

深圳市清林径引水调蓄工程综合自动化监控信息系统三期

工程项目

投标文件

业绩文件

项目编号: 4403922024122800101Y

投标人名称: 云河(河南)信息科技有限公司、深圳市城市公共安全技

术研究院有限公司

投标人代表: 张洋 徐璇

投标日期: 2025 年 1 月 20 日

业绩文件目录

1、投标人清标信息页码表.....	1
2、企业信誉.....	5
3、投标人管理体系认证情况.....	13
4、投标人知识产权情况.....	19
5、企业获奖.....	25
6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况.....	32
6.1 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目	35
6.2 数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程	110
6.3 乌海·数字孪生水利（一期）	126
6.4 陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目	142
6.5 东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程项目	150
7、水利水电工程“四预”应用系统开发业绩情况.....	165
7.1 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目	168
7.2 深圳市水务局应急预案体系建设技术服务.....	243
7.3 数字化应急预案系统开发项目.....	251
8、项目负责人业绩要求.....	257
9、技术负责人业绩要求.....	310
10、项目管理班子人员配备情况.....	363
（一）本项目拟投入人员汇总表.....	363
（二）本项目拟投入主要人员简历表.....	365
1. 本项目拟投入主要人员简历表-项目负责人	365
2. 本项目拟投入主要人员简历表-技术负责人	441
3. 本项目拟投入主要人员简历表- BIM 工程师 1	507
4. 本项目拟投入主要人员简历表- BIM 工程师 2	514
5. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 1.....	519
6. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 2.....	524
7. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 3.....	529
8. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 4.....	535

9. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 5.....	540
10. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 6.....	545
11. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 7.....	550
12. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 8.....	555
13. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 9.....	560
14. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 10.....	565
15. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 11.....	570
16. 本项目拟投入主要人员简历表-开发主管 1.....	575
17. 本项目拟投入主要人员简历表-开发主管 2.....	580
18. 本项目拟投入主要人员简历表-开发主管 3.....	585
19. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 1.....	590
20. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 2.....	595
21. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 3.....	599
22. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 4.....	603
23. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 5.....	607
24. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 6.....	611
11、其他（投标人认为需要补充提交的其他资料）.....	615
11.1 到岗履职承诺书	615
11.2 述标承诺书	616
11.3 电子与智能化工程专业承包壹级资质证书扫描件	617
11.4 安全生产许可证扫描件	618

1、投标人清标信息页码表

清标信息页码表

评审内容	评分项目
企业信誉	<p>信誉情况：无异常 页码：P5~P12</p>
投标人管理体系认证情况	<p>云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人） 证书名称：质量管理体系认证证书 有效期：2022年7月15日-2025年7月14日 页码：P13 证书名称：环境管理体系认证证书 有效期：2022年7月15日-2025年7月14日 页码：P15 证书名称：职业健康安全管理体系认证证书 有效期：2022年7月15日-2025年7月14日 页码：P17 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方） 证书名称：质量管理体系认证证书 有效期：2024年01月29日-2027年01月28日 页码：P14 证书名称：环境管理体系认证证书 有效期：2024年01月29日-2027年01月28日 页码：P16 证书名称：职业健康安全管理体系认证证书 有效期：2024年01月29日-2027年01月28日 页码：P18</p>
投标人知识产权情况	<p>云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人） 证书名称：中华人民共和国国家版权局计算机软件著作权登记证书（东庄水利枢纽工程数字孪生基础平台） 有效期：/ 页码：P20 证书名称：中华人民共和国国家版权局计算机软件著作权登记证书（岱海生态应急补水工程•数字孪生岱海系统） 有效期：/ 页码：P21 证书名称：中华人民共和国国家版权局计算机软件著作权登记证书（数字孪生万家寨防洪调度系统） 有效期：/ 页码：P22 证书名称：中华人民共和国国家版权局计算机软件著作权登记证书（数字孪生万家寨泥沙调度系统） 有效期：/ 页码：P23 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方） 证书名称：中华人民共和国国家版权局计算机软件著作权登记证书（防汛数字预案系统V1.0） 有效期：/</p>

	页码：P24
企业获奖	协会颁发的科学技术奖或科技进步奖 奖项名称：测绘科学技术奖-重大基础设施形变雷达遥感监测关键技术与示范应用 获奖时间：2020年10月 颁奖单位：中国测绘学会 页码：P26 奖项名称：第三届安全科技进步奖二等奖-智慧建造物联网监管系统开发及应用 获奖时间：2022年10月 颁奖单位：中国安全生产协会 页码：P27 奖项名称：中国仪器仪表学会科技进步奖-公路隧道智慧运维数字孪生关键技术装备及应用 获奖时间：2024年7月 颁奖单位：中国仪器仪表学会 页码：P28 省级颁发的科学技术奖或科技进步奖 奖项名称：广东省科技进步奖-建筑消防检测和评估关键技术研究及应用 获奖时间：2021年3月 颁奖单位：广东省人民政府 页码：P30 奖项名称：黄河水利委员会科学技术进步奖-长距离调水工程智慧建管关键技术研究 获奖时间：2022年12月31日 颁奖单位：水利部黄河水利委员会 页码：P31
水利水电工程 类数字孪生建 设业绩情况	云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人） 项目名称：数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 合同金额：425.00万元 合同签订时间：2023年8月 合同关键页：合同协议书 页码（证明文件范围）：P35~P109 项目名称：数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程 合同金额：2003.40万元 合同签订时间：2022年4月 合同关键页：合同协议书 页码（证明文件范围）：P110~P125 项目名称：乌海·数字孪生水利（一期） 合同金额：1173.00万元 合同签订时间：2024年6月 合同关键页：合同协议书 页码（证明文件范围）：P126~P141 项目名称：陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目 合同金额：628.88万元 合同签订时间：2024年2月 合同关键页：合同协议书 页码（证明文件范围）：P142~P149 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方） 项目名称：东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程项目 合同金额：3094.45万元 合同签订时间：2024年4月2日 合同关键页：合同协议书

	页码（证明文件范围）：P149-P164
水利水电工程“四预”应用系统开发业绩情况	项目名称：数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 合同金额：425.00万元 合同签订时间：2023年8月 合同关键页及项目已进场开展工作的相关文件：P170~P242 页码（证明文件范围）：P165~P242
项目负责人业绩要求	项目名称：数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 合同金额：425.00万元 在项目中担任职务：项目经理 合同签订时间：2023年8月 是否具有信息系统项目管理师或系统架构设计师或系统规划与管理师：是 合同关键页及项目已进场开展工作的相关文件：P258~P308 页码（证明文件范围）：P257~P309
技术负责人业绩要求	项目名称：乌海·数字孪生水利（一期） 合同金额：1173.00万元 在项目中担任职务：技术负责人 合同签订时间：2024年6月 业绩获奖情况：否 合同关键页及项目已进场开展工作的相关文件：P311~P361 页码（证明文件范围）：P310~P362
项目管理班子人员配备情况	拟派人数：24人 页码（证明文件范围）：P363~PP614 项目负责人姓名：赵凯华 职称：高级工程师 资格证书：系统架构设计师 技术负责人姓名：李永胜 职称：高级工程师 资格证书：信息系统项目管理师、软件设计师、网络工程师 BIM工程师1姓名：余军 职称：高级工程师 资格证书：BIM建模、BIM应用 BIM工程师2姓名：谭志森 职称：无 资格证书：BIM建模师 专业工程师1姓名：胡燚 职称：高级工程师 资格证书：无 专业工程师2姓名：葛翔 职称：高级工程师 资格证书：无 专业工程师3姓名：徐彬 职称：工程师 资格证书：注册信息安全工程 专业工程师4姓名：宋文涛 职称：工程师 资格证书：无 专业工程师5姓名：王建付 职称：工程师 资格证书：无 专业工程师6姓名：崔记东

	<p>职称：工程师 资格证书：无 专业工程师7姓名：耿祺 职称：工程师 资格证书：无 专业工程师8姓名：南政年 职称：工程师 资格证书：无 专业工程师9姓名：徐鹏飞 职称：工程师 资格证书：无 专业工程师10姓名：张海赞 职称：工程师 资格证书：无 专业工程师11姓名：叶柏松 职称：工程师 资格证书：无 开发主管1姓名：王姝月 职称：高级工程师 资格证书：信息系统项目管理师 开发主管2姓名：吕江波 职称：高级工程师 资格证书：信息系统项目管理师 开发主管3姓名：吴述宁 职称：工程师 资格证书：软件设计师 项目组成员1姓名：牛林森 职称：无 资格证书：无 项目组成员2姓名：郎欣宇 职称：无 资格证书：无 项目组成员3姓名：王倩丽 职称：无 资格证书：无 项目组成员4姓名：王治中 职称：无 资格证书：无 项目组成员5姓名：张震 职称：无 资格证书：无 项目组成员6姓名：胡光亮 职称：无 资格证书：无</p>
--	--

2、企业信誉

2.1 国家企业信用信息公示系统未被列入严重违法失信企业名单截图

云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人）

首页

企业信息填报

信息公告

重点领域企业

导航

登录 注册

国家企业信用信息公示系统

National Enterprise Credit Information Publicity System

企业信用信息 | 经营异常名录 | 严重违法失信名单

请输入企业名称、统一社会信用代码或注册号

营业执照

云河（河南）信息科技有限公司

存续（在营、开业、在册）

统一社会信用代码：91410000MA46YXAGXT

注册号：

法定代表人：侯红雨

登记机关：郑州市金水区人民路街道市场监督管理所

成立日期：2019年06月19日

发送报告

信息分享

信息打印

基础信息 | 行政许可信息 | 行政处罚信息 | 列入经营异常名录信息 | 列入严重违法失信名单（黑名单）信息 | 公告信息

■ 列入严重违法失信名单（黑名单）信息

序号	类别	列入严重违法失信名单（黑名单）原因	列入日期	作出决定机关（列入）	移出严重违法失信名单（黑名单）原因	移出日期	作出决定机关（移出）
暂无列入严重违法失信名单（黑名单）信息							

共查询到 0 条记录 共 0 页

首页

« 上一页

下一页 »

末页

关注

订阅

异议

返回

主办单位：国家市场监督管理总局
地址：北京市西城区三里河东路八号 邮政编码：100820 备案号：京ICP备18022388号-2
[业务咨询与技术支持联系方式](#) [使用帮助](#)

5

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方）



国家企业信用信息公示系统
National Enterprise Credit Information Publicity System

企业信用信息 | 经营异常名录 | 严重违法失信名单

请输入企业名称、统一社会信用代码或注册号



深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

存续（在营、开业、在册）

发送报告

信息分享

信息打印

统一社会信用代码： 914403003598686152

注册号：

法定代表人： 张少标

登记机关： 深圳市市场监督管理局

成立日期： 2016年01月11日

基础信息 | 行政许可信息 | 行政处罚信息 | 列入经营异常名录信息 | 列入严重违法失信名单（黑名单）信息 | 公告信息

■ 列入严重违法失信名单（黑名单）信息

序号	类别	列入严重违法失信名单（黑名单）原因	列入日期	作出决定机关(列入)	移出严重违法失信名单（黑名单）原因	移出日期	作出决定机关(移出)
暂无列入严重违法失信名单（黑名单）信息							

共 查询到 0 条记录 共 0 页

首页

« 上一页

下一页 »

末页

云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人）

7

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方）



中国执行信息公开网

司法为民 司法便民

首页 执行公开服务

失信被执行人将在政府采购、招标投标、行政审批、政府扶持、融资信贷、市场准入、资质认定等方面受到信用惩戒！

失信被执行人(自然人)公布

姓名/名称	证件号码
毕国军	1326231967****2016
郑树	5102021973****0919
钟来平	5129211973****3853
雍先全	5129011961****2911
张雪飞	1302811988****005X

失信被执行人(法人或其他组织)公布

姓名/名称	证件号码
河池市弘农加油站	9145120159****977J
河池市弘农加油站	9145120159****977J
北京远翰国际教育咨询有限公司	55140080-1
上海呈韵钢铁有限公司	75955905-3
北京远翰国际教育咨询有限公司	55140080-1
北京远翰国际教育咨询有限公司	55140080-1

查询条件

被执行人姓名/名称:

身份证号/组织机构代码:

省份:

验证码:

查询结果

在全国范围内没有找到 914403003598686152 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司相关的结果。

全国法院失信被执行人名单信息公布与查询平台首页

声明

为推进社会信用体系建设,对失信被执行人进行信用惩戒,促使其自动履行生效法律文书确定的义务,根据《中华人民共和国民事诉讼法》相关规定,最高人民法院制定了《关于公布失信被执行人名单信息的若干规定》,自今日起向社会开通“全国法院失信被执行人名单信息公布与查询”平台,社会各界通过该平台查询全国法院(不包括军事法院)失信被执行人名单信息。现就有关事项作出如下声明:

一、被执行人未履行生效法律文书确定的义务,并符合《最高人民法院关于公布失信被执行人名单信息的若干规定》第一条规定的情形之一的,执行法院将根据申请执行人的申请或依职权决定将该被执行人纳入失信被执行人名单,并通过本网站予以公布。

二、各级人民法院将向政府相关部门、金融监管机构、金融机构、承担行政职能的事业单位及行业协会等通报失信被执行人名单信息,供相关单位依照法律、法规和有关规定,在政府采购、招标投标、行政审批、政府扶持、融资信贷、市场准入、资质认定等方面,对失信被执行人予以信用惩戒;将向征信机构通报失信被执行人名单信息,并由征信机构在其征信系统中记录。

国家工作人员、人大代表、政协委员等被纳入失信被执行人名单的,失信情况将通报其所在单位和相关部门;国家机关、事业单位、国有企业等被纳入失信被执行人名单的,失信情况将通报其上级单位、主管部门或者履行出资人职责的机构。

三、纳入失信被执行人名单的被执行人,执行法院将依照《最高人民法院关于限制被执行人高消费及有关消费的若干规定》第一条的规定,对被执行人采取限制消费措施。

被执行人为自然人的,被采取限制消费措施后,不得有以下高消费及非生活和工作必需的消费行为:(一)乘坐交通工具时,选择飞机、列车软卧、轮船二等以上舱位;(二)在星级以上宾馆、酒店、夜总会、高尔夫球场等场所进行高消费;(三)购买不动产或者新建、扩建、高档装修房屋;(四)租赁高档写字楼、宾馆、公寓等场所办公;(五)购买非经营必需车辆;(六)旅游、度假;(七)子女就读高收费私立学校;(八)支付高额保费购买保险理财产品;(九)乘坐G字头动车组列车全部座位、其他动车组列车一等以上座位等其他非生活和工作必需的消费行为。被执行人为单位的,被采取限制消费措施后,被执行人及其法定代表人、主要负责人、影响债务履行的直接责任人员、实际控制人不得实施前述行为。因私消费以个人财产实施前述行为的,可以向执行法院提出书面申请并说明理由,经审查准许后,方可进行消费。

四、法人或其他组织认为有《最高人民法院关于公布失信被执行人名单信息的若干规定》第十一条规定情形之一的,可以向执行法院申请将其纳入失信被执行人名单。

五、本网站提供的信息仅供查询人参考。如有争议,以执行法院有关法律文书为准。因使用本网站信息而造成不良后果的,人民法院不承担任何责任。

六、查询人必须依法使用查询信息,不得用于非法目的和不正当用途。非法使用本网站信息给他人造成损害的,由使用人自行承担相应责任。

七、本网站信息查询免费,严禁任何单位和个人利用本网站信息牟取非法利益。

八、本网站属于政府网站,未经许可,任何商业性网站不得建立与本网站及其内容的链接,不得建立本网站的镜像(包括全部和局部镜像),不得拷贝、复制或传播本网站信息。

九、如对该查询内容有异议,请与执行法院联系。

最高人民法院

2013年10月8日

地址:北京市东城区东交民巷27号 邮编:100745 总机:010-67550114

中华人民共和国最高人民法院 版权所有

京ICP备05023036号

2.3 投标人中国裁判文书网无行贿犯罪记录截图

云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人）



深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方）

2025年1月16日 星期四

欢迎您, 15093244023 退出 意见建议 返回主站 使用帮助

中国裁判文书网

China Judgements Online

[首页](#) [刑事案件](#) [民事案件](#) [行政案件](#) [赔偿案件](#) [执行案件](#) [其他案件](#) [民族语言文书](#)

高级检索

输入案由、关键词、法院、当事人、律师

?

关键词

案由

法院层级

地域及法院

裁判年份

审判程序

文书类型

案例等级

已选条件:

案由: 行刑罪

裁判日期: 2021-01-01 TO 2025-01-20

全文: 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

保存搜索条件

清空搜索条件

共检索到 0 篇文书

法院层级 ↓ 裁判日期 ↓ 审判程序 ↓

☐ 全选 ☒ 批量收藏

暂无数据!

中国政府信息公开整合服务平台 | 人民检察院案件信息公开网 | 中国审判流程信息公开网 | 中国司法大数据服务网 |

中国执行信息公开网 | 全国法院减刑、假释、暂予监外执行信息网 | 中国涉外商事海事审判网 | 最高人民法院服务人民群众系统场景导航 |

地址: 北京市东城区东交民巷27号 邮编: 100745 总机: 010-67550114

中华人民共和国最高人民法院 版权所有

京ICP备05023036号

10

2.4 法定代表人中国裁判文书网无行贿犯罪记录截图

云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人）



深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方）

2025年1月16日 星期四

欢迎您: 15093244023 退出 意见建议 返回主站 使用帮助

中国裁判文书网

China Judgements Online

[首页](#) [刑事案件](#) [民事案件](#) [行政案件](#) [赔偿案件](#) [执行案件](#) [其他案件](#) [民族语言文书](#)

高级检索

输入案由、关键词、法院、当事人、律师

搜索

?

关键词

案由

法院层级

地域及法院

裁判年份

审判程序

文书类型

案例等级

已选条件:

案由: 行刑罪

裁判日期: 2021-01-01 TO 2025-01-20

全文: 张少标

保存搜索条件

清空搜索条件

共检索到 0 篇文书

法院层级 ↓ 裁判日期 ↓ 审判程序 ↓

☐ 全选 ☒ 批量收藏

暂无数据!

中国政府信息公开整合服务平台 | 人民检察院案件信息公开网 | 中国审判流程信息公开网 | 中国司法大数据服务网 |

中国执行信息公开网 | 全国法院减刑、假释、暂予监外执行信息网 | 中国涉外商事海事审判网 | 最高人民法院服务人民群众系统场景导航 |

地址: 北京市东城区东交民巷27号 邮编: 100745 总机: 010-67550114

中华人民共和国最高人民法院 版权所有

京ICP备05023036号

12

3、投标人管理体系认证情况

3.1 质量管理体系认证证书扫描件

云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人）



深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方）



质量管理体系认证证书

证书编号: 19824QA0248R0M

统一社会信用代码: 914403003598686152

兹证明:

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

质量管理体系符合: GB/T 19001-2016/ISO 9001:2015

证书覆盖范围: 提供城市公共安全(相关风险评估、监测预警、事故调查分析、
应急研究及政策研究、宣传培训)的专业技术服务、信息系统集成

注册地址: 深圳市罗湖区清水河街道清水河社区清水河三路18号博盈大厦2号楼301

经营地址: 深圳市罗湖区清水河街道清水河社区清水河三路18号博盈大厦1栋5-13层、
2栋201、301、401

首次发证日期: 2024年01月29日

本次发证日期: 2024年01月29日

证书有效日期: 2027年01月28日



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C178-M



签发: 叶莹

本证书在国家规定的行政许可, 资质许可有效期限内使用有效
获证组织必须定期接受监督审核并经审核合格, 方可保持证书有效性
证书有效性可通过新纪源网站 www.xjyzt.com 查询或国家认监委网站 www.cnca.gov.cn 查询, 也可通过扫描二维码查询



北京新纪源认证有限公司

地址: 北京市朝阳区南湖东园122楼7层北区805 (邮编100102)

3.2 环境管理体系认证证书扫描件

云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人）

第一次 监审		第二次 监审		第三次 监审	
		贴标处		贴标处	

证书有效期内，获证组织须每年至少接受一次监督审核并加贴合格标志，证书方为有效。
本证书信息可在国家认证认可监督管理委员会官方网站：www.cnca.gov.cn查询。
证书有效性以右侧二维码扫描内容为准



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C174-M



初次获证日期：2022年7月15日 签发日期：2022年7月15日 有效日期：2025年7月14日
北京市昌平区城北街道鼓楼南街6号2号楼802室 www.hxccc.org 010-57146599

No. 0006218

深圳市城市公共安全技术有限公司（联合体成员方）



环境管理体系认证证书

证书编号: 19824EA0131R0M

统一社会信用代码: 914403003598686152

兹证明:

深圳市城市公共安全技术有限公司

环境管理体系符合: GB/T 24001-2016/ISO 14001:2015

证书覆盖范围: 提供城市公共安全(相关风险评估、监测预警、事故调查分析、
应急研究及政策研究、宣传培训)的专业技术服务、信息系统集成

注册地址: 深圳市罗湖区清水河街道清水河社区清水河三路18号博盈大厦2号楼301

经营地址: 深圳市罗湖区清水河街道清水河社区清水河三路18号博盈大厦1栋5-13层、
2栋201、301、401

首次发证日期: 2024年01月29日

本次发证日期: 2024年01月29日

证书有效日期: 2027年01月28日



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C178-M



签发: _____

本证书在国家规定的各行政许可、资质许可有效期限内使用有效
获证组织必须定期接受监督审核并经审核合格,方可保持证书有效性
证书有效性可通过新纪源网站www.xjyrc.com查询或国家认监委网站www.cnca.gov.cn查询,也可通过扫描二维码查询



北京新纪源认证有限公司

地址: 北京市朝阳区南湖东园122楼7层北区805(邮编100102)

3.3 职业健康安全管理体系认证证书

云河（河南）信息科技有限公司（联合体牵头人）

职业健康安全管理体系 认证证书					
证书号：17422E20603R0S					
兹 证 明					
云河（河南）信息科技有限公司					
统一社会信用代码：91410000MA46YXAGXT					
注册地址：河南省郑州市金水区金水路 109 号					
办公地址：河南省郑州市金水区金水路 109 号					
经营地址：河南省郑州市金水区金水路 109 号					
邮编：450000					
环境管理体系符合					
GB/T 24001-2016 / ISO 14001:2015 标准条款的要求					
该体系认证所覆盖的范围					
信息系统集成、计算机应用软件开发所涉及的环境管理活动					
第一次 监审		第二次 监审	贴标处	第三次 监审	贴标处
<p>证书有效期内，获证组织须每年至少接受一次监督审核并加贴合格标志，证书方为有效。 本证书信息可在国家认证认可监督管理委员会官方网站：www.cnca.gov.cn查询。 证书有效性以右侧二维码扫描内容为准</p>					
 华信创认证		 MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT		 中国认可 国际互认 管理体系 MANAGEMENT SYSTEM CNAS C174-M	
					
初次获证日期：2022 年 7 月 15 日 签发日期：2022 年 7 月 15 日 有效日期：2025 年 7 月 14 日					
北京市昌平区城北街道鼓楼南街 6 号 2 号楼 802 室 www.hxccc.org 010-57146599					
No.0007756					

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（联合体成员方）



职业健康安全管理体系认证证书

证书编号: 19824SA0111R0M

统一社会信用代码: 914403003598686152

兹证明:

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

职业健康安全管理体系符合: GB/T 45001-2020/ISO 45001:2018

证书覆盖范围: 提供城市公共安全(相关风险评估、监测预警、事故调查分析、
应急研究及政策研究、宣传培训)的专业技术服务、信息系统集成

注册地址: 深圳市罗湖区清水河街道清水河社区清水河三路 18 号博盈大厦 2 号楼 301

经营地址: 深圳市罗湖区清水河街道清水河社区清水河三路 18 号博盈大厦 1 栋 5-13 层、
2 栋 201、301、401

首次发证日期: 2024 年 01 月 29 日

本次发证日期: 2024 年 01 月 29 日

证书有效日期: 2027 年 01 月 28 日



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C178-M



签发:

本证书在国家规定的各行政区域、资质许可有效期内使用有效
获证组织必须定期接受监督审核并符合合格条件, 方可保持证书有效性
证书有效性可通过新纪源网站 www.xjyrc.com 查询或国家认监委网站 www.cnca.gov.cn 查询, 也可通过扫描二维码查询



北京新纪源认证有限公司

地址: 北京市朝阳区南湖东园122楼7层北区805 (邮编100102)

4、投标人知识产权情况

计算机软件著作权登记证书情况汇总表

序号	软件名称	登记号
1	东庄水利枢纽工程数字孪生基础平台	2024SR1697431
2	岱海生态应急补水工程·数字孪生岱海系统	2024SR0974009
3	数字孪生万家寨防洪调度系统	2022SR1445170
4	数字孪生万家寨泥沙调度系统	2022SR1445169
5	防汛数字预案系统	2022SR1130536

4.1 东庄水利枢纽工程数字孪生基础平台



4.2 岱海生态应急补水工程·数字孪生岱海系统

中华人民共和国国家版权局	
计算机软件著作权登记证书	
证书号： 软著登字第13377882号	
软 件 名 称：	岱海生态应急补水工程·数字孪生岱海系统 [简称：数字孪生岱海生态应急补水工程系统] V1.0
著 作 权 人：	黄河勘测规划设计研究院有限公司;云河（河南）信息 科技有限公司
权利取得方式：	原始取得
权 利 范 围：	全部权利
登 记 号：	2024SR0974009
根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的 规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。	
	
	
	
2024年07月10日	

4.3 数字孪生万家寨防洪调度系统

中华人民共和国国家版权局	
计算机软件著作权登记证书	
证书号： 软著登字第10399369号	
软件名称：	数字孪生万家寨防洪调度系统 V1.0
著作权人：	黄河万家寨水利枢纽有限公司；黄河勘测规划设计研究院有限公司；云河（河南）信息科技有限公司
开发完成日期：	2022年09月09日
首次发表日期：	未发表
权利取得方式：	原始取得
权利范围：	全部权利
登记号：	2022SR1445170
根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。	
	
	2022年11月01日
No. 11793220	

4.4 数字孪生万家寨泥沙调度系统

中华人民共和国国家版权局	
计算机软件著作权登记证书	
证书号： 软著登字第10399368号	
软 件 名 称：	数字孪生万家寨泥沙调度系统 V1.0
著 作 权 人：	黄河万家寨水利枢纽有限公司；黄河勘测规划设计研究院有限公司；云河（河南）信息科技有限公司
开发完成日期：	2022年09月09日
首次发表日期：	未发表
权利取得方式：	原始取得
权 利 范 围：	全部权利
登 记 号：	2022SR1445169
根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。	
	
	2022年11月01日
No. 11793217	

4.5 防汛数字预案系统

(747)

中华人民共和国国家版权局
计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第10084735号

软件名称： 防汛数字预案系统
V1.0

著作权人： 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

开发完成日期： 2022年06月22日

首次发表日期： 2022年07月01日

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2022SR1130536

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



No. 11302688


2022年08月15日

5、企业获奖

5.1. 协会颁发的科学技术奖或科技进步奖

协会颁发的科学技术奖或科技进步奖情况汇总表

序号	奖项	项目名称/作品名称	颁发单位
1	科学技术奖	重大基础设施形变雷达遥感监测关键技术与示范应用	中国测绘协会
2	科技进步奖	智慧建造物联网监管系统开发及应用	中国安全生产协会
3	科技进步奖	公路隧道智慧运维数字孪生关键技术装备及应用	中国仪器仪表学会

5.1.1 中国测绘协会-测绘科学技术奖-重大基础设施形变雷达遥感监测关键技术与示范应用



5.1.2 中国安全生产协会-安全科技进步奖-智慧建造物联网监管系统开发及应用



5.1.3 中国仪器仪表学会-科技进步奖-公路隧道智慧运维数字孪生关键技术装备及应用



5.2 省级颁发的科学技术奖或科技进步奖

序号	奖项	项目名称/作品名称	颁发单位
1	广东省科技进步奖	建筑消防检测和评估关键技术 研究及应用	广东省人民政府
2	黄河水利委员会科学技术进步奖	长距离调水工程智慧建管关键技术 技术研究	水利部黄河水利委员会



广东省科技进步奖 证书

为表彰 2020 年度广东省科技进
步奖获得者，特颁发此证书。

项目名称: 建筑消防检测和评估关键技术研究及
应用

奖励等级: 二等奖

获 奖 者 : 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

粤府证【2021】2094 号

项目编号: J11-2-09-D04



5.2.2 黄河水利委员会科学技术进步奖-长距离调水工程智慧建管关键技术研究



6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况

水利水电工程类数字孪生建设业绩情况汇总表

序号	项目名称	项目内容	合同金额	签订日期	服务单位名称、联系人及电话
1	数字孪生三门峡水利枢纽建设项目	<p>（1）潼关-三门峡L2级数据底板构建，包括DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；三门峡水库主体建筑物及关键机电设备L3级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备BIM模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。</p> <p>（2）数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。</p> <p>（3）三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。</p> <p>（4）防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。</p> <p>（5）三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委</p>	425万元	2023年8月	三门峡黄河明珠（集团）有限公司、张云燕、0398-2992662

		<p>托人现有相关专业业务系统的集成。</p> <p>(6) 本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。</p> <p>(7) 本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。</p> <p>(8) 软件平台的采购、安装和调试。</p>			
2	数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程	<p>(1) 数字孪生运管平台，内容包括数据底板、模型库、知识库和孪生引擎。</p> <p>(2) 太原和万家寨云平台。</p> <p>(3) 计算机网络、网络安全体系。</p> <p>(4) 太原数字孪生运管中心、万家寨数字孪生运管中心。</p> <p>(5) 太原和万家寨机房。</p> <p>(6) 业务系统，内容包括万家</p>	2003.4万元	2022年4月	黄河万家寨水利枢纽有限公司、吕轶斌、18734181208
3	乌海·数字孪生水利（一期）	形成成果数据底板1套，模型库1套，知识库1套，数字孪生业务应用软件各1套，数字孪生水利数字化微应用开发构件1套，数字孪生水利数字化管理运营构件1套，数字孪生水利数据链管理平台1套，数据库软件1套。	1173万元	2024年6月	乌海市水权与信息化中心、王杨、0473-6990961
4	陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目	硬件：现场控制中心、数据中心、县监管指挥中心平台、视频监控点（3枪机1球机）、视频监控点（2枪机1球机）、太阳能视频监控点（3枪机1球机）、视频监控点（1枪机1球机）、视频监控点（1枪机）、采砂船智能管理	628.875万元	2024年2月	神木市水务集团金石河道采砂有限公司、常海强、0912-8330666

		<p>系统1套（2艘船）、地磅传感器及仪器改造、智能地磅改造（双磅含出入口）。</p> <p>施工：设备安装。</p> <p>软件：控制中心软件环境、数据中心服务器端软件系统</p>			
5	东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程项目	<p>数据集成对接，对前端工情监测数据无线传输至深圳市智慧水务一期物联网平台，继而推送至引水工程系统。基于引水工程系统功能架构，一是完善“工情监测”模块应用，实现对本工程新建前端工情监测数据的综合展示、监测预警、统计分析、报表输出、状态查询、设备管理等功能，相关数据应按照《深圳市水务数据传输规约》要求传输至市水务局物联网平台；二是完善“全景图”模块应用，对后续由深圳市各区统建的东江水源工程既有水工建筑物BIM模型数据进行轻量化处理，针对主要安全监测设施设备（含本工程新建各类监测设备、光纤、自动化采集站点）监理BIM模型，并将各监测实施相关设备的空间位置、设备参数、安装信息、监测数据等信息加载至引水工程系统-全景图，融合既有水工建筑物BIM模型、GIS地理信息及IOT监测数据，打造BIM专题图层。</p>	24.92万元	2024年4月	<p>深圳市东江水源工程管理处、陈锦庆、0755-83072708</p>

6.1 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

项目名称	数字孪生三门峡水利枢纽建设项目
买方名称	三门峡黄河明珠（集团）有限公司
买方联系人及电话	张云燕/0398-2992662
签约合同价	425万元
工作内容	<p>（1）潼关-三门峡L2级数据底板构建，包括DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；三门峡水库主体建筑物及关键机电设备L3级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备BIM模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。</p> <p>（2）数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。</p> <p>（3）三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。</p> <p>（4）防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。</p> <p>（5）三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。</p> <p>（6）本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。</p> <p>（7）本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。</p> <p>（8）软件平台的采购、安装和调试。</p>
备注	/

中标通知书扫描件

中标通知书

项目编号：SZLS-SMXSLSN-2023

云河（河南）信息科技有限公司：

中标的主要内容

你方于 2023 年 6 月 21 日 所递交的 数字孪生

中标价：4250000.00

三门峡水利枢纽建设项目 响应文件已被我方接受，

开发周期：签订合同之日起至 2024 年底

质量要求：合格并满足招标人要求

被确定为中标人。

请你方在接到本通知书后的 30 日内到招标

人处签订合同。



2023 年 6 月 28 日



2023 年 6 月 28 日

特此通知

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

1. 合同项目开工申请表

合同项目开工申请表

项目名称： 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

承包人： 云河（河南）信息科技有限公司

致：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

云河（河南）信息科技有限公司承担的数字孪生三门峡水利枢纽建设项目，已完成了开工前的各项准备工作，现申请开工，请审核。

附件：

1. 开工报告
2. 安全协议

承包单位（章）：云河（河南）信息科技有限公司

公司代表：张军峰

日期： 2023 年 8 月 16 日

审批通过后，另行签发开工令。

建设单位（章）：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

签收人：张子燕

日期：2023 年 8 月 16 日

2. 施工组织设计

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 施工组织设计

云河（河南）信息科技有限公司

二〇二三年八月



目 录

1 总则.....	1
1.1 编制说明.....	1
1.2 编制依据.....	1
2 工程概况.....	2
2.1 项目背景.....	2
2.2 项目意义.....	3
2.3 建设任务.....	3
3 实施组织机构.....	4
3.1 项目组织架构设置.....	4
3.2 实施组织.....	4
3.3 项目组织保障.....	6
4 实施设计方案.....	7
4.1 实施准备总体要求.....	7
4.2 技术准备.....	9
4.3 总体进度计划.....	10
4.4 里程碑节点.....	10
4.5 详细进度计划.....	12
5 建设任务.....	18
5.1 数字孪生平台.....	18
5.2 业务应用.....	36
5.3 信息资源共享.....	39
6 系统集成.....	41
6.1 数据集成.....	41
6.2 服务支撑.....	42
6.3 用户管理.....	42
6.4 单点登录集成.....	42
7 质量保证体系.....	43
7.1 项目质量目标.....	43
7.2 质量保证措施.....	43
8 安全保证体系.....	44
8.1 安全保证体系.....	44
8.2 安全管理保障措施.....	45
8.3 突发事件应急措施.....	45
8.4 保密管理.....	46

1 总则

1.1 编制说明

本报告是依据本项目合同及招投标文件,按照国家颁布的现行施工质量验收规范、施工规程和有关工艺标准进行编制。为本项目实施阶段提供较为完整的指导性技术纲领,用以指导项目实施,确保优质、高效、低耗、安全、文明、保质、保量的完成数字孪生三门峡水利枢纽建设项目,满足合同及招投标文件要求,同时符合国家、行业、三门峡水利枢纽信息化技术标准和规程规范规定的技术要求。

1.2 编制依据

1.2.1 项目相关文档

- (1) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目招标文件;
- (2) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目投标文件;
- (3) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同;
- (4) 《三门峡黄河明珠(集团)有限公司信息化建设规划报告》,2021年12月;
- (5) 《数字孪生黄河建设技术导则》,水利部黄河水利委员会,2022年12月;
- (6) 《数字孪生黄河建设规划(2022—2025)》,水利部黄河水利委员,2022年;
- (7) 《三门峡数字孪生枢纽建设方案》,2022年7月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《计算机信息系统安全等级保护划分准则》GB/T 17859-1999;
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239-2019;
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058-2019;
- (4) 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070-2019;
- (5) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448-2019;
- (6) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南》GB/T 28449-2018;
- (7) 《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301-2018)
- (8) 《混凝土坝安全监测技术标准》(GB/T 51416-2020);
- (9) 《大坝安全监测自动化技术规范》(DL/T 5211-2019);
- (10) 《水库工程管理设计规范》(SL 106-2017);
- (11) 《水库大坝安全评价导则》(SL 258-2017);
- (12) 《水利信息化项目验收规范》(SL588-2013);

(13)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);

1.2.3 政策法规

(1)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，全国人大，2021 年 3 月；

(2)《“十四五”数字经济发展规划》，国办，2021 年 12 月；

(3)《中华人民共和国水库大坝安全管理条例》(2018 年修)；

(4)《新一代人工智能发展规划》，国发，2017 年 7 月；

(5)《国家信息化发展战略纲要》，中办、国办，2016 年 7 月；

(6)《中华人民共和国水法》(2016 年修)；

(7)《中华人民共和国防洪法》(2016 年修)；

(8)《促进大数据发展行动纲要》，国发，2015 年 8 月；

(9)《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》，水利部，2022 年 7 月；

(10)《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(11)《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(12)《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，水利部，2022 年 1 月；

(13)《“十四五”水安全保障规划》，发改委/水利部，2021 年 12 月；

(14)《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》，水利部，2021 年 11 月；

(15)《智慧水利建设顶层设计》，水利部，2021 年 10 月；

(16)《“十四五”智慧水利建设规划》，水利部，2021 年 10 月；

(17)《大中型水库汛期调度运用规定（试行）》，水利部，2021 年 6 月；

(18)《“十四五”信息通信行业发展规划》，工信部，2021 年 11 月；

(19)《“十四五”国家信息化规划》，网信办，2021 年 12 月；

(20)《计算机信息系统安全保护等级划分准则》，1999 年 9 月。

2 工程概况

2.1 项目背景

三门峡水利枢纽工程位于河南省三门峡市和山西省平陆县交界的黄河干流上，是黄河干流上第一座大型水利枢纽，被誉为“万里黄河第一坝”。三门峡水利枢纽工程是新中国成立后在黄河干流兴建的第一座以防洪为主，兼顾防凌、调水调沙、灌溉排水、防断流与改善库区生态环境、发电等任务的大型综合性水利枢纽工程，是黄河下游防

洪减淤工程体系的重要组成部分。工程于 1957 年开工建设，1960 年大坝基本建成，同年 9 月下闸蓄水，三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝，坝长 713.2 米，最大坝高 106 米，坝顶高程 353 米，枢纽总装机容量 45 万 kW，防洪库容近 60 亿立方米，控制黄河流域面积 68.84 万平方公里，占流域面积的 91.5%，控制黄河来水量的 89%和来沙量的 98%。

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程等方面的标准规范要求，结合水利部黄河水利委员会对三门峡水利枢纽数字孪生工程建设要求，明珠集团成立了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目组，开展了大量技术调研、方案设计等有关前期准备工作，确定了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目建设目标任务、技术框架、建设内容等，完成项目招标和合同签订，全面启动数字孪生三门峡水利枢纽建设工作。

2.2 项目意义

本次项目建设基于三门峡水利枢纽工程信息化现状构建数字孪生平台，有效赋能当前已有、在建及拟建中的业务应用，实现工程安全、防洪运用等重点业务“四预”功能，有效保障工程安全稳定运行与综合效益最大发挥，提升精准决策管理能力，助力实现数字孪生三门峡水利枢纽工程稳定高速发展。

2.3 建设任务

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生水利工程等方面的标准规范要求，围绕工程安全和防洪运用两大核心业务，从信息化基础设施、数字孪生平台、应用软件等方面进行建设。按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源，以多维多时空多尺度数据底板为基础，水利专业模型为支撑，构建典型业务应用场景，建设有三门峡水利枢纽特色的数字孪生平台。

(1) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备 BIM 模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。

(2) 完成数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。

(3) 完成三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型

研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。

(4) 完成防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。

(5) 完成三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。

(6) 完成本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。

(7) 完成本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。

(8) 完成软件平台的采购、安装和调试。

3 实施组织机构

3.1 项目组织架构设置

项目组织架构如下：

项目经理：赵凯华；

项目副经理：张军辉；

项目技术负责人兼设计总工程师：李永胜；

项目设计副总工程师：陈见长、姜成桢、张亚杰、徐东坡；

项目设总助理：程玺龙、杨婷婷。

3.2 实施组织

为实现本项目目标，设立数字孪生三门峡水利枢纽建设项目部，项目组织机构职能分为项目综合管理、数据底板及孪生引擎、工程安全分析预警业务系统、防洪运用业务系统。

组织架构如下：

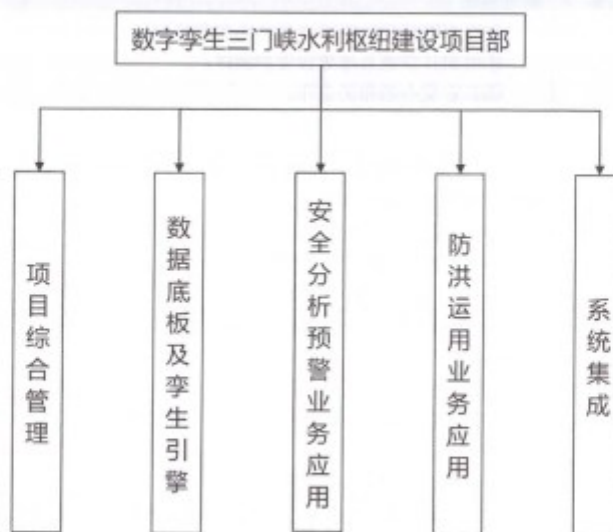


图 3.1 项目组织架构图

项目实施团队以项目经理为管理核心，各组组长负责项目关键技术和实现，向项目经理负责。

各组职责及组成见下表：

表 3.1 项目组织及其职责表

项目组名称	职责描述
项目综合管理	<p>1) 综合管理事项：</p> <p>①负责项目部重点工作的安排、协调和督办；</p> <p>②编制项目实施方案，分析研究项目建设的重大问题；</p> <p>③负责整体项目管理，负责范围、进度、成本、质量、风险、安全、沟通、干系人管理等工作；</p> <p>④负责项目部相关文件收发、会议、督办和协调等管理工作，项目资料管控与归档工作；</p> <p>⑤负责项目内部财务管理；</p> <p>⑥负责项目部办公、生活等物资的采购和管理。</p> <p>2) 合同管理事项：</p> <p>①负责项目采购的招投标及合同签订工作，建立合同管理台账；</p> <p>②负责对内、对外的合同执行、合同索赔和工程款结算等工作；</p> <p>③牵头负责项目对业主请款工作，对供应商的合同管理和支付工作等；</p> <p>④监管供应商合同履约。</p> <p>3) 质量管控事项：</p> <p>①监督落实项目内控执行；</p> <p>②组织编写并校核项目提交文档；</p>

项目组名称	职责描述
	③组织整理验收资料并提验收申请报告； ④组织计算机系统等级保护测评； ⑤其它交办的相关工作。
数据底板及孪生引擎	1) 负责基础数据、监测数据、业务数据、GIS+BIM 数据、外部共享数据收集整编及融合工作； 2) 负责数据底板构建； 3) 负责模拟仿真引擎开发工作； 4) 其它交办的相关工作。
工程安全分析预警业务应用	1) 负责工程安全分析预警业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责大坝安全分析预警模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
防洪运用业务应用	1) 负责防洪运用业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责蓄水淹没模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
系统集成	1) 负责与数据中台的对接； 2) 负责相关专业业务系统的集成工作。

3.3 项目组织保障

3.3.1 实行项目经理制

项目经理对本项目全权负责，中途遇特殊情况必须调配项目经理时，需经过申请由甲方项目协调领导组批准后方可更换。

经过任命的项目经理对项目组人员具有绝对的管理权力，同时也对项目负主要责任。

3.3.2 项目沟通协调管理

为了规范管理实施团队各项目小组，促进内部沟通，提高项目小组工作效率，确保工作进度，项目决定执行进度总结例会制度。

3.3.2.1 周例会

时间：暂定于每周五下午举行。

参会人员：甲方项目管理组核心成员、乙方各项目组组长及核心成员。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：各项目组长及主要骨干人员汇报本周项目进度情况，包括本周计划、本周计划完成情况、进度计划对比。同时会议中需要对下周工作内容进行详细描述。

项目实施过程中，遇到需要双方沟通协调的事项，在周例会中需做详细交流，避免因沟通不畅影响项目实施进度。

会议制度：

(1) 每周五 18:00 之前，综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作周报》(内容包含：本周计划进展情况、下周计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每周会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

3.3.2.2 月例会

时间：暂定于每月末最后一天。

参会人员：甲方项目管理组、乙方项目部核心成员等。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：乙方项目总协调汇报当月工作进展情况，包括本月计划、本月计划完成情况、月进度计划对比、项目实施质量情况。双方项目成员需就本月计划完成情况展开讨论，根据项目进展情况及质量情况提出下一步工作开展方向。

会议制度：

(1) 每月最后一个工作日综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作月报》(内容包含：本月进展情况、下月工作计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每月会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

4 实施设计方案

4.1 实施准备总体要求

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规

范要求，推进数字孪生三门峡水利枢纽项目建设，建设三门峡数字孪生平台，构建工程“四预”智慧体系，实现数字工程与物理工程同步仿真运行，提升工程安全高效稳定运行水平。

围绕数字孪生三门峡水利枢纽建设目标和建设任务等工作主线，构建包含“四横两纵”的工程信息化总体架构。工程信息化总体架构见下图：

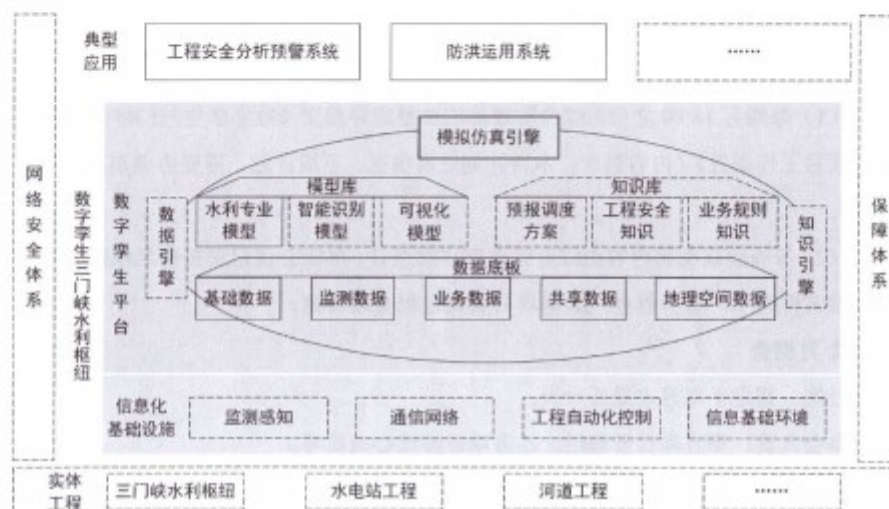


图 4.1 工程信息化总体架构图

本项目建设内容如下：

（1）数字孪生平台

本项目数字孪生平台建设内容包括数据底板、水利专业模型及孪生引擎等内容。

1）数据底板

本项目建设内容为融合基础数据、业务数据、监测数据、共享数据和地理空间数据得数据底板。

2）水利专业模型

本项目水利专业模型包括蓄水淹没模型、大坝安全分析预警模型。

3）孪生引擎

本项目建设内容主要包括全要素场景生成、可视化渲染和空间分析表达等模拟仿真引擎以及数据服务开发。其中数据服务开发基于明珠集团提供的数据中台进行数据开发工作，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据汇聚、分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑；

(2) 典型应用

本项目建设内容包括工程安全分析预警系统和防洪运用系统。

4.2 技术准备

4.2.1 技术要求

- (1) 系统使用渲染引擎进行开发，支持运行环境的跨平台；
- (2) 系统支持来自多种数据源的数据，支持数据的流畅显示；
- (3) 系统具有良好的中文支持，并拥有简体中文版的文档、手册；
- (4) 系统支持多源数据集成，能够充分调用已建设系统项目数据，保证项目数据延续性；
- (5) 提供三维 BIM 数据轻量化成果；
- (6) 平台 API 接口规范、齐全。

4.2.2 性能要求

性能满足以下参数：

- (1) 系统容量。平台静态用户（注册用户）无数量限制；平台动态用户（在线用户）访问按照应用场景不同做不同要求；
- (2) 系统稳定性。系统整体及其功能模块具有稳定性，保障 7×24 小时不间断运行，在正常情况下不会出现死机现象，不能出现系统崩溃现象；
- (3) 系统可靠性。保证系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性；
- (4) 适应性和易用性。系统在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，具有适应能力。软件操作简便，易学易用；运行稳定可靠，对错误操作进行友好提示，容错性好；
- (5) 易于维护性。系统的数据、业务以及涉及电子地图与孪生场景的维护方便、快捷。

4.2.3 数据准备

- (1) 数据底板方面，收集 GIS 数据、BIM 模型相关电子、纸质图纸，采集建模对象的外观信息。
- (2) 数据开发方面，分析整理工程安全分析预警系统、防洪运用系统所需基础数据清单，分析数据源并将所需数据与数据中台打通，为数据开发提供基础条件。
- (3) 工程安全分析预警系统方面，整理与大坝安全业务相关的大坝安全观测分析

年报、南瑞 DSIMS4.0 数据库字典、南瑞 DSIMS4.0 数据表结构及数据条目、监测仪器测点信息、工程安全预案、大坝安全鉴定报告、大坝安全会商报告、近期安全监测系统改造内容和计划等信息。

(4) 工程防洪运用系统方面，整理与防洪运用相关的地理空间数据、出入库流量过程、水库水位库容曲线、典型年分蓄水淹没数据。

4.3 总体进度计划

本项目整体服务期限为自合同签订后开始，整体计划工期为 13 个月，实际开工日期以委托人批准开工时间为准，根据招标文件需求满足如下里程碑节点实施。

4.3.1 2023 年完成目标

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

4.3.2 2024 年完成目标

- (1) 完成工程建筑物及关键机电金结设备的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完善数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，并上线试运行。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统上线试运行。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

4.4 里程碑节点

4.4.1 数据底板

序号	项目	完成时间	备注
1	L2 级数据底板： 主要建筑物及关键机电金结设备 BIM 模型； 重要数据及模型的数据融合；	2023 年 9 月 30 日	

2	非主要建筑物及非关键机电金结设备 BIM 模型；	2023 年 9 月 30 日	
3	数据融合	2023 年 10 月 31 日	
4	子系统验收	2023 年 11 月 30 日	

4.4.2 工程安全分析预警系统

序号	项目	完成时间	备注
1	大坝安全分析预警模型	2023 年 9 月 30 日	
2	工程安全分析预警系统	2023 年 11 月 30 日	
3	子系统验收	2023 年 12 月 31 日	

4.4.3 数据开发

序号	项目	完成时间	备注
1	数据分析	2024 年 12 月 31 日	
2	数据服务	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.4 模拟仿真引擎

序号	项目	完成时间	备注
1	全要素场景生成	2023 年 10 月 31 日	
2	可视化渲染	2024 年 6 月 30 日	
3	空间分析表达	2024 年 6 月 30 日	
4	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.5 工程防洪运用系统

序号	项目	完成时间	备注
1	蓄水淹没模型	2024 年 5 月 31 日	
2	工程防洪运用系统	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.6 系统集成

序号	项目	完成时间	备注
1	数据集成	2024 年 6 月 30 日	
2	服务支撑	2024 年 6 月 30 日	
3	用户管理	2024 年 6 月 30 日	
4	单点登录集成	2024 年 6 月 30 日	
5	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.7 试运行及验收

序号	项目	完成时间	备注
1	合同完工验收	2024 年 8 月 31 日	
2	试运行结束	2024 年 11 月 30 日	
3	竣工验收	2024 年 12 月 31 日	

4.5 详细进度计划

4.5.1 数据底板

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	数据底板建设	2023 年 8 月 14 日	2024 年 6 月 30 日
1	BIM 建模	2023 年 8 月 14 日	2024 年 12 月 31 日
1.1	模型图纸收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.2	模型平台选定及建模规范梳理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.3	主要建筑物及关键机电金结设备	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.1	大坝土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.2	主、副厂房及生产楼土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.3	开关站土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.4	水轮发电机组	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.5	金属结构闸门及启闭设备	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 15 日
1.3.6	电源系统、母线、开关站等电气设备	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 30 日
1.4	非关键点状监测设备及巡检点 BIM 模型	2023 年 9 月 16 日	2023 年 9 月 30 日
1.5	模型更新	2023 年 9 月 30 日	2024 年 6 月 30 日
2	L2 级数据底板	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 20 日
2.1	DOM 处理、DSM 处理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 8 日
2.2	DOM 整理、匀色	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日

序号	任务名称	开始日期	完成日期
2.3	DOM 镶嵌并建立缓存	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日
2.4	DSM 整体编辑（去除异常值、填补空洞）	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 25 日
2.5	DSM 与 L1、L3 级地形接边	2023 年 8 月 16 日	2023 年 8 月 20 日
2.6	DSM 人工编辑美化	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
2.7	倾斜模型资料收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 16 日
2.8	倾斜模型格式转换辅助地形编辑	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
2.9	倾斜模型修饰	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 10 日
2.10	倾斜模型切片及服务发布	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
3	基础数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.1	江河湖泊基础数据收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.2	水利工程基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.3	测站基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
4	监测数据收集整理	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.1	闸门监控数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.2	水情数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.3	工程安全监测数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.4	视频数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
5	业务数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.1	工程安全分析预警数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.2	防洪运用应用数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
6	外部共享数据收集整理	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.1	地理空间数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.2	雨情数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.3	水文监测数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
7	数据融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 10 月 31 日
7.1	重要数据及模型的融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.2	水下地形资料收集与分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
7.3	水下地形构建	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 15 日
7.4	水陆一体地形构建（水下与路上地形融合）	2023 年 9 月 15 日	2023 年 9 月 20 日
7.5	影像融合与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.6	地形成果切片与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8	其他数据及模型的融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 30 日
8.1	倾斜模型与地形融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.2	BIM 模型与地形、倾斜摄影融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.3	GIS 服务发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.4	降雨等值面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.5	断面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日

4.5.2 工程安全分析预警系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	大坝安全分析预警模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 12 月 30 日
1	需求调研	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 22 日
2	蓄水淹没模型研发	2023 年 8 月 25 日	2023 年 10 月 30 日
3	模型调试、优化	2023 年 10 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
二	工程安全分析预警系统	2023 年 8 月 20 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 1 日
2	系统原型及 UI 设计	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 10 日
3	设计评审及确认	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
4	系统开发	2023 年 9 月 20 日	2023 年 11 月 20 日
5	系统测试	2023 年 11 月 20 日	2023 年 11 月 30 日
6	系统部署	2023 年 11 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 1 日
8	系统优化完善	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.3 模拟仿真引擎

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	全要素场景生成	2023 年 9 月 24 日	2023 年 10 月 30 日
1	需求分析	2023 年 9 月 24 日	2023 年 9 月 26 日
2	场景设计	2023 年 9 月 27 日	2023 年 10 月 1 日
3	资源收集与整合	2023 年 10 月 2 日	2023 年 10 月 9 日
4	场景搭建	2023 年 10 月 10 日	2023 年 10 月 25 日
5	场景优化完善	2023 年 10 月 26 日	2023 年 10 月 30 日
二	可视化渲染	2023 年 11 月 1 日	2024 年 3 月 18 日
1	需求分析	2023 年 11 月 1 日	2023 年 11 月 12 日
2	功能开发	2023 年 11 月 13 日	2024 年 2 月 19 日
3	测试封装	2024 年 2 月 20 日	2024 年 3 月 2 日
4	效果优化完善	2024 年 3 月 3 日	2024 年 3 月 18 日
三	空间分析表达	2024 年 1 月 1 日	2024 年 7 月 31 日
1	需求分析	2024 年 1 月 1 日	2024 年 1 月 18 日
2	功能开发	2024 年 1 月 19 日	2024 年 5 月 31 日
3	测试封装	2024 年 6 月 1 日	2024 年 6 月 15 日
4	功能优化完善	2024 年 6 月 15 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.4 工程防洪运用系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	蓄水淹没模型	2024 年 3 月 4 日	2024 年 5 月 26 日
1	需求调研	2024 年 3 月 4 日	2024 年 3 月 10 日
2	蓄水淹没模型研发	2024 年 3 月 11 日	2024 年 5 月 5 日
3	模型调试、优化	2024 年 5 月 6 日	2024 年 5 月 26 日
二	防洪运用系统	2024 年 3 月 11 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2024 年 3 月 11 日	2024 年 3 月 25 日
2	系统原型及 UI 设计	2024 年 3 月 26 日	2024 年 4 月 8 日
3	设计评审及确认	2024 年 4 月 9 日	2024 年 4 月 12 日
4	系统开发	2024 年 4 月 13 日	2024 年 6 月 13 日
5	系统测试	2024 年 6 月 14 日	2024 年 6 月 20 日
6	系统部署	2024 年 6 月 25 日	2024 年 6 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 7 月 1 日	2024 年 9 月 30 日
8	系统优化完善	2024 年 10 月 1 日	2024 年 11 月 30 日

4.5.5 系统集成

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	环境搭建	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
二	单点登录集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
1	业务接口梳理	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 1 日
2	门户单点集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
3	集成测试	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
三	数据集成	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	梳理工程安全分析预警系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	梳理防洪运用系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
3	完成数据接口开发	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
四	服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	安全分析预警系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	防洪运用系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
3	数字孪生平台服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日

5 建设任务

5.1 数字孪生平台

5.1.1 数据底板

5.1.1.1 GIS+BIM 数据

5.1.1.1.1 GIS+BIM 数据精度要求

根据《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）和《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）等文件要求，将数据底板中 BIM 和地理空间数据按照数据精度和建设范围分为 L1、L2、L3 等三级，L1 级是对全国范围内的数字孪生流域中进行低精度面上建模，建设主体为水利部；L2 级是对重点区域进行数字孪生流域精细建模，建设主体为流域管理机构或省级水行政主管部门；L3 级是进行数字孪生流域重要实体场景建模（主要包括重要水利工程及范围内的建模），建设主体为水利工程管理单位。相应 L2 级和 L3 级数据底板精度要求分别参照表 5.1 和表 5.2。

表 5.1 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L2 级数据底板精度要求

序号	建设内容和范围	指标参数或技术要求	备注
1	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DEM 数据	格网大小优于 15m	
2	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DOM 数据	分辨率优于 1m	
3	流域防洪等重要业务重点关注区倾斜摄影	分辨率优于 8cm	

注：参照《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）

表 5.2 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L3 级数据底板精度要求

序号	指标	基础版要求	提高版要求	备注
1	工程管理和保护范围 DEM	格网大小优于 15m		
2	工程管理和保护范围 DOM	优于 1m 分辨率		
3	工程管理和保护范围倾斜摄影模型		优于 8cm 分辨率	
4	工程土建、综合管网、机电设备等 BIM 模型	LOD2.0		
5	闸门、发电机、水轮机等关键机电设备 BIM 模型		LOD3.0	

注：参照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）

表 5.3 BIM 模型精细度等级划分

等级	代号	包含的最小模型单元	模型单元用途
1.0 级模型精细度	LOD 1.0	项目级模型单元	承载项目、子项目或局部建筑信息
2.0 级模型精细度	LOD 2.0	功能级模型单元	承载完整功能的模块或空间信息
3.0 级模型精细度	LOD 3.0	构件级模型单元	承载单一的构配件或产品信息
4.0 级模型精细度	LOD 4.0	零件级模型单元	承载从属于构配件或产品的组成零件或安装零件信息

注：参照《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）

结合数字孪生水利工程数据底板 L2 级、L3 级要求以及《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）中对 BIM 模型架构和精细度的要求（见表 5.3）和黄河水利委员会对三门峡水利枢纽工程数据底板建设要求（完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设），本次拟对潼关-三门峡段工程管理和保护区范围进行 L2 级数据底板构建（明珠集团现有 GIS 数据已满足精度要求，本次不再重新建设），对三门峡水库主体建筑物如大坝主体、厂房及部分机电金结设备如工作闸门、水轮发电机组引水管、蜗壳等按照 LOD2.0 的模型精细度进行建设，对非关键水工建筑物、机电设备、金结设备需依据现状图片制作简模，安全监测设备需根据满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求进行建模。

5.1.1.1.2 BIM 建模

BIM 模型是数字孪生三门峡水利枢纽工程重点建（构）筑物、关键设备设施等相关数据的模型载体，也是数字孪生平台的基础信息模型，用于承载建（构）筑物、设备设施几何尺寸、形体结构、材质纹理和属性信息。BIM 模型的构建主要面向数字孪生平台业务，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、安全监测、防洪模拟以及工程运维管理的需求。

本次 BIM 模型构建主要对象包括工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，在工程建筑物 BIM 模型构建时明确大坝防汛电源、工程安全监测点、网络通讯节点、坝区视频点、巡检点等点位位置，同时构建的模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息。相应 BIM 模型应满足轻量化要求。

结合数字孪生水利工程相关技术要求、国家相关规范及黄河水利委员会对数字孪

生三门峡水利枢纽工程数据底板要求，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、蓄水淹没模拟、安全监测以及工程运维管理的需求。

(1) 重点建筑物及关键机电设备

对于工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，按照 LOD2.0 的模型精度进行建模，模型单元可承载完整功能的模块或空间信息，模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息，建模范围及精度见下表。

表 5.4 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	左非坝、右非坝段	LOD2.0	手绘图	含坝前各层平台、坝后 302 平台、张公岛、钢桥以上水工建筑物、主要设备放置空间。
2		溢流坝	LOD2.0	手绘图	
3		隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	LOD2.0	手绘图	
4		电站坝段	LOD2.0	手绘图	
5		安装场坝段	LOD2.0	手绘图	
6		斜丁坝段	LOD2.0	手绘图	
7		2 条隧洞	LOD2.0	手绘图	
8		各层廊道	LOD2.0	图纸缺失	
9	机电和金结设备	主厂房	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5 层附属盘柜。
10		副厂房	LOD2.0	图纸缺失	含厂房 1 号、2 号、3 号防汛泵房，包括框架结构，门窗等设施。
11		生产楼	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施。
12	机电和金结设备	水轮发电机组	LOD2.0	手绘图	1 至 7 号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、锥管。 1 至 7 号水轮发电机组及自用变、自并变等相关附属设备设施（自用变、自并变依据现状图片制作简化建模）。
13		开关站	LOD2.0	图纸缺失	110kV 开关站及站内上下母线、旁母线，截水 2 开关、三铝 1 开关、互感器、截水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV 开关站及站内南、北母

					线、旁母线，站内三 221 开关、三 224 开关、三 226 开关、三 227 开关、三高线、三号线、互感器、耦合电容器等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。
14		启闭设施	LOD2.0	手绘图	<p>主要启闭设备共 22 台(套)(含悬臂吊，包括设备放置空间)。</p> <p>坝前两台 1500kN 悬臂吊，1#~3# 底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机；3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机；6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机；坝顶两台 4500kN 门式起重机，一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。</p> <p>发电厂房 350t、2x200t 门机，尾水两台门机等。</p>
15		电源系统	LOD2.0	手绘图	<p>厂用 6KV 配电室、400V 配电室相关设备设施，1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、坝电变系统、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供配电设备设施。(主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模)。</p>
16		工作闸门	LOD2.0	手绘图	<p>1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室，工作闸门油泵房、机组检修闸门</p> <p>隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇尺寸 3m×8m、深孔工作闸门 12 扇(其中 1#-9# 深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12# 深孔尺寸为 3m×8m)。</p>

(2) 非重点建筑物及非关键机电设备

对于非关键建筑物、机电设备、金结设备，依据现状图片制作简模，安全监测设备模型建设满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求，建模范围及精度见下表。

表 5.5 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	主厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	机组母线室（主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模）；8号水池；尾水油泵房；高低压机室；机组通风通道。
2		副厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	含三角母线室；工业供水廊道及变雨阀（变雨阀简化建模）；事故油池；防汛沙池；北大门、厂房防倒灌闸门。
3	机电和金结设备	开关站	依据现状图片制作简模	图纸缺失	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆廊道，主变转角塔，坝体引线。
4		水轮发电机组附属设施设备	依据现状图片制作简模	手绘图	8 号叉管进水钢管等，262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。（包括水泵、管路出口，可采用相近水泵模型）。 269 廊道放空阀（采用柱体或相近阀模型），大小深井，262 排水廊道。
5		出线设备	依据现状图片制作简模	图纸缺失	1-7 号水轮发电机组母线（均采用封闭母线建模）、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器，11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
6		事故/检修闸门	依据现状图片制作简模	手绘图	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇（1#-12#号底孔前）。
7		拦污栅	依据现状图片制作简模	手绘图	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片，五台发电机组，每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
8		安全监测设备、视频监控节点	满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求	纸质 CAD 图	大坝安全监测设备包括：坝体变形监测（350.2 廊道 1#弓张线（17 台引张线仪）、315 廊道 2#、3 张线（16 台引张线仪）、290 廊道 4#张线（8 台引张线仪）、正垂线（3 条、6 台垂线坐标仪）、倒垂线（7 条、10 台垂线坐标仪）），左岸山体变形监测（多点位移计（1 套、6 支多点位移计）），坝基沉降监测（静力水准（1 套、6 台静力水准仪）），裂缝接缝监测（测缝计 19 支）；坝基扬压力监测（渗压计 71 支），坝体渗流监测（量水堰 2 台），绕坝渗流监测（渗压计 6 支）；测压管水温监测（渗压计 71 支），廊道气温监测（温度计 3 支），坝区气温监测（百叶箱一个、温度计 1 支），接缝裂缝监测（测缝计 11 支）

(3) 非关键点状监测设备及巡检点

对于网络通讯节点、巡检点等，按照满足二维化或符号化识别的要求进行建设，建模范围及精度见下表。

表 5.6 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	监测设备及巡检点	网络节点	满足二维化或符号化识别的要求	纸质 CAD 图	巡检点、视频节点进行粗略定位。

5.1.1.1.3 地理空间数据（GIS）

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据空间基准与数据组织采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）、高程基准采用 1985 国家高程基准、时间系统采用公历纪元和北京时间。

三门峡水利枢纽已于 2020 年采集了部分相关地理空间数据，数据精度满足数字孪生三门峡水利枢纽建设要求，可直接加以利用，本次不再重复建设。当前三门峡水利枢纽工程已有地理空间数据清单如下。

表 5.7 已有地理空间数据清单

序号	数据类型	参考系	高程基准	数据精度	数据格式	数据范围	采集方式	时间
1	DEM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.5m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
2	DOM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.2m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
3	倾斜摄影	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.05m	/	4 座水文站、大坝、部分城区、4 座大桥	航飞	2020

三门峡水利枢纽已有 DEM、DOM 数据已覆盖保护区范围，倾斜摄影数据仅涵盖水文站、大坝、部分城区及大桥，未包含导墙、张公岛、中流砥柱等标志性建筑物。

本次对导墙、张公岛、中流砥柱建立倾斜摄影模型，满足 L2 级数据底板的要求。

5.1.1.2 基础数据

基础数据包括三门峡坝区、库区及下游影响区内各类水利对象的特征属性，主要包括流域、河流等水域类对象，水工建筑物、机电设备、金结设备等水利工程类对象，大坝安全监测点、视频监控点、雨量监测点、水位监测点、流量监测点等监测站（点）类对象，工程运行管理机构、人员、资产等工程管理类对象。根据招标文件要求，基础数据特征属性参考 SL/T213，对对象进行统一编码。基础数据从数据中台获取，数据需求清单如下。

表 5.8 基础数据需求清单

序号	抽象类	实体类	属性	数据来源
1	江河湖泊	流域	流域编码、名称、集水面积等	数据中台
2		河流	河流编码、名称、级别、长度等	数据中台
3	水利工程	水工建筑物	编码、特征值、水位库容曲线、闸孔泄流曲线、尾水位下泄流量关系曲线等	数据中台
4		机电设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台

5		金结设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台
6	测站	水文测站	测站编码、名称、经纬度等	数据中台
7		水位监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
8		雨量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
9		流量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
10		工情测站	编码、名称、经纬度等	数据中台
11		视频监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
12		安全监测设备	编码、名称、监测类型、经纬度等	数据中台

5.1.1.3 监测数据

监测数据主要包括三门峡水利枢纽的大坝安全监测、视频监控、雨量监测、水位监测、流量监测等数据，通过数据中台将数据汇入数据底板。

(1) 闸门监控数据：主要包括闸前水位、闸后水位、流量、闸门启闭状态或液压机状态、开启高度、电流、电压、温湿度、限位保护、荷重保护、相序故障、PLC 状态等信息。

(2) 水情数据：包括水位、流量、雨量等数据；工程所在流域的雨情、水位、流量、洪水预报等数据。

(3) 工程安全监测数据：包括水工建筑物位移、渗流、环境量等数据信息。

(4) 视频数据：主体建筑物关键部位、管理区出入口等控制位置 and 关键位置、闸室、闸前、闸后的视频信息。

监测数据需求清单如下：

表 5.9 监测数据需求清单

序号	测站	监测数据	数据来源
1	水文测站	水位、流量、含沙量、水温、冰情等	数据中台
2	水位监控点	水位	数据中台
3	雨量监控点	降雨量	数据中台
4	流量监控点	流量	数据中台
5	工情测站	闸门、发电机组等机电、金结设备的运行数据	数据中台
6	视频监控点	视频信息	视频监控平台
7	安全监测点	渗流、渗压、应力、应变等数据、环境量	数据中台

5.1.1.4 业务数据

业务数据主要指工程安全分析预警系统、防洪运用系统中产生的相关数据。针对三门峡水利枢纽工程安全分析预警、防洪运用应用业务需求,收集整理分析评价数据、调度成果数据、调度方案、调度规则等专题数据。

5.1.1.5 外部共享数据

外部共享数据是从上级水利部门、地方政府及其他机构收集支撑业务系统建设需要的相关共享数据,主要包括流域水雨情、上级部门下达的调度指令,以及有关部门共享的突发事件、生态环境、气象等数据。根据相关部门数据的实际可利用情况,进行外部共享数据的汇聚和使用。

地理空间数据:水利部共享的全国 30mDEM、2mDOM;

气象数据:中央气象台等气象网站卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息;

雨情数据:中央气象台、河南水利厅等实时降雨、降水形势预报、降雨量预报等信息;

水文监测数据:河道、水库水位、流量等监测信息和预报成果。

5.1.1.6 数据融合

数据融合将三门峡水利枢纽基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据等按标准规范统一编码和映射,建立空间实体对象与业务对象间的关系连接,通过统一接口规范及索引技术实现业务数据的融合和应用,实现数字孪生三门峡水利枢纽工程业务应用中实体对象与业务数据的图形交互应用,支撑实时数据渲染、数据综合查询、空间分析应用、多维度统计分析等功能。

5.1.2 水利专业模型

5.1.2.1 大坝安全分析预警模型

聚焦三门峡水利枢纽大坝安全监测业务,基于已建设的三门峡大坝安全自动化监测系统,建立大坝安全分析预测模型,为三门峡水利枢纽大坝安全监测的监测效应量提供有效预测。

为提升大坝安全监测数据利用价值,根据招标文件要求,在现有系统的基础上,基于大坝安全监测数据(包括实时监测数据、人工采集数据、历史数据)、建筑结构数据、水利工程基础数据等,整理整编后的监测效应量观测序列,结合实时水位等资料,采用数理统计的原理,研发单测点数理统计模型。以水位、降雨、气温等环境量作为

自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

本系统涉及监测物理量主要包括：①大坝温度监测；②坝体及坝基变形监测；③坝基扬压力监测；④绕坝渗流监测；⑤左岸山体变形监测；⑥近坝区变形监测；⑦大坝裂缝及接缝监测；⑧大坝沉陷监测；⑨坝体渗漏监测。

5.1.2.1.1 模型功能

以水位、降雨、气温等环境量作为自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

5.1.2.1.2 模型性能

单测点计算时长控制在 5s 内。

5.1.2.1.3 模型输入输出

输入：水位、降雨、气温等自变量，变形、渗压等效应量。

输出：效应量和自变量之间关系的数学关系。

5.1.2.1.4 模型算法

单测点数理统计模型分为渗压数理统计模型和变形数理统计模型，其本质都是通过建立环境量与效应量的数学关系，揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度。常用的数理统计模型包括多元线性回归模型、逐步回归模型、主成分回归模型、偏最小二乘回归模型等，在模型研发时根据数据情况及模型拟合效果等因素进行选择。

（1）多元线性回归模型

多元线性回归是一种统计学方法，它可以用来分析多个自变量与一个因变量之间的关系。因变量是要被预测的变量，而自变量是影响因变量的变量。多元线性回归的基本思想是，通过拟合一条直线（或者一个多项式），来表示因变量与自变量之间的关系。这个直线（或多项式）就是回归线，用来预测因变量的值。

为了确定回归线的方程，需要确定回归系数。回归系数表示了每个自变量对因变量的影响程度，回归系数的计算需要一组观察数据，也就是因变量与自变量的观察值。

在多元线性回归的分析中，常使用最小二乘法来确定最佳的回归系数，最后，根据得出的回归系数，得到描述自变量与因变量之间的定量数学关系。

(2) 逐步回归模型

逐步回归分析法是在多元线性回归模型的基础上引入因子逐步选入和剔除机制，通过引入影响因子，引入第一个影响因子后，根据其对因变量影响程度的大小，按照从大至小的顺序一个一个地引入到回归方程中。当引入的影响因子比先前引入的影响因子显著性高，使得先前引入的影响因子不显著时，则将不显著因子剔除。依此类推，逐步回归计算时，是按步骤引入影响因子，并按步骤剔除不显著因子，在计算的每一步都要进行统计检验(F 检验)，从而使得每次引入新的影响因子前，回归方程中只含有显著影响因子，以此类推，直到所有显著影响因子都被选入回归方程中，得到最优回归方程解。

(3) 主成分回归模型

主成分分析就是综合筛选出原始变量信息系统中具有最佳解释能力的新综合变量(即成分)，并用这些成分建模。主成分分析就是将原始 p 个变量 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ ，进行信息重新综合调整，并从中提取 m 个新综合变量 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_m (m < p)$ ，使得该 m 个综合变量最多的概括原始数据信息，即，在保证数据信息损失最少的原则下，对高维变量空间进行降维。

(4) 偏最小二乘回归模型

偏最小二乘回归的核心原理是通过对解释变量和被解释变量的相关性进行建模，通过矩阵分解算法(如奇异值分解)，找到与目标变量最相关的预测变量，并将原始数据降维到一个更低维度的表示，对降维后的数据进行回归分析，得到一组偏回归系数，表示原始数据中的主要信息，将原始数据乘以偏回归系数得到的降维后的数据(即得分)作为新的预测变量，进行回归分析，以预测目标变量，从而预测被解释变量。偏最小二乘回归构建一组新的解释变量，这些新的解释变量是原始解释变量的线性组合，从而减少了原始解释变量的数量，同时保留了关键的信息。然后使用这些新的解释变量和被解释变量建立回归模型，并通过交叉验证方法评估模型的准确性。最后，通过建立的回归模型预测被解释变量。

5.1.2.1.5 模型率定及验证

大坝安全分析预警模型构建是一个持续迭代、提升的过程。模型参数率定的主要

目的是为使模型拟合值与实际观测值之间的偏差尽可能小。模型参数率定方式主要有模型指标率定法、残差检验法、动态数据率定法等，在模型研发时根据实际情况进行选择。

(1) 模型指标率定法

统计模型的精度检验指标有复相关系数 R 、剩余标准差 S 等，这些指标是衡量回归是否有效，模型精度是否合格的重要依据，结合这些指标，对模型参数进行率定是常用的方法。一般来说复相关系数 R 越大（一般要求 $R > 0.8$ ），剩余标准差 S 越小，说明回归方程的精度越高，回归方程的质量越好；同时，由于 S 中含有观测误差成分，因此 S 还是监测效应量观测精度的一种间接反映。因此针对不同监测对象，选用合理的回归方法，力求模型精度检验指标最优的表达式，可作为参数率定的标准。

(2) 残差检验法

从理论上讲，回归方程拟合值与实测值的残差序列应为一个均值为 0，方差为的正态分布随机序列。因此，如果经检验不符合上述条件，且残差序列中存在周期项、趋势项等规律性成分时，则需从预置因子集等角度对回归方程作进一步改进。

(3) 动态数据率定法

统计模型是根据历史监测数据建立的数学模型，分析建筑物发展变化规律并对未来作出预测，本质上是一种基于历史工况的经验模型。当发生超历史荷载工况的情况是，统计模型的预测精度下降明显，这时就有必要根据最新的监测数据和荷载情况对因子组合、因子形式、计算时段等模型参数进行持续修正、更新。

5.1.2.2 蓄水淹没模型

现有的防汛抗旱指挥调度系统蓄水淹没模型仅支持实时淹没情况分析，且精度不高，需对蓄水淹没模型进行提升，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演，满足水利工程“四预”业务基本要求。

根据招标文件要求研发蓄水淹没模型，模型输入数据包括初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。输出包括当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布等，并可支持对历史水位情况随环境变化的回溯。同时可结合 GIS 数据情况，实现淹没范围内的区域呈现，为三门峡水利枢纽防洪运用业务提供库区淹没分析支撑。

5.1.2.2.1 模型功能

构建基于三门峡水利枢纽蓄水淹没模型，支撑库区淹没范围动态变化模拟，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演。

5.1.2.2.2 模型性能要求

满足三门峡水库蓄泄过程中库区的水位变化模拟需要，满足不同情景库区淹没范围变化模拟的需求，计算速度满足场景渲染的需要。

5.1.2.2.3 模型输入输出

输入：初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。

输出：当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布。

5.1.2.2.4 模型算法

目前，对于水库淹没范围的模拟，较常规方法有伯努利方程推算库区回水，该方法难以满足对库区淹没的持续动态模拟，水动力学模型能够模拟整个调度过程中蓄泄水时库区各位置的水位起伏变化，因此，采用水动力学模型建立库区淹没模型。

模型采用一维圣维南方程构建，包括水流连续方程和水流运动方程：

水流连续方程：

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_i$$

水流运动方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2 \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{BQ^2}{A^2} \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z = -gA \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{gn^2|Q|Q}{A(A/B)^{4/3}}$$

式中： x 表示沿流向的坐标； t 表示时间； Q 表示流量； z 表示水位； A 表示断面过水面积； B 表示河宽；为单位时间单位河长汇入（流出）的流量； n 为糙率； g 表示重力加速度。

5.1.2.2.5 模型率定及验证

采用实测洪水过程结合实测断面对模型进行参数率定和验证，将实测水位变化和计算结果进行对比，保证误差在精度控制范围内。

5.1.3 孪生引擎

5.1.3.1 数据引擎

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据引擎提供多维多时空尺度数

据汇聚、清洗、转换、共享、展示、计算、更新等服务能力。

三门峡黄河明珠集团当前正进行数据中台项目建设，以数据中台对接集团相关信息化业务应用系统，实现数据的汇集、清洗、转换、治理。本项目基于数据中台进行数据开发工作，通过开发可靠高效的数据处理程序，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑。

5.1.3.1.1 数据汇集

基于“一数一源”的原则，构建系统数据资源池体系，实现数字孪生工程管理数据统一标准、统一环境。数据汇聚聚合工程全量数据，为工程提供数据综合分析。主要包括：

(1) 数据自动抽取：主要依托已建或新建的业务应用系统

水情监测、安全监测、视频监控等前端传感设备实时采集现场数据，通过有线/无线通信网络传输，建立监测数据库，实现数据资源的接收、处理与存储。

(2) 数据人工整编：基础数据资料整编入库内容包括管理体系架构基础数据、工程设施基础数据、机电设备基础数据、监测监控监视基础数据等静态结构化、半结构化、非结构化数据资源，以及工程建设过程、运行维护管理过程中需要人工采集、报送、入库的实时、动态数据资源，通过人工数据整编处理，建立基础数据库。

(3) 外部资源共享：外部数据资源涉及到水文、气象、遥感数据，水利行业内部和外部需要共享应用的数据资源。通过数据共享服务专用通信链路，实现外部数据资源的交互共享服务，其中包括结构化、非结构化数据资源，建立共享资源库。

三门峡水利枢纽已建设数据中台项目，相应数据汇集工作由数据中台提供，本次不再重复建设。

5.1.3.1.1.1 数据汇集范围

(1) 水库调度运行相关数据

主要包括三门峡水库的水情、雨情、泥沙监测数据；三门峡水库及主要支流洪水预报数据；汛情预警数据等。

(2) 大坝安全监测系统

主要包括大坝变形、渗漏、应力应变、环境等自动监测数据；安全监测巡视检查数据；人工安全监测数据等。

(3) 库区视频监控系统

主要包括库区已有视频摄像头基础数据、空间数据及视频流调用地址等。

(4) 安全生产管理相关系统

主要包括危险源、安全隐患、应急响应等数据。

(5) 外部单位相关系统

主要包括管理范围和影响区域内等社会经济数据；黄河流域等气象、水情、汛情监测数据；黄河流域的水雨情预报数据；上级单位的调度指令等。

5.1.3.1.1.2 数据汇集设计

数据源是数据产生源头，主要是各个业务系统、线下收集及外部共享数据，业务系统包括生产运行系统、大坝安全监测系统、库区视频监控系统等三门峡水利枢纽已建或拟建业务系统；线下数据主要来自各业务处室，主要指离线生产的数据；其他外部数据主要来自水利部数字孪生平台和数字孪生黄河系统等网络数据。

通过数据引擎提供的接入、存储能力，可以将明珠集团内部各个业务系统的数据采集汇聚到数据引擎平台，实现数据分析挖掘利用。数据引擎平台提供多种数据接入工具，支持接入多样化的数据格式，包括关系型数据库数据、实时数据、文件数据、图片数据、日志数据等。

通过文件加载、数据库数据同步、消息队列、报文接口、文件获取 / 接收等方式，实现对数据源层中基础数据、监测数据、业务管理数据三种类型数据的获取，根据不同数据类型，数据不同的时效性要求，分别展开作业调度，实现数据的自动收集、整理、清洗、转换，并接入到数据存储层。

数源部门应遵循“一数一源，数据共享”的原则采集信息，能通过共享获取的，原则上不重复采集。

(1) 数据库数据采集

首次数据采集遵循全量而非抽样的原则，采集多种数据来源，前端与后端、业务数据库的全面采集。

采用全量同步（一次性同步全部数据）和增量同步（同步两个数据库不同的部分）两种方式，从各业务系统数据库同步数据。

对数据同步过程进行监控，可通过浏览相关日志了解数据同步过程的详细信息，并支持对数据同步执行过程进行干预和调整。

(2) 文件采集

文件采集功能通过标准化接口从不同存储位置同步和存储主流类型的文件，提取语义标签、文件搜索，包括文档、图片、音频和视频等。

文件采集通过接口对文件进行各类操作，实现上传、下载、重命名、移动等功能。支持对不同文件类型提取语义标签，便于对文件进行全文搜索。

支持文件搜索，可以限定名称、类型、创建日期等条件。

支持对存储在各类主流格式文件中的结构化数据进行解析和入库，包括但不限于 xml、txt、excel、csv 等。

5.1.3.1.2 数据分析

基于数据中台实现数据分析功能，对数据进行综合统计分析，分析结果以接口形式进行调用。数据分析包括基础数据分析、监测数据分析、业务数据分析等内容，根据数据底板、水利专业模型和业务应用的具体需求开展相应数据分析工作。如基于数据中台相关数据进行描述性统计，对监测数据、业务数据等进行包括均值、标准差、极差、频数分布等指标的计算和图表展示；对不同数据之间进行比较分析，包括相关性分析、方差分析、t 检验等方法，以揭示它们之间的关系和差异；同时可基于相关数据进行趋势分析、周期性分析、回归分析等内容，以助力工程趋势变化和规律研判。

5.1.3.1.3 数据服务

对不同业务系统的数据形成数据服务，形成业务服务对象定义，提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。

5.1.3.1.3.1 基础数据服务设计

通过对基础数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接口直接访问的基础数据服务，为各业务应用提供基础数据访问支撑。如三门峡水库基本信息数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库基本信息数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的基础数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.2 监测数据服务设计

通过对监测数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接

口直接访问的监测数据服务，为各业务应用提供监测数据访问支撑。如三门峡水库水位数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库水位数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的监测数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.3 专题业务数据服务设计

专业应用服务主要为各核心业务提供专业数据分析处理服务，包括工程安全服务、防洪运用服务等，为专业应用模块提供统一的专业数据服务支撑。

5.1.3.2 模拟仿真引擎

数字孪生模拟仿真引擎满足数据加载、模型计算、可视化渲染等大容量、低时延、高性能等要求；提供丰富的开发接口，支撑上层业务应用。提供数据底板数据加载、场景管理、空间分析、三维渲染、特效处理等服务能力，实现物理工程的同步直观表达、工程运行全过程高保真模拟。

5.1.3.2.1 全要素场景生成

全要素场景是将植被、道路、水域、建筑等全场景的模拟再现；以及视觉真实、物理模拟、地理信息、实时交互等多要素融合叠加，帮助水利行业数字化升级，实现基于视觉孪生、物理孪生及时空孪生的场景应用。全要素场景服务是一个基于时空数据的引擎，将输入系统的所有静态数据、动态数据通过时空结构（特别是空间结构）结构化成为一个有机体，对其他模块提供一切关于时空场景的服务。

全要素场景是数字孪生模拟仿真引擎的基础。通过生成大范围的全要素场景底板，进行物理流域、工程的全要素的数字化映射，承载工程安全分析预警、防洪运用应用等专业业务应用。

完成流域级场景、工程级场景、设施级场景的构建，生成不同精度等级的场景底板，生成可配置服务，根据不同大小范围的流域、工程区域等场景需求进行选取。

5.1.3.2.2 可视化渲染

实现天气效果、日照变化、材质体现、光影效果、水位变化等渲染功能；能够通过物理流域或工程进行可视化渲染，达到真正意义上的将现实世界孪生仿真到虚拟

世界。

(1) 自然背景可视化

主要实现水利工程周边自然背景（如不同季节白天黑夜、不同量级风雨雪雾、日照变化、光影等背景）的可视化渲染。

1) 光照状态可视化

输入：时间

输出：太阳、月亮的光线，场景光照阴影变化。

为实现真实的光照效果，场景光照基于天体运行规律进行计算。给定任意时刻，精确计算该时刻对应的太阳、月亮方位，模拟真实的光照环境及光影变化，整个场景的昼夜更迭、光照变化等仿真均与真实世界一致。

2) 四季环境可视化

输入：时间

输出：不同季节对应的植被状态

库区周边环境随季节变化呈现出不同的景观效果，根据其变化特点，尤其是植被景观的变化，构建由时间驱动的四季环境可视化模型，逼真模拟出三门峡水利枢纽周边环境的季节变化特征。

3) 天气状态可视化模型

输入：气象信息

输出：大气云层、不同量级风雨雪雾、场景积水积雪效果

能够根据气象信息数据，实现相应的天气效果仿真。

能够根据风、云、雨、雪、雾等气象数据，实现相应的天气效果仿真。大气云层通过体积云技术进行构建，可以从太空、地面等多种视角进行浏览；风主要通过动态流场进行可视化，并可在场景中对植被、旗帜等产生影响；雨、雪主要以粒子系统进行可视化，并对场景的积水、积雪效果进行仿真；雾通过环境光照技术实现，根据不同量级对孪生场景的能见度进行控制。

(2) 工程运行可视化

主要实现三门峡水利枢纽调度运行过程的可视化，以模型计算及实测的水位、流量过程为输入，通过可视化模型实现库区及下游河道水流过程动态可视化呈现。

输入：水库水位、高精度数字高程模型

输出：水库库区淹没状态

在高精度数字高程模型的基础上，给定库水位，精确模拟库区淹没。

5.1.3.2.3 空间分析表达

实现基于 GIS 引擎分析的结果（淹没分析、水库水位库容面积计算等水利行业相关的分析计算等）进行数据渲染，为防洪运用、数据分析、数据统计等提供辅助决策支撑。

5.2 业务应用

5.2.1 工程安全分析预警系统

针对工程结构特点、安全隐患与薄弱环节，基于数字孪生场景，集成工程安全相关信息，建设包含安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等功能的工程安全分析预警系统，实现工程安全“四预”相关功能。

5.2.1.1 综合监视

在数字孪生场景中展示安全监测设备点位分布、设备基础信息、实时数据、特征值等内容，对于异常情况进行报警提醒。

（1）安全监测设备点位分布

实现监测数据对应的监测点位在三维场景中的定位功能，将安全监测设备点位进行可视化展示。

（2）设备基础信息

设备基础信息包含监测设备类型、设备参数、监测时间、监测值、监测方式等设备基础信息。

（3）实时数据

实时数据包含工程安全监测设备点位的实时监测数据，可对监测信息进行实时查看。

（4）特征值

包含大坝温度、坝体及坝基变形、坝基扬压力、绕坝渗流、左岸山体变形、近坝区变形、大坝裂缝及接缝、大坝沉陷、坝体渗漏等指标的特征值数据。

（5）异常情况报警

融合场景展示功能，对监测指标异常或者指标变化异常状态进行实时报警提醒。报警信息包括报警对象、发生时间、报警性质、确认时间、消除时间等。

5.2.1.2 安全性态预测

实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测并展示其变化趋势。

(1) 大坝变形和渗压预测

基于现状条件、拟定的水库运用边界条件，结合监测数据，建立大坝安全分析预警数理统计模型，实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测。

(2) 变化趋势展示

基于大坝安全分析预警数理统计模型对渗压、变形等进行预测并展示指定工况条件下的变化趋势。

5.2.1.3 安全风险预警

结合预警指标实现安全风险分级预警功能，及时将预警信息通知到相关部门。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。

(1) 基于实时监测数据和相应预警阈值的预警

根据安全监测数据及预警值信息，判断当前监测点位是否超阈值，若超阈值则根据预警指标生成安全风险分级预警信息，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 基于模型分析、预演结果的预报预警

基于大坝安全分析预警模型及安全状态预演结果，结合预警指标生成风险分级预测信息，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.1.4 安全状态预演

结合大坝安全分析预警模型和工程安全规程与应急预案对典型工况、超标洪水情况下大坝变形、渗压进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景的各种要素，助力科学制定和优化调度方案。

5.2.1.5 安全处置预案

实现对工程安全相关的应急预案、标准、规定等统一管理，能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性，并对外提供服务接口。

5.2.2 防洪运用系统

基于数字孪生场景，实现视频监控和实时监测数据汇集，建设防洪运用业务场景，可视化呈现流域基本信息以及三门峡水利工程水位、闸孔开合等情况，基于来水预报

数据、蓄水淹没模型对不同调度方案的运行情况进行可视化展示及预演，为防洪运用业务提供数据可视化支持及会商支持，实现防洪调度“四预”相关功能。包含综合监视、防洪预报、防洪预警、防洪预演、防洪预案等功能。

5.2.2.1 综合监视

在数字孪生场景中展示雨水沙情实时/历史信息，支持雨水沙情、大坝工情、库区泥沙监测、库区淤积、库区险情、防汛物资/队伍等实时/历史信息可视化查询展示，统计对比分析。

(1) 雨情信息查询展示：通过雨量监测站点数据绘制黄河流域降雨实况及历史等值面，可通过选择日期框，展示对应日期的面雨量实况，同时可以查询重要雨量站点的降雨过程。

(2) 水情信息查询展示：主要包括关键水库的出入库流量和水位信息，河道流量（含沙量）、水位信息，同时还可以查询水库库容曲线、泄流曲线、防洪特征水位等基本情况介绍，上述信息的查询展示可以与数字孪生场景点位联动。

(3) 防汛管理基础信息查询展示：包括防汛物资、防汛队伍、抢险记录、演习记录等，可在数字孪生场景中采用不同的符号进行标注显示，支持在数字孪生场景中对防汛物资、抢险记录、演习记录等防汛管理基础信息进行直观快捷的增加、删除、更新操作。

(4) 库区淤积情况查询展示：可在综合监视模块查看三门峡水库库容变化、泥沙冲淤分布情况。

5.2.2.2 预报

能够实现降雨预报、来水预报、来沙预估信息的查询展示。

(1) 降雨预报查询展示：在数字孪生场景中叠加展示黄河流域中短期降雨预报等值面图，可展示中央气象台预报数据源的降雨预报过程，可展示未来7日的降水过程。可通过时间选择框，展示对应日期的预报产品，也可对预报时效内任意时段降水预报进行叠加展示。降雨预报的精度满足会商和来水预报、来沙预估模型的需要。

(2) 来水预报、来沙预估查询展示：以接入水文局的预报成果为主，预报的结果以图表的形式进行展示，并可在地图上进行点选查询。来水预报、来沙预估预报结果满足会商和预演的需要。

5.2.2.3 预警

(1) 防洪预警包括汛情及水库运行安全预警功能。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。在数字孪生场景上采用不同的预警符号、预警颜色对预警位置进行闪烁预警，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 根据三门峡水利枢纽防正灌、防倒灌设备情况及应对措施，根据预警指标，实现防正灌、防倒灌预警功能，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.2.4 预演

库区淹没预演：结合蓄水淹没模型实现水库防洪运用库区淹没的模拟预演。在数字孪生场景中对防汛调度方案、库区淹没情况进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景，支撑水库不同运用水位下库区淹没影响范围分析预警。

5.2.2.5 预案

预案模块实现对防汛调度预案、水沙调度方案、溃坝方案等内容的统一管理。能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性。

5.3 信息资源共享

按照《数字孪生流域建设共建共享管理办法（试行）》要求，在数据底板、模型库、知识库等方面实现共建共享。能够通过数据交换、服务调用等方式，实现水利部、黄委、省级水行政主管部门之间的数字孪生平台的互联互通、数据共享、业务协同。根据招标文件要求，数字孪生三门峡水利枢纽工程数据资源共享方案及共享内容清单如下节所描述。

5.3.1 数据资源共享方案

5.3.1.1 工程内部共享

数字孪生三门峡水利枢纽项目通过数据交换、接口调用等形式从其他系统获取数据。从数据中台获取三门峡水利枢纽建筑物、测点基础数据、监测数据、预报数据等；与视频监控系统通过支持主流视频厂家标准的平台进行对接和级联。

数字孪生三门峡水利枢纽平台为业务系统提供服务和工具。在符合数据保密安全管理要求的前提下，通过标准化服务接口和工具，为专业应用系统提供空间分析、地图可视化、模型等服务调用支撑，满足相关系统功能升级拓展需求，如巡检、安全隐患处理等需要集成地图或三维可视化场景来实现业务工作流程的可视化定位与监管

等。

5.3.1.2 需外部共享数据

从水利部、黄委获取黄河流域地理空间数据底板；获取黄河流域的气象、雨水情、汛情、调度指令等信息。

5.3.1.3 向外部共享数据

在符合数据保密安全管理要求的前提下,通过标准化服务和工具提供可共享成果,为水利部系统及数字孪生黄河（流域）系统提供地理空间数据、重点雨水情数据、相关预案规程等数据。

5.3.2 共享清单

数字孪生三门峡枢纽工程相应数据共享清单见下表：

表 5.10 外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
地理空间数据	水利部共享的黄河流域 30mDEM、2mDOM。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
实时监测数据	黄河流域卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息； 黄河流域气象、雨水情、汛情、凌情、水质、地震等实时数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
业务数据	黄河流域雨、水、沙、凌情预报成果、调度方案、调度指令等信息； 水库上游各枢纽、水库、电站实时运行信息及运行计划（主要为入出库流量和库水位、蓄水量）。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台

表 5.11 向外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
重点数据	三门峡水利枢纽相关河段地理空间数据； 库区重要雨水情等感知数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）
水利专业模型	蓄水淹没模型及计算成果数据； 大坝安全分析预警模型及计算成果数据。	按水利部模型平台要求提供模型共享接口、数据服务接口

6 系统集成

完成对现有各类资源的整合和集成，包括与上级系统集成、与专业应用系统集成等内容，集成的方式分为数据集成、服务支撑、用户管理和单点集成。

数字孪生三门峡水利枢纽项目的集成，一方面满足数字孪生平台本身功能应用需要；另一方面要为其他已建专业应用系统和上级单位系统提供数据共享服务。另外，数字孪生平台还为其他已建专业应用系统提供数字孪生场景、空间分析、模拟仿真等调用支撑服务，便于各专业应用系统拓展应用数字孪生成果。

本项目与其它内部或外部系统之间的集成总体可以分为四类：数据集成、服务支撑、用户管理、单点集成，集成方案如下节所描述。

6.1 数据集成

数字孪生三门峡水利枢纽平台开发标准的服务与接口，根据业务场景需要，对部

分基础应用系统业务数据、监测数据等进行数据结果集成，实现数字孪生场景与业务数据的有机结合。

6.2 服务支撑

数字孪生平台为部分需要集成数字孪生平台的应用系统提供服务支撑，为应用系统提供可视化展示等服务，应用系统可集成平台中提供的服务、接口，并将这些功能与业务应用有机融合在一起。

6.3 用户管理

本次建设的应用系统需考虑用户、角色、权限的管理，对系统用户通过手工或数据同步的方式进行录入，根据用户对系统权限的需求，通过角色权限管理模块，为不同的用户或部门提供访问数字孪生平台时不同的功能和数据权限。用户、角色、权限管理技术解决方案如下。

6.3.1 用户管理

用户管理功能主要用于维护系统中的用户信息，可以新建用户、修改用户、删除用户、查询用户、修改用户密码、用户停用和用户启用等功能。

在用户管理中也可以设置用户的角色信息、机构信息、性别、职务、姓名、邮箱和电话等信息。同时系统拥有良好的集成能力，支持与其他系统或者数据中台门户集成。

6.3.2 角色管理

系统提供角色管理功能，管理员可在系统中添加、修改和删除角色。

同时在角色管理中，管理员可以查看当前角色在系统中所拥有的权限信息，系统支持根据不同的用户需求或者角色分配相应的权限信息。系统拥有良好的集成能力，可支持与其他系统或中台门户集成。

6.3.3 权限管理

系统提供权限管理功能，管理员可通过权限管理针对用户进行相关设置管理，满足不同角色的用户访问使用系统。

6.4 单点登录集成

围绕数字孪生平台与业务应用系统进行单点登录集成。通过统一各系统的组织结构和用户表，采用单点登录技术，将工程安全分析预警系统、防洪运用系统集成到数

字孪生平台中。

7 质量保证体系

7.1 项目质量目标

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规范要求，构建一个以全要素数据底板为基础，两大智能模型为支撑，两项智能应用赋能的数字孪生平台；实现工程安全分析、防洪运用核心重点业务的“四预”能力赋能；融合专业智能、人工智能技术，以数字孪生带动物理实体，实现设备智能化、业务精细化、决策精准化的多重多层增效；打造水利数字孪生工程标杆典范，引领推动新阶段水利高质量发展，服务黄河流域生态保护和高质量发展的国家战略。

为保证质量目标的实现，本项目的项目管理将严格按“ISO9001 全面质量管理体系”的实施规定进行规范化管理，采取强有力的质量保证措施，以确保本项目达到优良等级质量目标的要求。

7.2 质量保证措施

7.2.1 质量承诺

确保本项目各分模块符合设计标准和研发规范，整体项目质量合格。我方质量承诺如下：

（1）项目的质量目标：本项目质量验收等级为合格，项目质量《水利信息化项目验收规范 SL588-2013》进行验收。

（2）我方对项目质量负责。建立质量责任制，确定项目的项目负责人、质量负责人和项目实施负责人。

（3）我方按照深化设计要求、实施技术标准和合同约定，对相关系统进行检验，检验应当有书面记录和专人签字；未经检验和检验出不合格的系统，不得使用。

（4）我方建立、健全实施质量的检验制度，严格工序管理，做好质量检查和记录。

（5）我方在实施前提交质量保证文件，包括应提供系统的主要质量记录、检验、试验、验收报告等文件。

（6）我方提供的质量保证期为 12 个月。

（7）项目质量不合格，达不到本招标文件要求的，委托人有权要求受托人停工或返工，其责任由我方自行承担，并不予顺延工期。

7.2.2 质量分析例会制度

定期组织召开质量工作会或质量分析会，通报软件开发和集成实施质量情况，项目各参与单位相互交流各自负责工作进展状况和项目上遇到的问题，对软件开发和集成过程的隐患进行具体分析，提出预防控制措施。

7.2.3 项目阶段性评估

为了保证项目总体质量目标，在项目实施的关键点，组织专家对项目进行阶段性评估，通过评估后，项目方可进入下一个实施阶段。评估后受托人填写“项目阶段性评估报告”。

7.2.4 质量记录文档的管理

作好各种质量记录文件，如：检验、调（测）试及验收报告，项目总结，设计变更记录等的保存管理，确保质量问题的可追溯性。

7.2.5 软件测试要求

（1）我公司提出软件系统测试方案，测试方案应经委托人认可后实施。

（2）测试过程中进行详细记录，系统调试结束后，由我公司技术人员签字后交给委托人验收。

（3）在完成全网软件系统测试后，由我公司编写测试报告。在我公司技术人员签字后交给委托人验收，经委托人同意作为验收依据。

7.2.6 功能调试方案

功能调试过程主要分为以下两个阶段：准备阶段、软件部署调试。

（1）准备阶段

主要任务是进行功能清单的技术交底工作，由技术设计人员对清单的功能及注意事项进行说明，研发人员对功能清单进行深入的了解和研究，做到心中有数，按计划调试。

（2）软件部署调试

软件部署调试阶段主要完成基础软件的部署与试运行，并对软件系统性能进行测试和系统功能进行检测。

8 安全保证体系

8.1 安全保证体系

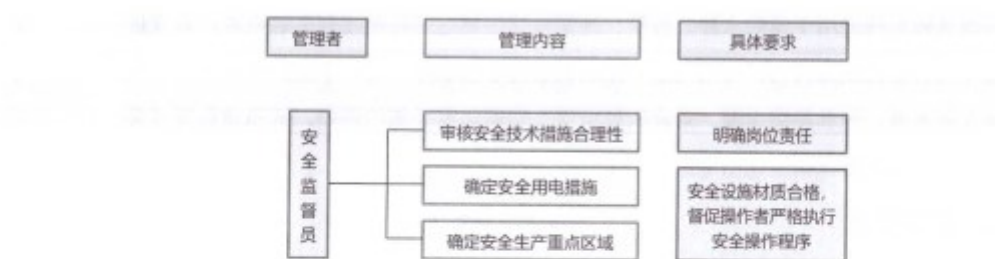


图 5.1 安全保障体系

8.2 安全管理保证措施

安全生产管理是项目管理的重要组成部分，是保证生产顺利进行，防止伤亡事故发生而采取的各种对策。它既管人又要管生产现场的物、环境。

- (1) 严格执行有关安全生产管理方面各项规定条例等。
- (2) 研究采取各种安全技术措施，改善劳动条件，消除生产中的不安全因素。
- (3) 掌握生产实施中的安全情况，及时采取措施加以整改，达到预防为主的目的。
- (4) 认真分析事故苗子及事故原因，制订预防发生事故的措施，防止重复事故的发生。
- (5) 明确安全目标：杜绝一切安全事故与火灾事故的发生。
- (6) 建立健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，且总分包之间必须签订安全生产协议书。
- (7) 对上岗员工进行严格把关，做到上岗前，都要经安全教育。
- (8) 必须建立定期安全检查制度且检查有记录。
- (9) 建立工伤事故处理档案，认真按规定进行处理报告，做好“三不放过”工作。

8.3 突发事件应急措施

(1) 人身伤害事故预案

实施现场如发生高处坠落、触电、物体打击、意外伤害等人身伤害事故。应立即组织车辆或拨打急救电话 120，并将事故详情上报有关部门。期间应主动利用现场医护用品，开展止血、包扎等简单的自救工作。

(2) 触电事故预案

发生触电事故后，应使触电者尽快脱离电源。如开关箱在附近，可立即拉下闸到或拔掉插头断开电源。如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的

利器砍断电线或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线剥离触电者；若现场无任何合适的绝缘材料，可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉出触电人的衣服，使其脱离电源。对高压触电应立即通知有关部门停电，或迅速拉下开关或由电工采取特殊措施切断电源。

8.4 保密管理

严格遵守国家保密规定，严格遵守甲方保密要求，所有成员进场后，做好项目各项保密要求，确保不发生泄密事件。



3. 验收鉴定书

三门峡黄河明珠（集团）有限公司 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 合同完工验收

验 收 鉴 定 书

三门峡黄河明珠（集团）有限公司
数字孪生三门峡水利枢纽建设项目验收工作组

二〇二四年八月

前言

三门峡黄河明珠（集团）有限公司数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同完工验收由三门峡黄河明珠（集团）有限公司网络安全与信息化中心组织，集团公司项目组、云河（河南）信息科技有限公司代表出席验收会议。会议成立验收工作组，依据水利信息化验收规范规定的验收内容及程序进行合同完工验收。

验收工作组依据《明珠集团关于下达 2023 年度投资计划的通知》《明珠集团关于下达 2024 年度投资计划的通知》《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目开发服务合同》内容开展验收工作，听取建设单位和开发单位的项目管理工作报告，对项目建设内容进行检查，并对有关技术资料进行了查阅，经过讨论形成了合同完工验收鉴定书。

一、合同概况

(一) 合同名称

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目。

(二) 项目主要建设内容

云河(河南)信息科技有限公司(以下简称“乙方”)为三门峡黄河明珠(集团)有限公司(以下简称“甲方”)建立数字孪生三门峡水利枢纽系统。该项目充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源,以多维多时空多尺度数据底板为基础,水利专业模型为支撑,构建典型业务应用场景,建设适用三门峡水利枢纽特点的数字孪生平台。

项目内容包括: BIM 模型、数据融合、大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型、数据分析、数据服务、全要素场景生成、可视化渲染、空间分析表达、工程安全分析预警系统、防洪运用系统、系统集成等任务。

(三) 项目执行过程

本项目于 2023 年 8 月 16 日开工, 2024 年 6 月 30 日完工。

2023 年 8 月 14 日: 双方签订《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目开发服务合同》。

2023 年 8 月 16 日: 乙方提交开工申请。甲方完成对相关材料审核后签发开工令, 召开项目启动会。

2023 年 8 月 17 日: 开展建筑物图纸搜集、L2 级底板数据搜集和需求分析调研等工作。

2023年8月，完成《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目施工组织设计》。需求调研完成后，编写《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目实施方案》和《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目总体设计说明书》。

2023年9月，完成三门峡水利枢纽工程保护范围及库区范围（潼关-三门峡）L2级数据底板构建；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备(含金属结构)L3级BIM模型建设。

2023年12月，完成工程安全分析预警系统上线和集成工作。

2023年12月14日，完成第一阶段过程验收。

2023年12月15日，完成工程安全分析预警系统培训。

2024年1月，优化工程建筑物及关键机电设备和金属结构的BIM模型。

2024年6月，完成防洪运用系统上线和集成工作。

2024年6月26日，完成防洪运用系统培训。

2024年6月30日，提交本项目合同完工验收申请。

二、验收范围

根据合同约定，本次验收的范围如下：

1. 项目建设有关资料。

2. BIM模型、数据融合、大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型、数据分析、数据服务、全要素场景生成、可视化渲染、空间分析表达、工程安全分析预警系统、防洪运用系统、系统集成。

三、合同执行情况

(一)项目完成情况:

项目已完成合同约定的内容,主要包括:BIM模型、数据融合、大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型、数据分析、数据服务、全要素场景生成、可视化渲染、空间分析表达、工程安全分析预警系统、防洪运用系统、系统集成的建设。

(二)完成的主要工作量:

序号	功能模块	单位	数量	备注
1	数字孪生平台			
1.1	数据底板			
1.1.1	BIM 建模	套	1	
1.1.2	数据融合	套	1	
1.2	水利专业模型			
1.2.1	大坝安全分析预警模型	套	1	
1.2.2	蓄水淹没模型	套	1	
1.3	孪生引擎			
1.3.1	数据开发			
1.3.1.1	数据分析	套	1	
1.3.1.2	数据服务	套	1	
1.3.2	模拟仿真引擎			

1.3.2.1	全要素场景生成	套	1	
1.3.2.2	可视化渲染	套	1	
1.3.2.3	空间分析表达	套	1	
2	应用软件			
2.1	工程安全分析预警系统	套	1	
2.2	防洪运用系统	套	1	
3	系统集成	套	1	

（三）结算情况

该项目投资计划共下达 502.5 万元。合同签订金额为 425 万元，分阶段实施，依据合同约定的付款条件，2023 年结算第一笔和第二笔款项，金额共计 2125000 元，余 2125000 元未结算。

项目合同完工验收后，将支付第三笔合同款 1275000 元。余第四笔合同款和合同质保金共计 850000 元。

四、检查与测试

（一）前期检查、测试情况：

组织对合同项目的全面检查与测试并形成《检查与测试报告》。经过检查，确认项目建设内容基本符合招投标文件要求、合同要求、需求确认要求，具备验收条件。

(二) 抽查、抽测情况:

合同完工验收会对以下合同项目进行了抽查、抽测, 确认内容基本符合设计要求、合同要求, 按合同约定的方式实现了预定的应用目标。

1. BIM 模型: 大坝和发电厂房。
2. 工程安全分析预警系统: 综合监视页面。
3. 防洪运用系统: 预警、预演功能。

五、已建成的项目质量评估

根据《检查与测试报告》, 系统所有已建成的项目质量合格。

六、历次验收遗留问题处理情况

无。

七、存在的主要问题及处理意见

无。

八、意见和建议

1. 请乙方做好维护、培训、推广等技术支撑。
2. 请乙方和运行管理单位做好系统完善工作。
3. 三门峡枢纽监测感知能力提升工作正在开展, 请乙方做好配合接入平台有关工作。

九、验收结论

本项目已按合同约定完成项目的建设, 质量合格、资料基本齐全, 同意通过合同完工验收。

十、保留意见（应有保留意见人签字）

无。

十一、合同完工验收工作组成员签字表（附）

附：

合同完工验收工作组成员签字表

序号	姓名	单位名称	职务/职称	签字
1	魏喆	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	工程师	魏喆
2	刘谋	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	高级工程师	刘谋
3	张云燕	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	高级工程师	张云燕
4	张晒昭	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	高级工程师	张晒昭
5	许天阳	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	工程师	许天阳
6	李宇凤	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	会计师	李宇凤
7	卫东辉	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	工程师	卫东辉
8	史政	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	助理工程师	史政
9	赵心程	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	馆员	赵心程
10	张军琿	云河（河南）信息科技有限公司	副总工、高级工程师	张军琿
11	杨婷婷	云河（河南）信息科技有限公司	工程师	杨婷婷
12	王治中	云河（河南）信息科技有限公司	工程师	王治中
13	王婷	云河（河南）信息科技有限公司	工程师	王婷

合同扫描件

合同编号: JGSJB-2023-02

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

开发服务合同

甲方: 三门峡黄河明珠(集团)有限公司

乙方: 云河(河南)信息科技有限公司

签订地点: 河南省三门峡市

三门峡黄河明珠（集团）有限公司

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目开发服务合同

根据《中华人民共和国民法典》及相关法律法规，三门峡黄河明珠（集团）有限公司（以下简称“发包人”）与云河（河南）信息科技有限公司（以下简称“承包人”）本着自愿、公平的原则，为明确甲乙双方的权利义务，经双方友好协商，就数字孪生三门峡水利枢纽建设项目签订本合同，双方共同遵守。甲乙双方在本合同项下所载各项条款表示完全同意和理解。

本合同经双方授权代表签字盖章后生效。

合同双方：

发包人（以下简称甲方）

甲方：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

法定代表人：王通战

地址：河南省三门峡市崤山路中段 55 号

电话：0398-2992662 传真：0398-2992662

项目联系人：张云燕 电子邮件：

开户行：三门峡市建行营业部

账号：41001501710050000830

税号：91410000169994346k

承包人（以下简称乙方）

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

法定代表人：侯红雨

地址：河南省郑州市金水区金水路 109 号

电话：18838990192 传真：

项目联系人：张军琿 电子邮件：zhang_jh@yrec.cn

开户行：中国建设银行郑州行政区支行

账号：4105 0167 6108 0000 0464

税号：9141 0000 MA46 YXAG XT

第一条 合同内容

乙方基于项目招投标文件以及本合同条款，为甲方开发建设一套三门峡水利枢纽数字孪生平台，项目开发包含 2 个阶段：

I、第一阶段开发内容：

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）L3 级 BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成、测试工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

II、第二阶段开发内容：

- (1) 完成工程建筑物及关键机电设备和金属结构的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完成数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

第二条 项目工期

2.1 项目总工期为：自合同签订之日起 11 个月。

2.1.1 2023 年完成项目第一阶段的开发内容，提交符合要求的验收资料并提交过程验收申请报告。

2.1.2 2024 年 6 月 30 日前完成合同所约定所有开发内容，乙方提交符合要求的验收资料并提交合同完工验收申请报告。

2.1.3 合同完工验收合格，进入 90 个日历天的试运行阶段。

第三条 合同价款及支付方式

3.1 本合同总价款为（含税）4250000 元，大写：肆佰贰拾伍万元整。

包含：第一阶段开发费用：212.5 万元（大写：贰佰壹拾贰万伍仟元整）。

第二阶段开发费用：212.5 万元（大写：贰佰壹拾贰万伍仟元整）。

明细如下：

合同金额明细表

序号	名称	数量	单位	单价(元)	总价(元)	备注
1	数字孪生平台			3250000	3250000	
1.1	数据底板			950000	950000	
1.1.1	BIM 建模	1	套	700000	700000	
1.1.2	数据融合	1	套	250000	250000	
1.2	水利专业模型			850000	850000	
1.2.1	大坝安全分析预警模型	1	套	450000	450000	
1.2.2	蓄水淹没模型	1	套	400000	400000	
1.3	孪生引擎			1450000	1450000	
1.3.1	数据开发			500000	500000	
1.3.1.1	数据分析	1	套	200000	200000	
1.3.1.2	数据服务	1	套	300000	300000	
1.3.2	模拟仿真引擎			950000	950000	
1.3.2.1	全要素场景生成	1	套	300000	300000	
1.3.2.2	可视化渲染	1	套	300000	300000	
1.3.2.3	空间分析表达	1	套	350000	350000	
2	应用软件			900000	900000	
2.1	工程安全分析预警系统	1	套	500000	500000	
2.2	防洪运用系统	1	套	400000	400000	
3	系统集成	1	套	100000	100000	
总计(元)					4250000	

3.2 支付方式：

甲方根据系统开发目标，按以下进度将合同款支付给乙方：

第一次付款：乙方完成施工组织设计编制并通过审查后，甲方支付乙方合同总价款的15%，即人民币陆拾叁万柒仟伍佰元整（小写：¥ 637500 元）。

第二次付款：乙方完成项目第一阶段开发内容，通过过程验收，甲方支付乙方合同总额的35%，即人民币壹佰肆拾捌万柒仟伍佰元整（小写：¥ 1487500 元）。

第三次付款：项目通过合同完工验收，进入试运行阶段，甲方支付乙方合同总额的30%，即人民币壹佰贰拾柒万伍仟元整（小写：¥ 1275000 元）。

第四次付款：项目试运行结束后，甲方支付乙方合同总额的17%，即人民币柒拾贰万贰仟伍佰元整（小写：¥ 722500 元）。

质保金：合同总价款的3%作为质保金即人民币壹拾贰万柒仟伍佰元整（小写：¥127500元），质保期内平台运行稳定，质保期满后，甲方将该笔款项（不计息）支付给乙方。

3.3 发票开具

3.3.1 每次付款前，乙方向甲方提供符合要求的增值税专用发票。在收到发票后十个工作日内甲方以银行转账的方式将该笔款项支付给乙方。

第四次付款前，乙方向甲方提供符合要求的合同剩余金额（包含质保金）的增值税专用发票。在收到发票后十个工作日内甲方以银行转账的方式将该笔款项除质保金外支付给乙方。

3.3.2 乙方开具发票需附清单，并根据甲方要求填写资产清单。

第四条 实施与验收

4.1 实施标准参考技术条款所列《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》、《数字孪生黄河建设技术导则》等标准及规范，验收标准参考《国家电子政务工程建设项目档案验收暂行办法》、水利部《水利信息化项目验收规范》、黄河水利委员会《信息系统建设项目验收规程》、明珠集团《项目建设管理办法》相关规定。

4.2 乙方签订合同后，应在7个日历天内向甲方提交施工组织设计，通过审查后方可开工。项目实施的所有实施内容、实施进度、开发进度、质量标准与验收进度按照本合同、招标文件以及投标文件的相关条款执行。

4.3 完成第一阶段的项目开发内容，乙方向甲方提交过程验收申请报告及相关验收资料，甲方应在收到验收申请报告后的15个工作日内，提出异议或确认无误开始组织过程验收。如验收不合格，由乙方进行修正并再次提出过程验收申请报告。

4.4 完成合同约定的项目所有开发内容，乙方向甲方提交合同完工验收申请报告及相关验收资料，甲方应在收到验收申请报告后的15个工作日内，提出异议或确认无误开始组织合同完工验收。如验收不合格，由乙方进行修正并再次提出合同完工验收申请报告。

4.5 合同完工验收合格进入试运行，试运行期间项目的功能和性能应符合本合同中的技术要求。在试运行期间，如发现任何项目交付成果不符合本合同及其附件要求的，乙方应免费对其进行修改和更正，直至符合要求，同时，试运行期相应顺延，顺延时间与乙方进行修改和更正的时间相等。在整个试运行期内项目交付成果满足本合同相关约定以及双方共同确认的相关技术要求的，视为乙方完成成果交付，否则试运行期继续顺延，直至乙

方所提交的所有项目交付成果满足要求。若在试运行期间甲方提出变更要求，该变更经双方确认后执行，则试运行期不因甲方提出变更需求而顺延。

4.6 试运行期间如发生重大问题，乙方应当完善系统，排除故障，并自行承担相关费用，同时试运行期重新开始。

4.7 试运行结束项目正式上线后，乙方应配合甲方进行竣工验收。

4.8 项目交付成果清单：

环节	交付成果名称	交付类型	说明
项目准备	项目启动会资料	PPT	项目管理相关
	项目启动会会议纪要	PDF	项目管理相关
	项目施工组织设计	PDF	项目管理相关
项目文件	实施方案	PDF	需求相关
	总体设计说明书	PDF	开发相关
	需求变更清单（如有）	PDF	开发相关
	测试计划	PDF	测试相关
	测试报告	PDF	测试相关
	管理制度	PDF	运维相关
	管理员手册	PDF	运维相关
	用户手册	PDF	运维相关
第一阶段	BIM 模型建模清单	PDF	成果
	BIM 模型	bim 格式文件	成果
	L2 级数据底板	通用 gis 格式文件	成果
	数据开发接口文档（工程安全分析预警系统相关）	PDF	成果
	大坝安全分析预警模型	应用程序	成果
	工程安全分析预警系统	应用程序	成果
	仿真引擎接口文档（工程安全分析预警系统相关）	PDF	成果
第二阶段	蓄水淹没模型	应用程序	成果
	工程防洪运用系统	应用程序	成果
	数据开发接口文档	PDF	成果
	仿真引擎接口文档	PDF	成果
备注：项目交付成果中应用程序的安装或部署应在甲方技术人员的监督下进行			

第五条 权利和义务

5.1 甲方的权利和义务

5.1.1 根据项目进度组织验收及支付合同款项。

甲方有权要求乙方按本合同的要求，按期保质保量完成工作任务。

5.1.2 甲方有权对项目工作进度、质量等情况进行监督、检查。

5.1.3 甲方有权要求乙方对已提交技术成果进行补充完善。

5.1.4 负责内部协调工作为乙方提供工作便利。

5.1.5 配合乙方收集与本项目有关的资料、数据和表格或搭建运行环境等。

5.1.6 指派专人及时参与本项目相关工作。

5.2 乙方的权利和义务

5.2.1 乙方应按照合同约定和相关标准开展工作，按照约定时间提交项目成果并进行成果归档；乙方应确保工作中提交的工作成果及服务不侵害第三方的权利，否则应承担由此产生的一切后果

5.2.2 项目进行期间乙方应就作业安全制定完整可行的方案，乙方工作人员在履行本合同期间造成的财产或人身损害，其后果均由乙方承担，甲方概不负责。

5.2.3 乙方提交工作成果后，须参加甲方组织的验收，并及时根据验收结果负责进行必要的调整。

5.2.4 对合同项下内容进行分包、转包，必须向甲方提出书面申请，未经甲方书面同意，乙方不得将本项目全部或部分工作委托第三方实施。

5.2.5 乙方应选派工作经验丰富、责任心强的管理人员、技术人员承担本项目工作，未经甲方同意，不得更换。

第六条 项目变更

需变更方提出项目变更申请，双方书面确认后，形成文件作为合同附件。文件内容包括变更原由、变更内容、变更影响、变更价格等。

第七条 知识产权

7.1 乙方根据本合同或在本合同履行过程中专门为甲方制作的（包括但不限于包含文字、图画及其组合的全部网页）或根据甲方提供的有关信息、资料而产生的服务成果、交付成果等（包括但不限于技术条款中所约定交付成果），其知识产权和其他权益全部归甲方所有。乙方向甲方提交所有为甲方单独制作的相关源代码，甲方具备使用、修改、变更、管理等全部可行使权益。

7.2 乙方保证其交付的所有成果不侵犯任何第三方的知识产权和/或其他合法权益。任何第三方以本合同项下的成果侵权为由向甲方主张权利的，一经收到该第三方的书面通

知，乙方应立即采取措施为甲方提供保护，并按甲方要求提供全部必要的支持，并按本合同的有关约定承担违约责任以及甲方因此发生的所有费用。

7.3 本合同因履行完毕、解除或不可抗力等终止的，终止之日起5个工作日内，乙方应将甲方提供的信息和资料连同其全部副本移交甲方，并且不得继续使用或擅自许可任何第三方使用。

第八条 培训

8.1 培训要求：乙方免费为甲方提供不低于10个工作日的技术培训，具体培训时间双方协商决定。

8.2 培训目的：通过培训，使受培训人员能独立掌握系统的使用、配置、维护管理、日常测试等技术。

8.3 培训内容以甲方要求为准，包括但不限于以下内容：

系统的原理和技术性能、安装调试、系统运行维护、排除故障和升级等各个方面；系统的案例分析等；乙方提供的其他培训。

第九条 技术支持与服务

9.1 乙方提供的技术支持与服务内容包括实施培训服务，上门服务，电话服务，远程服务等内容。

9.2 质保期内，由乙方免费提供软件技术支持、软件维护以及软件版本升级；针对本项目系统中存在的bug、缺陷、漏洞，不论在质保期内或外，乙方均应持续提供修正与补缺服务。

9.3 在质保期内，乙方根据投标文件承诺提供免费售后服务。系统出现问题后，乙方应立即响应，安排技术团队进行消缺，及时给出解决方案；如需乙方派出技术人员到达现场解决问题，除不可抗力因素外，乙方人员应在24小时内到达现场。

9.4 乙方通过第三方采购或提供技术支持和服务的，第三方须提供关于本项目的服务承诺书，保证关于本项目的相关技术及服务工作正常开展。

9.5 乙方投标文件所承诺的服务内容。

9.6 本项目开发缺陷责任期及质保期为项目试运行结束之日起12个月。

第十条 违约责任

10.1 本合同正式签订后，任何一方不履行或不完全履行本合同约定条款的，即构成违约。

10.2 合同一方违反本合同规定，造成另一方经济损失的，守约方有权要求终止本合同，并由违约方承担赔偿责任。

10.3 由于乙方原因无故造成项目延期完成，每逾期1日，乙方须向甲方支付本合同总价款的0.2%的违约金，最高违约金不高于本合同总价款的10%。如违约金的数额累计达到本合同总价款10%时，甲方有权终止合同，由此给甲方造成损失的，乙方应承担赔偿责任。因甲方原因无故造成乙方不能按期完成的，乙方工作期顺延，由此给乙方带来工作量增加的，费用由双方协商确定。

10.4 甲方无故延期支付本合同价款，每逾期1日，甲方向乙方支付合同总价款0.2%的违约金，最高违约金不高于本合同总价款的10%。如违约金的数额累计达到本合同总价款的10%时，乙方有权终止合同，由此给乙方造成损失的，甲方应承担赔偿责任。

10.5 由于乙方原因造成项目失败或终止，甲方有权收回全部已付款项并按照中国人民银行同期贷款利率计算加收罚息（计算周期为从乙方收到已付款项之日起至收回已付款项之日止）。由于甲方原因造成项目失败或终止，甲方应按照乙方已完成的实际工作量支付相应费用。

10.6 履约保函

10.6.1 履约保函

本合同履约保函金额为：合同总价款的10%，即肆拾贰万伍仟元整（小写：425000元整），在合同签订后10个日历天内，乙方提交银行保函原件给甲方。

10.6.2 履约保函的有效期

保函有效期为：自合同签订之日起至试运行结束。

如乙方在履行本合同期间无违约行为，项目试运行结束后28日内，退还履约保函给乙方。

第十一条 保密条款

11.1 双方应对本项目中接触到的对方所有的知识产权、商业秘密、技术成果等信息负保密义务。未经对方书面同意，不得向社会公众或第三方通过任何途径出示、泄露，不得许可本方或第三方使用，不得对上述信息进行复制、传播、销售。项目完成后，乙方不得将其作为案例发布在公共网络或公有云上。

11.2 本合同所述的保密条款对以下内容不适用：

- （1）属于常识且不受著作权控制的内容；
- （2）已通过出版物或其他合法途径公开的内容；

(3) 按法律、行政法规规定需要向有关机关、机构或媒介公开的内容。

第十二条 权利担保条款

12.1 甲方保证提供给乙方的资料、信息内容合法，不侵犯第三方的合法权益。如因甲方原因致使乙方遭受第三方追诉的，甲方应承担由此给乙方造成的损失并承担违约责任。

12.2 乙方保证在本项目设计、开发过程中，不侵犯第三方的合法权益。如因乙方原因致使甲方遭受第三方追诉的，乙方应承担由此给甲方造成的损失并承担违约责任。

第十三条 权利归属条款

13.1 本合同甲方委托乙方设计、开发的所有技术成果属于甲方。项目成果署名权归双方共同所有。

13.2 乙方按照本合同约定在履行系统维护和技术服务的过程中，不允许利用甲方提供的相关资料和工作条件进行与本项目无关的工作。

第十四条 不可抗力条款

14.1 合同双方中的任何一方，由于战争、严重水灾、火灾、台风、地震和疫情而影响合同执行时，则延长履行合同的期限。

14.2 在不可抗力发生 5 个工作日内将发生不可抗力事件的情况通知对方，并及时将有关证明文件提交给另一方确认。

14.3 如不可抗力事件终止或被排除后，发生不可抗力一方应尽快告知对方。

14.4 如果不可抗力持续时间超过 30 天，双方将通过友好协商解决此后的合同执行问题。如果双方在相应顺延的 30 天内未能协商一致，甲、乙双方均有权解除合同。

第十五条 争议解决条款

15.1 甲乙双方发生与本合同有关的一切争执，双方应通过协商解决，如协商不成，则通过诉讼解决。

15.2 诉讼交由三门峡有管辖权的人民法院管辖。

15.3 诉讼期间，除诉讼事由本身外，双方均应继续履行合同规定的各自的义务，由于诉讼所产生的费用均由败诉一方承担。

第十六条 其他

16.1 本合同各条款中的标题，仅作为标明该条款的内容指向，不单独作为权利义务认定的依据。

16.2 本合同自甲乙双方法定代表人或委托代理人签字盖章之日起生效，合同有效期为：自合同生效起至质保期结束。合同需加盖骑缝章。

16.3 本合同一式捌份，双方各执肆份，具有同等法律效力。

16.4 本合同签订后，如需对合同进行修改，可经双方协商一致并签订补充协议作为对本合同补充、修改或变更的依据，补充协议与本合同具有同等法律效力。

16.5 合同附件是本合同规定的有关事项的执行步骤或细划，与本合同规定的原则是相符一致的，如果发生不一致的地方，以本合同为准。

16.6 乙方对本合同中规定的技术支持、维护义务并不以合同的到期而终止。

16.7 甲乙双方在履行合同过程中，甲乙双方有关项目的洽商，变更等以书面形式往来的函件，包括信件、传真、电子邮件或扫描件，需加盖公章，视为本合同的组成部分，具有同等法律效力。

16.8 技术条款、招标文件、投标文件等均为本合同的组成部分，具有同等法律效力，包括：

- (1)技术条款
- (2)廉政责任书
- (3)保密协议
- (4)投标文件
- (5)招标文件

16.9 合同文件应能相互解释，互为说明。除专用条款另有约定外，组成本合同的文件及解释顺序如下：

- (1)本合同协议书
- (2)投标书及其附件
- (3)招标书及其附件
- (4)标准、规范及有关技术文件
- (5)报价单
- (下页为签字盖章页，无正文)

甲方（盖章）：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

签字：
日期：2023年8月4日

乙方（盖章）：云河（河南）信息科技有限公司

签字：
日期：2023年8月4日

工程量清单

项目编码	项目名称	单位	数量	技术及型号要求
(一)	软件			
1	数字孪生平台	项	1	
1.1	数据底板	项	1	
1.1.1	BIM建模	项	1	
1.1.1.1	重点建筑物及关键机电设备	项	1	
(1)	大坝及厂房工程	项	1	
1)	左非坝、右非坝段	项	1	
2)	溢流坝	项	1	
3)	隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	项	1	
4)	电站坝段	项	1	
5)	安装场坝段	项	1	
6)	斜丁坝段	项	1	
7)	2条隧洞	项	1	
8)	各层廊道	项	1	
9)	主厂房	项	1	包括框架结构、门窗等设施。 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5层附属盘柜。
10)	副厂房	项	1	含厂房1号、2号、3号防汛泵房，包括框架结构、门窗等设施。
11)	生产楼	项	1	包括框架结构、门窗等设施。
(2)	机电和金结设备	项	1	
1)	水轮发电机组	项	1	1至7号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、椎管。 1至7号水轮发电机组及自用变、自井变等相关主要附属设备设施（自用变、自井变依据现状图片制作简化建模）。
2)	开关站	项	1	110kV开关站及站内上下母线、旁母线、储水2开关、三铝1开关、互感器、储水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV开关站及站内南、北母线、旁母线，站内三221开关、三224开关、三226开关、三227开关、三高线、三断线、互感器、耦合电容

			器等同层设备设施, 保护室及内部设备设施。
3)	启闭设备	项 1	主要启闭设备共 22 台(套) (含悬臂吊, 包括设备放置空间)。 坝前两台 1500kN 悬臂吊, 1#-3#底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机; 1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机; 1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机; 3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机; 6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机; 坝顶两台 4500kN 门式起重机, 一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。 发电厂房 350t、2×200t 门机, 尾水两台门机等。
4)	电源系统	项 1	厂用 6kV 配电室、400V 配电室相关设备设施, 1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、坝电变系统、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供电设备设施。(主要进行盘柜建设, 盘柜位置、尺寸简化建模)。
5)	工作闸门	项 1	1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室, 工作闸门油泵房、机组检修闸门 隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇 (其中 1#-9#深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12#深孔尺寸为 3m×8m)。
1.1.1.2	非重点建筑物及非关键机电设备	项 1	
(1)	大坝及厂房工程	项 1	
1)	主厂房	项 1	机组母线室 (主要进行盘柜建设, 盘柜位置、尺寸简化建模); 8 号水池; 尾水油泵房; 高低压机室; 机组通风通道。
2)	副厂房	项 1	含三角母线室; 工业供水隧道及变阀门 (变雨阀简化建模); 事故油池; 防汛沙池; 北大门、厂房防倒灌闸门。
(2)	机电和金结设备	项 1	
1)	开关站	项 1	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆隧道, 主变转角塔, 塔体引线。
2)	水轮发电机组附属设施设备	项 1	8 号叉管进水管等, 262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。(包括水泵、管路出口, 可采用相近水泵模型)。 269 隧道放空阀(采用柱体或相近阀模型), 大小深井, 262 排水隧道。
3)	出线设备	项 1	1-7 号水轮发电机组母线 (均采用封闭母线建模)、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器, 11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
4)	事故/检修闸门	项 1	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇 (1#-12#底孔前)。
5)	拦污栅	项 1	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片, 五台发电机组, 每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
(3)	监测设备及巡检点	项 1	
1)	安全监测设备	项 1	大坝安全监测设备包括: 坝体变形监测 (350.2 廊道 1#弓张线 (17 台引张线仪)、315 廊道 2#, 3 张线 (16 台引张线仪)、290 廊道 4#张线 (8 台引张线仪)、正垂线 (3 条、6 台垂线坐标仪)、倒垂线 (7 条、10 台垂线坐标仪), 左岸山体变形监测 (多点位移计 (1 套、6 支多点位移计)),

				坝基沉降监测（静力水准1套、6台静力水准仪），裂缝接缝监测（测缝计19支）；坝基扬压力监测（渗压计71支），坝体渗漏监测（量水堰2台），绕坝渗流监测（渗压计6支）；测压管水温监测（渗压计71支），廊道气温监测（温度计3支），坝区气温监测（百叶箱1个、温度计1支），接缝裂度监测（测缝计11支）。
1.1.1.3	非关键点监测设备及巡检点	项	1	
(1)	监测设备及巡检点	项	1	
1)	巡检点、视频巡检节点	项	1	巡检点、视频节点（约60个）进行粗略定位。
1.1.1.2	L2级数据底板			保护区范围内的倾斜摄影(导墙、张公岛、中流砥柱等)、DEM、DOM。
1.1.1.3	数据融合	项	1	基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据的数据融合。
1.2	水利专业模型	项	1	
1.2.1	大坝安全分析预警模型	项	1	包含渗压数据统计模型、变形数据统计模型，单测点计算时长应控制在5s内。
1.2.2	蓄水淹没模型	项	1	支持全库区淹没范围动态变化模拟，满足三门峡水利枢纽蓄滞过程中全库区水位模拟需要，计算速度满足实时计算要求。
1.3	孪生引擎	项	1	
1.3.1	数据开发	项	1	基于数据中台实现数据综合统计分析和数据服务。
1.3.1.1	数据分析	项	1	数据综合统计分析。
1.3.1.2	数据服务	项	1	提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。
1.3.2	模拟仿真引擎	项	1	
1.3.2.1	全要素场景生成	项	1	包含流域级、工程级场景构建。
1.3.2.2	可视化渲染	项	1	实现天气、日照等环境量以及水位、流量、闸门开度等运行数据的可视化渲染。
1.3.2.3	空间分析表达	项	1	支持GIS引擎分析结果在数字孪生场景中的渲染。
2	应用软件	项	1	
2.1	工程安全分析预警系统	项	1	
2.2	防洪运用系统	项	1	
(二)	系统集成			
1	系统集成	项	1	

6.2 数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程

项目名称	数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程
买方名称	黄河万家寨水利枢纽有限公司
买方联系人及电话	吕轶斌/18734181208
签约合同价	2003.4万元
工作内容	<p>(1) 数字孪生运管平台，内容包括数据底板、模型库、知识库和孪生引擎。</p> <p>(2) 太原和万家寨云平台。</p> <p>(3) 计算机网络、网络安全体系。</p> <p>(4) 太原数字孪生运管中心、万家寨数字孪生运管中心。</p> <p>(5) 太原和万家寨机房。</p> <p>(6) 业务系统，内容包括万家寨、龙口梯级预演预案系统，万家寨大坝安全分析系统，凌情分析管理系统，水库泥沙分析系统，库区综合管理系统。</p> <p>(7) 防洪调度、凌情分析、泥沙分析、大坝安全、综合视频管理、库区管理、生产运行、综合信息展示应用，完成综合决策支持功能开发和共建共享。</p>
备注	/

数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程

中标通知书

(招标编号: WJZ-ZB-2022-029)

黄河勘测规划设计研究院有限公司(牵头人)、中水北方勘测设计研究有限责任公司(成员一)、云河(河南)信息科技有限公司(成员二):

贵联合体于2022年4月17日递交的《数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程》的投标文件,经评标委员会评审推荐,招标人已确定贵联合体为中标单位:

中 标 价: 人民币伍仟伍佰玖拾玖万玖仟陆佰伍拾元整

(小写: ¥55999650)

工 期: 570 日历天

项目负责人: 霍建伟

设计负责人: 赵麦换

请贵联合体收到本通知书后,于30日内由法定代表人或授权委托代理人与招标人签订合同,并保证履行投标文件的各项承诺。

特此通知

招标人:

黄河万家寨水利枢纽有限公司

招标代理机构:

山西黄河万家寨工程咨询有限公司

二〇二二年四月二十五日

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

1. 项目开工令

项目开工令

项目名称：数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程

致：数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包项目部

你方报送的项目开工申请已通过审核，你方可从即日起，按施工计划安排开工。

本开工令确定此项目的正式开工日期为 2022 年 5 月 4 日。

项目管理部门：技术管理部

负责人：吕斌斌

日期：2022.5.4

今已收到万家寨公司数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程的开工令。

承包单位：


黄河勘测规划设计研究院有限公司
中水北方勘测设计研究有限责任公司
黄河(河南)信息科技有限公司
联合体
数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包项目部
10655804162

负责人：徐

日期：2022年5月4日

2. 合同完成验收证明

合同完工验收证明

项目名称	数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程	合同金额	5599.9650 万元
建设单位	黄河万家寨水利枢纽有限公司	承建单位	黄河勘测规划设计研究院有限公司、中水北方勘测设计研究有限责任公司、云河（河南）信息科技有限公司
工程 开工日期	2022. 5. 5	合同 完工日期	2023. 12. 15
合同内容	<p>(1) 数字孪生万家寨总体设计；</p> <p>(2) 建设数字孪生运管平台，内容包括数据底板、模型库、知识库和孪生引擎；</p> <p>(3) 建设太原和万家寨云平台；</p> <p>(4) 建设计算机网络、网络安全体系；</p> <p>(5) 建设太原数字孪生运管中心、万家寨数字孪生运管中心；</p> <p>(6) 建设太原和万家寨机房；</p> <p>(7) 建设业务系统，内容包括万家寨、龙口梯级预演预案系统，万家寨大坝安全分析系统，凌情分析管理系统，水库泥沙分析系统，库区综合管理系统；</p> <p>(8) 集成防洪调度、凌情分析、泥沙分析、大坝安全、综合视频管理、库区管理、生产运行、综合信息展示应用，完成综合决策支持功能开发和共建共享。</p>		
联合体分工	<p>黄河勘测规划设计研究院有限公司负责数字孪生万家寨建设总体设计、数字孪生运管平台（含 DLG、水下地形、GIS+BIM 数据融合、模型库、知识库、孪生引擎）、云平台、计算机网络、网络安全体系、数字孪生运管中心、太原机房、软件采购、业务系统建设（防洪调度、泥沙调度、防凌调度、大坝安全、库区综合管理系统）、共建共享、安装联调等；</p> <p>中水北方勘测设计研究有限责任公司负责数字孪生运管平台的数字高程模型、数字正射影像、倾斜摄影模型、BIM 建模等内容。</p> <p>云河（河南）信息科技有限公司负责万家寨机房、综合决策支持建设，参与可视化模型、知识库、孪生引擎、云平台、共建共享、安装联调等。</p>		
验收结果	<p>项目已按合同要求完成，质量合格，运行良好，符合合同和有关规范要求。</p> <p style="text-align: right;">  黄河万家寨水利枢纽有限公司 2024 年 2 月 20 日 </p>		

正本

数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务
总承包工程合同

合同编号：WJZ-ZB-2022-029

发包人：黄河万家寨水利枢纽有限公司

承包人：黄河勘测规划设计研究院有限公司（联合体牵头人）

中水北方勘测设计研究有限责任公司（联合体成员）

云河（河南）信息科技有限公司（联合体成员）

第一部分 合同协议书

黄河万家寨水利枢纽有限公司（以下简称“发包人”）为实施数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程，已接受黄河勘测规划设计研究院有限公司、中水北方勘测设计研究有限责任公司、云河（河南）信息科技有限公司组成的联合体（以下简称“承包人”）对该项目的投标。发包人和承包人共同达成如下协议。

1. 本协议书与下列文件一起构成合同文件：

- （1）中标通知书；
- （2）合同条款及其附件；
- （3）合同谈判记录；
- （4）招标文件；
- （5）投标文件；
- （6）其他合同文件。

2. 上述文件互相补充和解释，如有不明确或不一致之处，以合同约定次序在先者为准。上述各项合同文件包括合同当事人对该项合同文件所作出的补充和修改，属于同一类内容的文件，应以最新签署的为准。

3. 签约合同价：人民币（大写）伍仟伍佰玖拾玖万玖仟陆佰伍拾元整（¥55999650.00），详见附件1《合同清单及价格表》。

4. 承包人项目经理：牛富敏。

5. 工程质量符合的标准和要求：符合国家及行业规范和技术条款规定。

6. 承包人承诺按合同约定承担工程的设计、实施、完工和竣工及缺陷修复。

7. 发包人承诺按合同约定的条件、时间和方式向承包人支付合同价款。

8. 工期：2022年5月5日至2023年11月30日，各主要节点工期如下：

（1）2022年节点工期

5月：完成数字孪生万家寨建设总体设计；

6月：完成数字孪生万家寨建设总体设计审查；完成BIM模型一期建设、DLG、DEM、DOM、倾斜摄影模型等地理空间数据采集、整编、融合；太原、万家寨数字孪生运管中心基础装修完成；数字孪生运管中心硬件设备到货、软件采购安装完成；

7月：完成数字孪生运管平台搭建，并具备各系统接入条件；

9月：万龙库区洪水演进模型、龙口下游影响区淹没分析模型上线试运行；

10 月：冰凌模型上线试运行，初步建成知识库；万家寨大坝安全分析系统完成 CAE 数字化场景模型，实现大坝实时性态评估和可视化展示；完成数字孪生运管平台各系统集成调试，数字孪生运管平台试运行。

(2) 2023 年节点工期

5 月：万龙库区洪水演进模型建设项目验收；

6 月：排沙模型上线试运行；

7 月：完成 BIM 模型二期建设；

8 月：万家寨大坝安全分析系统建设项目验收；

9 月：完成万家寨、龙口枢纽办公楼 WiFi 无线网络全覆盖；

10 月：补充模型库、知识库，完善孪生引擎；

11 月：完善综合决策支持功能，数字孪生运管平台基本建成。

详细工期安排详见附件 2《数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程进度计划》。

9. 履约地点：山西省太原市、黄河万家寨水利枢纽、黄河龙口水利枢纽。

10 质量保证期：项目通过完工验收之日起 12 个月。

11. 合同价格形式：总价承包合同。

12. 承诺

(1) 发包人承诺按照法律规定履行项目审批手续、筹集项目资金并按照合同约定的期限和方式支付合同价款。

(2) 承包人承诺按照法律规定及合同约定组织完成数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程全部工作内容，确保项目安全，不进行转包及违法分包，并在质量保证期内承担相应的缺陷修复责任。

(3) 发包人和承包人通过招投标形式签订合同的，双方理解并承诺不再就同一项目另行签订与合同实质性内容相背离的协议。

13. 合同未尽事宜，双方另行签订补充协议。补充协议是合同的组成部分。

14. 本合同正本肆份，合同当事人各壹份；副本一式壹拾贰份，合同当事人各叁份。本合同自双方法定代表人或委托代理人签字，并加盖双方公章或合同专用章，且承包人向发包人递交履约担保之日起生效。

(此页无正文)

发包人:黄河万家寨水利枢纽有限公司(章)

法定代表人或其委托代理人:



纳税人识别号: 911400006026103167

税务登记地址: 山西省偏关县万家寨

税务登记电话: 0350—7645359

开户行: 建行太原市南城支行

账号: 14001825208050014210

联系人: 张茂盛

联系电话: 0351-3529352

承包人: 黄河勘测规划设计研究院有限公司(联合体牵头人)(章)

法定代表人或其委托代理人:



地址: 郑州市金水路109号

开户行: 建设银行郑州市行政区支行

账号: 41001531010050002852

联系人: 张运东

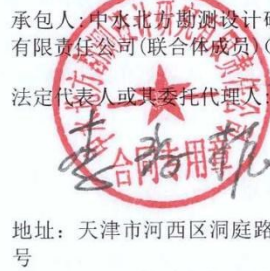
联系电话: 13503834105

签订地点: 山西省太原市

签订时间: 2022年4月30日

承包人: 中水北方勘测设计研究有限责任公司(联合体成员)(章)

法定代表人或其委托代理人:



地址: 天津市河西区洞庭路60号

开户行: 上海浦东发展银行天津分行

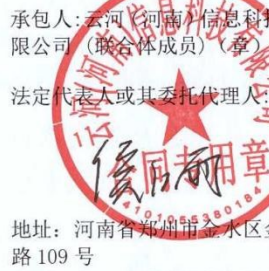
账号: 1269814291005859

联系人: 徐徽

联系电话: 18920308537

承包人: 云河(河南)信息科技有限公司(联合体成员)(章)

法定代表人或其委托代理人:



地址: 河南省郑州市金水区金水路109号

开户行: 中国建设银行郑州行政区支行

账号: 41050167610800000464

联系人: 高思达

联系电话: 15937120059

第二部分 合同条款

1. 一般约定

1.1 词语定义

合同条款中的下列词语应具有本款所赋予的含义。

1.1.1 合同

1.1.1.1 合同文件（或称合同）：指合同协议书、中标通知书、合同条款及其附件、合同谈判记录、招标文件、投标文件以及其他构成合同组成部分的文件。

1.1.1.2 合同协议书：指第 1.5 款所指的合同协议书。

1.1.1.3 中标通知书：指发包人通知承包人中标的函件。中标通知书随附的澄清、说明、补正事项纪要等，是中标通知书的组成部分。

1.1.1.4 合同条款及其附件：是指构成合同文件组成部分的名为合同条款的文件，包括合同条款及附表等附件。

1.1.1.5 合同谈判记录：指构成合同洽谈过程中签署的记录文件。

1.1.1.6 招标文件：指构成合同文件组成部分的公开招标文件。

1.1.1.7 投标文件：指构成合同文件组成部分的由承包人填写投标文件及附件。

1.1.1.8 其他合同文件：履行合同过程中双方书面确认的对合同内容有实质性影响的会议纪要、备忘录、变更等资料。

1.1.2 合同当事人和人员

1.1.2.1 合同当事人：指发包人和（或）承包人。

1.1.2.2 发包人：指与承包人在合同协议书中签字的当事人及取得该当事人资格的合法继承人。

1.1.2.3 承包人：指与发包人签订合同协议书的当事人及取得该当事人资格的合法继承人。

1.1.2.4 承包人项目经理：指承包人指定代表承包人履行义务的负责人。

1.1.2.5 分包人：指从受托人处分包合同中某一部分工作，并与其签订分包合同的分包人。

1.1.2.6 发包人项目管理部门：发包人指定技术管理部为本项目的管理部门，对合同履行实施管理。

1.1.3 工程、软件和硬件

1.1.3.1 工程：数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程。

1.1.3.2 软件：是指由硬连线逻辑指令及居于系统储存器内的机器可读码(包括但不限于半导体装联或系统)组成的电脑程序，可提供基本逻辑、操作指令以及与用户相关的应用程序指令，包括用于说明、维护及使用程序的有关文件。软件包括系统软件和应用软件。

1.1.3.3 系统软件：承包人合法地用于开发应用程序的第三方软件和（或）自有软件。

1.1.3.4 应用软件：承包人根据本合同要求为本项目开发、研制的软件。

1.1.3.5 硬件：是指计算机系统中由电子、机械和光电元件等组成的各种物理装置的总称，为计算机软件运行提供物质基础，主要包括 CPU、内存、主板、硬盘驱动器、光盘驱动器、各种扩展卡、连接线、电源、鼠标、键盘等。

1.1.3.6 建设设备：是指为完成合同约定的各项工作所需的承包人自有设备、器具和其他物品。

1.1.3.7 建设现场：发包人在其工作地点无偿提供给承包人用于完成本项目的实施场所。

1.1.4 日期、完工和竣工

1.1.4.1 工期：指承包人在投标函中承诺的完成合同工作所需的期限，包括按合同约定所作的变更。

1.1.4.2 完工日期：指合同约定工期届满时的日期。实际完工日期以完工验收证书中写明的日期为准。

1.1.4.3 竣工日期：指通过发包人组织的竣工验收证书中写明的日期。

1.1.4.4 质量保证期：指履行合同约定质量保证责任的期限。

1.1.4.5 基准日期：指投标截止之日前 28 天的日期。

1.1.4.6 天：除特别指明外，指日历天。合同中按天计算时间的，开始当天不计入，从次日开始计算。期限最后一天的截止时间为当天 24:00。

1.1.4.7 完工验收：是指发包人完成了全部合同工作后，发包人按合同要求进行的验收。

1.1.4.8 竣工验收：是指整个建设项目已按设计要求全部建设完成，通过发包人组织的完工验收，由发包人组织承包人等单位和档案部门进行全部工程的验收。

1.1.5 合同价格和费用

1.1.5.1 签约合同价：指中标通知书明确的并在签订合同时于合同协议书中写明的合同总金额。

1.1.5.2 合同价格：指承包人按合同约定完成了包括质量保证期内的全部工作后，发包人应付给承包人的金额，包括在履行合同过程中按合同约定进行的变更和调整。

1.1.5.3 质量保证金：指按合同约定用于保证在质量保证期内履行缺陷修复义务的金额。

1.1.6 其他

1.1.6.1 书面形式：指合同文件、信函、电报、传真、数据电文、电子邮件、会议纪要等可以有形地表现所载内容的形式。

1.1.6.2 承包人文件：指由承包人根据合同应提交的所有图纸、手册、模型、计算书、软件和其他文件。

1.1.6.3 变更是指根据合同约定，经指示或批准对技术条款或工程所做的改变。

1.2 语言文字

合同使用的语言文字为中文。专用术语使用外文的，应附有中文注释。

1.3 法律

适用于合同的法律包括中华人民共和国法律、行政法规、部门规章，以及工程所在地的地方法规、自治条例、单行条例和地方政府规章。

1.4 合同文件的优先顺序

组成合同的各项文件应互相解释，互为说明。解释合同文件的优先顺序详见合同协议书。

1.5 合同协议书

承包人按中标通知书规定的时间与发包人签订合同协议书。

1.6 文件的提供和照管

1.6.1 承包人文件的提供

承包人应在合理的期限内按照合同约定的数量向发包人项目管理部门提供承包人文件。合同约定承包人文件应批准的，发包人项目管理部门应当在合同约定的期限内批复。承包人的设计文件的提供和审查按合同审计审查约定执行。

发包人和承包人均应进行追查和处理，发包人有权将承包人列入发包人采购黑名单，构成犯罪的由司法部门处理。

（二）严禁发包人人员以任何方式明、暗示承包人请吃、请喝、收受承包人礼金、礼品或接受承包人提供的其他私人便利和利益。如若发生，承包人应向发包人纪检监察部门举报，由发包人依法依规对相关人员作出处理。

（三）严禁承包人以任何方式向发包人人员提供私人便利、行贿或进行非正常商务宴请，一经查实，发包人有权单方解除本合同，因解除本合同给发包人造成损失的，由承包人承担赔偿责任；同时，承包人如有违约，仍需承担违约责任。承包人的上述行为严重的，发包人保留追究法律责任的权利。

（四）发包人举报电话（0351）3345311 传真：（0351）3524786。

21. 争议的解决

发包人和承包人在履行合同中发生争议的，可以友好协商解决。合同当事人友好协商解决不成的，任何一方可向太原市人民法院提起诉讼。

附件1:

合同清单及价格表

序号	项目名称	单位	数量	合同金额（元）	备注
1	数字孪生万家寨建设总体设计	项	1	1,400,000.00	
2	数字孪生运管平台	项	1	19,854,900.00	
3	太原和万家寨云平台	项	1	6,800,000.00	
4	计算机网络、网络安全体系	项	1	2,800,000.00	
5	太原数字孪生运管中心	项	1	2,238,800.00	
6	万家寨数字孪生运管中心	项	1	4,886,950.00	
7	太原机房	项	1	2,395,000.00	
8	万家寨机房	项	1	2,174,000.00	
9	软件采购	项	1	2,200,000.00	
10	业务系统建设	项	1	6,950,000.00	
11	综合决策支持	项	1	3,200,000.00	
12	共建共享	项	1	500,000.00	
13	安装联调	项	1	600,000.00	
14	合计			55,999,650.00	

三、联合体协议书

黄河勘测规划设计研究院有限公司、中水北方勘测设计研究有限责任公司、云河（河南）信息科技有限公司（所有成员单位名称）自愿组成黄河勘测规划设计研究院有限公司、中水北方勘测设计研究有限责任公司、云河（河南）信息科技有限公司（联合体名称）联合体，共同参加数字孪生万家寨设计、采购、施工、服务总承包工程投标。现就联合体投标事宜订立如下协议。

1. 黄河勘测规划设计研究院有限公司（某成员单位名称）为黄河勘测规划设计研究院有限公司、中水北方勘测设计研究有限责任公司、云河（河南）信息科技有限公司（联合体名称）牵头人。

2. 联合体牵头人合法代表联合体各成员负责本招标项目投标文件编制和合同谈判活动，并代表联合体提交和接收相关的资料、信息及指示，并处理与之有关的一切事务，负责合同实施阶段的主办、组织和协调工作。

3. 联合体将严格按照招标文件的各项要求，递交投标文件，履行合同，并对外承担连带责任。

4. 联合体各成员单位内部的职责分工如下：黄河勘测规划设计研究院有限公司负责数字孪生万家寨建设总体设计、多维多时空尺度数据底板（数字线划图（DLG）、水下地形、其他数据采集与整编、BIM+GIS 数据融合等）、模型库、孪生引擎、业务系统、综合决策支持、共建共享等；中水北方勘测设计研究有限责任公司负责多维多尺度时空数据底板部分工作（主要包括数字高程模型、数字正射影像、倾斜摄影模型、BIM 模型建设）；云河（河南）信息科技有限公司负责知识库、计算机网络、网络安全体系、太原和万家寨云平台、数字孪生运营中心、机房、软件采购，参与业务系统、综合决策支持、共建共享等。

5. 本协议书自签署之日起生效，合同履行完毕后自动失效。

6. 本协议书一式 肆 份，联合体成员和招标人各执一份。

说明：（1）本协议书中各联合体成员由委托代理人签字的，应附法定代表人签字的授权委托书。

（2）联合体投标人递交的投标文件应按照招标文件第二章“投标人须知”前附表第 10.6 款规定执行。

牵头人名称：黄河勘测规划设计研究院有限公司（盖单位章）
法定代表人或其委托代理人：（签字）
成员一名称：中水北方勘测设计研究有限责任公司（盖单位章）
法定代表人或其委托代理人：（签字）
成员二名称：云河（河南）信息科技有限公司（盖单位章）
法定代表人或其委托代理人：（签字）
2022年04月05日

联合体分工表

序号	项目名称	单位	数量	合同金额(元)	承担单位	金额(元)	备注
1	数字孪生万家寨建设总体设计	项	1	1400000	黄河设计院	1400000	
2	数字孪生运管平台	项	1	19854900	黄河设计院	7709900	负责
			1		中水北方	5385000	参与数字高程模型、数字正射影像、倾斜摄影模型、BIM 模型建设
			1		云河科技	6760000	参与可视化模型、知识库、知识引擎、数据引擎、仿真引擎
3	太原和万家寨云平台	项	1	6800000	云河科技	6800000	黄河设计院负责
4	计算机网络、网络安全体系	项	1	2800000	黄河设计院	2800000	
5	太原数字孪生运管中心	项	1	2238800	黄河设计院	2238800	
6	万家寨数字孪生运管中心	项	1	4886950	黄河设计院	4886950	
7	太原机房	项	1	2395000	黄河设计院	2395000	
8	万家寨机房	项	1	2174000	云河科技	2174000	黄河设计院负责
9	软件采购	项	1	2200000	黄河设计院	2200000	
10	业务系统建设	项	1	6950000	黄河设计院	6950000	
11	综合决策支持	项	1	3200000	云河科技	3200000	黄河设计院负责
12	共建共享	项	1	500000	云河科技	500000	黄河设计院负责
13	安装联调	项	1	600000	云河科技	600000	黄河设计院负责
14	合计			55999650		55999650	

注：

黄河设计院承担合同额为叁仟零伍拾捌万零陆佰伍拾元整（¥30,580,650 元）；

中水北方承担合同额为伍佰叁拾捌万伍仟元整（¥5,385,000 元）；

云河科技承担合同额为贰仟零叁万肆仟（¥20,034,000 元）。

6.3 乌海·数字孪生水利（一期）

项目名称	乌海·数字孪生水利（一期）
买方名称	乌海市水权与信息化中心
买方联系人及电话	王杨/0473-6990961
签约合同价	1173万元
工作内容	形成成果数据底板1套，模型库1套，知识库1套，数字孪生业务应用软件各1套，数字孪生水利数字化微应用开发构件1套，数字孪生水利数字化管理运营构件1套，数字孪生水利数据链管理平台1套，数据库软件1套。
备注	/

中标通知书扫描件



乌海市思正工程管理咨询服务有限公司

中标通知书

云河（河南）信息科技有限公司：


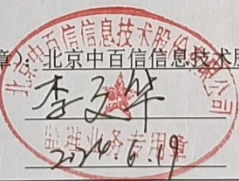
根据 乌海·数字孪生水利（一期）项目 招标文件和你单位于 2024年6月17日 上午 9时00分 前提交的投标文件，按照本项目评标委员会的评标结果，招标人确定你单位为上述招标项目的中标人，主要中标条件如下：

项目名称	乌海·数字孪生水利（一期）项目	招标方式	公开招标
招标内容	乌海·数字孪生水利（一期）项目，具体内容详见招标文件要求。		
资金来源	财政资金		
标的提供的时间	自合同签订之日起 90 日历天内完工。		
标的提供的地点	招标人指定地点		
成交价格	小写：11730000 元； 大写：壹仟壹佰柒拾叁万元整；		
采购单位（盖章）：  2024 年 6 月 18 日		采购代理机构（盖章）：  2024 年 6 月 18 日	

说明：本成交通知书一式伍份，采购人壹份、采购代理机构贰份、成交单位壹份、交易中心壹份。

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

工程开工报审表

编 号	ZBX- JNLI - A01	序 号	ZBX-SZLSYQ-KGBS-001
工程名称	乌海·数字孪生水利（一期）项目		
建设单位	乌海市水权与信息化中心	监理单位	北京中百信信息技术股份有限公司
承建单位	云河（河南）信息科技有限公司		
致：北京中百信信息技术股份有限公司			
<p>我方承担的<u>乌海·数字孪生水利（一期）项目</u>，已完成了以下各项工作，具备了开工条件，特此申请施工，请核查并签发开工/复工指令。</p> <p>附：《开工报告》。</p>			
<p>承建单位（盖章）：</p> <p>项目经理：<u>赵凯华</u></p> <p>日 期：<u>2024.6.19</u></p>			
审查意见：			
<p>经<u>核</u>/复核，所报资料与实际情况<u>一致</u>/不一致，项目可以/不可以 <u>开工</u>/复工。</p>			
<p>监理单位（盖章）：</p> <p>总监理工程师：<u>李子华</u></p> <p>日 期：<u>2024.6.19</u></p>			

乌海·数字孪生水利（一期）项目

政府
采购
合同

2024年6月

政府采购合同

合同编号:

甲方:乌海市水权与信息化中心

地址:乌海市海勃湾区千里山东街

乙方:云河(河南)信息科技有限公司

地址:河南省郑州市金水区金水路109号

鉴于采购人乌海市水政综合行政执法支队根据《乌海市委 市人民政府关于引发<乌海市机构改革实施意见>的通知》(乌党发【2024】4号)文件撤销原组织架构,并根据《关于乌海市水务局所属事业单位机构职能编制的批复》(乌机编办发【2024】12号)更名为乌海市水权与信息化中心,现以乌海市水权与信息化中心作为乌海·数字孪生水利(一期)项目(WHZCS-G-F-240038)甲方与云河(河南)信息科技有限公司签订合同。

甲乙双方根据《中华人民共和国政府采购法》《中华人民共和国政府采购法实施条例》《中华人民共和国民法典》等相关法律法规、规范性文件以及乌海·数字孪生水利(一期)项目(政府采购项目编号WHZCS-G-F-240038)的中标结果、招标文件、投标文件等文件的相关内容,经平等自愿协商一致,就如下合同条款达成一致意见。

一、乙方向甲方提供的服务内容

(一)根据招标文件及中标结果公告,乙方向甲方提供的服务内容如下:形成成果数据底板1套,模型库1套,知识库1套,数字孪生业务应用软件各1套,数字孪生水利数字化微应用开发构件1套,数字孪生水利数字化管理运营构件1套,数字孪生水利数据链管理平台1套,数据库软件1套。

(二)服务项目名称、服务具体内容、服务方式、服务要求、服务成果及与之相关的货物等详细内容,见合同附件1服务清单。

二、乙方服务成果的交付时间、地点

(一)服务期限:自合同签订之日起90日历天

(二)服务成果的交付时间和交付要求:(1)服务成果的交付时间要求:合同签订后30日历天内,完成项目地理信息数据底板采集、主体框架搭建;合同签订后60日历天内,完成系统上线并开展试运行;试运行期间应保证系统运行稳定,总体建设期内完成系统的全部内容;(2)服务成果的交付要求:形成成果数据底板1套,模型库1套,知识库1套,数字孪生业务应用软件各1套,数字孪生水利数字化微应用开发构件1套,数字孪生水利数字化管理运营构件1套,数字孪生水利数据链管理平台1套,数据库软件1套。验收前按照业主要求完成相关安全测试,包括但不限于项目第三方软件测试、安全等级保护测评等。并有义务配合业主完成相关的技术成果鉴定、专栏或著作权申请以及奖项申报工作。

(三)服务地点:甲方指定地点

(四)乙方代表及联系电话:侯红雨,15034129671

(五)甲方代表及联系电话:王杨,13948335525

三、乙方提供服务成果的质量

(一)乙方提供的服务应同时满足:1.符合国家法律法规和规范性文件对服务质量的要求;2.符合甲方招标文件对服务的质量要求;3.符合乙方在投标文件中对服务质量做出的书面承诺、声明或保证。上述质量要求作为甲方对乙方服务质量的验收依据。

(二)乙方应根据国家法律法规和规范性文件的规定、招标文件的相关要求、投标文件及乙方承诺、声明或保证,向甲方提供相应的服务质量证明文件。

四、乙方服务成果的交付方式及载体

乙方交付服务成果方式及载体应符合国家法律法规和规范性文件的要求,并符合甲方招标文件的要求、乙方在投标文件中对服务成果交付方式及载体做出的承诺。

五、甲方对乙方服务的监督

甲方对乙方提供的服务有权进行监督,当乙方服务质量、服务内容不符合约定时,甲方有权要求乙方及时进行整改,对乙方拒不改正或整改不到位的,甲方有权随时解除合同,拒付未付款项,并根据具体情况扣除部分或全部服务费用。

六、验收

(一)完成合同约定的项目所有内容,乙方向甲方提交合同完工验收申请报告及相关验收资料,甲方应在收到验收申请报告后的15日内,提出异议或确认无误后开始组织合同完工验收。如验收不合格,由乙方进行修正并再次提出合同完工验收申请报告。

(二)合同完工验收合格进入1年质保期及2年免费运维期,期间项目的功能和性能应符合本合同中的技术要求。如发现任何项目交付成果不符合本合同及其附件要求的,乙方应免费对其进行修改和更正,直至符合要求,质保期及免费运维期相应顺延。在整个质保期及免费运维期内项目交付成果满足本合同相关约定以及双方共同确认的相关技术要求的,视为乙方完成成果交付,否则质保期及免费运维期继续顺延,直至乙方所提交的所有项目交付成果满足要求。若期间甲方提出变更要求,该变更经双方确认后执行,则质保期及免费运维期不因甲方提出变更需求而顺延。

七、合同金额

在乙方提供完全符合合同要求的服务的前提下,本合同总金额为11730000元(小写)壹仟壹佰柒拾叁万元整(大写)。

八、付款时间及条件

(一)付款时间、付款金额及付款条件:

1期:支付比例60%。项目部署上线并试运行后7日内,甲方共计向乙方支付合同总金额的60%,即¥7,038,000.00大写(柒佰零叁万捌仟元整);

2期:支付比例30%,项目整体完成甲方组织的验收后7日内,甲方向乙方支付合同总金额的30%,即¥3,519,000.00大写(叁佰伍拾壹万玖仟元整);

3期:支付比例10%,项目整体完成甲方组织的验收后并正常运行满一年,甲方向乙方支付合同总金额的10%,即¥1,173,000.00大写(壹佰壹拾柒万叁仟元整)。

(二)乙方账户信息

乙方名称:云河(河南)信息科技有限公司

开户银行:中国建设银行郑州行政支行

银行账号:41050167610800000464

九、知识产权

乙方应保证其提供的服务及服务成果的全部及部分,均不存在侵犯第三方知识产权的情形,其服务成果的所有权由甲方享有。否则,乙方应向甲方承担违约责任及赔偿由此给甲方造成的名誉及经济损失。

十、违约责任

(一)甲方没有正当理由逾期支付合同款项的,每延期一日,甲方应按照逾期支付金额的5%承担违约责任。延期达到30日,乙方有权解除合同,并要求甲方赔偿由此造成的经济损失。如因财政拨款等原因造成逾期付款,甲方无须承担违约责任。

(二)甲方存在其他违反本合同的行为,应承担相应的违约责任;违约金不足以赔偿乙方损失的,乙方有权要求甲方赔偿由此造成的经济损失。

(三)乙方逾期提供服务成果的,每延期一日,乙方应按照合同总金额的5%承担违约责任。延期达到30日,甲方有权解除合同,拒付未付款项,并要求乙方赔偿甲方的经济损失。

(四)乙方交付的服务不符合质量要求,或其服务成果存在侵权行为的,甲方有权解除合同,并要求乙方支付合同总金额10%的违约金,违约金不足以赔偿甲方损失的,甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

(五)乙方在参与本项目采购活动过程中,如存在提供虚假承诺、证明、串通投标等违法违规

行为，除承担相应的行政责任外，甲方有权解除合同，并要求乙方承担合同总金额 10% 的违约金，违约金不足以赔偿甲方损失的，甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

(六) 乙方存在其他违反本合同的行为，应承担相应的违约责任；违约金不足以赔偿甲方损失的，甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

十一、不可抗力

因不可抗力致使一方不能及时或完全履行合同的，应及时通知另一方，双方互不承担责任，并在 30 天内提供有关不可抗力的相关证明。合同未履行部分是否继续履行、如何履行等问题，由双方协商解决。

十二、争议的解决方式

合同发生纠纷时，双方应协商解决，协商不成，向 甲方所在地具有管辖权的 人民法院起诉。

十三、合同保存

合同文本一式 八 份，采购单位执四份，中标投标人、采购代理机构各执两份。合同文本保存期限为从采购结束之日起至少保存十五年。

十四、合同附件

本合同所附下列文件是构成本合同不可分割的部分，与本合同具有同等法律效力：

- 1、服务清单（双方应盖章确认）
- 2、乙方出具的报价单（函）
- 3、中标结果公告及中标通知书
- 4、甲方招标文件
- 5、乙方投标文件
- 6、甲乙双方商定的其他文件

十五、双方约定的其他事宜

本合同约定技术审查、咨询、测试、项目验收过程中产生的所有费用由乙方支付。

十六、合同未尽事宜，双方另行签订补充协议，补充协议是合同的组成部分。

十七、本合同由甲乙双方签字盖章后生效。

甲方名称：乌海市水权与信息化中心（章） 乙方名称：云河（河南）信息科技有限公司（章）

甲方法定代表人或负责人：（章） 乙方法定代表人或负责人：（章）

2024年6月19日

2024年6月19日

附件1: 服务清单

序号	名称	单位	数量	具体技术(参数)要求
(一)	数据底板建设			
(1)	地理信息数据采集	项	1	<p>1、L1级数据底板采集及整编 建设范围: 乌海市全城 建设内容: DEM、DOM、DLG 数据 精度要求: DEM 数据精度不低于 30m, DOM 数据精度不低于 2m</p> <p>2、L2级数据底板采集及整编 建设范围: 海勃湾区千里沟、摩尔沟、卡布其沟; 乌达区巴音赛沟、乌尔特沟; 海南区乌珠林沟、黑龙贵沟 建设内容: DEM、DOM 精度要求: DEM 精度不低于 5m, DOM 精度不低于 0.8m</p> <p>3、L3级数据底板采集及整编 建设范围: 海勃湾区千里沟、摩尔沟、卡布其沟; 乌达区巴音赛沟、乌尔特沟; 海南区乌珠林沟、黑龙贵沟 建设内容: 河道断面 精度要求: 河道断面无明显变化测点间距优于 30m, 有明显变化区域采样间隔优于 0.5m</p>
(2)	数据模型建设	项	1	<p>1、乌海市数字孪生水利管理数据模型标准构建</p> <p>1) 梳理行业和乌海市水务局业务数据现状和管理要求, 继承国家和行业相关数据标准规范, 建设乌海市数字孪生水利管理数据模型标准规范;</p> <p>2) 建设标准元模型的模型包、类、属性、组合依赖关系扩展能力。提供标准模型管理功能;</p> <p>3) 建设标准采集配置添加的模型映射配置, 包括新增修改删除标准模板映射, 已配置的映射支持下载模板, 配置完标准模板映射的标准分类, 可通过模板数据批量导入具体标准数据;</p> <p>4) 建设标准管理内的标准数据树型方式浏览, 支持手动维护标准数据的增删改, 支持维护标准间依赖关系、查看历史、标准版本的管理等;</p> <p>5) 建设标准与数据关联映射。元数据与数据标准的映射、元数据与数据质量的映射以及数据标准和数据质量的映射, 提供在线的手工映射配置功能;</p> <p>6) 建设标准检索、标准变更订阅、标准查询、标准发布、标准审核等功能;</p> <p>7) 建设标准覆盖情况、标准推荐情况、标准落地情况进行统计展示, 并支持根据数据资产属性智能、自动推荐相关标准。</p> <p>2、空天地一体化数字空间模型构建</p>

序号	名称	单位	数量	具体技术（参数）要求
				<p>1) 多种格式文件进行概念模型、逻辑模型和物理模型的创建、导入、维护、审核和发布，建立模型与标准之间的关联关系；</p> <p>2) 建设在线概念建模，通过对业务需求的分析，建立业务层面的属性、实体以及之间的关联关系；</p> <p>3) 建设可视化概念模型创建、实体管理、注释管理、分组管理、模型导出等模块；</p> <p>支持以图片形式导出概念模型；</p> <p>4) 建设在线逻辑建模，通过详细定义数据元素之间的逻辑关系，以支持业务流程和信息需求，确定了系统整体数据结构。提供可视化逻辑模型创建、属性管理、关系管理、物理模型生成、逻辑模型导出、逻辑模型检核等模块；可通过数据源的物理库表逆向生成逻辑模型；支持可视化创建与管理逻辑实体关系；支持进行逻辑模型检核（一致性、标准、规范、完整性）；</p> <p>5) 建设在线物理建模，根据逻辑模型进行具体设计，建立数据的实际存储结构、索引、访问路径、存储空间分配以及性能优化等方面内容，实现系统的具体细节和性能要求。提供可视化物理模型创建、属性管理、关系管理、索引管理、物理模型导出、SQL 语句生成、物理模型检核等模块；支持在线可视化物理建模，提供表、视图、主键、外键、注释、支持物理模型属性的新建、删除、修改、检索、主外键设置、版本管理；</p> <p>6) 实现数据建模工程管理，提供 Oracle、MySQL、DM 等各类数据库视图、统一管理各类数据库的数据类型规范；提供 PowerDesigner、Erwin 等第三方模型设计工具的模型导入，支持导出数据资产模型；</p> <p>7) 识别数字孪生水利业务对象，构建数字空间模型概念模型、逻辑模型和物理模型；</p>
(3)	数据引擎建设	项	1	<p>1、空天地数据引接适配</p> <p>1) 实现卫星、无人机、视频、监测传感器、区块链数据引接适配能力；</p> <p>2) 实现与乌海市水务局应用数据源管理及大数据局政务数据服务平台引接适配。</p> <p>2、空天地数据归集</p> <p>1) 实现气象气候数据、水文数据、经济数据、数字孪生水利数据及现有系统数据归集、线下表格数据归集；</p> <p>3、空天地数据整编</p> <p>1) 实现空天地数据汇聚、数据预处理、质量质控、数据共享、数据更新等服务能力；</p> <p>2) 实现基于拖拉拽技术的可视化设计、开发空天地一体化数据集成服务，全链路处理批量数据。支持多种集成作业的</p>

序号	名称	单位	数量	具体技术(参数)要求
				<p>开发,包括多源数据融合、空天地数据转换映射、空天地数据质量监控告警。建设丰富的输入、输出、转换组件,可以方便的扩展组件;</p> <p>3)实现作业流运行策略参数配置,执行策略(并行、串行等待、串行抛弃、串行优先)、全局参数、超时告警、超时时间;</p> <p>4)实现空天地一体化数据资源管理功能,所有开发工作都在各个数据资源类别里以独立项目的形式完成。项目管理员可以加入成员至项目,并赋予项目管理员、开发、运维、部署、安全管理员等角色,以实现多角色协同工作。各项目拥有完全独立的成员角色设定以及调度引擎、数据源、文件资源;</p> <p>5)实现多租户配置,实现对空天地一体化数据资源的共享和隔离。租户下可以实现人员、数据源等资源的授权管理;</p> <p>6)实现项目投产的历史记录查看,包括:源项目名称、资源包名称、操作时间、投产状态、操作人、查看明细。支持已投产的资源回退到上一个版本。</p> <p>7)实现空天地数据管理功能,支持空天地数据注册、空天地数据审核、空天地数据发布、空天地数据变更、空天地数据分类分级功能。支持空天地数据整编业务流程和技术流程的无缝结合,实现空天地数据和物理模型的自动匹配挂接;支持在线和离线两种整编方式;</p> <p>8)实现按机构、按主题、按基础分类等多个维度,对空天地数据进行多级分类展示;</p> <p>4、空天地数据服务</p> <p>1)实现数字孪生水利数据发布及数据标准接口服务;</p> <p>2)实现关键词检索功能,并灵活多检索结果进行排序、统计展示;</p> <p>3)实现快捷浏览资产基本属性、示例数据功能,便捷了解空天地数据详情;</p> <p>4)实现在空天地一体化数据浏览时一键申请、批量申请相关数据资源功能;</p> <p>5)实现单表数据模型服务、多表数据模型服务、自定义SQL 结果集服务;</p> <p>6)实现服务支持字段级的加密脱敏规则配置,</p> <p>7)实现数据服务内置脱敏加密规则,支持乱序脱敏、偏移脱敏、平均值脱敏等预设规则;</p>
(4)	空天地一体化数字空间体系建设	项	1	<p>1、数字孪生水利数据分布与流向构建</p> <p>1)建设数字孪生水利全域数据分布流向图;</p> <p>2)实现基于数据进行变更影响分析、差异性分析、全链分析、血缘分析、版本查看功能;</p> <p>3)实现对管理数据模型标准、业务术语等业务数据定制元模型,形成统一的数据定义;</p>

序号	名称	单位	数量	具体技术（参数）要求
				2、数字孪生水利观、管、防、办业务专题资源服务 1) 建设乌海·数字孪生水利观管防办业务管控体系; 2) 建设乌海·数字孪生水利业务指标综合统计分析; 3) 建设乌海·数字孪生水利业务异常告警综合管控统计服务; 4) 建设乌海·数字孪生水利业务事件工作协同处理统计服务。
(二)	模型库			
(1)	水利专业模型			
1.1	来水预报模型	项	1	1、建模范围：海勃湾区千里沟、摩尔沟、卡布其沟；乌达区巴音赛沟、乌尔特沟；海南区乌珠林沟、黑龙贵沟。 2、建模内容：构建来水预报模型，支撑山洪预报及千里山水库入库洪水过程预报。
1.2	洪水演进模型	项	1	1、建模范围：海勃湾区千里沟、摩尔沟、卡布其沟；乌达区巴音赛沟、乌尔特沟；海南区乌珠林沟、黑龙贵沟。 2、建模内容：构建洪水演进模型，具备沟道洪水演进模拟和淹没分析能力，能根据地形、断面等数据的精细程度合理剖分计算网格，根据洪水淹没范围、淹没水深和上涨过程等计算结果。
1.3	防洪调度模型	项	1	1、建模范围：千里山水库 2、建模内容：根据千里山水库防洪任务，综合考虑上下游及水库本身安全运行等约束条件，实现千里山水库的单库调度，实现与洪水预报成果的耦合和实时调度计算，支撑根据调度规则、调度指令、调度目标等调度模式进行调度计算。
(2)	智能分析模型			
2.1	取用水大数据分析预测模型	项	1	以乌海市工业及规模以上农业取用水户为建模对象，构建取用水预测大数据分析模型，按月对全市取用水户的用水量进行动态预测分析，并指导其开展水权交易等业务活动。
2.2	水位流速智能识别模型	项	1	1、基于图像处理的水位自动读取 利用图像处理、人工智能技术通过视频监控画面实时对试点山洪沟进行水位自动识别。 2、基于视频数据的断面流速自动检测 通过监控视频实时获取山洪沟重要断面的水流图像数据，对水流图像进行特征点的检测和匹配，然后将相邻视频帧的匹配点的特征点像素坐标转换为物理坐标，得到物理距离，再结合帧率计算出图像帧间时间，进而得到水面流速。模型的输入为水流视频数据，输出为实时流速值。
(3)	三维可视化模型	项	1	需依托乌海市城市大脑构建的城市CIM平台仿真引擎能力及数据底板地理空间数据、监测数据等型，构建自然背景、流场动态、水利工程等可视化模型，满足“四预”智能应用模拟仿真提供实时渲染和可视化呈现。

序号	名称	单位	数量	具体技术（参数）要求
(三)	知识库			
(1)	预报调度方案库	项	1	预报调度方案库包括乌海市应急预案、三区应急预案、工程调度运用规则、供水调度方案、蓄水方案、水位超标应急预案等。
(2)	历史场景库	项	1	包括乌海市典型年历史场次洪水的实况洪水过程、预报过程、调度过程以及历史场景发生的防洪调度、重大事件应急处置等关键过程。
(3)	知识引擎	项	1	建设具有水利知识抽取、水利知识融合、水利知识存储等功能的水利知识引擎，为分析决策提供智能支撑。
(四)	业务应用			
(1)	一体化综合服务门户			
1.1	工作台	项	1	1、实现集中展示相关政策文件、通知公告； 2、实现按应用快速入口，集成应用系统单点登录； 3、实现异常告警事件和工单综合信息展示并支持异常告警和事件查看处理快捷入口； 4、实现最新发布的指标和指标订阅功能；
1.2	领导驾驶舱	项	1	1、实现综合展现业务指标与数据指标相关数据展现功能。 2、实现水资源交易全周期数据上链统计数据展现功能； 3、构建数据空间网络矩阵； 4、构建空天地一体化数字空间图系。
1.3	综合管控	项	1	1、实现水资源管理、山洪灾害四预业务中异常告警、事件工单实现一网统管和一键办理； 2、实现水资源管理、山洪灾害四预业务异常告警、事件工单综合分析。
1.4	指标管理	项	1	1、实现业务指标注册、基础信息管理 2、实现业务指标发布； 3、实现业务指标订阅管理； 4、实现业务指标综合统计。
(2)	水资源管理系统			
2.1	水资源一张图	项	1	1、水资源综合监视：包括水源地监测、地下水监测、取用水在线监测、水源工程运行监测及视频监测等，满足一图查询、一图统揽的信息综合查询需求。 2、图层控制：在图层列表中选择需要查看的专题图层，需支持单选及多选操作。 3、综合告警：需对取用水管理异常行为进行告警，包括取用水超计划、取用水超许可、取水许可证过期、监测计量设备异常等功能。 4、业务专题：在一张图中构建对应的业务专题场景，包括取用水管理专题、计划用水管理专题、预算用水管理专题、用水分析专题。

序号	名称	单位	数量	具体技术（参数）要求
2.2	用水总量管理	项	1	对用水总量、水资源预算量、计划用水按水源、按用途等不同维度进行分类统计查询，掌握全市及各行政区用水总量及用水结构，支撑用水总量控制、计划把控、预算精细化管理。
2.3	分水源管理	项	1	掌握全市常规水源和非常规水源的开发利用效果，促进水资源的循环利用。
2.4	分行业管理	项	1	按照煤炭、化工、新材料取用水户所在不同行业统计用水量、取水许可量、水资源预算量、计划用水量、实际取用水量及水权交易量等，系统实时生成各类统计报表。
2.5	分用途管理	项	1	对用水总量、不同用途用水量及对应的计划及预算进行统计，并将各个用途用水按照行政区、水源类型进行分类统计查询，掌握各行政区不同时段用水结构，实现各用途用水情况精细化把控。
2.6	3+X 管理	项	1	<p>1、计划用水管理：构建计划用水管理流程，取用水户可通过系统上传下年度逐月用水计划，系统内自动推送其相关取水许可信息、近3年用水计划及水量核定信息，方便区水行政主管部门进行审批，并以区为统计单元自动生成计划用水报表上传市水务局用户，完成审批后的用水计划可通过系统下发给各用水户。市水务局用户可通过系统查询乌海市所有取用水户上报及下发的用水计划详细信息。</p> <p>2、水资源预算管理：基于《乌海市水预算管理实施方案》，对标经济管理模式，构建水资源预算管理模块，实现水资源预算的用水申请、用水核定、下达、决算、预算调整核定等全流程线上化管理。</p> <p>3、用水定额管理：整编水利部、内蒙古自治区、乌海市及周边区域的用水定额标准，需实现对各文件的自动解析及标准化存储，用于对不同用水户的用水效率计算分析。</p> <p>4、水资源刚性约束管理：构建取用水户、取水许可、取水口、监测计量设备等取用水管理台账；结合实际用水量对超许可、超计划及取水许可证超有效期等问题进行告警，并通过水资源一张图进行展示。</p>
2.7	用水分析	项	1	<p>1、用水效率计算：根据取用水户在水量核定台账中上传的用水量及产量信息，系统内自动计算各用水户的用水效率，并生成用水效率计算台账，分水源、分用途、分行业、分区域展示取用水户用水量及用水效率的同比、环比分析结果。</p> <p>2、用水效率评价：将用水效率计算结果与用水定额标准进行分析对比，设置用水效率评价排行榜，包括对用水效率优于或处于领跑定额的取用水户进行排行及对低于通用定额的取用水户进行排行。</p> <p>3、用水考核：设置用水总量、万元GDP增长用水量、万元工业增加值用水量等用水指标录入功能，系统统计指标实际完成情况，并生成乌海市及三区用水指标考核成果，在此模块及一张图中展示。</p>

序号	名称	单位	数量	具体技术（参数）要求
2.8	地下水管理	项	1	对各水文地质单元的地下水水位、水质等进行实时监测，对地下水超采等情况进行综合告警。
2.9	取用水执法巡检	项	1	移动应用端上传现场巡检记录后，PC端可对事件详情、案件信息、处罚单等进行登记上传，整改完成后通过系统可进行案件销号管理。
2.10	违规及处置	项	1	统计取用水超预算、超计划、用水水平低于通用定额等信息，生成违规台账。通过系统可将违规信息推送到相关责任人。
2.11	水权交易	项	1	提供水权交易结果导入、台账等功能，结合用水效率分析评价结果，分月统计的闲置水量推送到水权交易平台。
2.12	水资源管理移动应用	项	1	1、综合查询：基于GIS一张图实现对乌海市水情、雨情、监控视频、水源分布、取用水监测、取水许可、用水定额等实时信息的动态查询展示。 2、移动巡查：水政执法人员进行巡检过程中，通过移动APP可将发现的问题记录上传，上传信息包括问题类型、问题描述、现场照片、权责单位、上传人员等。 3、在线审批：实现对计划用水、水资源预算等上报信息的移动在线审批。 4、告警提示：与PC端同步展示综合告警信息。
2.13	试点企业数字孪生场景	项	1	选择内蒙古广聚新材料有限责任公司作为试点企业，依托乌海市城市CIM平台建设成果构建企业级水资源管理应用，实现在三维可视化场景内的取用水综合监视、水平衡分析及需水预测分析。
(3)	山洪灾害四预系统			
3.1	综合监视	项	1	1、水雨情态势感知：通过“一屏”集成展示雨情、水情、视频等多源信息、预报预警等内容，并且根据预警阈值实现预警信息自动播报提醒，为山洪灾害防御指挥调度提供可视化的综合监视平台。 2、图层控制：在图层列表中选择需要查看的专题图层，需支持单选及多选操作。
3.2	来水预报	项	1	获取并展示流域汛情预报信息，调用来水预报模型，对七条山洪沟及千里山水库来水进行预报。
3.3	山洪预警	项	1	1、洪水预警：提供雨水情、水库蓄水、水位变幅实时监视预警，提供基于预报调度预演结果的雨水情、水库蓄水预警。 2、预警信息发布：系统内置预警发布模板，同时根据预报预演结果，自动生成预警信息，并通过手机短信形式向相关人员发布预警信息。 3、预警指标管理：设置预警类型、预警要素、预警对象、预警阈值范围等预警指标。系统实现对预警类型、预警要素、预警对象、预警阈值范围、预警信号等指标前端查询与展示。

序号	名称	单位	数量	具体技术（参数）要求
3.4	山洪预演	项	1	1、实时预演：集成汛情预报信息，根据流域调度方案，基于数据底板场景，通过图、表等方式展示各山洪沟重要控制断面及千里山水库流量、水位等，支持人工调整调度方案参数。 2、历史复盘：通过历史场景库提取典型洪水事件相关信息，并通过系统进行历史场景演示，提供辅助决策支撑能力。
3.5	山洪预案	项	1	提供各山洪沟调度方案自动生成、多方案对比评估和管理，历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策。
3.6	值班值守	项	1	支持信息报送及值班日志记录，包括值班计划、值班记录、值班日志等功能。
(五)	应用支撑			
(1)	数字孪生水利数字化微应用开发构件建设	项	1	1、实现统一微服务架构，实现微服务应用的开发、部署、监控、运维、治理等应用生命周期管理工作能力。 2、实现微服务应用标准的前后端分离开发模式（前端项目，后端项目）以及微服务应用编码，调试，构建能力。通过拖、拉、拽方式将构件库中的构件进行图形化的组装，实现快速构建基于 Web 的企业级微服务应用； 3、实现统一、高可用的应用注册与应用发现能力； 4、实现全局化、多角度的应用信息管理能力，用户可以以应用系统为单位组合应用、管理应用，并且实现注册中心、配置中心、监控中心的信息浏览，以及拓扑管理能力； 5、实现应用配置管理方案，用户可以方便的进行应用中数据库、定时任务、缓存等平台内置的配置项管理。支持用户自定义配置； 6、实现当前应用状态、应用中的各种日志、数据库等信息的监控，并实现全链路跟踪能力； 7、实现大规模、分布式的应用行为监控。利用监控仪表盘，用户可以清晰的了解平台微服务的状态和之间的调用关系，以及某个应用的服务请求序列； 8、实现业务流程整个生命周期的管理，包括业务流程的设计建模、测试与调试、部署、运行、监控、管理；
(2)	数字孪生水利数字化管理运营构件建设	项	1	1、实现数字孪生水利数字化管理运营项目/项目群管理、项目团队人员和权限管理； 2、实现数字化管理运营工作项管理、代码库管理； 3、实现数字化管理运营组件管理、集成部署设计管理、构建流程模板管理、介质管理和镜像管理； 4、实现数字化管理运营测试用例管理并支持自动化测试； 5、实现数字化管理运营资源管理、发布管理和实例运维； 6、实现数字化管理运营投产窗口配置管理、投产项目进度管理。

序号	名称	单位	数量	具体技术（参数）要求
(3)	数字孪生水利数据链管理平台	项	1	实现数字孪生水利区块链数据上链管理、智能合约管理、账号权限管理、可信跨链扩展管理、数据链节点管理、数据链统计监控功能。
(4)	国产化数据库	项	1	1、数据库性能较高，包括响应时间、数据单位时间吞吐量、内存使用情况、系统输入/输出速率、SQL 语句的执行等； 2、自适应各种软硬件平台，支持国产主流芯片的服务器设备和操作系统； 3、支持并行处理能力； 4、可移植性和可扩展性强； 5、具有数据完整性约束 6、具有丰富的数据库访问及操作接口； 7、具有容错能力，在异常情况下对数据进行容错处理； 8、安全性控制，包括安全保密的程度（帐户管理、用户权限、网络安全控制、数据约束）； 9、兼容并满足当前主流程序设计语言开发的需要； 10、支持汉字处理能力，包括数据库描述语言的汉字处理能力（表名、域名、数据）和数据库开发工具对汉字的支持能力。
(六)	系统集成			
(1)	内部集成	项	1	通过系统配置和联库，使得关联模块能够互联互通，有效地实现本项目实体环境、通信网络、网络安全、应用系统之间的协调一致，形成一个完整的系统，实现系统的设计目标。
(2)	外部集成	项	1	外部系统主要包括乌海市城市大脑平台及市级已建信息化系统，通过开发通信接口及服务，对相关数据和成果进行集成和共享，以充分发挥本项目数字孪生水利信息化成果的价值，实现与上级系统的互联互通、数据共享、业务协同，并为乌海市智慧城市管理提供充足的数据支撑。 同时，为了乌海市后续可能建设的水利信息化相关成果预留足够的数据接口，保证数字孪生项目有充足的可拓展性，为与后续可能建设的水利信息化相关成果的集成做好充足的集成基础。

6.4 陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目

项目名称	陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目
买方名称	神木市水务集团金石河道采砂有限公司
买方联系人及电话	常海强/0912-8330666
签约合同价	628.875万元
工作内容	<p>硬件：现场控制中心、数据中心、县监管指挥中心平台、视频监控点（3枪机1球机）、视频监控点（2枪机1球机）、太阳能视频监控点（3枪机1球机）、视频监控点（1枪机1球机）、视频监控点（1枪机）、采砂船智能管理系统1套（2艘船）、地磅传感器及仪器改造、智能地磅改造（双磅含出入口）。</p> <p>施工：设备安装。</p> <p>软件：控制中心软件环境、数据中心服务器端软件系统。</p>
备注	/

中标通知书扫描件

中标（成交）通知书

中标（成交）供应商：云河(河南)信息科技有限公司

项目名称	神木市水务集团金石河道采砂有限公司黄河河道采砂信息化智能管理系统工程		
项目编号	SMZCZ-2023360D	采购方式	单一来源
中标（成交）价	大写：陆佰贰拾捌万捌仟柒佰伍拾元整 小写：6288750.00		
注意事项： 1. 接到本中标（成交）通知三十日内与采购人签订合同。 2. 本中标（成交）通知书为一式三份，中标人（成交供应商）、采购单位及神木市政府采购中心各持一份。			
注：根据《陕西省财政厅关于印发<陕西省中小企业政府采购信用融资办法>的通知》（陕财办采〔2018〕23号）相关规定，有融资需求的供应商可根据自身情况，在陕西省政府采购信用融资平台（ http://www.ccgp-shaanxi.gov.cn/zcdservice/zcd/shanxi/ ）自主选择金融机构及其融资产品，凭政府采购中标（成交）通知书或政府采购合同提出融资申请。（政府采购监管部门业务咨询电话：0912-8330666）			



陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目合同书

甲方：神木市水务集团金石河道采砂有限公司

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

依照《中华人民共和国民法典》及其它有关法律、法规、规章，供需双方本着平等互利，诚实守信的原则，就陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统项目有关事项协商并达成一致，订立本合同，以资共同遵照执行。

一、项目建设内容

本次建设内容仅包括陕西省榆林市神木市黄河河道采砂信息化智能管理系统项目的软硬件供应及安装。详见附件清单（附件1）。

二、合同总价

合同总价为人民币（大写）：陆佰贰拾捌万捌仟柒佰伍拾元整，即¥：6288750.00元；该合同总价（见附件1），已包括设计、材料、包装运输、安装、调试、验收合格交付使用之前及保修期内保修服务与备用物件等所有其他相关各项的含税费用，乙方提供6%的增值税普通发票。

三、项目建设期限

合同签订后且满足入场要求（见附件2），自甲方支付第二笔

款项后 5 日内进场施工，建设周期为 30 个日历天。

四、产品质量及安装调试要求

1、乙方须按设计方案要求，向甲方提供符合国家产品质量标准的正品设备，不得以任何理由以次充好，未经甲方同意，不得随意更改方案，因为产品升级换代、缺货、上级监管要求更新等情况可使用满足新需求的产品型号代替，方案做调整时需要经双方协商后可更改方案。

2、在签订合同后，乙方将设备自行运至甲方场地（运输费用由乙方负担，甲方免费提供存放物品的仓库），按照相关规定进行施工，确保布局合理，设备安装规范，综合布线规范，便于使用及维护，符合国家有关技术标准。

五、交货及验收

系统安装、调试完毕，由乙方通知甲方组织验收。甲方收到乙方提交验收申请后 5 个工作日内对工程进行验收，如验收不合格的，乙方应按照甲方验收结果整改，直至验收合格，且不免除乙方的工期责任。若甲方无故拖延验收且超出 5 个工作日视为验收合格。

六、付款方式及期限

本合同签订之日起 5 个工作日内，甲方支付乙方合同总价款的 30%（¥1,886,625.00 元），大写：壹佰捌拾捌万陆仟陆佰贰拾伍元整；

乙方收到预付款后组织设备、物资进场，进行施工前期准

备工作，设备设施入场后甲方支付乙方合同总价款的 40% (¥2,515,500.00 元)，大写：贰佰伍拾壹万伍仟伍佰元整；且满足入场要求（见附件 2）后，乙方入场施工。

项目建设完成，按照第五条约定提出验收申请后 5 个工作日内，甲方组织验收工作，项目验收合格且投产后 5 个工作日内支付乙方合同总价款的 30% (¥1,886,625.00 元)，大写：壹佰捌拾捌万陆仟陆佰贰拾伍元整。

以上付款进度，如逾期未支付，则乙方有权停止系统建设及设备运行，由此产生一切后果由甲方承担。

七、约定事项

合同如需变更，甲、乙双方另行协商确定变更事宜，双方签章生效，并作为本合同的附件，本合同的其他附件与本合同具有同等效力。

八、违约责任

1、乙方必须严格按合同要求按时、按质、按量完成供货，安装调试完毕后交付甲方使用。如乙方迟延交付，每日按合同总价款的 1%向甲方承担违约责任。

2、乙方所交付的设备品种、型号、规格不符合合同规定的，甲方有权拒收设备。

3、甲方应当严格按照合同约定支付款项，逾期支付的，每逾期一日，按照应付未付金额的 1%向乙方支付违约金。

4、甲乙双方任何一方违约给另一方造成的损失，由违约

（本单为复印件）

（本单为复印件）

方据实赔偿,违约方还应承担守约方因提起诉讼而产生的相关费用,包括但不限于诉讼费,律师费,保全费,差旅费,诉讼保全责任保险费,文印费,公证费,鉴定费等相关费用。

九、售后服务

1、项目竣工后,乙方按规定对项目实行保修,保修期从验收合格之日起计算,保修期1年,保修期内设备和系统出现质量问题由乙方负责免费维修(除自然灾害及人为因素外)。

2、凡由产品质量问题引起的各类故障,乙方在接到甲方故障报修通知后,在8小时内响应,48小时内解决故障,若在48小时内不能排除故障的,则应由乙方提供与原设备同等标准的备用产品,确保系统的正常运行。

3、免费培训系统操作管理人员,要求达到能正确使用与维护本合同的设施、设备。

十、免责条款:

1、甲乙双方因不可抗力无法履行合同义务时,履行合同的时间顺延:不可抗力发生后,受影响方应立即将不可抗力发生的情况以书面形式通知另一方。甲乙双方应采取必要措施密切配合,以减少不可抗力的影响;

2、不可抗力是指战争、台风、地震、火灾、洪水、疫情、禁运,以及双方同意的不可抗力。

十一、产品鉴定

因设备的质量问题发生争议,由甲方所在地质量监督局或

其指定的质量鉴定单位进行质量鉴定、设备符合质量标准的，鉴定费由甲方承担，设备不符合质量标准的，鉴定费由乙方承担。

十二、争议的解决

凡与本合同有关而引起的一切争议，甲、乙双方应首先通过友好协商解决，如经协商后仍不能达成协议提起诉讼时，由原告所在地法院管辖。

十三、其他

1、本合同自甲乙双方签字盖章后生效。在执行期间如有未尽事宜，由甲、乙双方协商，另订附则附于本合同之内，其法律上与本合同享有同等效力。非经双方协商同意，任何一方均不得随意变更或解除合同。如一方需要变更合同，双方应就变更事项达成书面协议并签字盖章予以确认。如双方就变更事项不能达成一致意见的，提议变更方仍应依本合同约定继续履行，否则视为违约。

2、本合同按《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国产品质量法》《消费者权益保护法》等有关法律条款执行。

3、本合同一式肆份，甲乙双方各持贰份。

甲方：神木市水务集团金石
河道采砂有限公司（盖章）
法定代表人或委托代表（签
字）：1 

统一社会信用代码：

91610821MA70FJHQ41

单位地址：陕西省榆林市神
木市滨河新区水利大楼18楼
1816室

电话：8663899

开户行：中国银行股份有限公司神木市继业路支行

账号：1037 0216 972 1

乙方：河南（河南）信息科
技有限公司（盖章）

法定代表人或委托代表（签
字）：

侯仁雨

统一社会信用代码：

91410000MA46YXAGXT

单位地址：河南省郑州市金
水区金水路109号

电话：0371-66023563

开户银行：中国建设银行郑
州行政区支行

银行账户：4105 0167 6108
0000 0464

2023 年 9 月 12 日

2023 年 9 月 12 日

6.5 东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程项目

中标通知书扫描件



中标通知书



标段编号：4403002023001500101Y

标段名称：东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程

建设单位：深圳市东江水源工程管理处

招标方式：公开招标

中标单位：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司//深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

中标价：2425.046936万元

中标工期：合同工期：36个月，实施期4个月（在东江水源工程停水检修期实施），具体检修期以深圳市水务局供水水源调度通知单为准。

项目经理(总监)：

本工程于 2024-02-02 在深圳公共资源交易中心(深圳交易集团建设工程招标业务分公司)进行招标，2024-03-15 完成招标流程。

招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起三十日内按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。





项目已进场开展工作的相关文件扫描件

JL02

合同工程开工批复

(监理[2024]合开工 01 号)

合同名称: 东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程合同 合同编号:

致(承包人): 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司深圳市城市公共安全技术研究
院有限公司东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程联合体项目部

贵方 2024 年 03 月 29 日报送的东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程合同工
程开工申请(承包[2024]合开工 001 号)已经通过审核, 同意贵方按施工进度计划组织施
工。

批复意见:

1. 本项目已进行设计交底及图纸会审, 图纸会审中的相关意见已经落实。
2. 施工组织设计已经项目监理机构审核同意。
3. 施工单位已建立相应的现场质量、安全生产管理体系。
4. 相关管理人员及特种作业人员资质已审查并已到位, 主要施工机械已进场并验收
完成, 主要工程材料已落实。
5. 符合开工条件, 同意于 2024 年 4 月 7 日。



日 期: 2024 年 4 月 7 日

今已收到合同工程的开工批复。

承 包 人: 中国电建集团中南勘测设计研究院有限
公司深圳市城市公共安全技术研究有
限公司东江水源工程主干线水工建筑物
安全监测工程联合体项目部

项目经理: (签名)

日 期: 2024 年 4 月 4 日

说明: 本表一式 份, 由监理机构填写。承包人签收后, 发包人 份、设代机构 份、监理
机构 份、承包人 份。

JL01

合同工程开工通知

(监理[2024]开工 01 号)

合同名称: 东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程合同 合同编号:

致(承包人): 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司深圳市城市公共安全技术研究院有限公司东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程联合体项目部

根据施工合同约定, 现签发东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程合同工程开工通知。贵方在接到该通知后, 及时调遣人员和施工设备、材料进场, 完成各项施工准备工作, 尽快提交《合同工程开工申请表》。

该合同工程的开工日期为___/___年___/___月___/___日。



东江水源工程监理部

日期: 2024 年 4 月 1 日

今已收到合同工程开工通知。

承包人: 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
深圳市城市公共安全技术研究院有限公司
东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程联合体项目部

签收人: (签名) 张宇浩
日期: 2024 年 4 月 1 日

说明: 本表一式___份, 由监理单位填写。承包人签收后, 发发包人___份、设代机构___份、监理单位___份、承包人___份。

CB14

合同项目开工申请表

(承包[2024]合开工 001 号)

合同名称: 东江水源工程主干线水工建筑物安全监测项目合同

合同编号:

致深圳市深水兆业工程顾问有限公司东江水源工程监理部:

我方承担的东江水源工程主干线水工建筑物安全监测项目合同工程,已完成了各项准备工作,具备了开工条件,现申请开工,请贵方审批。

附件:合同工程开工申请报告

承 包 人: 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司深圳
市城市公共安全技术有限公司东江水源工
程主干线水工建筑物安全监测工程联合体项目部

项目经理: (签名)

日 期: 2024 年 3 月 29 日

审核后另行批复。

监理机构: 深圳市深水兆业工程顾问有限公司东江水源工程
监理部

签 收 人: (签名)

日 期: 2024 年 7 月 29 日

说明: 本表一式__份,由承包人填写,监理机构签收后,发包人__份、设代机构__份、监
理机构__份、承包人__份。

合同工程开工申请报告

致深圳市深水兆业工程顾问有限公司东江水源工程监理部：

鉴于我方施工组织机构已组建完成，施工及管理人员已经全部进场，施工设备、材料、仪器设备已到场，施工组织设计及各项施工措施方案已经完成，依据合同要求，已具备开工条件，现申请本工程开工，请贵方审查。

申请人：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
深圳市城市公共安全技术研究院有限公司
东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程联合体项目部



2024年3月29日

工程编号: 44030020230015001

合同编号: _____

深圳市水务局 建设工程施工合同

工程名称: 东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程

工程地点: 深圳市、惠州市

发包人: 深圳市东江水源工程管理处

承包人: 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司(牵头方)

深圳市城市公共安全技术有限公司(成员方)

第一部分 协议书

发包人(全称): 深圳市东江水源工程管理处

承包人(全称): 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司(牵头方)

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司(成员方)

根据《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国建筑法》、《深圳经济特区建设工程施工招标投标条例》及其他有关法律、法规,遵循平等、自愿、公平和诚实信用的原则,发包人和承包人就本工程施工事项协商一致,订立本合同,达成协议如下:

一、工程概况

工程名称: 东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程

工程地点: 深圳市、惠州市

工程规模及特征: 东江水源工程是为长远解决深圳水源短缺问题,由深圳市政府投资建设的大型跨流域调水工程,属II等水利工程,工程规模为大(2)型。东江水源工程建成运营至今已二十多年,作为深圳市“生命线工程”,工程定位高,检修难度大,容错率低,且沿线隧洞、渡槽、重点穿跨邻接工程等结构安全监测基本缺失,目前水工建筑物已出现不同程度的病害,存在较大的结构安全隐患,因此,对东江水源工程主干线水工建筑物进行智慧化监管十分必要。根据《SL764-2018 水工隧洞安全监测技术规范》,需对隧洞、渡槽等水工建筑物及重点穿跨邻接工程等开展在线安全监测。

本工程拟对东江水源工程主干线水工建筑物(隧洞、渡槽及重点穿跨邻接工程)部署网络通信及物联感知设备,对应力应变、振动、裂缝、渗压、温

度、不均匀沉降（竖向位移）、裂缝开合度等因子进行监测，实现监测数据采集、分析和综合展示。

工程类别： 水利工程 工程等级： II 等

工程投资额： 3094.45 万元 资金来源： 政府 100%

二、工程承包范围

东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程建设内容为全线水工建筑物的物联感知及基础设施建设和数据集成对接。建设内容如下：

对东江水源工程主干线水工建筑物（含 17 条主干隧洞、4 条支线隧洞、2 条连通隧洞、渡槽及重点穿跨邻接工程）部署网络通信及物联感知设备，对应力应变、振动、裂缝、渗压、温度、不均匀沉降（竖向位移）、裂缝开合度等因子实现在线监测预警；在各隧洞内敷设铠装/水下光纤，在各洞口/检修井口安装光纤光栅解调仪，通过 4G/5G 网实现水工建筑物结构安全监测数据的无线传输，将采集到的监测数据与深圳市智慧水务一期物联网平台进行对接，创建监测 POI 数据并加载至引水工程系统中，丰富引水工程全景图的数据基底，以实现东江水源工程全方位、精细化、自动化、可视化的智能监管。

1) 应力应变监测范围包括：东江水源工程全线 17 条主线隧洞、4 条支线隧洞、2 条连通隧洞，713 个应力应变监测测点；

2) 裂缝监测范围包括东江水源工程全线 17 条主线隧洞、4 条支线隧洞、2 条连通隧洞，总共建设 506 个裂缝监测测点；

3) 渗压监测范围包括东江水源工程全线 17 条主线隧洞、4 条支线隧洞、2 条连通隧洞，总共建设 223 个渗压监测测点；

4) 振动监测范围包括：东江水源工程沿线有对主体结构造成一定影响的交叉

工程处，总共建设 46 处监测断面，共计 46 个振动监测测点；

5) 结构温度监测范围包括：东江水源工程全线 17 条主线隧洞、4 条支线隧洞、2 条连通隧洞，总共建设 476 个结构温度监测测点；

6) 不均匀沉降（竖向位移）监测范围包括：7 条渡槽，共建 69 处监测断面，共计 76 个监测点位；

7) 伸缩缝开合度监测范围包括：7 条渡槽，共建 69 处监测断面，共计 138 个监测点位；

8) 接入网光缆敷设，进行本期物联采集接入需要的光缆敷设，沿东江水源工程沿线 106 公里隧洞敷设光缆，主光缆类型涉及铠装光缆 8 芯、铠装光缆 16 芯、铠装光缆 24 芯、铠装水下光缆 8 芯、铠装水下光缆 16 芯、铠装水下光缆 24 芯。结合主体结构长度和监测断面数差异，在部分断面数较多、结构长度较长的工程段，采用多根主光缆传输；东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程拟建设光缆 239.433 公里。

9) 数据集成对接，对前端工情监测数据无线传输至深圳市智慧水务一期物联网平台，继而推送至引水工程系统。基于引水工程系统功能架构，一是完善“工情监测”模块应用，实现对本工程新建前端工情监测数据的综合展示、监测预警、统计分析、报表输出、状态查询、设备管理等功能，相关数据应按照《深圳市水务数据传输规约》要求传输至市水务局物联网平台；二是完善“全景图”模块应用，对后续由深圳市各区统建的东江水源工程既有水工建筑物 BIM 模型数据进行轻量化处理，针对主要安全监测设施设备（含本工程新建各类监测设备、光纤、自动化采集站点）建立 BIM 模型，并将各监测设施相关设备的空间位置、设备参数、安装信息、监测数据等信息加载至引

水工程系统-全景图，融合既有水工建筑物 BIM 模型、GIS 地理信息及 IOT 监测数据，打造 BIM 专题图层。

具体工程量以经图纸会审确定的施工图为准。

1. 水库枢纽及配套专业工程、其他工程：（在□内打√，并填写相应的工程量）

<input type="checkbox"/> 四通一平工程 通水： 千米；通电： 千米；进场道路： 千米；场平： 万平方米	
<input type="checkbox"/> 水库枢纽工程 坝长： 米；坝顶宽： 米；坝高： 米	
<input type="checkbox"/> 隧洞工程 千米	<input type="checkbox"/> 管道工程 千米
<input type="checkbox"/> 水闸工程 立方米/S	<input type="checkbox"/> 泵站工程 立方米/S
<input type="checkbox"/> 道路工程 长： 米 宽： 米	<input type="checkbox"/> 绿化工程 平米
<input type="checkbox"/> 配套管理房工程 座 平米	<input type="checkbox"/> 室外工程 平米
<input type="checkbox"/> 智慧水务工程	<input type="checkbox"/> 装修工程 平米
<input type="checkbox"/> 其它：	

2. 河道整治及配套专业工程、其他工程：（在□内打√，并填写相应的工程量）

<input type="checkbox"/> 四通一平工程 万平方米	<input type="checkbox"/> 堤岸整治工程 千米
<input type="checkbox"/> 挡墙护坡工程 长： 米；宽： 米；高： 米	<input type="checkbox"/> 管道工程 千米
<input type="checkbox"/> 渠道工程 千米	<input type="checkbox"/> 清淤疏浚工程 立方米
<input type="checkbox"/> 箱涵工程 长： 米 宽： 米 高： 米	<input type="checkbox"/> 泵站工程 平方米 /d
<input type="checkbox"/> 水闸工程 座	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 软基处理工程 万平方米	<input type="checkbox"/> 道路工程 长： 米 宽： 米
<input type="checkbox"/> 绿化工程 米	<input type="checkbox"/> 管线迁改工程 米
<input type="checkbox"/> 其它：	

3. 排水管网及配套专业工程：（在□内打√，并填写相应的工程量）

<input type="checkbox"/> 排水管道工程 千米	<input type="checkbox"/> 检查井 座
<input type="checkbox"/> 道路工程 千米	<input type="checkbox"/> 绿化工程 平米
<input type="checkbox"/> 交通疏解工程 千米	<input type="checkbox"/> 管线迁改工程 千米

(本页为盖章页)

发包人：(公章)

法定代表人或其委托代理人：

(签字)

组织机构代码：

地址：深圳市福田区水源大厦 801

邮政编码：

法定代表人：陈锦庆

委托代理人：

电话：

传真：

电子信箱：

开户银行：

账号：

承包人(牵头方)：(公章)

法定代表人或其委托代理人：

(签字)

组织机构代码：444885356

地址：长沙市雨花区香樟东路 16 号

邮政编码：410014

法定代表人：周峰

委托代理人：谢群勇

电话：0731-85072217

传真：0731-85584080

电子信箱：/

开户银行：中国建设银行长沙奎塘支行

账号：43001788161050000101

承包人(成员方)：(公章)

法定代表人或其委托代理人：

(签字)

地址：深圳市罗湖区清水河街道清水河社区

清水河三路 18 号博盈大厦 1 号楼 11 层

邮政编码：518000

电话：18672799942

传真：0755-88127244

联合体共同投标协议

致深圳市东江水源工程管理处：

经友好协商，深圳市城市公共安全技术研究院有限公司、中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司自愿组成联合体共同参加东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程的投标，相关事宜订立协议如下：

一、合作方式及授权委托

(一)联合体成员确认由中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司作为联合体牵头方，负责联合体在本项目的投标活动。联合体各方及其法定代表人授权委托其授权代表参加本项目的投标活动，包括但不限于提交组织编制投标文件、提交投标文件、提交澄清文件、处理与项目投标相关的一切必要的事宜以及合同履行阶段的主办、组织和协调工作。投标人与招标人之间的来往函件将通过牵头方公司收寄。

(二)牵头方公司做出的同(项目名称：东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程)相关的行为对联合体全体成员均具有法律效力。联合体成员各方对牵头方公司在投标活动中及中标后履约的一切行为承担连带责任。

(三)联合体各方均同意授权联合体牵头方的(谢群勇，身份证号： 03111235)作为联合体参与本项目投标活动的授权代表。

(四)联合体成员各方在本项目中的工作范围及内容规定如下：

联合体牵头方，承担对整个项目的组织、协调和监督责任，以确保项目达到既定目标，在本项目中的工作范围及内



容如下:

1. 负责东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程全线水工建筑物的物联感知及基础设施建设。对东江水源工程主干线水工建筑物(含 17 条主干隧洞、4 条支线隧洞、2 条连通隧洞、渡槽及重点穿跨邻接工程)部署网络通信及物联感知设备,对应力应变、振动、裂缝、渗压、温度、不均匀沉降(竖向位移)、裂缝开合度等因子实现在线监测预警;在各隧洞内敷设铠装/水下光纤,在各洞口/检修井口安装光纤光栅解调仪,通过 4G/5G 网实现水工建筑物结构安全监测数据的无线传输。

联合体成员方,积极配合牵头方在投标及合同实施阶段的各项工作,负责东江水源工程主干线水工建筑物安全监测工程全线水工建筑物的数据集成对接:

1. 数据集成对接,对前端工情监测数据无线传输至深圳市智慧水务一期物联网平台,继而推送至引水工程系统。基于引水工程系统功能架构,一是完善“工情监测”模块应用,实现对本工程新建前端工情监测数据的综合展示、监测预警、统计分析、报表输出、状态查询、设备管理等功能,相关数据应按照《深圳市水务数据传输规约》要求传输至市水务局物联网平台;二是完善“全景图”模块应用,对后续由深圳市各区统建的东江水源工程既有水工建筑物 BIM 模型数据进行轻量化处理,针对主要安全监测设施设备(含本工程新建各类监测设备、光纤、自动化采集站点)建立 BIM 模型,并将各监测设施相关设备的空间位置、设备参数、安装信息、监测数据等信息加载至引水工程系统-全景图,融合既有水工建筑物 BIM 模型、GIS 地理信息及 IOT 监测数据,打造 BIM

专题图层。

2. 其他与数据集成对接相关的内容。

二、联合体要求

联合体对外应以一个投标人的身份共同投标，联合体各方签订共同投标协议后，不得再以自己名义单独投标，也不得组成新的联合体或参加其他联合体在同一项目中的投标。

三、协议有效期

本协议经所有联合体成员盖章和法定代表人或授权代表签署后生效。若本联合体未获得本项目中标资格，本协议有效期与本项目要求的投标有效期一致；若本联合体获得本项目中标资格，则本协议有效期自动延长至招标人与中标人双方履行采购合同结束之日。

四、联合体各方权利和义务

（一）牵头方权利和义务

权利：对项目 and 联合体各方直接行使组织与管理；与招标人、联合体内部各方的沟通与协调；因承担组织、管理、沟通、协调等工作而获得相应收益。

义务：承担联合体内部的组织管理和沟通协调工作；协调、安排管理工作中的费用开支；就该项目对招标人承担主要责任等。根据分工内容对照合同工程量清单支付联合体成员费用。

（二）成员方权利和义务

权利：联合体成员方有项目监督权、知情权、有关招标项目信息的共享权、收益权、项目分工中的协调权、损失追偿权、参与项目管理权。

义务：联合体成员应按期合格地完成所承担的项目任务并交付相应成果的义务；及时向单位及各方通报所承担的项目任务的进展和实施情况，并送达必要的文书；支持和配合投标联合体各方顺利完成所承担的项目任务的义务；服从主体单位或组织管理机构统一协调和合理调配；履行保密义务等。

五、联合体中标后的履约责任

联合体各方应当共同与招标人签订合同，明确各成员在项目中的各自分工，并就中标项目承包合同的订立和履行向招标人承担连带责任。

六、本协议一式陆份，联合体各方及招标人各贰份。

牵头方名称：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司（盖单位章）

法定代表人或其委托代理人：_____（签字）

成员方名称：深圳市城市公共安全技术有限公司（盖单位章）

法定代表人或其委托代理人：_____（签字）

2024年2月2日

7、水利水电工程“四预”应用系统开发业绩情况

水利水电工程“四预”应用系统开发业绩情况汇总表

序号	项目名称	项目内容	合同金额	签订日期	服务单位名称、联系人及电话
1	数字孪生三门峡水利枢纽建设项目	<p>（1）潼关-三门峡L2级数据底板构建，包括DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；三门峡水库主体建筑物及关键机电设备L3级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备BIM模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。</p> <p>（2）数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。</p> <p>（3）三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。</p> <p>（4）防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。</p> <p>（5）三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委</p>	425万元	2023年8月	三门峡黄河明珠（集团）有限公司、张云燕、0398-2992662

		<p>托人现有相关专业业务系统的集成。</p> <p>（6）本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。</p> <p>（7）本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。</p> <p>（8）软件平台的采购、安装和调试。</p>			
2	深圳市水务局应急预案体系建设技术服务	<p>（1）水务应急预案体系资料梳理及现状调研。梳理水利行业应急管理相关法律法规、应急预案、调研市水务局本级及局属单位应急预案编制现状。</p> <p>（2）水务应急预案体系现状分析。基于现状调研，分析市水务局本级及局属单位应急预案体系现状及存在的短板。</p> <p>（3）水务应急预案体系优化建议。依据法律法规、上级应急预案相关要求，基于现状分析，对市水务局及局属单位应急预案体系提出相应优化建议。</p>	24.92万元	2022年11月	深圳市水务局、谭晓君、0755-83071545
3	数字化应急预案系统开发项目	<p>项目建设范围包括建立应急预案知识库、开发数字化应急预案系统、开发数字化应急预案系统对接服务接口等3个部门。其中，应急预案知识库包括预案库、法规库、案例库、支架库等4个主题库，实现应急指挥架构、应急处置措施、法规标准条文、事故案例信息、行业专家信息等专业知识的自动关联和智能推荐，复</p>	256.9万元	2021年12月	深圳市燃气集团股份有限公司、李白、18898619147

		<p>制应急预案智能化编制。数字化应急预案系统包括应急应急预案辅助编制功能模块和应急预案全流域管理功能模块等2个功能模块，为预案管理人员提供标准化、规范化、智能化的预案辅助编制工具，实现集团公司、分公司应急预案编制、衔接、演练、评审、备案、修订、体系优化的全流程动态管理。数字化应急预案系统对外服务接口包括应急预案文本、应急指挥架构、现场处置方案、类似事故案例、行业专家信息等5个接口，实现应急预案实时调用、辅助应急决策。</p>			
--	--	---	--	--	--

7.1 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

项目名称	数字孪生三门峡水利枢纽建设项目
买方名称	三门峡黄河明珠（集团）有限公司
买方联系人及电话	张云燕/0398-2992662
签约合同价	425万元
工作内容	<p>（1）潼关-三门峡L2级数据底板构建，包括DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；三门峡水库主体建筑物及关键机电设备L3级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备BIM模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。</p> <p>（2）数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。</p> <p>（3）三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。</p> <p>（4）防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。</p> <p>（5）三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。</p> <p>（6）本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。</p> <p>（7）本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。</p> <p>（8）软件平台的采购、安装和调试。</p>
备注	/

中标通知书扫描件

中标通知书

项目编号：SZLS-SMXSLSN-2023

云河（河南）信息科技有限公司：

你方于 2023 年 6 月 21 日 所递交的 数字孪生

三门峡水利枢纽建设项目 响应文件已被我方接受，

被确定为中标人。



2023 年 6 月 28 日

招标代理人：



2023 年 6 月 28 日

中标的主要内容

中标价：4250000.00

开发周期：签订合同之日起至 2024 年底

质量要求：合格并满足招标人要求

请你方在接到本通知书后的 30 日内到招标

人处签订合同。

特此通知

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

1. 合同项目开工申请表

合同项目开工申请表

项目名称： 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

承包人： 云河（河南）信息科技有限公司

致：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

云河（河南）信息科技有限公司承担的数字孪生三门峡水利枢纽建设项目，已完成了开工前的各项准备工作，现申请开工，请审核。

附件：

1. 开工报告
2. 安全协议

承包单位（章）：云河（河南）信息科技有限公司

公司代表：

日期： 2023 年 8 月 16 日

审批通过后，另行签发开工令。

建设单位（章）：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

签收人：

日期：2023 年 8 月 16 日

2. 施工组织设计

（“预报、预警、预演、预案”相关表述见“施工组织设计” P36~P39）

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 施工组织设计

云河（河南）信息科技有限公司

二〇二三年八月



目 录

1 总则.....	1
1.1 编制说明.....	1
1.2 编制依据.....	1
2 工程概况.....	2
2.1 项目背景.....	2
2.2 项目意义.....	3
2.3 建设任务.....	3
3 实施组织机构.....	4
3.1 项目组织架构设置.....	4
3.2 实施组织.....	4
3.3 项目组织保障.....	6
4 实施设计方案.....	7
4.1 实施准备总体要求.....	7
4.2 技术准备.....	9
4.3 总体进度计划.....	10
4.4 里程碑节点.....	10
4.5 详细进度计划.....	12
5 建设任务.....	18
5.1 数字孪生平台.....	18
5.2 业务应用.....	36
5.3 信息资源共享.....	39
6 系统集成.....	41
6.1 数据集成.....	41
6.2 服务支撑.....	42
6.3 用户管理.....	42
6.4 单点登录集成.....	42
7 质量保证体系.....	43
7.1 项目质量目标.....	43
7.2 质量保证措施.....	43
8 安全保证体系.....	44
8.1 安全保证体系.....	44
8.2 安全管理保障措施.....	45
8.3 突发事件应急措施.....	45
8.4 保密管理.....	46

1 总则

1.1 编制说明

本报告是依据本项目合同及招投标文件,按照国家颁布的现行施工质量验收规范、施工规程和有关工艺标准进行编制。为本项目实施阶段提供较为完整的指导性技术纲领,用以指导项目实施,确保优质、高效、低耗、安全、文明、保质、保量的完成数字孪生三门峡水利枢纽建设项目,满足合同及招投标文件要求,同时符合国家、行业、三门峡水利枢纽信息化技术标准和规程规范规定的技术要求。

1.2 编制依据

1.2.1 项目相关文档

- (1) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目招标文件;
- (2) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目投标文件;
- (3) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同;
- (4) 《三门峡黄河明珠(集团)有限公司信息化建设规划报告》,2021年12月;
- (5) 《数字孪生黄河建设技术导则》,水利部黄河水利委员会,2022年12月;
- (6) 《数字孪生黄河建设规划(2022—2025)》,水利部黄河水利委员,2022年;
- (7) 《三门峡数字孪生枢纽建设方案》,2022年7月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《计算机信息系统安全等级保护划分准则》GB/T 17859-1999;
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239-2019;
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058-2019;
- (4) 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070-2019;
- (5) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448-2019;
- (6) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南》GB/T 28449-2018;
- (7) 《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301-2018)
- (8) 《混凝土坝安全监测技术标准》(GB/T 51416-2020);
- (9) 《大坝安全监测自动化技术规范》(DL/T 5211-2019);
- (10) 《水库工程管理设计规范》(SL 106-2017);
- (11) 《水库大坝安全评价导则》(SL 258-2017);
- (12) 《水利信息化项目验收规范》(SL588-2013);

(13)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);

1.2.3 政策法规

(1)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，全国人大，2021 年 3 月；

(2)《“十四五”数字经济发展规划》，国办，2021 年 12 月；

(3)《中华人民共和国水库大坝安全管理条例》(2018 年修)；

(4)《新一代人工智能发展规划》，国发，2017 年 7 月；

(5)《国家信息化发展战略纲要》，中办、国办，2016 年 7 月；

(6)《中华人民共和国水法》(2016 年修)；

(7)《中华人民共和国防洪法》(2016 年修)；

(8)《促进大数据发展行动纲要》，国发，2015 年 8 月；

(9)《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》，水利部，2022 年 7 月；

(10)《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(11)《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(12)《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，水利部，2022 年 1 月；

(13)《“十四五”水安全保障规划》，发改委/水利部，2021 年 12 月；

(14)《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》，水利部，2021 年 11 月；

(15)《智慧水利建设顶层设计》，水利部，2021 年 10 月；

(16)《“十四五”智慧水利建设规划》，水利部，2021 年 10 月；

(17)《大中型水库汛期调度运用规定（试行）》，水利部，2021 年 6 月；

(18)《“十四五”信息通信行业发展规划》，工信部，2021 年 11 月；

(19)《“十四五”国家信息化规划》，网信办，2021 年 12 月；

(20)《计算机信息系统安全保护等级划分准则》，1999 年 9 月。

2 工程概况

2.1 项目背景

三门峡水利枢纽工程位于河南省三门峡市和山西省平陆县交界的黄河干流上，是黄河干流上第一座大型水利枢纽，被誉为“万里黄河第一坝”。三门峡水利枢纽工程是新中国成立后在黄河干流兴建的第一座以防洪为主，兼顾防凌、调水调沙、灌溉排水、防断流与改善库区生态环境、发电等任务的大型综合性水利枢纽工程，是黄河下游防

洪减淤工程体系的重要组成部分。工程于 1957 年开工建设，1960 年大坝基本建成，同年 9 月下闸蓄水，三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝，坝长 713.2 米，最大坝高 106 米，坝顶高程 353 米，枢纽总装机容量 45 万 kW，防洪库容近 60 亿立方米，控制黄河流域面积 68.84 万平方公里，占流域面积的 91.5%，控制黄河来水量的 89%和来沙量的 98%。

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程等方面的标准规范要求，结合水利部黄河水利委员会对三门峡水利枢纽数字孪生工程建设要求，明珠集团成立了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目组，开展了大量技术调研、方案设计等有关前期准备工作，确定了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目建设目标任务、技术框架、建设内容等，完成项目招标和合同签订，全面启动数字孪生三门峡水利枢纽建设工作。

2.2 项目意义

本次项目建设基于三门峡水利枢纽工程信息化现状构建数字孪生平台，有效赋能当前已有、在建及拟建中的业务应用，实现工程安全、防洪运用等重点业务“四预”功能，有效保障工程安全稳定运行与综合效益最大发挥，提升精准决策管理能力，助力实现数字孪生三门峡水利枢纽工程稳定高速发展。

2.3 建设任务

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生水利工程等方面的标准规范要求，围绕工程安全和防洪运用两大核心业务，从信息化基础设施、数字孪生平台、应用软件等方面进行建设。按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源，以多维多时空多尺度数据底板为基础，水利专业模型为支撑，构建典型业务应用场景，建设有三门峡水利枢纽特色的数字孪生平台。

(1) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备 BIM 模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。

(2) 完成数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。

(3) 完成三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型

研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。

(4) 完成防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。

(5) 完成三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。

(6) 完成本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。

(7) 完成本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。

(8) 完成软件平台的采购、安装和调试。

3 实施组织机构

3.1 项目组织架构设置

项目组织架构如下：

项目经理：赵凯华；

项目副经理：张军辉；

项目技术负责人兼设计总工程师：李永胜；

项目设计副总工程师：陈见长、姜成楨、张亚杰、徐东坡；

项目设总助理：程玺龙、杨婷婷。

3.2 实施组织

为实现本项目目标，设立数字孪生三门峡水利枢纽建设项目部，项目组织机构职能分为项目综合管理、数据底板及孪生引擎、工程安全分析预警业务系统、防洪运用业务系统。

组织架构如下：

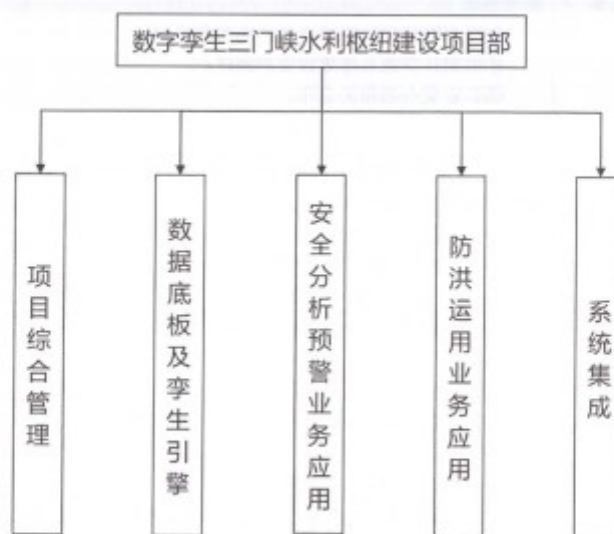


图 3.1 项目组织架构图

项目实施团队以项目经理为管理核心，各组组长负责项目关键技术和实现，向项目经理负责。

各组职责及组成见下表：

表 3.1 项目组织及其职责表

项目组名称	职责描述
项目综合管理	1) 综合管理事项： ①负责项目部重点工作的安排、协调和督办； ②编制项目实施方案，分析研究项目建设的重大问题； ③负责整体项目管理，负责范围、进度、成本、质量、风险、安全、沟通、干系人管理等工作； ④负责项目部相关文件收发、会议、督办和协调等管理工作，项目资料管控与归档工作； ⑤负责项目内部财务管理； ⑥负责项目部办公、生活等物资的采购和管理。 2) 合同管理事项： ①负责项目采购的招投标及合同签订工作，建立合同管理台账； ②负责对内、对外的合同执行、合同索赔和工程款结算等工作； ③牵头负责项目对业主请款工作，对供应商的合同管理和支付工作等； ④监管供应商合同履约。 3) 质量管控事项： ①监督落实项目内控执行； ②组织编写并校核项目提交文档；

项目组名称	职责描述
	③组织整理验收资料并提验收申请报告； ④组织计算机系统等级保护测评； ⑤其它交办的相关工作。
数据底板及孪生引擎	1) 负责基础数据、监测数据、业务数据、GIS+BIM 数据、外部共享数据收集整编及融合工作； 2) 负责数据底板构建； 3) 负责模拟仿真引擎开发工作； 4) 其它交办的相关工作。
工程安全分析预警业务应用	1) 负责工程安全分析预警业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责大坝安全分析预警模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
防洪运用业务应用	1) 负责防洪运用业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责蓄水淹没模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
系统集成	1) 负责与数据中台的对接； 2) 负责相关专业业务系统的集成工作。

3.3 项目组织保障

3.3.1 实行项目经理制

项目经理对本项目全权负责，中途遇特殊情况必须调配项目经理时，需经过申请由甲方项目协调领导组批准后方可更换。

经过任命的项目经理对项目组人员具有绝对的管理权力，同时也对项目负主要责任。

3.3.2 项目沟通协调管理

为了规范管理实施团队各项目小组，促进内部沟通，提高项目小组工作效率，确保工作进度，项目决定执行进度总结例会制度。

3.3.2.1 周例会

时间：暂定于每周五下午举行。

参会人员：甲方项目管理组核心成员、乙方各项目组组长及核心成员。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：各项目组长及主要骨干人员汇报本周项目进度情况，包括本周计划、本周计划完成情况、进度计划对比。同时会议中需要对下周工作内容进行详细描述。

项目实施过程中，遇到需要双方沟通协调的事项，在周例会中需做详细交流，避免因沟通不畅影响项目实施进度。

会议制度：

(1) 每周五 18:00 之前，综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作周报》(内容包含：本周计划进展情况、下周计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每周会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

3.3.2.2 月例会

时间：暂定于每月末最后一天。

参会人员：甲方项目管理组、乙方项目部核心成员等。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：乙方项目总协调汇报当月工作进展情况，包括本月计划、本月计划完成情况、月进度计划对比、项目实施质量情况。双方项目成员需就本月计划完成情况展开讨论，根据项目进展情况及质量情况提出下一步工作开展方向。

会议制度：

(1) 每月最后一个工作日综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作月报》(内容包含：本月进展情况、下月工作计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每月会议明确内容由综合管理组详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

4 实施设计方案

4.1 实施准备总体要求

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规

范要求，推进数字孪生三门峡水利枢纽项目建设，建设三门峡数字孪生平台，构建工程“四预”智慧体系，实现数字工程与物理工程同步仿真运行，提升工程安全高效稳定运行水平。

围绕数字孪生三门峡水利枢纽建设目标和建设任务等工作主线，构建包含“四横两纵”的工程信息化总体架构。工程信息化总体架构见下图：

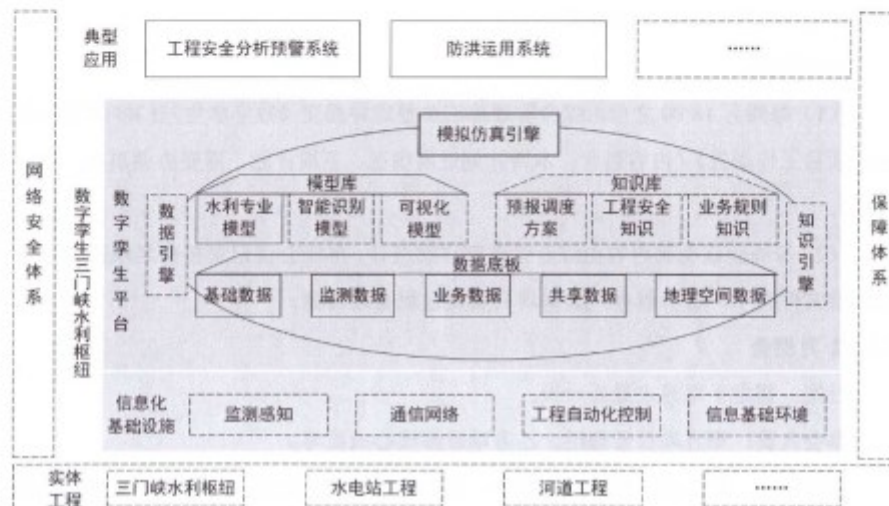


图 4.1 工程信息化总体架构图

本项目建设内容如下：

（1）数字孪生平台

本项目数字孪生平台建设内容包括数据底板、水利专业模型及孪生引擎等内容。

1）数据底板

本项目建设内容为融合基础数据、业务数据、监测数据、共享数据和地理空间数据得数据底板。

2）水利专业模型

本项目水利专业模型包括蓄水淹没模型、大坝安全分析预警模型。

3）孪生引擎

本项目建设内容主要包括全要素场景生成、可视化渲染和空间分析表达等模拟仿真引擎以及数据服务开发。其中数据服务开发基于明珠集团提供的数据中台进行数据开发工作，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据汇聚、分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑；

(2) 典型应用

本项目建设内容包括工程安全分析预警系统和防洪运用系统。

4.2 技术准备

4.2.1 技术要求

- (1) 系统使用渲染引擎进行开发，支持运行环境的跨平台；
- (2) 系统支持来自多种数据源的数据，支持数据的流畅显示；
- (3) 系统具有良好的中文支持，并拥有简体中文版的文档、手册；
- (4) 系统支持多源数据集成，能够充分调用已建设系统项目数据，保证项目数据延续性；
- (5) 提供三维 BIM 数据轻量化成果；
- (6) 平台 API 接口规范、齐全。

4.2.2 性能要求

性能满足以下参数：

- (1) 系统容量。平台静态用户（注册用户）无数量限制；平台动态用户（在线用户）访问按照应用场景不同做不同要求；
- (2) 系统稳定性。系统整体及其功能模块具有稳定性，保障 7×24 小时不间断运行，在正常情况下不会出现死机现象，不能出现系统崩溃现象；
- (3) 系统可靠性。保证系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性；
- (4) 适应性和易用性。系统在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，具有适应能力。软件操作简便，易学易用；运行稳定可靠，对错误操作进行友好提示，容错性好；
- (5) 易于维护性。系统的数据、业务以及涉及电子地图与孪生场景的维护方便、快捷。

4.2.3 数据准备

- (1) 数据底板方面，收集 GIS 数据、BIM 模型相关电子、纸质图纸，采集建模对象的外观信息。
- (2) 数据开发方面，分析整理工程安全分析预警系统、防洪运用系统所需基础数据清单，分析数据源并将所需数据与数据中台打通，为数据开发提供基础条件。
- (3) 工程安全分析预警系统方面，整理与大坝安全业务相关的大坝安全观测分析

年报、南瑞 DSIMS4.0 数据库字典、南瑞 DSIMS4.0 数据表结构及数据条目、监测仪器测点信息、工程安全预案、大坝安全鉴定报告、大坝安全会商报告、近期安全监测系统改造内容和计划等信息。

(4) 工程防洪运用系统方面，整理与防洪运用相关的地理空间数据、出入库流量过程、水库水位库容曲线、典型年分蓄水淹没数据。

4.3 总体进度计划

本项目整体服务期限为自合同签订后开始，整体计划工期为 13 个月，实际开工日期以委托人批准开工时间为准，根据招标文件需求满足如下里程碑节点实施。

4.3.1 2023 年完成目标

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

4.3.2 2024 年完成目标

- (1) 完成工程建筑物及关键机电金结设备的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完善数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，并上线试运行。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统上线试运行。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

4.4 里程碑节点

4.4.1 数据底板

序号	项目	完成时间	备注
1	L2 级数据底板： 主要建筑物及关键机电金结设备 BIM 模型； 重要数据及模型的数据融合；	2023 年 9 月 30 日	

2	非主要建筑物及非关键机电金结设备 BIM 模型；	2023 年 9 月 30 日	
3	数据融合	2023 年 10 月 31 日	
4	子系统验收	2023 年 11 月 30 日	

4.4.2 工程安全分析预警系统

序号	项目	完成时间	备注
1	大坝安全分析预警模型	2023 年 9 月 30 日	
2	工程安全分析预警系统	2023 年 11 月 30 日	
3	子系统验收	2023 年 12 月 31 日	

4.4.3 数据开发

序号	项目	完成时间	备注
1	数据分析	2024 年 12 月 31 日	
2	数据服务	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.4 模拟仿真引擎

序号	项目	完成时间	备注
1	全要素场景生成	2023 年 10 月 31 日	
2	可视化渲染	2024 年 6 月 30 日	
3	空间分析表达	2024 年 6 月 30 日	
4	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.5 工程防洪运用系统

序号	项目	完成时间	备注
1	蓄水淹没模型	2024 年 5 月 31 日	
2	工程防洪运用系统	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.6 系统集成

序号	项目	完成时间	备注
1	数据集成	2024 年 6 月 30 日	
2	服务支撑	2024 年 6 月 30 日	
3	用户管理	2024 年 6 月 30 日	
4	单点登录集成	2024 年 6 月 30 日	
5	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.7 试运行及验收

序号	项目	完成时间	备注
1	合同完工验收	2024 年 8 月 31 日	
2	试运行结束	2024 年 11 月 30 日	
3	竣工验收	2024 年 12 月 31 日	

4.5 详细进度计划

4.5.1 数据底板

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	数据底板建设	2023 年 8 月 14 日	2024 年 6 月 30 日
1	BIM 建模	2023 年 8 月 14 日	2024 年 12 月 31 日
1.1	模型图纸收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.2	模型平台选定及建模规范梳理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.3	主要建筑物及关键机电金结设备	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.1	大坝土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.2	主、副厂房及生产楼土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.3	开关站土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.4	水轮发电机组	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.5	金属结构闸门及启闭设备	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 15 日
1.3.6	电源系统、母线、开关站等电气设备	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 30 日
1.4	非关键点状监测设备及巡检点 BIM 模型	2023 年 9 月 16 日	2023 年 9 月 30 日
1.5	模型更新	2023 年 9 月 30 日	2024 年 6 月 30 日
2	L2 级数据底板	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 20 日
2.1	DOM 处理、DSM 处理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 8 日
2.2	DOM 整理、匀色	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日

序号	任务名称	开始日期	完成日期
2.3	DOM 镶嵌并建立缓存	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日
2.4	DSM 整体编辑（去除异常值、填补空洞）	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 25 日
2.5	DSM 与 L1、L3 级地形接边	2023 年 8 月 16 日	2023 年 8 月 20 日
2.6	DSM 人工编辑美化	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
2.7	倾斜模型资料收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 16 日
2.8	倾斜模型格式转换辅助地形编辑	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
2.9	倾斜模型修饰	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 10 日
2.10	倾斜模型切片及服务发布	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
3	基础数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.1	江河湖泊基础数据收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.2	水利工程基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.3	测站基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
4	监测数据收集整理	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.1	闸门监控数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.2	水情数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.3	工程安全监测数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.4	视频数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
5	业务数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.1	工程安全分析预警数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.2	防洪运用应用数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
6	外部共享数据收集整理	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.1	地理空间数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.2	雨情数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.3	水文监测数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
7	数据融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 10 月 31 日
7.1	重要数据及模型的融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.2	水下地形资料收集与分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
7.3	水下地形构建	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 15 日
7.4	水陆一体地形构建（水下与路上地形融合）	2023 年 9 月 15 日	2023 年 9 月 20 日
7.5	影像融合与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.6	地形成果切片与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8	其他数据及模型的融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 30 日
8.1	倾斜模型与地形融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.2	BIM 模型与地形、倾斜摄影融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.3	GIS 服务发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.4	降雨等值面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.5	断面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日

4.5.2 工程安全分析预警系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	大坝安全分析预警模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 12 月 30 日
1	需求调研	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 22 日
2	蓄水淹没模型研发	2023 年 8 月 25 日	2023 年 10 月 30 日
3	模型调试、优化	2023 年 10 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
二	工程安全分析预警系统	2023 年 8 月 20 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 1 日
2	系统原型及 UI 设计	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 10 日
3	设计评审及确认	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
4	系统开发	2023 年 9 月 20 日	2023 年 11 月 20 日
5	系统测试	2023 年 11 月 20 日	2023 年 11 月 30 日
6	系统部署	2023 年 11 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 1 日
8	系统优化完善	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.3 模拟仿真引擎

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	全要素场景生成	2023 年 9 月 24 日	2023 年 10 月 30 日
1	需求分析	2023 年 9 月 24 日	2023 年 9 月 26 日
2	场景设计	2023 年 9 月 27 日	2023 年 10 月 1 日
3	资源收集与整合	2023 年 10 月 2 日	2023 年 10 月 9 日
4	场景搭建	2023 年 10 月 10 日	2023 年 10 月 25 日
5	场景优化完善	2023 年 10 月 26 日	2023 年 10 月 30 日
二	可视化渲染	2023 年 11 月 1 日	2024 年 3 月 18 日
1	需求分析	2023 年 11 月 1 日	2023 年 11 月 12 日
2	功能开发	2023 年 11 月 13 日	2024 年 2 月 19 日
3	测试封装	2024 年 2 月 20 日	2024 年 3 月 2 日
4	效果优化完善	2024 年 3 月 3 日	2024 年 3 月 18 日
三	空间分析表达	2024 年 1 月 1 日	2024 年 7 月 31 日
1	需求分析	2024 年 1 月 1 日	2024 年 1 月 18 日
2	功能开发	2024 年 1 月 19 日	2024 年 5 月 31 日
3	测试封装	2024 年 6 月 1 日	2024 年 6 月 15 日
4	功能优化完善	2024 年 6 月 15 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.4 工程防洪运用系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	蓄水淹没模型	2024 年 3 月 4 日	2024 年 5 月 26 日
1	需求调研	2024 年 3 月 4 日	2024 年 3 月 10 日
2	蓄水淹没模型研发	2024 年 3 月 11 日	2024 年 5 月 5 日
3	模型调试、优化	2024 年 5 月 6 日	2024 年 5 月 26 日
二	防洪运用系统	2024 年 3 月 11 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2024 年 3 月 11 日	2024 年 3 月 25 日
2	系统原型及 UI 设计	2024 年 3 月 26 日	2024 年 4 月 8 日
3	设计评审及确认	2024 年 4 月 9 日	2024 年 4 月 12 日
4	系统开发	2024 年 4 月 13 日	2024 年 6 月 13 日
5	系统测试	2024 年 6 月 14 日	2024 年 6 月 20 日
6	系统部署	2024 年 6 月 25 日	2024 年 6 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 7 月 1 日	2024 年 9 月 30 日
8	系统优化完善	2024 年 10 月 1 日	2024 年 11 月 30 日

4.5.5 系统集成

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	环境搭建	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
二	单点登录集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
1	业务接口梳理	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 1 日
2	门户单点集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
3	集成测试	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
三	数据集成	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	梳理工程安全分析预警系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	梳理防洪运用系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
3	完成数据接口开发	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
四	服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	安全分析预警系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	防洪运用系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
3	数字孪生平台服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日

5 建设任务

5.1 数字孪生平台

5.1.1 数据底板

5.1.1.1 GIS+BIM 数据

5.1.1.1.1 GIS+BIM 数据精度要求

根据《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）和《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）等文件要求，将数据底板中 BIM 和地理空间数据按照数据精度和建设范围分为 L1、L2、L3 等三级，L1 级是对全国范围内的数字孪生流域中进行低精度面上建模，建设主体为水利部；L2 级是对重点区域进行数字孪生流域精细建模，建设主体为流域管理机构或省级水行政主管部门；L3 级是进行数字孪生流域重要实体场景建模（主要包括重要水利工程及范围内的建模），建设主体为水利工程管理单位。相应 L2 级和 L3 级数据底板精度要求分别参照表 5.1 和表 5.2。

表 5.1 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L2 级数据底板精度要求

序号	建设内容和范围	指标参数或技术要求	备注
1	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DEM 数据	格网大小优于 15m	
2	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DOM 数据	分辨率优于 1m	
3	流域防洪等重要业务重点关注区倾斜摄影	分辨率优于 8cm	

注：参照《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）

表 5.2 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L3 级数据底板精度要求

序号	指标	基础版要求	提高版要求	备注
1	工程管理和保护范围 DEM	格网大小优于 15m		
2	工程管理和保护范围 DOM	优于 1m 分辨率		
3	工程管理和保护范围倾斜摄影模型		优于 8cm 分辨率	
4	工程土建、综合管网、机电设备等 BIM 模型	LOD2.0		
5	闸门、发电机、水轮机等关键机电设备 BIM 模型		LOD3.0	

注：参照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）

表 5.3 BIM 模型精细度等级划分

等级	代号	包含的最小模型单元	模型单元用途
1.0 级模型精细度	LOD 1.0	项目级模型单元	承载项目、子项目或局部建筑信息
2.0 级模型精细度	LOD 2.0	功能级模型单元	承载完整功能的模块或空间信息
3.0 级模型精细度	LOD 3.0	构件级模型单元	承载单一的构配件或产品信息
4.0 级模型精细度	LOD 4.0	零件级模型单元	承载从属于构配件或产品的组成零件或安装零件信息

注：参照《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）

结合数字孪生水利工程数据底板 L2 级、L3 级要求以及《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）中对 BIM 模型架构和精细度的要求（见表 5.3）和黄河水利委员会对三门峡水利枢纽工程数据底板建设要求（完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设），本次拟对潼关-三门峡段工程管理和保护区范围进行 L2 级数据底板构建（明珠集团现有 GIS 数据已满足精度要求，本次不再重新建设），对三门峡水库主体建筑物如大坝主体、厂房及部分机电金结设备如工作闸门、水轮发电机组引水管、蜗壳等按照 LOD2.0 的模型精细度进行建设，对非关键水工建筑物、机电设备、金结设备需依据现状图片制作简模，安全监测设备需根据满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求进行建模。

5.1.1.1.2 BIM 建模

BIM 模型是数字孪生三门峡水利枢纽工程重点建（构）筑物、关键设备设施等相关数据的模型载体，也是数字孪生平台的基础信息模型，用于承载建（构）筑物、设备设施几何尺寸、形体结构、材质纹理和属性信息。BIM 模型的构建主要面向数字孪生平台业务，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、安全监测、防洪模拟以及工程运维管理的需求。

本次 BIM 模型构建主要对象包括工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，在工程建筑物 BIM 模型构建时明确大坝防汛电源、工程安全监测点、网络通讯节点、坝区视频点、巡检点等点位位置，同时构建的模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息。相应 BIM 模型应满足轻量化要求。

结合数字孪生水利工程相关技术要求、国家相关规范及黄河水利委员会对数字孪

生三门峡水利枢纽工程数据底板要求，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、蓄水淹没模拟、安全监测以及工程运维管理的需求。

(1) 重点建筑物及关键机电设备

对于工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，按照 LOD2.0 的模型精度进行建模，模型单元可承载完整功能的模块或空间信息，模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息，建模范围及精度见下表。

表 5.4 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	左非坝、右非坝段	LOD2.0	手绘图	含坝前各层平台、坝后 302 平台、张公岛、钢桥以上水工建筑物、主要设备放置空间。
2		溢流坝	LOD2.0	手绘图	
3		隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	LOD2.0	手绘图	
4		电站坝段	LOD2.0	手绘图	
5		安装场坝段	LOD2.0	手绘图	
6		斜丁坝段	LOD2.0	手绘图	
7		2 条隧洞	LOD2.0	手绘图	
8		各层廊道	LOD2.0	图纸缺失	
9		主厂房	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5 层附属盘柜。
10		副厂房	LOD2.0	图纸缺失	含厂房 1 号、2 号、3 号防汛泵房，包括框架结构，门窗等设施。
11		生产楼	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施。
12	机电和金结设备	水轮发电机组	LOD2.0	手绘图	1 至 7 号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、锥管。 1 至 7 号水轮发电机组及自用变、自并变等相关附属设备设施（自用变、自并变依据现状图片制作简化建模）。
13		开关站	LOD2.0	图纸缺失	110kV 开关站及站内上下母线、旁母线，截水 2 开关、三铝 1 开关、互感器、截水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV 开关站及站内南、北母

					线、旁母线，站内三 221 开关、三 224 开关、三 226 开关、三 227 开关、三高线、三号线、互感器、耦合电容器等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。
14		启闭设施	LOD2.0	手绘图	<p>主要启闭设备共 22 台(套)(含悬臂吊，包括设备放置空间)。</p> <p>坝前两台 1500kN 悬臂吊，1#~3# 底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机；3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机；6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机；坝顶两台 4500kN 门式起重机，一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。</p> <p>发电厂房 350t、2x200t 门机，尾水两台门机等。</p>
15		电源系统	LOD2.0	手绘图	<p>厂用 6KV 配电室、400V 配电室相关设备设施，1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、坝电变系统、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供配电设备设施。(主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模)。</p>
16		工作闸门	LOD2.0	手绘图	<p>1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室，工作闸门油泵房、机组检修闸门</p> <p>隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇尺寸 3m×8m、深孔工作闸门 12 扇(其中 1#-9# 深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12# 深孔尺寸为 3m×8m)。</p>

(2) 非重点建筑物及非关键机电设备

对于非关键建筑物、机电设备、金结设备，依据现状图片制作简模，安全监测设备模型建设满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求，建模范围及精度见下表。

表 5.5 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	主厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	机组母线室（主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模）；8号水池；尾水油泵房；高低压机室；机组通风通道。
2		副厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	含三角母线室；工业供水廊道及变雨阀（变雨阀简化建模）；事故油池；防汛沙池；北大门、厂房防倒灌闸门。
3	机电和金结设备	开关站	依据现状图片制作简模	图纸缺失	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆廊道，主变转角塔，坝体引线。
4		水轮发电机组附属设施设备	依据现状图片制作简模	手绘图	8 号叉管进水钢管等，262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。（包括水泵、管路出口，可采用相近水泵模型）。 269 廊道放空阀（采用柱体或相近阀模型），大小深井，262 排水廊道。
5		出线设备	依据现状图片制作简模	图纸缺失	1-7 号水轮发电机组母线（均采用封闭母线建模）、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器，11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
6		事故/检修闸门	依据现状图片制作简模	手绘图	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇（1#-12#号底孔前）。
7		拦污栅	依据现状图片制作简模	手绘图	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片，五台发电机组，每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
8		安全监测设备、视频监控节点	满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求	纸质 CAD 图	大坝安全监测设备包括：坝体变形监测（350.2 廊道 1#弓张线（17 台引张线仪）、315 廊道 2#、3 张线（16 台引张线仪）、290 廊道 4#张线（8 台引张线仪）、正垂线（3 条、6 台垂线坐标仪）、倒垂线（7 条、10 台垂线坐标仪）），左岸山体变形监测（多点位移计（1 套、6 支多点位移计）），坝基沉降监测（静力水准（1 套、6 台静力水准仪）），裂缝接缝监测（测缝计 19 支）；坝基扬压力监测（渗压计 71 支），坝体渗漏监测（量水堰 2 台），绕坝渗流监测（渗压计 6 支）；测压管水温监测（渗压计 71 支），廊道气温监测（温度计 3 支），坝区气温监测（百叶箱一个、温度计 1 支），接缝裂缝监测（测缝计 11 支）

（3）非关键点状监测设备及巡检点

对于网络通讯节点、巡检点等，按照满足二维化或符号化识别的要求进行建设，建模范围及精度见下表。

表 5.6 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	监测设备及巡检点	网络节点	满足二维化或符号化识别的要求	纸质 CAD 图	巡检点、视频节点进行粗略定位。

5.1.1.1.3 地理空间数据（GIS）

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据空间基准与数据组织采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）、高程基准采用 1985 国家高程基准、时间系统采用公历纪元和北京时间。

三门峡水利枢纽已于 2020 年采集了部分相关地理空间数据，数据精度满足数字孪生三门峡水利枢纽建设要求，可直接加以利用，本次不再重复建设。当前三门峡水利枢纽工程已有地理空间数据清单如下。

表 5.7 已有地理空间数据清单

序号	数据类型	参考系	高程基准	数据精度	数据格式	数据范围	采集方式	时间
1	DEM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.5m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
2	DOM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.2m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
3	倾斜摄影	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.05m	/	4 座水文站、大坝、部分城区、4 座大桥	航飞	2020

三门峡水利枢纽已有 DEM、DOM 数据已覆盖保护区范围，倾斜摄影数据仅涵盖水文站、大坝、部分城区及大桥，未包含导墙、张公岛、中流砥柱等标志性建筑物。

本次对导墙、张公岛、中流砥柱建立倾斜摄影模型，满足 L2 级数据底板的要求。

5.1.1.2 基础数据

基础数据包括三门峡坝区、库区及下游影响区内各类水利对象的特征属性，主要包括流域、河流等水域类对象，水工建筑物、机电设备、金结设备等水利工程类对象，大坝安全监测点、视频监控点、雨量监测点、水位监测点、流量监测点等监测站（点）类对象，工程运行管理机构、人员、资产等工程管理类对象。根据招标文件要求，基础数据特征属性参考 SL/T213，对对象进行统一编码。基础数据从数据中台获取，数据需求清单如下。

表 5.8 基础数据需求清单

序号	抽象类	实体类	属性	数据来源
1	江河湖泊	流域	流域编码、名称、集水面积等	数据中台
2		河流	河流编码、名称、级别、长度等	数据中台
3	水利工程	水工建筑物	编码、特征值、水位库容曲线、闸孔泄流曲线、尾水位下泄流量关系曲线等	数据中台
4		机电设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台

5		金结设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台
6		水文测站	测站编码、名称、经纬度等	数据中台
7		水位监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
8		雨量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
9		流量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
10		工情测站	编码、名称、经纬度等	数据中台
11		视频监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
12		安全监测设备	编码、名称、监测类型、经纬度等	数据中台

5.1.1.3 监测数据

监测数据主要包括三门峡水利枢纽的大坝安全监测、视频监控、雨量监测、水位监测、流量监测等数据，通过数据中台将数据汇入数据底板。

(1) 闸门监控数据：主要包括闸前水位、闸后水位、流量、闸门启闭状态或液压机状态、开启高度、电流、电压、温湿度、限位保护、荷重保护、相序故障、PLC 状态等信息。

(2) 水情数据：包括水位、流量、雨量等数据；工程所在流域的雨情、水位、流量、洪水预报等数据。

(3) 工程安全监测数据：包括水工建筑物位移、渗流、环境量等数据信息。

(4) 视频数据：主体建筑物关键部位、管理区出入口等控制位置 and 关键位置、闸室、闸前、闸后的视频信息。

监测数据需求清单如下：

表 5.9 监测数据需求清单

序号	测站	监测数据	数据来源
1	水文测站	水位、流量、含沙量、水温、冰情等	数据中台
2	水位监控点	水位	数据中台
3	雨量监控点	降雨量	数据中台
4	流量监控点	流量	数据中台
5	工情测站	闸门、发电机组等机电、金结设备的运行数据	数据中台
6	视频监控点	视频信息	视频监控平台
7	安全监测点	渗流、渗压、应力、应变等数据、环境量	数据中台

5.1.1.4 业务数据

业务数据主要指工程安全分析预警系统、防洪运用系统中产生的相关数据。针对三门峡水利枢纽工程安全分析预警、防洪运用应用业务需求,收集整理分析评价数据、调度成果数据、调度方案、调度规则等专题数据。

5.1.1.5 外部共享数据

外部共享数据是从上级水利部门、地方政府及其他机构收集支撑业务系统建设需要的相关共享数据,主要包括流域水雨情、上级部门下达的调度指令,以及有关部门共享的突发事件、生态环境、气象等数据。根据相关部门数据的实际可利用情况,进行外部共享数据的汇聚和使用。

地理空间数据:水利部共享的全国 30mDEM、2mDOM;

气象数据:中央气象台等气象网站卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息;

雨情数据:中央气象台、河南水利厅等实时降雨、降水形势预报、降雨量预报等信息;

水文监测数据:河道、水库水位、流量等监测信息和预报成果。

5.1.1.6 数据融合

数据融合将三门峡水利枢纽基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据等按标准规范统一编码和映射,建立空间实体对象与业务对象间的关系连接,通过统一接口规范及索引技术实现业务数据的融合和应用,实现数字孪生三门峡水利枢纽工程业务应用中实体对象与业务数据的图形交互应用,支撑实时数据渲染、数据综合查询、空间分析应用、多维度统计分析等功能。

5.1.2 水利专业模型

5.1.2.1 大坝安全分析预警模型

聚焦三门峡水利枢纽大坝安全监测业务,基于已建设的三门峡大坝安全自动化监测系统,建立大坝安全分析预测模型,为三门峡水利枢纽大坝安全监测的监测效应量提供有效预测。

为提升大坝安全监测数据利用价值,根据招标文件要求,在现有系统的基础上,基于大坝安全监测数据(包括实时监测数据、人工采集数据、历史数据)、建筑结构数据、水利工程基础数据等,整理整编后的监测效应量观测序列,结合实时水位等资料,采用数理统计的原理,研发单测点数理统计模型。以水位、降雨、气温等环境量作为

自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

本系统涉及监测物理量主要包括：①大坝温度监测；②坝体及坝基变形监测；③坝基扬压力监测；④绕坝渗流监测；⑤左岸山体变形监测；⑥近坝区变形监测；⑦大坝裂缝及接缝监测；⑧大坝沉陷监测；⑨坝体渗漏监测。

5.1.2.1.1 模型功能

以水位、降雨、气温等环境量作为自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

5.1.2.1.2 模型性能

单测点计算时长控制在 5s 内。

5.1.2.1.3 模型输入输出

输入：水位、降雨、气温等自变量，变形、渗压等效应量。

输出：效应量和自变量之间关系的数学关系。

5.1.2.1.4 模型算法

单测点数理统计模型分为渗压数理统计模型和变形数理统计模型，其本质都是通过建立环境量与效应量的数学关系，揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度。常用的数理统计模型包括多元线性回归模型、逐步回归模型、主成分回归模型、偏最小二乘回归模型等，在模型研发时根据数据情况及模型拟合效果等因素进行选择。

（1）多元线性回归模型

多元线性回归是一种统计学方法，它可以用来分析多个自变量与一个因变量之间的关系。因变量是要被预测的变量，而自变量是影响因变量的变量。多元线性回归的基本思想是，通过拟合一条直线（或者一个多项式），来表示因变量与自变量之间的关系。这个直线（或多项式）就是回归线，用来预测因变量的值。

为了确定回归线的方程，需要确定回归系数。回归系数表示了每个自变量对因变量的影响程度，回归系数的计算需要一组观察数据，也就是因变量与自变量的观察值。

在多元线性回归的分析中，常使用最小二乘法来确定最佳的回归系数，最后，根据得出的回归系数，得到描述自变量与因变量之间的定量数学关系。

(2) 逐步回归模型

逐步回归分析法是在多元线性回归模型的基础上引入因子逐步选入和剔除机制，通过引入影响因子，引入第一个影响因子后，根据其对因变量影响程度的大小，按照从大至小的顺序一个一个地引入到回归方程中。当引入的影响因子比先前引入的影响因子显著性高，使得先前引入的影响因子不显著时，则将不显著因子剔除。依此类推，逐步回归计算时，是按步骤引入影响因子，并按步骤剔除不显著因子，在计算的每一步都要进行统计检验(F 检验)，从而使得每次引入新的影响因子前，回归方程中只含有显著影响因子，以此类推，直到所有显著影响因子都被选入回归方程中，得到最优回归方程解。

(3) 主成分回归模型

主成分分析就是综合筛选出原始变量信息系统中具有最佳解释能力的新综合变量(即成分)，并用这些成分建模。主成分分析就是将原始 p 个变量 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ ，进行信息重新综合调整，并从中提取 m 个新综合变量 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_m (m < p)$ ，使得该 m 个综合变量最多的概括原始数据信息，即，在保证数据信息损失最少的原则下，对高维变量空间进行降维。

(4) 偏最小二乘回归模型

偏最小二乘回归的核心原理是通过对解释变量和被解释变量的相关性进行建模，通过矩阵分解算法(如奇异值分解)，找到与目标变量最相关的预测变量，并将原始数据降维到一个更低维度的表示，对降维后的数据进行回归分析，得到一组偏回归系数，表示原始数据中的主要信息，将原始数据乘以偏回归系数得到的降维后的数据(即得分)作为新的预测变量，进行回归分析，以预测目标变量，从而预测被解释变量。偏最小二乘回归构建一组新的解释变量，这些新的解释变量是原始解释变量的线性组合，从而减少了原始解释变量的数量，同时保留了关键的信息。然后使用这些新的解释变量和被解释变量建立回归模型，并通过交叉验证方法评估模型的准确性。最后，通过建立的回归模型预测被解释变量。

5.1.2.1.5 模型率定及验证

大坝安全分析预警模型构建是一个持续迭代、提升的过程。模型参数率定的主要

目的是为使模型拟合值与实际观测值之间的偏差尽可能小。模型参数率定方式主要有模型指标率定法、残差检验法、动态数据率定法等，在模型研发时根据实际情况进行选择。

(1) 模型指标率定法

统计模型的精度检验指标有复相关系数 R 、剩余标准差 S 等，这些指标是衡量回归是否有效，模型精度是否合格的重要依据，结合这些指标，对模型参数进行率定是常用的方法。一般来说复相关系数 R 越大（一般要求 $R > 0.8$ ），剩余标准差 S 越小，说明回归方程的精度越高，回归方程的质量越好；同时，由于 S 中含有观测误差成分，因此 S 还是监测效应量观测精度的一种间接反映。因此针对不同监测对象，选用合理的回归方法，力求模型精度检验指标最优的表达式，可作为参数率定的标准。

(2) 残差检验法

从理论上讲，回归方程拟合值与实测值的残差序列应为一个均值为 0，方差为的正态分布随机序列。因此，如果经检验不符合上述条件，且残差序列中存在周期项、趋势项等规律性成分时，则需从预置因子集等角度对回归方程作进一步改进。

(3) 动态数据率定法

统计模型是根据历史监测数据建立的数学模型，分析建筑物发展变化规律并对未来作出预测，本质上是一种基于历史工况的经验模型。当发生超历史荷载工况的情况是，统计模型的预测精度下降明显，这时就有必要根据最新的监测数据和荷载情况对因子组合、因子形式、计算时段等模型参数进行持续修正、更新。

5.1.2.2 蓄水淹没模型

现有的防汛抗旱指挥调度系统蓄水淹没模型仅支持实时淹没情况分析，且精度不高，需对蓄水淹没模型进行提升，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演，满足水利工程“四预”业务基本要求。

根据招标文件要求研发蓄水淹没模型，模型输入数据包括初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。输出包括当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布等，并可支持对历史水位情况随环境变化的回溯。同时可结合 GIS 数据情况，实现淹没范围内的区域呈现，为三门峡水利枢纽防洪运用业务提供库区淹没分析支撑。

5.1.2.2.1 模型功能

构建基于三门峡水利枢纽蓄水淹没模型，支撑库区淹没范围动态变化模拟，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演。

5.1.2.2.2 模型性能要求

满足三门峡水库蓄泄过程中库区的水位变化模拟需要，满足不同情景库区淹没范围变化模拟的需求，计算速度满足场景渲染的需要。

5.1.2.2.3 模型输入输出

输入：初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。

输出：当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布。

5.1.2.2.4 模型算法

目前，对于水库淹没范围的模拟，较常规方法有伯努利方程推算库区回水，该方法难以满足对库区淹没的持续动态模拟，水动力学模型能够模拟整个调度过程中蓄泄水时库区各位置的水位起伏变化，因此，采用水动力学模型建立库区淹没模型。

模型采用一维圣维南方程构建，包括水流连续方程和水流运动方程：

水流连续方程：

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_i$$

水流运动方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2 \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{BQ^2}{A^2} \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z = -gA \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{gn^2|Q|Q}{A(A/B)^{4/3}}$$

式中： x 表示沿流向的坐标； t 表示时间； Q 表示流量； z 表示水位； A 表示断面过水面积； B 表示河宽；为单位时间单位河长汇入（流出）的流量； n 为糙率； g 表示重力加速度。

5.1.2.2.5 模型率定及验证

采用实测洪水过程结合实测断面对模型进行参数率定和验证，将实测水位变化和计算结果进行对比，保证误差在精度控制范围内。

5.1.3 孪生引擎

5.1.3.1 数据引擎

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据引擎提供多维多时空尺度数

据汇聚、清洗、转换、共享、展示、计算、更新等服务能力。

三门峡黄河明珠集团当前正进行数据中台项目建设，以数据中台对接集团相关信息化业务应用系统，实现数据的汇集、清洗、转换、治理。本项目基于数据中台进行数据开发工作，通过开发可靠高效的数据处理程序，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑。

5.1.3.1.1 数据汇集

基于“一数一源”的原则，构建系统数据资源池体系，实现数字孪生工程管理数据统一标准、统一环境。数据汇聚聚合工程全量数据，为工程提供数据综合分析。主要包括：

(1) 数据自动抽取：主要依托已建或新建的业务应用系统

水情监测、安全监测、视频监控等前端传感设备实时采集现场数据，通过有线/无线通信网络传输，建立监测数据库，实现数据资源的接收、处理与存储。

(2) 数据人工整编：基础数据资料整编入库内容包括管理体系架构基础数据、工程设施基础数据、机电设备基础数据、监测监控监视基础数据等静态结构化、半结构化、非结构化数据资源，以及工程建设过程、运行维护管理过程中需要人工采集、报送、入库的实时、动态数据资源，通过人工数据整编处理，建立基础数据库。

(3) 外部资源共享：外部数据资源涉及到水文、气象、遥感数据，水利行业内部和外部需要共享应用的数据资源。通过数据共享服务专用通信链路，实现外部数据资源的交互共享服务，其中包括结构化、非结构化数据资源，建立共享资源库。

三门峡水利枢纽已建设数据中台项目，相应数据汇集工作由数据中台提供，本次不再重复建设。

5.1.3.1.1.1 数据汇集范围

(1) 水库调度运行相关数据

主要包括三门峡水库的水情、雨情、泥沙监测数据；三门峡水库及主要支流洪水预报数据；汛情预警数据等。

(2) 大坝安全监测系统

主要包括大坝变形、渗漏、应力应变、环境等自动监测数据；安全监测巡视检查数据；人工安全监测数据等。

(3) 库区视频监控系统

主要包括库区已有视频摄像头基础数据、空间数据及视频流调用地址等。

(4) 安全生产管理相关系统

主要包括危险源、安全隐患、应急响应等数据。

(5) 外部单位相关系统

主要包括管理范围和影响区域内等社会经济数据；黄河流域等气象、水情、汛情监测数据；黄河流域的水雨情预报数据；上级单位的调度指令等。

5.1.3.1.1.2 数据汇集设计

数据源是数据产生源头，主要是各个业务系统、线下收集及外部共享数据，业务系统包括生产运行系统、大坝安全监测系统、库区视频监控系统等三门峡水利枢纽已建或拟建业务系统；线下数据主要来自各业务处室，主要指离线生产的数据；其他外部数据主要来自水利部数字孪生平台和数字孪生黄河系统等网络数据。

通过数据引擎提供的接入、存储能力，可以将明珠集团内部各个业务系统的数据采集汇聚到数据引擎平台，实现数据分析挖掘利用。数据引擎平台提供多种数据接入工具，支持接入多样化的数据格式，包括关系型数据库数据、实时数据、文件数据、图片数据、日志数据等。

通过文件加载、数据库数据同步、消息队列、报文接口、文件获取/接收等方式，实现对数据源层中基础数据、监测数据、业务管理数据三种类型数据的获取，根据不同数据类型，数据不同的时效性要求，分别展开作业调度，实现数据的自动收集、整理、清洗、转换，并接入到数据存储层。

数源部门应遵循“一数一源，数据共享”的原则采集信息，能通过共享获取的，原则上不重复采集。

(1) 数据库数据采集

首次数据采集遵循全量而非抽样的原则，采集多种数据来源，前端与后端、业务数据库的全面采集。

采用全量同步（一次性同步全部数据）和增量同步（同步两个数据库不同的部分）两种方式，从各业务系统数据库同步数据。

对数据同步过程进行监控，可通过浏览相关日志了解数据同步过程的详细信息，并支持对数据同步执行过程进行干预和调整。

(2) 文件采集

文件采集功能通过标准化接口从不同存储位置同步和存储主流类型的文件，提取语义标签、文件搜索，包括文档、图片、音频和视频等。

文件采集通过接口对文件进行各类操作，实现上传、下载、重命名、移动等功能。

支持对不同文件类型提取语义标签，便于对文件进行全文搜索。

支持文件搜索，可以限定名称、类型、创建日期等条件。

支持对存储在各类主流格式文件中的结构化数据进行解析和入库，包括但不限于 xml、txt、excel、csv 等。

5.1.3.1.2 数据分析

基于数据中台实现数据分析功能，对数据进行综合统计分析，分析结果以接口形式进行调用。数据分析包括基础数据分析、监测数据分析、业务数据分析等内容，根据数据底板、水利专业模型和业务应用的具体需求开展相应数据分析工作。如基于数据中台相关数据进行描述性统计，对监测数据、业务数据等进行包括均值、标准差、极差、频数分布等指标的计算和图表展示；对不同数据之间进行比较分析，包括相关性分析、方差分析、t 检验等方法，以揭示它们之间的关系和差异；同时可基于相关数据进行趋势分析、周期性分析、回归分析等内容，以助力工程趋势变化和规律研判。

5.1.3.1.3 数据服务

对不同业务系统的数据形成数据服务，形成业务服务对象定义，提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。

5.1.3.1.3.1 基础数据服务设计

通过对基础数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接口直接访问的基础数据服务，为各业务应用提供基础数据访问支撑。如三门峡水库基本信息数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库基本信息数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的基础数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.2 监测数据服务设计

通过对监测数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接

口直接访问的监测数据服务，为各业务应用提供监测数据访问支撑。如三门峡水库水位数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库水位数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的监测数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.3 专题业务数据服务设计

专业应用服务主要为各核心业务提供专业数据分析处理服务，包括工程安全服务、防洪运用服务等，为专业应用模块提供统一的专业数据服务支撑。

5.1.3.2 模拟仿真引擎

数字孪生模拟仿真引擎满足数据加载、模型计算、可视化渲染等大容量、低时延、高性能等要求；提供丰富的开发接口，支撑上层业务应用。提供数据底板数据加载、场景管理、空间分析、三维渲染、特效处理等服务能力，实现物理工程的同步直观表达、工程运行全过程高保真模拟。

5.1.3.2.1 全要素场景生成

全要素场景是将植被、道路、水域、建筑等全场景的模拟再现；以及视觉真实、物理模拟、地理信息、实时交互等多要素融合叠加，帮助水利行业数字化升级，实现基于视觉孪生、物理孪生及时空孪生的场景应用。全要素场景服务是一个基于时空数据的引擎，将输入系统的所有静态数据、动态数据通过时空结构（特别是空间结构）结构化成为一个有机体，对其他模块提供一切关于时空场景的服务。

全要素场景是数字孪生模拟仿真引擎的基础。通过生成大范围的全要素场景底板，进行物理流域、工程的全要素的数字化映射，承载工程安全分析预警、防洪运用应用等专业业务应用。

完成流域级场景、工程级场景、设施级场景的构建，生成不同精度等级的场景底板，生成可配置服务，根据不同大小范围的流域、工程区域等场景需求进行选取。

5.1.3.2.2 可视化渲染

实现天气效果、日照变化、材质体现、光影效果、水位变化等渲染功能；能够通过物理流域或工程进行可视化渲染，达到真正意义上的将现实世界孪生仿真到虚拟

世界。

(1) 自然背景可视化

主要实现水利工程周边自然背景（如不同季节白天黑夜、不同量级风雨雪雾、日照变化、光影等背景）的可视化渲染。

1) 光照状态可视化

输入：时间

输出：太阳、月亮的光线，场景光照阴影变化。

为实现真实的光照效果，场景光照基于天体运行规律进行计算。给定任意时刻，精确计算该时刻对应的太阳、月亮方位，模拟真实的光照环境及光影变化，整个场景的昼夜更迭、光照变化等仿真均与真实世界一致。

2) 四季环境可视化

输入：时间

输出：不同季节对应的植被状态

库区周边环境随季节变化呈现出不同的景观效果，根据其变化特点，尤其是植被景观的变化，构建由时间驱动的四季环境可视化模型，逼真模拟出三门峡水利枢纽周边环境的季节变化特征。

3) 天气状态可视化模型

输入：气象信息

输出：大气云层、不同量级风雨雪雾、场景积水积雪效果

能够根据气象信息数据，实现相应的天气效果仿真。

能够根据风、云、雨、雪、雾等气象数据，实现相应的天气效果仿真。大气云层通过体积云技术进行构建，可以从太空、地面等多种视角进行浏览；风主要通过动态流场进行可视化，并可在场景中对植被、旗帜等产生影响；雨、雪主要以粒子系统进行可视化，并对场景的积水、积雪效果进行仿真；雾通过环境光照技术实现，根据不同量级对孪生场景的能见度进行控制。

(2) 工程运行可视化

主要实现三门峡水利枢纽调度运行过程的可视化，以模型计算及实测的水位、流量过程为输入，通过可视化模型实现库区及下游河道水流过程动态可视化呈现。

输入：水库水位、高精度数字高程模型

输出：水库库区淹没状态

在高精度数字高程模型的基础上，给定库水位，精确模拟库区淹没。

5.1.3.2.3 空间分析表达

实现基于 GIS 引擎分析的结果（淹没分析、水库水位库容面积计算等水利行业相关的分析计算等）进行数据渲染，为防洪运用、数据分析、数据统计等提供辅助决策支撑。

5.2 业务应用

5.2.1 工程安全分析预警系统

针对工程结构特点、安全隐患与薄弱环节，基于数字孪生场景，集成工程安全相关信息，建设包含安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等功能的工程安全分析预警系统，实现工程安全“四预”相关功能。

5.2.1.1 综合监视

在数字孪生场景中展示安全监测设备点位分布、设备基础信息、实时数据、特征值等内容，对于异常情况进行报警提醒。

（1）安全监测设备点位分布

实现监测数据对应的监测点位在三维场景中的定位功能，将安全监测设备点位进行可视化展示。

（2）设备基础信息

设备基础信息包含监测设备类型、设备参数、监测时间、监测值、监测方式等设备基础信息。

（3）实时数据

实时数据包含工程安全监测设备点位的实时监测数据，可对监测信息进行实时查看。

（4）特征值

包含大坝温度、坝体及坝基变形、坝基扬压力、绕坝渗流、左岸山体变形、近坝区变形、大坝裂缝及接缝、大坝沉陷、坝体渗漏等指标的特征值数据。

（5）异常情况报警

融合场景展示功能，对监测指标异常或者指标变化异常状态进行实时报警提醒。报警信息包括报警对象、发生时间、报警性质、确认时间、消除时间等。

5.2.1.2 安全态势预测

实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测并展示其变化趋势。

(1) 大坝变形和渗压预测

基于现状条件、拟定的水库运用边界条件，结合监测数据，建立大坝安全分析预警数理统计模型，实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测。

(2) 变化趋势展示

基于大坝安全分析预警数理统计模型对渗压、变形等进行预测并展示指定工况条件下的变化趋势。

5.2.1.3 安全风险预警

结合预警指标实现安全风险分级预警功能，及时将预警信息通知到相关部门。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。

(1) 基于实时监测数据和相应预警阈值的预警

根据安全监测数据及预警值信息，判断当前监测点位是否超阈值，若超阈值则根据预警指标生成安全风险分级预警信息，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 基于模型分析、预演结果的预报预警

基于大坝安全分析预警模型及安全状态预演结果，结合预警指标生成风险分级预测信息，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.1.4 安全状态预演

结合大坝安全分析预警模型和工程安全规程与应急预案对典型工况、超标洪水情况下大坝变形、渗压进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景的各种要素，助力科学制定和优化调度方案。

5.2.1.5 安全处置预案

实现对工程安全相关的应急预案、标准、规定等统一管理，能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性，并对外提供服务接口。

5.2.2 防洪运用系统

基于数字孪生场景，实现视频监控和实时监测数据汇集，建设防洪运用业务场景，可视化呈现流域基本信息以及三门峡水利工程水位、闸孔开合等情况，基于来水预报

数据、蓄水淹没模型对不同调度方案的运行情况进行可视化展示及预演，为防洪运用业务提供数据可视化支持及会商支持，实现防洪调度“四预”相关功能。包含综合监视、防洪预报、防洪预警、防洪预演、防洪预案等功能。

5.2.2.1 综合监视

在数字孪生场景中展示雨水沙情实时/历史信息，支持雨水沙情、大坝工情、库区泥沙监测、库区淤积、库区险情、防汛物资/队伍等实时/历史信息可视化查询展示，统计对比分析。

(1) 雨情信息查询展示：通过雨量监测站点数据绘制黄河流域降雨实况及历史等值面，可通过选择日期框，展示对应日期的面雨量实况，同时可以查询重要雨量站点的降雨过程。

(2) 水情信息查询展示：主要包括关键水库的出入库流量和水位信息，河道流量（含沙量）、水位信息，同时还可以查询水库库容曲线、泄流曲线、防洪特征水位等基本情况介绍，上述信息的查询展示可以与数字孪生场景点位联动。

(3) 防汛管理基础信息查询展示：包括防汛物资、防汛队伍、抢险记录、演习记录等，可在数字孪生场景中采用不同的符号进行标注显示，支持在数字孪生场景中对防汛物资、抢险记录、演习记录等防汛管理基础信息进行直观快捷的增加、删除、更新操作。

(4) 库区淤积情况查询展示：可在综合监视模块查看三门峡水库库容变化、泥沙冲淤分布情况。

5.2.2.2 预报

能够实现降雨预报、来水预报、来沙预估信息的查询展示。

(1) 降雨预报查询展示：在数字孪生场景中叠加展示黄河流域中短期降雨预报等值面图，可展示中央气象台预报数据源的降雨预报过程，可展示未来7日的降水过程。可通过时间选择框，展示对应日期的预报产品，也可对预报时效内任意时段降水预报进行叠加展示。降雨预报的精度满足会商和来水预报、来沙预估模型的需要。

(2) 来水预报、来沙预估查询展示：以接入水文局的预报成果为主，预报的结果以图表的形式进行展示，并可在地图上进行点选查询。来水预报、来沙预估预报结果满足会商和预演的需要。

5.2.2.3 预警

(1) 防洪预警包括汛情及水库运行安全预警功能。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。在数字孪生场景上采用不同的预警符号、预警颜色对预警位置进行闪烁预警，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 根据三门峡水利枢纽防正灌、防倒灌设备情况及应对措施，根据预警指标，实现防正灌、防倒灌预警功能，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.2.4 预演

库区淹没预演：结合蓄水淹没模型实现水库防洪运用库区淹没的模拟预演。在数字孪生场景中对防汛调度方案、库区淹没情况进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景，支撑水库不同运用水位下库区淹没影响范围分析预警。

5.2.2.5 预案

预案模块实现对防汛调度预案、水沙调度方案、溃坝方案等内容的统一管理。能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性。

5.3 信息资源共享

按照《数字孪生流域建设共建共享管理办法（试行）》要求，在数据底板、模型库、知识库等方面实现共建共享。能够通过数据交换、服务调用等方式，实现水利部、黄委、省级水行政主管部门之间的数字孪生平台的互联互通、数据共享、业务协同。根据招标文件要求，数字孪生三门峡水利枢纽工程数据资源共享方案及共享内容清单如下节所描述。

5.3.1 数据资源共享方案

5.3.1.1 工程内部共享

数字孪生三门峡水利枢纽项目通过数据交换、接口调用等形式从其他系统获取数据。从数据中台获取三门峡水利枢纽建筑物、测点基础数据、监测数据、预报数据等；与视频监控系统通过支持主流视频厂家标准的平台进行对接和级联。

数字孪生三门峡水利枢纽平台为业务系统提供服务和工具。在符合数据保密安全管理要求的前提下，通过标准化服务接口和工具，为专业应用系统提供空间分析、地图可视化、模型等服务调用支撑，满足相关系统功能升级拓展需求，如巡检、安全隐患处理等需要集成地图或三维可视化场景来实现业务工作流程的可视化定位与监管

等。

5.3.1.2 需外部共享数据

从水利部、黄委获取黄河流域地理空间数据底板；获取黄河流域的气象、雨水情、汛情、调度指令等信息。

5.3.1.3 向外部共享数据

在符合数据保密安全管理要求的前提下,通过标准化服务和工具提供可共享成果,为水利部系统及数字孪生黄河（流域）系统提供地理空间数据、重点雨水情数据、相关预案规程等数据。

5.3.2 共享清单

数字孪生三门峡枢纽工程相应数据共享清单见下表：

表 5.10 外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
地理空间数据	水利部共享的黄河流域 30mDEM、2mDOM。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
实时监测数据	黄河流域卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息； 黄河流域气象、雨水情、汛情、凌情、水质、地震等实时数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
业务数据	黄河流域雨、水、沙、凌情预报成果、调度方案、调度指令等信息； 水库上游各枢纽、水库、电站实时运行信息及运行计划（主要为入出库流量和库水位、蓄水量）。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台

表 5.11 向外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
重点数据	三门峡水利枢纽相关河段地理空间数据； 库区重要雨水情等感知数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）
水利专业模型	蓄水淹没模型及计算成果数据； 大坝安全分析预警模型及计算成果数据。	按水利部模型平台要求提供模型共享接口、数据服务接口

6 系统集成

完成对现有各类资源的整合和集成，包括与上级系统集成、与专业应用系统集成等内容，集成的方式分为数据集成、服务支撑、用户管理和单点集成。

数字孪生三门峡水利枢纽项目的集成，一方面满足数字孪生平台本身功能应用需要；另一方面要为其他已建专业应用系统和上级单位系统提供数据共享服务。另外，数字孪生平台还为其他已建专业应用系统提供数字孪生场景、空间分析、模拟仿真等调用支撑服务，便于各专业应用系统拓展应用数字孪生成果。

本项目与其它内部或外部系统之间的集成总体可以分为四类：数据集成、服务支撑、用户管理、单点集成，集成方案如下节所描述。

6.1 数据集成

数字孪生三门峡水利枢纽平台开发标准的服务与接口，根据业务场景需要，对部

分基础应用系统业务数据、监测数据等进行数据结果集成，实现数字孪生场景与业务数据的有机结合。

6.2 服务支撑

数字孪生平台为部分需要集成数字孪生平台的应用系统提供服务支撑，为应用系统提供可视化展示等服务，应用系统可集成平台中提供的服务、接口，并将这些功能与业务应用有机融合在一起。

6.3 用户管理

本次建设的应用系统需考虑用户、角色、权限的管理，对系统用户通过手工或数据同步的方式进行录入，根据用户对系统权限的需求，通过角色权限管理模块，为不同的用户或部门提供访问数字孪生平台时不同的功能和数据权限。用户、角色、权限管理技术解决方案如下。

6.3.1 用户管理

用户管理功能主要用于维护系统中的用户信息，可以新建用户、修改用户、删除用户、查询用户、修改用户密码、用户停用和用户启用等功能。

在用户管理中也可以设置用户的角色信息、机构信息、性别、职务、姓名、邮箱和电话等信息。同时系统拥有良好的集成能力，支持与其他系统或者数据中台门户集成。

6.3.2 角色管理

系统提供角色管理功能，管理员可在系统中添加、修改和删除角色。

同时在角色管理中，管理员可以查看当前角色在系统中所拥有的权限信息，系统支持根据不同的用户需求或者角色分配相应的权限信息。系统拥有良好的集成能力，可支持与其他系统或中台门户集成。

6.3.3 权限管理

系统提供权限管理功能，管理员可通过权限管理针对用户进行相关设置管理，满足不同角色的用户访问使用系统。

6.4 单点登录集成

围绕数字孪生平台与业务应用系统进行单点登录集成。通过统一各系统的组织结构和用户表，采用单点登录技术，将工程安全分析预警系统、防洪运用系统集成到数

字孪生平台中。

7 质量保证体系

7.1 项目质量目标

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规范要求，构建一个以全要素数据底板为基础，两大智能模型为支撑，两项智能应用赋能的数字孪生平台；实现工程安全分析、防洪运用核心重点业务的“四预”能力赋能；融合专业智能、人工智能技术，以数字孪生带动物理实体，实现设备智能化、业务精细化、决策精准化的多重多层增效；打造水利数字孪生工程标杆典范，引领推动新阶段水利高质量发展，服务黄河流域生态保护和高质量发展的国家战略。

为保证质量目标的实现，本项目的项目管理将严格按“ISO9001 全面质量管理体系”的实施规定进行规范化管理，采取强有力的质量保证措施，以确保本项目达到优良等级质量目标的要求。

7.2 质量保证措施

7.2.1 质量承诺

确保本项目各分模块符合设计标准和研发规范，整体项目质量合格。我方质量承诺如下：

（1）项目的质量目标：本项目质量验收等级为合格，项目质量《水利信息化项目验收规范 SL588-2013》进行验收。

（2）我方对项目质量负责。建立质量责任制，确定项目的项目负责人、质量负责人和项目实施负责人。

（3）我方按照深化设计要求、实施技术标准和合同约定，对相关系统进行检验，检验应当有书面记录和专人签字；未经检验和检验出不合格的系统，不得使用。

（4）我方建立、健全实施质量的检验制度，严格工序管理，做好质量检查和记录。

（5）我方在实施前提交质量保证文件，包括应提供系统的主要质量记录、检验、试验、验收报告等文件。

（6）我方提供的质量保证期为 12 个月。

（7）项目质量不合格，达不到本招标文件要求的，委托人有权要求受托人停工或返工，其责任由我方自行承担，并不予顺延工期。

7.2.2 质量分析例会制度

定期组织召开质量工作会或质量分析会，通报软件开发和集成实施质量情况，项目各参与单位相互交流各自负责工作进展状况和项目中遇到问题，对软件开发和集成过程的隐患进行具体分析，提出预防控制措施。

7.2.3 项目阶段性评估

为了保证项目总体质量目标，在项目实施的关键点，组织专家对项目进行阶段性评估，通过评估后，项目方可进入下一个实施阶段。评估后受托人填写“项目阶段性评估报告”。

7.2.4 质量记录文档的管理

作好各种质量记录文件，如：检验、调（测）试及验收报告，项目总结，设计变更记录等的保存管理，确保质量问题的可追溯性。

7.2.5 软件测试要求

（1）我公司提出软件系统测试方案，测试方案应经委托人认可后实施。

（2）测试过程中进行详细记录，系统调试结束后，由我公司技术人员签字后交给委托人验收。

（3）在完成全网软件系统测试后，由我公司编写测试报告。在我公司技术人员签字后交给委托人验收，经委托人同意作为验收依据。

7.2.6 功能调试方案

功能调试过程主要分为以下两个阶段：准备阶段、软件部署调试。

（1）准备阶段

主要任务是进行功能清单的技术交底工作，由技术设计人员对清单的功能及注意事项进行说明，研发人员对功能清单进行深入的了解和研究，做到心中有数，按计划调试。

（2）软件部署调试

软件部署调试阶段主要完成基础软件的部署与试运行，并对软件系统性能进行测试和系统功能进行检测。

8 安全保证体系

8.1 安全保证体系

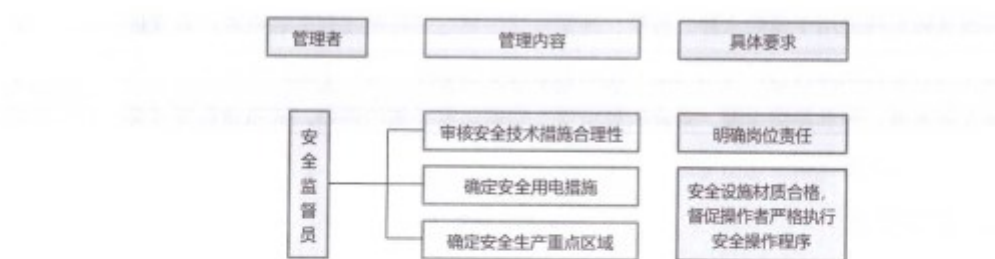


图 5.1 安全保障体系

8.2 安全管理保证措施

安全生产管理是项目管理的重要组成部分，是保证生产顺利进行，防止伤亡事故发生而采取的各种对策。它既管人又要管生产现场的物、环境。

- (1) 严格执行有关安全生产管理方面各项规定条例等。
- (2) 研究采取各种安全技术措施，改善劳动条件，消除生产中的不安全因素。
- (3) 掌握生产实施中的安全情况，及时采取措施加以整改，达到预防为主的目的。
- (4) 认真分析事故苗子及事故原因，制订预防发生事故的措施，防止重复事故的发生。
- (5) 明确安全目标：杜绝一切安全事故与火灾事故的发生。
- (6) 建立健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，且总分包之间必须签订安全生产协议书。
- (7) 对上岗员工进行严格把关，做到上岗前，都要经安全教育。
- (8) 必须建立定期安全检查制度且检查有记录。
- (9) 建立工伤事故处理档案，认真按规定进行处理报告，做好“三不放过”工作。

8.3 突发事件应急措施

(1) 人身伤害事故预案

实施现场如发生高处坠落、触电、物体打击、意外伤害等人身伤害事故。应立即组织车辆或拨打急救电话 120，并将事故详情上报有关部门。期间应主动利用现场医护用品，开展止血、包扎等简单的自救工作。

(2) 触电事故预案

发生触电事故后，应使触电者尽快脱离电源。如开关箱在附近，可立即拉下闸到或拔掉插头断开电源。如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的

利器砍断电线或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线剥离触电者；若现场无任何合适的绝缘材料，可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉出触电人的衣服，使其脱离电源。对高压触电应立即通知有关部门停电，或迅速拉下开关或由电工采取特殊措施切断电源。

8.4 保密管理

严格遵守国家保密规定，严格遵守甲方保密要求，所有成员进场后，做好项目各项保密要求，确保不发生泄密事件。



3. 验收鉴定书

三门峡黄河明珠（集团）有限公司 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 合同完工验收

验
收
鉴
定
书

三门峡黄河明珠（集团）有限公司
数字孪生三门峡水利枢纽建设项目验收工作组

二〇二四年八月

前言

三门峡黄河明珠（集团）有限公司数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同完工验收由三门峡黄河明珠（集团）有限公司网络安全与信息化中心组织，集团公司项目组、云河（河南）信息科技有限公司代表出席验收会议。会议成立验收工作组，依据水利信息化验收规范规定的验收内容及程序进行合同完工验收。

验收工作组依据《明珠集团关于下达 2023 年度投资计划的通知》《明珠集团关于下达 2024 年度投资计划的通知》《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目开发服务合同》内容开展验收工作，听取建设单位和开发单位的项目管理工作报告，对项目建设内容进行检查，并对有关技术资料进行了查阅，经过讨论形成了合同完工验收鉴定书。

一、合同概况

(一) 合同名称

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目。

(二) 项目主要建设内容

云河(河南)信息科技有限公司(以下简称“乙方”)为三门峡黄河明珠(集团)有限公司(以下简称“甲方”)建立数字孪生三门峡水利枢纽系统。该项目充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源,以多维多时空多尺度数据底板为基础,水利专业模型为支撑,构建典型业务应用场景,建设适用三门峡水利枢纽特点的数字孪生平台。

项目内容包括: BIM 模型、数据融合、大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型、数据分析、数据服务、全要素场景生成、可视化渲染、空间分析表达、工程安全分析预警系统、防洪运用系统、系统集成等任务。

(三) 项目执行过程

本项目于 2023 年 8 月 16 日开工, 2024 年 6 月 30 日完工。

2023 年 8 月 14 日: 双方签订《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目开发服务合同》。

2023 年 8 月 16 日: 乙方提交开工申请。甲方完成对相关材料审核后签发开工令, 召开项目启动会。

2023 年 8 月 17 日: 开展建筑物图纸搜集、L2 级底板数据搜集和需求分析调研等工作。

2023年8月，完成《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目施工组织设计》。需求调研完成后，编写《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目实施方案》和《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目总体设计说明书》。

2023年9月，完成三门峡水利枢纽工程保护范围及库区范围（潼关-三门峡）L2级数据底板构建；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备(含金属结构)L3级BIM模型建设。

2023年12月，完成工程安全分析预警系统上线和集成工作。

2023年12月14日，完成第一阶段过程验收。

2023年12月15日，完成工程安全分析预警系统培训。

2024年1月，优化工程建筑物及关键机电设备和金属结构的BIM模型。

2024年6月，完成防洪运用系统上线和集成工作。

2024年6月26日，完成防洪运用系统培训。

2024年6月30日，提交本项目合同完工验收申请。

二、验收范围

根据合同约定，本次验收的范围如下：

1. 项目建设有关资料。

2. BIM模型、数据融合、大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型、数据分析、数据服务、全要素场景生成、可视化渲染、空间分析表达、工程安全分析预警系统、防洪运用系统、系统集成。

三、合同执行情况

(一)项目完成情况:

项目已完成合同约定的内容,主要包括:BIM模型、数据融合、大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型、数据分析、数据服务、全要素场景生成、可视化渲染、空间分析表达、工程安全分析预警系统、防洪运用系统、系统集成的建设。

(二)完成的主要工作量:

序号	功能模块	单位	数量	备注
1	数字孪生平台			
1.1	数据底板			
1.1.1	BIM 建模	套	1	
1.1.2	数据融合	套	1	
1.2	水利专业模型			
1.2.1	大坝安全分析预警模型	套	1	
1.2.2	蓄水淹没模型	套	1	
1.3	孪生引擎			
1.3.1	数据开发			
1.3.1.1	数据分析	套	1	
1.3.1.2	数据服务	套	1	
1.3.2	模拟仿真引擎			

1.3.2.1	全要素场景生成	套	1	
1.3.2.2	可视化渲染	套	1	
1.3.2.3	空间分析表达	套	1	
2	应用软件			
2.1	工程安全分析预警系统	套	1	
2.2	防洪运用系统	套	1	
3	系统集成	套	1	

（三）结算情况

该项目投资计划共下达 502.5 万元。合同签订金额为 425 万元，分阶段实施，依据合同约定的付款条件，2023 年结算第一笔和第二笔款项，金额共计 2125000 元，余 2125000 元未结算。

项目合同完工验收后，将支付第三笔合同款 1275000 元。余第四笔合同款和合同质保金共计 850000 元。

四、检查与测试

（一）前期检查、测试情况：

组织对合同项目的全面检查与测试并形成《检查与测试报告》。经过检查，确认项目建设内容基本符合招投标文件要求、合同要求、需求确认要求，具备验收条件。

(二) 抽查、抽测情况:

合同完工验收会对以下合同项目进行了抽查、抽测, 确认内容基本符合设计要求、合同要求, 按合同约定的方式实现了预定的应用目标。

1. BIM 模型: 大坝和发电厂房。
2. 工程安全分析预警系统: 综合监视页面。
3. 防洪运用系统: 预警、预演功能。

五、已建成的项目质量评估

根据《检查与测试报告》, 系统所有已建成的项目质量合格。

六、历次验收遗留问题处理情况

无。

七、存在的主要问题及处理意见

无。

八、意见和建议

1. 请乙方做好维护、培训、推广等技术支撑。
2. 请乙方和运行管理单位做好系统完善工作。
3. 三门峡枢纽监测感知能力提升工作正在开展, 请乙方做好配合接入平台有关工作。

九、验收结论

本项目已按合同约定完成项目的建设, 质量合格、资料基本齐全, 同意通过合同完工验收。

十、保留意见（应有保留意见人签字）

无。

十一、合同完工验收工作组成员签字表（附）

附：

合同完工验收工作组成员签字表

序号	姓名	单位名称	职务/职称	签字
1	魏喆	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	工程师	魏喆
2	刘谋	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	高级工程师	刘谋
3	张云燕	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	高级工程师	张云燕
4	张晒昭	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	高级工程师	张晒昭
5	许天阳	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	工程师	许天阳
6	李宇凤	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	会计师	李宇凤
7	卫东辉	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	工程师	卫东辉
8	史政	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	助理工程师	史政
9	赵心程	三门峡黄河明珠（集团）有限公司	馆员	赵心程
10	张军琿	云河（河南）信息科技有限公司	副总工、高级工程师	张军琿
11	杨婷婷	云河（河南）信息科技有限公司	工程师	杨婷婷
12	王治中	云河（河南）信息科技有限公司	工程师	王治中
13	王婷	云河（河南）信息科技有限公司	工程师	王婷

合同扫描件

合同编号: JGSJB-2023-02

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

开发服务合同

甲方: 三门峡黄河明珠(集团)有限公司

乙方: 云河(河南)信息科技有限公司

签订地点: 河南省三门峡市

三门峡黄河明珠（集团）有限公司

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目开发服务合同

根据《中华人民共和国民法典》及相关法律法规，三门峡黄河明珠（集团）有限公司（以下简称“发包人”）与云河（河南）信息科技有限公司（以下简称“承包人”）本着自愿、公平的原则，为明确甲乙双方的权利义务，经双方友好协商，就数字孪生三门峡水利枢纽建设项目签订本合同，双方共同遵守。甲乙双方在本合同项下所载各项条款表示完全同意和理解。

本合同经双方授权代表签字盖章后生效。

合同双方：

发包人（以下简称甲方）

甲方：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

法定代表人：王通战

地址：河南省三门峡市崤山路中段 55 号

电话：0398-2992662 传真：0398-2992662

项目联系人：张云燕 电子邮件：

开户行：三门峡市建行营业部

账号：41001501710050000830

税号：91410000169994346k

承包人（以下简称乙方）

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

法定代表人：侯红雨

地址：河南省郑州市金水区金水路 109 号

电话：18838990192 传真：

项目联系人：张军琿 电子邮件：zhang_jh@yrec.cn

开户行：中国建设银行郑州行政区支行

账号：4105 0167 6108 0000 0464

税号：9141 0000 MA46 YXAG XT

第一条 合同内容

乙方基于项目招投标文件以及本合同条款，为甲方开发建设一套三门峡水利枢纽数字孪生平台，项目开发包含 2 个阶段：

I、第一阶段开发内容：

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）L3 级 BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成、测试工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

II、第二阶段开发内容：

- (1) 完成工程建筑物及关键机电设备和金属结构的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完成数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

第二条 项目工期

2.1 项目总工期为：自合同签订之日起 11 个月。

2.1.1 2023 年完成项目第一阶段的开发内容，提交符合要求的验收资料并提交过程验收申请报告。

2.1.2 2024 年 6 月 30 日前完成合同所约定所有开发内容，乙方提交符合要求的验收资料并提交合同完工验收申请报告。

2.1.3 合同完工验收合格，进入 90 个日历天的试运行阶段。

第三条 合同价款及支付方式

3.1 本合同总价款为（含税）4250000 元，大写：肆佰贰拾伍万元整。

包含：第一阶段开发费用：212.5 万元（大写：贰佰壹拾贰万伍仟元整）。

第二阶段开发费用：212.5 万元（大写：贰佰壹拾贰万伍仟元整）。

明细如下：

合同金额明细表

序号	名称	数量	单位	单价(元)	总价(元)	备注
1	数字孪生平台			3250000	3250000	
1.1	数据底板			950000	950000	
1.1.1	BIM 建模	1	套	700000	700000	
1.1.2	数据融合	1	套	250000	250000	
1.2	水利专业模型			850000	850000	
1.2.1	大坝安全分析预警模型	1	套	450000	450000	
1.2.2	蓄水淹没模型	1	套	400000	400000	
1.3	孪生引擎			1450000	1450000	
1.3.1	数据开发			500000	500000	
1.3.1.1	数据分析	1	套	200000	200000	
1.3.1.2	数据服务	1	套	300000	300000	
1.3.2	模拟仿真引擎			950000	950000	
1.3.2.1	全要素场景生成	1	套	300000	300000	
1.3.2.2	可视化渲染	1	套	300000	300000	
1.3.2.3	空间分析表达	1	套	350000	350000	
2	应用软件			900000	900000	
2.1	工程安全分析预警系统	1	套	500000	500000	
2.2	防洪运用系统	1	套	400000	400000	
3	系统集成	1	套	100000	100000	
总计(元)					4250000	

3.2 支付方式：

甲方根据系统开发目标，按以下进度将合同款支付给乙方：

第一次付款：乙方完成施工组织设计编制并通过审查后，甲方支付乙方合同总价款的15%，即人民币陆拾叁万柒仟伍佰元整（小写：¥ 637500 元）。

第二次付款：乙方完成项目第一阶段开发内容，通过过程验收，甲方支付乙方合同总额的35%，即人民币壹佰肆拾捌万柒仟伍佰元整（小写：¥ 1487500 元）。

第三次付款：项目通过合同完工验收，进入试运行阶段，甲方支付乙方合同总额的30%，即人民币壹佰贰拾柒万伍仟元整（小写：¥ 1275000 元）。

第四次付款：项目试运行结束后，甲方支付乙方合同总额的17%，即人民币柒拾贰万贰仟伍佰元整（小写：¥ 722500 元）。

质保金：合同总价款的3%作为质保金即人民币壹拾贰万柒仟伍佰元整（小写：¥127500元），质保期内平台运行稳定，质保期满后，甲方将该笔款项（不计息）支付给乙方。

3.3 发票开具

3.3.1 每次付款前，乙方向甲方提供符合要求的增值税专用发票。在收到发票后十个工作日内甲方以银行转账的方式将该笔款项支付给乙方。

第四次付款前，乙方向甲方提供符合要求的合同剩余金额（包含质保金）的增值税专用发票。在收到发票后十个工作日内甲方以银行转账的方式将该笔款项除质保金外支付给乙方。

3.3.2 乙方开具发票需附清单，并根据甲方要求填写资产清单。

第四条 实施与验收

4.1 实施标准参考技术条款所列《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》、《数字孪生黄河建设技术导则》等标准及规范，验收标准参考《国家电子政务工程建设项目档案验收暂行办法》、水利部《水利信息化项目验收规范》、黄河水利委员会《信息系统建设项目验收规程》、明珠集团《项目建设管理办法》相关规定。

4.2 乙方签订合同后，应在7个日历天内向甲方提交施工组织设计，通过审查后方可开工。项目实施的所有实施内容、实施进度、开发进度、质量标准与验收进度按照本合同、招标文件以及投标文件的相关条款执行。

4.3 完成第一阶段的项目开发内容，乙方向甲方提交过程验收申请报告及相关验收资料，甲方应在收到验收申请报告后的15个工作日内，提出异议或确认无误开始组织过程验收。如验收不合格，由乙方进行修正并再次提出过程验收申请报告。

4.4 完成合同约定的项目所有开发内容，乙方向甲方提交合同完工验收申请报告及相关验收资料，甲方应在收到验收申请报告后的15个工作日内，提出异议或确认无误开始组织合同完工验收。如验收不合格，由乙方进行修正并再次提出合同完工验收申请报告。

4.5 合同完工验收合格进入试运行，试运行期间项目的功能和性能应符合本合同中的技术要求。在试运行期间，如发现任何项目交付成果不符合本合同及其附件要求的，乙方应免费对其进行修改和更正，直至符合要求，同时，试运行期相应顺延，顺延时间与乙方进行修改和更正的时间相等。在整个试运行期内项目交付成果满足本合同相关约定以及双方共同确认的相关技术要求的，视为乙方完成成果交付，否则试运行期继续顺延，直至乙

方所提交的所有项目交付成果满足要求。若在试运行期间甲方提出变更要求，该变更经双方确认后执行，则试运行期不因甲方提出变更需求而顺延。

4.6 试运行期间如发生重大问题，乙方应当完善系统，排除故障，并自行承担相关费用，同时试运行期重新开始。

4.7 试运行结束项目正式上线后，乙方应配合甲方进行竣工验收。

4.8 项目交付成果清单：

环节	交付成果名称	交付类型	说明
项目准备	项目启动会资料	PPT	项目管理相关
	项目启动会会议纪要	PDF	项目管理相关
	项目施工组织设计	PDF	项目管理相关
项目文件	实施方案	PDF	需求相关
	总体设计说明书	PDF	开发相关
	需求变更清单（如有）	PDF	开发相关
	测试计划	PDF	测试相关
	测试报告	PDF	测试相关
	管理制度	PDF	运维相关
	管理员手册	PDF	运维相关
	用户手册	PDF	运维相关
第一阶段	BIM 模型建模清单	PDF	成果
	BIM 模型	bim 格式文件	成果
	L2 级数据底板	通用 gis 格式文件	成果
	数据开发接口文档（工程安全分析预警系统相关）	PDF	成果
	大坝安全分析预警模型	应用程序	成果
	工程安全分析预警系统	应用程序	成果
	仿真引擎接口文档（工程安全分析预警系统相关）	PDF	成果
第二阶段	蓄水淹没模型	应用程序	成果
	工程防洪运用系统	应用程序	成果
	数据开发接口文档	PDF	成果
	仿真引擎接口文档	PDF	成果
备注：项目交付成果中应用程序的安装或部署应在甲方技术人员的监督下进行			

第五条 权利和义务

5.1 甲方的权利和义务

5.1.1 根据项目进度组织验收及支付合同款项。

甲方有权要求乙方按本合同的要求，按期保质保量完成工作任务。

5.1.2 甲方有权对项目工作进度、质量等情况进行监督、检查。

5.1.3 甲方有权要求乙方对已提交技术成果进行补充完善。

5.1.4 负责内部协调工作为乙方提供工作便利。

5.1.5 配合乙方收集与本项目有关的资料、数据和表格或搭建运行环境等。

5.1.6 指派专人及时参与本项目相关工作。

5.2 乙方的权利和义务

5.2.1 乙方应按照合同约定和相关标准开展工作，按照约定时间提交项目成果并进行成果归档；乙方应确保工作中提交的工作成果及服务不侵害第三方的权利，否则应承担由此产生的一切后果

5.2.2 项目进行期间乙方应就作业安全制定完整可行的方案，乙方工作人员在履行本合同期间造成的财产或人身损害，其后果均由乙方承担，甲方概不负责。

5.2.3 乙方提交工作成果后，须参加甲方组织的验收，并及时根据验收结果负责进行必要的调整。

5.2.4 对合同项下内容进行分包、转包，必须向甲方提出书面申请，未经甲方书面同意，乙方不得将本项目全部或部分工作委托第三方实施。

5.2.5 乙方应选派工作经验丰富、责任心强的管理人员、技术人员承担本项目工作，未经甲方同意，不得更换。

第六条 项目变更

需变更方提出项目变更申请，双方书面确认后，形成文件作为合同附件。文件内容包括变更原由、变更内容、变更影响、变更价格等。

第七条 知识产权

7.1 乙方根据本合同或在本合同履行过程中专门为甲方制作的（包括但不限于包含文字、图画及其组合的全部网页）或根据甲方提供的有关信息、资料而产生的服务成果、交付成果等（包括但不限于技术条款中所约定交付成果），其知识产权和其他权益全部归甲方所有。乙方向甲方提交所有为甲方单独制作的相关源代码，甲方具备使用、修改、变更、管理等全部可行使权益。

7.2 乙方保证其交付的所有成果不侵犯任何第三方的知识产权和/或其他合法权益。任何第三方以本合同项下的成果侵权为由向甲方主张权利的，一经收到该第三方的书面通

知，乙方应立即采取措施为甲方提供保护，并按甲方要求提供全部必要的支持，并按本合同的有关约定承担违约责任以及甲方因此发生的所有费用。

7.3 本合同因履行完毕、解除或不可抗力等终止的，终止之日起5个工作日内，乙方应将甲方提供的信息和资料连同其全部副本移交甲方，并且不得继续使用或擅自许可任何第三方使用。

第八条 培训

8.1 培训要求：乙方免费为甲方提供不低于10个工作日的技术培训，具体培训时间双方协商决定。

8.2 培训目的：通过培训，使受培训人员能独立掌握系统的使用、配置、维护管理、日常测试等技术。

8.3 培训内容以甲方要求为准，包括但不限于以下内容：

系统的原理和技术性能、安装调试、系统运行维护、排除故障和升级等各个方面；系统的案例分析等；乙方提供的其他培训。

第九条 技术支持与服务

9.1 乙方提供的技术支持与服务内容包括实施培训服务，上门服务，电话服务，远程服务等内容。

9.2 质保期内，由乙方免费提供软件技术支持、软件维护以及软件版本升级；针对本项目系统中存在的bug、缺陷、漏洞，不论在质保期内或外，乙方均应持续提供修正与消缺服务。

9.3 在质保期内，乙方根据投标文件承诺提供免费售后服务。系统出现问题后，乙方应立即响应，安排技术团队进行消缺，及时给出解决方案；如需乙方派出技术人员到达现场解决问题，除不可抗力因素外，乙方人员应在24小时内到达现场。

9.4 乙方通过第三方采购或提供技术支持和服务的，第三方须提供关于本项目的服务承诺书，保证关于本项目的相关技术及服务工作正常开展。

9.5 乙方投标文件所承诺的服务内容。

9.6 本项目开发缺陷责任期及质保期为项目试运行结束之日起12个月。

第十条 违约责任

10.1 本合同正式签订后，任何一方不履行或不完全履行本合同约定条款的，即构成违约。

10.2 合同一方违反本合同规定，造成另一方经济损失的，守约方有权要求终止本合同，并由违约方承担赔偿责任。

10.3 由于乙方原因无故造成项目延期完成，每逾期 1 日，乙方须向甲方支付本合同总价款的 0.2% 的违约金，最高违约金不高于本合同总价款的 10%。如违约金的数额累计达到本合同总价款 10% 时，甲方有权终止合同，由此给甲方造成损失的，乙方应承担赔偿责任。因甲方原因无故造成乙方不能按期完成的，乙方工作期顺延，由此给乙方带来工作量增加的，费用由双方协商确定。

10.4 甲方无故延期支付本合同价款，每逾期 1 日，甲方向乙方支付合同总价款 0.2% 的违约金，最高违约金不高于本合同总价款的 10%。如违约金的数额累计达到本合同总价款的 10% 时，乙方有权终止合同，由此给乙方造成损失的，甲方应承担赔偿责任。

10.5 由于乙方原因造成项目失败或终止，甲方有权收回全部已付款项并按照中国人民银行同期贷款利率计算加收罚息（计算周期为从乙方收到已付款项之日起至收回已付款项之日止）。由于甲方原因造成项目失败或终止，甲方应按照乙方已完成的实际工作量支付相应费用。

10.6 履约保函

10.6.1 履约保函

本合同履约保函金额为：合同总价款的 10%，即肆拾贰万伍仟元整（小写：425000 元整），在合同签订后 10 个日历天内，乙方提交银行保函原件给甲方。

10.6.2 履约保函的有效期

保函有效期为：自合同签订之日起至试运行结束。

如乙方在履行本合同期间无违约行为，项目试运行结束后 28 日内，退还履约保函给乙方。

第十一条 保密条款

11.1 双方应对本项目中接触到的对方所有的知识产权、商业秘密、技术成果等信息负保密义务。未经对方书面同意，不得向社会公众或第三方通过任何途径出示、泄露，不得许可本方或第三方使用，不得对上述信息进行复制、传播、销售。项目完成后，乙方不得将其作为案例发布在公共网络或公有云上。

11.2 本合同所述的保密条款对以下内容不适用：

- (1) 属于常识且不受著作权控制的内容；
- (2) 已通过出版物或其他合法途径公开的内容；

(3) 按法律、行政法规规定需要向有关机关、机构或媒介公开的内容。

第十二条 权利担保条款

12.1 甲方保证提供给乙方的资料、信息内容合法，不侵犯第三方的合法权益。如因甲方原因致使乙方遭受第三方追诉的，甲方应承担由此给乙方造成的损失并承担违约责任。

12.2 乙方保证在本项目设计、开发过程中，不侵犯第三方的合法权益。如因乙方原因致使甲方遭受第三方追诉的，乙方应承担由此给甲方造成的损失并承担违约责任。

第十三条 权利归属条款

13.1 本合同甲方委托乙方设计、开发的所有技术成果属于甲方。项目成果署名权归双方共同所有。

13.2 乙方按照本合同约定在履行系统维护和技术服务的过程中，不允许利用甲方提供的相关资料和工作条件进行与本项目无关的工作。

第十四条 不可抗力条款

14.1 合同双方中的任何一方，由于战争、严重水灾、火灾、台风、地震和疫情而影响合同执行时，则延长履行合同的期限。

14.2 在不可抗力发生 5 个工作日内将发生不可抗力事件的情况通知对方，并及时将有关证明文件提交给另一方确认。

14.3 如不可抗力事件终止或被排除后，发生不可抗力一方应尽快告知对方。

14.4 如果不可抗力持续时间超过 30 天，双方将通过友好协商解决此后的合同执行问题。如果双方在相应顺延的 30 天内未能协商一致，甲、乙双方均有权解除合同。

第十五条 争议解决条款

15.1 甲乙双方发生与本合同有关的一切争执，双方应通过协商解决，如协商不成，则通过诉讼解决。

15.2 诉讼交由三门峡有管辖权的人民法院管辖。

15.3 诉讼期间，除诉讼事由本身外，双方均应继续履行合同规定的各自的义务，由于诉讼所产生的费用均由败诉一方承担。

第十六条 其他

16.1 本合同各条款中的标题，仅作为标明该条款的内容指向，不单独作为权利义务认定的依据。

16.2 本合同自甲乙双方法定代表人或委托代理人签字盖章之日起生效，合同有效期为：自合同生效起至质保期结束。合同需加盖骑缝章。

16.3 本合同一式捌份，双方各执肆份，具有同等法律效力。

16.4 本合同签订后，如需对合同进行修改，可经双方协商一致并签订补充协议作为对本合同补充、修改或变更的依据，补充协议与本合同具有同等法律效力。

16.5 合同附件是本合同规定的有关事项的执行步骤或细划，与本合同规定的原则是相符一致的，如果发生不一致的地方，以本合同为准。

16.6 乙方对本合同中规定的技术支持、维护义务并不以合同的到期而终止。

16.7 甲乙双方在履行合同过程中，甲乙双方有关项目的洽商，变更等以书面形式往来的函件，包括信件、传真、电子邮件或扫描件，需加盖公章，视为本合同的组成部分，具有同等法律效力。

16.8 技术条款、招标文件、投标文件等均为本合同的组成部分，具有同等法律效力，包括：

- (1)技术条款
- (2)廉政责任书
- (3)保密协议
- (4)投标文件
- (5)招标文件

16.9 合同文件应能相互解释，互为说明。除专用条款另有约定外，组成本合同的文件及解释顺序如下：

- (1)本合同协议书
- (2)投标书及其附件
- (3)招标书及其附件
- (4)标准、规范及有关技术文件
- (5)报价单
- (下页为签字盖章页，无正文)

甲方（盖章）：三门峡黄河明珠（集团）有限公司

签字：
日期：2023年8月4日

乙方（盖章）：云河（河南）信息科技有限公司

签字：
日期：2023年8月4日

工程量清单

	项目名称	单位	数量	技术要求
(一)	软件			
1	数字孪生平台	项	1	
1.1	数据底板	项	1	
1.1.1	BIM建模	项	1	
1.1.1.1	重点建筑物及关键机电设备	项	1	
(1)	大坝及厂房工程	项	1	
1)	左非坝、右非坝段	项	1	
2)	溢流坝	项	1	
3)	隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	项	1	
4)	电站坝段	项	1	τ 5 含坝前各层平台、坝后 302 平台、张公岛、钢桥以上水工建筑物、主要设备放置空间。
5)	安装场坝段	项	1	
6)	斜丁坝段	项	1	
7)	2 条隧洞	项	1	
8)	各层廊道	项	1	
9)	主厂房	项	1	包括框架结构，门窗等设施。 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5 层附属盘柜。
10)	副厂房	项	1	含厂房 1 号、2 号、3 号防汛系房，包括框架结构，门窗等设施。
11)	生产楼	项	1	包括框架结构，门窗等设施。
(2)	机电和金结设备	项	1	
1)	水轮发电机组	项	1	1 至 7 号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、椎管。 1 至 7 号水轮发电机组及自用变、自井变等相关主要附属设备设施（自用变、自井变依据现状图片制作简化建模）。
2)	开关站	项	1	110kV 开关站及站内上下母线、旁母线，储水 2 开关、三铝 1 开关、互感器、储水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV 开关站及站内南、北母线、旁母线，站内三 221 开关、三 224 开关、三 226 开关、三 227 开关、三高线、三断线、互感器、耦合电容

			器等同层设备设施, 保护室及内部设备设施。
3)	启闭设备	项 1	主要启闭设备共 22 台 (套) (含悬臂吊, 包括设备放置空间)。 坝前两台 1500kN 悬臂吊, 1#-3#底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机; 1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机; 1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机; 3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机; 6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机; 坝顶两台 4500kN 门式起重机, 一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。 发电厂房 350t、2×200t 门机, 尾水两台门机等。
4)	电源系统	项 1	厂用 6kV 配电室、400V 配电室相关设备设施, 1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、机电变配电室、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供电设备设施。(主要进行盘柜建设, 盘柜位置、尺寸简化建模)。
5)	工作闸门	项 1	1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室, 工作闸门油泵房、机组检修闸门 隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇 (其中 1#-9#深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12#深孔尺寸为 3m×8m)。
1.1.1.2	非重点建筑物及非关键机电设备	项 1	
(1)	大坝及厂房工程	项 1	
1)	主厂房	项 1	机组母线室 (主要进行盘柜建设, 盘柜位置、尺寸简化建模); 8 号水池; 尾水油泵房; 高低压机室; 机组通风通道。
2)	副厂房	项 1	含三角母线室; 工业供水隧道及变雨阀 (变雨阀简化建模); 事故油池; 防汛沙池; 北大门、厂房防倒灌闸门。
(2)	机电和金结设备	项 1	
1)	开关站	项 1	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆隧道, 主变转角塔, 塔体引线。
2)	水轮发电机组附属设施设备	项 1	8 号叉管进水管等, 262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。(包括水泵、管路出口, 可采用相近水泵模型)。 269 隧道放空阀(采用柱体或相近阀模型), 大小深井, 262 排水隧道。
3)	出线设备	项 1	1-7 号水轮发电机组母线 (均采用封闭母线建模)、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器, 11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
4)	事故检修闸门	项 1	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇 (1#-12#底孔前)。
5)	拦污栅	项 1	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片, 五台发电机组, 每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
(3)	监测设备及巡检点	项 1	
1)	安全监测设备	项 1	大坝安全监测设备包括: 坝体变形监测 (350.2 隧道 1#弓张线 (17 台引张线仪)、315 隧道 2#, 3 张线 (16 台引张线仪)、290 隧道 4#张线 (8 台引张线仪)、正垂线 (3 条、6 台垂线坐标仪)、倒垂线 (7 条、10 台垂线坐标仪), 左岸山体变形监测 (多点位移计 (1 套、6 支多点位移计)),

				坝基沉降监测（静力水准1套、6台静力水准仪），裂缝接缝监测（测缝计19支）；坝基扬压力监测（渗压计71支），坝体渗漏监测（量水堰2台），绕坝渗流监测（渗压计6支）；测压管水温监测（渗压计71支），廊道气温监测（温度计3支），坝区气温监测（百叶箱1个、温度计1支），接缝裂度监测（测缝计11支）。
1.1.1.3	非关键点监测设备及巡检点	项	1	
(1)	监测设备及巡检点	项	1	
1)	巡检点、视频巡检节点	项	1	巡检点、视频节点（约60个）进行粗略定位。
1.1.1.2	L2级数据底板			保护区范围内的倾斜摄影(导墙、张公岛、中流砥柱等)、DEM、DOM。
1.1.1.3	数据融合	项	1	基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据的数据融合。
1.2	水利专业模型	项	1	
1.2.1	大坝安全分析预警模型	项	1	包含渗压数据模型、变形数据模型、单测点计算时长应控制在5s内。
1.2.2	蓄水淹没模型	项	1	支持全库区淹没范围动态变化模拟，满足三门峡水利枢纽蓄滞过程中全库区水位模拟需要，计算速度满足实时计算要求。
1.3	孪生引擎	项	1	
1.3.1	数据开发	项	1	基于数据中台实现数据综合统计分析和数据服务。
1.3.1.1	数据分析	项	1	数据综合统计分析。
1.3.1.2	数据服务	项	1	提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。
1.3.2	模拟仿真引擎	项	1	
1.3.2.1	全要素场景生成	项	1	包含流域级、工程级场景构建。
1.3.2.2	可视化渲染	项	1	实现天气、日照等环境量以及水位、流量、闸门开度等运行数据的可视化渲染。
1.3.2.3	空间分析表达	项	1	支持GIS引擎分析结果在数字孪生场景中的渲染。
2	应用软件	项	1	
2.1	工程安全分析预警系统	项	1	
2.2	防洪运用系统	项	1	
(二)	系统集成			
1	系统集成	项	1	

7.2 深圳市水务局应急预案体系建设技术服务

中标通知书扫描件

深圳市加乐咨询有限公司

中标通知书

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司：

我公司于 2023 年 2 月 9 日就深圳市水务局应急管理体系建设技术咨询服务（项目编号：SZDL2023000088）组织了项目评审工作，按照招标文件中规定的评审规则并经采购单位确认，贵单位被确定为中标人。中标结果如下：


项目 名称	数 量	计量 单位	预算金额	中标金额	服务期限
深圳市 水务局 应急管 理体系 建设技 术咨询 服务	1	项	¥1,147,800.00	¥ 1,127,000.00	本项目合同履行期限为 1 年（中标供应商进场时间以合同签订时间为准）。本项目合同期满后，甲方可根据实际情况及乙方履约情况确定合同期限是否延长或续签，但最长不超过 3 年，第一年为本本次招标的中标服务期限，合同一年一签，合同最多续签 2 次。甲方可根据实际情况终止合同，并不再续签。合同项目提前终止时，按照实际工程量支付费用，甲方不负任何补偿责任。

请贵单位尽快与采购人（深圳市水务局，谭工 0755-83071545）联系，并据此通知在法定期限内签订采购合同。

深圳市加乐咨询有限公司
业务专用章
二零二三年二月十三日

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

履约评价情况表

项目名称		深圳市水务局应急管理 体系建设技术咨询服务		业主单位		深圳市水务局水 旱灾害防御处	
中标单位		深圳市城市公共安全技 术研究院有限公司		业主单位 联系人及电话		毛宇玄 13802567298	
合同金额（元）		1127000		合同履约时间		2023 年 2 月 24 日~2024 年 2 月 23 日	
履约 情况 评价	总体评价		<input checked="" type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差				
	分项 评价	质量 方面	<input checked="" type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差				
		价格 方面	<input checked="" type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差				
		服务 方面	<input checked="" type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差				
		时间 方面	<input checked="" type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差				
		环境 保护	<input checked="" type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差				
	其他	评价内容为： 评价等级为： <input checked="" type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差					
具体情况说明		合同服务期间，项目组严格按合同及考核要求完成各项工作，主要包 括水务应急管理年度各项工作任务及应急预案体系技术咨询、协助应急抢 险队伍组建及管理、协助组织年度应急演练等工作。					
业主单位意见 （公章）		深圳市城市公共安全研究院有限公司承担我处深圳市水务局应急管理 体系建设技术咨询服务项目，合同服务期间，协助我处圆满完成合同相关 内容，对该公司总体履约评价为优。 <div> 日期 2024 年 1 月 30 日</div>					

合同扫描件

甲方合同编号: 2022-09-C23-00-006-03

乙方合同编号: SZSTI-防 2022-B022

**深圳市水务局应急预案体系建设
技术服务合同**

项目名称: 深圳市水务局应急预案体系建设技术服务

合同名称: 深圳市水务局应急预案体系建设技术服务合同

甲 方: 深圳市水务局

乙 方: 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

签订日期: 2022 年 11 月 2 日

合同签订地: 深圳市福田区

深圳市水务局应急预案体系建设 技术服务合同

甲方：深圳市水务局（以下简称甲方）

地址：深圳市福田区莲花路 1098 号水源大厦

项目经办人：谭晓君

联系电话：0755-83071545

乙方：深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（以下简称乙方）

地址：深圳市福田区福华一路大中华国际交易广场 11 楼

项目经办人：王轩

联系电话：13621080074

根据《中华人民共和国民法典》及相关法律法规的规定，双方在平等、自愿、协商一致的基础上，就甲方委托乙方开展的项目达成一致，订立如下协议，以兹共同遵守。

第一条 项目基本情况

(一) 项目名称：深圳市水务局应急预案体系建设技术服务

(二) 项目实施地点：深圳市

(三) 项目内容：

(1) 水务应急预案体系资料梳理及现状调研。梳理水利行业应急管理相关法律法规、应急预案，调研市水务局本级及局属单位应急预案编制现状。

(2) 水务应急预案体系现状分析。基于现状调研，分析市水务局本级及局属单位应急预案体系现状及存在的短板。

(3) 水务应急预案体系优化建议。依据法律法规、上级应急预案相关要求，基于现状分析，对市水务局及局属单位应急预案体系提出相应优化建议。

(四) 项目要求：乙方应按合同要求按时、按质、按量有序地推进项目工作，每周汇报工作进度。

第二条 项目期限及进度

(一) 本项目自合同签订日起 35 个自然日内提交全部成果。

(二) 具体进度如下：

序号	分项任务	进度安排
1	资料收集及调研	合同签订后 10 天内
2	现状及问题分析	合同签订后 20 天内
3	优化建议	合同签订后 25 天内
4	修改完善	合同签订后 30 天内
5	项目验收	合同签订后 35 天内

第三条 项目成果及验收

(一) 项目最终成果为：

(1) 《深圳市水务系统应急预案体系建设报告》，3 份。

(二) 除前款规定的项目最终成果外，乙方在项目实施中和项目完成后，还须向甲方提交以下资料：无。

(三) 成果提交方式

项目完成后，乙方应向甲方提交《深圳市水务系统应急预案体系建设报告》纸质版 3 份、电子版 1 份(光盘)，并及时书面通知甲方予以确认。

(四) 甲方在收到乙方提交的资料、成果后，应当及时组织验收。验收不合格的，乙方及时按照验收意见补正，因补

(3) 水务应急预案体系优化建议。依据法律法规、上级应急预案相关要求，基于现状分析，对市水务局及局属单位应急预案体系提出相应优化建议。

(四) 项目要求：乙方应按合同要求按时、按质、按量有序地推进项目工作，每周汇报工作进度。

第二条 项目期限及进度

(一) 本项目自合同签订日起 35 个自然日内提交全部成果。

(二) 具体进度如下：

序号	分项任务	进度安排
1	资料收集及调研	合同签订后 10 天内
2	现状及问题分析	合同签订后 20 天内
3	优化建议	合同签订后 25 天内
4	修改完善	合同签订后 30 天内
5	项目验收	合同签订后 35 天内

第三条 项目成果及验收

(一) 项目最终成果为：

(1) 《深圳市水务系统应急预案体系建设报告》，3 份。

(二) 除前款规定的项目最终成果外，乙方在项目实施中和项目完成后，还须向甲方提交以下资料：无。

(三) 成果提交方式

项目完成后，乙方应向甲方提交 《深圳市水务系统应急预案体系建设报告》 纸质版 3 份、电子版 1 份(光盘)，并及时书面通知甲方予以确认。

(四) 甲方在收到乙方提交的资料、成果后，应当及时组织验收。验收不合格的，乙方及时按照验收意见补正，因补

正而发生的费用，由乙方承担。

第四条 项目费用及支付方式

(一) 本合同项下的项目费用(含税)总计为人民币贰拾肆万玖仟贰佰元整(¥小写金额 249200 元)，税率 6 %。

上述价格为甲方在本合同项下应向乙方支付的最终价格，除该合同金额外，甲方不再支付任何其他费用。

(二) 支付方式：

第一次支付：合同签订后，甲方在收到乙方等额增值税发票后十个工作日内，支付合同总额的 30 %，即人民币柒万肆仟柒佰陆拾元整 (¥小写金额 74760 元)。

第二次支付：项目经甲方验收通过后，甲方在收到乙方等额增值税发票后十个工作日内，支付合同总额的 70 %，即人民币拾柒万肆仟肆佰肆拾元整 (¥小写金额 174440 元)。

(三) 若因政策调整等原因甲方提出终止合同的，根据乙方实际完成的工作量支付相应的款项。

(四) 乙方开户银行名称、收款账户名和账号为：

单位名称：深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

开户银行：平安银行深圳分行

账 号：11014968640888

(五) 甲方开票信息为：

单位名称：深圳市水务局

纳税人识别号：11440300007541512Q

地址及电话：深圳市福田区莲花街道莲花路 1098 号水源大厦 83071545

开户行及账号：中国农业银行彩田支行

【本页为合同各方的签署页】

甲 方(盖章): 深圳市水务局



法定代表人/授权代表(签名): 江舒松

日期: 2022 年 11 月 2 日

乙 方(盖章): 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司




法定代表人/授权代表(签名): 张叶松

日期: 2022 年 11 月 2 日

7.3 数字化应急预案系统开发项目

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

成果验收确认书			
项目名称	数字化应急预案系统开发项目	编 号	SZSTI-应 2021-B014
委托单位	深圳市燃气集团股份有限公司	合同金额	256.9 万元
项目负责人	徐大用	日 期	2022 年 12 月 26 日
<p>致：____深圳市燃气集团股份有限公司____</p> <p>我方已按合同要求完成了____数字化应急预案系统开发项目____的工作，相关资料自检完整，请予以检查和验收。</p>			
<p>委托单位审核意见：</p> <p>该项目基本符合验收要求，原则上同意交付。</p> <p>下一步开发单位还需做好以下工作：</p> <p>(1) 持续对接应急监测预警和调度指挥系统，实现应急预案的实时调用、辅助应急决策。</p> <p>(2) 做好系统运维和信息安全保障工作。</p> <p>甲方签字/签章：_____ 日 期：_____</p> 			

合同扫描件

甲方合同编号: _____

乙方合同编号: SZSTI-应 2021-B014

深圳市燃气集团股份有限公司

合同协议书

项目名称: 数字化应急预案系统开发项目

合同名称: 数字化应急预案系统开发项目技术服务合同

甲 方: 深圳市燃气集团股份有限公司

乙 方: 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

2021年12月

数字化应急预案系统开发项目技术服务合同

委托方： 深圳市燃气集团股份有限公司 （以下简称甲方）

法定代表人：李真

地址：深圳市福田区上梅林梅坳一路 268 号深燃大厦

项目经办人：李白

联系电话：18898619147

服务方： 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司 （以下简称乙方）

法定代表人：张少标

地址：深圳市福田区福华一路大中华国际交易广场 11 楼

项目经办人：徐大用

联系电话：16675585415

甲方委托乙方就数字化应急预案开发项目提供技术服务，并支付报酬。双方经平等协商，在真实、充分地表达各自意愿的基础上，根据《中华人民共和国民法典》的规定，达成如下协议，并由双方共同恪守。双方申明，双方都已理解并认可本合同的所有内容，明了合同的法律含义，同意承担各自应承担的权利和义务，忠实地履行本合同。

第一条 项目基本情况

（一）项目名称：数字化应急预案系统开发项目

（二）项目实施地点：深圳市

（三）项目内容：项目建设范围包括建立应急预案知识库、开发数字化应急预案系统、开发数字化应急预案系统对外服务接口等 3 个部分。其中，应急预案知识库包括预案库、法规库、案例库、专家库等 4 个主题库，实现应急指挥架构、应急处置措施、法规标准条文、事故案例信息、行业专家信息等专业知识的自动关联和智能推荐，辅助应急预案智能化编制。数字化应急预案系统包括应急预案辅助编制功能模块和应急预案全流程管理功能模块等 2

个功能模块，为预案管理人员提供标准化、规范化、智能化的预案辅助编制工具，实现集团公司、分公司应急预案编制、衔接、演练、评审、备案、修订、体系优化的全流程动态管理。数字化应急预案系统对外服务接口包括应急预案文本、应急指挥架构、现场处置方案、类似事故案例、行业专家信息等5个接口，实现应急预案实时调用、辅助应急决策。

第二条 项目期限及进度

(一) 乙方应自合同签订之日起12个月内，完成本合同约定的全部工作并通过甲方审查。乙方完成全部工作内容的期限除甲方书面同意延长的情况外不可以延长。

(二) 具体进度要求如下表：

序号	工作事项	工作内容	完成时间节点	阶段性成果
1	需求调研	收集应急预案、法律法规、事故案例、专家信息等数据资料，调研相关业务部门及人员，完成用户需求分析。	自合同签订之日起1个月内	项目需求文档；总体设计方案
2	业务知识图谱设计	结合需求调研分析结果，设计业务知识图谱及系统原型。	自合同签订之日起3个月内	
3	系统开发	开发应急预案知识库、数字化预案系统及对外服务接口	自合同签订之日起8个月内	
4	系统试运行	完成所有系统功能开发，经自测通过后，开展系统试运行。	自合同签订之日起11个月内	测试方案及测试相关用例文档
5	系统验收	系统通过验收后，移交合同约定的全部项目成果文件及源代码。	自合同签订之日起12个月内	验收成果报告

第三条 项目成果及验收

(一) 项目最终成果为：

(1) 数字化应急预案系统1套，含为本项目开发的源代码、产品操作文档及系统配置相关文档；

(2) 项目需求文档、总体设计方案、测试方案及测试相关用例文档、验收成果报告纸质版3份，电子版1份。

以上材料仅供甲方审核使用，项目实际运行过程中，应按照合同约定和实际需要提供对应数量的成果材料。

(二) 服务工作成果的验收标准:

符合法律法规和技术标准的要求,符合投标文件、招标文件以及合同、工作方案的约定,能够满足甲方需求。

(三) 服务工作成果的验收方法:

乙方在约定的时限内提交甲方审查,通过甲方审查视为验收通过。相关费用由乙方承担。

(四) 验收的时间和地点:

乙方应在约定的时限内向甲方提交验收申请,甲方根据乙方申请具体指定时间和地点。

第四条 合同总价款及支付方式

(一) 合同总价款:

本合同含税总价款为人民币 贰佰伍拾陆万玖仟元整 (¥ 2569000.00 元)。

本合同实行总价包干,包括人工服务费、产品开发费、专家评审费、资料费、交通费、税费等相关费用。

(二) 支付方式:

第一次支付:合同签订后,甲方在收到乙方等额增值税专用发票(税率 6%)后三十个工作日内,支付合同总额的 60%,即人民币 壹佰伍拾肆万壹仟肆佰元整 (¥ 1541400.00 元)。

第二次支付:项目经甲方验收通过后,甲方在收到乙方等额增值税专用发票(税率 6%)后三十个工作日内,支付合同总额的 37%,即人民币 玖拾伍万伍佰叁拾元整 (¥ 950530.00 元)。

第三次支付:质保期满1年后,甲方在收到乙方等额增值税专用发票(税率 6%)后三十个工作日内,支付合同总额的 3%,即人民币 柒万柒仟柒拾元整 (¥ 77070.00 元)。

(三) 甲方开票信息为:

单位名称: 深圳市燃气集团股份有限公司

纳税人识别号: 91440300192408392D

单位地址: 深圳市福田区梅坳一路 268 号

单位电话: 0755-88660049

银行开户行: 平安银行深圳江苏大厦支行

【本页为合同各方的签署页】

甲 方(盖章): 深圳市燃气集团股份有限公司

法定代表人/授权代表(签名):

日期: 2021 年 12 月 15 日

乙 方(盖章): 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

法定代表人/授权代表(签名):

日期: 2021 年 12 月 15 日

8、项目负责人业绩要求

8.1 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

中标通知书扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

1. 合同项目开工申请表

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

2. 施工组织设计

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 施工组织设计

云河（河南）信息科技有限公司

二〇二三年八月



目 录

1 总则.....	1
1.1 编制说明.....	1
1.2 编制依据.....	1
2 工程概况.....	2
2.1 项目背景.....	2
2.2 项目意义.....	3
2.3 建设任务.....	3
3 实施组织机构.....	4
3.1 项目组织架构设置.....	4
3.2 实施组织.....	4
3.3 项目组织保障.....	6
4 实施设计方案.....	7
4.1 实施准备总体要求.....	7
4.2 技术准备.....	9
4.3 总体进度计划.....	10
4.4 里程碑节点.....	10
4.5 详细进度计划.....	12
5 建设任务.....	18
5.1 数字孪生平台.....	18
5.2 业务应用.....	36
5.3 信息资源共享.....	39
6 系统集成.....	41
6.1 数据集成.....	41
6.2 服务支撑.....	42
6.3 用户管理.....	42
6.4 单点登录集成.....	42
7 质量保证体系.....	43
7.1 项目质量目标.....	43
7.2 质量保证措施.....	43
8 安全保证体系.....	44
8.1 安全保证体系.....	44
8.2 安全管理保障措施.....	45
8.3 突发事件应急措施.....	45
8.4 保密管理.....	46

1 总则

1.1 编制说明

本报告是依据本项目合同及招投标文件,按照国家颁布的现行施工质量验收规范、施工规程和有关工艺标准进行编制。为本项目实施阶段提供较为完整的指导性技术纲领,用以指导项目实施,确保优质、高效、低耗、安全、文明、保质、保量的完成数字孪生三门峡水利枢纽建设项目,满足合同及招投标文件要求,同时符合国家、行业、三门峡水利枢纽信息化技术标准和规程规范规定的技术要求。

1.2 编制依据

1.2.1 项目相关文档

- (1) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目招标文件;
- (2) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目投标文件;
- (3) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同;
- (4) 《三门峡黄河明珠(集团)有限公司信息化建设规划报告》,2021年12月;
- (5) 《数字孪生黄河建设技术导则》,水利部黄河水利委员会,2022年12月;
- (6) 《数字孪生黄河建设规划(2022—2025)》,水利部黄河水利委员,2022年;
- (7) 《三门峡数字孪生枢纽建设方案》,2022年7月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《计算机信息系统安全等级保护划分准则》GB/T 17859-1999;
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239-2019;
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058-2019;
- (4) 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070-2019;
- (5) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448-2019;
- (6) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南》GB/T 28449-2018;
- (7) 《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301-2018)
- (8) 《混凝土坝安全监测技术标准》(GB/T 51416-2020);
- (9) 《大坝安全监测自动化技术规范》(DL/T 5211-2019);
- (10) 《水库工程管理设计规范》(SL 106-2017);
- (11) 《水库大坝安全评价导则》(SL 258-2017);
- (12) 《水利信息化项目验收规范》(SL588-2013);

(13)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);

1.2.3 政策法规

(1)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，全国人大，2021 年 3 月；

(2)《“十四五”数字经济发展规划》，国办，2021 年 12 月；

(3)《中华人民共和国水库大坝安全管理条例》(2018 年修)；

(4)《新一代人工智能发展规划》，国发，2017 年 7 月；

(5)《国家信息化发展战略纲要》，中办、国办，2016 年 7 月；

(6)《中华人民共和国水法》(2016 年修)；

(7)《中华人民共和国防洪法》(2016 年修)；

(8)《促进大数据发展行动纲要》，国发，2015 年 8 月；

(9)《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》，水利部，2022 年 7 月；

(10)《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(11)《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(12)《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，水利部，2022 年 1 月；

(13)《“十四五”水安全保障规划》，发改委/水利部，2021 年 12 月；

(14)《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》，水利部，2021 年 11 月；

(15)《智慧水利建设顶层设计》，水利部，2021 年 10 月；

(16)《“十四五”智慧水利建设规划》，水利部，2021 年 10 月；

(17)《大中型水库汛期调度运用规定（试行）》，水利部，2021 年 6 月；

(18)《“十四五”信息通信行业发展规划》，工信部，2021 年 11 月；

(19)《“十四五”国家信息化规划》，网信办，2021 年 12 月；

(20)《计算机信息系统安全保护等级划分准则》，1999 年 9 月。

2 工程概况

2.1 项目背景

三门峡水利枢纽工程位于河南省三门峡市和山西省平陆县交界的黄河干流上，是黄河干流上第一座大型水利枢纽，被誉为“万里黄河第一坝”。三门峡水利枢纽工程是新中国成立后在黄河干流兴建的第一座以防洪为主，兼顾防凌、调水调沙、灌溉排水、防断流与改善库区生态环境、发电等任务的大型综合性水利枢纽工程，是黄河下游防

洪减淤工程体系的重要组成部分。工程于 1957 年开工建设，1960 年大坝基本建成，同年 9 月下闸蓄水，三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝，坝长 713.2 米，最大坝高 106 米，坝顶高程 353 米，枢纽总装机容量 45 万 kW，防洪库容近 60 亿立方米，控制黄河流域面积 68.84 万平方公里，占流域面积的 91.5%，控制黄河来水量的 89%和来沙量的 98%。

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程等方面的标准规范要求，结合水利部黄河水利委员会对三门峡水利枢纽数字孪生工程建设要求，明珠集团成立了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目组，开展了大量技术调研、方案设计等有关前期准备工作，确定了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目建设目标任务、技术框架、建设内容等，完成项目招标和合同签订，全面启动数字孪生三门峡水利枢纽建设工作。

2.2 项目意义

本次项目建设基于三门峡水利枢纽工程信息化现状构建数字孪生平台，有效赋能当前已有、在建及拟建中的业务应用，实现工程安全、防洪运用等重点业务“四预”功能，有效保障工程安全稳定运行与综合效益最大发挥，提升精准决策管理能力，助力实现数字孪生三门峡水利枢纽工程稳定高速发展。

2.3 建设任务

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生水利工程等方面的标准规范要求，围绕工程安全和防洪运用两大核心业务，从信息化基础设施、数字孪生平台、应用软件等方面进行建设。按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源，以多维多时空多尺度数据底板为基础，水利专业模型为支撑，构建典型业务应用场景，建设有三门峡水利枢纽特色的数字孪生平台。

(1) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备 BIM 模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。

(2) 完成数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。

(3) 完成三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型

研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。

(4) 完成防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。

(5) 完成三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。

(6) 完成本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。

(7) 完成本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。

(8) 完成软件平台的采购、安装和调试。

3 实施组织机构

3.1 项目组织架构设置

项目组织架构如下：

项目经理：赵凯华；

项目副经理：张军辉；

项目技术负责人兼设计总工程师：李永胜；

项目设计副总工程师：陈见长、姜成桢、张亚杰、徐东坡；

项目设总助理：程玺龙、杨婷婷。

3.2 实施组织

为实现本项目目标，设立数字孪生三门峡水利枢纽建设项目部，项目组织机构职能分为项目综合管理、数据底板及孪生引擎、工程安全分析预警业务系统、防洪运用业务系统。

组织架构如下：

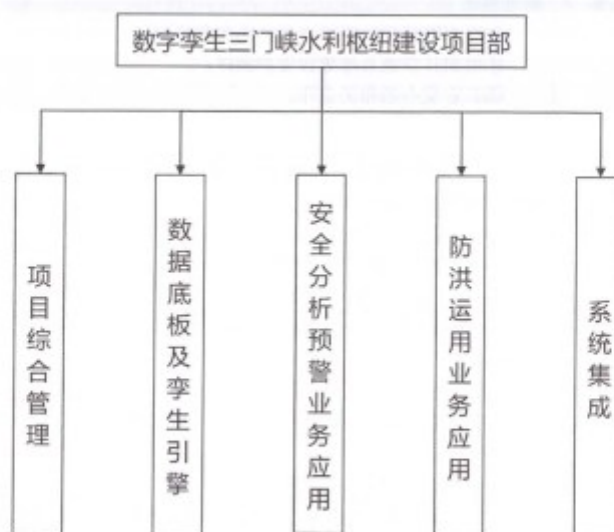


图 3.1 项目组织架构图

项目实施团队以项目经理为管理核心，各组组长负责项目关键技术和实现，向项目经理负责。

各组职责及组成见下表：

表 3.1 项目组织及其职责表

项目组名称	职责描述
项目综合管理	1) 综合管理事项： ①负责项目部重点工作的安排、协调和督办； ②编制项目实施方案，分析研究项目建设的重大问题； ③负责整体项目管理，负责范围、进度、成本、质量、风险、安全、沟通、干系人管理等工作； ④负责项目部相关文件收发、会议、督办和协调等管理工作，项目资料管控与归档工作； ⑤负责项目内部财务管理； ⑥负责项目部办公、生活等物资的采购和管理。 2) 合同管理事项： ①负责项目采购的招投标及合同签订工作，建立合同管理台账； ②负责对内、对外的合同执行、合同索赔和工程款结算等工作； ③牵头负责项目对业主请款工作，对供应商的合同管理和支付工作等； ④监管供应商合同履约。 3) 质量管控事项： ①监督落实项目内控执行； ②组织编写并校核项目提交文档；

项目组名称	职责描述
	③组织整理验收资料并提验收申请报告； ④组织计算机系统等级保护测评； ⑤其它交办的相关工作。
数据底板及孪生引擎	1) 负责基础数据、监测数据、业务数据、GIS+BIM 数据、外部共享数据收集整编及融合工作； 2) 负责数据底板构建； 3) 负责模拟仿真引擎开发工作； 4) 其它交办的相关工作。
工程安全分析预警业务应用	1) 负责工程安全分析预警业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责大坝安全分析预警模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
防洪运用业务应用	1) 负责防洪运用业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责蓄水淹没模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
系统集成	1) 负责与数据中台的对接； 2) 负责相关专业业务系统的集成工作。

3.3 项目组织保障

3.3.1 实行项目经理制

项目经理对本项目全权负责，中途遇特殊情况必须调配项目经理时，需经过申请由甲方项目协调领导组批准后方可更换。

经过任命的项目经理对项目组人员具有绝对的管理权力，同时也对项目负主要责任。

3.3.2 项目沟通协调管理

为了规范管理实施团队各项目小组，促进内部沟通，提高项目小组工作效率，确保工作进度，项目决定执行进度总结例会制度。

3.3.2.1 周例会

时间：暂定于每周五下午举行。

参会人员：甲方项目管理组核心成员、乙方各项目组组长及核心成员。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：各项目组长及主要骨干人员汇报本周项目进度情况，包括本周计划、本周计划完成情况、进度计划对比。同时会议中需要对下周工作内容进行详细描述。

项目实施过程中，遇到需要双方沟通协调的事项，在周例会中需做详细交流，避免因沟通不畅影响项目实施进度。

会议制度：

(1) 每周五 18:00 之前，综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作周报》(内容包含：本周计划进展情况、下周计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每周会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

3.3.2.2 月例会

时间：暂定于每月末最后一天。

参会人员：甲方项目管理组、乙方项目部核心成员等。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：乙方项目总协调汇报当月工作进展情况，包括本月计划、本月计划完成情况、月进度计划对比、项目实施质量情况。双方项目成员需就本月计划完成情况展开讨论，根据项目进展情况及质量情况提出下一步工作开展方向。

会议制度：

(1) 每月最后一个工作日综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作月报》(内容包含：本月进展情况、下月工作计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每月会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

4 实施设计方案

4.1 实施准备总体要求

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规

范要求，推进数字孪生三门峡水利枢纽项目建设，建设三门峡数字孪生平台，构建工程“四预”智慧体系，实现数字工程与物理工程同步仿真运行，提升工程安全高效稳定运行水平。

围绕数字孪生三门峡水利枢纽建设目标和建设任务等工作主线，构建包含“四横两纵”的工程信息化总体架构。工程信息化总体架构见下图：

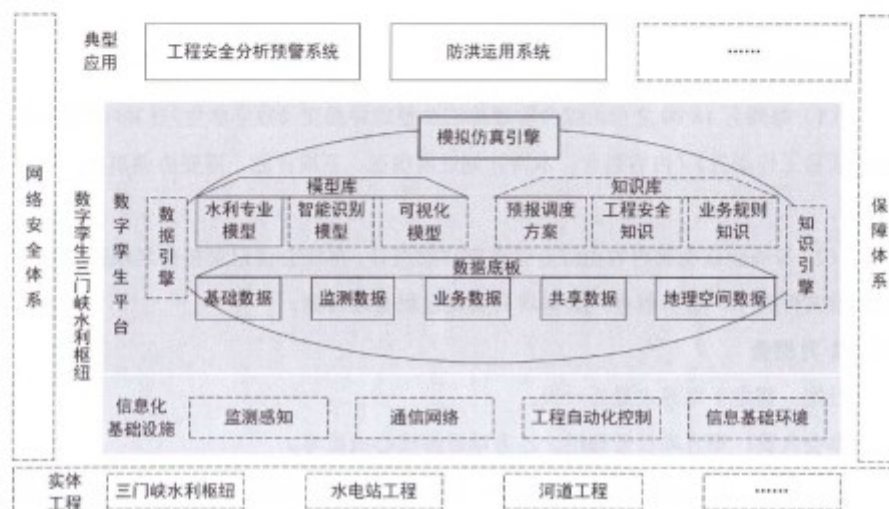


图 4.1 工程信息化总体架构图

本项目建设内容如下：

（1）数字孪生平台

本项目数字孪生平台建设内容包括数据底板、水利专业模型及孪生引擎等内容。

1）数据底板

本项目建设内容为融合基础数据、业务数据、监测数据、共享数据和地理空间数据得数据底板。

2）水利专业模型

本项目水利专业模型包括蓄水淹没模型、大坝安全分析预警模型。

3）孪生引擎

本项目建设内容主要包括全要素场景生成、可视化渲染和空间分析表达等模拟仿真引擎以及数据服务开发。其中数据服务开发基于明珠集团提供的数据中台进行数据开发工作，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据汇聚、分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑；

(2) 典型应用

本项目建设内容包括工程安全分析预警系统和防洪运用系统。

4.2 技术准备

4.2.1 技术要求

- (1) 系统使用渲染引擎进行开发，支持运行环境的跨平台；
- (2) 系统支持来自多种数据源的数据，支持数据的流畅显示；
- (3) 系统具有良好的中文支持，并拥有简体中文版的文档、手册；
- (4) 系统支持多源数据集成，能够充分调用已建设系统项目数据，保证项目数据延续性；
- (5) 提供三维 BIM 数据轻量化成果；
- (6) 平台 API 接口规范、齐全。

4.2.2 性能要求

性能满足以下参数：

- (1) 系统容量。平台静态用户（注册用户）无数量限制；平台动态用户（在线用户）访问按照应用场景不同做不同要求；
- (2) 系统稳定性。系统整体及其功能模块具有稳定性，保障 7×24 小时不间断运行，在正常情况下不会出现死机现象，不能出现系统崩溃现象；
- (3) 系统可靠性。保证系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性；
- (4) 适应性和易用性。系统在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，具有适应能力。软件操作简便，易学易用；运行稳定可靠，对错误操作进行友好提示，容错性好；
- (5) 易于维护性。系统的数据、业务以及涉及电子地图与孪生场景的维护方便、快捷。

4.2.3 数据准备

- (1) 数据底板方面，收集 GIS 数据、BIM 模型相关电子、纸质图纸，采集建模对象的外观信息。
- (2) 数据开发方面，分析整理工程安全分析预警系统、防洪运用系统所需基础数据清单，分析数据源并将所需数据与数据中台打通，为数据开发提供基础条件。
- (3) 工程安全分析预警系统方面，整理与大坝安全业务相关的大坝安全观测分析

年报、南瑞 DSIMS4.0 数据库字典、南瑞 DSIMS4.0 数据表结构及数据条目、监测仪器测点信息、工程安全预案、大坝安全鉴定报告、大坝安全会商报告、近期安全监测系统改造内容和计划等信息。

(4) 工程防洪运用系统方面，整理与防洪运用相关的地理空间数据、出入库流量过程、水库水位库容曲线、典型年分蓄水淹没数据。

4.3 总体进度计划

本项目整体服务期限为自合同签订后开始，整体计划工期为 13 个月，实际开工日期以委托人批准开工时间为准，根据招标文件需求满足如下里程碑节点实施。

4.3.1 2023 年完成目标

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

4.3.2 2024 年完成目标

- (1) 完成工程建筑物及关键机电金结设备的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完善数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，并上线试运行。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统上线试运行。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

4.4 里程碑节点

4.4.1 数据底板

序号	项目	完成时间	备注
1	L2 级数据底板； 主要建筑物及关键机电金结设备 BIM 模型； 重要数据及模型的数据融合；	2023 年 9 月 30 日	

2	非主要建筑物及非关键机电金结设备 BIM 模型；	2023 年 9 月 30 日	
3	数据融合	2023 年 10 月 31 日	
4	子系统验收	2023 年 11 月 30 日	

4.4.2 工程安全分析预警系统

序号	项目	完成时间	备注
1	大坝安全分析预警模型	2023 年 9 月 30 日	
2	工程安全分析预警系统	2023 年 11 月 30 日	
3	子系统验收	2023 年 12 月 31 日	

4.4.3 数据开发

序号	项目	完成时间	备注
1	数据分析	2024 年 12 月 31 日	
2	数据服务	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.4 模拟仿真引擎

序号	项目	完成时间	备注
1	全要素场景生成	2023 年 10 月 31 日	
2	可视化渲染	2024 年 6 月 30 日	
3	空间分析表达	2024 年 6 月 30 日	
4	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.5 工程防洪运用系统

序号	项目	完成时间	备注
1	蓄水淹没模型	2024 年 5 月 31 日	
2	工程防洪运用系统	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.6 系统集成

序号	项目	完成时间	备注
1	数据集成	2024 年 6 月 30 日	
2	服务支撑	2024 年 6 月 30 日	
3	用户管理	2024 年 6 月 30 日	
4	单点登录集成	2024 年 6 月 30 日	
5	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.7 试运行及验收

序号	项目	完成时间	备注
1	合同完工验收	2024 年 8 月 31 日	
2	试运行结束	2024 年 11 月 30 日	
3	竣工验收	2024 年 12 月 31 日	

4.5 详细进度计划

4.5.1 数据底板

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	数据底板建设	2023 年 8 月 14 日	2024 年 6 月 30 日
1	BIM 建模	2023 年 8 月 14 日	2024 年 12 月 31 日
1.1	模型图纸收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.2	模型平台选定及建模规范梳理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.3	主要建筑物及关键机电金结设备	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.1	大坝土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.2	主、副厂房及生产楼土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.3	开关站土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.4	水轮发电机组	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.5	金属结构闸门及启闭设备	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 15 日
1.3.6	电源系统、母线、开关站等电气设备	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 30 日
1.4	非关键点状监测设备及巡检点 BIM 模型	2023 年 9 月 16 日	2023 年 9 月 30 日
1.5	模型更新	2023 年 9 月 30 日	2024 年 6 月 30 日
2	L2 级数据底板	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 20 日
2.1	DOM 处理、DSM 处理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 8 日
2.2	DOM 整理、匀色	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日

序号	任务名称	开始日期	完成日期
2.3	DOM 镶嵌并建立缓存	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日
2.4	DSM 整体编辑（去除异常值、填补空洞）	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 25 日
2.5	DSM 与 L1、L3 级地形接边	2023 年 8 月 16 日	2023 年 8 月 20 日
2.6	DSM 人工编辑美化	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
2.7	倾斜模型资料收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 16 日
2.8	倾斜模型格式转换辅助地形编辑	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
2.9	倾斜模型修饰	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 10 日
2.10	倾斜模型切片及服务发布	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
3	基础数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.1	江河湖泊基础数据收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.2	水利工程基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.3	测站基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
4	监测数据收集整理	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.1	闸门监控数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.2	水情数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.3	工程安全监测数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.4	视频数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
5	业务数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.1	工程安全分析预警数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.2	防洪运用应用数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
6	外部共享数据收集整理	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.1	地理空间数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.2	雨情数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.3	水文监测数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
7	数据融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 10 月 31 日
7.1	重要数据及模型的融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.2	水下地形资料收集与分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
7.3	水下地形构建	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 15 日
7.4	水陆一体地形构建（水下与路上地形融合）	2023 年 9 月 15 日	2023 年 9 月 20 日
7.5	影像融合与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.6	地形成果切片与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8	其他数据及模型的融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 30 日
8.1	倾斜模型与地形融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.2	BIM 模型与地形、倾斜摄影融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.3	GIS 服务发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.4	降雨等值面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.5	断面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日

4.5.2 工程安全分析预警系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	大坝安全分析预警模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 12 月 30 日
1	需求调研	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 22 日
2	蓄水淹没模型研发	2023 年 8 月 25 日	2023 年 10 月 30 日
3	模型调试、优化	2023 年 10 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
二	工程安全分析预警系统	2023 年 8 月 20 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 1 日
2	系统原型及 UI 设计	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 10 日
3	设计评审及确认	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
4	系统开发	2023 年 9 月 20 日	2023 年 11 月 20 日
5	系统测试	2023 年 11 月 20 日	2023 年 11 月 30 日
6	系统部署	2023 年 11 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 1 日
8	系统优化完善	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.3 模拟仿真引擎

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	全要素场景生成	2023 年 9 月 24 日	2023 年 10 月 30 日
1	需求分析	2023 年 9 月 24 日	2023 年 9 月 26 日
2	场景设计	2023 年 9 月 27 日	2023 年 10 月 1 日
3	资源收集与整合	2023 年 10 月 2 日	2023 年 10 月 9 日
4	场景搭建	2023 年 10 月 10 日	2023 年 10 月 25 日
5	场景优化完善	2023 年 10 月 26 日	2023 年 10 月 30 日
二	可视化渲染	2023 年 11 月 1 日	2024 年 3 月 18 日
1	需求分析	2023 年 11 月 1 日	2023 年 11 月 12 日
2	功能开发	2023 年 11 月 13 日	2024 年 2 月 19 日
3	测试封装	2024 年 2 月 20 日	2024 年 3 月 2 日
4	效果优化完善	2024 年 3 月 3 日	2024 年 3 月 18 日
三	空间分析表达	2024 年 1 月 1 日	2024 年 7 月 31 日
1	需求分析	2024 年 1 月 1 日	2024 年 1 月 18 日
2	功能开发	2024 年 1 月 19 日	2024 年 5 月 31 日
3	测试封装	2024 年 6 月 1 日	2024 年 6 月 15 日
4	功能优化完善	2024 年 6 月 15 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.4 工程防洪运用系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	蓄水淹没模型	2024 年 3 月 4 日	2024 年 5 月 26 日
1	需求调研	2024 年 3 月 4 日	2024 年 3 月 10 日
2	蓄水淹没模型研发	2024 年 3 月 11 日	2024 年 5 月 5 日
3	模型调试、优化	2024 年 5 月 6 日	2024 年 5 月 26 日
二	防洪运用系统	2024 年 3 月 11 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2024 年 3 月 11 日	2024 年 3 月 25 日
2	系统原型及 UI 设计	2024 年 3 月 26 日	2024 年 4 月 8 日
3	设计评审及确认	2024 年 4 月 9 日	2024 年 4 月 12 日
4	系统开发	2024 年 4 月 13 日	2024 年 6 月 13 日
5	系统测试	2024 年 6 月 14 日	2024 年 6 月 20 日
6	系统部署	2024 年 6 月 25 日	2024 年 6 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 7 月 1 日	2024 年 9 月 30 日
8	系统优化完善	2024 年 10 月 1 日	2024 年 11 月 30 日

4.5.5 系统集成

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	环境搭建	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
二	单点登录集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
1	业务接口梳理	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 1 日
2	门户单点集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
3	集成测试	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
三	数据集成	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	梳理工程安全分析预警系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	梳理防洪运用系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
3	完成数据接口开发	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
四	服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	安全分析预警系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	防洪运用系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
3	数字孪生平台服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日

5 建设任务

5.1 数字孪生平台

5.1.1 数据底板

5.1.1.1 GIS+BIM 数据

5.1.1.1.1 GIS+BIM 数据精度要求

根据《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）和《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）等文件要求，将数据底板中 BIM 和地理空间数据按照数据精度和建设范围分为 L1、L2、L3 等三级，L1 级是对全国范围内的数字孪生流域中进行低精度面上建模，建设主体为水利部；L2 级是对重点区域进行数字孪生流域精细建模，建设主体为流域管理机构或省级水行政主管部门；L3 级是进行数字孪生流域重要实体场景建模（主要包括重要水利工程及范围内的建模），建设主体为水利工程管理单位。相应 L2 级和 L3 级数据底板精度要求分别参照表 5.1 和表 5.2。

表 5.1 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L2 级数据底板精度要求

序号	建设内容和范围	指标参数或技术要求	备注
1	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DEM 数据	格网大小优于 15m	
2	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DOM 数据	分辨率优于 1m	
3	流域防洪等重要业务重点关注区倾斜摄影	分辨率优于 8cm	

注：参照《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）

表 5.2 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L3 级数据底板精度要求

序号	指标	基础版要求	提高版要求	备注
1	工程管理和保护范围 DEM	格网大小优于 15m		
2	工程管理和保护范围 DOM	优于 1m 分辨率		
3	工程管理和保护范围倾斜摄影模型		优于 8cm 分辨率	
4	工程土建、综合管网、机电设备等 BIM 模型	LOD2.0		
5	闸门、发电机、水轮机等关键机电设备 BIM 模型		LOD3.0	

注：参照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）

表 5.3 BIM 模型精细度等级划分

等级	代号	包含的最小模型单元	模型单元用途
1.0 级模型精细度	LOD 1.0	项目级模型单元	承载项目、子项目或局部建筑信息
2.0 级模型精细度	LOD 2.0	功能级模型单元	承载完整功能的模块或空间信息
3.0 级模型精细度	LOD 3.0	构件级模型单元	承载单一的构配件或产品信息
4.0 级模型精细度	LOD 4.0	零件级模型单元	承载从属于构配件或产品的组成零件或安装零件信息

注：参照《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）

结合数字孪生水利工程数据底板 L2 级、L3 级要求以及《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）中对 BIM 模型架构和精细度的要求（见表 5.3）和黄河水利委员会对三门峡水利枢纽工程数据底板建设要求（完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设），本次拟对潼关-三门峡段工程管理和保护区范围进行 L2 级数据底板构建（明珠集团现有 GIS 数据已满足精度要求，本次不再重新建设），对三门峡水库主体建筑物如大坝主体、厂房及部分机电金结设备如工作闸门、水轮发电机组引水管、蜗壳等按照 LOD2.0 的模型精细度进行建设，对非关键水工建筑物、机电设备、金结设备需依据现状图片制作简模，安全监测设备需根据满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求进行建模。

5.1.1.1.2 BIM 建模

BIM 模型是数字孪生三门峡水利枢纽工程重点建（构）筑物、关键设备设施等相关数据的模型载体，也是数字孪生平台的基础信息模型，用于承载建（构）筑物、设备设施几何尺寸、形体结构、材质纹理和属性信息。BIM 模型的构建主要面向数字孪生平台业务，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、安全监测、防洪模拟以及工程运维管理的需求。

本次 BIM 模型构建主要对象包括工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，在工程建筑物 BIM 模型构建时明确大坝防汛电源、工程安全监测点、网络通讯节点、坝区视频点、巡检点等点位位置，同时构建的模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息。相应 BIM 模型应满足轻量化要求。

结合数字孪生水利工程相关技术要求、国家相关规范及黄河水利委员会对数字孪

生三门峡水利枢纽工程数据底板要求，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、蓄水淹没模拟、安全监测以及工程运维管理的需求。

(1) 重点建筑物及关键机电设备

对于工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，按照 LOD2.0 的模型精度进行建模，模型单元可承载完整功能的模块或空间信息，模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息，建模范围及精度见下表。

表 5.4 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	左非坝、右非坝段	LOD2.0	手绘图	含坝前各层平台、坝后 302 平台、张公岛、钢桥以上水工建筑物、主要设备放置空间。
2		溢流坝	LOD2.0	手绘图	
3		隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	LOD2.0	手绘图	
4		电站坝段	LOD2.0	手绘图	
5		安装场坝段	LOD2.0	手绘图	
6		斜丁坝段	LOD2.0	手绘图	
7		2 条隧洞	LOD2.0	手绘图	
8		各层廊道	LOD2.0	图纸缺失	
9	机电和金结设备	主厂房	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5 层附属盘柜。
10		副厂房	LOD2.0	图纸缺失	含厂房 1 号、2 号、3 号防汛泵房，包括框架结构，门窗等设施。
11		生产楼	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施。
12	机电和金结设备	水轮发电机组	LOD2.0	手绘图	1 至 7 号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、锥管。 1 至 7 号水轮发电机组及自用变、自并变等相关附属设备设施（自用变、自并变依据现状图片制作简化建模）。
13		开关站	LOD2.0	图纸缺失	110kV 开关站及站内上下母线、旁母线，截水 2 开关、三铝 1 开关、互感器、截水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV 开关站及站内南、北母

					线、旁母线，站内三 221 开关、三 224 开关、三 226 开关、三 227 开关、三高线、三号线、互感器、耦合电容器等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。
14		启闭设施	LOD2.0	手绘图	<p>主要启闭设备共 22 台(套)(含悬臂吊，包括设备放置空间)。</p> <p>坝前两台 1500kN 悬臂吊，1#~3# 底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机；3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机；6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机；坝顶两台 4500kN 门式起重机，一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。</p> <p>发电厂房 350t、2x200t 门机，尾水两台门机等。</p>
15		电源系统	LOD2.0	手绘图	<p>厂用 6KV 配电室、400V 配电室相关设备设施，1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、坝电变系统、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供电设备设施。(主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模)。</p>
16		工作闸门	LOD2.0	手绘图	<p>1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室，工作闸门油泵房、机组检修闸门</p> <p>隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇尺寸 3m×8m、深孔工作闸门 12 扇(其中 1#-9# 深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12# 深孔尺寸为 3m×8m)。</p>

(2) 非重点建筑物及非关键机电设备

对于非关键建筑物、机电设备、金结设备，依据现状图片制作简模，安全监测设备模型建设满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求，建模范围及精度见下表。

表 5.5 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	主厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	机组母线室（主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模）；8号水池；尾水油泵房；高低压机室；机组通风通道。
2		副厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	含三角母线室；工业供水廊道及变雨阀（变雨阀简化建模）；事故油池；防汛沙池；北大门、厂房防倒灌闸门。
3	机电和金结设备	开关站	依据现状图片制作简模	图纸缺失	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆廊道，主变转角塔，坝体引线。
4		水轮发电机组附属设施设备	依据现状图片制作简模	手绘图	8 号叉管进水钢管等，262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。（包括水泵、管路出口，可采用相近水泵模型）。 269 廊道放空阀（采用柱体或相近阀模型），大小深井，262 排水廊道。
5		出线设备	依据现状图片制作简模	图纸缺失	1-7 号水轮发电机组母线（均采用封闭母线建模）、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器，11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
6		事故/检修闸门	依据现状图片制作简模	手绘图	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇（1#-12#号底孔前）。
7		拦污栅	依据现状图片制作简模	手绘图	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片，五台发电机组，每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
8		安全监测设备、视频监控节点	满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求	纸质 CAD 图	大坝安全监测设备包括：坝体变形监测（350.2 廊道 1#弓张线（17 台引张线仪）、315 廊道 2#、3 张线（16 台引张线仪）、290 廊道 4#张线（8 台引张线仪）、正垂线（3 条、6 台垂线坐标仪）、倒垂线（7 条、10 台垂线坐标仪）），左岸山体变形监测（多点位移计（1 套、6 支多点位移计）），坝基沉陷监测（静力水准（1 套、6 台静力水准仪）），裂缝接缝监测（测缝计 19 支）；坝基扬压力监测（渗压计 71 支），坝体渗流监测（量水堰 2 台），绕坝渗流监测（渗压计 6 支）；测压管水温监测（渗压计 71 支），廊道气温监测（温度计 3 支），坝区气温监测（百叶箱一个、温度计 1 支），接缝裂缝监测（测缝计 11 支）

(3) 非关键点状监测设备及巡检点

对于网络通讯节点、巡检点等，按照满足二维化或符号化识别的要求进行建设，建模范围及精度见下表。

表 5.6 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	监测设备及巡检点	网络节点	满足二维化或符号化识别的要求	纸质 CAD 图	巡检点、视频节点进行粗略定位。

5.1.1.1.3 地理空间数据（GIS）

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据空间基准与数据组织采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）、高程基准采用 1985 国家高程基准、时间系统采用公历纪元和北京时间。

三门峡水利枢纽已于 2020 年采集了部分相关地理空间数据，数据精度满足数字孪生三门峡水利枢纽建设要求，可直接加以利用，本次不再重复建设。当前三门峡水利枢纽工程已有地理空间数据清单如下。

表 5.7 已有地理空间数据清单

序号	数据类型	参考系	高程基准	数据精度	数据格式	数据范围	采集方式	时间
1	DEM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.5m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
2	DOM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.2m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
3	倾斜摄影	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.05m	/	4 座水文站、大坝、部分城区、4 座大桥	航飞	2020

三门峡水利枢纽已有 DEM、DOM 数据已覆盖保护区范围，倾斜摄影数据仅涵盖水文站、大坝、部分城区及大桥，未包含导墙、张公岛、中流砥柱等标志性建筑物。

本次对导墙、张公岛、中流砥柱建立倾斜摄影模型，满足 L2 级数据底板的要求。

5.1.1.2 基础数据

基础数据包括三门峡坝区、库区及下游影响区内各类水利对象的特征属性，主要包括流域、河流等水域类对象，水工建筑物、机电设备、金结设备等水利工程类对象，大坝安全监测点、视频监控点、雨量监测点、水位监测点、流量监测点等监测站（点）类对象，工程运行管理机构、人员、资产等工程管理类对象。根据招标文件要求，基础数据特征属性参考 SL/T213，对对象进行统一编码。基础数据从数据中台获取，数据需求清单如下。

表 5.8 基础数据需求清单

序号	抽象类	实体类	属性	数据来源
1	江河湖泊	流域	流域编码、名称、集水面积等	数据中台
2		河流	河流编码、名称、级别、长度等	数据中台
3	水利工程	水工建筑物	编码、特征值、水位库容曲线、闸孔泄流曲线、尾水位下泄流量关系曲线等	数据中台
4		机电设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台

5		金结设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台
6		水文测站	测站编码、名称、经纬度等	数据中台
7		水位监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
8		雨量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
9		流量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
10		工情测站	编码、名称、经纬度等	数据中台
11		视频监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
12		安全监测设备	编码、名称、监测类型、经纬度等	数据中台

5.1.1.3 监测数据

监测数据主要包括三门峡水利枢纽的大坝安全监测、视频监控、雨量监测、水位监测、流量监测等数据，通过数据中台将数据汇入数据底板。

(1) 闸门监控数据：主要包括闸前水位、闸后水位、流量、闸门启闭状态或液压机状态、开启高度、电流、电压、温湿度、限位保护、荷重保护、相序故障、PLC 状态等信息。

(2) 水情数据：包括水位、流量、雨量等数据；工程所在流域的雨情、水位、流量、洪水预报等数据。

(3) 工程安全监测数据：包括水工建筑物位移、渗流、环境量等数据信息。

(4) 视频数据：主体建筑物关键部位、管理区出入口等控制位置和关键位置、闸室、闸前、闸后的视频信息。

监测数据需求清单如下：

表 5.9 监测数据需求清单

序号	测站	监测数据	数据来源
1	水文测站	水位、流量、含沙量、水温、冰情等	数据中台
2	水位监控点	水位	数据中台
3	雨量监控点	降雨量	数据中台
4	流量监控点	流量	数据中台
5	工情测站	闸门、发电机组等机电、金结设备的运行数据	数据中台
6	视频监控点	视频信息	视频监控平台
7	安全监测点	渗流、渗压、应力、应变等数据、环境量	数据中台

5.1.1.4 业务数据

业务数据主要指工程安全分析预警系统、防洪运用系统中产生的相关数据。针对三门峡水利枢纽工程安全分析预警、防洪运用应用业务需求,收集整理分析评价数据、调度成果数据、调度方案、调度规则等专题数据。

5.1.1.5 外部共享数据

外部共享数据是从上级水利部门、地方政府及其他机构收集支撑业务系统建设需要的相关共享数据,主要包括流域水雨情、上级部门下达的调度指令,以及有关部门共享的突发事件、生态环境、气象等数据。根据相关部门数据的实际可利用情况,进行外部共享数据的汇聚和使用。

地理空间数据:水利部共享的全国 30mDEM、2mDOM;

气象数据:中央气象台等气象网站卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息;

雨情数据:中央气象台、河南水利厅等实时降雨、降水形势预报、降雨量预报等信息;

水文监测数据:河道、水库水位、流量等监测信息和预报成果。

5.1.1.6 数据融合

数据融合将三门峡水利枢纽基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据等按标准规范统一编码和映射,建立空间实体对象与业务对象间的关系连接,通过统一接口规范及索引技术实现业务数据的融合和应用,实现数字孪生三门峡水利枢纽工程业务应用中实体对象与业务数据的图形交互应用,支撑实时数据渲染、数据综合查询、空间分析应用、多维度统计分析等功能。

5.1.2 水利专业模型

5.1.2.1 大坝安全分析预警模型

聚焦三门峡水利枢纽大坝安全监测业务,基于已建设的三门峡大坝安全自动化监测系统,建立大坝安全分析预测模型,为三门峡水利枢纽大坝安全监测的监测效应量提供有效预测。

为提升大坝安全监测数据利用价值,根据招标文件要求,在现有系统的基础上,基于大坝安全监测数据(包括实时监测数据、人工采集数据、历史数据)、建筑结构数据、水利工程基础数据等,整理整编后的监测效应量观测序列,结合实时水位等资料,采用数理统计的原理,研发单测点数理统计模型。以水位、降雨、气温等环境量作为

自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

本系统涉及监测物理量主要包括：①大坝温度监测；②坝体及坝基变形监测；③坝基扬压力监测；④绕坝渗流监测；⑤左岸山体变形监测；⑥近坝区变形监测；⑦大坝裂缝及接缝监测；⑧大坝沉陷监测；⑨坝体渗漏监测。

5.1.2.1.1 模型功能

以水位、降雨、气温等环境量作为自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

5.1.2.1.2 模型性能

单测点计算时长控制在 5s 内。

5.1.2.1.3 模型输入输出

输入：水位、降雨、气温等自变量，变形、渗压等效应量。

输出：效应量和自变量之间关系的数学关系。

5.1.2.1.4 模型算法

单测点数理统计模型分为渗压数理统计模型和变形数理统计模型，其本质都是通过建立环境量与效应量的数学关系，揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度。常用的数理统计模型包括多元线性回归模型、逐步回归模型、主成分回归模型、偏最小二乘回归模型等，在模型研发时根据数据情况及模型拟合效果等因素进行选择。

（1）多元线性回归模型

多元线性回归是一种统计学方法，它可以用来分析多个自变量与一个因变量之间的关系。因变量是要被预测的变量，而自变量是影响因变量的变量。多元线性回归的基本思想是，通过拟合一条直线（或者一个多项式），来表示因变量与自变量之间的关系。这个直线（或多项式）就是回归线，用来预测因变量的值。

为了确定回归线的方程，需要确定回归系数。回归系数表示了每个自变量对因变量的影响程度，回归系数的计算需要一组观察数据，也就是因变量与自变量的观察值。

在多元线性回归的分析中，常使用最小二乘法来确定最佳的回归系数，最后，根据得出的回归系数，得到描述自变量与因变量之间的定量数学关系。

(2) 逐步回归模型

逐步回归分析法是在多元线性回归模型的基础上引入因子逐步选入和剔除机制，通过引入影响因子，引入第一个影响因子后，根据其对因变量影响程度的大小，按照从大至小的顺序一个一个地引入到回归方程中。当引入的影响因子比先前引入的影响因子显著性高，使得先前引入的影响因子不显著时，则将不显著因子剔除。依此类推，逐步回归计算时，是按步骤引入影响因子，并按步骤剔除不显著因子，在计算的每一步都要进行统计检验(F 检验)，从而使得每次引入新的影响因子前，回归方程中只含有显著影响因子，以此类推，直到所有显著影响因子都被选入回归方程中，得到最优回归方程解。

(3) 主成分回归模型

主成分分析就是综合筛选出原始变量信息系统中具有最佳解释能力的新综合变量(即成分)，并用这些成分建模。主成分分析就是将原始 p 个变量 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ ，进行信息重新综合调整，并从中提取 m 个新综合变量 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_m (m < p)$ ，使得该 m 个综合变量最多的概括原始数据信息，即，在保证数据信息损失最少的原则下，对高维变量空间进行降维。

(4) 偏最小二乘回归模型

偏最小二乘回归的核心原理是通过对解释变量和被解释变量的相关性进行建模，通过矩阵分解算法(如奇异值分解)，找到与目标变量最相关的预测变量，并将原始数据降维到一个更低维度的表示，对降维后的数据进行回归分析，得到一组偏回归系数，表示原始数据中的主要信息，将原始数据乘以偏回归系数得到的降维后的数据(即得分)作为新的预测变量，进行回归分析，以预测目标变量，从而预测被解释变量。偏最小二乘回归构建一组新的解释变量，这些新的解释变量是原始解释变量的线性组合，从而减少了原始解释变量的数量，同时保留了关键的信息。然后使用这些新的解释变量和被解释变量建立回归模型，并通过交叉验证方法评估模型的准确性。最后，通过建立的回归模型预测被解释变量。

5.1.2.1.5 模型率定及验证

大坝安全分析预警模型构建是一个持续迭代、提升的过程。模型参数率定的主要

目的是为使模型拟合值与实际观测值之间的偏差尽可能小。模型参数率定方式主要有模型指标率定法、残差检验法、动态数据率定法等，在模型研发时根据实际情况进行选择。

(1) 模型指标率定法

统计模型的精度检验指标有复相关系数 R 、剩余标准差 S 等，这些指标是衡量回归是否有效，模型精度是否合格的重要依据，结合这些指标，对模型参数进行率定是常用的方法。一般来说复相关系数 R 越大（一般要求 $R > 0.8$ ），剩余标准差 S 越小，说明回归方程的精度越高，回归方程的质量越好；同时，由于 S 中含有观测误差成分，因此 S 还是监测效应量观测精度的一种间接反映。因此针对不同监测对象，选用合理的回归方法，力求模型精度检验指标最优的表达式，可作为参数率定的标准。

(2) 残差检验法

从理论上讲，回归方程拟合值与实测值的残差序列应为一个均值为 0，方差为的正态分布随机序列。因此，如果经检验不符合上述条件，且残差序列中存在周期项、趋势项等规律性成分时，则需从预置因子集等角度对回归方程作进一步改进。

(3) 动态数据率定法

统计模型是根据历史监测数据建立的数学模型，分析建筑物发展变化规律并对未来作出预测，本质上是一种基于历史工况的经验模型。当发生超历史荷载工况的情况是，统计模型的预测精度下降明显，这时就有必要根据最新的监测数据和荷载情况对因子组合、因子形式、计算时段等模型参数进行持续修正、更新。

5.1.2.2 蓄水淹没模型

现有的防汛抗旱指挥调度系统蓄水淹没模型仅支持实时淹没情况分析，且精度不高，需对蓄水淹没模型进行提升，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演，满足水利工程“四预”业务基本要求。

根据招标文件要求研发蓄水淹没模型，模型输入数据包括初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。输出包括当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布等，并可支持对历史水位情况随环境变化的回溯。同时可结合 GIS 数据情况，实现淹没范围内的区域呈现，为三门峡水利枢纽防洪运用业务提供库区淹没分析支撑。

5.1.2.2.1 模型功能

构建基于三门峡水利枢纽蓄水淹没模型，支撑库区淹没范围动态变化模拟，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演。

5.1.2.2.2 模型性能要求

满足三门峡水库蓄泄过程中库区的水位变化模拟需要，满足不同情景库区淹没范围变化模拟的需求，计算速度满足场景渲染的需要。

5.1.2.2.3 模型输入输出

输入：初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。

输出：当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布。

5.1.2.2.4 模型算法

目前，对于水库淹没范围的模拟，较常规方法有伯努利方程推算库区回水，该方法难以满足对库区淹没的持续动态模拟，水动力学模型能够模拟整个调度过程中蓄泄水时库区各位置的水位起伏变化，因此，采用水动力学模型建立库区淹没模型。

模型采用一维圣维南方程构建，包括水流连续方程和水流运动方程：

水流连续方程：

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_i$$

水流运动方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2 \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{BQ^2}{A^2} \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z = -gA \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{gn^2|Q|Q}{A(A/B)^{4/3}}$$

式中： x 表示沿流向的坐标； t 表示时间； Q 表示流量； z 表示水位； A 表示断面过水面积； B 表示河宽；为单位时间单位河长汇入（流出）的流量； n 为糙率； g 表示重力加速度。

5.1.2.2.5 模型率定及验证

采用实测洪水过程结合实测断面对模型进行参数率定和验证，将实测水位变化和计算结果进行对比，保证误差在精度控制范围内。

5.1.3 孪生引擎

5.1.3.1 数据引擎

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据引擎提供多维多时空尺度数

据汇聚、清洗、转换、共享、展示、计算、更新等服务能力。

三门峡黄河明珠集团当前正进行数据中台项目建设，以数据中台对接集团相关信息化业务应用系统，实现数据的汇集、清洗、转换、治理。本项目基于数据中台进行数据开发工作，通过开发可靠高效的数据处理程序，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑。

5.1.3.1.1 数据汇集

基于“一数一源”的原则，构建系统数据资源池体系，实现数字孪生工程管理数据统一标准、统一环境。数据汇聚聚合工程全量数据，为工程提供数据综合分析。主要包括：

(1) 数据自动抽取：主要依托已建或新建的业务应用系统

水情监测、安全监测、视频监控等前端传感设备实时采集现场数据，通过有线/无线通信网络传输，建立监测数据库，实现数据资源的接收、处理与存储。

(2) 数据人工整编：基础数据资料整编入库内容包括管理体系架构基础数据、工程设施基础数据、机电设备基础数据、监测监控监视基础数据等静态结构化、半结构化、非结构化数据资源，以及工程建设过程、运行维护管理过程中需要人工采集、报送、入库的实时、动态数据资源，通过人工数据整编处理，建立基础数据库。

(3) 外部资源共享：外部数据资源涉及到水文、气象、遥感数据，水利行业内部和外部需要共享应用的数据资源。通过数据共享服务专用通信链路，实现外部数据资源的交互共享服务，其中包括结构化、非结构化数据资源，建立共享资源库。

三门峡水利枢纽已建设数据中台项目，相应数据汇集工作由数据中台提供，本次不再重复建设。

5.1.3.1.1.1 数据汇集范围

(1) 水库调度运行相关数据

主要包括三门峡水库的水情、雨情、泥沙监测数据；三门峡水库及主要支流洪水预报数据；汛情预警数据等。

(2) 大坝安全监测系统

主要包括大坝变形、渗漏、应力应变、环境等自动监测数据；安全监测巡视检查数据；人工安全监测数据等。

(3) 库区视频监控系统

主要包括库区已有视频摄像头基础数据、空间数据及视频流调用地址等。

(4) 安全生产管理相关系统

主要包括危险源、安全隐患、应急响应等数据。

(5) 外部单位相关系统

主要包括管理范围和影响区域内等社会经济数据；黄河流域等气象、水情、汛情监测数据；黄河流域的水雨情预报数据；上级单位的调度指令等。

5.1.3.1.1.2 数据汇集设计

数据源是数据产生源头，主要是各个业务系统、线下收集及外部共享数据，业务系统包括生产运行系统、大坝安全监测系统、库区视频监控系统等三门峡水利枢纽已建或拟建业务系统；线下数据主要来自各业务处室，主要指离线生产的数据；其他外部数据主要来自水利部数字孪生平台和数字孪生黄河系统等网络数据。

通过数据引擎提供的接入、存储能力，可以将明珠集团内部各个业务系统的数据采集汇聚到数据引擎平台，实现数据分析挖掘利用。数据引擎平台提供多种数据接入工具，支持接入多样化的数据格式，包括关系型数据库数据、实时数据、文件数据、图片数据、日志数据等。

通过文件加载、数据库数据同步、消息队列、报文接口、文件获取/接收等方式，实现对数据源层中基础数据、监测数据、业务管理数据三种类型数据的获取，根据不同数据类型，数据不同的时效性要求，分别展开作业调度，实现数据的自动收集、整理、清洗、转换，并接入到数据存储层。

数源部门应遵循“一数一源，数据共享”的原则采集信息，能通过共享获取的，原则上不重复采集。

(1) 数据库数据采集

首次数据采集遵循全量而非抽样的原则，采集多种数据来源，前端与后端、业务数据库的全面采集。

采用全量同步（一次性同步全部数据）和增量同步（同步两个数据库不同的部分）两种方式，从各业务系统数据库同步数据。

对数据同步过程进行监控，可通过浏览相关日志了解数据同步过程的详细信息，并支持对数据同步执行过程进行干预和调整。

(2) 文件采集

文件采集功能通过标准化接口从不同存储位置同步和存储主流类型的文件，提取语义标签、文件搜索，包括文档、图片、音频和视频等。

文件采集通过接口对文件进行各类操作，实现上传、下载、重命名、移动等功能。支持对不同文件类型提取语义标签，便于对文件进行全文搜索。

支持文件搜索，可以限定名称、类型、创建日期等条件。

支持对存储在各类主流格式文件中的结构化数据进行解析和入库，包括但不限于 xml、txt、excel、csv 等。

5.1.3.1.2 数据分析

基于数据中台实现数据分析功能，对数据进行综合统计分析，分析结果以接口形式进行调用。数据分析包括基础数据分析、监测数据分析、业务数据分析等内容，根据数据底板、水利专业模型和业务应用的具体需求开展相应数据分析工作。如基于数据中台相关数据进行描述性统计，对监测数据、业务数据等进行包括均值、标准差、极差、频数分布等指标的计算和图表展示；对不同数据之间进行比较分析，包括相关性分析、方差分析、t 检验等方法，以揭示它们之间的关系和差异；同时可基于相关数据进行趋势分析、周期性分析、回归分析等内容，以助力工程趋势变化和规律研判。

5.1.3.1.3 数据服务

对不同业务系统的数据形成数据服务，形成业务服务对象定义，提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。

5.1.3.1.3.1 基础数据服务设计

通过对基础数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接口直接访问的基础数据服务，为各业务应用提供基础数据访问支撑。如三门峡水库基本信息数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库基本信息数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的基础数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.2 监测数据服务设计

通过对监测数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接

口直接访问的监测数据服务，为各业务应用提供监测数据访问支撑。如三门峡水库水位数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库水位数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的监测数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.3 专题业务数据服务设计

专业应用服务主要为各核心业务提供专业数据分析处理服务，包括工程安全服务、防洪运用服务等，为专业应用模块提供统一的专业数据服务支撑。

5.1.3.2 模拟仿真引擎

数字孪生模拟仿真引擎满足数据加载、模型计算、可视化渲染等大容量、低时延、高性能等要求；提供丰富的开发接口，支撑上层业务应用。提供数据底板数据加载、场景管理、空间分析、三维渲染、特效处理等服务能力，实现物理工程的同步直观表达、工程运行全过程高保真模拟。

5.1.3.2.1 全要素场景生成

全要素场景是将植被、道路、水域、建筑等全场景的模拟再现；以及视觉真实、物理模拟、地理信息、实时交互等多要素融合叠加，帮助水利行业数字化升级，实现基于视觉孪生、物理孪生及时空孪生的场景应用。全要素场景服务是一个基于时空数据的引擎，将输入系统的所有静态数据、动态数据通过时空结构（特别是空间结构）结构化成为一个有机体，对其他模块提供一切关于时空场景的服务。

全要素场景是数字孪生模拟仿真引擎的基础。通过生成大范围的全要素场景底板，进行物理流域、工程的全要素的数字化映射，承载工程安全分析预警、防洪运用应用等专业业务应用。

完成流域级场景、工程级场景、设施级场景的构建，生成不同精度等级的场景底板，生成可配置服务，根据不同大小范围的流域、工程区域等场景需求进行选取。

5.1.3.2.2 可视化渲染

实现天气效果、日照变化、材质体现、光影效果、水位变化等渲染功能；能够通过物理流域或工程进行可视化渲染，达到真正意义上的将现实世界孪生仿真到虚拟

世界。

(1) 自然背景可视化

主要实现水利工程周边自然背景（如不同季节白天黑夜、不同量级风雨雪雾、日照变化、光影等背景）的可视化渲染。

1) 光照状态可视化

输入：时间

输出：太阳、月亮的光线，场景光照阴影变化。

为实现真实的光照效果，场景光照基于天体运行规律进行计算。给定任意时刻，精确计算该时刻对应的太阳、月亮方位，模拟真实的光照环境及光影变化，整个场景的昼夜更迭、光照变化等仿真均与真实世界一致。

2) 四季环境可视化

输入：时间

输出：不同季节对应的植被状态

库区周边环境随季节变化呈现出不同的景观效果，根据其变化特点，尤其是植被景观的变化，构建由时间驱动的四季环境可视化模型，逼真模拟出三门峡水利枢纽周边环境的季节变化特征。

3) 天气状态可视化模型

输入：气象信息

输出：大气云层、不同量级风雨雪雾、场景积水积雪效果

能够根据气象信息数据，实现相应的天气效果仿真。

能够根据风、云、雨、雪、雾等气象数据，实现相应的天气效果仿真。大气云层通过体积云技术进行构建，可以从太空、地面等多种视角进行浏览；风主要通过动态流场进行可视化，并可在场景中对植被、旗帜等产生影响；雨、雪主要以粒子系统进行可视化，并对场景的积水、积雪效果进行仿真；雾通过环境光照技术实现，根据不同量级对孪生场景的能见度进行控制。

(2) 工程运行可视化

主要实现三门峡水利枢纽调度运行过程的可视化，以模型计算及实测的水位、流量过程为输入，通过可视化模型实现库区及下游河道水流过程动态可视化呈现。

输入：水库水位、高精度数字高程模型

输出：水库库区淹没状态

在高精度数字高程模型的基础上，给定库水位，精确模拟库区淹没。

5.1.3.2.3 空间分析表达

实现基于 GIS 引擎分析的结果（淹没分析、水库水位库容面积计算等水利行业相关的分析计算等）进行数据渲染，为防洪运用、数据分析、数据统计等提供辅助决策支撑。

5.2 业务应用

5.2.1 工程安全分析预警系统

针对工程结构特点、安全隐患与薄弱环节，基于数字孪生场景，集成工程安全相关信息，建设包含安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等功能的工程安全分析预警系统，实现工程安全“四预”相关功能。

5.2.1.1 综合监视

在数字孪生场景中展示安全监测设备点位分布、设备基础信息、实时数据、特征值等内容，对于异常情况进行报警提醒。

（1）安全监测设备点位分布

实现监测数据对应的监测点位在三维场景中的定位功能，将安全监测设备点位进行可视化展示。

（2）设备基础信息

设备基础信息包含监测设备类型、设备参数、监测时间、监测值、监测方式等设备基础信息。

（3）实时数据

实时数据包含工程安全监测设备点位的实时监测数据，可对监测信息进行实时查看。

（4）特征值

包含大坝温度、坝体及坝基变形、坝基扬压力、绕坝渗流、左岸山体变形、近坝区变形、大坝裂缝及接缝、大坝沉陷、坝体渗漏等指标的特征值数据。

（5）异常情况报警

融合场景展示功能，对监测指标异常或者指标变化异常状态进行实时报警提醒。报警信息包括报警对象、发生时间、报警性质、确认时间、消除时间等。

5.2.1.2 安全性态预测

实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测并展示其变化趋势。

(1) 大坝变形和渗压预测

基于现状条件、拟定的水库运用边界条件，结合监测数据，建立大坝安全分析预警数理统计模型，实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测。

(2) 变化趋势展示

基于大坝安全分析预警数理统计模型对渗压、变形等进行预测并展示指定工况条件下的变化趋势。

5.2.1.3 安全风险预警

结合预警指标实现安全风险分级预警功能，及时将预警信息通知到相关部门。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。

(1) 基于实时监测数据和相应预警阈值的预警

根据安全监测数据及预警值信息，判断当前监测点位是否超阈值，若超阈值则根据预警指标生成安全风险分级预警信息，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 基于模型分析、预演结果的预报预警

基于大坝安全分析预警模型及安全状态预演结果，结合预警指标生成风险分级预测信息，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.1.4 安全状态预演

结合大坝安全分析预警模型和工程安全规程与应急预案对典型工况、超标洪水情况下大坝变形、渗压进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景的各种要素，助力科学制定和优化调度方案。

5.2.1.5 安全处置预案

实现对工程安全相关的应急预案、标准、规定等统一管理，能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性，并对外提供服务接口。

5.2.2 防洪运用系统

基于数字孪生场景，实现视频监控和实时监测数据汇集，建设防洪运用业务场景，可视化呈现流域基本信息以及三门峡水利工程水位、闸孔开合等情况，基于来水预报

数据、蓄水淹没模型对不同调度方案的运行情况进行可视化展示及预演，为防洪运用业务提供数据可视化支持及会商支持，实现防洪调度“四预”相关功能。包含综合监视、防洪预报、防洪预警、防洪预演、防洪预案等功能。

5.2.2.1 综合监视

在数字孪生场景中展示雨水沙情实时/历史信息，支持雨水沙情、大坝工情、库区泥沙监测、库区淤积、库区险情、防汛物资/队伍等实时/历史信息可视化查询展示，统计对比分析。

(1) 雨情信息查询展示：通过雨量监测站点数据绘制黄河流域降雨实况及历史等值面，可通过选择日期框，展示对应日期的面雨量实况，同时可以查询重要雨量站点的降雨过程。

(2) 水情信息查询展示：主要包括关键水库的出入库流量和水位信息，河道流量（含沙量）、水位信息，同时还可以查询水库库容曲线、泄流曲线、防洪特征水位等基本情况介绍，上述信息的查询展示可以与数字孪生场景点位联动。

(3) 防汛管理基础信息查询展示：包括防汛物资、防汛队伍、抢险记录、演习记录等，可在数字孪生场景中采用不同的符号进行标注显示，支持在数字孪生场景中对防汛物资、抢险记录、演习记录等防汛管理基础信息进行直观快捷的增加、删除、更新操作。

(4) 库区淤积情况查询展示：可在综合监视模块查看三门峡水库库容变化、泥沙冲淤分布情况。

5.2.2.2 预报

能够实现降雨预报、来水预报、来沙预估信息的查询展示。

(1) 降雨预报查询展示：在数字孪生场景中叠加展示黄河流域中短期降雨预报等值面图，可展示中央气象台预报数据源的降雨预报过程，可展示未来7日的降水过程。可通过时间选择框，展示对应日期的预报产品，也可对预报时效内任意时段降水预报进行叠加展示。降雨预报的精度满足会商和来水预报、来沙预估模型的需要。

(2) 来水预报、来沙预估查询展示：以接入水文局的预报成果为主，预报的结果以图表的形式进行展示，并可在地图上进行点选查询。来水预报、来沙预估预报结果满足会商和预演的需要。

5.2.2.3 预警

(1) 防洪预警包括汛情及水库运行安全预警功能。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。在数字孪生场景上采用不同的预警符号、预警颜色对预警位置进行闪烁预警，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 根据三门峡水利枢纽防正灌、防倒灌设备情况及应对措施，根据预警指标，实现防正灌、防倒灌预警功能，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.2.4 预演

库区淹没预演：结合蓄水淹没模型实现水库防洪运用库区淹没的模拟预演。在数字孪生场景中对防汛调度方案、库区淹没情况进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景，支撑水库不同运用水位下库区淹没影响范围分析预警。

5.2.2.5 预案

预案模块实现对防汛调度预案、水沙调度方案、溃坝方案等内容的统一管理。能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性。

5.3 信息资源共享

按照《数字孪生流域建设共建共享管理办法（试行）》要求，在数据底板、模型库、知识库等方面实现共建共享。能够通过数据交换、服务调用等方式，实现水利部、黄委、省级水行政主管部门之间的数字孪生平台的互联互通、数据共享、业务协同。根据招标文件要求，数字孪生三门峡水利枢纽工程数据资源共享方案及共享内容清单如下节所描述。

5.3.1 数据资源共享方案

5.3.1.1 工程内部共享

数字孪生三门峡水利枢纽项目通过数据交换、接口调用等形式从其他系统获取数据。从数据中台获取三门峡水利枢纽建筑物、测点基础数据、监测数据、预报数据等；与视频监控系统通过支持主流视频厂家标准的平台进行对接和级联。

数字孪生三门峡水利枢纽平台为业务系统提供服务和工具。在符合数据保密安全管理要求的前提下，通过标准化服务接口和工具，为专业应用系统提供空间分析、地图可视化、模型等服务调用支撑，满足相关系统功能升级拓展需求，如巡检、安全隐患处理等需要集成地图或三维可视化场景来实现业务工作流程的可视化定位与监管

等。

5.3.1.2 需外部共享数据

从水利部、黄委获取黄河流域地理空间数据底板；获取黄河流域的气象、雨水情、汛情、调度指令等信息。

5.3.1.3 向外部共享数据

在符合数据保密安全管理要求的前提下,通过标准化服务和工具提供可共享成果,为水利部系统及数字孪生黄河（流域）系统提供地理空间数据、重点雨水情数据、相关预案规程等数据。

5.3.2 共享清单

数字孪生三门峡枢纽工程相应数据共享清单见下表：

表 5.10 外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
地理空间数据	水利部共享的黄河流域 30mDEM、2mDOM。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
实时监测数据	黄河流域卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息； 黄河流域气象、雨水情、汛情、凌情、水质、地震等实时数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
业务数据	黄河流域雨、水、沙、凌情预报成果、调度方案、调度指令等信息； 水库上游各枢纽、水库、电站实时运行信息及运行计划（主要为入出库流量和库水位、蓄水量）。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台

表 5.11 向外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
重点数据	三门峡水利枢纽相关河段地理空间数据； 库区重要雨水情等感知数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）
水利专业模型	蓄水淹没模型及计算成果数据； 大坝安全分析预警模型及计算成果数据。	按水利部模型平台要求提供模型共享接口、数据服务接口

6 系统集成

完成对现有各类资源的整合和集成，包括与上级系统集成、与专业应用系统集成等内容，集成的方式分为数据集成、服务支撑、用户管理和单点集成。

数字孪生三门峡水利枢纽项目的集成，一方面满足数字孪生平台本身功能应用需要；另一方面要为其他已建专业应用系统和上级单位系统提供数据共享服务。另外，数字孪生平台还为其他已建专业应用系统提供数字孪生场景、空间分析、模拟仿真等调用支撑服务，便于各专业应用系统拓展应用数字孪生成果。

本项目与其它内部或外部系统之间的集成总体可以分为四类：数据集成、服务支撑、用户管理、单点集成，集成方案如下节所描述。

6.1 数据集成

数字孪生三门峡水利枢纽平台开发标准的服务与接口，根据业务场景需要，对部

分基础应用系统业务数据、监测数据等进行数据结果集成，实现数字孪生场景与业务数据的有机结合。

6.2 服务支撑

数字孪生平台为部分需要集成数字孪生平台的应用系统提供服务支撑，为应用系统提供可视化展示等服务，应用系统可集成平台中提供的服务、接口，并将这些功能与业务应用有机融合在一起。

6.3 用户管理

本次建设的应用系统需考虑用户、角色、权限的管理，对系统用户通过手工或数据同步的方式进行录入，根据用户对系统权限的需求，通过角色权限管理模块，为不同的用户或部门提供访问数字孪生平台时不同的功能和数据权限。用户、角色、权限管理技术解决方案如下。

6.3.1 用户管理

用户管理功能主要用于维护系统中的用户信息，可以新建用户、修改用户、删除用户、查询用户、修改用户密码、用户停用和用户启用等功能。

在用户管理中也可以设置用户的角色信息、机构信息、性别、职务、姓名、邮箱和电话等信息。同时系统拥有良好的集成能力，支持与其他系统或者数据中台门户集成。

6.3.2 角色管理

系统提供角色管理功能，管理员可在系统中添加、修改和删除角色。

同时在角色管理中，管理员可以查看当前角色在系统中所拥有的权限信息，系统支持根据不同的用户需求或者角色分配相应的权限信息。系统拥有良好的集成能力，可支持与其他系统或中台门户集成。

6.3.3 权限管理

系统提供权限管理功能，管理员可通过权限管理针对用户进行相关设置管理，满足不同角色的用户访问使用系统。

6.4 单点登录集成

围绕数字孪生平台与业务应用系统进行单点登录集成。通过统一各系统的组织结构和用户表，采用单点登录技术，将工程安全分析预警系统、防洪运用系统集成到数

字孪生平台中。

7 质量保证体系

7.1 项目质量目标

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规范要求，构建一个以全要素数据底板为基础，两大智能模型为支撑，两项智能应用赋能的数字孪生平台；实现工程安全分析、防洪运用核心重点业务的“四预”能力赋能；融合专业智能、人工智能技术，以数字孪生带动物理实体，实现设备智能化、业务精细化、决策精准化的多重多层增效；打造水利数字孪生工程标杆典范，引领推动新阶段水利高质量发展，服务黄河流域生态保护和高质量发展的国家战略。

为保证质量目标的实现，本项目的项目管理将严格按“ISO9001 全面质量管理体系”的实施规定进行规范化管理，采取强有力的质量保证措施，以确保本项目达到优良等级质量目标的要求。

7.2 质量保证措施

7.2.1 质量承诺

确保本项目各分模块符合设计标准和研发规范，整体项目质量合格。我方质量承诺如下：

（1）项目的质量目标：本项目质量验收等级为合格，项目质量《水利信息化项目验收规范 SL588-2013》进行验收。

（2）我方对项目质量负责。建立质量责任制，确定项目的项目负责人、质量负责人和项目实施负责人。

（3）我方按照深化设计要求、实施技术标准和合同约定，对相关系统进行检验，检验应当有书面记录和专人签字；未经检验和检验出不合格的系统，不得使用。

（4）我方建立、健全实施质量的检验制度，严格工序管理，做好质量检查和记录。

（5）我方在实施前提交质量保证文件，包括应提供系统的主要质量记录、检验、试验、验收报告等文件。

（6）我方提供的质量保证期为 12 个月。

（7）项目质量不合格，达不到本招标文件要求的，委托人有权要求受托人停工或返工，其责任由我方自行承担，并不予顺延工期。

7.2.2 质量分析例会制度

定期组织召开质量工作会或质量分析会，通报软件开发和集成实施质量情况，项目各参与单位相互交流各自负责工作进展状况和项目中所遇到问题，对软件开发和集成过程的隐患进行具体分析，提出预防控制措施。

7.2.3 项目阶段性评估

为了保证项目总体质量目标，在项目实施的关键点，组织专家对项目进行阶段性评估，通过评估后，项目方可进入下一个实施阶段。评估后受托人填写“项目阶段性评估报告”。

7.2.4 质量记录文档的管理

作好各种质量记录文件，如：检验、调（测）试及验收报告，项目总结，设计变更记录等的保存管理，确保质量问题的可追溯性。

7.2.5 软件测试要求

（1）我公司提出软件系统测试方案，测试方案应经委托人认可后实施。

（2）测试过程中进行详细记录，系统调试结束后，由我公司技术人员签字后交给委托人验收。

（3）在完成全网软件系统测试后，由我公司编写测试报告。在我公司技术人员签字后交给委托人验收，经委托人同意作为验收依据。

7.2.6 功能调试方案

功能调试过程主要分为以下两个阶段：准备阶段、软件部署调试。

（1）准备阶段

主要任务是进行功能清单的技术交底工作，由技术设计人员对清单的功能及注意事项进行说明，研发人员对功能清单进行深入的了解和研究，做到心中有数，按计划调试。

（2）软件部署调试

软件部署调试阶段主要完成基础软件的部署与试运行，并对软件系统性能进行测试和系统功能进行检测。

8 安全保证体系

8.1 安全保证体系

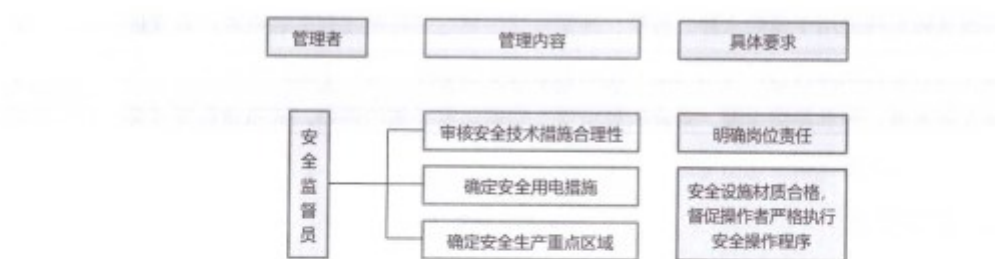


图 5.1 安全保障体系

8.2 安全管理保证措施

安全生产管理是项目管理的重要组成部分，是保证生产顺利进行，防止伤亡事故发生而采取的各种对策。它既管人又要管生产现场的物、环境。

- (1) 严格执行有关安全生产管理方面各项规定条例等。
- (2) 研究采取各种安全技术措施，改善劳动条件，消除生产中的不安全因素。
- (3) 掌握生产实施中的安全情况，及时采取措施加以整改，达到预防为主的目的。
- (4) 认真分析事故苗子及事故原因，制订预防发生事故的措施，防止重复事故的发生。
- (5) 明确安全目标：杜绝一切安全事故与火灾事故的发生。
- (6) 建立健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，且总分包之间必须签订安全生产协议书。
- (7) 对上岗员工进行严格把关，做到上岗前，都要经安全教育。
- (8) 必须建立定期安全检查制度且检查有记录。
- (9) 建立工伤事故处理档案，认真按规定进行处理报告，做好“三不放过”工作。

8.3 突发事件应急措施

(1) 人身伤害事故预案

实施现场如发生高处坠落、触电、物体打击、意外伤害等人身伤害事故。应立即组织车辆或拨打急救电话 120，并将事故详情上报有关部门。期间应主动利用现场医护用品，开展止血、包扎等简单的自救工作。

(2) 触电事故预案

发生触电事故后，应使触电者尽快脱离电源。如开关箱在附近，可立即拉下闸到或拔掉插头断开电源。如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的

利器砍断电线或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线剥离触电者；若现场无任何合适的绝缘材料，可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉出触电人的衣服，使其脱离电源。对高压触电应立即通知有关部门停电，或迅速拉下开关或由电工采取特殊措施切断电源。

8.4 保密管理

严格遵守国家保密规定，严格遵守甲方保密要求，所有成员进场后，做好项目各项保密要求，确保不发生泄密事件。



3. 验收鉴定书

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

合同扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

8.2 系统架构设计师资格证书扫描件



计算机技术与软件专业技术资格

Qualification of Computer and Software Professional

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、工业和信息化部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得计算机技术与软件专业技术资格。



姓 名: 赵凯华

证件号码: 411282198508041030

性 别: 男

出生年月: 1985年08月

级 别: 高级

专 业: 系统架构设计师

批准日期: 2020年11月07日

管 理 号: 31420201141010301076



中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
工业和信息化部



9、技术负责人业绩要求

9.1 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

中标通知书扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

1. 合同项目开工申请表

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

2. 施工组织设计

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 施工组织设计

云河（河南）信息科技有限公司

二〇二三年八月



目 录

1 总则.....	1
1.1 编制说明.....	1
1.2 编制依据.....	1
2 工程概况.....	2
2.1 项目背景.....	2
2.2 项目意义.....	3
2.3 建设任务.....	3
3 实施组织机构.....	4
3.1 项目组织架构设置.....	4
3.2 实施组织.....	4
3.3 项目组织保障.....	6
4 实施设计方案.....	7
4.1 实施准备总体要求.....	7
4.2 技术准备.....	9
4.3 总体进度计划.....	10
4.4 里程碑节点.....	10
4.5 详细进度计划.....	12
5 建设任务.....	18
5.1 数字孪生平台.....	18
5.2 业务应用.....	36
5.3 信息资源共享.....	39
6 系统集成.....	41
6.1 数据集成.....	41
6.2 服务支撑.....	42
6.3 用户管理.....	42
6.4 单点登录集成.....	42
7 质量保证体系.....	43
7.1 项目质量目标.....	43
7.2 质量保证措施.....	43
8 安全保证体系.....	44
8.1 安全保证体系.....	44
8.2 安全管理保障措施.....	45
8.3 突发事件应急措施.....	45
8.4 保密管理.....	46

1 总则

1.1 编制说明

本报告是依据本项目合同及招投标文件,按照国家颁布的现行施工质量验收规范、施工规程和有关工艺标准进行编制。为本项目实施阶段提供较为完整的指导性技术纲领,用以指导项目实施,确保优质、高效、低耗、安全、文明、保质、保量的完成数字孪生三门峡水利枢纽建设项目,满足合同及招投标文件要求,同时符合国家、行业、三门峡水利枢纽信息化技术标准和规程规范规定的技术要求。

1.2 编制依据

1.2.1 项目相关文档

- (1) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目招标文件;
- (2) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目投标文件;
- (3) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同;
- (4) 《三门峡黄河明珠(集团)有限公司信息化建设规划报告》,2021年12月;
- (5) 《数字孪生黄河建设技术导则》,水利部黄河水利委员会,2022年12月;
- (6) 《数字孪生黄河建设规划(2022—2025)》,水利部黄河水利委员,2022年;
- (7) 《三门峡数字孪生枢纽建设方案》,2022年7月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《计算机信息系统安全等级保护划分准则》GB/T 17859-1999;
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239-2019;
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058-2019;
- (4) 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070-2019;
- (5) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448-2019;
- (6) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南》GB/T 28449-2018;
- (7) 《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301-2018)
- (8) 《混凝土坝安全监测技术标准》(GB/T 51416-2020);
- (9) 《大坝安全监测自动化技术规范》(DL/T 5211-2019);
- (10) 《水库工程管理设计规范》(SL 106-2017);
- (11) 《水库大坝安全评价导则》(SL 258-2017);
- (12) 《水利信息化项目验收规范》(SL588-2013);

(13)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);

1.2.3 政策法规

(1)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，全国人大，2021 年 3 月；

(2)《“十四五”数字经济发展规划》，国办，2021 年 12 月；

(3)《中华人民共和国水库大坝安全管理条例》(2018 年修)；

(4)《新一代人工智能发展规划》，国发，2017 年 7 月；

(5)《国家信息化发展战略纲要》，中办、国办，2016 年 7 月；

(6)《中华人民共和国水法》(2016 年修)；

(7)《中华人民共和国防洪法》(2016 年修)；

(8)《促进大数据发展行动纲要》，国发，2015 年 8 月；

(9)《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》，水利部，2022 年 7 月；

(10)《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(11)《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(12)《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，水利部，2022 年 1 月；

(13)《“十四五”水安全保障规划》，发改委/水利部，2021 年 12 月；

(14)《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》，水利部，2021 年 11 月；

(15)《智慧水利建设顶层设计》，水利部，2021 年 10 月；

(16)《“十四五”智慧水利建设规划》，水利部，2021 年 10 月；

(17)《大中型水库汛期调度运用规定（试行）》，水利部，2021 年 6 月；

(18)《“十四五”信息通信行业发展规划》，工信部，2021 年 11 月；

(19)《“十四五”国家信息化规划》，网信办，2021 年 12 月；

(20)《计算机信息系统安全保护等级划分准则》，1999 年 9 月。

2 工程概况

2.1 项目背景

三门峡水利枢纽工程位于河南省三门峡市和山西省平陆县交界的黄河干流上，是黄河干流上第一座大型水利枢纽，被誉为“万里黄河第一坝”。三门峡水利枢纽工程是新中国成立后在黄河干流兴建的第一座以防洪为主，兼顾防凌、调水调沙、灌溉排水、防断流与改善库区生态环境、发电等任务的大型综合性水利枢纽工程，是黄河下游防

洪减淤工程体系的重要组成部分。工程于 1957 年开工建设，1960 年大坝基本建成，同年 9 月下闸蓄水，三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝，坝长 713.2 米，最大坝高 106 米，坝顶高程 353 米，枢纽总装机容量 45 万 kW，防洪库容近 60 亿立方米，控制黄河流域面积 68.84 万平方公里，占流域面积的 91.5%，控制黄河来水量的 89%和来沙量的 98%。

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程等方面的标准规范要求，结合水利部黄河水利委员会对三门峡水利枢纽数字孪生工程建设要求，明珠集团成立了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目组，开展了大量技术调研、方案设计等有关前期准备工作，确定了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目建设目标任务、技术框架、建设内容等，完成项目招标和合同签订，全面启动数字孪生三门峡水利枢纽建设工作。

2.2 项目意义

本次项目建设基于三门峡水利枢纽工程信息化现状构建数字孪生平台，有效赋能当前已有、在建及拟建中的业务应用，实现工程安全、防洪运用等重点业务“四预”功能，有效保障工程安全稳定运行与综合效益最大发挥，提升精准决策管理能力，助力实现数字孪生三门峡水利枢纽工程稳定高速发展。

2.3 建设任务

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生水利工程等方面的标准规范要求，围绕工程安全和防洪运用两大核心业务，从信息化基础设施、数字孪生平台、应用软件等方面进行建设。按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源，以多维多时空多尺度数据底板为基础，水利专业模型为支撑，构建典型业务应用场景，建设有三门峡水利枢纽特色的数字孪生平台。

(1) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备 BIM 模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。

(2) 完成数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。

(3) 完成三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型

研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。

(4) 完成防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。

(5) 完成三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。

(6) 完成本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。

(7) 完成本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。

(8) 完成软件平台的采购、安装和调试。

3 实施组织机构

3.1 项目组织架构设置

项目组织架构如下：

项目经理：赵凯华；

项目副经理：张军辉；

项目技术负责人兼设计总工程师：李永胜；

项目设计副总工程师：陈见长、姜成桢、张亚杰、徐东坡；

项目设总助理：程玺龙、杨婷婷。

3.2 实施组织

为实现本项目目标，设立数字孪生三门峡水利枢纽建设项目部，项目组织机构职能分为项目综合管理、数据底板及孪生引擎、工程安全分析预警业务系统、防洪运用业务系统。

组织架构如下：

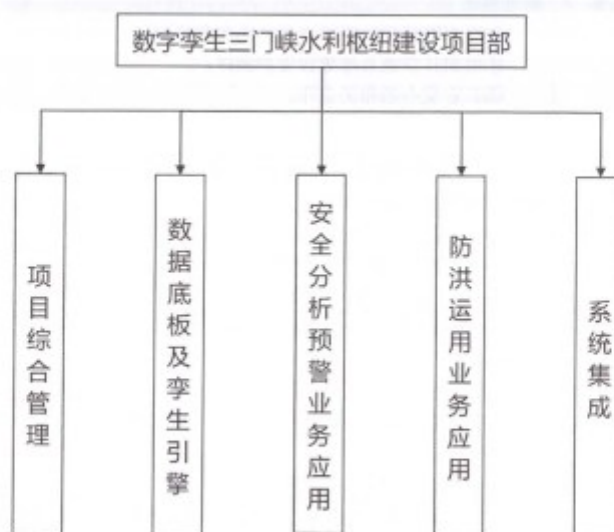


图 3.1 项目组织架构图

项目实施团队以项目经理为管理核心，各组组长负责项目关键技术和实现，向项目经理负责。

各组职责及组成见下表：

表 3.1 项目组织及其职责表

项目组名称	职责描述
项目综合管理	<p>1) 综合管理事项：</p> <p>①负责项目部重点工作的安排、协调和督办；</p> <p>②编制项目实施方案，分析研究项目建设的重大问题；</p> <p>③负责整体项目管理，负责范围、进度、成本、质量、风险、安全、沟通、干系人管理等工作；</p> <p>④负责项目部相关文件收发、会议、督办和协调等管理工作，项目资料管控与归档工作；</p> <p>⑤负责项目内部财务管理；</p> <p>⑥负责项目部办公、生活等物资的采购和管理。</p> <p>2) 合同管理事项：</p> <p>①负责项目采购的招投标及合同签订工作，建立合同管理台账；</p> <p>②负责对内、对外的合同执行、合同索赔和工程款结算等工作；</p> <p>③牵头负责项目对业主请款工作，对供应商的合同管理和支付工作等；</p> <p>④监管供应商合同履行。</p> <p>3) 质量管控事项：</p> <p>①监督落实项目内控执行；</p> <p>②组织编写并校核项目提交文档；</p>

项目组名称	职责描述
	③组织整理验收资料并提验收申请报告； ④组织计算机系统等级保护测评； ⑤其它交办的相关工作。
数据底板及孪生引擎	1) 负责基础数据、监测数据、业务数据、GIS+BIM 数据、外部共享数据收集整编及融合工作； 2) 负责数据底板构建； 3) 负责模拟仿真引擎开发工作； 4) 其它交办的相关工作。
工程安全分析预警业务应用	1) 负责工程安全分析预警业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责大坝安全分析预警模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
防洪运用业务应用	1) 负责防洪运用业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责蓄水淹没模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
系统集成	1) 负责与数据中台的对接； 2) 负责相关专业业务系统的集成工作。

3.3 项目组织保障

3.3.1 实行项目经理制

项目经理对本项目全权负责，中途遇特殊情况必须调配项目经理时，需经过申请由甲方项目协调领导组批准后方可更换。

经过任命的项目经理对项目组人员具有绝对的管理权力，同时也对项目负主要责任。

3.3.2 项目沟通协调管理

为了规范管理实施团队各项目小组，促进内部沟通，提高项目小组工作效率，确保工作进度，项目决定执行进度总结例会制度。

3.3.2.1 周例会

时间：暂定于每周五下午举行。

参会人员：甲方项目管理组核心成员、乙方各项目组组长及核心成员。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：各项目组长及主要骨干人员汇报本周项目进度情况，包括本周计划、本周计划完成情况、进度计划对比。同时会议中需要对下周工作内容进行详细描述。

项目实施过程中，遇到需要双方沟通协调的事项，在周例会中需做详细交流，避免因沟通不畅影响项目实施进度。

会议制度：

(1) 每周五 18:00 之前，综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作周报》(内容包含：本周计划进展情况、下周计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每周会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

3.3.2.2 月例会

时间：暂定于每月末最后一天。

参会人员：甲方项目管理组、乙方项目部核心成员等。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：乙方项目总协调汇报当月工作进展情况，包括本月计划、本月计划完成情况、月进度计划对比、项目实施质量情况。双方项目成员需就本月计划完成情况展开讨论，根据项目进展情况及质量情况提出下一步工作开展方向。

会议制度：

(1) 每月最后一个工作日综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作月报》(内容包含：本月进展情况、下月工作计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每月会议明确内容由综合管理组详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

4 实施设计方案

4.1 实施准备总体要求

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规

范要求，推进数字孪生三门峡水利枢纽项目建设，建设三门峡数字孪生平台，构建工程“四预”智慧体系，实现数字工程与物理工程同步仿真运行，提升工程安全高效稳定运行水平。

围绕数字孪生三门峡水利枢纽建设目标和建设任务等工作主线，构建包含“四横两纵”的工程信息化总体架构。工程信息化总体架构见下图：

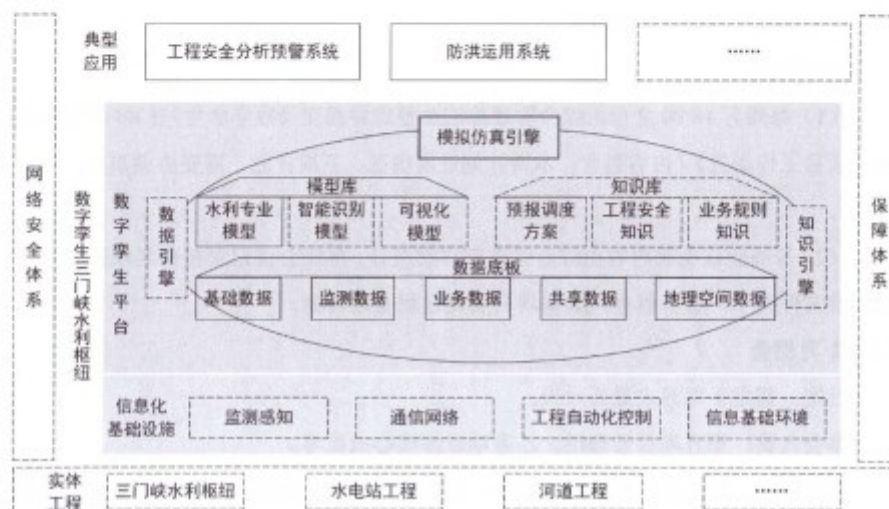


图 4.1 工程信息化总体架构图

本项目建设内容如下：

（1）数字孪生平台

本项目数字孪生平台建设内容包括数据底板、水利专业模型及孪生引擎等内容。

1）数据底板

本项目建设内容为融合基础数据、业务数据、监测数据、共享数据和地理空间数据得数据底板。

2）水利专业模型

本项目水利专业模型包括蓄水淹没模型、大坝安全分析预警模型。

3）孪生引擎

本项目建设内容主要包括全要素场景生成、可视化渲染和空间分析表达等模拟仿真引擎以及数据服务开发。其中数据服务开发基于明珠集团提供的数据中台进行数据开发工作，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据汇聚、分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑；

(2) 典型应用

本项目建设内容包括工程安全分析预警系统和防洪运用系统。

4.2 技术准备

4.2.1 技术要求

- (1) 系统使用渲染引擎进行开发，支持运行环境的跨平台；
- (2) 系统支持来自多种数据源的数据，支持数据的流畅显示；
- (3) 系统具有良好的中文支持，并拥有简体中文版的文档、手册；
- (4) 系统支持多源数据集成，能够充分调用已建设系统项目数据，保证项目数据延续性；
- (5) 提供三维 BIM 数据轻量化成果；
- (6) 平台 API 接口规范、齐全。

4.2.2 性能要求

性能满足以下参数：

- (1) 系统容量。平台静态用户（注册用户）无数量限制；平台动态用户（在线用户）访问按照应用场景不同做不同要求；
- (2) 系统稳定性。系统整体及其功能模块具有稳定性，保障 7×24 小时不间断运行，在正常情况下不会出现死机现象，不能出现系统崩溃现象；
- (3) 系统可靠性。保证系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性；
- (4) 适应性和易用性。系统在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，具有适应能力。软件操作简便，易学易用；运行稳定可靠，对错误操作进行友好提示，容错性好；
- (5) 易于维护性。系统的数据、业务以及涉及电子地图与孪生场景的维护方便、快捷。

4.2.3 数据准备

- (1) 数据底板方面，收集 GIS 数据、BIM 模型相关电子、纸质图纸，采集建模对象的外观信息。
- (2) 数据开发方面，分析整理工程安全分析预警系统、防洪运用系统所需基础数据清单，分析数据源并将所需数据与数据中台打通，为数据开发提供基础条件。
- (3) 工程安全分析预警系统方面，整理与大坝安全业务相关的大坝安全观测分析

年报、南瑞 DSIMS4.0 数据库字典、南瑞 DSIMS4.0 数据表结构及数据条目、监测仪器测点信息、工程安全预案、大坝安全鉴定报告、大坝安全会商报告、近期安全监测系统改造内容和计划等信息。

(4) 工程防洪运用系统方面，整理与防洪运用相关的地理空间数据、出入库流量过程、水库水位库容曲线、典型年分蓄水淹没数据。

4.3 总体进度计划

本项目整体服务期限为自合同签订后开始，整体计划工期为 13 个月，实际开工日期以委托人批准开工时间为准，根据招标文件需求满足如下里程碑节点实施。

4.3.1 2023 年完成目标

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

4.3.2 2024 年完成目标

- (1) 完成工程建筑物及关键机电金结设备的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完善数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，并上线试运行。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统上线试运行。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

4.4 里程碑节点

4.4.1 数据底板

序号	项目	完成时间	备注
1	L2 级数据底板： 主要建筑物及关键机电金结设备 BIM 模型； 重要数据及模型的数据融合；	2023 年 9 月 30 日	

2	非主要建筑物及非关键机电金结设备 BIM 模型；	2023 年 9 月 30 日	
3	数据融合	2023 年 10 月 31 日	
4	子系统验收	2023 年 11 月 30 日	

4.4.2 工程安全分析预警系统

序号	项目	完成时间	备注
1	大坝安全分析预警模型	2023 年 9 月 30 日	
2	工程安全分析预警系统	2023 年 11 月 30 日	
3	子系统验收	2023 年 12 月 31 日	

4.4.3 数据开发

序号	项目	完成时间	备注
1	数据分析	2024 年 12 月 31 日	
2	数据服务	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.4 模拟仿真引擎

序号	项目	完成时间	备注
1	全要素场景生成	2023 年 10 月 31 日	
2	可视化渲染	2024 年 6 月 30 日	
3	空间分析表达	2024 年 6 月 30 日	
4	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.5 工程防洪运用系统

序号	项目	完成时间	备注
1	蓄水淹没模型	2024 年 5 月 31 日	
2	工程防洪运用系统	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.6 系统集成

序号	项目	完成时间	备注
1	数据集成	2024 年 6 月 30 日	
2	服务支撑	2024 年 6 月 30 日	
3	用户管理	2024 年 6 月 30 日	
4	单点登录集成	2024 年 6 月 30 日	
5	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.7 试运行及验收

序号	项目	完成时间	备注
1	合同完工验收	2024 年 8 月 31 日	
2	试运行结束	2024 年 11 月 30 日	
3	竣工验收	2024 年 12 月 31 日	

4.5 详细进度计划

4.5.1 数据底板

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	数据底板建设	2023 年 8 月 14 日	2024 年 6 月 30 日
1	BIM 建模	2023 年 8 月 14 日	2024 年 12 月 31 日
1.1	模型图纸收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.2	模型平台选定及建模规范梳理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.3	主要建筑物及关键机电金结设备	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.1	大坝土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.2	主、副厂房及生产楼土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.3	开关站土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.4	水轮发电机组	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.5	金属结构闸门及启闭设备	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 15 日
1.3.6	电源系统、母线、开关站等电气设备	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 30 日
1.4	非关键点状监测设备及巡检点 BIM 模型	2023 年 9 月 16 日	2023 年 9 月 30 日
1.5	模型更新	2023 年 9 月 30 日	2024 年 6 月 30 日
2	L2 级数据底板	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 20 日
2.1	DOM 处理、DSM 处理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 8 日
2.2	DOM 整理、匀色	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日

序号	任务名称	开始日期	完成日期
2.3	DOM 镶嵌并建立缓存	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日
2.4	DSM 整体编辑（去除异常值、填补空洞）	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 25 日
2.5	DSM 与 L1、L3 级地形接边	2023 年 8 月 16 日	2023 年 8 月 20 日
2.6	DSM 人工编辑美化	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
2.7	倾斜模型资料收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 16 日
2.8	倾斜模型格式转换辅助地形编辑	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
2.9	倾斜模型修饰	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 10 日
2.10	倾斜模型切片及服务发布	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
3	基础数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.1	江河湖泊基础数据收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.2	水利工程基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.3	测站基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
4	监测数据收集整理	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.1	闸门监控数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.2	水情数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.3	工程安全监测数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.4	视频数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
5	业务数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.1	工程安全分析预警数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.2	防洪运用应用数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
6	外部共享数据收集整理	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.1	地理空间数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.2	雨情数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.3	水文监测数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
7	数据融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 10 月 31 日
7.1	重要数据及模型的融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.2	水下地形资料收集与分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
7.3	水下地形构建	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 15 日
7.4	水陆一体地形构建（水下与路上地形融合）	2023 年 9 月 15 日	2023 年 9 月 20 日
7.5	影像融合与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.6	地形成果切片与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8	其他数据及模型的融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 30 日
8.1	倾斜模型与地形融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.2	BIM 模型与地形、倾斜摄影融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.3	GIS 服务发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.4	降雨等值面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.5	断面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日

4.5.2 工程安全分析预警系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	大坝安全分析预警模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 12 月 30 日
1	需求调研	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 22 日
2	蓄水淹没模型研发	2023 年 8 月 25 日	2023 年 10 月 30 日
3	模型调试、优化	2023 年 10 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
二	工程安全分析预警系统	2023 年 8 月 20 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 1 日
2	系统原型及 UI 设计	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 10 日
3	设计评审及确认	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
4	系统开发	2023 年 9 月 20 日	2023 年 11 月 20 日
5	系统测试	2023 年 11 月 20 日	2023 年 11 月 30 日
6	系统部署	2023 年 11 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 1 日
8	系统优化完善	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.3 模拟仿真引擎

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	全要素场景生成	2023 年 9 月 24 日	2023 年 10 月 30 日
1	需求分析	2023 年 9 月 24 日	2023 年 9 月 26 日
2	场景设计	2023 年 9 月 27 日	2023 年 10 月 1 日
3	资源收集与整合	2023 年 10 月 2 日	2023 年 10 月 9 日
4	场景搭建	2023 年 10 月 10 日	2023 年 10 月 25 日
5	场景优化完善	2023 年 10 月 26 日	2023 年 10 月 30 日
二	可视化渲染	2023 年 11 月 1 日	2024 年 3 月 18 日
1	需求分析	2023 年 11 月 1 日	2023 年 11 月 12 日
2	功能开发	2023 年 11 月 13 日	2024 年 2 月 19 日
3	测试封装	2024 年 2 月 20 日	2024 年 3 月 2 日
4	效果优化完善	2024 年 3 月 3 日	2024 年 3 月 18 日
三	空间分析表达	2024 年 1 月 1 日	2024 年 7 月 31 日
1	需求分析	2024 年 1 月 1 日	2024 年 1 月 18 日
2	功能开发	2024 年 1 月 19 日	2024 年 5 月 31 日
3	测试封装	2024 年 6 月 1 日	2024 年 6 月 15 日
4	功能优化完善	2024 年 6 月 15 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.4 工程防洪运用系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	蓄水淹没模型	2024 年 3 月 4 日	2024 年 5 月 26 日
1	需求调研	2024 年 3 月 4 日	2024 年 3 月 10 日
2	蓄水淹没模型研发	2024 年 3 月 11 日	2024 年 5 月 5 日
3	模型调试、优化	2024 年 5 月 6 日	2024 年 5 月 26 日
二	防洪运用系统	2024 年 3 月 11 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2024 年 3 月 11 日	2024 年 3 月 25 日
2	系统原型及 UI 设计	2024 年 3 月 26 日	2024 年 4 月 8 日
3	设计评审及确认	2024 年 4 月 9 日	2024 年 4 月 12 日
4	系统开发	2024 年 4 月 13 日	2024 年 6 月 13 日
5	系统测试	2024 年 6 月 14 日	2024 年 6 月 20 日
6	系统部署	2024 年 6 月 25 日	2024 年 6 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 7 月 1 日	2024 年 9 月 30 日
8	系统优化完善	2024 年 10 月 1 日	2024 年 11 月 30 日

4.5.5 系统集成

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	环境搭建	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
二	单点登录集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
1	业务接口梳理	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 1 日
2	门户单点集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
3	集成测试	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
三	数据集成	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	梳理工程安全分析预警系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	梳理防洪运用系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
3	完成数据接口开发	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
四	服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	安全分析预警系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	防洪运用系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
3	数字孪生平台服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日

5 建设任务

5.1 数字孪生平台

5.1.1 数据底板

5.1.1.1 GIS+BIM 数据

5.1.1.1.1 GIS+BIM 数据精度要求

根据《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）和《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）等文件要求，将数据底板中 BIM 和地理空间数据按照数据精度和建设范围分为 L1、L2、L3 等三级，L1 级是对全国范围内的数字孪生流域中进行低精度面上建模，建设主体为水利部；L2 级是对重点区域进行数字孪生流域精细建模，建设主体为流域管理机构或省级水行政主管部门；L3 级是进行数字孪生流域重要实体场景建模（主要包括重要水利工程及范围内的建模），建设主体为水利工程管理单位。相应 L2 级和 L3 级数据底板精度要求分别参照表 5.1 和表 5.2。

表 5.1 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L2 级数据底板精度要求

序号	建设内容和范围	指标参数或技术要求	备注
1	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DEM 数据	格网大小优于 15m	
2	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DOM 数据	分辨率优于 1m	
3	流域防洪等重要业务重点关注区倾斜摄影	分辨率优于 8cm	

注：参照《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）

表 5.2 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L3 级数据底板精度要求

序号	指标	基础版要求	提高版要求	备注
1	工程管理和保护范围 DEM	格网大小优于 15m		
2	工程管理和保护范围 DOM	优于 1m 分辨率		
3	工程管理和保护范围倾斜摄影模型		优于 8cm 分辨率	
4	工程土建、综合管网、机电设备等 BIM 模型	LOD2.0		
5	闸门、发电机、水轮机等关键机电设备 BIM 模型		LOD3.0	

注：参照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）

表 5.3 BIM 模型精细度等级划分

等级	代号	包含的最小模型单元	模型单元用途
1.0 级模型精细度	LOD 1.0	项目级模型单元	承载项目、子项目或局部建筑信息
2.0 级模型精细度	LOD 2.0	功能级模型单元	承载完整功能的模块或空间信息
3.0 级模型精细度	LOD 3.0	构件级模型单元	承载单一的构配件或产品信息
4.0 级模型精细度	LOD 4.0	零件级模型单元	承载从属于构配件或产品的组成零件或安装零件信息

注：参照《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）

结合数字孪生水利工程数据底板 L2 级、L3 级要求以及《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）中对 BIM 模型架构和精细度的要求（见表 5.3）和黄河水利委员会对三门峡水利枢纽工程数据底板建设要求（完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设），本次拟对潼关-三门峡段工程管理和保护区范围进行 L2 级数据底板构建（明珠集团现有 GIS 数据已满足精度要求，本次不再重新建设），对三门峡水库主体建筑物如大坝主体、厂房及部分机电金结设备如工作闸门、水轮发电机组引水管、蜗壳等按照 LOD2.0 的模型精细度进行建设，对非关键水工建筑物、机电设备、金结设备需依据现状图片制作简模，安全监测设备需根据满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求进行建模。

5.1.1.1.2 BIM 建模

BIM 模型是数字孪生三门峡水利枢纽工程重点建（构）筑物、关键设备设施等相关数据的模型载体，也是数字孪生平台的基础信息模型，用于承载建（构）筑物、设备设施几何尺寸、形体结构、材质纹理和属性信息。BIM 模型的构建主要面向数字孪生平台业务，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、安全监测、防洪模拟以及工程运维管理的需求。

本次 BIM 模型构建主要对象包括工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，在工程建筑物 BIM 模型构建时明确大坝防汛电源、工程安全监测点、网络通讯节点、坝区视频点、巡检点等点位位置，同时构建的模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息。相应 BIM 模型应满足轻量化要求。

结合数字孪生水利工程相关技术要求、国家相关规范及黄河水利委员会对数字孪

生三门峡水利枢纽工程数据底板要求，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、蓄水淹没模拟、安全监测以及工程运维管理的需求。

(1) 重点建筑物及关键机电设备

对于工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，按照 LOD2.0 的模型精度进行建模，模型单元可承载完整功能的模块或空间信息，模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息，建模范围及精度见下表。

表 5.4 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	左非坝、右非坝段	LOD2.0	手绘图	含坝前各层平台、坝后 302 平台、张公岛、钢桥以上水工建筑物、主要设备放置空间。
2		溢流坝	LOD2.0	手绘图	
3		隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	LOD2.0	手绘图	
4		电站坝段	LOD2.0	手绘图	
5		安装场坝段	LOD2.0	手绘图	
6		斜丁坝段	LOD2.0	手绘图	
7		2 条隧洞	LOD2.0	手绘图	
8		各层廊道	LOD2.0	图纸缺失	
9	机电和金结设备	主厂房	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5 层附属盘柜。
10		副厂房	LOD2.0	图纸缺失	含厂房 1 号、2 号、3 号防汛泵房，包括框架结构，门窗等设施。
11		生产楼	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施。
12	机电和金结设备	水轮发电机组	LOD2.0	手绘图	1 至 7 号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、锥管。 1 至 7 号水轮发电机组及自用变、自并变等相关附属设备设施（自用变、自并变依据现状图片制作简化建模）。
13		开关站	LOD2.0	图纸缺失	110kV 开关站及站内上下母线、旁母线，截水 2 开关、三铝 1 开关、互感器、截水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV 开关站及站内南、北母

					线、旁母线，站内三 221 开关、三 224 开关、三 226 开关、三 227 开关、三高线、三号线、互感器、耦合电容器等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。
14		启闭设施	LOD2.0	手绘图	<p>主要启闭设备共 22 台(套)(含悬臂吊，包括设备放置空间)。</p> <p>坝前两台 1500kN 悬臂吊，1#~3# 底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机；3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机；6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机；坝顶两台 4500kN 门式起重机，一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。</p> <p>发电厂房 350t、2x200t 门机，尾水两台门机等。</p>
15		电源系统	LOD2.0	手绘图	<p>厂用 6KV 配电室、400V 配电室相关设备设施，1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、坝电变系统、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供配电设备设施。(主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模)。</p>
16		工作闸门	LOD2.0	手绘图	<p>1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室，工作闸门油泵房、机组检修闸门</p> <p>隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇尺寸 3m×8m、深孔工作闸门 12 扇(其中 1#-9# 深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12# 深孔尺寸为 3m×8m)。</p>

(2) 非重点建筑物及非关键机电设备

对于非关键建筑物、机电设备、金结设备，依据现状图片制作简模，安全监测设备模型建设满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求，建模范围及精度见下表。

表 5.5 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	主厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	机组母线室（主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模）；8号水池；尾水油泵房；高低压机室；机组通风通道。
2		副厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	含三角母线室；工业供水廊道及变雨阀（变雨阀简化建模）；事故油池；防汛沙池；北大门、厂房防倒灌闸门。
3	机电和金结设备	开关站	依据现状图片制作简模	图纸缺失	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆廊道，主变转角塔，坝体引线。
4		水轮发电机组附属设施设备	依据现状图片制作简模	手绘图	8 号叉管进水钢管等，262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。（包括水泵、管路出口，可采用相近水泵模型）。 269 廊道放空阀（采用柱体或相近阀模型），大小深井，262 排水廊道。
5		出线设备	依据现状图片制作简模	图纸缺失	1-7 号水轮发电机组母线（均采用封闭母线建模）、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器，11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
6		事故/检修闸门	依据现状图片制作简模	手绘图	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇（1#-12#号底孔前）。
7		拦污栅	依据现状图片制作简模	手绘图	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片，五台发电机组，每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
8		安全监测设备、视频监控节点	满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求	纸质 CAD 图	大坝安全监测设备包括：坝体变形监测（350.2 廊道 1#弓张线（17 台引张线仪）、315 廊道 2#、3 张线（16 台引张线仪）、290 廊道 4#张线（8 台引张线仪）、正垂线（3 条、6 台垂线坐标仪）、倒垂线（7 条、10 台垂线坐标仪）），左岸山体变形监测（多点位移计（1 套、6 支多点位移计）），坝基沉陷监测（静力水准（1 套、6 台静力水准仪）），裂缝接缝监测（测缝计 19 支）；坝基扬压力监测（渗压计 71 支），坝体渗流监测（量水堰 2 台），绕坝渗流监测（渗压计 6 支）；测压管水温监测（渗压计 71 支），廊道气温监测（温度计 3 支），坝区气温监测（百叶箱一个、温度计 1 支），接缝裂缝监测（测缝计 11 支）

（3）非关键点状监测设备及巡检点

对于网络通讯节点、巡检点等，按照满足二维化或符号化识别的要求进行建设，建模范围及精度见下表。

表 5.6 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	监测设备及巡检点	网络节点	满足二维化或符号化识别的要求	纸质 CAD 图	巡检点、视频节点进行粗略定位。

5.1.1.1.3 地理空间数据（GIS）

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据空间基准与数据组织采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）、高程基准采用 1985 国家高程基准、时间系统采用公历纪元和北京时间。

三门峡水利枢纽已于 2020 年采集了部分相关地理空间数据，数据精度满足数字孪生三门峡水利枢纽建设要求，可直接加以利用，本次不再重复建设。当前三门峡水利枢纽工程已有地理空间数据清单如下。

表 5.7 已有地理空间数据清单

序号	数据类型	参考系	高程基准	数据精度	数据格式	数据范围	采集方式	时间
1	DEM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.5m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
2	DOM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.2m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
3	倾斜摄影	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.05m	/	4 座水文站、大坝、部分城区、4 座大桥	航飞	2020

三门峡水利枢纽已有 DEM、DOM 数据已覆盖保护区范围，倾斜摄影数据仅涵盖水文站、大坝、部分城区及大桥，未包含导墙、张公岛、中流砥柱等标志性建筑物。

本次对导墙、张公岛、中流砥柱建立倾斜摄影模型，满足 L2 级数据底板的要求。

5.1.1.2 基础数据

基础数据包括三门峡坝区、库区及下游影响区内各类水利对象的特征属性，主要包括流域、河流等水域类对象，水工建筑物、机电设备、金结设备等水利工程类对象，大坝安全监测点、视频监控点、雨量监测点、水位监测点、流量监测点等监测站（点）类对象，工程运行管理机构、人员、资产等工程管理类对象。根据招标文件要求，基础数据特征属性参考 SL/T213，对对象进行统一编码。基础数据从数据中台获取，数据需求清单如下。

表 5.8 基础数据需求清单

序号	抽象类	实体类	属性	数据来源
1	江河湖泊	流域	流域编码、名称、集水面积等	数据中台
2		河流	河流编码、名称、级别、长度等	数据中台
3	水利工程	水工建筑物	编码、特征值、水位库容曲线、闸孔泄流曲线、尾水位下泄流量关系曲线等	数据中台
4		机电设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台

5		金结设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台
6		水文测站	测站编码、名称、经纬度等	数据中台
7		水位监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
8		雨量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
9		流量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
10		工情测站	编码、名称、经纬度等	数据中台
11		视频监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
12		安全监测设备	编码、名称、监测类型、经纬度等	数据中台

5.1.1.3 监测数据

监测数据主要包括三门峡水利枢纽的大坝安全监测、视频监控、雨量监测、水位监测、流量监测等数据，通过数据中台将数据汇入数据底板。

(1) 闸门监控数据：主要包括闸前水位、闸后水位、流量、闸门启闭状态或液压机状态、开启高度、电流、电压、温湿度、限位保护、荷重保护、相序故障、PLC 状态等信息。

(2) 水情数据：包括水位、流量、雨量等数据；工程所在流域的雨情、水位、流量、洪水预报等数据。

(3) 工程安全监测数据：包括水工建筑物位移、渗流、环境量等数据信息。

(4) 视频数据：主体建筑物关键部位、管理区出入口等控制位置和关键位置、闸室、闸前、闸后的视频信息。

监测数据需求清单如下：

表 5.9 监测数据需求清单

序号	测站	监测数据	数据来源
1	水文测站	水位、流量、含沙量、水温、冰情等	数据中台
2	水位监控点	水位	数据中台
3	雨量监控点	降雨量	数据中台
4	流量监控点	流量	数据中台
5	工情测站	闸门、发电机组等机电、金结设备的运行数据	数据中台
6	视频监控点	视频信息	视频监控平台
7	安全监测点	渗流、渗压、应力、应变等数据、环境量	数据中台

5.1.1.4 业务数据

业务数据主要指工程安全分析预警系统、防洪运用系统中产生的相关数据。针对三门峡水利枢纽工程安全分析预警、防洪运用应用业务需求,收集整理分析评价数据、调度成果数据、调度方案、调度规则等专题数据。

5.1.1.5 外部共享数据

外部共享数据是从上级水利部门、地方政府及其他机构收集支撑业务系统建设需要的相关共享数据,主要包括流域水雨情、上级部门下达的调度指令,以及有关部门共享的突发事件、生态环境、气象等数据。根据相关部门数据的实际可利用情况,进行外部共享数据的汇聚和使用。

地理空间数据:水利部共享的全国 30mDEM、2mDOM;

气象数据:中央气象台等气象网站卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息;

雨情数据:中央气象台、河南水利厅等实时降雨、降水形势预报、降雨量预报等信息;

水文监测数据:河道、水库水位、流量等监测信息和预报成果。

5.1.1.6 数据融合

数据融合将三门峡水利枢纽基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据等按标准规范统一编码和映射,建立空间实体对象与业务对象间的关系连接,通过统一接口规范及索引技术实现业务数据的融合和应用,实现数字孪生三门峡水利枢纽工程业务应用中实体对象与业务数据的图形交互应用,支撑实时数据渲染、数据综合查询、空间分析应用、多维度统计分析等功能。

5.1.2 水利专业模型

5.1.2.1 大坝安全分析预警模型

聚焦三门峡水利枢纽大坝安全监测业务,基于已建设的三门峡大坝安全自动化监测系统,建立大坝安全分析预测模型,为三门峡水利枢纽大坝安全监测的监测效应量提供有效预测。

为提升大坝安全监测数据利用价值,根据招标文件要求,在现有系统的基础上,基于大坝安全监测数据(包括实时监测数据、人工采集数据、历史数据)、建筑结构数据、水利工程基础数据等,整理整编后的监测效应量观测序列,结合实时水位等资料,采用数理统计的原理,研发单测点数理统计模型。以水位、降雨、气温等环境量作为

自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

本系统涉及监测物理量主要包括：①大坝温度监测；②坝体及坝基变形监测；③坝基扬压力监测；④绕坝渗流监测；⑤左岸山体变形监测；⑥近坝区变形监测；⑦大坝裂缝及接缝监测；⑧大坝沉陷监测；⑨坝体渗漏监测。

5.1.2.1.1 模型功能

以水位、降雨、气温等环境量作为自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

5.1.2.1.2 模型性能

单测点计算时长控制在 5s 内。

5.1.2.1.3 模型输入输出

输入：水位、降雨、气温等自变量，变形、渗压等效应量。

输出：效应量和自变量之间关系的数学关系。

5.1.2.1.4 模型算法

单测点数理统计模型分为渗压数理统计模型和变形数理统计模型，其本质都是通过建立环境量与效应量的数学关系，揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度。常用的数理统计模型包括多元线性回归模型、逐步回归模型、主成分回归模型、偏最小二乘回归模型等，在模型研发时根据数据情况及模型拟合效果等因素进行选择。

（1）多元线性回归模型

多元线性回归是一种统计学方法，它可以用来分析多个自变量与一个因变量之间的关系。因变量是要被预测的变量，而自变量是影响因变量的变量。多元线性回归的基本思想是，通过拟合一条直线（或者一个多项式），来表示因变量与自变量之间的关系。这个直线（或多项式）就是回归线，用来预测因变量的值。

为了确定回归线的方程，需要确定回归系数。回归系数表示了每个自变量对因变量的影响程度，回归系数的计算需要一组观察数据，也就是因变量与自变量的观察值。

在多元线性回归的分析中，常使用最小二乘法来确定最佳的回归系数，最后，根据得出的回归系数，得到描述自变量与因变量之间的定量数学关系。

(2) 逐步回归模型

逐步回归分析法是在多元线性回归模型的基础上引入因子逐步选入和剔除机制，通过引入影响因子，引入第一个影响因子后，根据其对因变量影响程度的大小，按照从大至小的顺序一个一个地引入到回归方程中。当引入的影响因子比先前引入的影响因子显著性高，使得先前引入的影响因子不显著时，则将不显著因子剔除。依此类推，逐步回归计算时，是按步骤引入影响因子，并按步骤剔除不显著因子，在计算的每一步都要进行统计检验(F 检验)，从而使得每次引入新的影响因子前，回归方程中只含有显著影响因子，以此类推，直到所有显著影响因子都被选入回归方程中，得到最优回归方程解。

(3) 主成分回归模型

主成分分析就是综合筛选出原始变量信息系统中具有最佳解释能力的新综合变量(即成分)，并用这些成分建模。主成分分析就是将原始 p 个变量 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ ，进行信息重新综合调整，并从中提取 m 个新综合变量 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_m (m < p)$ ，使得该 m 个综合变量最多的概括原始数据信息，即，在保证数据信息损失最少的原则下，对高维变量空间进行降维。

(4) 偏最小二乘回归模型

偏最小二乘回归的核心原理是通过对解释变量和被解释变量的相关性进行建模，通过矩阵分解算法(如奇异值分解)，找到与目标变量最相关的预测变量，并将原始数据降维到一个更低维度的表示，对降维后的数据进行回归分析，得到一组偏回归系数，表示原始数据中的主要信息，将原始数据乘以偏回归系数得到的降维后的数据(即得分)作为新的预测变量，进行回归分析，以预测目标变量，从而预测被解释变量。偏最小二乘回归构建一组新的解释变量，这些新的解释变量是原始解释变量的线性组合，从而减少了原始解释变量的数量，同时保留了关键的信息。然后使用这些新的解释变量和被解释变量建立回归模型，并通过交叉验证方法评估模型的准确性。最后，通过建立的回归模型预测被解释变量。

5.1.2.1.5 模型率定及验证

大坝安全分析预警模型构建是一个持续迭代、提升的过程。模型参数率定的主要

目的是为使模型拟合值与实际观测值之间的偏差尽可能小。模型参数率定方式主要有模型指标率定法、残差检验法、动态数据率定法等，在模型研发时根据实际情况进行选择。

(1) 模型指标率定法

统计模型的精度检验指标有复相关系数 R 、剩余标准差 S 等，这些指标是衡量回归是否有效，模型精度是否合格的重要依据，结合这些指标，对模型参数进行率定是常用的方法。一般来说复相关系数 R 越大（一般要求 $R > 0.8$ ），剩余标准差 S 越小，说明回归方程的精度越高，回归方程的质量越好；同时，由于 S 中含有观测误差成分，因此 S 还是监测效应量观测精度的一种间接反映。因此针对不同监测对象，选用合理的回归方法，力求模型精度检验指标最优的表达式，可作为参数率定的标准。

(2) 残差检验法

从理论上讲，回归方程拟合值与实测值的残差序列应为一个均值为 0，方差为的正态分布随机序列。因此，如果经检验不符合上述条件，且残差序列中存在周期项、趋势项等规律性成分时，则需从预置因子集等角度对回归方程作进一步改进。

(3) 动态数据率定法

统计模型是根据历史监测数据建立的数学模型，分析建筑物发展变化规律并对未来作出预测，本质上是一种基于历史工况的经验模型。当发生超历史荷载工况的情况是，统计模型的预测精度下降明显，这时就有必要根据最新的监测数据和荷载情况对因子组合、因子形式、计算时段等模型参数进行持续修正、更新。

5.1.2.2 蓄水淹没模型

现有的防汛抗旱指挥调度系统蓄水淹没模型仅支持实时淹没情况分析，且精度不高，需对蓄水淹没模型进行提升，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演，满足水利工程“四预”业务基本要求。

根据招标文件要求研发蓄水淹没模型，模型输入数据包括初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。输出包括当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布等，并可支持对历史水位情况随环境变化的回溯。同时可结合 GIS 数据情况，实现淹没范围内的区域呈现，为三门峡水利枢纽防洪运用业务提供库区淹没分析支撑。

5.1.2.2.1 模型功能

构建基于三门峡水利枢纽蓄水淹没模型，支撑库区淹没范围动态变化模拟，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演。

5.1.2.2.2 模型性能要求

满足三门峡水库蓄泄过程中库区的水位变化模拟需要，满足不同情景库区淹没范围变化模拟的需求，计算速度满足场景渲染的需要。

5.1.2.2.3 模型输入输出

输入：初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。

输出：当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布。

5.1.2.2.4 模型算法

目前，对于水库淹没范围的模拟，较常规方法有伯努利方程推算库区回水，该方法难以满足对库区淹没的持续动态模拟，水动力学模型能够模拟整个调度过程中蓄泄水时库区各位置的水位起伏变化，因此，采用水动力学模型建立库区淹没模型。

模型采用一维圣维南方程构建，包括水流连续方程和水流运动方程：

水流连续方程：

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_i$$

水流运动方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2 \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{BQ^2}{A^2} \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z = -gA \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{gn^2|Q|Q}{A(A/B)^{4/3}}$$

式中： x 表示沿流向的坐标； t 表示时间； Q 表示流量； z 表示水位； A 表示断面过水面积； B 表示河宽；为单位时间单位河长汇入（流出）的流量； n 为糙率； g 表示重力加速度。

5.1.2.2.5 模型率定及验证

采用实测洪水过程结合实测断面对模型进行参数率定和验证，将实测水位变化和计算结果进行对比，保证误差在精度控制范围内。

5.1.3 孪生引擎

5.1.3.1 数据引擎

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据引擎提供多维多时空尺度数

据汇聚、清洗、转换、共享、展示、计算、更新等服务能力。

三门峡黄河明珠集团当前正进行数据中台项目建设，以数据中台对接集团相关信息化业务应用系统，实现数据的汇集、清洗、转换、治理。本项目基于数据中台进行数据开发工作，通过开发可靠高效的数据处理程序，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑。

5.1.3.1.1 数据汇集

基于“一数一源”的原则，构建系统数据资源池体系，实现数字孪生工程管理数据统一标准、统一环境。数据汇聚聚合工程全量数据，为工程提供数据综合分析。主要包括：

(1) 数据自动抽取：主要依托已建或新建的业务应用系统

水情监测、安全监测、视频监控等前端传感设备实时采集现场数据，通过有线/无线网络传输，建立监测数据库，实现数据资源的接收、处理与存储。

(2) 数据人工整编：基础数据资料整编入库内容包括管理体系架构基础数据、工程设施基础数据、机电设备基础数据、监测监控监视基础数据等静态结构化、半结构化、非结构化数据资源，以及工程建设过程、运行维护管理过程中需要人工采集、报送、入库的实时、动态数据资源，通过人工数据整编处理，建立基础数据库。

(3) 外部资源共享：外部数据资源涉及到水文、气象、遥感数据，水利行业内部和外部需要共享应用的数据资源。通过数据共享服务专用通信链路，实现外部数据资源的交互共享服务，其中包括结构化、非结构化数据资源，建立共享资源库。

三门峡水利枢纽已建设数据中台项目，相应数据汇集工作由数据中台提供，本次不再重复建设。

5.1.3.1.1.1 数据汇集范围

(1) 水库调度运行相关数据

主要包括三门峡水库的水情、雨情、泥沙监测数据；三门峡水库及主要支流洪水预报数据；汛情预警数据等。

(2) 大坝安全监测系统

主要包括大坝变形、渗漏、应力应变、环境等自动监测数据；安全监测巡视检查数据；人工安全监测数据等。

(3) 库区视频监控系统

主要包括库区已有视频摄像头基础数据、空间数据及视频流调用地址等。

(4) 安全生产管理相关系统

主要包括危险源、安全隐患、应急响应等数据。

(5) 外部单位相关系统

主要包括管理范围和影响区域内等社会经济数据；黄河流域等气象、水情、汛情监测数据；黄河流域的水雨情预报数据；上级单位的调度指令等。

5.1.3.1.1.2 数据汇集设计

数据源是数据产生源头，主要是各个业务系统、线下收集及外部共享数据，业务系统包括生产运行系统、大坝安全监测系统、库区视频监控系统等三门峡水利枢纽已建或拟建业务系统；线下数据主要来自各业务处室，主要指离线生产的数据；其他外部数据主要来自水利部数字孪生平台和数字孪生黄河系统等网络数据。

通过数据引擎提供的接入、存储能力，可以将明珠集团内部各个业务系统的数据采集汇聚到数据引擎平台，实现数据分析挖掘利用。数据引擎平台提供多种数据接入工具，支持接入多样化的数据格式，包括关系型数据库数据、实时数据、文件数据、图片数据、日志数据等。

通过文件加载、数据库数据同步、消息队列、报文接口、文件获取/接收等方式，实现对数据源层中基础数据、监测数据、业务管理数据三种类型数据的获取，根据不同数据类型，数据不同的时效性要求，分别展开作业调度，实现数据的自动收集、整理、清洗、转换，并接入到数据存储层。

数源部门应遵循“一数一源，数据共享”的原则采集信息，能通过共享获取的，原则上不重复采集。

(1) 数据库数据采集

首次数据采集遵循全量而非抽样的原则，采集多种数据来源，前端与后端、业务数据库的全面采集。

采用全量同步（一次性同步全部数据）和增量同步（同步两个数据库不同的部分）两种方式，从各业务系统数据库同步数据。

对数据同步过程进行监控，可通过浏览相关日志了解数据同步过程的详细信息，并支持对数据同步执行过程进行干预和调整。

(2) 文件采集

文件采集功能通过标准化接口从不同存储位置同步和存储主流类型的文件，提取语义标签、文件搜索，包括文档、图片、音频和视频等。

文件采集通过接口对文件进行各类操作，实现上传、下载、重命名、移动等功能。支持对不同文件类型提取语义标签，便于对文件进行全文搜索。

支持文件搜索，可以限定名称、类型、创建日期等条件。

支持对存储在各类主流格式文件中的结构化数据进行解析和入库，包括但不限于 xml、txt、excel、csv 等。

5.1.3.1.2 数据分析

基于数据中台实现数据分析功能，对数据进行综合统计分析，分析结果以接口形式进行调用。数据分析包括基础数据分析、监测数据分析、业务数据分析等内容，根据数据底板、水利专业模型和业务应用的具体需求开展相应数据分析工作。如基于数据中台相关数据进行描述性统计，对监测数据、业务数据等进行包括均值、标准差、极差、频数分布等指标的计算和图表展示；对不同数据之间进行比较分析，包括相关性分析、方差分析、t 检验等方法，以揭示它们之间的关系和差异；同时可基于相关数据进行趋势分析、周期性分析、回归分析等内容，以助力工程趋势变化和规律研判。

5.1.3.1.3 数据服务

对不同业务系统的数据形成数据服务，形成业务服务对象定义，提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。

5.1.3.1.3.1 基础数据服务设计

通过对基础数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接口直接访问的基础数据服务，为各业务应用提供基础数据访问支撑。如三门峡水库基本信息数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库基本信息数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的基础数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.2 监测数据服务设计

通过对监测数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接

口直接访问的监测数据服务，为各业务应用提供监测数据访问支撑。如三门峡水库水位数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库水位数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的监测数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.3 专题业务数据服务设计

专业应用服务主要为各核心业务提供专业数据分析处理服务，包括工程安全服务、防洪运用服务等，为专业应用模块提供统一的专业数据服务支撑。

5.1.3.2 模拟仿真引擎

数字孪生模拟仿真引擎满足数据加载、模型计算、可视化渲染等大容量、低时延、高性能等要求；提供丰富的开发接口，支撑上层业务应用。提供数据底板数据加载、场景管理、空间分析、三维渲染、特效处理等服务能力，实现物理工程的同步直观表达、工程运行全过程高保真模拟。

5.1.3.2.1 全要素场景生成

全要素场景是将植被、道路、水域、建筑等全场景的模拟再现；以及视觉真实、物理模拟、地理信息、实时交互等多要素融合叠加，帮助水利行业数字化升级，实现基于视觉孪生、物理孪生及时空孪生的场景应用。全要素场景服务是一个基于时空数据的引擎，将输入系统的所有静态数据、动态数据通过时空结构（特别是空间结构）结构化成为一个有机体，对其他模块提供一切关于时空场景的服务。

全要素场景是数字孪生模拟仿真引擎的基础。通过生成大范围的全要素场景底板，进行物理流域、工程的全要素的数字化映射，承载工程安全分析预警、防洪运用应用等专业业务应用。

完成流域级场景、工程级场景、设施级场景的构建，生成不同精度等级的场景底板，生成可配置服务，根据不同大小范围的流域、工程区域等场景需求进行选取。

5.1.3.2.2 可视化渲染

实现天气效果、日照变化、材质体现、光影效果、水位变化等渲染功能；能够通过物理流域或工程进行可视化渲染，达到真正意义上的将现实世界孪生仿真到虚拟

世界。

(1) 自然背景可视化

主要实现水利工程周边自然背景（如不同季节白天黑夜、不同量级风雨雪雾、日照变化、光影等背景）的可视化渲染。

1) 光照状态可视化

输入：时间

输出：太阳、月亮的光线，场景光照阴影变化。

为实现真实的光照效果，场景光照基于天体运行规律进行计算。给定任意时刻，精确计算该时刻对应的太阳、月亮方位，模拟真实的光照环境及光影变化，整个场景的昼夜更迭、光照变化等仿真均与真实世界一致。

2) 四季环境可视化

输入：时间

输出：不同季节对应的植被状态

库区周边环境随季节变化呈现出不同的景观效果，根据其变化特点，尤其是植被景观的变化，构建由时间驱动的四季环境可视化模型，逼真模拟出三门峡水利枢纽周边环境的季节变化特征。

3) 天气状态可视化模型

输入：气象信息

输出：大气云层、不同量级风雨雪雾、场景积水积雪效果

能够根据气象信息数据，实现相应的天气效果仿真。

能够根据风、云、雨、雪、雾等气象数据，实现相应的天气效果仿真。大气云层通过体积云技术进行构建，可以从太空、地面等多种视角进行浏览；风主要通过动态流场进行可视化，并可在场景中对植被、旗帜等产生影响；雨、雪主要以粒子系统进行可视化，并对场景的积水、积雪效果进行仿真；雾通过环境光照技术实现，根据不同量级对孪生场景的能见度进行控制。

(2) 工程运行可视化

主要实现三门峡水利枢纽调度运行过程的可视化，以模型计算及实测的水位、流量过程为输入，通过可视化模型实现库区及下游河道水流过程动态可视化呈现。

输入：水库水位、高精度数字高程模型

输出：水库库区淹没状态

在高精度数字高程模型的基础上，给定库水位，精确模拟库区淹没。

5.1.3.2.3 空间分析表达

实现基于 GIS 引擎分析的结果（淹没分析、水库水位库容面积计算等水利行业相关的分析计算等）进行数据渲染，为防洪运用、数据分析、数据统计等提供辅助决策支撑。

5.2 业务应用

5.2.1 工程安全分析预警系统

针对工程结构特点、安全隐患与薄弱环节，基于数字孪生场景，集成工程安全相关信息，建设包含安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等功能的工程安全分析预警系统，实现工程安全“四预”相关功能。

5.2.1.1 综合监视

在数字孪生场景中展示安全监测设备点位分布、设备基础信息、实时数据、特征值等内容，对于异常情况进行报警提醒。

（1）安全监测设备点位分布

实现监测数据对应的监测点位在三维场景中的定位功能，将安全监测设备点位进行可视化展示。

（2）设备基础信息

设备基础信息包含监测设备类型、设备参数、监测时间、监测值、监测方式等设备基础信息。

（3）实时数据

实时数据包含工程安全监测设备点位的实时监测数据，可对监测信息进行实时查看。

（4）特征值

包含大坝温度、坝体及坝基变形、坝基扬压力、绕坝渗流、左岸山体变形、近坝区变形、大坝裂缝及接缝、大坝沉陷、坝体渗漏等指标的特征值数据。

（5）异常情况报警

融合场景展示功能，对监测指标异常或者指标变化异常状态进行实时报警提醒。报警信息包括报警对象、发生时间、报警性质、确认时间、消除时间等。

5.2.1.2 安全性态预测

实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测并展示其变化趋势。

(1) 大坝变形和渗压预测

基于现状条件、拟定的水库运用边界条件，结合监测数据，建立大坝安全分析预警数理统计模型，实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测。

(2) 变化趋势展示

基于大坝安全分析预警数理统计模型对渗压、变形等进行预测并展示指定工况条件下的变化趋势。

5.2.1.3 安全风险预警

结合预警指标实现安全风险分级预警功能，及时将预警信息通知到相关部门。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。

(1) 基于实时监测数据和相应预警阈值的预警

根据安全监测数据及预警值信息，判断当前监测点位是否超阈值，若超阈值则根据预警指标生成安全风险分级预警信息，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 基于模型分析、预演结果的预报预警

基于大坝安全分析预警模型及安全状态预演结果，结合预警指标生成风险分级预测信息，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.1.4 安全状态预演

结合大坝安全分析预警模型和工程安全规程与应急预案对典型工况、超标洪水情况下大坝变形、渗压进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景的各种要素，助力科学制定和优化调度方案。

5.2.1.5 安全处置预案

实现对工程安全相关的应急预案、标准、规定等统一管理，能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性，并对外提供服务接口。

5.2.2 防洪运用系统

基于数字孪生场景，实现视频监控和实时监测数据汇集，建设防洪运用业务场景，可视化呈现流域基本信息以及三门峡水利工程水位、闸孔开合等情况，基于来水预报

数据、蓄水淹没模型对不同调度方案的运行情况进行可视化展示及预演，为防洪运用业务提供数据可视化支持及会商支持，实现防洪调度“四预”相关功能。包含综合监视、防洪预报、防洪预警、防洪预演、防洪预案等功能。

5.2.2.1 综合监视

在数字孪生场景中展示雨水沙情实时/历史信息，支持雨水沙情、大坝工情、库区泥沙监测、库区淤积、库区险情、防汛物资/队伍等实时/历史信息可视化查询展示，统计对比分析。

(1) 雨情信息查询展示：通过雨量监测站点数据绘制黄河流域降雨实况及历史等值面，可通过选择日期框，展示对应日期的面雨量实况，同时可以查询重要雨量站点的降雨过程。

(2) 水情信息查询展示：主要包括关键水库的出入库流量和水位信息，河道流量（含沙量）、水位信息，同时还可以查询水库库容曲线、泄流曲线、防洪特征水位等基本情况介绍，上述信息的查询展示可以与数字孪生场景点位联动。

(3) 防汛管理基础信息查询展示：包括防汛物资、防汛队伍、抢险记录、演习记录等，可在数字孪生场景中采用不同的符号进行标注显示，支持在数字孪生场景中对防汛物资、抢险记录、演习记录等防汛管理基础信息进行直观快捷的增加、删除、更新操作。

(4) 库区淤积情况查询展示：可在综合监视模块查看三门峡水库库容变化、泥沙冲淤分布情况。

5.2.2.2 预报

能够实现降雨预报、来水预报、来沙预估信息的查询展示。

(1) 降雨预报查询展示：在数字孪生场景中叠加展示黄河流域中短期降雨预报等值面图，可展示中央气象台预报数据源的降雨预报过程，可展示未来7日的降水过程。可通过时间选择框，展示对应日期的预报产品，也可对预报时效内任意时段降水预报进行叠加展示。降雨预报的精度满足会商和来水预报、来沙预估模型的需要。

(2) 来水预报、来沙预估查询展示：以接入水文局的预报成果为主，预报的结果以图表的形式进行展示，并可在地图上进行点选查询。来水预报、来沙预估预报结果满足会商和预演的需要。

5.2.2.3 预警

(1) 防洪预警包括汛情及水库运行安全预警功能。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。在数字孪生场景上采用不同的预警符号、预警颜色对预警位置进行闪烁预警，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 根据三门峡水利枢纽防正灌、防倒灌设备情况及应对措施，根据预警指标，实现防正灌、防倒灌预警功能，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.2.4 预演

库区淹没预演：结合蓄水淹没模型实现水库防洪运用库区淹没的模拟预演。在数字孪生场景中对防汛调度方案、库区淹没情况进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景，支撑水库不同运用水位下库区淹没影响范围分析预警。

5.2.2.5 预案

预案模块实现对防汛调度预案、水沙调度方案、溃坝方案等内容的统一管理。能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性。

5.3 信息资源共享

按照《数字孪生流域建设共建共享管理办法（试行）》要求，在数据底板、模型库、知识库等方面实现共建共享。能够通过数据交换、服务调用等方式，实现水利部、黄委、省级水行政主管部门之间的数字孪生平台的互联互通、数据共享、业务协同。根据招标文件要求，数字孪生三门峡水利枢纽工程数据资源共享方案及共享内容清单如下节所描述。

5.3.1 数据资源共享方案

5.3.1.1 工程内部共享

数字孪生三门峡水利枢纽项目通过数据交换、接口调用等形式从其他系统获取数据。从数据中台获取三门峡水利枢纽建筑物、测点基础数据、监测数据、预报数据等；与视频监控系统通过支持主流视频厂家标准的平台进行对接和级联。

数字孪生三门峡水利枢纽平台为业务系统提供服务和工具。在符合数据保密安全管理要求的前提下，通过标准化服务接口和工具，为专业应用系统提供空间分析、地图可视化、模型等服务调用支撑，满足相关系统功能升级拓展需求，如巡检、安全隐患处理等需要集成地图或三维可视化场景来实现业务工作流程的可视化定位与监管

等。

5.3.1.2 需外部共享数据

从水利部、黄委获取黄河流域地理空间数据底板；获取黄河流域的气象、雨水情、汛情、调度指令等信息。

5.3.1.3 向外部共享数据

在符合数据保密安全管理要求的前提下,通过标准化服务和工具提供可共享成果,为水利部系统及数字孪生黄河（流域）系统提供地理空间数据、重点雨水情数据、相关预案规程等数据。

5.3.2 共享清单

数字孪生三门峡枢纽工程相应数据共享清单见下表：

表 5.10 外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
地理空间数据	水利部共享的黄河流域 30mDEM、2mDOM。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
实时监测数据	黄河流域卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息； 黄河流域气象、雨水情、汛情、凌情、水质、地震等实时数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
业务数据	黄河流域雨、水、沙、凌情预报成果、调度方案、调度指令等信息； 水库上游各枢纽、水库、电站实时运行信息及运行计划（主要为入出库流量和库水位、蓄水量）。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台

表 5.11 向外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
重点数据	三门峡水利枢纽相关河段地理空间数据； 库区重要雨水情等感知数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）
水利专业模型	蓄水淹没模型及计算成果数据； 大坝安全分析预警模型及计算成果数据。	按水利部模型平台要求提供模型共享接口、数据服务接口

6 系统集成

完成对现有各类资源的整合和集成，包括与上级系统集成、与专业应用系统集成等内容，集成的方式分为数据集成、服务支撑、用户管理和单点集成。

数字孪生三门峡水利枢纽项目的集成，一方面满足数字孪生平台本身功能应用需要；另一方面要为其他已建专业应用系统和上级单位系统提供数据共享服务。另外，数字孪生平台还为其他已建专业应用系统提供数字孪生场景、空间分析、模拟仿真等调用支撑服务，便于各专业应用系统拓展应用数字孪生成果。

本项目与其它内部或外部系统之间的集成总体可以分为四类：数据集成、服务支撑、用户管理、单点集成，集成方案如下节所描述。

6.1 数据集成

数字孪生三门峡水利枢纽平台开发标准的服务与接口，根据业务场景需要，对部

分基础应用系统业务数据、监测数据等进行数据结果集成，实现数字孪生场景与业务数据的有机结合。

6.2 服务支撑

数字孪生平台为部分需要集成数字孪生平台的应用系统提供服务支撑，为应用系统提供可视化展示等服务，应用系统可集成平台中提供的服务、接口，并将这些功能与业务应用有机融合在一起。

6.3 用户管理

本次建设的应用系统需考虑用户、角色、权限的管理，对系统用户通过手工或数据同步的方式进行录入，根据用户对系统权限的需求，通过角色权限管理模块，为不同的用户或部门提供访问数字孪生平台时不同的功能和数据权限。用户、角色、权限管理技术解决方案如下。

6.3.1 用户管理

用户管理功能主要用于维护系统中的用户信息，可以新建用户、修改用户、删除用户、查询用户、修改用户密码、用户停用和用户启用等功能。

在用户管理中也可以设置用户的角色信息、机构信息、性别、职务、姓名、邮箱和电话等信息。同时系统拥有良好的集成能力，支持与其他系统或者数据中台门户集成。

6.3.2 角色管理

系统提供角色管理功能，管理员可在系统中添加、修改和删除角色。

同时在角色管理中，管理员可以查看当前角色在系统中所拥有的权限信息，系统支持根据不同的用户需求或者角色分配相应的权限信息。系统拥有良好的集成能力，可支持与其他系统或中台门户集成。

6.3.3 权限管理

系统提供权限管理功能，管理员可通过权限管理针对用户进行相关设置管理，满足不同角色的用户访问使用系统。

6.4 单点登录集成

围绕数字孪生平台与业务应用系统进行单点登录集成。通过统一各系统的组织结构和用户表，采用单点登录技术，将工程安全分析预警系统、防洪运用系统集成到数

字孪生平台中。

7 质量保证体系

7.1 项目质量目标

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规范要求，构建一个以全要素数据底板为基础，两大智能模型为支撑，两项智能应用赋能的数字孪生平台；实现工程安全分析、防洪运用核心重点业务的“四预”能力赋能；融合专业智能、人工智能技术，以数字孪生带动物理实体，实现设备智能化、业务精细化、决策精准化的多重多层增效；打造水利数字孪生工程标杆典范，引领推动新阶段水利高质量发展，服务黄河流域生态保护和高质量发展的国家战略。

为保证质量目标的实现，本项目的项目管理将严格按“ISO9001 全面质量管理体系”的实施规定进行规范化管理，采取强有力的质量保证措施，以确保本项目达到优良等级质量目标的要求。

7.2 质量保证措施

7.2.1 质量承诺

确保本项目各分模块符合设计标准和研发规范，整体项目质量合格。我方质量承诺如下：

（1）项目的质量目标：本项目质量验收等级为合格，项目质量《水利信息化项目验收规范 SL588-2013》进行验收。

（2）我方对项目质量负责。建立质量责任制，确定项目的项目负责人、质量负责人和项目实施负责人。

（3）我方按照深化设计要求、实施技术标准和合同约定，对相关系统进行检验，检验应当有书面记录和专人签字；未经检验和检验出不合格的系统，不得使用。

（4）我方建立、健全实施质量的检验制度，严格工序管理，做好质量检查和记录。

（5）我方在实施前提交质量保证文件，包括应提供系统的主要质量记录、检验、试验、验收报告等文件。

（6）我方提供的质量保证期为 12 个月。

（7）项目质量不合格，达不到本招标文件要求的，委托人有权要求受托人停工或返工，其责任由我方自行承担，并不予顺延工期。

7.2.2 质量分析例会制度

定期组织召开质量工作会或质量分析会，通报软件开发和集成实施质量情况，项目各参与单位相互交流各自负责工作进展状况和项目中所遇到问题，对软件开发和集成过程的隐患进行具体分析，提出预防控制措施。

7.2.3 项目阶段性评估

为了保证项目总体质量目标，在项目实施的关键点，组织专家对项目进行阶段性评估，通过评估后，项目方可进入下一个实施阶段。评估后受托人填写“项目阶段性评估报告”。

7.2.4 质量记录文档的管理

作好各种质量记录文件，如：检验、调（测）试及验收报告，项目总结，设计变更记录等的保存管理，确保质量问题的可追溯性。

7.2.5 软件测试要求

（1）我公司提出软件系统测试方案，测试方案应经委托人认可后实施。

（2）测试过程中进行详细记录，系统调试结束后，由我公司技术人员签字后交给委托人验收。

（3）在完成全网软件系统测试后，由我公司编写测试报告。在我公司技术人员签字后交给委托人验收，经委托人同意作为验收依据。

7.2.6 功能调试方案

功能调试过程主要分为以下两个阶段：准备阶段、软件部署调试。

（1）准备阶段

主要任务是进行功能清单的技术交底工作，由技术设计人员对清单的功能及注意事项进行说明，研发人员对功能清单进行深入的了解和研究，做到心中有数，按计划调试。

（2）软件部署调试

软件部署调试阶段主要完成基础软件的部署与试运行，并对软件系统性能进行测试和系统功能进行检测。

8 安全保证体系

8.1 安全保证体系

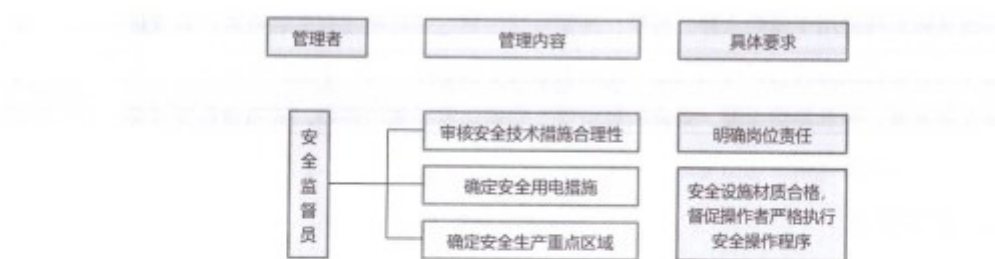


图 5.1 安全保障体系

8.2 安全管理保证措施

安全生产管理是项目管理的重要组成部分，是保证生产顺利进行，防止伤亡事故发生而采取的各种对策。它既管人又要管生产现场的物、环境。

- (1) 严格执行有关安全生产管理方面各项规定条例等。
- (2) 研究采取各种安全技术措施，改善劳动条件，消除生产中的不安全因素。
- (3) 掌握生产实施中的安全情况，及时采取措施加以整改，达到预防为主的目的。
- (4) 认真分析事故苗子及事故原因，制订预防发生事故的措施，防止重复事故的发生。
- (5) 明确安全目标：杜绝一切安全事故与火灾事故的发生。
- (6) 建立健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，且总分包之间必须签订安全生产协议书。
- (7) 对上岗员工进行严格把关，做到上岗前，都要经安全教育。
- (8) 必须建立定期安全检查制度且检查有记录。
- (9) 建立工伤事故处理档案，认真按规定进行处理报告，做好“三不放过”工作。

8.3 突发事件应急措施

(1) 人身伤害事故预案

实施现场如发生高处坠落、触电、物体打击、意外伤害等人身伤害事故。应立即组织车辆或拨打急救电话 120，并将事故详情上报有关部门。期间应主动利用现场医护用品，开展止血、包扎等简单的自救工作。

(2) 触电事故预案

发生触电事故后，应使触电者尽快脱离电源。如开关箱在附近，可立即拉下闸到或拔掉插头断开电源。如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的

利器砍断电线或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线剥离触电者；若现场无任何合适的绝缘材料，可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉出触电人的衣服，使其脱离电源。对高压触电应立即通知有关部门停电，或迅速拉下开关或由电工采取特殊措施切断电源。

8.4 保密管理

严格遵守国家保密规定，严格遵守甲方保密要求，所有成员进场后，做好项目各项保密要求，确保不发生泄密事件。



3. 验收鉴定书

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

合同扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

9.2 信息系统项目管理师资格证书扫描件

 181800236	姓名: Full Name	李永胜
	性别: Sex	男
	出生年月: Date of Birth	1986. 04
	资格名称: Qualification	信息系统项目管理师
	资格级别: Qualification Level	高级
持证人签名: Signature of the Bearer	批准日期: Approval Date	
李永胜	签发单位盖章: Issued by	
管理号: File No. :	签发日期: Issued on	2012 年 5 月 16 日
11201410135 12005818		

10、项目管理班子人员配备情况

(一) 本项目拟投入人员汇总表

序号	职务	姓名	职称	资格证书
1	项目负责人	赵凯华	高级工程师	系统架构设计师
2	技术负责人	李永胜	高级工程师	信息系统项目管理师
				软件设计师
				网络工程师
3	BIM工程师1	余军	高级工程师	BIM建模/BIM应用
4	BIM工程师2	谭志森	/	BIM建模师
5	专业工程师1	胡焱	高级工程师	/
6	专业工程师2	葛翔	高级工程师	/
7	专业工程师3	徐彬	工程师	注册信息安全工程
8	专业工程师4	宋文涛	工程师	/
9	专业工程师5	王建付	工程师	/
10	专业工程师6	崔记东	工程师	/
11	专业工程师7	耿祺	工程师	/
12	专业工程师8	南政年	工程师	/
13	专业工程师9	徐鹏飞	工程师	/
14	专业工程师10	张海赞	工程师	/
15	专业工程师11	叶柏松	工程师	
16	开发主管1	王姝月	高级工程师	信息系统项目管理师

17	开发主管2	吕江波	高级工程师	信息系统项目管理师
18	开发主管3	吴述宁	工程师	软件设计师
19	项目组成员1	牛林森	/	/
20	项目组成员2	郎欣宇	/	/
21	项目组成员3	王倩丽	/	/
22	项目组成员4	王治中	/	/
23	项目组成员5	张震	/	/
24	项目组成员6	胡光亮	/	/

注：提供截标日当月（或上月）起所在投标单位近 3 个月的社保信息证明。

(二) 本项目拟投入主要人员简历表

1. 本项目拟投入主要人员简历表-项目负责人

姓 名	赵凯华	性 别	男	年 龄	40岁
职 称	高级工程师	身份证号	4112821985 08041030	专业/年限	水利信息 技术/13年
资质证书	系统架构设计 师	注册时间	2020年11月	从业时间	2012年
拟在本项目担任职务		项目负责人			
毕业学校		2012年毕业于 <u>大连理工大学</u> 学校 <u>水文学及水资源</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2023年～2024 年	数字孪生三门峡水利枢纽建设项目		项目经理	项目规划与组织 、问题解决与协 调、项目管理与 控制	/
2024年～2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		项目经理	项目规划与组织 、问题解决与协 调、项目管理与 控制	/
2023年～2023 年	河南省开封市兰考县三义寨闸闸 前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合 利用信息化管理系统		项目经理	项目规划与组织 、问题解决与协 调、项目管理与 控制	/
2023年～2023 年	封丘县黄河河道采砂信息化智能 管理系统采购项目		项目负责人	项目规划与组织 、问题解决与协 调、项目管理与 控制	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

硕士研究生		
毕业证书		
研究生 赵凯华	性别 男，	一九八五年 八 月 四 日生，于
二00九 年 九 月至二0一二年 七 月在	水文学及水资源	
专业学习，学制 3 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格， 毕业论文答辩通过，准予毕业。		
培养单位： 	校(院、所)长： 	
证书编号：101411201202060195	二0一二年 七 月 十 日	

中华人民共和国教育部学历证书查询网址：<http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

142



姓名 赵凯华

性别 男

出生年月 1985-08

专业 水利工程(水利信息
化)

证书编号 20210120783

任职资格: 高级工程师

批准时间: 2021-04-29

发证机关(印):  2021年10月13日

系统架构设计师资格证书扫描件



计算机技术与软件专业技术资格

Qualification of Computer and Software Professional

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、工业和信息化部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得计算机技术与软件专业技术资格。



姓 名: 赵凯华

证件号码: 411282198508041030

性 别: 男

出生年月: 1985年08月

级 别: 高级

专 业: 系统架构设计师

批准日期: 2020年11月07日

管 理 号: 31420201141010301076



中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
工业和信息化部



业绩证明材料扫描件

1. 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

中标通知书扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

1. 合同项目开工申请表

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

2. 施工组织设计

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 施工组织设计

云河（河南）信息科技有限公司

二〇二三年八月



目 录

1 总则.....	1
1.1 编制说明.....	1
1.2 编制依据.....	1
2 工程概况.....	2
2.1 项目背景.....	2
2.2 项目意义.....	3
2.3 建设任务.....	3
3 实施组织机构.....	4
3.1 项目组织架构设置.....	4
3.2 实施组织.....	4
3.3 项目组织保障.....	6
4 实施设计方案.....	7
4.1 实施准备总体要求.....	7
4.2 技术准备.....	9
4.3 总体进度计划.....	10
4.4 里程碑节点.....	10
4.5 详细进度计划.....	12
5 建设任务.....	18
5.1 数字孪生平台.....	18
5.2 业务应用.....	36
5.3 信息资源共享.....	39
6 系统集成.....	41
6.1 数据集成.....	41
6.2 服务支撑.....	42
6.3 用户管理.....	42
6.4 单点登录集成.....	42
7 质量保证体系.....	43
7.1 项目质量目标.....	43
7.2 质量保证措施.....	43
8 安全保证体系.....	44
8.1 安全保证体系.....	44
8.2 安全管理保障措施.....	45
8.3 突发事件应急措施.....	45
8.4 保密管理.....	46

1 总则

1.1 编制说明

本报告是依据本项目合同及招投标文件,按照国家颁布的现行施工质量验收规范、施工规程和有关工艺标准进行编制。为本项目实施阶段提供较为完整的指导性技术纲领,用以指导项目实施,确保优质、高效、低耗、安全、文明、保质、保量的完成数字孪生三门峡水利枢纽建设项目,满足合同及招投标文件要求,同时符合国家、行业、三门峡水利枢纽信息化技术标准和规程规范规定的技术要求。

1.2 编制依据

1.2.1 项目相关文档

- (1) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目招标文件;
- (2) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目投标文件;
- (3) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同;
- (4) 《三门峡黄河明珠(集团)有限公司信息化建设规划报告》,2021年12月;
- (5) 《数字孪生黄河建设技术导则》,水利部黄河水利委员会,2022年12月;
- (6) 《数字孪生黄河建设规划(2022—2025)》,水利部黄河水利委员,2022年;
- (7) 《三门峡数字孪生枢纽建设方案》,2022年7月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《计算机信息系统安全等级保护划分准则》GB/T 17859-1999;
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239-2019;
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058-2019;
- (4) 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070-2019;
- (5) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448-2019;
- (6) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南》GB/T 28449-2018;
- (7) 《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301-2018)
- (8) 《混凝土坝安全监测技术标准》(GB/T 51416-2020);
- (9) 《大坝安全监测自动化技术规范》(DL/T 5211-2019);
- (10) 《水库工程管理设计规范》(SL 106-2017);
- (11) 《水库大坝安全评价导则》(SL 258-2017);
- (12) 《水利信息化项目验收规范》(SL588-2013);

(13)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);

1.2.3 政策法规

(1)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，全国人大，2021 年 3 月；

(2)《“十四五”数字经济发展规划》，国办，2021 年 12 月；

(3)《中华人民共和国水库大坝安全管理条例》(2018 年修)；

(4)《新一代人工智能发展规划》，国发，2017 年 7 月；

(5)《国家信息化发展战略纲要》，中办、国办，2016 年 7 月；

(6)《中华人民共和国水法》(2016 年修)；

(7)《中华人民共和国防洪法》(2016 年修)；

(8)《促进大数据发展行动纲要》，国发，2015 年 8 月；

(9)《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》，水利部，2022 年 7 月；

(10)《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(11)《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(12)《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，水利部，2022 年 1 月；

(13)《“十四五”水安全保障规划》，发改委/水利部，2021 年 12 月；

(14)《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》，水利部，2021 年 11 月；

(15)《智慧水利建设顶层设计》，水利部，2021 年 10 月；

(16)《“十四五”智慧水利建设规划》，水利部，2021 年 10 月；

(17)《大中型水库汛期调度运用规定（试行）》，水利部，2021 年 6 月；

(18)《“十四五”信息通信行业发展规划》，工信部，2021 年 11 月；

(19)《“十四五”国家信息化规划》，网信办，2021 年 12 月；

(20)《计算机信息系统安全保护等级划分准则》，1999 年 9 月。

2 工程概况

2.1 项目背景

三门峡水利枢纽工程位于河南省三门峡市和山西省平陆县交界的黄河干流上，是黄河干流上第一座大型水利枢纽，被誉为“万里黄河第一坝”。三门峡水利枢纽工程是新中国成立后在黄河干流兴建的第一座以防洪为主，兼顾防凌、调水调沙、灌溉排水、防断流与改善库区生态环境、发电等任务的大型综合性水利枢纽工程，是黄河下游防

洪减淤工程体系的重要组成部分。工程于 1957 年开工建设，1960 年大坝基本建成，同年 9 月下闸蓄水，三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝，坝长 713.2 米，最大坝高 106 米，坝顶高程 353 米，枢纽总装机容量 45 万 kW，防洪库容近 60 亿立方米，控制黄河流域面积 68.84 万平方公里，占流域面积的 91.5%，控制黄河来水量的 89%和来沙量的 98%。

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程等方面的标准规范要求，结合水利部黄河水利委员会对三门峡水利枢纽数字孪生工程建设要求，明珠集团成立了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目组，开展了大量技术调研、方案设计等有关前期准备工作，确定了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目建设目标任务、技术框架、建设内容等，完成项目招标和合同签订，全面启动数字孪生三门峡水利枢纽建设工作。

2.2 项目意义

本次项目建设基于三门峡水利枢纽工程信息化现状构建数字孪生平台，有效赋能当前已有、在建及拟建中的业务应用，实现工程安全、防洪运用等重点业务“四预”功能，有效保障工程安全稳定运行与综合效益最大发挥，提升精准决策管理能力，助力实现数字孪生三门峡水利枢纽工程稳定高速发展。

2.3 建设任务

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生水利工程等方面的标准规范要求，围绕工程安全和防洪运用两大核心业务，从信息化基础设施、数字孪生平台、应用软件等方面进行建设。按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源，以多维多时空多尺度数据底板为基础，水利专业模型为支撑，构建典型业务应用场景，建设有三门峡水利枢纽特色的数字孪生平台。

(1) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备 BIM 模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。

(2) 完成数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。

(3) 完成三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型

研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。

(4) 完成防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。

(5) 完成三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。

(6) 完成本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。

(7) 完成本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。

(8) 完成软件平台的采购、安装和调试。

3 实施组织机构

3.1 项目组织架构设置

项目组织架构如下：

项目经理：赵凯华；

项目副经理：张军辉；

项目技术负责人兼设计总工程师：李永胜；

项目设计副总工程师：陈见长、姜成桢、张亚杰、徐东坡；

项目设总助理：程玺龙、杨婷婷。

3.2 实施组织

为实现本项目目标，设立数字孪生三门峡水利枢纽建设项目部，项目组织机构职能分为项目综合管理、数据底板及孪生引擎、工程安全分析预警业务系统、防洪运用业务系统。

组织架构如下：

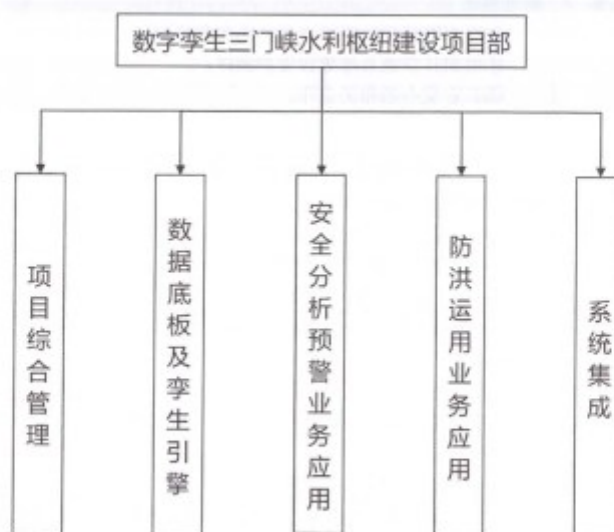


图 3.1 项目组织架构图

项目实施团队以项目经理为管理核心，各组组长负责项目关键技术和实现，向项目经理负责。

各组职责及组成见下表：

表 3.1 项目组织及其职责表

项目组名称	职责描述
项目综合管理	1) 综合管理事项： ①负责项目部重点工作的安排、协调和督办； ②编制项目实施方案，分析研究项目建设的重大问题； ③负责整体项目管理，负责范围、进度、成本、质量、风险、安全、沟通、干系人管理等工作； ④负责项目部相关文件收发、会议、督办和协调等管理工作，项目资料管控与归档工作； ⑤负责项目内部财务管理； ⑥负责项目部办公、生活等物资的采购和管理。 2) 合同管理事项： ①负责项目采购的招投标及合同签订工作，建立合同管理台账； ②负责对内、对外的合同执行、合同索赔和工程款结算等工作； ③牵头负责项目对业主请款工作，对供应商的合同管理和支付工作等； ④监管供应商合同履约。 3) 质量管控事项： ①监督落实项目内控执行； ②组织编写并校核项目提交文档；

项目组名称	职责描述
	③组织整理验收资料并提验收申请报告； ④组织计算机系统等级保护测评； ⑤其它交办的相关工作。
数据底板及孪生引擎	1) 负责基础数据、监测数据、业务数据、GIS+BIM 数据、外部共享数据收集整编及融合工作； 2) 负责数据底板构建； 3) 负责模拟仿真引擎开发工作； 4) 其它交办的相关工作。
工程安全分析预警业务应用	1) 负责工程安全分析预警业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责大坝安全分析预警模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
防洪运用业务应用	1) 负责防洪运用业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责蓄水淹没模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
系统集成	1) 负责与数据中台的对接； 2) 负责相关专业业务系统的集成工作。

3.3 项目组织保障

3.3.1 实行项目经理制

项目经理对本项目全权负责，中途遇特殊情况必须调配项目经理时，需经过申请由甲方项目协调领导组批准后方可更换。

经过任命的项目经理对项目组人员具有绝对的管理权力，同时也对项目负主要责任。

3.3.2 项目沟通协调管理

为了规范管理实施团队各项目小组，促进内部沟通，提高项目小组工作效率，确保工作进度，项目决定执行进度总结例会制度。

3.3.2.1 周例会

时间：暂定于每周五下午举行。

参会人员：甲方项目管理组核心成员、乙方各项目组组长及核心成员。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：各项目组长及主要骨干人员汇报本周项目进度情况，包括本周计划、本周计划完成情况、进度计划对比。同时会议中需要对下周工作内容进行详细描述。

项目实施过程中，遇到需要双方沟通协调的事项，在周例会中需做详细交流，避免因沟通不畅影响项目实施进度。

会议制度：

(1) 每周五 18:00 之前，综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作周报》(内容包含：本周计划进展情况、下周计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每周会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

3.3.2.2 月例会

时间：暂定于每月末最后一天。

参会人员：甲方项目管理组、乙方项目部核心成员等。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：乙方项目总协调汇报当月工作进展情况，包括本月计划、本月计划完成情况、月进度计划对比、项目实施质量情况。双方项目成员需就本月计划完成情况展开讨论，根据项目进展情况及质量情况提出下一步工作开展方向。

会议制度：

(1) 每月最后一个工作日综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作月报》(内容包含：本月进展情况、下月工作计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每月会议明确内容由综合管理组详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

4 实施设计方案

4.1 实施准备总体要求

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规

范要求，推进数字孪生三门峡水利枢纽项目建设，建设三门峡数字孪生平台，构建工程“四预”智慧体系，实现数字工程与物理工程同步仿真运行，提升工程安全高效稳定运行水平。

围绕数字孪生三门峡水利枢纽建设目标和建设任务等工作主线，构建包含“四横两纵”的工程信息化总体架构。工程信息化总体架构见下图：

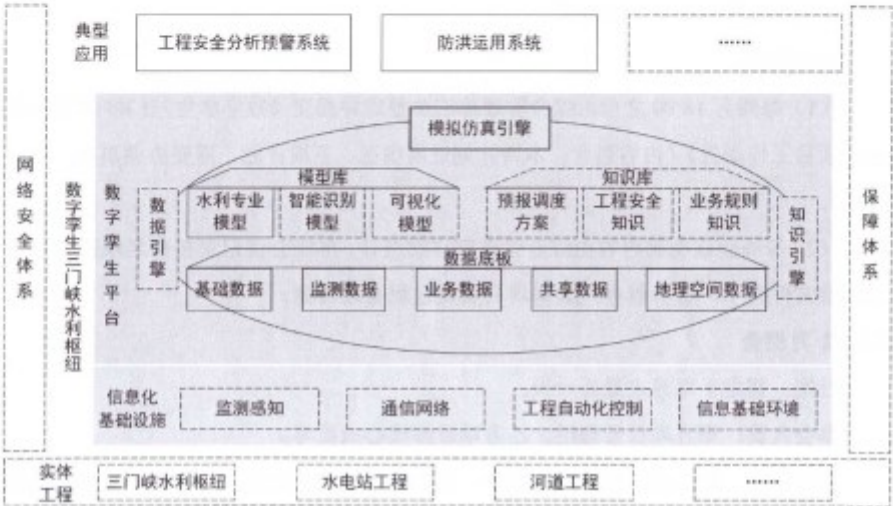


图 4.1 工程信息化总体架构图

本项目建设内容如下：

- （1）数字孪生平台
本项目数字孪生平台建设内容包括数据底板、水利专业模型及孪生引擎等内容。
 - 1）数据底板
本项目建设内容为融合基础数据、业务数据、监测数据、共享数据和地理空间数据得数据底板。
 - 2）水利专业模型
本项目水利专业模型包括蓄水淹没模型、大坝安全分析预警模型。
 - 3）孪生引擎
本项目建设内容主要包括全要素场景生成、可视化渲染和空间分析表达等模拟仿真引擎以及数据服务开发。其中数据服务开发基于明珠集团提供的数据中台进行数据开发工作，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据汇聚、分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑；

(2) 典型应用

本项目建设内容包括工程安全分析预警系统和防洪运用系统。

4.2 技术准备

4.2.1 技术要求

- (1) 系统使用渲染引擎进行开发，支持运行环境的跨平台；
- (2) 系统支持来自多种数据源的数据，支持数据的流畅显示；
- (3) 系统具有良好的中文支持，并拥有简体中文版的文档、手册；
- (4) 系统支持多源数据集成，能够充分调用已建设系统项目数据，保证项目数据延续性；
- (5) 提供三维 BIM 数据轻量化成果；
- (6) 平台 API 接口规范、齐全。

4.2.2 性能要求

性能满足以下参数：

- (1) 系统容量。平台静态用户（注册用户）无数量限制；平台动态用户（在线用户）访问按照应用场景不同做不同要求；
- (2) 系统稳定性。系统整体及其功能模块具有稳定性，保障 7×24 小时不间断运行，在正常情况下不会出现死机现象，不能出现系统崩溃现象；
- (3) 系统可靠性。保证系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性；
- (4) 适应性和易用性。系统在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，具有适应能力。软件操作简便，易学易用；运行稳定可靠，对错误操作进行友好提示，容错性好；
- (5) 易于维护性。系统的数据、业务以及涉及电子地图与孪生场景的维护方便、快捷。

4.2.3 数据准备

- (1) 数据底板方面，收集 GIS 数据、BIM 模型相关电子、纸质图纸，采集建模对象的外观信息。
- (2) 数据开发方面，分析整理工程安全分析预警系统、防洪运用系统所需基础数据清单，分析数据源并将所需数据与数据中台打通，为数据开发提供基础条件。
- (3) 工程安全分析预警系统方面，整理与大坝安全业务相关的大坝安全观测分析

年报、南瑞 DSIMS4.0 数据库字典、南瑞 DSIMS4.0 数据表结构及数据条目、监测仪器测点信息、工程安全预案、大坝安全鉴定报告、大坝安全会商报告、近期安全监测系统改造内容和计划等信息。

(4) 工程防洪运用系统方面，整理与防洪运用相关的地理空间数据、出入库流量过程、水库水位库容曲线、典型年分蓄水淹没数据。

4.3 总体进度计划

本项目整体服务期限为自合同签订后开始，整体计划工期为 13 个月，实际开工日期以委托人批准开工时间为准，根据招标文件需求满足如下里程碑节点实施。

4.3.1 2023 年完成目标

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

4.3.2 2024 年完成目标

- (1) 完成工程建筑物及关键机电金结设备的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完善数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，并上线试运行。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统上线试运行。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

4.4 里程碑节点

4.4.1 数据底板

序号	项目	完成时间	备注
1	L2 级数据底板： 主要建筑物及关键机电金结设备 BIM 模型； 重要数据及模型的数据融合；	2023 年 9 月 30 日	

2	非主要建筑物及非关键机电金结设备 BIM 模型；	2023 年 9 月 30 日	
3	数据融合	2023 年 10 月 31 日	
4	子系统验收	2023 年 11 月 30 日	

4.4.2 工程安全分析预警系统

序号	项目	完成时间	备注
1	大坝安全分析预警模型	2023 年 9 月 30 日	
2	工程安全分析预警系统	2023 年 11 月 30 日	
3	子系统验收	2023 年 12 月 31 日	

4.4.3 数据开发

序号	项目	完成时间	备注
1	数据分析	2024 年 12 月 31 日	
2	数据服务	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.4 模拟仿真引擎

序号	项目	完成时间	备注
1	全要素场景生成	2023 年 10 月 31 日	
2	可视化渲染	2024 年 6 月 30 日	
3	空间分析表达	2024 年 6 月 30 日	
4	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.5 工程防洪运用系统

序号	项目	完成时间	备注
1	蓄水淹没模型	2024 年 5 月 31 日	
2	工程防洪运用系统	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.6 系统集成

序号	项目	完成时间	备注
1	数据集成	2024 年 6 月 30 日	
2	服务支撑	2024 年 6 月 30 日	
3	用户管理	2024 年 6 月 30 日	
4	单点登录集成	2024 年 6 月 30 日	
5	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.7 试运行及验收

序号	项目	完成时间	备注
1	合同完工验收	2024 年 8 月 31 日	
2	试运行结束	2024 年 11 月 30 日	
3	竣工验收	2024 年 12 月 31 日	

4.5 详细进度计划

4.5.1 数据底板

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	数据底板建设	2023 年 8 月 14 日	2024 年 6 月 30 日
1	BIM 建模	2023 年 8 月 14 日	2024 年 12 月 31 日
1.1	模型图纸收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.2	模型平台选定及建模规范梳理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.3	主要建筑物及关键机电金结设备	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.1	大坝土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.2	主、副厂房及生产楼土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.3	开关站土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.4	水轮发电机组	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.5	金属结构闸门及启闭设备	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 15 日
1.3.6	电源系统、母线、开关站等电气设备	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 30 日
1.4	非关键点状监测设备及巡检点 BIM 模型	2023 年 9 月 16 日	2023 年 9 月 30 日
1.5	模型更新	2023 年 9 月 30 日	2024 年 6 月 30 日
2	L2 级数据底板	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 20 日
2.1	DOM 处理、DSM 处理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 8 日
2.2	DOM 整理、匀色	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日

序号	任务名称	开始日期	完成日期
2.3	DOM 镶嵌并建立缓存	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日
2.4	DSM 整体编辑（去除异常值、填补空洞）	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 25 日
2.5	DSM 与 L1、L3 级地形接边	2023 年 8 月 16 日	2023 年 8 月 20 日
2.6	DSM 人工编辑美化	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
2.7	倾斜模型资料收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 16 日
2.8	倾斜模型格式转换辅助地形编辑	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
2.9	倾斜模型修饰	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 10 日
2.10	倾斜模型切片及服务发布	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
3	基础数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.1	江河湖泊基础数据收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.2	水利工程基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.3	测站基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
4	监测数据收集整理	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.1	闸门监控数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.2	水情数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.3	工程安全监测数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.4	视频数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
5	业务数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.1	工程安全分析预警数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.2	防洪运用应用数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
6	外部共享数据收集整理	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.1	地理空间数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.2	雨情数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.3	水文监测数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
7	数据融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 10 月 31 日
7.1	重要数据及模型的融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.2	水下地形资料收集与分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
7.3	水下地形构建	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 15 日
7.4	水陆一体地形构建（水下与路上地形融合）	2023 年 9 月 15 日	2023 年 9 月 20 日
7.5	影像融合与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.6	地形成果切片与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8	其他数据及模型的融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 30 日
8.1	倾斜模型与地形融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.2	BIM 模型与地形、倾斜摄影融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.3	GIS 服务发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.4	降雨等值面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.5	断面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日

4.5.2 工程安全分析预警系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	大坝安全分析预警模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 12 月 30 日
1	需求调研	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 22 日
2	蓄水淹没模型研发	2023 年 8 月 25 日	2023 年 10 月 30 日
3	模型调试、优化	2023 年 10 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
二	工程安全分析预警系统	2023 年 8 月 20 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 1 日
2	系统原型及 UI 设计	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 10 日
3	设计评审及确认	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
4	系统开发	2023 年 9 月 20 日	2023 年 11 月 20 日
5	系统测试	2023 年 11 月 20 日	2023 年 11 月 30 日
6	系统部署	2023 年 11 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 1 日
8	系统优化完善	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.3 模拟仿真引擎

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	全要素场景生成	2023 年 9 月 24 日	2023 年 10 月 30 日
1	需求分析	2023 年 9 月 24 日	2023 年 9 月 26 日
2	场景设计	2023 年 9 月 27 日	2023 年 10 月 1 日
3	资源收集与整合	2023 年 10 月 2 日	2023 年 10 月 9 日
4	场景搭建	2023 年 10 月 10 日	2023 年 10 月 25 日
5	场景优化完善	2023 年 10 月 26 日	2023 年 10 月 30 日
二	可视化渲染	2023 年 11 月 1 日	2024 年 3 月 18 日
1	需求分析	2023 年 11 月 1 日	2023 年 11 月 12 日
2	功能开发	2023 年 11 月 13 日	2024 年 2 月 19 日
3	测试封装	2024 年 2 月 20 日	2024 年 3 月 2 日
4	效果优化完善	2024 年 3 月 3 日	2024 年 3 月 18 日
三	空间分析表达	2024 年 1 月 1 日	2024 年 7 月 31 日
1	需求分析	2024 年 1 月 1 日	2024 年 1 月 18 日
2	功能开发	2024 年 1 月 19 日	2024 年 5 月 31 日
3	测试封装	2024 年 6 月 1 日	2024 年 6 月 15 日
4	功能优化完善	2024 年 6 月 15 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.4 工程防洪运用系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	蓄水淹没模型	2024 年 3 月 4 日	2024 年 5 月 26 日
1	需求调研	2024 年 3 月 4 日	2024 年 3 月 10 日
2	蓄水淹没模型研发	2024 年 3 月 11 日	2024 年 5 月 5 日
3	模型调试、优化	2024 年 5 月 6 日	2024 年 5 月 26 日
二	防洪运用系统	2024 年 3 月 11 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2024 年 3 月 11 日	2024 年 3 月 25 日
2	系统原型及 UI 设计	2024 年 3 月 26 日	2024 年 4 月 8 日
3	设计评审及确认	2024 年 4 月 9 日	2024 年 4 月 12 日
4	系统开发	2024 年 4 月 13 日	2024 年 6 月 13 日
5	系统测试	2024 年 6 月 14 日	2024 年 6 月 20 日
6	系统部署	2024 年 6 月 25 日	2024 年 6 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 7 月 1 日	2024 年 9 月 30 日
8	系统优化完善	2024 年 10 月 1 日	2024 年 11 月 30 日

4.5.5 系统集成

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	环境搭建	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
二	单点登录集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
1	业务接口梳理	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 1 日
2	门户单点集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
3	集成测试	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
三	数据集成	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	梳理工程安全分析预警系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	梳理防洪运用系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
3	完成数据接口开发	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
四	服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	安全分析预警系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	防洪运用系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
3	数字孪生平台服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日

5 建设任务

5.1 数字孪生平台

5.1.1 数据底板

5.1.1.1 GIS+BIM 数据

5.1.1.1.1 GIS+BIM 数据精度要求

根据《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）和《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）等文件要求，将数据底板中 BIM 和地理空间数据按照数据精度和建设范围分为 L1、L2、L3 等三级，L1 级是对全国范围内的数字孪生流域中进行低精度面上建模，建设主体为水利部；L2 级是对重点区域进行数字孪生流域精细建模，建设主体为流域管理机构或省级水行政主管部门；L3 级是进行数字孪生流域重要实体场景建模（主要包括重要水利工程及范围内的建模），建设主体为水利工程管理单位。相应 L2 级和 L3 级数据底板精度要求分别参照表 5.1 和表 5.2。

表 5.1 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L2 级数据底板精度要求

序号	建设内容和范围	指标参数或技术要求	备注
1	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DEM 数据	格网大小优于 15m	
2	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DOM 数据	分辨率优于 1m	
3	流域防洪等重要业务重点关注区倾斜摄影	分辨率优于 8cm	

注：参照《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）

表 5.2 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L3 级数据底板精度要求

序号	指标	基础版要求	提高版要求	备注
1	工程管理和保护范围 DEM	格网大小优于 15m		
2	工程管理和保护范围 DOM	优于 1m 分辨率		
3	工程管理和保护范围倾斜摄影模型		优于 8cm 分辨率	
4	工程土建、综合管网、机电设备等 BIM 模型	LOD2.0		
5	闸门、发电机、水轮机等关键机电设备 BIM 模型		LOD3.0	

注：参照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）

表 5.3 BIM 模型精细度等级划分

等级	代号	包含的最小模型单元	模型单元用途
1.0 级模型精细度	LOD 1.0	项目级模型单元	承载项目、子项目或局部建筑信息
2.0 级模型精细度	LOD 2.0	功能级模型单元	承载完整功能的模块或空间信息
3.0 级模型精细度	LOD 3.0	构件级模型单元	承载单一的构配件或产品信息
4.0 级模型精细度	LOD 4.0	零件级模型单元	承载从属于构配件或产品的组成零件或安装零件信息

注：参照《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）

结合数字孪生水利工程数据底板 L2 级、L3 级要求以及《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）中对 BIM 模型架构和精细度的要求（见表 5.3）和黄河水利委员会对三门峡水利枢纽工程数据底板建设要求（完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设），本次拟对潼关-三门峡段工程管理和保护区范围进行 L2 级数据底板构建（明珠集团现有 GIS 数据已满足精度要求，本次不再重新建设），对三门峡水库主体建筑物如大坝主体、厂房及部分机电金结设备如工作闸门、水轮发电机组引水钢管、蜗壳等按照 LOD2.0 的模型精细度进行建设，对非关键水工建筑物、机电设备、金结设备需依据现状图片制作简模，安全监测设备需根据满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求进行建模。

5.1.1.1.2 BIM 建模

BIM 模型是数字孪生三门峡水利枢纽工程重点建（构）筑物、关键设备设施等相关数据的模型载体，也是数字孪生平台的基础信息模型，用于承载建（构）筑物、设备设施几何尺寸、形体结构、材质纹理和属性信息。BIM 模型的构建主要面向数字孪生平台业务，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、安全监测、防洪模拟以及工程运维管理的需求。

本次 BIM 模型构建主要对象包括工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，在工程建筑物 BIM 模型构建时明确大坝防汛电源、工程安全监测点、网络通讯节点、坝区视频点、巡检点等点位位置，同时构建的模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息。相应 BIM 模型应满足轻量化要求。

结合数字孪生水利工程相关技术要求、国家相关规范及黄河水利委员会对数字孪

生三门峡水利枢纽工程数据底板要求，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、蓄水淹没模拟、安全监测以及工程运维管理的需求。

(1) 重点建筑物及关键机电设备

对于工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，按照 LOD2.0 的模型精度进行建模，模型单元可承载完整功能的模块或空间信息，模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息，建模范围及精度见下表。

表 5.4 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	左非坝、右非坝段	LOD2.0	手绘图	含坝前各层平台、坝后 302 平台、张公岛、钢桥以上水工建筑物、主要设备放置空间。
2		溢流坝	LOD2.0	手绘图	
3		隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	LOD2.0	手绘图	
4		电站坝段	LOD2.0	手绘图	
5		安装场坝段	LOD2.0	手绘图	
6		斜丁坝段	LOD2.0	手绘图	
7		2 条隧洞	LOD2.0	手绘图	
8		各层廊道	LOD2.0	图纸缺失	
9	大坝及厂房工程	主厂房	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5 层附属盘柜。
10		副厂房	LOD2.0	图纸缺失	含厂房 1 号、2 号、3 号防汛泵房，包括框架结构，门窗等设施。
11		生产楼	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施。
12	机电和金结设备	水轮发电机组	LOD2.0	手绘图	1 至 7 号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、锥管。 1 至 7 号水轮发电机组及自用变、自并变等相关附属设备设施（自用变、自并变依据现状图片制作简化建模）。
13		开关站	LOD2.0	图纸缺失	110kV 开关站及站内上下母线、旁母线，截水 2 开关、三铝 1 开关、互感器、截水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV 开关站及站内南、北母

					线、旁母线，站内三 221 开关、三 224 开关、三 226 开关、三 227 开关、三高线、三号线、互感器、耦合电容器等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。
14		启闭设施	LOD2.0	手绘图	<p>主要启闭设备共 22 台(套)(含悬臂吊，包括设备放置空间)。</p> <p>坝前两台 1500kN 悬臂吊，1#~3# 底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机；3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机；6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机；坝顶两台 4500kN 门式起重机，一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。</p> <p>发电厂房 350t、2x200t 门机，尾水两台门机等。</p>
15		电源系统	LOD2.0	手绘图	<p>厂用 6KV 配电室、400V 配电室相关设备设施，1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、坝电变系统、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供配电设备设施。(主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模)。</p>
16		工作闸门	LOD2.0	手绘图	<p>1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室，工作闸门油泵房、机组检修闸门</p> <p>隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇尺寸 3m×8m、深孔工作闸门 12 扇(其中 1#-9# 深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12# 深孔尺寸为 3m×8m)。</p>

(2) 非重点建筑物及非关键机电设备

对于非关键建筑物、机电设备、金结设备，依据现状图片制作简模，安全监测设备模型建设满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求，建模范围及精度见下表。

表 5.5 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	主厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	机组母线室（主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模）；8号水池；尾水油泵房；高低压机室；机组通风通道。
2		副厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	含三角母线室；工业供水廊道及变雨阀（变雨阀简化建模）；事故油池；防汛沙池；北大门、厂房防倒灌闸门。
3	机电和金结设备	开关站	依据现状图片制作简模	图纸缺失	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆廊道，主变转角塔，坝体引线。
4		水轮发电机组附属设施设备	依据现状图片制作简模	手绘图	8 号叉管进水钢管等，262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。（包括水泵、管路出口，可采用相近水泵模型）。 269 廊道放空阀（采用柱体或相近阀模型），大小深井，262 排水廊道。
5		出线设备	依据现状图片制作简模	图纸缺失	1-7 号水轮发电机组母线（均采用封闭母线建模）、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器，11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
6		事故/检修闸门	依据现状图片制作简模	手绘图	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇（1#-12#号底孔前）。
7		拦污栅	依据现状图片制作简模	手绘图	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片，五台发电机组，每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
8		安全监测设备、视频监控节点	满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求	纸质 CAD 图	大坝安全监测设备包括：坝体变形监测（350.2 廊道 1#弓张线（17 台引张线仪）、315 廊道 2#、3 张线（16 台引张线仪）、290 廊道 4#张线（8 台引张线仪）、正垂线（3 条、6 台垂线坐标仪）、倒垂线（7 条、10 台垂线坐标仪）），左岸山体变形监测（多点位移计（1 套、6 支多点位移计）），坝基沉降监测（静力水准（1 套、6 台静力水准仪）），裂缝接缝监测（测缝计 19 支）；坝基扬压力监测（渗压计 71 支），坝体渗漏监测（量水堰 2 台），绕坝渗流监测（渗压计 6 支）；测压管水温监测（渗压计 71 支），廊道气温监测（温度计 3 支），坝区气温监测（百叶箱一个、温度计 1 支），接缝裂缝监测（测缝计 11 支）

(3) 非关键点状监测设备及巡检点

对于网络通讯节点、巡检点等，按照满足二维化或符号化识别的要求进行建设，建模范围及精度见下表。

表 5.6 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	监测设备及巡检点	网络节点	满足二维化或符号化识别的要求	纸质 CAD 图	巡检点、视频节点进行粗略定位。

5.1.1.1.3 地理空间数据（GIS）

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据空间基准与数据组织采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）、高程基准采用 1985 国家高程基准、时间系统采用公历纪元和北京时间。

三门峡水利枢纽已于 2020 年采集了部分相关地理空间数据，数据精度满足数字孪生三门峡水利枢纽建设要求，可直接加以利用，本次不再重复建设。当前三门峡水利枢纽工程已有地理空间数据清单如下。

表 5.7 已有地理空间数据清单

序号	数据类型	参考系	高程基准	数据精度	数据格式	数据范围	采集方式	时间
1	DEM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.5m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
2	DOM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.2m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
3	倾斜摄影	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.05m	/	4 座水文站、大坝、部分城区、4 座大桥	航飞	2020

三门峡水利枢纽已有 DEM、DOM 数据已覆盖保护区范围，倾斜摄影数据仅涵盖水文站、大坝、部分城区及大桥，未包含导墙、张公岛、中流砥柱等标志性建筑物。

本次对导墙、张公岛、中流砥柱建立倾斜摄影模型，满足 L2 级数据底板的要求。

5.1.1.2 基础数据

基础数据包括三门峡坝区、库区及下游影响区内各类水利对象的特征属性，主要包括流域、河流等水域类对象，水工建筑物、机电设备、金结设备等水利工程类对象，大坝安全监测点、视频监控点、雨量监测点、水位监测点、流量监测点等监测站（点）类对象，工程运行管理机构、人员、资产等工程管理类对象。根据招标文件要求，基础数据特征属性参考 SL/T213，对对象进行统一编码。基础数据从数据中台获取，数据需求清单如下。

表 5.8 基础数据需求清单

序号	抽象类	实体类	属性	数据来源
1	江河湖泊	流域	流域编码、名称、集水面积等	数据中台
2		河流	河流编码、名称、级别、长度等	数据中台
3	水利工程	水工建筑物	编码、特征值、水位库容曲线、闸孔泄流曲线、尾水位下泄流量关系曲线等	数据中台
4		机电设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台

5		金结设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台
6		水文测站	测站编码、名称、经纬度等	数据中台
7		水位监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
8		雨量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
9		流量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
10		工情测站	编码、名称、经纬度等	数据中台
11		视频监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
12		安全监测设备	编码、名称、监测类型、经纬度等	数据中台

5.1.1.3 监测数据

监测数据主要包括三门峡水利枢纽的大坝安全监测、视频监控、雨量监测、水位监测、流量监测等数据，通过数据中台将数据汇入数据底板。

(1) 闸门监控数据：主要包括闸前水位、闸后水位、流量、闸门启闭状态或液压机状态、开启高度、电流、电压、温湿度、限位保护、荷重保护、相序故障、PLC 状态等信息。

(2) 水情数据：包括水位、流量、雨量等数据；工程所在流域的雨情、水位、流量、洪水预报等数据。

(3) 工程安全监测数据：包括水工建筑物位移、渗流、环境量等数据信息。

(4) 视频数据：主体建筑物关键部位、管理区出入口等控制位置和关键位置、闸室、闸前、闸后的视频信息。

监测数据需求清单如下：

表 5.9 监测数据需求清单

序号	测站	监测数据	数据来源
1	水文测站	水位、流量、含沙量、水温、冰情等	数据中台
2	水位监控点	水位	数据中台
3	雨量监控点	降雨量	数据中台
4	流量监控点	流量	数据中台
5	工情测站	闸门、发电机组等机电、金结设备的运行数据	数据中台
6	视频监控点	视频信息	视频监控平台
7	安全监测点	渗流、渗压、应力、应变等数据、环境量	数据中台

5.1.1.4 业务数据

业务数据主要指工程安全分析预警系统、防洪运用系统中产生的相关数据。针对三门峡水利枢纽工程安全分析预警、防洪运用应用业务需求,收集整理分析评价数据、调度成果数据、调度方案、调度规则等专题数据。

5.1.1.5 外部共享数据

外部共享数据是从上级水利部门、地方政府及其他机构收集支撑业务系统建设需要的相关共享数据,主要包括流域水雨情、上级部门下达的调度指令,以及有关部门共享的突发事件、生态环境、气象等数据。根据相关部门数据的实际可利用情况,进行外部共享数据的汇聚和使用。

地理空间数据:水利部共享的全国 30mDEM、2mDOM;

气象数据:中央气象台等气象网站卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息;

雨情数据:中央气象台、河南水利厅等实时降雨、降水形势预报、降雨量预报等信息;

水文监测数据:河道、水库水位、流量等监测信息和预报成果。

5.1.1.6 数据融合

数据融合将三门峡水利枢纽基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据等按标准规范统一编码和映射,建立空间实体对象与业务对象间的关系连接,通过统一接口规范及索引技术实现业务数据的融合和应用,实现数字孪生三门峡水利枢纽工程业务应用中实体对象与业务数据的图形交互应用,支撑实时数据渲染、数据综合查询、空间分析应用、多维度统计分析等功能。

5.1.2 水利专业模型

5.1.2.1 大坝安全分析预警模型

聚焦三门峡水利枢纽大坝安全监测业务,基于已建设的三门峡大坝安全自动化监测系统,建立大坝安全分析预测模型,为三门峡水利枢纽大坝安全监测的监测效应量提供有效预测。

为提升大坝安全监测数据利用价值,根据招标文件要求,在现有系统的基础上,基于大坝安全监测数据(包括实时监测数据、人工采集数据、历史数据)、建筑结构数据、水利工程基础数据等,整理整编后的监测效应量观测序列,结合实时水位等资料,采用数理统计的原理,研发单测点数理统计模型。以水位、降雨、气温等环境量作为

自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

本系统涉及监测物理量主要包括：①大坝温度监测；②坝体及坝基变形监测；③坝基扬压力监测；④绕坝渗流监测；⑤左岸山体变形监测；⑥近坝区变形监测；⑦大坝裂缝及接缝监测；⑧大坝沉陷监测；⑨坝体渗漏监测。

5.1.2.1.1 模型功能

以水位、降雨、气温等环境量作为自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

5.1.2.1.2 模型性能

单测点计算时长控制在 5s 内。

5.1.2.1.3 模型输入输出

输入：水位、降雨、气温等自变量，变形、渗压等效应量。

输出：效应量和自变量之间关系的数学关系。

5.1.2.1.4 模型算法

单测点数理统计模型分为渗压数理统计模型和变形数理统计模型，其本质都是通过建立环境量与效应量的数学关系，揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度。常用的数理统计模型包括多元线性回归模型、逐步回归模型、主成分回归模型、偏最小二乘回归模型等，在模型研发时根据数据情况及模型拟合效果等因素进行选择。

（1）多元线性回归模型

多元线性回归是一种统计学方法，它可以用来分析多个自变量与一个因变量之间的关系。因变量是要被预测的变量，而自变量是影响因变量的变量。多元线性回归的基本思想是，通过拟合一条直线（或者一个多项式），来表示因变量与自变量之间的关系。这个直线（或多项式）就是回归线，用来预测因变量的值。

为了确定回归线的方程，需要确定回归系数。回归系数表示了每个自变量对因变量的影响程度，回归系数的计算需要一组观察数据，也就是因变量与自变量的观察值。

在多元线性回归的分析中，常使用最小二乘法来确定最佳的回归系数，最后，根据得出的回归系数，得到描述自变量与因变量之间的定量数学关系。

(2) 逐步回归模型

逐步回归分析法是在多元线性回归模型的基础上引入因子逐步选入和剔除机制，通过引入影响因子，引入第一个影响因子后，根据其对因变量影响程度的大小，按照从大至小的顺序一个一个地引入到回归方程中。当引入的影响因子比先前引入的影响因子显著性高，使得先前引入的影响因子不显著时，则将不显著因子剔除。依此类推，逐步回归计算时，是按步骤引入影响因子，并按步骤剔除不显著因子，在计算的每一步都要进行统计检验(F 检验)，从而使得每次引入新的影响因子前，回归方程中只含有显著影响因子，以此类推，直到所有显著影响因子都被选入回归方程中，得到最优回归方程解。

(3) 主成分回归模型

主成分分析就是综合筛选出原始变量信息系统中具有最佳解释能力的新综合变量(即成分)，并用这些成分建模。主成分分析就是将原始 p 个变量 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ ，进行信息重新综合调整，并从中提取 m 个新综合变量 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_m (m < p)$ ，使得该 m 个综合变量最多的概括原始数据信息，即，在保证数据信息损失最少的原则下，对高维变量空间进行降维。

(4) 偏最小二乘回归模型

偏最小二乘回归的核心原理是通过对解释变量和被解释变量的相关性进行建模，通过矩阵分解算法(如奇异值分解)，找到与目标变量最相关的预测变量，并将原始数据降维到一个更低维度的表示，对降维后的数据进行回归分析，得到一组偏回归系数，表示原始数据中的主要信息，将原始数据乘以偏回归系数得到的降维后的数据(即得分)作为新的预测变量，进行回归分析，以预测目标变量，从而预测被解释变量。偏最小二乘回归构建一组新的解释变量，这些新的解释变量是原始解释变量的线性组合，从而减少了原始解释变量的数量，同时保留了关键的信息。然后使用这些新的解释变量和被解释变量建立回归模型，并通过交叉验证方法评估模型的准确性。最后，通过建立的回归模型预测被解释变量。

5.1.2.1.5 模型率定及验证

大坝安全分析预警模型构建是一个持续迭代、提升的过程。模型参数率定的主要

目的是为使模型拟合值与实际观测值之间的偏差尽可能小。模型参数率定方式主要有模型指标率定法、残差检验法、动态数据率定法等，在模型研发时根据实际情况进行选择。

(1) 模型指标率定法

统计模型的精度检验指标有复相关系数 R 、剩余标准差 S 等，这些指标是衡量回归是否有效，模型精度是否合格的重要依据，结合这些指标，对模型参数进行率定是常用的方法。一般来说复相关系数 R 越大（一般要求 $R > 0.8$ ），剩余标准差 S 越小，说明回归方程的精度越高，回归方程的质量越好；同时，由于 S 中含有观测误差成分，因此 S 还是监测效应量观测精度的一种间接反映。因此针对不同监测对象，选用合理的回归方法，力求模型精度检验指标最优的表达式，可作为参数率定的标准。

(2) 残差检验法

从理论上讲，回归方程拟合值与实测值的残差序列应为一个均值为 0，方差为的正态分布随机序列。因此，如果经检验不符合上述条件，且残差序列中存在周期项、趋势项等规律性成分时，则需从预置因子集等角度对回归方程作进一步改进。

(3) 动态数据率定法

统计模型是根据历史监测数据建立的数学模型，分析建筑物发展变化规律并对未来作出预测，本质上是一种基于历史工况的经验模型。当发生超历史荷载工况的情况是，统计模型的预测精度下降明显，这时就有必要根据最新的监测数据和荷载情况对因子组合、因子形式、计算时段等模型参数进行持续修正、更新。

5.1.2.2 蓄水淹没模型

现有的防汛抗旱指挥调度系统蓄水淹没模型仅支持实时淹没情况分析，且精度不高，需对蓄水淹没模型进行提升，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演，满足水利工程“四预”业务基本要求。

根据招标文件要求研发蓄水淹没模型，模型输入数据包括初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。输出包括当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布等，并可支持对历史水位情况随环境变化的回溯。同时可结合 GIS 数据情况，实现淹没范围内的区域呈现，为三门峡水利枢纽防洪运用业务提供库区淹没分析支撑。

5.1.2.2.1 模型功能

构建基于三门峡水利枢纽蓄水淹没模型，支撑库区淹没范围动态变化模拟，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演。

5.1.2.2.2 模型性能要求

满足三门峡水库蓄泄过程中库区的水位变化模拟需要，满足不同情景库区淹没范围变化模拟的需求，计算速度满足场景渲染的需要。

5.1.2.2.3 模型输入输出

输入：初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。

输出：当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布。

5.1.2.2.4 模型算法

目前，对于水库淹没范围的模拟，较常规方法有伯努利方程推算库区回水，该方法难以满足对库区淹没的持续动态模拟，水动力学模型能够模拟整个调度过程中蓄泄水时库区各位置的水位起伏变化，因此，采用水动力学模型建立库区淹没模型。

模型采用一维圣维南方程构建，包括水流连续方程和水流运动方程：

水流连续方程：

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_i$$

水流运动方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2 \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{BQ^2}{A^2} \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z = -gA \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{gn^2|Q|Q}{A(A/B)^{4/3}}$$

式中： x 表示沿流向的坐标； t 表示时间； Q 表示流量； z 表示水位； A 表示断面过水面积； B 表示河宽；为单位时间单位河长汇入（流出）的流量； n 为糙率； g 表示重力加速度。

5.1.2.2.5 模型率定及验证

采用实测洪水过程结合实测断面对模型进行参数率定和验证，将实测水位变化和计算结果进行对比，保证误差在精度控制范围内。

5.1.3 孪生引擎

5.1.3.1 数据引擎

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据引擎提供多维多时空尺度数

据汇聚、清洗、转换、共享、展示、计算、更新等服务能力。

三门峡黄河明珠集团当前正进行数据中台项目建设，以数据中台对接集团相关信息化业务应用系统，实现数据的汇集、清洗、转换、治理。本项目基于数据中台进行数据开发工作，通过开发可靠高效的数据处理程序，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑。

5.1.3.1.1 数据汇集

基于“一数一源”的原则，构建系统数据资源池体系，实现数字孪生工程管理数据统一标准、统一环境。数据汇聚聚合工程全量数据，为工程提供数据综合分析。主要包括：

(1) 数据自动抽取：主要依托已建或新建的业务应用系统

水情监测、安全监测、视频监控等前端传感设备实时采集现场数据，通过有线/无线通信网络传输，建立监测数据库，实现数据资源的接收、处理与存储。

(2) 数据人工整编：基础数据资料整编入库内容包括管理体系架构基础数据、工程设施基础数据、机电设备基础数据、监测监控监视基础数据等静态结构化、半结构化、非结构化数据资源，以及工程建设过程、运行维护管理过程中需要人工采集、报送、入库的实时、动态数据资源，通过人工数据整编处理，建立基础数据库。

(3) 外部资源共享：外部数据资源涉及到水文、气象、遥感数据，水利行业内部和外部需要共享应用的数据资源。通过数据共享服务专用通信链路，实现外部数据资源的交互共享服务，其中包括结构化、非结构化数据资源，建立共享资源库。

三门峡水利枢纽已建设数据中台项目，相应数据汇集工作由数据中台提供，本次不再重复建设。

5.1.3.1.1.1 数据汇集范围

(1) 水库调度运行相关数据

主要包括三门峡水库的水情、雨情、泥沙监测数据；三门峡水库及主要支流洪水预报数据；汛情预警数据等。

(2) 大坝安全监测系统

主要包括大坝变形、渗漏、应力应变、环境等自动监测数据；安全监测巡视检查数据；人工安全监测数据等。

(3) 库区视频监控系统

主要包括库区已有视频摄像头基础数据、空间数据及视频流调用地址等。

(4) 安全生产管理相关系统

主要包括危险源、安全隐患、应急响应等数据。

(5) 外部单位相关系统

主要包括管理范围和影响区域内等社会经济数据；黄河流域等气象、水情、汛情监测数据；黄河流域的水雨情预报数据；上级单位的调度指令等。

5.1.3.1.1.2 数据汇集设计

数据源是数据产生源头，主要是各个业务系统、线下收集及外部共享数据，业务系统包括生产运行系统、大坝安全监测系统、库区视频监控系统等三门峡水利枢纽已建或拟建业务系统；线下数据主要来自各业务处室，主要指离线生产的数据；其他外部数据主要来自水利部数字孪生平台和数字孪生黄河系统等网络数据。

通过数据引擎提供的接入、存储能力，可以将明珠集团内部各个业务系统的数据采集汇聚到数据引擎平台，实现数据分析挖掘利用。数据引擎平台提供多种数据接入工具，支持接入多样化的数据格式，包括关系型数据库数据、实时数据、文件数据、图片数据、日志数据等。

通过文件加载、数据库数据同步、消息队列、报文接口、文件获取/接收等方式，实现对数据源层中基础数据、监测数据、业务管理数据三种类型数据的获取，根据不同数据类型，数据不同的时效性要求，分别展开作业调度，实现数据的自动收集、整理、清洗、转换，并接入到数据存储层。

数源部门应遵循“一数一源，数据共享”的原则采集信息，能通过共享获取的，原则上不重复采集。

(1) 数据库数据采集

首次数据采集遵循全量而非抽样的原则，采集多种数据来源，前端与后端、业务数据库的全面采集。

采用全量同步（一次性同步全部数据）和增量同步（同步两个数据库不同的部分）两种方式，从各业务系统数据库同步数据。

对数据同步过程进行监控，可通过浏览相关日志了解数据同步过程的详细信息，并支持对数据同步执行过程进行干预和调整。

(2) 文件采集

文件采集功能通过标准化接口从不同存储位置同步和存储主流类型的文件，提取语义标签、文件搜索，包括文档、图片、音频和视频等。

文件采集通过接口对文件进行各类操作，实现上传、下载、重命名、移动等功能。支持对不同文件类型提取语义标签，便于对文件进行全文搜索。

支持文件搜索，可以限定名称、类型、创建日期等条件。

支持对存储在各类主流格式文件中的结构化数据进行解析和入库，包括但不限于 xml、txt、excel、csv 等。

5.1.3.1.2 数据分析

基于数据中台实现数据分析功能，对数据进行综合统计分析，分析结果以接口形式进行调用。数据分析包括基础数据分析、监测数据分析、业务数据分析等内容，根据数据底板、水利专业模型和业务应用的具体需求开展相应数据分析工作。如基于数据中台相关数据进行描述性统计，对监测数据、业务数据等进行包括均值、标准差、极差、频数分布等指标的计算和图表展示；对不同数据之间进行比较分析，包括相关性分析、方差分析、t 检验等方法，以揭示它们之间的关系和差异；同时可基于相关数据进行趋势分析、周期性分析、回归分析等内容，以助力工程趋势变化和规律研判。

5.1.3.1.3 数据服务

对不同业务系统的数据形成数据服务，形成业务服务对象定义，提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。

5.1.3.1.3.1 基础数据服务设计

通过对基础数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接口直接访问的基础数据服务，为各业务应用提供基础数据访问支撑。如三门峡水库基本信息数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库基本信息数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的基础数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.2 监测数据服务设计

通过对监测数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接

口直接访问的监测数据服务，为各业务应用提供监测数据访问支撑。如三门峡水库水位数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库水位数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的监测数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.3 专题业务数据服务设计

专业应用服务主要为各核心业务提供专业数据分析处理服务，包括工程安全服务、防洪运用服务等，为专业应用模块提供统一的专业数据服务支撑。

5.1.3.2 模拟仿真引擎

数字孪生模拟仿真引擎满足数据加载、模型计算、可视化渲染等大容量、低时延、高性能等要求；提供丰富的开发接口，支撑上层业务应用。提供数据底板数据加载、场景管理、空间分析、三维渲染、特效处理等服务能力，实现物理工程的同步直观表达、工程运行全过程高保真模拟。

5.1.3.2.1 全要素场景生成

全要素场景是将植被、道路、水域、建筑等全场景的模拟再现；以及视觉真实、物理模拟、地理信息、实时交互等多要素融合叠加，帮助水利行业数字化升级，实现基于视觉孪生、物理孪生及时空孪生的场景应用。全要素场景服务是一个基于时空数据的引擎，将输入系统的所有静态数据、动态数据通过时空结构（特别是空间结构）结构化成为一个有机体，对其他模块提供一切关于时空场景的服务。

全要素场景是数字孪生模拟仿真引擎的基础。通过生成大范围的全要素场景底板，进行物理流域、工程的全要素的数字化映射，承载工程安全分析预警、防洪运用应用等专业业务应用。

完成流域级场景、工程级场景、设施级场景的构建，生成不同精度等级的场景底板，生成可配置服务，根据不同大小范围的流域、工程区域等场景需求进行选取。

5.1.3.2.2 可视化渲染

实现天气效果、日照变化、材质体现、光影效果、水位变化等渲染功能；能够通过物理流域或工程进行可视化渲染，达到真正意义上的将现实世界孪生仿真到虚拟

世界。

(1) 自然背景可视化

主要实现水利工程周边自然背景（如不同季节白天黑夜、不同量级风雨雪雾、日照变化、光影等背景）的可视化渲染。

1) 光照状态可视化

输入：时间

输出：太阳、月亮的光线，场景光照阴影变化。

为实现真实的光照效果，场景光照基于天体运行规律进行计算。给定任意时刻，精确计算该时刻对应的太阳、月亮方位，模拟真实的光照环境及光影变化，整个场景的昼夜更迭、光照变化等仿真均与真实世界一致。

2) 四季环境可视化

输入：时间

输出：不同季节对应的植被状态

库区周边环境随季节变化呈现出不同的景观效果，根据其变化特点，尤其是植被景观的变化，构建由时间驱动的四季环境可视化模型，逼真模拟出三门峡水利枢纽周边环境的季节变化特征。

3) 天气状态可视化模型

输入：气象信息

输出：大气云层、不同量级风雨雪雾、场景积水积雪效果

能够根据气象信息数据，实现相应的天气效果仿真。

能够根据风、云、雨、雪、雾等气象数据，实现相应的天气效果仿真。大气云层通过体积云技术进行构建，可以从太空、地面等多种视角进行浏览；风主要通过动态流场进行可视化，并可在场景中对植被、旗帜等产生影响；雨、雪主要以粒子系统进行可视化，并对场景的积水、积雪效果进行仿真；雾通过环境光照技术实现，根据不同量级对孪生场景的能见度进行控制。

(2) 工程运行可视化

主要实现三门峡水利枢纽调度运行过程的可视化，以模型计算及实测的水位、流量过程为输入，通过可视化模型实现库区及下游河道水流过程动态可视化呈现。

输入：水库水位、高精度数字高程模型

输出：水库库区淹没状态

在高精度数字高程模型的基础上，给定库水位，精确模拟库区淹没。

5.1.3.2.3 空间分析表达

实现基于 GIS 引擎分析的结果（淹没分析、水库水位库容面积计算等水利行业相关的分析计算等）进行数据渲染，为防洪运用、数据分析、数据统计等提供辅助决策支撑。

5.2 业务应用

5.2.1 工程安全分析预警系统

针对工程结构特点、安全隐患与薄弱环节，基于数字孪生场景，集成工程安全相关信息，建设包含安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等功能的工程安全分析预警系统，实现工程安全“四预”相关功能。

5.2.1.1 综合监视

在数字孪生场景中展示安全监测设备点位分布、设备基础信息、实时数据、特征值等内容，对于异常情况进行报警提醒。

（1）安全监测设备点位分布

实现监测数据对应的监测点位在三维场景中的定位功能，将安全监测设备点位进行可视化展示。

（2）设备基础信息

设备基础信息包含监测设备类型、设备参数、监测时间、监测值、监测方式等设备基础信息。

（3）实时数据

实时数据包含工程安全监测设备点位的实时监测数据，可对监测信息进行实时查看。

（4）特征值

包含大坝温度、坝体及坝基变形、坝基扬压力、绕坝渗流、左岸山体变形、近坝区变形、大坝裂缝及接缝、大坝沉陷、坝体渗漏等指标的特征值数据。

（5）异常情况报警

融合场景展示功能，对监测指标异常或者指标变化异常状态进行实时报警提醒。报警信息包括报警对象、发生时间、报警性质、确认时间、消除时间等。

5.2.1.2 安全性态预测

实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测并展示其变化趋势。

(1) 大坝变形和渗压预测

基于现状条件、拟定的水库运用边界条件，结合监测数据，建立大坝安全分析预警数理统计模型，实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测。

(2) 变化趋势展示

基于大坝安全分析预警数理统计模型对渗压、变形等进行预测并展示指定工况条件下的变化趋势。

5.2.1.3 安全风险预警

结合预警指标实现安全风险分级预警功能，及时将预警信息通知到相关部门。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。

(1) 基于实时监测数据和相应预警阈值的预警

根据安全监测数据及预警值信息，判断当前监测点位是否超阈值，若超阈值则根据预警指标生成安全风险分级预警信息，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 基于模型分析、预演结果的预报预警

基于大坝安全分析预警模型及安全状态预演结果，结合预警指标生成风险分级预测信息，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.1.4 安全状态预演

结合大坝安全分析预警模型和工程安全规程与应急预案对典型工况、超标洪水情况下大坝变形、渗压进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景的各种要素，助力科学制定和优化调度方案。

5.2.1.5 安全处置预案

实现对工程安全相关的应急预案、标准、规定等统一管理，能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性，并对外提供服务接口。

5.2.2 防洪运用系统

基于数字孪生场景，实现视频监控和实时监测数据汇集，建设防洪运用业务场景，可视化呈现流域基本信息以及三门峡水利工程水位、闸孔开合等情况，基于来水预报

数据、蓄水淹没模型对不同调度方案的运行情况进行可视化展示及预演，为防洪运用业务提供数据可视化支持及会商支持，实现防洪调度“四预”相关功能。包含综合监视、防洪预报、防洪预警、防洪预演、防洪预案等功能。

5.2.2.1 综合监视

在数字孪生场景中展示雨水沙情实时/历史信息，支持雨水沙情、大坝工情、库区泥沙监测、库区淤积、库区险情、防汛物资/队伍等实时/历史信息可视化查询展示，统计对比分析。

(1) 雨情信息查询展示：通过雨量监测站点数据绘制黄河流域降雨实况及历史等值面，可通过选择日期框，展示对应日期的面雨量实况，同时可以查询重要雨量站点的降雨过程。

(2) 水情信息查询展示：主要包括关键水库的出入库流量和水位信息，河道流量（含沙量）、水位信息，同时还可以查询水库库容曲线、泄流曲线、防洪特征水位等基本情况介绍，上述信息的查询展示可以与数字孪生场景点位联动。

(3) 防汛管理基础信息查询展示：包括防汛物资、防汛队伍、抢险记录、演习记录等，可在数字孪生场景中采用不同的符号进行标注显示，支持在数字孪生场景中对防汛物资、抢险记录、演习记录等防汛管理基础信息进行直观快捷的增加、删除、更新操作。

(4) 库区淤积情况查询展示：可在综合监视模块查看三门峡水库库容变化、泥沙冲淤分布情况。

5.2.2.2 预报

能够实现降雨预报、来水预报、来沙预估信息的查询展示。

(1) 降雨预报查询展示：在数字孪生场景中叠加展示黄河流域中短期降雨预报等值面图，可展示中央气象台预报数据源的降雨预报过程，可展示未来7日的降水过程。可通过时间选择框，展示对应日期的预报产品，也可对预报时效内任意时段降水预报进行叠加展示。降雨预报的精度满足会商和来水预报、来沙预估模型的需要。

(2) 来水预报、来沙预估查询展示：以接入水文局的预报成果为主，预报的结果以图表的形式进行展示，并可在地图上进行点选查询。来水预报、来沙预估预报结果满足会商和预演的需要。

5.2.2.3 预警

(1) 防洪预警包括汛情及水库运行安全预警功能。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。在数字孪生场景上采用不同的预警符号、预警颜色对预警位置进行闪烁预警，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 根据三门峡水利枢纽防正灌、防倒灌设备情况及应对措施，根据预警指标，实现防正灌、防倒灌预警功能，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.2.4 预演

库区淹没预演：结合蓄水淹没模型实现水库防洪运用库区淹没的模拟预演。在数字孪生场景中对防汛调度方案、库区淹没情况进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景，支撑水库不同运用水位下库区淹没影响范围分析预警。

5.2.2.5 预案

预案模块实现对防汛调度预案、水沙调度方案、溃坝方案等内容的统一管理。能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性。

5.3 信息资源共享

按照《数字孪生流域建设共建共享管理办法（试行）》要求，在数据底板、模型库、知识库等方面实现共建共享。能够通过数据交换、服务调用等方式，实现水利部、黄委、省级水行政主管部门之间的数字孪生平台的互联互通、数据共享、业务协同。根据招标文件要求，数字孪生三门峡水利枢纽工程数据资源共享方案及共享内容清单如下节所描述。

5.3.1 数据资源共享方案

5.3.1.1 工程内部共享

数字孪生三门峡水利枢纽项目通过数据交换、接口调用等形式从其他系统获取数据。从数据中台获取三门峡水利枢纽建筑物、测点基础数据、监测数据、预报数据等；与视频监控系统通过支持主流视频厂家标准的平台进行对接和级联。

数字孪生三门峡水利枢纽平台为业务系统提供服务和工具。在符合数据保密安全管理要求的前提下，通过标准化服务接口和工具，为专业应用系统提供空间分析、地图可视化、模型等服务调用支撑，满足相关系统功能升级拓展需求，如巡检、安全隐患处理等需要集成地图或三维可视化场景来实现业务工作流程的可视化定位与监管

等。

5.3.1.2 需外部共享数据

从水利部、黄委获取黄河流域地理空间数据底板；获取黄河流域的气象、雨水情、汛情、调度指令等信息。

5.3.1.3 向外部共享数据

在符合数据保密安全管理要求的前提下,通过标准化服务和工具提供可共享成果,为水利部系统及数字孪生黄河（流域）系统提供地理空间数据、重点雨水情数据、相关预案规程等数据。

5.3.2 共享清单

数字孪生三门峡枢纽工程相应数据共享清单见下表：

表 5.10 外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
地理空间数据	水利部共享的黄河流域 30mDEM、2mDOM。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
实时监测数据	黄河流域卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息； 黄河流域气象、雨水情、汛情、凌情、水质、地震等实时数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
业务数据	黄河流域雨、水、沙、凌情预报成果、调度方案、调度指令等信息； 水库上游各枢纽、水库、电站实时运行信息及运行计划（主要为入出库流量和库水位、蓄水量）。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台

表 5.11 向外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
重点数据	三门峡水利枢纽相关河段地理空间数据； 库区重要雨水情等感知数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）
水利专业模型	蓄水淹没模型及计算成果数据； 大坝安全分析预警模型及计算成果数据。	按水利部模型平台要求提供模型共享接口、数据服务接口

6 系统集成

完成对现有各类资源的整合和集成，包括与上级系统集成、与专业应用系统集成等内容，集成的方式分为数据集成、服务支撑、用户管理和单点集成。

数字孪生三门峡水利枢纽项目的集成，一方面满足数字孪生平台本身功能应用需要；另一方面要为其他已建专业应用系统和上级单位系统提供数据共享服务。另外，数字孪生平台还为其他已建专业应用系统提供数字孪生场景、空间分析、模拟仿真等调用支撑服务，便于各专业应用系统拓展应用数字孪生成果。

本项目与其它内部或外部系统之间的集成总体可以分为四类：数据集成、服务支撑、用户管理、单点集成，集成方案如下节所描述。

6.1 数据集成

数字孪生三门峡水利枢纽平台开发标准的服务与接口，根据业务场景需要，对部

分基础应用系统业务数据、监测数据等进行数据结果集成，实现数字孪生场景与业务数据的有机结合。

6.2 服务支撑

数字孪生平台为部分需要集成数字孪生平台的应用系统提供服务支撑，为应用系统提供可视化展示等服务，应用系统可集成平台中提供的服务、接口，并将这些功能与业务应用有机融合在一起。

6.3 用户管理

本次建设的应用系统需考虑用户、角色、权限的管理，对系统用户通过手工或数据同步的方式进行录入，根据用户对系统权限的需求，通过角色权限管理模块，为不同的用户或部门提供访问数字孪生平台时不同的功能和数据权限。用户、角色、权限管理技术解决方案如下。

6.3.1 用户管理

用户管理功能主要用于维护系统中的用户信息，可以新建用户、修改用户、删除用户、查询用户、修改用户密码、用户停用和用户启用等功能。

在用户管理中也可以设置用户的角色信息、机构信息、性别、职务、姓名、邮箱和电话等信息。同时系统拥有良好的集成能力，支持与其他系统或者数据中台门户集成。

6.3.2 角色管理

系统提供角色管理功能，管理员可在系统中添加、修改和删除角色。

同时在角色管理中，管理员可以查看当前角色在系统中所拥有的权限信息，系统支持根据不同的用户需求或者角色分配相应的权限信息。系统拥有良好的集成能力，可支持与其他系统或中台门户集成。

6.3.3 权限管理

系统提供权限管理功能，管理员可通过权限管理针对用户进行相关设置管理，满足不同角色的用户访问使用系统。

6.4 单点登录集成

围绕数字孪生平台与业务应用系统进行单点登录集成。通过统一各系统的组织结构和用户表，采用单点登录技术，将工程安全分析预警系统、防洪运用系统集成到数

字孪生平台中。

7 质量保证体系

7.1 项目质量目标

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规范要求，构建一个以全要素数据底板为基础，两大智能模型为支撑，两项智能应用赋能的数字孪生平台；实现工程安全分析、防洪运用核心重点业务的“四预”能力赋能；融合专业智能、人工智能技术，以数字孪生带动物理实体，实现设备智能化、业务精细化、决策精准化的多重多层增效；打造水利数字孪生工程标杆典范，引领推动新阶段水利高质量发展，服务黄河流域生态保护和高质量发展的国家战略。

为保证质量目标的实现，本项目的项目管理将严格按“ISO9001 全面质量管理体系”的实施规定进行规范化管理，采取强有力的质量保证措施，以确保本项目达到优良等级质量目标的要求。

7.2 质量保证措施

7.2.1 质量承诺

确保本项目各分模块符合设计标准和研发规范，整体项目质量合格。我方质量承诺如下：

（1）项目的质量目标：本项目质量验收等级为合格，项目质量《水利信息化项目验收规范 SL588-2013》进行验收。

（2）我方对项目质量负责。建立质量责任制，确定项目的项目负责人、质量负责人和项目实施负责人。

（3）我方按照深化设计要求、实施技术标准和合同约定，对相关系统进行检验，检验应当有书面记录和专人签字；未经检验和检验出不合格的系统，不得使用。

（4）我方建立、健全实施质量的检验制度，严格工序管理，做好质量检查和记录。

（5）我方在实施前提交质量保证文件，包括应提供系统的主要质量记录、检验、试验、验收报告等文件。

（6）我方提供的质量保证期为 12 个月。

（7）项目质量不合格，达不到本招标文件要求的，委托人有权要求受托人停工或返工，其责任由我方自行承担，并不予顺延工期。

7.2.2 质量分析例会制度

定期组织召开质量工作会或质量分析会，通报软件开发和集成实施质量情况，项目各参与单位相互交流各自负责工作进展状况和项目中所遇到问题，对软件开发和集成过程的隐患进行具体分析，提出预防控制措施。

7.2.3 项目阶段性评估

为了保证项目总体质量目标，在项目实施的关键点，组织专家对项目进行阶段性评估，通过评估后，项目方可进入下一个实施阶段。评估后受托人填写“项目阶段性评估报告”。

7.2.4 质量记录文档的管理

作好各种质量记录文件，如：检验、调（测）试及验收报告，项目总结，设计变更记录等的保存管理，确保质量问题的可追溯性。

7.2.5 软件测试要求

（1）我公司提出软件系统测试方案，测试方案应经委托人认可后实施。

（2）测试过程中进行详细记录，系统调试结束后，由我公司技术人员签字后交给委托人验收。

（3）在完成全网软件系统测试后，由我公司编写测试报告。在我公司技术人员签字后交给委托人验收，经委托人同意作为验收依据。

7.2.6 功能调试方案

功能调试过程主要分为以下两个阶段：准备阶段、软件部署调试。

（1）准备阶段

主要任务是进行功能清单的技术交底工作，由技术设计人员对清单的功能及注意事项进行说明，研发人员对功能清单进行深入的了解和研究，做到心中有数，按计划调试。

（2）软件部署调试

软件部署调试阶段主要完成基础软件的部署与试运行，并对软件系统性能进行测试和系统功能进行检测。

8 安全保证体系

8.1 安全保证体系

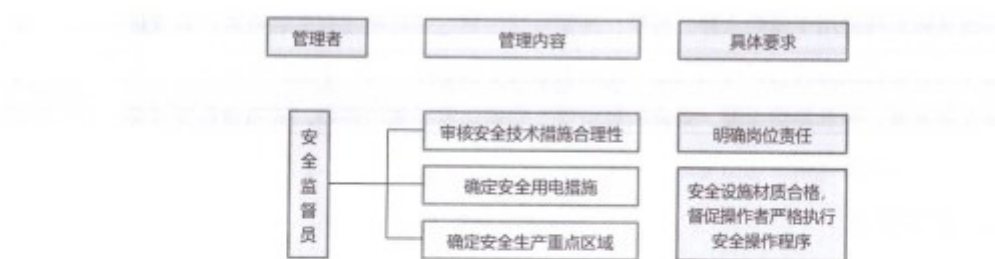


图 5.1 安全保障体系

8.2 安全管理保证措施

安全生产管理是项目管理的重要组成部分，是保证生产顺利进行，防止伤亡事故发生而采取的各种对策。它既管人又要管生产现场的物、环境。

- (1) 严格执行有关安全生产管理方面各项规定条例等。
- (2) 研究采取各种安全技术措施，改善劳动条件，消除生产中的不安全因素。
- (3) 掌握生产实施中的安全情况，及时采取措施加以整改，达到预防为主的目的。
- (4) 认真分析事故苗子及事故原因，制订预防发生事故的措施，防止重复事故的发生。
- (5) 明确安全目标：杜绝一切安全事故与火灾事故的发生。
- (6) 建立健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，且总分包之间必须签订安全生产协议书。
- (7) 对上岗员工进行严格把关，做到上岗前，都要经安全教育。
- (8) 必须建立定期安全检查制度且检查有记录。
- (9) 建立工伤事故处理档案，认真按规定进行处理报告，做好“三不放过”工作。

8.3 突发事件应急措施

(1) 人身伤害事故预案

实施现场如发生高处坠落、触电、物体打击、意外伤害等人身伤害事故。应立即组织车辆或拨打急救电话 120，并将事故详情上报有关部门。期间应主动利用现场医护用品，开展止血、包扎等简单的自救工作。

(2) 触电事故预案

发生触电事故后，应使触电者尽快脱离电源。如开关箱在附近，可立即拉下闸到或拔掉插头断开电源。如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的

利器砍断电线或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线剥离触电者；若现场无任何合适的绝缘材料，可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉出触电人的衣服，使其脱离电源。对高压触电应立即通知有关部门停电，或迅速拉下开关或由电工采取特殊措施切断电源。

8.4 保密管理

严格遵守国家保密规定，严格遵守甲方保密要求，所有成员进场后，做好项目各项保密要求，确保不发生泄密事件。



3. 验收鉴定书

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

合同扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

2. 乌海·数字孪生水利（一期）项目
中标通知书扫描件



乌海市思正工程管理咨询服务有限公司

中标通知书

云河（河南）信息科技有限公司：

根据 乌海·数字孪生水利（一期）项目 招标文件和你单位于 2024年6月17日 上午 9时00分 前提交的投标文件，按照本项目评标委员会的的评标结果，招标人确定你单位为上述招标项目的中标人，主要中标条件如下：

项目名称	乌海·数字孪生水利（一期）项目	招标方式	公开招标
招标内容	乌海·数字孪生水利（一期）项目，具体内容详见招标文件要求。		
资金来源	财政资金		
标的提供的时间	自合同签订之日起 90 日历天内完工。		
标的提供的地点	招标人指定地点		
成交价格	小写：11730000 元； 大写：壹仟壹佰柒拾叁万元整；		
采购单位（盖章）：  2024 年 6 月 18 日		采购代理机构（盖章）：  2024 年 6 月 18 日	

说明：本成交通知书一式伍份，采购人壹份、采购代理机构贰份、成交单位壹份、交易中心壹份。

乌海·数字孪生水利（一期）项目

政府
采购
合同

2024年6月

政府采购合同

合同编号：

甲方：乌海市水权与信息化中心

地址：乌海市海勃湾区千里山东街

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

地址：河南省郑州市金水区金水路109号

鉴于采购人乌海市水政综合行政执法支队根据《乌海市委 市人民政府关于引发<乌海市机构改革实施意见>的通知》（乌党发【2024】4号）文件撤销原组织架构，并根据《关于乌海市水务局所属事业单位机构职能编制的批复》（乌机编办发【2024】12号）更名为乌海市水权与信息化中心，现以乌海市水权与信息化中心作为乌海·数字孪生水利（一期）项目（WHZCS-G-F-240038）甲方与云河（河南）信息科技有限公司签订合同。

甲乙双方根据《中华人民共和国政府采购法》《中华人民共和国政府采购法实施条例》《中华人民共和国民法典》等相关法律法规、规范性文件以及乌海·数字孪生水利（一期）项目（政府采购项目编号WHZCS-G-F-240038）的中标结果、招标文件、投标文件等文件的相关内容，经平等自愿协商一致，就如下合同条款达成一致意见。

一、乙方向甲方提供的服务内容

（一）根据招标文件及中标结果公告，乙方向甲方提供的服务内容如下：形成成果数据底板1套，模型库1套，知识库1套，数字孪生业务应用软件各1套，数字孪生水利数字化微应用开发构件1套，数字孪生水利数字化管理运营构件1套，数字孪生水利数据链管理平台1套，数据库软件1套。

（二）服务项目名称、服务具体内容、服务方式、服务要求、服务成果及与之相关的货物等详细内容，见合同附件1服务清单。

二、乙方服务成果的交付时间、地点

（一）服务期限：自合同签订之日起90日历天

（二）服务成果的交付时间和交付要求：（1）服务成果的交付时间要求：合同签订后30日历天内，完成项目地理信息数据底板采集、主体框架搭建；合同签订后60日历天内，完成系统上线并开展试运行；试运行期间应保证系统运行稳定，总体建设期内完成系统的全部内容；（2）服务成果的交付要求：形成成果数据底板1套，模型库1套，知识库1套，数字孪生业务应用软件各1套，数字孪生水利数字化微应用开发构件1套，数字孪生水利数字化管理运营构件1套，数字孪生水利数据链管理平台1套，数据库软件1套。验收前按照业主要求完成相关安全测试，包括但不限于项目第三方软件测试、安全等级保护测评等。并有义务配合业主完成相关的技术成果鉴定、专栏或著作权申请以及奖项申报工作。

（三）服务地点：甲方指定地点

（四）乙方代表及联系电话：侯红雨，15034129671

（五）甲方代表及联系电话：王杨，13948335525

三、乙方提供服务成果的质量

（一）乙方提供的服务应同时满足：1.符合国家法律法规和规范性文件对服务质量的要求；2.符合甲方招标文件对服务的质量要求；3.符合乙方在投标文件中对服务质量做出的书面承诺、声明或保证。上述质量要求作为甲方对乙方服务质量的验收依据。

（二）乙方应根据国家法律法规和规范性文件的规定、招标文件的相关要求、投标文件及乙方承诺、声明或保证，向甲方提供相应的服务质量证明文件。

四、乙方服务成果的交付方式及载体

乙方交付服务成果方式及载体应符合国家法律法规和规范性文件的要求，并符合甲方招标文件的要求、乙方在投标文件中对服务成果交付方式及载体做出的承诺。

五、甲方对乙方服务的监督

甲方对乙方提供的服务有权进行监督,当乙方服务质量、服务内容不符合约定时,甲方有权要求乙方及时进行整改,对乙方拒不改正或整改不到位的,甲方有权随时解除合同,拒付未付款项,并根据具体情况扣除部分或全部服务费用。

六、验收

(一)完成合同约定的项目所有内容,乙方向甲方提交合同完工验收申请报告及相关验收资料,甲方应在收到验收申请报告后的15日内,提出异议或确认无误后开始组织合同完工验收。如验收不合格,由乙方进行修正并再次提出合同完工验收申请报告。

(二)合同完工验收合格进入1年质保期及2年免费运维期,期间项目的功能和性能应符合本合同中的技术要求。如发现任何项目交付成果不符合本合同及其附件要求的,乙方应免费对其进行修改和更正,直至符合要求,质保期及免费运维期相应顺延。在整个质保期及免费运维期内项目交付成果满足本合同相关约定以及双方共同确认的相关技术要求的,视为乙方完成成果交付,否则质保期及免费运维期继续顺延,直至乙方所提交的所有项目交付成果满足要求。若期间甲方提出变更要求,该变更经双方确认后执行,则质保期及免费运维期不因甲方提出变更需求而顺延。

七、合同金额

在乙方提供完全符合合同要求的服务的前提下,本合同总金额为11730000元(小写)壹仟壹佰柒拾叁万元整(大写)。

八、付款时间及条件

(一)付款时间、付款金额及付款条件:

1期:支付比例60%。项目部署上线并试运行后7日内,甲方共计向乙方支付合同总金额的60%,即¥7,038,000.00大写(柒佰零叁万捌仟元整);

2期:支付比例30%,项目整体完成甲方组织的验收后7日内,甲方向乙方支付合同总金额的30%,即¥3,519,000.00大写(叁佰伍拾壹万玖仟元整);

3期:支付比例10%,项目整体完成甲方组织的验收后并正常运行满一年,甲方向乙方支付合同总金额的10%,即¥1,173,000.00大写(壹佰壹拾柒万叁仟元整)。

(二)乙方账户信息

乙方名称:云河(河南)信息科技有限公司

开户银行:中国建设银行郑州行政支行

银行账号:41050167610800000464

九、知识产权

乙方应保证其提供的服务及服务成果的全部及部分,均不存在侵犯第三方知识产权的情形,其服务成果的所有权由甲方享有。否则,乙方应向甲方承担违约责任及赔偿由此给甲方造成的名誉及经济损失。

十、违约责任

(一)甲方没有正当理由逾期支付合同款项的,每延期一日,甲方应按照逾期支付金额的5%承担违约责任。延期达到30日,乙方有权解除合同,并要求甲方赔偿由此造成的经济损失。如因财政拨款等原因造成逾期付款,甲方无须承担违约责任。

(二)甲方存在其他违反本合同的行为,应承担相应的违约责任;违约金不足以赔偿乙方损失的,乙方有权要求甲方赔偿由此造成的经济损失。

(三)乙方逾期提供服务成果的,每延期一日,乙方应按照合同总金额的5%承担违约责任。延期达到30日,甲方有权解除合同,拒付未付款项,并要求乙方赔偿甲方的经济损失。

(四)乙方交付的服务不符合质量要求,或其服务成果存在侵权行为的,甲方有权解除合同,并要求乙方支付合同总金额10%的违约金,违约金不足以赔偿甲方损失的,甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

(五)乙方在参与本项目采购活动过程中,如存在提供虚假承诺、证明、串通投标等违法违规

行为，除承担相应的行政责任外，甲方有权解除合同，并要求乙方承担合同总金额 10% 的违约金，违约金不足以赔偿甲方损失的，甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

(六) 乙方存在其他违反本合同的行为，应承担相应的违约责任；违约金不足以赔偿甲方损失的，甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

十一、不可抗力

因不可抗力致使一方不能及时或完全履行合同的，应及时通知另一方，双方互不承担责任，并在30天内提供有关不可抗力的相关证明。合同未履行部分是否继续履行、如何履行等问题，由双方协商解决。

十二、争议的解决方式

合同发生纠纷时，双方应协商解决，协商不成，向甲方所在地具有管辖权的人民法院起诉。

十三、合同保存

合同文本一式八份，采购单位执四份，中标投标人、采购代理机构各执两份。合同文本保存期限为从采购结束之日起至少保存十五年。

十四、合同附件

本合同所附下列文件是构成本合同不可分割的部分，与本合同具有同等法律效力：

- 1、服务清单（双方应盖章确认）
- 2、乙方出具的报价单（函）
- 3、中标结果公告及中标通知书
- 4、甲方招标文件
- 5、乙方投标文件
- 6、甲乙双方商定的其他文件

十五、双方约定的其他事宜

本合同约定技术审查、咨询、测试、项目验收过程中产生的所有费用由乙方支付。

十六、合同未尽事宜，双方另行签订补充协议，补充协议是合同的组成部分。

十七、本合同由甲乙双方签字盖章后生效。

甲方名称：乌海市水权与信息化中心（章） 乙方名称：云河（河南）信息科技有限公司（章）

甲方法定代表人或负责人：（章） 乙方法定代表人或负责人：（章）

2024年6月19日

2024年6月19日

业主证明材料扫描件

乌海·数字孪生水利（一期）项目

业主证明

乌海·数字孪生水利（一期）项目按照数字孪生水利相关技术要求开展建设实施工作，主要包括数据底板建设、模型库建设、知识库建设、业务应用建设等工作。依托乌海市政务云基础资源及规范框架体系，整合乌海市已建监测感知能力，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，以打造数字孪生平台为基，以提高乌海市水资源精细化管理水平及水旱灾害预防能力为目标，先行构建乌海市水资源管理系统及山洪灾害四预系统，打造黄河流域市级数字孪生水利建设标杆，以数字孪生技术赋能乌海市水利高质量发展。

兹证明赵凯华等主要同志在本项目工作中：严格执行国家及行业的有关技术标准、规范和规程、精心组织、精心设计、产品优良、服务诚信、认真地履行了自己的职责。

项目经理：赵凯华

技术负责人：李永胜

专业负责人：余军、南政年、王倩丽、郎欣宇、胡燊、徐彬、崔记东、耿祺、赵天宇、宋文涛、王治中、王建付、徐鹏飞、张海赞



3. 河南省开封市兰考县三义寨闸前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合利用信息化管理系统

中标通知书扫描件

成交通知书

云河（河南）信息科技有限公司：

根据河南省开封市兰考县三义寨闸前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合利用信息化管理系统预算的竞争性磋商采购文件和你单位于2023年4月19日递交的响应文件，通过竞争性磋商方式，经磋商小组评审，现确定你单位为上述交易：河南省开封市兰考县三义寨闸前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合利用信息化管理系统预算的成交供应商，主要内容如下：

项目名称	河南省开封市兰考县三义寨闸前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合利用信息化管理系统预算		
成交价格	1160270.00 元		
项目经理	赵凯华	资质证号	20210120783
质量	符合国家行业标准和强制性合格要求		
交货期	合同签订后 45 日历天内供货并安装、调试完成		

采购人和成交供应商应当自成交通知书发出之日起三十日内，订立书面合同。

采购人（章）：



采购代理机构（章）：



兰考县公共资源交易中心（章）：



2023 年 4 月 20 日

河南省开封市兰考县三义寨闸前段清淤疏浚及疏浚 泥砂综合利用信息化管理系统合同书

甲方：兰考县兰仪山水实业有限公司

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

依照《中华人民共和国民法典》及其它有关法律、法规、规章，供需双方本着平等互利，诚实守信的原则，就河南省开封市兰考县三义寨闸前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合利用信息化管理系统项目有关事项协商并达成一致，订立本合同，以资共同遵照执行。

一、项目建设内容

本次建设内容仅包括河南省开封市兰考县三义寨闸前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合利用信息化管理系统项目的设备供应及安装。详见附件清单（附件1）。

二、合同总价

合同总价为人民币（大写）：壹佰壹拾陆万零贰佰柒拾元整，即¥：1160270.00元；该合同总价已包括设计、材料、包装运输、安装、调试、检测、验收合格交付使用之前及保修期内保修服务与备用物件等所有其他相关各项的含税费用，乙方提供6%的增值税普通发票。

三、项目建设期限

合同签订后，自 2023 年 5 月 15 日至 2023 年 6 月 15 日止，建设周期为 30 个日历日。

四、产品质量及安装调试要求

1、乙方须按设计方案要求，向甲方提供符合国家产品质量标准的正品设备，不得以任何理由以次充好，未经甲方同意，不得随意更改方案。

2、在签订合同后，乙方将设备自行运至甲方场地（费用由乙方负担），按照相关规定进行施工，确保布局合理，设备安装规范，综合布线规范，便于使用及维护，符合国家有关技术标准。

五、交货及验收

系统安装、调试完毕，由乙方通知甲方组织验收。甲方收到乙方提交验收申请后 7 个工作日内对工程进行验收，如验收不合格的，乙方应按照甲方验收结果整改，直至验收合格，且不免除乙方的工期责任。

六、付款方式及期限

本合同签订之日起 10 个工作日内，甲方支付乙方合同总价款的 30% (¥348081.00 元)，大写：叁拾肆万捌仟零捌拾壹元整；

乙方收到预付款后组织设备、物资进场，进行施工前期准备工作，设备设施入场后甲方支付乙方合同总价款的 30% (¥348081.00 元)，大写：叁拾肆万捌仟零捌拾壹元整；

项目建设完成，按照第五条约定提出验收申请后 7 个工作日

内，甲方组织验收工作，项目验收合格后7个工作日内支付乙方合同总价款的40%（¥464108.00元），大写：肆拾陆万肆仟壹佰零捌元整。

以上付款进度，如逾期未支付，则乙方有权停止系统建设及设备运行，由此产生一切后果由甲方承担。

七、约定事项

合同如需变更，甲、乙双方另行协商确定变更事宜，双方签章生效，并作为本合同的附件，本合同的其他附件与本合同具有同等效力。

八、违约责任

1、乙方必须严格按合同要求按时、按质、按量完成供货，安装调试完毕后交付甲方使用。如乙方迟延交付，每日按合同总价款的1‰向甲方承担违约责任。

2、乙方所交付的设备品种、型号、规格不符合合同规定的，甲方有权拒收设备。

3、甲方应当严格按照合同约定支付款项，逾期支付的，每逾期一日，按照应付未付金额的1‰向乙方支付违约金。

4、甲乙双方任何一方违约给另一方造成的损失，由违约方承担，违约方还应向守约方承担如下损失（包括但不限于律师费、诉讼费、保全费、鉴定费等）。

九、售后服务

1、项目竣工后，乙方按规定对项目实行保修，保修期从验

项目所在地法院提起诉讼。

十三、其他

1、本合同自甲乙双方签字盖章后生效。在执行期间如有未尽事宜，由甲、乙双方协商，另订附则附于本合同之内，其法律上与本合同享有同等效力。非经双方协商同意，任何一方均不得随意变更或解除合同。如一方需要变更合同，双方应就变更事项达成书面协议并签字盖章予以确认。如双方就变更事项不能达成一致意见的，提议变更方仍应依本合同约定继续履行，否则视为违约。

2、本合同按《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国产品质量法》《消费者权益保护法》等有关法律条款执行。

3、本合同一式肆份，甲乙双方各持贰份。

甲方：兰考县兰仪山永实业有限公司（盖章）

法定代表人或委托代表（签字）：

王刚

乙方：云河（河南）信息科技有限公司（盖章）

法定代表人或委托代表（签字）：

侯仁雨

日期：2023年5月15日

4. 封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目

中标通知书扫描件

中标（成交）通知书

云河（河南）信息科技有限公司：

贵方于 2023 年 03 月 01 日所递交的 封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目（二次） 投标文件已被我方接受，经专家评审被确定为中标（成交）供应商。

中标价：981140.00 元

请你方在接到本通知书后的到 封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司 与采购人签订承包合同。

特此通知。

采购人：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

采购代理机构：新乡市丰成工程管理有限公司



2023 年 03 月 01 日

封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目

合同书

甲方：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

签订日期：2023 年 3 月

封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目

合同书

甲方：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

依照《中华人民共和国民法典》及其它有关法律、法规、规章，供需双方本着平等互利，诚实守信的原则，就封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统建设有关事项协商并达成一致，订立本合同，以资共同遵照执行。

一、项目建设内容

本次建设内容仅包括封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目的设备供应及安装。详见附件清单（附件1）。

二、合同总价

合同总价为人民币（大写）：玖拾捌万壹仟壹佰肆拾元整（¥：981140.00元）；该合同总价已包括设计、材料、包装运输、安装、调试、检测、验收合格交付使用之前及保修期内保修服务与备用物件等所有其他相关各项的含税费用，乙方提供6%的增值税专用发票。

三、项目建设期限

合同签订后，甲方满足入场要求（见附件2）后的7日内进场施工，施工工期为进场后30个日历日。

四、产品质量及安装调试要求

1、乙方须按设计方案要求，向甲方提供符合国家产品质量标准的正品设备，不得以任何理由以次充好，未经甲方同意，不得随意更改方案。

2、在签订合同后，乙方将设备自行运至甲方场地（费用由乙方负担），按照《封丘黄河河道采砂信息化智能管理系统技术方案》进行施工，确保布局合理，设备安装规范，综合布线规范，便于使用及维护，符合国家有关技术标准。

五、交货及验收

系统安装、调试完毕，由乙方通知甲方组织验收。甲方应在收到乙方提交验收申请后 7 个工作日内对工程进行验收，由于甲方拖延未及时验收的视为验收合格。

六、付款方式及期限

本合同签订之日起 5 个工作日内，甲方支付乙方合同总价款的 30%（¥294342.00 元），大写：贰拾玖万肆仟叁佰肆拾贰元整；

乙方收到预付款后组织设备、物资进场，进行施工前期准备工作，设备设施入场后甲方支付乙方合同总价款的 30%（¥294342.00 元），大写：贰拾玖万肆仟叁佰肆拾贰元整；

项目建设完成，按照第五条约定提出验收申请后 7 个工作日内，甲方组织验收工作，项目验收合格后 5 个工作日内支付乙方合同总价款的 40%（¥392456.00 元），大写：叁拾玖万贰仟肆佰伍拾陆元整。

以上付款进度，如逾期未支付，则乙方有权停止系统建设及设备运行，由此产生一切后果由甲方承担。

七、约定事项

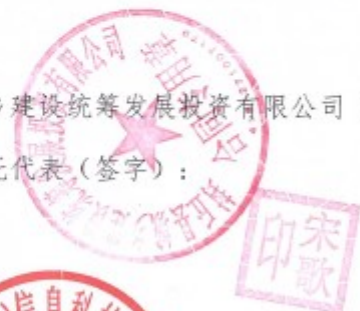
续履行，否则视为违约。

2、本合同按《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国产品质量法》
《消费者权益保护法》等有关法律条款执行。

3、本合同一式肆份，甲乙双方各持贰份。

甲方：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司（盖章）

法定代表人或委托代表（签字）：



乙方：云河（河南）信息技术有限公司（盖章）

法定代表人或委托代表（签字）：



日期：2023年3月6日

附件 1:

封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目报价表

项目	项目名称	单价	数量	单位	合计	备注
1	现场控制中心（含数据中心服务器）	189860.00	1	套	189860.00	
2	采砂船智能管理系统	14770.00	1	套	14770.00	
3	智能地磅改造（单磅含出入口）	34060.00	1	套	34060.00	
4	地磅传感器及仪表改造	16500.00	1	套	16500.00	
5	视频监控点（一枪）	1810.00	2	处	3620.00	
6	视频监控点（一枪一球机）	3710.00	3	处	11130.00	
7	太阳能视频监控点（二枪机一球）	13670.00	2	处	27340.00	
8	控制中心软件环境	131000.00	1	套	131000.00	
9	数据中心服务器端软件系统	300000.00	1	套	300000.00	
10	县局监管系统	36100.00	1	套	36100.00	
11	单个砂场建设运行开支	113000.00	1	套	113000.00	
12	设备安装	78760.00	1	批	78760.00	
13	咨询费	25000.00	1	次	25000.00	
项目总价		981140				

业主证明材料扫描件

证 明

云河（河南）信息科技有限公司承揽的封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统项目，建设内容是建设“黄河河道采砂信息化智能管理系统”。主要任务有黄河河道采砂信息化智能管理系统和与上级系统的集成。

该公司派出的项目负责人赵凯华、技术负责人李永胜、项目成员胡焱、徐彬、宋文涛、王建付、段瑞丰等人员，在本项目工作中，严格执行国家及行业的有关技术规范和规程，服务诚信，提交成果质量合格。

特此证明

封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

2023年8月24日

社保证明扫描件

表单验证号码4ff2a48a2be746efbe2e93687bfa77ba



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度：202501

单位：元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	赵凯华	个人编号	41990081760068		证件号码	411282198508041030																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1985-08-04																			
参加工作时间	2012-07-01	参保缴费时间	2012-07-01		建立个人账户时间	2012-07																			
内部编号	1400019	缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
201207-202412	0.00	0.00	135042.24	41473.44	176515.68	150	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	135042.24	41473.44	176515.68	150	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计		0.00																							
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
3000	5000	5431	8534	9320	9535	10887	13725	14925	15984																
2022年	2023年	2024年																							
17043	17895	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012								▲	▲	▲	●	●	2013	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2015	●	▲	●	●	●	●	●	▲	●	●	●	●
2016	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2017	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2020	▲	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明：“△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况，个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数，说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。



2. 本项目拟投入主要人员简历表-技术负责人

姓 名	李永胜	性 别	男	年 龄	39岁
职 称	高级工程师	身份证号	4115031986 040115394	专业/年限	计算机科 学技术/14 年
资质证书	信息系统项目 管理师 软件设计师 网络工程师	注册时间	2012年5月 2010年6月 2010年10月	从业时间	2011年
拟在本项目担任职务		技术负责人			
毕业学校		2011年毕业于 <u>郑州大学</u> 学校 <u>计算机应用</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2023年~2024 年	数字孪生三门峡水利枢纽建设项目		项目技术负 责人兼设计 总工程师	负责项目实施、 控制项目安全、 质量、进度、成 本目标	/
2023年~2023 年	封丘县黄河河道采砂信息化智能 管理系统采购项目		技术负责人	负责项目实施、 控制项目安全、 质量、进度、成 本目标	/

身份证扫描件





毕业证书扫描件

<h1>硕士研究生 毕业证书</h1>		
<p>研究生 李永胜 性别 男，一九八六年 四 月 一 日生，于 二〇〇八年 九 月至二〇一一年 七 月在 计算机应用技术 专业学习，学制 三年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格， 毕业论文答辩通过，准予毕业。</p>		
培养单位： 郑州大学	校(院、所)长： 申长雨	
证书编号：104591201102002599	二〇一一年 七 月 一 日	

中华人民共和国教育部学历证书查询网址：<http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

河南省专业技术人员 职称证书 (高级)	
本证书由河南省人力资源和社会保障厅统一编号制发。	
	
河南省人力资源和社会保障厅制	
编号: N° 00462677	
从事专业	计算机
取得职称名称	高级工程师
取得职称级别	副高级
取得方式	资格确认
评审组织 (认定部门)	机械工业第六设计研究院有限公司 高级技术评审委员会
评审(认定) 通过时间	2019.09
发证单位	河南省人力资源和社会保障厅
	
姓名	李永胜
性别	男
出生年月	1986.04
工作单位	云河(河南)信息科技有限公司
证书编号	B201900001901282
2024年 0月 26日	


信息系统项目管理师资格扫描件

 <p>181800236</p> <p>持证人签名:</p> <p>Signature of the Bearer</p> <p>李永胜</p> <p>管理号: 11201410135</p> <p>File No.: 12005818</p>	<p>姓名: 李永胜</p> <p>Full Name</p> <p>性别: 男</p> <p>Sex</p> <p>出生年月: 1986.04</p> <p>Date of Birth</p> <p>资格名称: 信息系统项目管理师</p> <p>Qualification</p> <p>资格级别: 高级</p> <p>Qualification Level</p> <p>批准日期:</p> <p>Approval Date</p> <p>签发单位盖章:</p> <p>Issued by</p> <p>签发日期: 2012年5月16日</p> <p>Issued on</p>
--	---

软件设计师资格证书扫描件

 <p>1800808</p> <p>持证人签名:</p> <p>Signature of the Bearer</p> <p>李永胜</p> <p>管理号: 09215410249</p> <p>File No.:</p>	<p>姓名: 李永胜</p> <p>Full Name</p> <p>性别: 男</p> <p>Sex</p> <p>出生年月: 86.04</p> <p>Date of Birth</p> <p>资格名称: 软件设计师</p> <p>Qualification</p> <p>资格级别: 中级</p> <p>Qualification Level</p> <p>批准日期: 2009年11月</p> <p>Approval Date</p> <p>签发单位盖章:</p> <p>Issued by</p> <p>签发日期: 2010年06月</p> <p>Issued on</p>
---	--

网络工程师资格证书扫描件

 1801341	姓名: Full Name	李永胜
	性别: Sex	男
	出生年月: Date of Birth	86. 04
	资格名称: Qualification	网 络 工 程 师
	资格级别: Qualification Level	中 级
	批准日期: Approval Date	2010年5月
持证人签名: Signature of the Bearer	签发单位盖章: Issued by	
管理号: File No. :	签发日期: Issued on	2010 年 10 月 20 日

业绩证明材料扫描件

1. 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

中标通知书扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

项目已进场开展工作的相关文件扫描件

1. 合同项目开工申请表

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

2. 施工组织设计

数字孪生三门峡水利枢纽建设项目 施工组织设计

云河（河南）信息科技有限公司

二〇二三年八月



目 录

1 总则.....	1
1.1 编制说明.....	1
1.2 编制依据.....	1
2 工程概况.....	2
2.1 项目背景.....	2
2.2 项目意义.....	3
2.3 建设任务.....	3
3 实施组织机构.....	4
3.1 项目组织架构设置.....	4
3.2 实施组织.....	4
3.3 项目组织保障.....	6
4 实施设计方案.....	7
4.1 实施准备总体要求.....	7
4.2 技术准备.....	9
4.3 总体进度计划.....	10
4.4 里程碑节点.....	10
4.5 详细进度计划.....	12
5 建设任务.....	18
5.1 数字孪生平台.....	18
5.2 业务应用.....	36
5.3 信息资源共享.....	39
6 系统集成.....	41
6.1 数据集成.....	41
6.2 服务支撑.....	42
6.3 用户管理.....	42
6.4 单点登录集成.....	42
7 质量保证体系.....	43
7.1 项目质量目标.....	43
7.2 质量保证措施.....	43
8 安全保证体系.....	44
8.1 安全保证体系.....	44
8.2 安全管理保障措施.....	45
8.3 突发事件应急措施.....	45
8.4 保密管理.....	46

1 总则

1.1 编制说明

本报告是依据本项目合同及招投标文件,按照国家颁布的现行施工质量验收规范、施工规程和有关工艺标准进行编制。为本项目实施阶段提供较为完整的指导性技术纲领,用以指导项目实施,确保优质、高效、低耗、安全、文明、保质、保量的完成数字孪生三门峡水利枢纽建设项目,满足合同及招投标文件要求,同时符合国家、行业、三门峡水利枢纽信息化技术标准和规程规范规定的技术要求。

1.2 编制依据

1.2.1 项目相关文档

- (1) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目招标文件;
- (2) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目投标文件;
- (3) 数字孪生三门峡水利枢纽建设项目合同;
- (4) 《三门峡黄河明珠(集团)有限公司信息化建设规划报告》,2021年12月;
- (5) 《数字孪生黄河建设技术导则》,水利部黄河水利委员会,2022年12月;
- (6) 《数字孪生黄河建设规划(2022—2025)》,水利部黄河水利委员,2022年;
- (7) 《三门峡数字孪生枢纽建设方案》,2022年7月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《计算机信息系统安全等级保护划分准则》GB/T 17859-1999;
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239-2019;
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058-2019;
- (4) 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》GB/T 25070-2019;
- (5) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》GB/T 28448-2019;
- (6) 《信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南》GB/T 28449-2018;
- (7) 《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301-2018)
- (8) 《混凝土坝安全监测技术标准》(GB/T 51416-2020);
- (9) 《大坝安全监测自动化技术规范》(DL/T 5211-2019);
- (10) 《水库工程管理设计规范》(SL 106-2017);
- (11) 《水库大坝安全评价导则》(SL 258-2017);
- (12) 《水利信息化项目验收规范》(SL588-2013);

(13)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);

1.2.3 政策法规

(1)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，全国人大，2021 年 3 月；

(2)《“十四五”数字经济发展规划》，国办，2021 年 12 月；

(3)《中华人民共和国水库大坝安全管理条例》(2018 年修)；

(4)《新一代人工智能发展规划》，国发，2017 年 7 月；

(5)《国家信息化发展战略纲要》，中办、国办，2016 年 7 月；

(6)《中华人民共和国水法》(2016 年修)；

(7)《中华人民共和国防洪法》(2016 年修)；

(8)《促进大数据发展行动纲要》，国发，2015 年 8 月；

(9)《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》，水利部，2022 年 7 月；

(10)《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(11)《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》，水利部，2022 年 3 月；

(12)《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，水利部，2022 年 1 月；

(13)《“十四五”水安全保障规划》，发改委/水利部，2021 年 12 月；

(14)《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》，水利部，2021 年 11 月；

(15)《智慧水利建设顶层设计》，水利部，2021 年 10 月；

(16)《“十四五”智慧水利建设规划》，水利部，2021 年 10 月；

(17)《大中型水库汛期调度运用规定（试行）》，水利部，2021 年 6 月；

(18)《“十四五”信息通信行业发展规划》，工信部，2021 年 11 月；

(19)《“十四五”国家信息化规划》，网信办，2021 年 12 月；

(20)《计算机信息系统安全保护等级划分准则》，1999 年 9 月。

2 工程概况

2.1 项目背景

三门峡水利枢纽工程位于河南省三门峡市和山西省平陆县交界的黄河干流上，是黄河干流上第一座大型水利枢纽，被誉为“万里黄河第一坝”。三门峡水利枢纽工程是新中国成立后在黄河干流兴建的第一座以防洪为主，兼顾防凌、调水调沙、灌溉排水、防断流与改善库区生态环境、发电等任务的大型综合性水利枢纽工程，是黄河下游防

洪减淤工程体系的重要组成部分。工程于 1957 年开工建设，1960 年大坝基本建成，同年 9 月下闸蓄水，三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝，坝长 713.2 米，最大坝高 106 米，坝顶高程 353 米，枢纽总装机容量 45 万 kW，防洪库容近 60 亿立方米，控制黄河流域面积 68.84 万平方公里，占流域面积的 91.5%，控制黄河来水量的 89%和来沙量的 98%。

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程等方面的标准规范要求，结合水利部黄河水利委员会对三门峡水利枢纽数字孪生工程建设要求，明珠集团成立了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目组，开展了大量技术调研、方案设计等有关前期准备工作，确定了数字孪生三门峡水利枢纽建设项目建设目标任务、技术框架、建设内容等，完成项目招标和合同签订，全面启动数字孪生三门峡水利枢纽建设工作。

2.2 项目意义

本次项目建设基于三门峡水利枢纽工程信息化现状构建数字孪生平台，有效赋能当前已有、在建及拟建中的业务应用，实现工程安全、防洪运用等重点业务“四预”功能，有效保障工程安全稳定运行与综合效益最大发挥，提升精准决策管理能力，助力实现数字孪生三门峡水利枢纽工程稳定高速发展。

2.3 建设任务

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生水利工程等方面的标准规范要求，围绕工程安全和防洪运用两大核心业务，从信息化基础设施、数字孪生平台、应用软件等方面进行建设。按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，充分利用三门峡水利枢纽现有信息化资源，以多维多时空多尺度数据底板为基础，水利专业模型为支撑，构建典型业务应用场景，建设有三门峡水利枢纽特色的数字孪生平台。

(1) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设，包括枢纽工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备 BIM 模型构建，通过融合地理空间数据、基础数据、监测数据及其他相关数据，搭建数字孪生三门峡水利枢纽工程数据底板。

(2) 完成数字孪生模拟仿真引擎建设，实现数字孪生三门峡水利枢纽工程数据加载、模型计算、可视化渲染等功能，满足大容量、低时延、高性能等要求。

(3) 完成三门峡水利枢纽大坝安全分析预警模型、蓄水淹没模型等相关计算模型

研发，对大坝安全预警、防洪运用等提供有效支撑。

(4) 完成防洪运用系统、工程安全分析预警系统的开发及部署。

(5) 完成三门峡水利枢纽数字孪生平台建设，融合数字孪生场景、监测感知数据、水利专业模型。完成与数据中台的对接，实现委托人现有相关专业业务系统的集成。

(6) 完成本建设项目涉及的计算机系统等级保护测评。

(7) 完成本建设项目相关的管理制度、运维手册、操作规程、网络准入制度和系统使用说明书的编制。

(8) 完成软件平台的采购、安装和调试。

3 实施组织机构

3.1 项目组织架构设置

项目组织架构如下：

项目经理：赵凯华；

项目副经理：张军辉；

项目技术负责人兼设计总工程师：李永胜；

项目设计副总工程师：陈见长、姜成桢、张亚杰、徐东坡；

项目设总助理：程玺龙、杨婷婷。

3.2 实施组织

为实现本项目目标，设立数字孪生三门峡水利枢纽建设项目部，项目组织机构职能分为项目综合管理、数据底板及孪生引擎、工程安全分析预警业务系统、防洪运用业务系统。

组织架构如下：

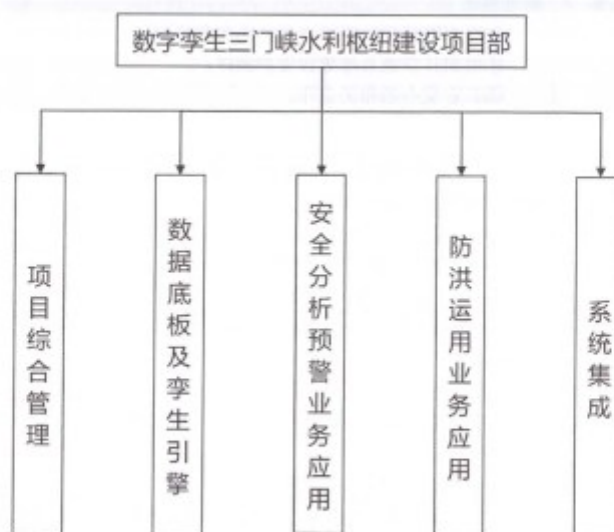


图 3.1 项目组织架构图

项目实施团队以项目经理为管理核心，各组组长负责项目关键技术和实现，向项目经理负责。

各组职责及组成见下表：

表 3.1 项目组织及其职责表

项目组名称	职责描述
项目综合管理	<p>1) 综合管理事项：</p> <p>①负责项目部重点工作的安排、协调和督办；</p> <p>②编制项目实施方案，分析研究项目建设的重大问题；</p> <p>③负责整体项目管理，负责范围、进度、成本、质量、风险、安全、沟通、干系人管理等工作；</p> <p>④负责项目部相关文件收发、会议、督办和协调等管理工作，项目资料管控与归档工作；</p> <p>⑤负责项目内部财务管理；</p> <p>⑥负责项目部办公、生活等物资的采购和管理。</p> <p>2) 合同管理事项：</p> <p>①负责项目采购的招投标及合同签订工作，建立合同管理台账；</p> <p>②负责对内、对外的合同执行、合同索赔和工程款结算等工作；</p> <p>③牵头负责项目对业主请款工作，对供应商的合同管理和支付工作等；</p> <p>④监管供应商合同履约。</p> <p>3) 质量管控事项：</p> <p>①监督落实项目内控执行；</p> <p>②组织编写并校核项目提交文档；</p>

项目组名称	职责描述
	③组织整理验收资料并提验收申请报告； ④组织计算机系统等级保护测评； ⑤其它交办的相关工作。
数据底板及孪生引擎	1) 负责基础数据、监测数据、业务数据、GIS+BIM 数据、外部共享数据收集整编及融合工作； 2) 负责数据底板构建； 3) 负责模拟仿真引擎开发工作； 4) 其它交办的相关工作。
工程安全分析预警业务应用	1) 负责工程安全分析预警业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责大坝安全分析预警模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
防洪运用业务应用	1) 负责防洪运用业务应用所需基础资料收集、模型集成等工作； 2) 负责业务应用系统需求调研、系统设计、系统开发工作； 3) 负责蓄水淹没模型、数据开发相关工作，为应用系统提供模型和数据保障。 4) 其它交办的相关工作。
系统集成	1) 负责与数据中台的对接； 2) 负责相关专业业务系统的集成工作。

3.3 项目组织保障

3.3.1 实行项目经理制

项目经理对本项目全权负责，中途遇特殊情况必须调配项目经理时，需经过申请由甲方项目协调领导组批准后方可更换。

经过任命的项目经理对项目组人员具有绝对的管理权力，同时也对项目负主要责任。

3.3.2 项目沟通协调管理

为了规范管理实施团队各项目小组，促进内部沟通，提高项目小组工作效率，确保工作进度，项目决定执行进度总结例会制度。

3.3.2.1 周例会

时间：暂定于每周五下午举行。

参会人员：甲方项目管理组核心成员、乙方各项目组组长及核心成员。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：各项目组长及主要骨干人员汇报本周项目进度情况，包括本周计划、本周计划完成情况、进度计划对比。同时会议中需要对下周工作内容进行详细描述。

项目实施过程中，遇到需要双方沟通协调的事项，在周例会中需做详细交流，避免因沟通不畅影响项目实施进度。

会议制度：

(1) 每周五 18:00 之前，综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作周报》(内容包含：本周计划进展情况、下周计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每周会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

3.3.2.2 月例会

时间：暂定于每月末最后一天。

参会人员：甲方项目管理组、乙方项目部核心成员等。

参会方式：线上线下两种方式结合，线上采用视频会议形式，线下参会地点根据项目进度及主要领导人员所在地合理安排。

会议内容：乙方项目总协调汇报当月工作进展情况，包括本月计划、本月计划完成情况、月进度计划对比、项目实施质量情况。双方项目成员需就本月计划完成情况展开讨论，根据项目进展情况及质量情况提出下一步工作开展方向。

会议制度：

(1) 每月最后一个工作日综合管理部汇总整理并提交《数字孪生三门峡水利枢纽建设项目工作月报》(内容包含：本月进展情况、下月工作计划、需要协调事项、其它问题)。

(2) 每月会议明确内容由综合管理部详细统计，形成会议记录按命名规则存在项目标准文件夹中，备份留存，确保项目实施过程有迹可循。

4 实施设计方案

4.1 实施准备总体要求

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规

范要求，推进数字孪生三门峡水利枢纽项目建设，建设三门峡数字孪生平台，构建工程“四预”智慧体系，实现数字工程与物理工程同步仿真运行，提升工程安全高效稳定运行水平。

围绕数字孪生三门峡水利枢纽建设目标和建设任务等工作主线，构建包含“四横两纵”的工程信息化总体架构。工程信息化总体架构见下图：

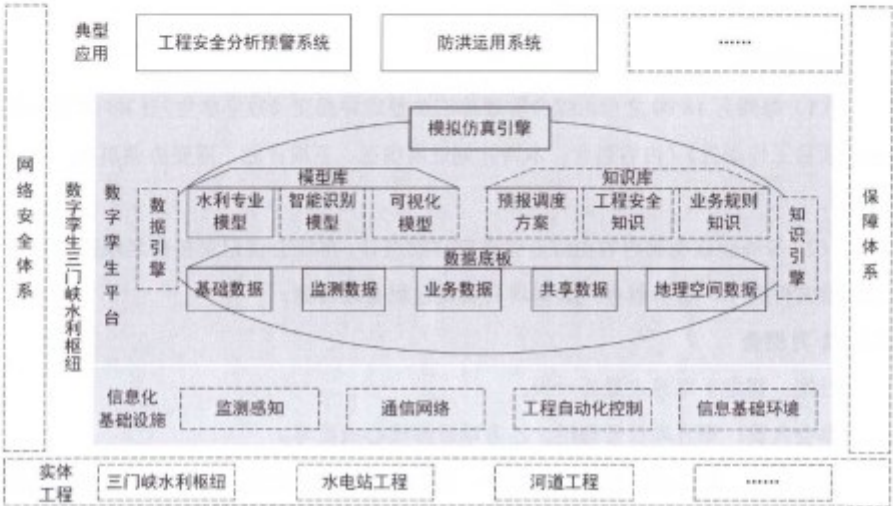


图 4.1 工程信息化总体架构图

本项目建设内容如下：

（1）数字孪生平台

本项目数字孪生平台建设内容包括数据底板、水利专业模型及孪生引擎等内容。

1）数据底板

本项目建设内容为融合基础数据、业务数据、监测数据、共享数据和地理空间数据得数据底板。

2）水利专业模型

本项目水利专业模型包括蓄水淹没模型、大坝安全分析预警模型。

3）孪生引擎

本项目建设内容主要包括全要素场景生成、可视化渲染和空间分析表达等模拟仿真引擎以及数据服务开发。其中数据服务开发基于明珠集团提供的数据中台进行数据开发工作，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据汇聚、分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑；

(2) 典型应用

本项目建设内容包括工程安全分析预警系统和防洪运用系统。

4.2 技术准备

4.2.1 技术要求

- (1) 系统使用渲染引擎进行开发，支持运行环境的跨平台；
- (2) 系统支持来自多种数据源的数据，支持数据的流畅显示；
- (3) 系统具有良好的中文支持，并拥有简体中文版的文档、手册；
- (4) 系统支持多源数据集成，能够充分调用已建设系统项目数据，保证项目数据延续性；
- (5) 提供三维 BIM 数据轻量化成果；
- (6) 平台 API 接口规范、齐全。

4.2.2 性能要求

性能满足以下参数：

- (1) 系统容量。平台静态用户（注册用户）无数量限制；平台动态用户（在线用户）访问按照应用场景不同做不同要求；
- (2) 系统稳定性。系统整体及其功能模块具有稳定性，保障 7×24 小时不间断运行，在正常情况下不会出现死机现象，不能出现系统崩溃现象；
- (3) 系统可靠性。保证系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性；
- (4) 适应性和易用性。系统在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，具有适应能力。软件操作简便，易学易用；运行稳定可靠，对错误操作进行友好提示，容错性好；
- (5) 易于维护性。系统的数据、业务以及涉及电子地图与孪生场景的维护方便、快捷。

4.2.3 数据准备

- (1) 数据底板方面，收集 GIS 数据、BIM 模型相关电子、纸质图纸，采集建模对象的外观信息。
- (2) 数据开发方面，分析整理工程安全分析预警系统、防洪运用系统所需基础数据清单，分析数据源并将所需数据与数据中台打通，为数据开发提供基础条件。
- (3) 工程安全分析预警系统方面，整理与大坝安全业务相关的大坝安全观测分析

年报、南瑞 DSIMS4.0 数据库字典、南瑞 DSIMS4.0 数据表结构及数据条目、监测仪器测点信息、工程安全预案、大坝安全鉴定报告、大坝安全会商报告、近期安全监测系统改造内容和计划等信息。

(4) 工程防洪运用系统方面，整理与防洪运用相关的地理空间数据、出入库流量过程、水库水位库容曲线、典型年分蓄水淹没数据。

4.3 总体进度计划

本项目整体服务期限为自合同签订后开始，整体计划工期为 13 个月，实际开工日期以委托人批准开工时间为准，根据招标文件需求满足如下里程碑节点实施。

4.3.1 2023 年完成目标

- (1) 完成数字孪生三门峡水利枢纽工程实施方案编制；
- (2) 完成软件平台采购、安装及部署工作；
- (3) 完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，包括 DEM、DOM、倾斜摄影等内容，覆盖调度运用时影响移民的范围；完成大坝主体建筑物及防汛关键机电设备（含金属结构）BIM 模型建设及工程基础数据、工程安全监测数据、业务数据融合工作；
- (4) 开展数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，初步实现大坝单测点安全预测和可视化展示。

4.3.2 2024 年完成目标

- (1) 完成工程建筑物及关键机电金结设备的 BIM 模型搭建，完成工程数据底板剩余数据融合工作，完善工程安全分析预警系统功能。
- (2) 完善数字孪生平台、大坝安全分析预警模型、工程安全分析预警系统开发及相关集成工作，并上线试运行。
- (3) 完成工程蓄水淹没模型开发工作，完成工程防洪运用软件开发工作，实现工程防洪运用系统上线试运行。
- (4) 完成合同要求的其他工作内容。

4.4 里程碑节点

4.4.1 数据底板

序号	项目	完成时间	备注
1	L2 级数据底板： 主要建筑物及关键机电金结设备 BIM 模型； 重要数据及模型的数据融合；	2023 年 9 月 30 日	

2	非主要建筑物及非关键机电金结设备 BIM 模型；	2023 年 9 月 30 日	
3	数据融合	2023 年 10 月 31 日	
4	子系统验收	2023 年 11 月 30 日	

4.4.2 工程安全分析预警系统

序号	项目	完成时间	备注
1	大坝安全分析预警模型	2023 年 9 月 30 日	
2	工程安全分析预警系统	2023 年 11 月 30 日	
3	子系统验收	2023 年 12 月 31 日	

4.4.3 数据开发

序号	项目	完成时间	备注
1	数据分析	2024 年 12 月 31 日	
2	数据服务	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.4 模拟仿真引擎

序号	项目	完成时间	备注
1	全要素场景生成	2023 年 10 月 31 日	
2	可视化渲染	2024 年 6 月 30 日	
3	空间分析表达	2024 年 6 月 30 日	
4	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.5 工程防洪运用系统

序号	项目	完成时间	备注
1	蓄水淹没模型	2024 年 5 月 31 日	
2	工程防洪运用系统	2024 年 6 月 30 日	
3	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.6 系统集成

序号	项目	完成时间	备注
1	数据集成	2024 年 6 月 30 日	
2	服务支撑	2024 年 6 月 30 日	
3	用户管理	2024 年 6 月 30 日	
4	单点登录集成	2024 年 6 月 30 日	
5	子系统验收	2024 年 8 月 15 日	

4.4.7 试运行及验收

序号	项目	完成时间	备注
1	合同完工验收	2024 年 8 月 31 日	
2	试运行结束	2024 年 11 月 30 日	
3	竣工验收	2024 年 12 月 31 日	

4.5 详细进度计划

4.5.1 数据底板

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	数据底板建设	2023 年 8 月 14 日	2024 年 6 月 30 日
1	BIM 建模	2023 年 8 月 14 日	2024 年 12 月 31 日
1.1	模型图纸收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.2	模型平台选定及建模规范梳理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 21 日
1.3	主要建筑物及关键机电金结设备	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.1	大坝土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.2	主、副厂房及生产楼土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.3	开关站土建模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
1.3.4	水轮发电机组	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 20 日
1.3.5	金属结构闸门及启闭设备	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 15 日
1.3.6	电源系统、母线、开关站等电气设备	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 30 日
1.4	非关键点状监测设备及巡检点 BIM 模型	2023 年 9 月 16 日	2023 年 9 月 30 日
1.5	模型更新	2023 年 9 月 30 日	2024 年 6 月 30 日
2	L2 级数据底板	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 20 日
2.1	DOM 处理、DSM 处理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 9 月 8 日
2.2	DOM 整理、匀色	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日

序号	任务名称	开始日期	完成日期
2.3	DOM 镶嵌并建立缓存	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 25 日
2.4	DSM 整体编辑（去除异常值、填补空洞）	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 25 日
2.5	DSM 与 L1、L3 级地形接边	2023 年 8 月 16 日	2023 年 8 月 20 日
2.6	DSM 人工编辑美化	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
2.7	倾斜模型资料收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 16 日
2.8	倾斜模型格式转换辅助地形编辑	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
2.9	倾斜模型修饰	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 10 日
2.10	倾斜模型切片及服务发布	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
3	基础数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.1	江河湖泊基础数据收集	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.2	水利工程基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
3.3	测站基础数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
4	监测数据收集整理	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.1	闸门监控数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.2	水情数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.3	工程安全监测数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
4.4	视频数据	2023 年 8 月 24 日	2023 年 9 月 1 日
5	业务数据收集整理	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.1	工程安全分析预警数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
5.2	防洪运用应用数据	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
6	外部共享数据收集整理	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.1	地理空间数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.2	雨情数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
6.3	水文监测数据	2023 年 8 月 21 日	2023 年 8 月 31 日
7	数据融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 10 月 31 日
7.1	重要数据及模型的融合	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.2	水下地形资料收集与分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
7.3	水下地形构建	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 15 日
7.4	水陆一体地形构建（水下与路上地形融合）	2023 年 9 月 15 日	2023 年 9 月 20 日
7.5	影像融合与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
7.6	地形成果切片与发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8	其他数据及模型的融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 30 日
8.1	倾斜模型与地形融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.2	BIM 模型与地形、倾斜摄影融合	2023 年 10 月 1 日	2023 年 10 月 20 日
8.3	GIS 服务发布	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.4	降雨等值面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日
8.5	断面分析服务	2023 年 9 月 20 日	2023 年 9 月 30 日

4.5.2 工程安全分析预警系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	大坝安全分析预警模型	2023 年 8 月 20 日	2023 年 12 月 30 日
1	需求调研	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 22 日
2	蓄水淹没模型研发	2023 年 8 月 25 日	2023 年 10 月 30 日
3	模型调试、优化	2023 年 10 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
二	工程安全分析预警系统	2023 年 8 月 20 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2023 年 8 月 20 日	2023 年 9 月 1 日
2	系统原型及 UI 设计	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 10 日
3	设计评审及确认	2023 年 9 月 10 日	2023 年 9 月 20 日
4	系统开发	2023 年 9 月 20 日	2023 年 11 月 20 日
5	系统测试	2023 年 11 月 20 日	2023 年 11 月 30 日
6	系统部署	2023 年 11 月 30 日	2023 年 12 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 1 日
8	系统优化完善	2024 年 3 月 1 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.3 模拟仿真引擎

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	全要素场景生成	2023 年 9 月 24 日	2023 年 10 月 30 日
1	需求分析	2023 年 9 月 24 日	2023 年 9 月 26 日
2	场景设计	2023 年 9 月 27 日	2023 年 10 月 1 日
3	资源收集与整合	2023 年 10 月 2 日	2023 年 10 月 9 日
4	场景搭建	2023 年 10 月 10 日	2023 年 10 月 25 日
5	场景优化完善	2023 年 10 月 26 日	2023 年 10 月 30 日
二	可视化渲染	2023 年 11 月 1 日	2024 年 3 月 18 日
1	需求分析	2023 年 11 月 1 日	2023 年 11 月 12 日
2	功能开发	2023 年 11 月 13 日	2024 年 2 月 19 日
3	测试封装	2024 年 2 月 20 日	2024 年 3 月 2 日
4	效果优化完善	2024 年 3 月 3 日	2024 年 3 月 18 日
三	空间分析表达	2024 年 1 月 1 日	2024 年 7 月 31 日
1	需求分析	2024 年 1 月 1 日	2024 年 1 月 18 日
2	功能开发	2024 年 1 月 19 日	2024 年 5 月 31 日
3	测试封装	2024 年 6 月 1 日	2024 年 6 月 15 日
4	功能优化完善	2024 年 6 月 15 日	2024 年 6 月 30 日

4.5.4 工程防洪运用系统

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	蓄水淹没模型	2024 年 3 月 4 日	2024 年 5 月 26 日
1	需求调研	2024 年 3 月 4 日	2024 年 3 月 10 日
2	蓄水淹没模型研发	2024 年 3 月 11 日	2024 年 5 月 5 日
3	模型调试、优化	2024 年 5 月 6 日	2024 年 5 月 26 日
二	防洪运用系统	2024 年 3 月 11 日	2024 年 6 月 30 日
1	需求分析	2024 年 3 月 11 日	2024 年 3 月 25 日
2	系统原型及 UI 设计	2024 年 3 月 26 日	2024 年 4 月 8 日
3	设计评审及确认	2024 年 4 月 9 日	2024 年 4 月 12 日
4	系统开发	2024 年 4 月 13 日	2024 年 6 月 13 日
5	系统测试	2024 年 6 月 14 日	2024 年 6 月 20 日
6	系统部署	2024 年 6 月 25 日	2024 年 6 月 30 日
7	系统试运行	2024 年 7 月 1 日	2024 年 9 月 30 日
8	系统优化完善	2024 年 10 月 1 日	2024 年 11 月 30 日

4.5.5 系统集成

序号	任务名称	开始日期	完成日期
一	环境搭建	2023 年 8 月 14 日	2023 年 8 月 20 日
二	单点登录集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
1	业务接口梳理	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 1 日
2	门户单点集成	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
3	集成测试	2023 年 8 月 25 日	2023 年 9 月 5 日
三	数据集成	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	梳理工程安全分析预警系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	梳理防洪运用系统数据需求	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
3	完成数据接口开发	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
四	服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
1	安全分析预警系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2023 年 11 月 30 日
2	防洪运用系统服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日
3	数字孪生平台服务支撑	2023 年 9 月 1 日	2024 年 8 月 15 日

5 建设任务

5.1 数字孪生平台

5.1.1 数据底板

5.1.1.1 GIS+BIM 数据

5.1.1.1.1 GIS+BIM 数据精度要求

根据《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）和《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）等文件要求，将数据底板中 BIM 和地理空间数据按照数据精度和建设范围分为 L1、L2、L3 等三级，L1 级是对全国范围内的数字孪生流域中进行低精度面上建模，建设主体为水利部；L2 级是对重点区域进行数字孪生流域精细建模，建设主体为流域管理机构或省级水行政主管部门；L3 级是进行数字孪生流域重要实体场景建模（主要包括重要水利工程及范围内的建模），建设主体为水利工程管理单位。相应 L2 级和 L3 级数据底板精度要求分别参照表 5.1 和表 5.2。

表 5.1 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L2 级数据底板精度要求

序号	建设内容和范围	指标参数或技术要求	备注
1	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DEM 数据	格网大小优于 15m	
2	大江大河及主要支流重要河段、湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 DOM 数据	分辨率优于 1m	
3	流域防洪等重要业务重点关注区倾斜摄影	分辨率优于 8cm	

注：参照《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》（水信息〔2022〕147号）

表 5.2 相关区域与工程 GIS+BIM 模型 L3 级数据底板精度要求

序号	指标	基础版要求	提高版要求	备注
1	工程管理和保护范围 DEM	格网大小优于 15m		
2	工程管理和保护范围 DOM	优于 1m 分辨率		
3	工程管理和保护范围倾斜摄影模型		优于 8cm 分辨率	
4	工程土建、综合管网、机电设备等 BIM 模型	LOD2.0		
5	闸门、发电机、水轮机等关键机电设备 BIM 模型		LOD3.0	

注：参照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）

表 5.3 BIM 模型精细度等级划分

等级	代号	包含的最小模型单元	模型单元用途
1.0 级模型精细度	LOD 1.0	项目级模型单元	承载项目、子项目或局部建筑信息
2.0 级模型精细度	LOD 2.0	功能级模型单元	承载完整功能的模块或空间信息
3.0 级模型精细度	LOD 3.0	构件级模型单元	承载单一的构配件或产品信息
4.0 级模型精细度	LOD 4.0	零件级模型单元	承载从属于构配件或产品的组成零件或安装零件信息

注：参照《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）

结合数字孪生水利工程数据底板 L2 级、L3 级要求以及《建筑信息模型设计交付标准》（GB/T51301-2018）中对 BIM 模型架构和精细度的要求（见表 5.3）和黄河水利委员会对三门峡水利枢纽工程数据底板建设要求（完成潼关-三门峡 L2 级数据底板构建，完成三门峡水库主体建筑物及关键机电设备 L3 级数据底板建设），本次拟对潼关-三门峡段工程管理和保护区范围进行 L2 级数据底板构建（明珠集团现有 GIS 数据已满足精度要求，本次不再重新建设），对三门峡水库主体建筑物如大坝主体、厂房及部分机电金结设备如工作闸门、水轮发电机组引水钢管、蜗壳等按照 LOD2.0 的模型精细度进行建设，对非关键水工建筑物、机电设备、金结设备需依据现状图片制作简模，安全监测设备需根据满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求进行建模。

5.1.1.1.2 BIM 建模

BIM 模型是数字孪生三门峡水利枢纽工程重点建（构）筑物、关键设备设施等相关数据的模型载体，也是数字孪生平台的基础信息模型，用于承载建（构）筑物、设备设施几何尺寸、形体结构、材质纹理和属性信息。BIM 模型的构建主要面向数字孪生平台业务，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、安全监测、防洪模拟以及工程运维管理的需求。

本次 BIM 模型构建主要对象包括工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，在工程建筑物 BIM 模型构建时明确大坝防汛电源、工程安全监测点、网络通讯节点、坝区视频点、巡检点等点位位置，同时构建的模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息。相应 BIM 模型应满足轻量化要求。

结合数字孪生水利工程相关技术要求、国家相关规范及黄河水利委员会对数字孪

生三门峡水利枢纽工程数据底板要求，针对当前三门峡水利枢纽工程现状和相关资料信息建立 BIM 模型，以满足工程展示、蓄水淹没模拟、安全监测以及工程运维管理的需求。

(1) 重点建筑物及关键机电设备

对于工程重点建（构）筑物、关键机电设备和金结设备等内容，按照 LOD2.0 的模型精度进行建模，模型单元可承载完整功能的模块或空间信息，模型能够明确相应几何表达精度信息，如建筑物尺寸、闸门尺寸、孔洞尺寸、特征高程等信息，建模范围及精度见下表。

表 5.4 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	左非坝、右非坝段	LOD2.0	手绘图	含坝前各层平台、坝后 302 平台、张公岛、钢桥以上水工建筑物、主要设备放置空间。
2		溢流坝	LOD2.0	手绘图	
3		隔墩隔墙坝段（含导墙、张公岛）	LOD2.0	手绘图	
4		电站坝段	LOD2.0	手绘图	
5		安装场坝段	LOD2.0	手绘图	
6		斜丁坝段	LOD2.0	手绘图	
7		2 条隧洞	LOD2.0	手绘图	
8		各层廊道	LOD2.0	图纸缺失	
9		主厂房	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施 包括机组（含水车室、压力罐）、289.5 层附属盘柜。
10		副厂房	LOD2.0	图纸缺失	含厂房 1 号、2 号、3 号防汛泵房，包括框架结构，门窗等设施。
11		生产楼	LOD2.0	图纸缺失	包括框架结构，门窗等设施。
12	机电和金结设备	水轮发电机组	LOD2.0	手绘图	1 至 7 号水轮发电机组引水钢管、蜗壳、锥管。 1 至 7 号水轮发电机组及自用变、自并变等相关附属设备设施（自用变、自并变依据现状图片制作简化建模）。
13		开关站	LOD2.0	图纸缺失	110kV 开关站及站内上下母线、旁母线，截水 2 开关、三铝 1 开关、互感器、截水线等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。 220kV 开关站及站内南、北母

					线、旁母线，站内三 221 开关、三 224 开关、三 226 开关、三 227 开关、三高线、三号线、互感器、耦合电容器等间隔设备设施，保护室及内部设备设施。
14		启闭设施	LOD2.0	手绘图	<p>主要启闭设备共 22 台(套)(含悬臂吊，包括设备放置空间)。</p> <p>坝前两台 1500kN 悬臂吊，1#~3# 底孔启闭机室及三台 3500kN/2500kN 液压启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 4000kN 固定卷扬式启闭机；1#、2#隧洞启闭机室及两台 2×1500kN 固定卷扬式启闭机；3#、4#深孔启闭机室及两台 5000/2500kN 液压启闭机；6#、7#底孔启闭机室及两台 6000kN 固定卷扬式启闭机；坝顶两台 4500kN 门式起重机，一台 2×1500kN 斜门液压启闭机。</p> <p>发电厂房 350t、2x200t 门机，尾水两台门机等。</p>
15		电源系统	LOD2.0	手绘图	<p>厂用 6KV 配电室、400V 配电室相关设备设施，1 号防汛配电室、2 号防汛配电室、坝电变系统、第四供电点、第九供电点、第五供电点等供配电设备设施。(主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模)。</p>
16		工作闸门	LOD2.0	手绘图	<p>1-7 号水轮发电机组工作闸门及闸门室，工作闸门油泵房、机组检修闸门</p> <p>隧洞工作闸门 2 扇尺寸 8m×8m、底孔工作闸门 12 扇尺寸 3m×8m、深孔工作闸门 12 扇(其中 1#-9# 深孔尺寸为 3m×10m, 10#-12# 深孔尺寸为 3m×8m)。</p>

(2) 非重点建筑物及非关键机电设备

对于非关键建筑物、机电设备、金结设备，依据现状图片制作简模，安全监测设备模型建设满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求，建模范围及精度见下表。

表 5.5 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	大坝及厂房工程	主厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	机组母线室（主要进行盘柜建设，盘柜位置、尺寸简化建模）；8号水池；尾水油泵房；高低压机室；机组通风通道。
2		副厂房	依据现状图片制作简模	图纸缺失	含三角母线室；工业供水廊道及变雨阀（变雨阀简化建模）；事故油池；防汛沙池；北大门、厂房防倒灌闸门。
3	机电和金结设备	开关站	依据现状图片制作简模	图纸缺失	302 栈桥及栈桥内三 111 开关、三 112 开关、避雷器等设备设施。 110kV-220kV 电缆廊道，主变转角塔，坝体引线。
4		水轮发电机组附属设施设备	依据现状图片制作简模	手绘图	8 号叉管进水钢管等，262 卧室泵房、深井泵房及有关设备设施。（包括水泵、管路出口，可采用相近水泵模型）。 269 廊道放空阀（采用柱体或相近阀模型），大小深井，262 排水廊道。
5		出线设备	依据现状图片制作简模	图纸缺失	1-7 号水轮发电机组母线（均采用封闭母线建模）、1 号、2 号、4 号、6 号、7 号主变压器，11 号、12 号、13 号、15 号厂用变压器等。
6		事故/检修闸门	依据现状图片制作简模	手绘图	含隧洞事故检修门 4 扇尺寸为 3.5m×11m、叠梁门 1 套、斜门 12 扇（1#-12#号底孔前）。
7		拦污栅	依据现状图片制作简模	手绘图	每孔四片栅包含底栅一片、中栅两片、头栅一片，五台发电机组，每台机组前有四个入水孔共 80 片栅片。
8		安全监测设备、视频监控节点	满足空间占位、主要颜色等粗略识别的要求	纸质 CAD 图	大坝安全监测设备包括：坝体变形监测（350.2 廊道 1#弓张线（17 台引张线仪）、315 廊道 2#、3 张线（16 台引张线仪）、290 廊道 4#张线（8 台引张线仪）、正垂线（3 条、6 台垂线坐标仪）、倒垂线（7 条、10 台垂线坐标仪）），左岸山体变形监测（多点位移计（1 套、6 支多点位移计）），坝基沉陷监测（静力水准（1 套、6 台静力水准仪）），裂缝接缝监测（测缝计 19 支）；坝基扬压力监测（渗压计 71 支），坝体渗漏监测（量水堰 2 台），绕坝渗流监测（渗压计 6 支）；测压管水温监测（渗压计 71 支），廊道气温监测（温度计 3 支），坝区气温监测（百叶箱一个、温度计 1 支），接缝裂缝监测（测缝计 11 支）

（3）非关键点状监测设备及巡检点

对于网络通讯节点、巡检点等，按照满足二维化或符号化识别的要求进行建设，建模范围及精度见下表。

表 5.6 BIM 模型建模范围、精度要求及资料可利用情况

序号	建模范围	建模部位	精细程度	图纸情况	备注
1	监测设备及巡检点	网络节点	满足二维化或符号化识别的要求	纸质 CAD 图	巡检点、视频节点进行粗略定位。

5.1.1.1.3 地理空间数据（GIS）

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据空间基准与数据组织采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）、高程基准采用 1985 国家高程基准、时间系统采用公历纪元和北京时间。

三门峡水利枢纽已于 2020 年采集了部分相关地理空间数据，数据精度满足数字孪生三门峡水利枢纽建设要求，可直接加以利用，本次不再重复建设。当前三门峡水利枢纽工程已有地理空间数据清单如下。

表 5.7 已有地理空间数据清单

序号	数据类型	参考系	高程基准	数据精度	数据格式	数据范围	采集方式	时间
1	DEM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.5m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
2	DOM	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.2m	tif、tifw	三门峡水利枢纽 1985 国家高程基准 334m 高程外扩 100m	航飞	2020
3	倾斜摄影	CGCS2000	1985 国家高程基准	0.05m	/	4 座水文站、大坝、部分城区、4 座大桥	航飞	2020

三门峡水利枢纽已有 DEM、DOM 数据已覆盖保护区范围，倾斜摄影数据仅涵盖水文站、大坝、部分城区及大桥，未包含导墙、张公岛、中流砥柱等标志性建筑物。

本次对导墙、张公岛、中流砥柱建立倾斜摄影模型，满足 L2 级数据底板的要求。

5.1.1.2 基础数据

基础数据包括三门峡坝区、库区及下游影响区内各类水利对象的特征属性，主要包括流域、河流等水域类对象，水工建筑物、机电设备、金结设备等水利工程类对象，大坝安全监测点、视频监控点、雨量监测点、水位监测点、流量监测点等监测站（点）类对象，工程运行管理机构、人员、资产等工程管理类对象。根据招标文件要求，基础数据特征属性参考 SL/T213，对对象进行统一编码。基础数据从数据中台获取，数据需求清单如下。

表 5.8 基础数据需求清单

序号	抽象类	实体类	属性	数据来源
1	江河湖泊	流域	流域编码、名称、集水面积等	数据中台
2		河流	河流编码、名称、级别、长度等	数据中台
3	水利工程	水工建筑物	编码、特征值、水位库容曲线、闸孔泄流曲线、尾水位下泄流量关系曲线等	数据中台
4		机电设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台

5		金结设备	编码、类型、名称、设计参数等	数据中台
6		水文测站	测站编码、名称、经纬度等	数据中台
7		水位监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
8		雨量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
9		流量监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
10		工情测站	编码、名称、经纬度等	数据中台
11		视频监控点	编码、名称、经纬度等	数据中台
12		安全监测设备	编码、名称、监测类型、经纬度等	数据中台

5.1.1.3 监测数据

监测数据主要包括三门峡水利枢纽的大坝安全监测、视频监控、雨量监测、水位监测、流量监测等数据，通过数据中台将数据汇入数据底板。

(1) 闸门监控数据：主要包括闸前水位、闸后水位、流量、闸门启闭状态或液压机状态、开启高度、电流、电压、温湿度、限位保护、荷重保护、相序故障、PLC 状态等信息。

(2) 水情数据：包括水位、流量、雨量等数据；工程所在流域的雨情、水位、流量、洪水预报等数据。

(3) 工程安全监测数据：包括水工建筑物位移、渗流、环境量等数据信息。

(4) 视频数据：主体建筑物关键部位、管理区出入口等控制位置和关键位置、闸室、闸前、闸后的视频信息。

监测数据需求清单如下：

表 5.9 监测数据需求清单

序号	测站	监测数据	数据来源
1	水文测站	水位、流量、含沙量、水温、冰情等	数据中台
2	水位监控点	水位	数据中台
3	雨量监控点	降雨量	数据中台
4	流量监控点	流量	数据中台
5	工情测站	闸门、发电机组等机电、金结设备的运行数据	数据中台
6	视频监控点	视频信息	视频监控平台
7	安全监测点	渗流、渗压、应力、应变等数据、环境量	数据中台

5.1.1.4 业务数据

业务数据主要指工程安全分析预警系统、防洪运用系统中产生的相关数据。针对三门峡水利枢纽工程安全分析预警、防洪运用应用业务需求,收集整理分析评价数据、调度成果数据、调度方案、调度规则等专题数据。

5.1.1.5 外部共享数据

外部共享数据是从上级水利部门、地方政府及其他机构收集支撑业务系统建设需要的相关共享数据,主要包括流域水雨情、上级部门下达的调度指令,以及有关部门共享的突发事件、生态环境、气象等数据。根据相关部门数据的实际可利用情况,进行外部共享数据的汇聚和使用。

地理空间数据:水利部共享的全国 30mDEM、2mDOM;

气象数据:中央气象台等气象网站卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息;

雨情数据:中央气象台、河南水利厅等实时降雨、降水形势预报、降雨量预报等信息;

水文监测数据:河道、水库水位、流量等监测信息和预报成果。

5.1.1.6 数据融合

数据融合将三门峡水利枢纽基础数据、监测数据、业务数据、地理空间数据、外部共享数据等按标准规范统一编码和映射,建立空间实体对象与业务对象间的关系连接,通过统一接口规范及索引技术实现业务数据的融合和应用,实现数字孪生三门峡水利枢纽工程业务应用中实体对象与业务数据的图形交互应用,支撑实时数据渲染、数据综合查询、空间分析应用、多维度统计分析等功能。

5.1.2 水利专业模型

5.1.2.1 大坝安全分析预警模型

聚焦三门峡水利枢纽大坝安全监测业务,基于已建设的三门峡大坝安全自动化监测系统,建立大坝安全分析预测模型,为三门峡水利枢纽大坝安全监测的监测效应量提供有效预测。

为提升大坝安全监测数据利用价值,根据招标文件要求,在现有系统的基础上,基于大坝安全监测数据(包括实时监测数据、人工采集数据、历史数据)、建筑结构数据、水利工程基础数据等,整理整编后的监测效应量观测序列,结合实时水位等资料,采用数理统计的原理,研发单测点数理统计模型。以水位、降雨、气温等环境量作为

自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

本系统涉及监测物理量主要包括：①大坝温度监测；②坝体及坝基变形监测；③坝基扬压力监测；④绕坝渗流监测；⑤左岸山体变形监测；⑥近坝区变形监测；⑦大坝裂缝及接缝监测；⑧大坝沉陷监测；⑨坝体渗漏监测。

5.1.2.1.1 模型功能

以水位、降雨、气温等环境量作为自变量因子，以变形、渗压等各类监测量作为效应量，采用数学统计方法建立定量描述效应量和自变量之间关系的数学方程。揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度，并以此为基础进行预测预警。

5.1.2.1.2 模型性能

单测点计算时长控制在 5s 内。

5.1.2.1.3 模型输入输出

输入：水位、降雨、气温等自变量，变形、渗压等效应量。

输出：效应量和自变量之间关系的数学关系。

5.1.2.1.4 模型算法

单测点数理统计模型分为渗压数理统计模型和变形数理统计模型，其本质都是通过建立环境量与效应量的数学关系，揭示大坝渗压、变形等效应量的变化规律以及环境量对它的影响程度。常用的数理统计模型包括多元线性回归模型、逐步回归模型、主成分回归模型、偏最小二乘回归模型等，在模型研发时根据数据情况及模型拟合效果等因素进行选择。

（1）多元线性回归模型

多元线性回归是一种统计学方法，它可以用来分析多个自变量与一个因变量之间的关系。因变量是要被预测的变量，而自变量是影响因变量的变量。多元线性回归的基本思想是，通过拟合一条直线（或者一个多项式），来表示因变量与自变量之间的关系。这个直线（或多项式）就是回归线，用来预测因变量的值。

为了确定回归线的方程，需要确定回归系数。回归系数表示了每个自变量对因变量的影响程度，回归系数的计算需要一组观察数据，也就是因变量与自变量的观察值。

在多元线性回归的分析中，常使用最小二乘法来确定最佳的回归系数，最后，根据得出的回归系数，得到描述自变量与因变量之间的定量数学关系。

(2) 逐步回归模型

逐步回归分析法是在多元线性回归模型的基础上引入因子逐步选入和剔除机制，通过引入影响因子，引入第一个影响因子后，根据其对因变量影响程度的大小，按照从大至小的顺序一个一个地引入到回归方程中。当引入的影响因子比先前引入的影响因子显著性高，使得先前引入的影响因子不显著时，则将不显著因子剔除。依此类推，逐步回归计算时，是按步骤引入影响因子，并按步骤剔除不显著因子，在计算的每一步都要进行统计检验(F 检验)，从而使得每次引入新的影响因子前，回归方程中只含有显著影响因子，以此类推，直到所有显著影响因子都被选入回归方程中，得到最优回归方程解。

(3) 主成分回归模型

主成分分析就是综合筛选出原始变量信息系统中具有最佳解释能力的新综合变量(即成分)，并用这些成分建模。主成分分析就是将原始 p 个变量 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ ，进行信息重新综合调整，并从中提取 m 个新综合变量 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_m (m < p)$ ，使得该 m 个综合变量最多的概括原始数据信息，即，在保证数据信息损失最少的原则下，对高维变量空间进行降维。

(4) 偏最小二乘回归模型

偏最小二乘回归的核心原理是通过对解释变量和被解释变量的相关性进行建模，通过矩阵分解算法(如奇异值分解)，找到与目标变量最相关的预测变量，并将原始数据降维到一个更低维度的表示，对降维后的数据进行回归分析，得到一组偏回归系数，表示原始数据中的主要信息，将原始数据乘以偏回归系数得到的降维后的数据(即得分)作为新的预测变量，进行回归分析，以预测目标变量，从而预测被解释变量。偏最小二乘回归构建一组新的解释变量，这些新的解释变量是原始解释变量的线性组合，从而减少了原始解释变量的数量，同时保留了关键的信息。然后使用这些新的解释变量和被解释变量建立回归模型，并通过交叉验证方法评估模型的准确性。最后，通过建立的回归模型预测被解释变量。

5.1.2.1.5 模型率定及验证

大坝安全分析预警模型构建是一个持续迭代、提升的过程。模型参数率定的主要

目的是为使模型拟合值与实际观测值之间的偏差尽可能小。模型参数率定方式主要有模型指标率定法、残差检验法、动态数据率定法等，在模型研发时根据实际情况进行选择。

(1) 模型指标率定法

统计模型的精度检验指标有复相关系数 R 、剩余标准差 S 等，这些指标是衡量回归是否有效，模型精度是否合格的重要依据，结合这些指标，对模型参数进行率定是常用的方法。一般来说复相关系数 R 越大（一般要求 $R > 0.8$ ），剩余标准差 S 越小，说明回归方程的精度越高，回归方程的质量越好；同时，由于 S 中含有观测误差成分，因此 S 还是监测效应量观测精度的一种间接反映。因此针对不同监测对象，选用合理的回归方法，力求模型精度检验指标最优的表达式，可作为参数率定的标准。

(2) 残差检验法

从理论上讲，回归方程拟合值与实测值的残差序列应为一个均值为 0，方差为的正态分布随机序列。因此，如果经检验不符合上述条件，且残差序列中存在周期项、趋势项等规律性成分时，则需从预置因子集等角度对回归方程作进一步改进。

(3) 动态数据率定法

统计模型是根据历史监测数据建立的数学模型，分析建筑物发展变化规律并对未来作出预测，本质上是一种基于历史工况的经验模型。当发生超历史荷载工况的情况是，统计模型的预测精度下降明显，这时就有必要根据最新的监测数据和荷载情况对因子组合、因子形式、计算时段等模型参数进行持续修正、更新。

5.1.2.2 蓄水淹没模型

现有的防汛抗旱指挥调度系统蓄水淹没模型仅支持实时淹没情况分析，且精度不高，需对蓄水淹没模型进行提升，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演，满足水利工程“四预”业务基本要求。

根据招标文件要求研发蓄水淹没模型，模型输入数据包括初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。输出包括当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布等，并可支持对历史水位情况随环境变化的回溯。同时可结合 GIS 数据情况，实现淹没范围内的区域呈现，为三门峡水利枢纽防洪运用业务提供库区淹没分析支撑。

5.1.2.2.1 模型功能

构建基于三门峡水利枢纽蓄水淹没模型，支撑库区淹没范围动态变化模拟，实现典型历史淹没过程复盘、未来淹没趋势预演。

5.1.2.2.2 模型性能要求

满足三门峡水库蓄泄过程中库区的水位变化模拟需要，满足不同情景库区淹没范围变化模拟的需求，计算速度满足场景渲染的需要。

5.1.2.2.3 模型输入输出

输入：初始库水位、入库流量过程、出库流量过程、水位库容曲线等。

输出：当前和未来一段时间内库区沿程断面水位的变化过程、某一时刻的水位、淹没范围、水深分布。

5.1.2.2.4 模型算法

目前，对于水库淹没范围的模拟，较常规方法有伯努利方程推算库区回水，该方法难以满足对库区淹没的持续动态模拟，水动力学模型能够模拟整个调度过程中蓄泄水时库区各位置的水位起伏变化，因此，采用水动力学模型建立库区淹没模型。

模型采用一维圣维南方程构建，包括水流连续方程和水流运动方程：

水流连续方程：

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_i$$

水流运动方程：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2 \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{BQ^2}{A^2} \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z = -gA \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{gn^2|Q|Q}{A(A/B)^{4/3}}$$

式中： x 表示沿流向的坐标； t 表示时间； Q 表示流量； z 表示水位； A 表示断面过水面积； B 表示河宽；为单位时间单位河长汇入（流出）的流量； n 为糙率； g 表示重力加速度。

5.1.2.2.5 模型率定及验证

采用实测洪水过程结合实测断面对模型进行参数率定和验证，将实测水位变化和计算结果进行对比，保证误差在精度控制范围内。

5.1.3 孪生引擎

5.1.3.1 数据引擎

根据数字孪生水利工程建设技术导则相关要求，数据引擎提供多维多时空尺度数

据汇聚、清洗、转换、共享、展示、计算、更新等服务能力。

三门峡黄河明珠集团当前正进行数据中台项目建设，以数据中台对接集团相关信息化业务应用系统，实现数据的汇集、清洗、转换、治理。本项目基于数据中台进行数据开发工作，通过开发可靠高效的数据处理程序，实现所需基础数据、监测数据、外部共享数据的数据分析和数据服务，为数字孪生平台提供数据支撑。

5.1.3.1.1 数据汇集

基于“一数一源”的原则，构建系统数据资源池体系，实现数字孪生工程管理数据统一标准、统一环境。数据汇聚聚合工程全量数据，为工程提供数据综合分析。主要包括：

(1) 数据自动抽取：主要依托已建或新建的业务应用系统

水情监测、安全监测、视频监控等前端传感设备实时采集现场数据，通过有线/无线网络传输，建立监测数据库，实现数据资源的接收、处理与存储。

(2) 数据人工整编：基础数据资料整编入库内容包括管理体系架构基础数据、工程设施基础数据、机电设备基础数据、监测监控监视基础数据等静态结构化、半结构化、非结构化数据资源，以及工程建设过程、运行维护管理过程中需要人工采集、报送、入库的实时、动态数据资源，通过人工数据整编处理，建立基础数据库。

(3) 外部资源共享：外部数据资源涉及到水文、气象、遥感数据，水利行业内部和外部需要共享应用的数据资源。通过数据共享服务专用通信链路，实现外部数据资源的交互共享服务，其中包括结构化、非结构化数据资源，建立共享资源库。

三门峡水利枢纽已建设数据中台项目，相应数据汇集工作由数据中台提供，本次不再重复建设。

5.1.3.1.1.1 数据汇集范围

(1) 水库调度运行相关数据

主要包括三门峡水库的水情、雨情、泥沙监测数据；三门峡水库及主要支流洪水预报数据；汛情预警数据等。

(2) 大坝安全监测系统

主要包括大坝变形、渗漏、应力应变、环境等自动监测数据；安全监测巡视检查数据；人工安全监测数据等。

(3) 库区视频监控系统

主要包括库区已有视频摄像头基础数据、空间数据及视频流调用地址等。

(4) 安全生产管理相关系统

主要包括危险源、安全隐患、应急响应等数据。

(5) 外部单位相关系统

主要包括管理范围和影响区域内等社会经济数据；黄河流域等气象、水情、汛情监测数据；黄河流域的水雨情预报数据；上级单位的调度指令等。

5.1.3.1.1.2 数据汇集设计

数据源是数据产生源头，主要是各个业务系统、线下收集及外部共享数据，业务系统包括生产运行系统、大坝安全监测系统、库区视频监控系统等三门峡水利枢纽已建或拟建业务系统；线下数据主要来自各业务处室，主要指离线生产的数据；其他外部数据主要来自水利部数字孪生平台和数字孪生黄河系统等网络数据。

通过数据引擎提供的数据接入、存储能力，可以将明珠集团内部各个业务系统的数据采集汇聚到数据引擎平台，实现数据分析挖掘利用。数据引擎平台提供多种数据接入工具，支持接入多样化的数据格式，包括关系型数据库数据、实时数据、文件数据、图片数据、日志数据等。

通过文件加载、数据库数据同步、消息队列、报文接口、文件获取 / 接收等方式，实现对数据源层中基础数据、监测数据、业务管理数据三种类型数据的获取，根据不同数据类型，数据不同的时效性要求，分别展开作业调度，实现数据的自动收集、整理、清洗、转换，并接入到数据存储层。

数源部门应遵循“一数一源，数据共享”的原则采集信息，能通过共享获取的，原则上不重复采集。

(1) 数据库数据采集

首次数据采集遵循全量而非抽样的原则，采集多种数据来源，前端与后端、业务数据库的全面采集。

采用全量同步（一次性同步全部数据）和增量同步（同步两个数据库不同的部分）两种方式，从各业务系统数据库同步数据。

对数据同步过程进行监控，可通过浏览相关日志了解数据同步过程的详细信息，并支持对数据同步执行过程进行干预和调整。

(2) 文件采集

文件采集功能通过标准化接口从不同存储位置同步和存储主流类型的文件，提取语义标签、文件搜索，包括文档、图片、音频和视频等。

文件采集通过接口对文件进行各类操作，实现上传、下载、重命名、移动等功能。

支持对不同文件类型提取语义标签，便于对文件进行全文搜索。

支持文件搜索，可以限定名称、类型、创建日期等条件。

支持对存储在各类主流格式文件中的结构化数据进行解析和入库，包括但不限于 xml、txt、excel、csv 等。

5.1.3.1.2 数据分析

基于数据中台实现数据分析功能，对数据进行综合统计分析，分析结果以接口形式进行调用。数据分析包括基础数据分析、监测数据分析、业务数据分析等内容，根据数据底板、水利专业模型和业务应用的具体需求开展相应数据分析工作。如基于数据中台相关数据进行描述性统计，对监测数据、业务数据等进行包括均值、标准差、极差、频数分布等指标的计算和图表展示；对不同数据之间进行比较分析，包括相关性分析、方差分析、t 检验等方法，以揭示它们之间的关系和差异；同时可基于相关数据进行趋势分析、周期性分析、回归分析等内容，以助力工程趋势变化和规律研判。

5.1.3.1.3 数据服务

对不同业务系统的数据形成数据服务，形成业务服务对象定义，提供数据资源及数据分析结果的即时查询，实现对不同业务系统关联业务数据的访问。

5.1.3.1.3.1 基础数据服务设计

通过对基础数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接口直接访问的基础数据服务，为各业务应用提供基础数据访问支撑。如三门峡水库基本信息数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库基本信息数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的基础数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.2 监测数据服务设计

通过对监测数据库中的各类信息的服务化封装，形成可供用户基于标准化 API 接

口直接访问的监测数据服务，为各业务应用提供监测数据访问支撑。如三门峡水库水位数据，通过采用 REST 服务方式，调取水库水位数据。

服务开发包括数据 API 访问层、请求响应模块、数据服务模块；请求响应模块用于接收用户在操作界面的操作请求，并将操作请求传给数据服务模块；数据服务模块根据用户操作请求调用数据 API 访问层；数据 API 访问层从统一数据管理平台中的监测数据单元中获得与用户操作请求对应的数据，并将数据以规定的格式返回给数据服务模块，数据服务模块将数据返回到接口调用方。

5.1.3.1.3.3 专题业务数据服务设计

专业应用服务主要为各核心业务提供专业数据分析处理服务，包括工程安全服务、防洪运用服务等，为专业应用模块提供统一的专业数据服务支撑。

5.1.3.2 模拟仿真引擎

数字孪生模拟仿真引擎满足数据加载、模型计算、可视化渲染等大容量、低时延、高性能等要求；提供丰富的开发接口，支撑上层业务应用。提供数据底板数据加载、场景管理、空间分析、三维渲染、特效处理等服务能力，实现物理工程的同步直观表达、工程运行全过程高保真模拟。

5.1.3.2.1 全要素场景生成

全要素场景是将植被、道路、水域、建筑等全场景的模拟再现；以及视觉真实、物理模拟、地理信息、实时交互等多要素融合叠加，帮助水利行业数字化升级，实现基于视觉孪生、物理孪生及时空孪生的场景应用。全要素场景服务是一个基于时空数据的引擎，将输入系统的所有静态数据、动态数据通过时空结构（特别是空间结构）结构化成为一个有机体，对其他模块提供一切关于时空场景的服务。

全要素场景是数字孪生模拟仿真引擎的基础。通过生成大范围的全要素场景底板，进行物理流域、工程的全要素的数字化映射，承载工程安全分析预警、防洪运用应用等专业业务应用。

完成流域级场景、工程级场景、设施级场景的构建，生成不同精度等级的场景底板，生成可配置服务，根据不同大小范围的流域、工程区域等场景需求进行选取。

5.1.3.2.2 可视化渲染

实现天气效果、日照变化、材质体现、光影效果、水位变化等渲染功能；能够通过物理流域或工程进行可视化渲染，达到真正意义上的将现实世界孪生仿真到虚拟

世界。

(1) 自然背景可视化

主要实现水利工程周边自然背景（如不同季节白天黑夜、不同量级风雨雪雾、日照变化、光影等背景）的可视化渲染。

1) 光照状态可视化

输入：时间

输出：太阳、月亮的光线，场景光照阴影变化。

为实现真实的光照效果，场景光照基于天体运行规律进行计算。给定任意时刻，精确计算该时刻对应的太阳、月亮方位，模拟真实的光照环境及光影变化，整个场景的昼夜更迭、光照变化等仿真均与真实世界一致。

2) 四季环境可视化

输入：时间

输出：不同季节对应的植被状态

库区周边环境随季节变化呈现出不同的景观效果，根据其变化特点，尤其是植被景观的变化，构建由时间驱动的四季环境可视化模型，逼真模拟出三门峡水利枢纽周边环境的季节变化特征。

3) 天气状态可视化模型

输入：气象信息

输出：大气云层、不同量级风雨雪雾、场景积水积雪效果

能够根据气象信息数据，实现相应的天气效果仿真。

能够根据风、云、雨、雪、雾等气象数据，实现相应的天气效果仿真。大气云层通过体积云技术进行构建，可以从太空、地面等多种视角进行浏览；风主要通过动态流场进行可视化，并可在场景中对植被、旗帜等产生影响；雨、雪主要以粒子系统进行可视化，并对场景的积水、积雪效果进行仿真；雾通过环境光照技术实现，根据不同量级对孪生场景的能见度进行控制。

(2) 工程运行可视化

主要实现三门峡水利枢纽调度运行过程的可视化，以模型计算及实测的水位、流量过程为输入，通过可视化模型实现库区及下游河道水流过程动态可视化呈现。

输入：水库水位、高精度数字高程模型

输出：水库库区淹没状态

在高精度数字高程模型的基础上，给定库水位，精确模拟库区淹没。

5.1.3.2.3 空间分析表达

实现基于 GIS 引擎分析的结果（淹没分析、水库水位库容面积计算等水利行业相关的分析计算等）进行数据渲染，为防洪运用、数据分析、数据统计等提供辅助决策支撑。

5.2 业务应用

5.2.1 工程安全分析预警系统

针对工程结构特点、安全隐患与薄弱环节，基于数字孪生场景，集成工程安全相关信息，建设包含安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等功能的工程安全分析预警系统，实现工程安全“四预”相关功能。

5.2.1.1 综合监视

在数字孪生场景中展示安全监测设备点位分布、设备基础信息、实时数据、特征值等内容，对于异常情况进行报警提醒。

（1）安全监测设备点位分布

实现监测数据对应的监测点位在三维场景中的定位功能，将安全监测设备点位进行可视化展示。

（2）设备基础信息

设备基础信息包含监测设备类型、设备参数、监测时间、监测值、监测方式等设备基础信息。

（3）实时数据

实时数据包含工程安全监测设备点位的实时监测数据，可对监测信息进行实时查看。

（4）特征值

包含大坝温度、坝体及坝基变形、坝基扬压力、绕坝渗流、左岸山体变形、近坝区变形、大坝裂缝及接缝、大坝沉陷、坝体渗漏等指标的特征值数据。

（5）异常情况报警

融合场景展示功能，对监测指标异常或者指标变化异常状态进行实时报警提醒。报警信息包括报警对象、发生时间、报警性质、确认时间、消除时间等。

5.2.1.2 安全性态预测

实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测并展示其变化趋势。

(1) 大坝变形和渗压预测

基于现状条件、拟定的水库运用边界条件，结合监测数据，建立大坝安全分析预警数理统计模型，实现指定工况条件的大坝变形和渗压预测。

(2) 变化趋势展示

基于大坝安全分析预警数理统计模型对渗压、变形等进行预测并展示指定工况条件下的变化趋势。

5.2.1.3 安全风险预警

结合预警指标实现安全风险分级预警功能，及时将预警信息通知到相关部门。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。

(1) 基于实时监测数据和相应预警阈值的预警

根据安全监测数据及预警值信息，判断当前监测点位是否超阈值，若超阈值则根据预警指标生成安全风险分级预警信息，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 基于模型分析、预演结果的预报预警

基于大坝安全分析预警模型及安全状态预演结果，结合预警指标生成风险分级预测信息，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.1.4 安全状态预演

结合大坝安全分析预警模型和工程安全规程与应急预案对典型工况、超标洪水情况下大坝变形、渗压进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景的各种要素，助力科学制定和优化调度方案。

5.2.1.5 安全处置预案

实现对工程安全相关的应急预案、标准、规定等统一管理，能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性，并对外提供服务接口。

5.2.2 防洪运用系统

基于数字孪生场景，实现视频监控和实时监测数据汇集，建设防洪运用业务场景，可视化呈现流域基本信息以及三门峡水利工程水位、闸孔开合等情况，基于来水预报

数据、蓄水淹没模型对不同调度方案的运行情况进行可视化展示及预演，为防洪运用业务提供数据可视化支持及会商支持，实现防洪调度“四预”相关功能。包含综合监视、防洪预报、防洪预警、防洪预演、防洪预案等功能。

5.2.2.1 综合监视

在数字孪生场景中展示雨水沙情实时/历史信息，支持雨水沙情、大坝工情、库区泥沙监测、库区淤积、库区险情、防汛物资/队伍等实时/历史信息可视化查询展示，统计对比分析。

(1) 雨情信息查询展示：通过雨量监测站点数据绘制黄河流域降雨实况及历史等值面，可通过选择日期框，展示对应日期的面雨量实况，同时可以查询重要雨量站点的降雨过程。

(2) 水情信息查询展示：主要包括关键水库的出入库流量和水位信息，河道流量（含沙量）、水位信息，同时还可以查询水库库容曲线、泄流曲线、防洪特征水位等基本情况介绍，上述信息的查询展示可以与数字孪生场景点位联动。

(3) 防汛管理基础信息查询展示：包括防汛物资、防汛队伍、抢险记录、演习记录等，可在数字孪生场景中采用不同的符号进行标注显示，支持在数字孪生场景中对防汛物资、抢险记录、演习记录等防汛管理基础信息进行直观快捷的增加、删除、更新操作。

(4) 库区淤积情况查询展示：可在综合监视模块查看三门峡水库库容变化、泥沙冲淤分布情况。

5.2.2.2 预报

能够实现降雨预报、来水预报、来沙预估信息的查询展示。

(1) 降雨预报查询展示：在数字孪生场景中叠加展示黄河流域中短期降雨预报等值面图，可展示中央气象台预报数据源的降雨预报过程，可展示未来7日的降水过程。可通过时间选择框，展示对应日期的预报产品，也可对预报时效内任意时段降水预报进行叠加展示。降雨预报的精度满足会商和来水预报、来沙预估模型的需要。

(2) 来水预报、来沙预估查询展示：以接入水文局的预报成果为主，预报的结果以图表的形式进行展示，并可在地图上进行点选查询。来水预报、来沙预估预报结果满足会商和预演的需要。

5.2.2.3 预警

(1) 防洪预警包括汛情及水库运行安全预警功能。预警工况包括基于实时监测数据和相应预警阈值的预警，基于模型分析、预演结果的预报预警。在数字孪生场景上采用不同的预警符号、预警颜色对预警位置进行闪烁预警，预警信息智能推送至工作一线。

(2) 根据三门峡水利枢纽防正灌、防倒灌设备情况及应对措施，根据预警指标，实现防正灌、防倒灌预警功能，预警信息智能推送至工作一线。

5.2.2.4 预演

库区淹没预演：结合蓄水淹没模型实现水库防洪运用库区淹没的模拟预演。在数字孪生场景中对防汛调度方案、库区淹没情况进行模拟预演，利用可视化模型生动直观的展示预演场景，支撑水库不同运用水位下库区淹没影响范围分析预警。

5.2.2.5 预案

预案模块实现对防汛调度预案、水沙调度方案、溃坝方案等内容的统一管理。能够进行历史方案、预案、相关规定的精准查询，辅助会商及指挥决策，有效提高预案的科学性和可操作性。

5.3 信息资源共享

按照《数字孪生流域建设共建共享管理办法（试行）》要求，在数据底板、模型库、知识库等方面实现共建共享。能够通过数据交换、服务调用等方式，实现水利部、黄委、省级水行政主管部门之间的数字孪生平台的互联互通、数据共享、业务协同。根据招标文件要求，数字孪生三门峡水利枢纽工程数据资源共享方案及共享内容清单如下节所描述。

5.3.1 数据资源共享方案

5.3.1.1 工程内部共享

数字孪生三门峡水利枢纽项目通过数据交换、接口调用等形式从其他系统获取数据。从数据中台获取三门峡水利枢纽建筑物、测点基础数据、监测数据、预报数据等；与视频监控系统通过支持主流视频厂家标准的平台进行对接和级联。

数字孪生三门峡水利枢纽平台为业务系统提供服务和工具。在符合数据保密安全管理要求的前提下，通过标准化服务接口和工具，为专业应用系统提供空间分析、地图可视化、模型等服务调用支撑，满足相关系统功能升级拓展需求，如巡检、安全隐患处理等需要集成地图或三维可视化场景来实现业务工作流程的可视化定位与监管

等。

5.3.1.2 需外部共享数据

从水利部、黄委获取黄河流域地理空间数据底板；获取黄河流域的气象、雨水情、汛情、调度指令等信息。

5.3.1.3 向外部共享数据

在符合数据保密安全管理要求的前提下,通过标准化服务和工具提供可共享成果,为水利部系统及数字孪生黄河（流域）系统提供地理空间数据、重点雨水情数据、相关预案规程等数据。

5.3.2 共享清单

数字孪生三门峡枢纽工程相应数据共享清单见下表：

表 5.10 外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
地理空间数据	水利部共享的黄河流域 30mDEM、2mDOM。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
实时监测数据	黄河流域卫星云图、天气雷达、温度、湿度、气压等气象信息； 黄河流域气象、雨水情、汛情、凌情、水质、地震等实时数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台
业务数据	黄河流域雨、水、沙、凌情预报成果、调度方案、调度指令等信息； 水库上游各枢纽、水库、电站实时运行信息及运行计划（主要为入出库流量和库水位、蓄水量）。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）+ 数据服务平台

表 5.11 向外部共享数据清单

数据类别	数据来源与内容	方式
重点数据	三门峡水利枢纽相关河段地理空间数据； 库区重要雨水情等感知数据。	数据服务接口（非涉密）+ 离线拷贝（涉密）
水利专业模型	蓄水淹没模型及计算成果数据； 大坝安全分析预警模型及计算成果数据。	按水利部模型平台要求提供模型共享接口、数据服务接口

6 系统集成

完成对现有各类资源的整合和集成，包括与上级系统集成、与专业应用系统集成等内容，集成的方式分为数据集成、服务支撑、用户管理和单点集成。

数字孪生三门峡水利枢纽项目的集成，一方面满足数字孪生平台本身功能应用需要；另一方面要为其他已建专业应用系统和上级单位系统提供数据共享服务。另外，数字孪生平台还为其他已建专业应用系统提供数字孪生场景、空间分析、模拟仿真等调用支撑服务，便于各专业应用系统拓展应用数字孪生成果。

本项目与其它内部或外部系统之间的集成总体可以分为四类：数据集成、服务支撑、用户管理、单点集成，集成方案如下节所描述。

6.1 数据集成

数字孪生三门峡水利枢纽平台开发标准的服务与接口，根据业务场景需要，对部

分基础应用系统业务数据、监测数据等进行数据结果集成，实现数字孪生场景与业务数据的有机结合。

6.2 服务支撑

数字孪生平台为部分需要集成数字孪生平台的应用系统提供服务支撑，为应用系统提供可视化展示等服务，应用系统可集成平台中提供的服务、接口，并将这些功能与业务应用有机融合在一起。

6.3 用户管理

本次建设的应用系统需考虑用户、角色、权限的管理，对系统用户通过手工或数据同步的方式进行录入，根据用户对系统权限的需求，通过角色权限管理模块，为不同的用户或部门提供访问数字孪生平台时不同的功能和数据权限。用户、角色、权限管理技术解决方案如下。

6.3.1 用户管理

用户管理功能主要用于维护系统中的用户信息，可以新建用户、修改用户、删除用户、查询用户、修改用户密码、用户停用和用户启用等功能。

在用户管理中也可以设置用户的角色信息、机构信息、性别、职务、姓名、邮箱和电话等信息。同时系统拥有良好的集成能力，支持与其他系统或者数据中台门户集成。

6.3.2 角色管理

系统提供角色管理功能，管理员可在系统中添加、修改和删除角色。

同时在角色管理中，管理员可以查看当前角色在系统中所拥有的权限信息，系统支持根据不同的用户需求或者角色分配相应的权限信息。系统拥有良好的集成能力，可支持与其他系统或中台门户集成。

6.3.3 权限管理

系统提供权限管理功能，管理员可通过权限管理针对用户进行相关设置管理，满足不同角色的用户访问使用系统。

6.4 单点登录集成

围绕数字孪生平台与业务应用系统进行单点登录集成。通过统一各系统的组织结构和用户表，采用单点登录技术，将工程安全分析预警系统、防洪运用系统集成到数

字孪生平台中。

7 质量保证体系

7.1 项目质量目标

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生工程以及数据融合共享等方面的标准规范要求，构建一个以全要素数据底板为基础，两大智能模型为支撑，两项智能应用赋能的数字孪生平台；实现工程安全分析、防洪运用核心重点业务的“四预”能力赋能；融合专业智能、人工智能技术，以数字孪生带动物理实体，实现设备智能化、业务精细化、决策精准化的多重多层增效；打造水利数字孪生工程标杆典范，引领推动新阶段水利高质量发展，服务黄河流域生态保护和高质量发展的国家战略。

为保证质量目标的实现，本项目的项目管理将严格按“ISO9001 全面质量管理体系”的实施规定进行规范化管理，采取强有力的质量保证措施，以确保本项目达到优良等级质量目标的要求。

7.2 质量保证措施

7.2.1 质量承诺

确保本项目各分模块符合设计标准和研发规范，整体项目质量合格。我方质量承诺如下：

（1）项目的质量目标：本项目质量验收等级为合格，项目质量《水利信息化项目验收规范 SL588-2013》进行验收。

（2）我方对项目质量负责。建立质量责任制，确定项目的项目负责人、质量负责人和项目实施负责人。

（3）我方按照深化设计要求、实施技术标准和合同约定，对相关系统进行检验，检验应当有书面记录和专人签字；未经检验和检验出不合格的系统，不得使用。

（4）我方建立、健全实施质量的检验制度，严格工序管理，做好质量检查和记录。

（5）我方在实施前提交质量保证文件，包括应提供系统的主要质量记录、检验、试验、验收报告等文件。

（6）我方提供的质量保证期为 12 个月。

（7）项目质量不合格，达不到本招标文件要求的，委托人有权要求受托人停工或返工，其责任由我方自行承担，并不予顺延工期。

7.2.2 质量分析例会制度

定期组织召开质量工作会或质量分析会，通报软件开发和集成实施质量情况，项目各参与单位相互交流各自负责工作进展状况和项目中遇到问题，对软件开发和集成过程的隐患进行具体分析，提出预防控制措施。

7.2.3 项目阶段性评估

为了保证项目总体质量目标，在项目实施的关键点，组织专家对项目进行阶段性评估，通过评估后，项目方可进入下一个实施阶段。评估后受托人填写“项目阶段性评估报告”。

7.2.4 质量记录文档的管理

作好各种质量记录文件，如：检验、调（测）试及验收报告，项目总结，设计变更记录等的保存管理，确保质量问题的可追溯性。

7.2.5 软件测试要求

（1）我公司提出软件系统测试方案，测试方案应经委托人认可后实施。

（2）测试过程中进行详细记录，系统调试结束后，由我公司技术人员签字后交给委托人验收。

（3）在完成全网软件系统测试后，由我公司编写测试报告。在我公司技术人员签字后交给委托人验收，经委托人同意作为验收依据。

7.2.6 功能调试方案

功能调试过程主要分为以下两个阶段：准备阶段、软件部署调试。

（1）准备阶段

主要任务是进行功能清单的技术交底工作，由技术设计人员对清单的功能及注意事项进行说明，研发人员对功能清单进行深入的了解和研究，做到心中有数，按计划调试。

（2）软件部署调试

软件部署调试阶段主要完成基础软件的部署与试运行，并对软件系统性能进行测试和系统功能进行检测。

8 安全保证体系

8.1 安全保证体系

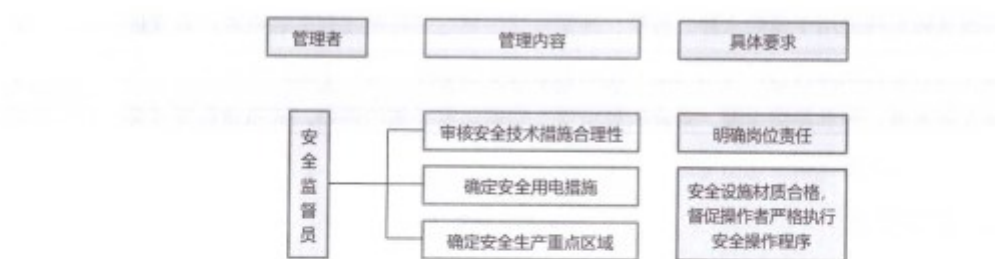


图 5.1 安全保障体系

8.2 安全管理保证措施

安全生产管理是项目管理的重要组成部分，是保证生产顺利进行，防止伤亡事故发生而采取的各种对策。它既管人又要管生产现场的物、环境。

- (1) 严格执行有关安全生产管理方面各项规定条例等。
- (2) 研究采取各种安全技术措施，改善劳动条件，消除生产中的不安全因素。
- (3) 掌握生产实施中的安全情况，及时采取措施加以整改，达到预防为主的目的。
- (4) 认真分析事故苗子及事故原因，制订预防发生事故的措施，防止重复事故的发生。
- (5) 明确安全目标：杜绝一切安全事故与火灾事故的发生。
- (6) 建立健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，且总分包之间必须签订安全生产协议书。
- (7) 对上岗员工进行严格把关，做到上岗前，都要经安全教育。
- (8) 必须建立定期安全检查制度且检查有记录。
- (9) 建立工伤事故处理档案，认真按规定进行处理报告，做好“三不放过”工作。

8.3 突发事件应急措施

(1) 人身伤害事故预案

实施现场如发生高处坠落、触电、物体打击、意外伤害等人身伤害事故。应立即组织车辆或拨打急救电话 120，并将事故详情上报有关部门。期间应主动利用现场医护用品，开展止血、包扎等简单的自救工作。

(2) 触电事故预案

发生触电事故后，应使触电者尽快脱离电源。如开关箱在附近，可立即拉下闸到或拔掉插头断开电源。如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的

利器砍断电线或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线剥离触电者；若现场无任何合适的绝缘材料，可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉出触电人的衣服，使其脱离电源。对高压触电应立即通知有关部门停电，或迅速拉下开关或由电工采取特殊措施切断电源。

8.4 保密管理

严格遵守国家保密规定，严格遵守甲方保密要求，所有成员进场后，做好项目各项保密要求，确保不发生泄密事件。



3. 验收鉴定书

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

合同扫描件

详见6、水利水电工程类数字孪生建设业绩情况/6.1数字孪生三门峡水利枢纽建设项目

2. 封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目
中标通知书扫描件

中标（成交）通知书

云河（河南）信息科技有限公司：

贵方于 2023 年 03 月 01 日所递交的 封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目（二次） 投标文件已被我方接受，经专家评审被确定为中标（成交）供应商。

中标价：981140.00 元

请你方在接到本通知书后的到 封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司 与采购人签订承包合同。

特此通知。

采购人：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

采购代理机构：新乡市丰成工程管理有限公司



2023 年 03 月 01 日

封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目
合同书

甲方：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

签订日期：2023 年 3 月

封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目

合同书

甲方：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

乙方：云河（河南）信息科技有限公司

依照《中华人民共和国民法典》及其它有关法律、法规、规章，供需双方本着平等互利，诚实守信的原则，就封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统建设有关事项协商并达成一致，订立本合同，以资共同遵照执行。

一、项目建设内容

本次建设内容仅包括封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目的设备供应及安装。详见附件清单（附件1）。

二、合同总价

合同总价为人民币（大写）：玖拾捌万壹仟壹佰肆拾元整（¥：981140.00元）；该合同总价已包括设计、材料、包装运输、安装、调试、检测、验收合格交付使用之前及保修期内保修服务与备用物件等所有其他相关各项的含税费用，乙方提供6%的增值税专用发票。

三、项目建设期限

合同签订后，甲方满足入场要求（见附件2）后的7日内进场施工，施工工期为进场后30个日历日。

四、产品质量及安装调试要求

1、乙方须按设计方案要求，向甲方提供符合国家产品质量标准的正品设备，不得以任何理由以次充好，未经甲方同意，不得随意更改方案。

2、在签订合同后，乙方将设备自行运至甲方场地（费用由乙方负担），按照《封丘黄河河道采砂信息化智能管理系统技术方案》进行施工，确保布局合理，设备安装规范，综合布线规范，便于使用及维护，符合国家有关技术标准。

五、交货及验收

系统安装、调试完毕，由乙方通知甲方组织验收。甲方应在收到乙方提交验收申请后 7 个工作日内对工程进行验收，由于甲方拖延未及时验收的视为验收合格。

六、付款方式及期限

本合同签订之日起 5 个工作日内，甲方支付乙方合同总价款的 30%（¥294342.00 元），大写：贰拾玖万肆仟叁佰肆拾贰元整；

乙方收到预付款后组织设备、物资进场，进行施工前期准备工作，设备设施入场后甲方支付乙方合同总价款的 30%（¥294342.00 元），大写：贰拾玖万肆仟叁佰肆拾贰元整；

项目建设完成，按照第五条约定提出验收申请后 7 个工作日内，甲方组织验收工作，项目验收合格后 5 个工作日内支付乙方合同总价款的 40%（¥392456.00 元），大写：叁拾玖万贰仟肆佰伍拾陆元整。

以上付款进度，如逾期未支付，则乙方有权停止系统建设及设备运行，由此产生一切后果由甲方承担。

七、约定事项

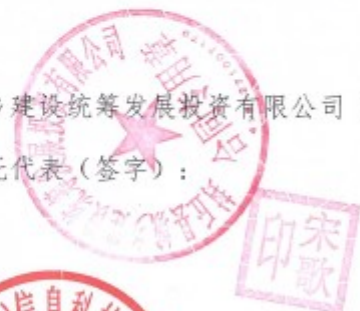
续履行，否则视为违约。

2、本合同按《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国产品质量法》
《消费者权益保护法》等有关法律条款执行。

3、本合同一式肆份，甲乙双方各持贰份。

甲方：封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司（盖章）

法定代表人或委托代表（签字）：



乙方：云河（河南）信息技术有限公司（盖章）

法定代表人或委托代表（签字）：



日期：2023年3月6日

附件 1:

封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统采购项目报价表

项目	项目名称	单价	数量	单位	合计	备注
1	现场控制中心（含数据中心服务器）	189860.00	1	套	189860.00	
2	采砂船智能管理系统	14770.00	1	套	14770.00	
3	智能地磅改造（单磅含出入口）	34060.00	1	套	34060.00	
4	地磅传感器及仪表改造	16500.00	1	套	16500.00	
5	视频监控点（一枪）	1810.00	2	处	3620.00	
6	视频监控点（一枪一球机）	3710.00	3	处	11130.00	
7	太阳能视频监控点（二枪机一球）	13670.00	2	处	27340.00	
8	控制中心软件环境	131000.00	1	套	131000.00	
9	数据中心服务器端软件系统	300000.00	1	套	300000.00	
10	县局监管系统	36100.00	1	套	36100.00	
11	单个砂场建设运行开支	113000.00	1	套	113000.00	
12	设备安装	78760.00	1	批	78760.00	
13	咨询费	25000.00	1	次	25000.00	
项目总价		981140				

业主证明材料扫描件

证 明

云河（河南）信息科技有限公司承揽的封丘县黄河河道采砂信息化智能管理系统项目，建设内容是建设“黄河河道采砂信息化智能管理系统”。主要任务有黄河河道采砂信息化智能管理系统和与上级系统的集成。

该公司派出的项目负责人赵凯华、技术负责人李永胜、项目成员胡焱、徐彬、宋文涛、王建付、段瑞丰等人员，在本项目工作中，严格执行国家及行业的有关技术规范和规程，服务诚信，提交成果质量合格。

特此证明

封丘县城乡建设统筹发展投资有限公司

2023年03月24日



社保证明扫描件

表单验证码33686e52ea70409b85d7ba8329663fa6



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	李永胜	个人编号	41019992925791		证件号码	411503198604015394																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1986-04-01																			
参加工作时间	2011-08-01	参保缴费时间	2011-08-01		建立个人账户时间	2011-08																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
201108-202412	0.00	0.00	113016.84	33232.15	146248.99	162	1																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	113016.84	33232.15	146248.99	162	1																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
									4200																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
4200	4725	5000	5000	4680	3190	3524.3	9611	13227	15984																
2022年	2023年	2024年																							
17043	17895	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011								▲	▲	●	●	●
2012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2013	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2015	●	●	●	●	▲	▲	▲	●	●	▲	●	●
2016	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2017	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2020	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	●	●	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

打印日期: 2025-01-09



3. 本项目拟投入主要人员简历表- BIM 工程师 1

姓 名	余军	性 别	男	年 龄	43岁
职 称	高级工程师	身份证号	3206821982 10052035	专业/年限	水利信息 技术/21年
资质证书	中国建设教育 协会（BIM建 模）资格证书 中国建设教育 协会（BIM应 用）资格证书	注册时间	2015年10月	从业时间	2004年
拟在本项目担任职务		BIM工程师1			
毕业学校		<u>2004年毕业于河海大学学校计算机科学与技术专业</u>			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

普通高等学校		
毕业证书		
学生	余军 性别男, 一九八二年十月 丑生, 于二〇〇〇年九月	
至二〇〇四年六月	在本校 计算机科学与技术 专业 四年制	
本科学习, 修完教学计划规定的全部课程, 成绩合格, 准予毕业。		
校名:	 河海大学	校(院)长: 
证书编号:	102941200405001653	二〇〇四年六月二十四日

查询网址: <http://www.chsi.com.cn> 中华人民共和国教育部监制

职称证书扫描件

		任职资格: <u>高级工程师</u>
		批准时间: <u>2016-04-13</u>
姓 名	<u>余军</u>	
性 别	<u>男</u>	
出生年月	<u>1982-10</u>	
专 业	<u>水利工程(水利信息 化)</u>	
证书编号	<u>20190121083</u>	





社保证明扫描件

表单验证号码0e4c10cf54bc4e649f6886c10df85943



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	余军	个人编号	41990081429446		证件号码	320682198210052035																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1982-10-05																			
参加工作时间	2004-07-01	参保缴费时间	2004-07-01		建立个人账户时间	2004-07																			
内部编号	1400014	缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
200407-202412	786.60	1154.64	189872.64	95298.49	287112.37	246	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	786.60	1154.64	189872.64	95298.49	287112.37	246	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计		0.00																							
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
		950	1235	1524	4245	5235	6204	6840	7575																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
8550	9489	9702	10214	10834	12507	13998	13725	14925	15984																
2022年	2023年	2024年																							
17043	17895	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004								▲	▲	●	●	●	2005	●	●	●	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●
2006	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2007	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2008	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2009	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2010	●	●	●	●	●	●	▲	▲	●	●	●	●	2011	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2013	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2015	●	▲	●	●	●	●	▲	●	●	●	●	●
2016	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2017	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2020	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。



4. 本项目拟投入主要人员简历表- BIM 工程师 2

姓 名	谭志森	性 别	男	年 龄	27岁
职 称	/	身份证号	445321199709270610	专业/年限	信息技术/2年
资质证书	BIM建模师	注册时间	2021年12月	从业时间	2023年
拟在本项目担任职务		BIM工程师2			
毕业学校		2023年毕业于中国地震局地震研究所学校防灾减灾工程及防护工程专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2023年~2027	城市市政公用设施韧性提升关键技术研究与应用		课题骨干	视觉算法开发	/
2024年~2026	城市建筑与基础设施安全天空地一体化监测预警关键技术研究		课题骨干	视觉算法开发；云端分析平台开发	

身份证扫描件




毕业证书扫描件

<h1>硕士研究生 毕业证书</h1>		
<p>研究生 谭志森 性别 男 一九九七 年 九 月 二十七 日生，于 二〇二〇 年 九 月至二〇二三 年 六 月在 防灾减灾工程及防护工程 专业 全日制 学习，学制 三 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程， 成绩合格，毕业论文答辩通过，准予毕业。</p>		
培养单位:中国地震局地震研究所 校(院、所)长:		 刘红桂
证书编号: 854041202302000008	二〇二三 年 六 月 三十 日	

中华人民共和国教育部学历证书查询网址: <http://www.chsi.com.cn>



证书唯一序列号：
A1100001584

社保证明扫描件

深圳市社会保险历年参保缴费明细表 (个人)

页码: 1

单位: 元

缴费年	月	单位编号	养老保险			医疗保险				生育			工伤保险		失业保险		
			基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	基数	单位交	基数	单位交	
2024	10	563595	13999.0	2099.85	1119.92	1	13999	699.95	279.98	1	13999	70.0	139.99	56.0	13999	111.99	28.0
2024	11	563595	13999.0	2099.85	1119.92	1	13999	699.95	279.98	1	13999	70.0	139.99	56.0	13999	111.99	28.0
2024	12	563595	13999.0	2099.85	1119.92	1	13999	699.95	279.98	1	13999	70.0	139.99	56.0	13999	111.99	28.0
合计				6299.55	3359.76			2099.85	839.94			210.0		168.0		339.97	84.0

备注:

1. 本证明可作为参保人在本单位参加社会保险的证明。向相关部门提供，查验部门可通过登录
网址：<https://sipub.sz.gov.cn/vp/>，输入下列验证码（ 3391e3f84dd80c33 ）核查，验证码有效期三个月。
2. 生育保险中的险种“1”为生育保险，“2”为生育医疗。
3. 医疗险种中的险种“1”为基本医疗保险一档，“2”为基本医疗保险二档，“4”为基本医疗保险三档，“5”为少儿/大学生医保（医疗保险二档），“6”为统筹医疗保险。
4. 上述“缴费明细”表中带“*”标识为补缴，空行为断缴。
5. 带“@”标识为参保单位申请缓缴社会保险费时段。
6. 带“&”标识为参保单位申请缓缴社会保险费单位缴费部分的时段。
7. 居民养老保险、少儿/学生医疗保险缴费情况不在本清单中展示。
8. 如2020年2月至6月的单位缴费部分金额为“0”或者缴费金额减半的，属于按规定减免后实收金额。
9. 单位编号对应的单位名称：
- | 单位编号 | 单位名称 |
|--------|-----------------|
| 563595 | 深圳市城市公共安全技术有限公司 |



5. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 1

姓 名	胡焱	性 别	男	年 龄	46岁
职 称	高级工程师	身份证号	4224291979 02090217	专业/年限	水利信息 技术/12年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2003年
拟在本项目担任职务		专业工程师1			
毕业学校		<u>2003年毕业于汉江石油学院学校计算机科学与技术专业</u>			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/
2023年~2023 年	封丘县黄河河道采砂信息化智能 管理系统采购项目		项目成员	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件



职称证书扫描件



任职资格： 高级工程师

批准时间： 2015-04-30

姓 名 胡 斌

性 别 男

出生年月 1979-02

专 业 水利工程(水利信息
化)

证书编号 20190121082



社保证明扫描件

表单验证号码9847b8df41f043bd819025425e8e1c8b



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	胡斌	个人编号	41990081615084		证件号码	422429197902090217																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1979-02-09																			
参加工作时间	2003-07-01	参保缴费时间	2003-08-01		建立个人账户时间	2003-08																			
内部编号	1400003	缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
200308-202412	1361.52	2017.20	192182.40	97996.16	293557.28	257	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	1361.52	2017.20	192182.40	97996.16	293557.28	257	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计		0.00																							
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
	900	1000	1957	1559	4245	5235	6150	6567	7575																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
8550	9489	9702	10668	11481	12507	13998	13725	14925	15984																
2022年	2023年	2024年																							
17043	17895	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2005	●	●	●	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●
2006	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2007	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2008	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2009	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2010	●	●	●	●	●	●	▲	▲	●	●	●	●	2011	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2013	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2015	●	▲	●	●	●	●	●	▲	●	●	●	●
2016	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2017	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2020	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。



6. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 2

姓 名	葛翔	性 别	男	年 龄	41岁
职 称	高级工程师	身份证号	3425311984 09060219	专业/年限	水利工程 /19年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2006年
拟在本项目担任职务		专业工程师2			
毕业学校		2006年毕业于合肥工业大学学校水利水电工程专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2021年~2021 年	东莞水乡核心区水系综合治理规划 方案		一级项目经 理	项目策划、生产 组织、人员管理 、经营管理等	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

普通高等学校

毕业证书

学生 葛翔 性别 男，1984年09月06日生，于2002年09月
至2006年07月在本校 水利水电工程 专业 4 年制本科学习，修完
教学计划规定的全部课程，成绩合格，准予毕业。

校名：合肥工业大学 校长：徐水巍

证书编号：103591200605003089 2006 年 07 月 10 日

查询网址：<http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

 <p>照片</p>	<p>葛翔 二〇一五 年 十二 月，经深圳市水利水 电专业高级专业技术资格</p>
 <p>粤高取证字第1600101106415 号</p>	<p>评审委员会评审通过， 具备 水利规划 高级工程师 资格。特发此证</p> <p>深圳市人力资源和社会保障局 发证机关： 二〇一六 年 月 日</p>

深圳市社会保险历年参保缴费明细表（个人）

单位编号: 563595

376.17 152.17

深圳市城市公共安全技术有限公司



7. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 3

姓 名	徐彬	性 别	男	年 龄	45岁
职 称	工程师	身份证号	4101051980 06123336	专业/年限	水利信息 技术/23年
资质证书	注册信息安全 工程师	注册时间	2020年1月	从业时间	2002年
拟在本项目担任职务		专业工程师3			
毕业学校		<u>2002年毕业于郑州大学学校计算机及应用专业</u>			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年～2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/
2023年～2023 年	封丘县黄河河道采砂信息化智能 管理系统采购项目		项目成员	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

普通高等学校	
毕业证书	
	学生 徐彬 性别 男
	一九八零年六月十二日生, 于一九九八年
	九月至二零零二年七月在本校
	计算机及应用 专业
	四年制本科学习, 修完教学计划规定的全部课程, 成绩合格, 准予毕业。
	校(院)长: 曹策问
	校名: 郑州大学
	二零零二年七月一日
中华人民共和国教育部监制	学校编号: 10459120020502744
No. 01720091	

职称证书扫描件



姓 名 徐彬

性 别 男

出生年月 1980-06

专 业 水利工程(水利信息
化)

证书编号 20190131301

任职资格: 工程师

批准时间: 2006-07-01

发证机关(印):

2019年8月28日

注册信息安全工程资质证书扫描件

 中国信息安全测评中心 China Information Technology Security Evaluation Center 注册信息安全专业人员 (CISP) Certified Information Security Professional	注册信息安全工程师 CERTIFIED INFORMATION SECURITY ENGINEER
	(证书编号: CNITSEC2020CISE00436) Certificate No. 兹证明 This is to certify that
首次注册: 2020年1月12日 Certified Since	徐彬 XU BIN
发证日期: 2023年3月20日 Issue Date	(证件号: 410105198006123336) ID No.
有效期: 2023年3月20日至2026年3月19日 Valid thru	经中国信息安全测评中心的考试和审定, 符合 has successfully fulfilled the requirements prescribed by CNITSEC 《注册信息安全专业人员资质评估准则》 for certification and is hereby awarded this professional designation. 的要求, 获准 <u>注册信息安全工程师(CISE)</u> 资质。
	批准人  Signed by
	

社保证明扫描件

表单验证号码9821ef83ea8c46b482fad046726a2efb



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301业务年度: 202501单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	徐彬	个人编号	41990081553192		证件号码	410105198006123336																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1980-06-12																			
参加工作时间	2002-07-01	参保缴费时间	2002-08-01		建立个人账户时间	2002-08																			
内部编号	1400013	缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
200208-202412	2014.72	3040.04	188078.40	95326.45	288459.61	269	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	2014.72	3040.04	188078.40	95326.45	288459.61	269	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计								0.00																	
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
808	900	1505	1957	1559	3259	5229	5100	6123	7235																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
8550	9489	9702	10668	10783	11648	12765	13725	14925	15984																
2022年	2023年	2024年																							
17043	17895	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002								▲	▲	▲	▲	●	2003	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2004	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2005	●	●	●	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●
2006	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2007	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2008	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2009	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2010	●	●	●	●	●	●	▲	▲	●	●	●	●	2011	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2013	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2015	●	▲	●	●	●	●	▲	●	●	●	●	●
2016	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2017	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2020	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况, 个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数, 说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力, 可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码, 查验单据的真伪。



8. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 4

姓 名	宋文涛	性 别	男	年 龄	34岁
职 称	工程师	身份证号	4108221991 04045019	专业/年限	水利信息 技术/9年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2016年
拟在本项目担任职务		专业工程师4			
毕业学校		2021年毕业于 <u>大连理工大学</u> 学校 <u>水文学及水资源</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/
2023年~2023 年	封丘县黄河河道采砂信息化智能 管理系统采购项目		项目成员	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

硕士研究生		
毕业证书		
研究生	宋文涛	性别 男，一九九一年 四 月 四 日生，于
二〇一三年 九 月至二〇一六年 六 月在	水文学及水资源	
专业学习，学制 3 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格，		
毕业论文答辩通过，准予毕业。		
培养单位:	校(院、所)长: 郭东明	
证书编号: 101411201602060133	二〇一六年 六 月二十四日	

中华人民共和国教育部学历证书查询网址: <http://www.chsi.com.cn>

浙江省初中级专业技术职务 任职资格证书

此证表明持证人具备担任相应初中级专业技术职务的任职资格

姓 名: 宋文涛

性 别: 男

出 生 年 月: 1991年04月04日

资 格 名 称: 工程师

专 业 名 称: 水利信息化

评 委 会 名 称: 浙江省水利厅工程技术人员中级职称任职资格
评审委员会



取得资格时间: 2019年07月31日

身 份 证 号: 410822199104045019

证 书 编 号: ZC3357201900113

查 询: 浙江政务服务网(www.zjzwfw.gov.cn)

在线验证码: SDLUN3BE



发证时间: 2019年12月20日

社保证明扫描件

表单验证号码48aac15cb5364480a1c343f2b859d9e6



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	宋文涛	个人编号	41990020110134		证件号码	410822199104045019																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1991-04-04																			
参加工作时间	2016-08-01	参保缴费时间	2016-08-01		建立个人账户时间	2016-08																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
201608-202412	0.00	0.00	101420.12	10123.96	111544.08	99	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	101420.12	10123.96	111544.08	99	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计		0.00																							
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
				4900	7930.48	9000	11220	7108	12138																
2022年	2023年	2024年																							
14710	17374	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020													2021												
2022													2023												
2024													2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

打印日期: 2025-01-09

9. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 5

姓 名	王建付	性 别	男	年 龄	41岁
职 称	工程师	身份证号	6301021984 1108001X	专业/年限	水利信息 技术/16年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2019年
拟在本项目担任职务		专业工程师5			
毕业学校		<u>2009</u> 年毕业于 <u>成都信息工程学院</u> 学校 <u>软件工程</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/
2023年~2023 年	封丘县黄河河道采砂信息化智能 管理系统采购项目		项目成员	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

普通高等学校		
<h1>毕业证书</h1>		
<p>学生 王建付 性别 男，一九八四年十一月 八 日生，于二〇〇三年九月至二〇〇九年七月在本校普通全日制 软件工程 专业四年制本科学习，修完教学计划规定的全部课程，成绩合格，准予毕业。</p>		
校 名：	成都信息工程学院	校（院）长： 
证书编号：	106211200905900369	二〇〇九年 七 月 一 日
<small>中华人民共和国教育部学历证书查询网址 http://www.chsi.com.cn</small>		

职称证书扫描件

	任职资格: <u>工程师</u>
	批准时间: <u>2016-06-08</u>
姓 名 <u>王建付</u>	
性 别 <u>男</u>	
出生年月 <u>1984-11</u>	
专 业 <u>水利工程(水利信息 化)</u>	发证机关(印):
证书编号 <u>20190131303</u>	 2019年8月28日

社保证明扫描件

表单验证号码fe7fde3c378b43d78d7d68626cbc3893



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	王建付	个人编号	41990080297881		证件号码	63010219841108001X																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1984-11-08																			
参加工作时间	2009-11-01	参保缴费时间	2009-11-01		建立个人账户时间	2009-11																			
内部编号	1400012	缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
200911-202412	0.00	0.00	136063.52	50271.23	186334.75	182	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	136063.52	50271.23	186334.75	182	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
							2000	2000	2417																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
4962	6615	7431	9160	7850	9780	9780	11608	14925	15984																
2022年	2023年	2024年																							
14430	16039	14837																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009											▲	▲
2010	●	●	●	●	●	●	▲	▲	●	●	●	●	2011	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2013	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2015	●	▲	●	●	●	●	●	▲	●	●	●	●
2016	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2017	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2020	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

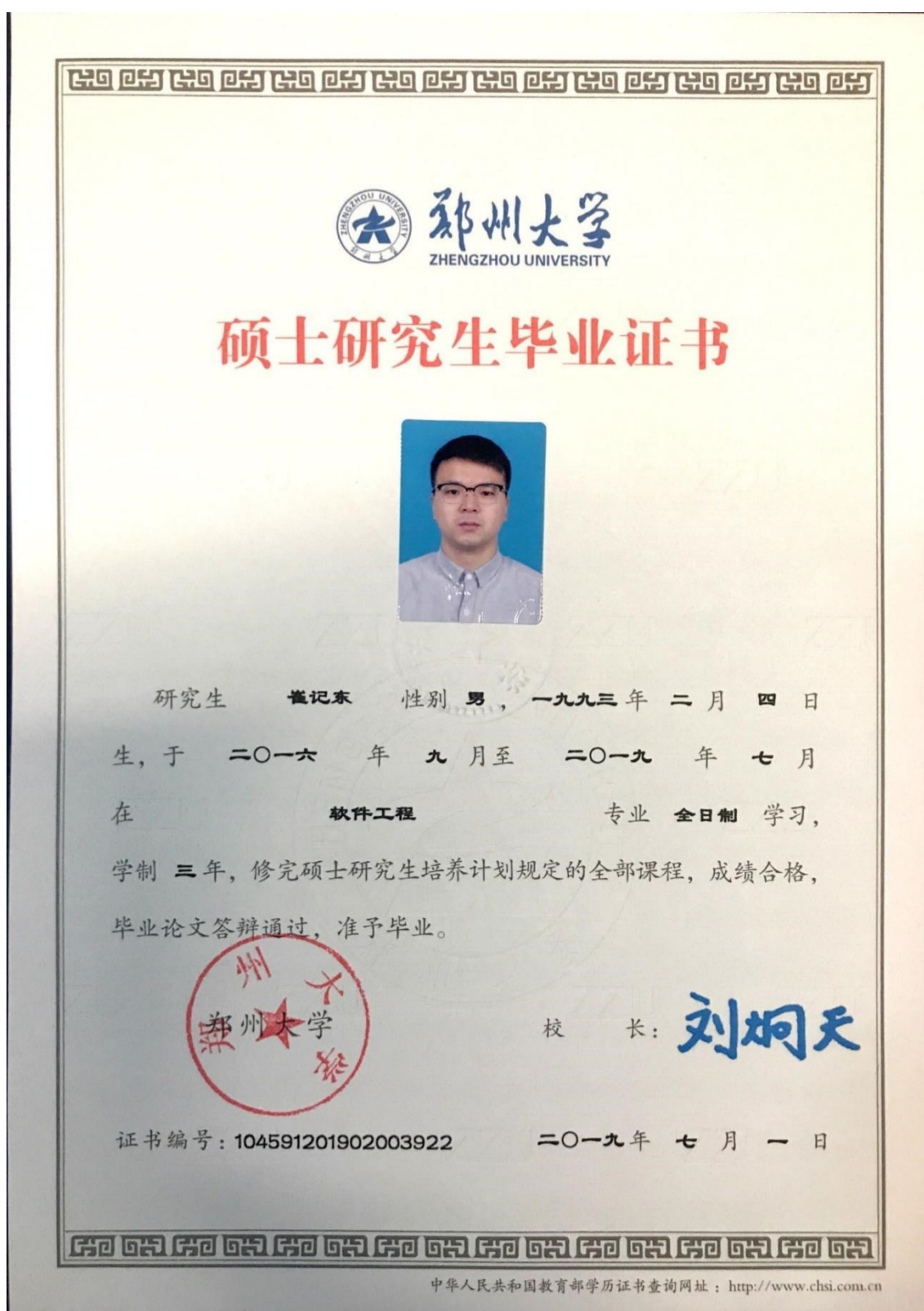
打印日期: 2025-01-09

10. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 6

姓 名	崔记东	性 别	男	年 龄	32岁
职 称	工程师	身份证号	4114241993 02044553	专业/年限	水利信息 技术/6年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2019年
拟在本项目担任职务		专业工程师6			
毕业学校		2019年毕业于 <u>郑州大学</u> 学校 <u>软件工程</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件





职称证书扫描件

从事专业	水利水电				
取得职称名称	工程师				
取得职称级别	中级				
取得方式	评审	姓名	崔记东	性别	男
评审组织 (认定部门)	河南省人才交流中心工程系列中级职称评审委员会	出生年月	1993.02		
评审(认定) 通过时间	2023.03	工作单位	云河(河南)信息科技有限公司		
发证单位	省人才交流中心	证书编号	G20220989990009800160		
			2023	04	18
			年	月	日

社保证明扫描件

表单验证号码81a071b6a7b74a1da19d817c1aa7923d



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	崔记东	个人编号	41019994153223		证件号码	411424199302044553																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1993-02-04																			
参加工作时间	2019-07-01	参保缴费时间	2019-07-01		建立个人账户时间	2019-07																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
201907-202412	0.00	0.00	66098.40	7224.17	73322.57	67	1																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	66098.40	7224.17	73322.57	67	1																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计		0.00																							
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
							10500	6996	12255																
2022年	2023年	2024年																							
14421	16032	17883																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020	●	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

打印日期: 2025-01-09



11. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 7

姓 名	耿祺	性 别	男	年 龄	32岁
职 称	工程师	身份证号	4206841993 04090017	专业/年限	水利工程 /7年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2018年
拟在本项目担任职务		专业工程师7			
毕业学校		2018年毕业于武汉大学学校水工结构工程专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024 年	乌海•数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件




毕业证书扫描件

硕士研究生		
毕 业 证 书		
研究生 耿祺	性别男,一九九三年四月九日生,于二〇一五年九月	
至二〇一八年六月在	水工结构工程专业	
学习,学制三年,修完硕士研究生培养计划规定的全部课程,成绩合格,毕业论文答辩通过,准予毕业。		
培养单位:	武汉大学	校 长: 
证书编号: 104861201802004621	二〇一八年六月三十日	

查询网址: <http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

从事专业	水利水电				
取得职称名称	工程师				
取得职称级别	中级				
取得方式	评审				
评审组织 (认定部门)	河南省人才交流中心工程系列中 级职称评审委员会	姓名	耿祺	性别	男
评审(认定) 通过时间	2023.03	出生年月	1993.04		
发证单位	省人才交流中心	工作单位	云河(河南)信息科技有限公司		
		证书编号	G20220989990009800161		
			2023 年 04 月 18 日		

社保证明扫描件

表单验证号码6e4e3df6ca5841e4a857a3fcfff264d



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度：202501

单位：元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	耿祺	个人编号	41019922428798		证件号码	420684199304090017																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1993-04-09																			
参加工作时间	2021-06-01	参保缴费时间	2021-06-01		建立个人账户时间	2021-06																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202106-202412	0.00	0.00	27771.36	1476.86	29248.22	43	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	27771.36	1476.86	29248.22	43	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
								5646	5646																
2022年	2023年	2024年																							
5646	7849	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020													2021												
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明：“△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况，个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数，说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

打印日期：2025-01-09



12. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 8

姓 名	南政年	性 别	男	年 龄	32岁
职 称	工程师	身份证号	1427271993 12100337	专业/年限	水利工程 /6年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2020年
拟在本项目担任职务		专业工程师8			
毕业学校		2019年毕业于长安大学学校水利工程专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024 年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件




毕业证书扫描件

硕士研究生		
毕业证书		
研究生 南政年	性别 男, 一九九三年 十二月 十 日生, 于	
二〇一六年 九 月至二〇一九年 六 月在 水利工程		
专业学习, 学制 3 年, 修完硕士研究生培养计划规定的全部课程, 成绩合格,		
毕业论文答辩通过, 准予毕业。		
培养单位: 长安大学	校(院、所)长: 	
证书编号: 107101201902001294	二〇一九年 六 月 廿一 日	

中华人民共和国教育部学历证书查询网址: <http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

从事专业	水利水电				
取得职称名称	工程师				
取得职称级别	中级				
取得方式	评审				
评审组织 (认定部门)	河南省人才交流中心工程系列中 级职称评审委员会	姓名	南政年	性别	男
评审(认定) 通过时间	2023.03	出生年月	1993.12	工作单位	云河(河南)信息科技有限公司
发证单位	省人才交流中心	证书编号	G20220989990009800159	2023 年 04 月 18 日	

社保证明扫描件

表单验证号码69cb9a28e10a4f1c98e9767f773081b1



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	南政年	个人编号	41990020108787		证件号码	142727199312100337																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1993-12-10																			
参加工作时间	2020-04-23	参保缴费时间	2020-04-24		建立个人账户时间	2020-04																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202004-202412	0.00	0.00	56966.40	4679.29	61645.69	57	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	56966.40	4679.29	61645.69	57	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
							6672	6672	11897																
2022年	2023年	2024年																							
13267	16446	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020				▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

打印日期: 2025-01-09

业务查询专用章

13. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 9

姓 名	徐鹏飞	性 别	男	年 龄	33岁
职 称	工程师	身份证号	410221199204101816	专业/年限	水利工程/5年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2020年
拟在本项目担任职务		专业工程师9			
毕业学校		2020年毕业于 <u>太原理工大学</u> 学校 <u>水利工程专业</u>			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

硕士研究生		
毕业证书		
研究生 徐鹏飞	性别 男	一九九二年 四 月 十 日生，于
二〇一七年 九 月至二〇二〇年 六 月	在	水利工程 专业
全日制学习，学制三年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格，毕业论文答辩通过，准予毕业。		
培养单位： 太原理工大学	校 长： 	
证书编号： 101121202002100189	二〇二〇年 六 月二十 日	

中华人民共和国教育部学历证书查询网址：<http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

从事专业	水利水电				
取得职称名称	工程师				
取得职称级别	中级				
取得方式	评审				
评审组织 (认定部门)	河南省人才交流中心工程系列中 级职称评审委员会	姓名	徐鹏飞	性别	男
评审(认定) 通过时间	2023.10	出生年月	1992.04		
发证单位	省人才交流中心	工作单位	河南(河南)信息科技有限公司		
		证书编号	620230989990009800182		
			2023 年1 月7 日		

社保证明扫描件

表单验证号码ee8eb6631ae34234ac14a42dd8264707



河南省城镇企业职工养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	徐鹏飞	个人编号	41022161246889		证件号码	410221199204101816																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1992-04-10																			
参加工作时间	2020-07-01	参保缴费时间	2020-07-01		建立个人账户时间	2020-07																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202007-202412	0.00	0.00	23670.24	1408.12	25078.36	39	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	23670.24	1408.12	25078.36	39	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
								3700	8000																
2022年	2023年	2024年																							
8000	8000	11763																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020								▲	●	●	●	●	2021	●	●	●									
2022								●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

打印日期: 2025-01-09



14. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 10

姓 名	张海赟	性 别	女	年 龄	32岁
职 称	工程师	身份证号	410221199307140527	专业/年限	水利工程/5年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2020年
拟在本项目担任职务		专业工程师10			
毕业学校		2020年毕业于太原理工大学学校水利工程专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

硕士研究生										
毕业证书										
研究生	张海贇	性别	女	一九九三年	七	月	十四	日生	于	
二〇一七	年	九	月至	二〇二〇	年	六	月	在	水利工程	专业
全日制学习，学制三年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格，毕业论文答辩通过，准予毕业。										
培养单位：		太原理工大学		校 长：						
证书编号：		101121202002301098				二〇二〇年 六 月 二十 日				

中华人民共和国教育部学历证书查询网址：<http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

从事专业	水利水电				
取得职称名称	工程师				
取得职称级别	中级				
取得方式	评审				
评审组织 (认定部门)	河南省人才交流中心工程系列中 级职称评审委员会	姓名	张海贇	性别	女
评审(认定) 通过时间	2023.10	出生年月	1993.07		
发证单位	省人才交流中心	工作单位	云河(河南)信息科技有限公司		
		证书编号	20230989990009800181		
			2023 年1 月7 日		

社保证明扫描件

表单验证号码aeb5f575e5ed4fbab28e7d8b56ea289



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度：202501

单位：元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	张海赞	个人编号	41990020110429		证件号码	410221199307140527																			
性别	女	民族	汉族		出生日期	1993-07-14																			
参加工作时间	2020-07-06	参保缴费时间	2020-07-07		建立个人账户时间	2020-07																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202007-202412	0.00	0.00	43328.64	3333.02	46661.66	54	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	43328.64	3333.02	46661.66	54	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
								6000	8000																
2022年	2023年	2024年																							
9357	13958	15638																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020								▲	▲	▲	▲	●	2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明：“△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况，个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数，说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。

打印日期：2025-01-09

业务查询专用章

15. 本项目拟投入主要人员简历表-专业工程师 11

姓 名	叶柏松	性 别	男	年 龄	39岁
职 称	工程师	身份证号	4201161986 04154918	专业/年限	水文水资源/12年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2013年
拟在本项目担任职务		专业工程师11			
毕业学校		<u>2013年毕业于中国科学院新疆生态与地理研究所学校自然地理学专业</u>			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2019年~2019 年	东江水源工程安全风险分析及分级 管控体系建设		项目工程师	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

	中国科学院大学 University of Chinese Academy of Sciences	
硕 士 研 究 生		
毕 业 证 书		
<p>学生 叶柏松 ，性别男，生于 1986年4月15日 ，自 2010年9月 至 2013年7月，在 中国科学院新疆生态与地理研究所 学习， 专业 自然地理学 ，学制 3 年，修完硕士研究生 培养计划规定的全部课程，成绩合格，毕业论文答辩通过，准予毕业。</p>		
 校长 白如礼 2013年7月1日		
证书编号: 800011201302075716		
NO. 13002152		
中华人民共和国教育部学历证书查询网站: http://www.chsi.com.cn 中华人民共和国教育部监制		

广东省职称证书

姓 名：叶柏松

身份证号：420116198604154918



职称名称：工程师

专 业：水文与水资源

级 别：中级

取得方式：考核认定

通过时间：2021年04月16日

评审组织：深圳市水利水电专业高级职称评审委员会

证书编号：2103003063589

发证单位：深圳市人力资源和社会保障局

发证时间：2021年08月02日



查询网址：<http://www.gdhrss.gov.cn/gdweb/zyjsrc>

深圳市社会保险历年参保缴费明细表（个人）

页码: 1

单位编号: 563595

计算单位：元

缴费年	月	单位编号	养老保险			医疗保险				生育			工伤保险		失业保险		
			基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	基数	单位交	基数	单位交	
2024	10	563595	23207.0	3481.05	1856.56	1	23207	1160.35	464.14	1	23207	116.04	23207	92.83	23207	185.66	46.41
2024	11	563595	23207.0	3481.05	1856.56	1	23207	1160.35	464.14	1	23207	116.04	23207	92.83	23207	185.66	46.41
2024	12	563595	23207.0	3481.05	1856.56	1	23207	1160.35	464.14	1	23207	116.04	23207	92.83	23207	185.66	46.41
合计			10443.15 5569.68			3481.05 1392.42			348.12			556.98		139.24			

深圳市城市公共安全技术有限公司

武汉市社会保险基金管理局
社保费缴纳清单
打印日期：2025年1月13日
证明专用章

16. 本项目拟投入主要人员简历表-开发主管 1

姓 名	王姝月	性 别	女	年 龄	33岁
职 称	高级工程师	身份证号	610102199203220349	专业/年限	信息技术/9年
资质证书	信息系统项目管理师	注册时间	2024年5月	从业时间	2016年
拟在本项目担任职务		开发主管1			
毕业学校		2016年毕业于美国新泽西理工学院学校电气工程专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~至今	东江水源工程主干线水工建筑物安全监测信息化项目		项目组成员	信息化工程研发	/

身份证扫描件



NEW JERSEY INSTITUTE OF TECHNOLOGY

The Board of Trustees of New Jersey Institute of Technology upon recommendation of the Faculty
and in recognition of completion of the requisite course of study hereby confers upon

SHUYUE WANG

the degree of

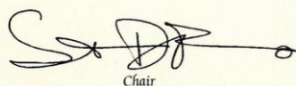
MASTER OF SCIENCE IN
ELECTRICAL ENGINEERING

NEWARK COLLEGE OF ENGINEERING

with all the rights and privileges thereunto appertaining.

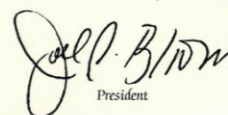
Given under the seal of the University this seventeenth day of May, two thousand and sixteen.

For the Board of Trustees


Chair



For the Faculty


President

职称证书扫描件



计算机技术与软件专业技术资格

Qualification of Computer and Software Professional

本证书由中华人民共和国人力资源
和社会保障部、工业和信息化部批准颁
发，表明持证人通过国家统一组织的考
试，取得计算机技术与软件专业技术资
格。



中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
工业和信息化部



姓 名：王姝月

证件号码：610102199203220349

性 别：女

出生年月：1992年03月

级 别：高级

专 业：信息系统项目管理师

批准日期：2024年05月26日

管 理 号：31420240544020108870



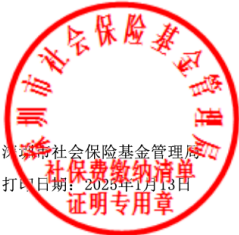
社保证明扫描件

深圳市社会保险历年参保缴费明细表（个人）

姓名：王妹月 社保电脑号：802769902 身份证号码：610102199203220349 页码：1
参保单位名称：深圳市城市公共安全技术研究院有限公司 单位编号：563595 计算单位：元

缴费年	月	单位编号	养老保险			医疗保险			生育			工伤保险			失业保险		
			基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	基数	单位交	基数	单位交	个人交
2024	10	563595	17817.0	2850.72	1425.36	1	17817	890.85	356.34	1	17817	89.09	17817	71.27	17817	142.54	35.63
2024	11	563595	17817.0	2850.72	1425.36	1	17817	890.85	356.34	1	17817	89.09	17817	71.27	17817	142.54	35.63
2024	12	563595	17817.0	2850.72	1425.36	1	17817	890.85	356.34	1	17817	89.09	17817	71.27	17817	142.54	35.63
合计			8552.16	4276.08				2672.55	1069.02			267.27			213.81	427.62	106.89

- 备注：
1. 本证明可作为参保人在本单位参加社会保险的证明。向相关部门提供，查验部门可通过登录
网址：<https://sipub.sz.gov.cn/vp/>，输入下列验证码（ 3391e3f84dd804dw ）核查，验证码有效期三个月。
 2. 生育保险中的险种“1”为生育保险，“2”为生育医疗。
 3. 医疗险种中的险种“1”为基本医疗保险一档，“2”为基本医疗保险二档，“4”为基本医疗保险三档，“5”为少儿/大学生医保（医疗保险二档），“6”为统筹医疗保险。
 4. 上述“缴费明细”表中带“*”标识为补缴，空行为断缴。
 5. 带“@” 标识为参保单位申请缓缴社会保险费时段。
 6. 带“&” 标识为参保单位申请缓缴社会保险费单位缴费部分的时段。
 7. 居民养老保险、少儿/学生医疗保险缴费情况不在本清单中展示。
 8. 如2020年2月至6月的单位缴费部分金额为“0”或者缴费金额减半的，属于按规定减免后实收金额。
 9. 单位编号对应的单位名称：
单位编号 563595 单位名称 深圳市城市公共安全技术研究院有限公司



17. 本项目拟投入主要人员简历表-开发主管 2

姓 名	吕江波	性 别	男	年 龄	36岁
职 称	高级工程师	身份证号	6205231989 09131138	专业/年限	信息技术 /9年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2016年
拟在本项目担任职务		开发主管2			
毕业学校		2016年毕业于兰州交通大学学校地图学与地理信息系统专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2023年~2024 年	深圳市CIM地下空间应用试点项目		开发主管	信息化工程研发	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

硕士研究生		
毕 业 证 书		
研究生 吕江波 性别 男, 一九八九年 九 月十三 日生, 于 二〇一三年 九 月至二〇一六年六 月在我校 地图学与地理信息系统 专业学习, 学制 叁 年, 修完硕士研究生培养计划规定的全部课程, 成绩合格, 毕业论文答辩通过, 准予毕业。		
培养单位: 兰州交通大学	校 长:	杨子江
证书编号: 107321201602009132	2016 年 6 月 23 日	

职称证书扫描件

	计算机技术与软件专业技术资格 Qualification of Computer and Software Professional	
<p>本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、工业和信息化部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得计算机技术与软件专业技术资格。</p>		
		姓 名：吕江波
		证件号码：620523198909131138
		性 别：男
		出生年月：1989年09月
		级 别：高级
		专 业：信息系统项目管理师
		批准日期：2018年05月26日
		管 理 号：2018101620105423
中华人民共和国 人力资源和社会保障部	中华人民共和国 工业和信息化部	

深圳市社会保险历年参保缴费明细表（个人）

缴费年	月	单位编号	养老保险			医疗保险				生育			工伤保险		失业保险		
			基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	个人交	险种	基数	单位交	基数	单位交	基数	单位交	个人交
2024	10	563595	26421.0	4227.36	2113.68	1	28046	1402.3	560.92	1	28046	140.23	280.46	112.18	28046	224.37	56.09
2024	11	563595	26421.0	4227.36	2113.68	1	28046	1402.3	560.92	1	28046	140.23	280.46	112.18	28046	224.37	56.09
2024	12	563595	27501.0	4400.16	2200.08	1	28046	1402.3	560.92	1	28046	140.23	280.46	112.18	28046	224.37	56.09
合计			12854.88	6427.44			4206.9	1682.76			420.69		336.55	137.34	673.11		168.27

1. 本证明可作为参保人在本单位参加社会保险的证明，向相关部门提供，查验部门可通过登录
网址：<https://sipub.sz.gov.cn/vp/>，输入下列验真码（ 3391e3f84dd8007r ）核查，验真码有效期三个月。

2. 生育保险中的险种“1”为生育保险，“2”为生育医疗。

3. 医疗险种中的险种“1”为基本医疗保险一档，“2”为基本医疗保险二档，“4”为基本医疗保险三档，“5”为少儿/大学生医保（医疗保险二档），“6”为统筹医疗保险。

4. 上述“缴费明细”表中带“*”标识为补缴，空行为断缴。

5. 带“@” 标识为参保单位申请缓缴社会保险费时段。

6. 带“&”标识为参保单位申请缓缴社会保险费单位缴费部分的时段。

7. 居民养老保险、少儿/学生医疗保险缴费情况不在本清单中展示。

8. 如2020年2月至6月的单位缴费部分金额为“0”或者缴费金额减半的，属于按规定减免后实收金额。

9. 单位编号对应的单位名称：

单位编号	单位名称
563595	深圳市城市公共安全技术研究院有限公司



18. 本项目拟投入主要人员简历表-开发主管 3

姓 名	吴述宁	性 别	男	年 龄	28岁
职 称	工程师	身份证号	4107251997 04172015	专业/年限	水利信息 技术/3年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2023年
拟在本项目担任职务		开发主管3			
毕业学校		2023年毕业于 <u>郑州大学</u> 学校 <u>计算机技术</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称	担任何职	主要工作内容	备 注	
2023年~2023 年	河南省开封市兰考县三义寨闸闸 前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合 利用信息化管理系统	其他主要人 员	参与项目实施	/	

身份证扫描件



毕业证书扫描件



资格证书扫描件

	计算机技术与软件专业技术资格 Qualification of Computer and Software Professional	
<p>本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、工业和信息化部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得计算机技术与软件专业技术资格。</p>		
		
中华人民共和国 人力资源和社会保障部	中华人民共和国 工业和信息化部	
		姓 名: 吴述宁
		证件号码: 410725199704172015
		性 别: 男
		出生年月: 1997年04月
		级 别: 中级
		专 业: 软件设计师
		批准日期: 2024年05月26日
		管 理 号: 31420240541011507121
		

社保证明扫描件

表单验证号码96a41d9fa572411697886dec50dec71b



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度202501

单位：元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	吴述宁	个人编号	41200011249851		证件号码	410725199704172015																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1997-04-17																			
参加工作时间	2023-07-14	参保缴费时间	2023-07-14		建立个人账户时间	2023-07																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202307-202412	0.00	0.00	14319.84	274.46	14594.30	18	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	14319.84	274.46	14594.30	18	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
2022年	2023年	2024年																							
	8000	13833																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020													2021												
2022													2023												
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明：“△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况，个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数，说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力，可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码，查验单据的真伪。




19. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 1

姓 名	牛林森	性 别	女	年 龄	35岁
职 称	工程师	身份证号	4128241990 0303354X	专业/年限	水文水资源/10年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2015年
拟在本项目担任职务		项目组成员1			
毕业学校		2015年毕业于西北农林科技大学学校水文学及水资源专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2023年~2023 年	河南省开封市兰考县三义寨闸闸前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合利用信息化管理系统		其他主要人员	参与项目实施	/

身份证扫描件



毕业证书扫描件

硕士研究生		毕业证书			
<p>研究生 牛林森 性别 女，一九九〇年 三 月 三 日生，于</p> <p>二〇一二年 九 月至二〇一五年 六 月在 水文学及水资源</p> <p>专业学习，学制 三 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格，</p> <p>毕业论文答辩通过，准予毕业。</p>					
培养单位： 西北农林科技大学			校(院、所)长： 		
证书编号： 107121201502001152			二〇一五 年 六 月 二十三日		

中华人民共和国教育部学历证书查询网址：<http://www.chsi.com.cn>

职称证书扫描件

杭州市中、初级专业技术职务 任职资格证书			
本证书的相关信息由杭州市人力资源和社会保障局提供。此证表明持证人具备担任相应专业技术职务的任职资格。杭州市职称系统面向社会提供电子证书核验服务。			
姓 名	牛林森	性 别	女
出生日期	1990年03月03日	资格名称	工程师
专业名称	水资源	资格级别	中级
取得时间	2020年09月30日		
公布文号	杭人社函〔2020〕85号		
评定组织	杭州市人力资源和社会保障局		
发文单位	杭州市人力资源和社会保障局		
发文日期	2020年12月07日		
证书编号	Z330100089517		
二维码验证		在线验证码	117547
<div>电子证书管理章</div> <div>电子证书生成日期:2021年04月07日</div>			

社保证明扫描件

表单验证号码075c5a78a94d491f8c2158addbcb8c78



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	牛林森	个人编号	41019991032588		证件号码	41282419900303354X																			
性别	女	民族	汉族		出生日期	1990-03-03																			
参加工作时间	2015-11-01	参保缴费时间	2015-11-01		建立个人账户时间	2015-11																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
201511-202412	0.00	0.00	53382.70	8700.19	62082.89	70	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	53382.70	8700.19	62082.89	70	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
			3733	4500	4500	4500	4500																		
2022年	2023年	2024年																							
16000	17895	17895																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015											▲	▲
2016	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	●	2017	●	●	●	●	▲	●	●	●	●	●	●	●
2018	●	▲	●	●	●	●	●	▲	▲	●	●	●	2019	●	●	●									
2020													2021												
2022								●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。



20. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 2

姓 名	郎欣宇	性 别	女	年 龄	30岁
职 称	/	身份证号	2303211995 10240402	专业/年限	水文水资源/4年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2021年
拟在本项目担任职务		项目组成员2			
毕业学校		2022年毕业于沈阳工业大学学校计算机科学与技术专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件



<h1>硕士研究生 毕业证书</h1>		
<p>研究生 郎欣宇 性别 女，一九九五年 十 月 二十四日生，于 二〇一八年 九 月至二〇二一年 六 月在 水文学及水资源 专业 全日制 学习，学制 3 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程， 成绩合格，毕业论文答辩通过，准予毕业。</p>		
培养单位		校 长: 
证书编号: 101411202102060365	二〇二一年 六 月 二十一日	

中华人民共和国教育部学历证书查询网址: <http://www.chsi.com.cn>

社保证明扫描件

表单验证号码34a2814e230c497fa5605ceb1d3bde42



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度202501

单位元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	郎欣宇	个人编号	41990020214020		证件号码	230321199510240402																			
性别	女	民族	汉族		出生日期	1995-10-24																			
参加工作时间	2021-07-01	参保缴费时间	2021-07-01		建立个人账户时间	2021-07																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202107-202412	0.00	0.00	30325.44	1610.45	31935.89	42	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	30325.44	1610.45	31935.89	42	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
									6000																
2022年	2023年	2024年																							
6509	11297	15566																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020													2021												
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明：“△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况，个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数，说明您在多地存在重复参保。该表黑白印章具有同等法律效力，可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码，查验单据的真伪。



21. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 3

姓 名	王倩丽	性 别	女	年 龄	30岁
职 称	/	身份证号	410521199505138029	专业/年限	水利工程/3年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2022年
拟在本项目担任职务		项目组成员3			
毕业学校		2022年毕业于 <u>郑州大学</u> 学校 <u>水利工程</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称		担任何职	主要工作内容	备 注
2024年~2024年	乌海·数字孪生水利（一期）		专业负责人	参与项目实施	/

身份证扫描件





郑州大学
ZHENGZHOU UNIVERSITY

硕士研究生毕业证书



研究生 王倩丽 性别 女，一九九五年五月十三日
生，于 二〇一九 年 九 月至 二〇二二 年 六 月
在 水利工程 专业 全日制 学习，
学制 三 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格，
毕业论文答辩通过，准予毕业。

郑州大学

校 长：

李 達

证书编号：104591202202003911

二〇二二年 六 月二十二日

社保证明扫描件

表单验证号码de58c0c16d094b7d9f73d51df45d4f8



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度202501

单位元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	王倩丽	个人编号	41200010211985		证件号码	410521199505138029																			
性别	女	民族	汉族		出生日期	1995-05-13																			
参加工作时间	2022-07-01	参保缴费时间	2022-07-01		建立个人账户时间	2022-07																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202208-202412	0.00	0.00	18432.00	639.73	19071.73	29	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	18432.00	639.73	19071.73	29	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计		0.00																							
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
2022年	2023年	2024年																							
6000	8184	11032																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020													2021												
2022													2023												
2024													2025												

说明：“△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况，个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数，说明您在多地存在重复参保。该表黑白印章具有同等法律效力，可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码，查验单据的真伪。



22. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 4

姓 名	王治中	性 别	男	年 龄	31岁
职 称	/	身份证号	4114221994 05122793	专业/年限	水利工程 /4年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2020年
拟在本项目担任职务		项目组成员4			
毕业学校		2021年毕业于 <u>郑州大学</u> 学校 <u>水利工程</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称	担任何职	主要工作内容	备 注	
2023年~2023 年	河南省开封市兰考县三义寨闸闸 前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合 利用信息化管理系统	其他主要人 员	参与项目实施	/	

身份证扫描件



 郑州大学 ZHENGZHOU UNIVERSITY	
硕士研究生毕业证书	
	
研究生 王治中 性别 男 ， 一九九四年 五月 十二日	
生，于 二〇一八 年 九 月至 二〇二一 年 七 月	
在 水利工程	专业 全日制 学习，
学制 三 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格，	
毕业论文答辩通过，准予毕业。	
	校 长： 刘炯天
证书编号： 104591202102003765	二〇二一年 七 月 一 日
中华人民共和国教育部学历证书查询网址： http://www.chsi.com.cn	

社保证明扫描件

表单验证号码8a52c9334d5f4ca5bd643fa77fd823f



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	王治中	个人编号	41092720048946		证件号码	411422199405122793																			
性别	男	民族	回族		出生日期	1994-05-12																			
参加工作时间	2020-06-10		参保缴费时间	2020-07-01		建立个人账户时间	2020-07																		
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202007-202412	0.00	0.00	32076.40	2154.49	34230.89	54	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	32076.40	2154.49	34230.89	54	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
								3020	6000																
2022年	2023年	2024年																							
6509	10411	15416																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020							●	●	●	●	▲	●	2021	●	●	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况, 个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数, 说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力, 可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码, 查验单据的真伪。

打印日期: 2025-01-09

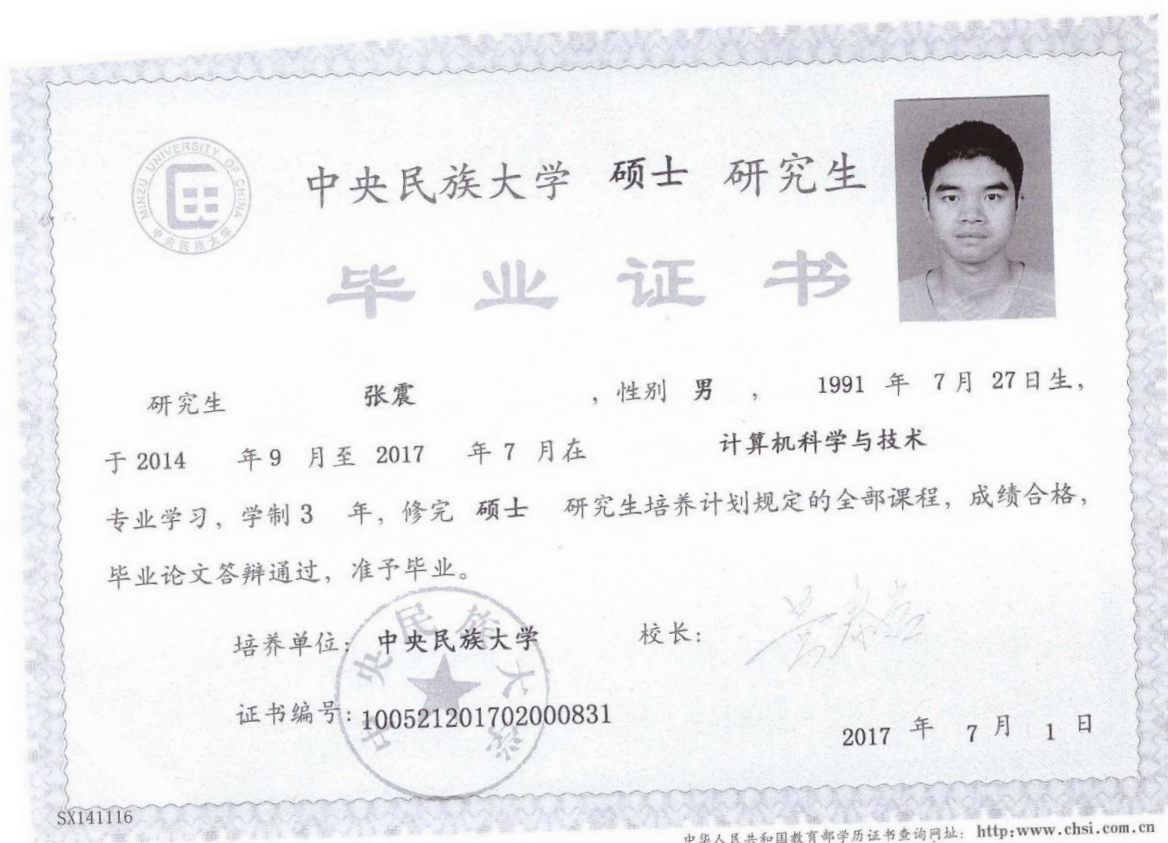
业务查询专用章

23. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 5

姓 名	张震	性 别	男	年 龄	34岁
职 称	/	身份证号	4115241991 07273233	专业/年限	水利信息 技术/4年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2017年
拟在本项目担任职务		项目组成员5			
毕业学校		2017年毕业于中央民族大学学校计算机科学与技术专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称及当时所在单位	担任何职	主要工作内容	备 注	
2023年~2023 年	河南省开封市兰考县三义寨闸闸 前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合 利用信息化管理系统	其他主要人 员	参与项目实施	/	

身份证扫描件





社保证明扫描件

表单验证号码ce52a078089d44088f780f9a6df12429



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度：202501

单位：元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	张震	个人编号	41200010386469		证件号码	411524199107273233																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1991-07-27																			
参加工作时间	2022-09-05	参保缴费时间	2022-09-06		建立个人账户时间	2022-09																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202209-202412	0.00	0.00	21465.92	668.10	22134.02	28	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	21465.92	668.10	22134.02	28	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00	欠费本金合计	0.00																
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
2022年	2023年	2024年																							
7231	7759	17151																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020													2021												
2022													2023												
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明：“△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况，个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数，说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。



24. 本项目拟投入主要人员简历表-项目组成员 6

姓 名	胡光亮	性 别	男	年 龄	29岁
职 称	/	身份证号	4115031996 10095372	专业/年限	水利信息 技术/3年
资质证书	/	注册时间	/	从业时间	2022年
拟在本项目担任职务		项目组成员6			
毕业学校		2022年毕业于 <u>沈阳工业大学</u> 学校 <u>计算机科学与技术</u> 专业			
工作经历					
时 间	参加过的项目名称及当时所在单位		担任何职	主要工作内容	备 注
2023年~2023 年	河南省开封市兰考县三义寨闸闸 前段清淤疏浚及疏浚泥砂综合 利用信息化管理系统		其他主要人 员	参与项目实施	/

身份证扫描件





沈阳工业大学
SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

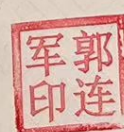
硕士研究生 毕业证书



研究生 胡光亮，性别 男，1996 年 10 月
9 日生，于 2019 年 8 月至 2022 年 6 月在我校
计算机科学与技术 专业 全日制 学习，学制
3 年，修完硕士研究生培养计划规定的全部课程，成绩合格，
毕业论文答辩通过，准予毕业。

培养单位：沈阳工业大学

校 长



证书编号：101421202202100311

2022 年 6 月 10 日

社保证明扫描件

表单验证号码06f0775196814068be2ee305a585a4e6



河南省城镇职工企业养老保险在职职工信息查询单

单位编号419900300301

业务年度: 202501

单位: 元

单位名称		云河(河南)信息科技有限公司																							
姓名	胡光亮	个人编号	41200010212039		证件号码	411503199610095372																			
性别	男	民族	汉族		出生日期	1996-10-09																			
参加工作时间	2022-07-01	参保缴费时间	2022-07-01		建立个人账户时间	2022-07																			
内部编号		缴费状态	参保缴费		截止计息年月	2024-12																			
个人账户信息																									
缴费时间段	单位缴费划转账户		个人缴费划转账户		账户本息	账户累计月数	重复账户月数																		
	本金	利息	本金	利息																					
202208-202412	0.00	0.00	21885.44	785.03	22670.47	29	0																		
202501-至今	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0																		
合计	0.00	0.00	21885.44	785.03	22670.47	29	0																		
欠费信息																									
欠费月数	0	重复欠费月数	0	单位欠费金额	0.00	个人欠费本金	0.00																		
欠费本金合计		0.00																							
个人历年缴费基数																									
1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年																
2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年																
2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年																
2022年	2023年	2024年																							
8000	8646	13636																							
个人历年各月缴费情况																									
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992													1993												
1994													1995												
1996													1997												
1998													1999												
2000													2001												
2002													2003												
2004													2005												
2006													2007												
2008													2009												
2010													2011												
2012													2013												
2014													2015												
2016													2017												
2018													2019												
2020													2021												
2022													2023	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
2024	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2025												

说明: “△”表示欠费、“▲”表示补缴、“●”表示当月缴费、“□”表示调入前外地转入。
人员基本信息为当前人员参保情况,个人账户信息、欠费信息、个人历年缴费基数、个人历年各月缴费情况查询范围为全省。如显示有重复缴费月数或重复欠费月数,说明您在多地存在重复参保。该表单黑白印章具有同等法律效力,可通过微信等第三方软件扫描单据上的二维码,查验单据的真伪。



11、其他（投标人认为需要补充提交的其他资料）

11.1 到岗履职承诺书

到岗履职承诺书

致：深圳市东部水源管理中心

我公司作为积极参与“深圳市清林径引水调蓄工程综合自动化监控信息系统三期工程”（以下简称“本项目”）投标的合法企业，深感荣幸有机会为贵单位的水利信息化建设贡献力量。为确保本项目的高效实施与顺利交付，我公司作为投标人，特就本项目关键岗位人员的到岗履职事宜，向贵单位作出如下郑重承诺：

1. 严格遵守招标要求：我公司承诺，一旦中标，将严格按照招标文件的各项要求，包括但不限于项目时间表、技术规范、质量标准等，组织项目实施。

2. 关键岗位人员到岗承诺：我公司保证，中标后，项目负责人赵凯华、技术负责人李永胜及其他关键岗位人员（具体名单附后）将按照合同约定时间全职到岗，不兼任其他项目，确保全身心投入本项目工作。

3. 高效履职，确保质量：我公司承诺，所有到岗人员将秉持专业精神，高效履行岗位职责，确保项目规划、设计、实施、测试、验收等各阶段工作的高质量完成。同时，将积极采用先进的信息技术和管理方法，推动项目创新，提升水利信息化水平。

4. 强化团队协作与沟通：我公司将建立健全项目管理机制，确保项目团队内部及与贵单位之间的有效沟通与协作，及时解决项目实施过程中遇到的问题，保障项目按计划顺利推进。

5. 安全生产与信息安全：我公司承诺，将严格遵守安全生产和信息安全的相关规定，采取有效措施保障项目实施过程中的安全，防止数据泄露和其他安全事故的发生。

本承诺书自签字盖章之日起生效，有效期至项目验收合格并完成所有后续服务义务之日止。我公司期待与贵单位携手共进，共创水利信息化建设的美好未来。

投标人名称：云河（河南）信息科技有限公司、深圳市城市公共安全技术有限公司

法定代表人：

授权委托人：

日期：2025年1月20日

11.2 述标承诺书

述标承诺书

致：深圳市东部水源管理中心

我司已完全知晓贵中心关于深圳市清林径引水调蓄工程综合自动化监控信息系统三期工程述标会的相关要求，我司承诺如下：

1. 我司签署的述标承诺书、项目负责人或技术负责人述标PPT和述标会录音录像资料作为投标文件的组成部分；

2. 如我司中标，我司将严格按照招标文件要求投入人员到岗履职，按照法律规定及合同约定组织完成深圳市清林径引水调蓄工程综合自动化监控系统三期工程任务，确保工程质量和安全，履行合同所约定的全部内容；

如我司未按照述标PPT及项目负责人或技术负责人述标会议发言内容开展后续建设工作，视为我司违约，贵中心有权视情况给予下列之一（或全部）处罚：①按照有关规定给予我司违约处罚；②不能获得良好及以上的履约评价；③报请主管部门记录不良行为记录。

公司：云河（河南）信息科技有限公司、深圳市城市公

共安全技术研究院有限公司（名称及盖章）

项目负责人/技术负责人：（签字）

日期：2025 年 1 月 20 日

11.3 电子与智能化工程专业承包壹级资质证书扫描件

251


建筑业企业资质证书
(副本)

企业名称: 云河(河南)信息科技有限公司
详细地址: 河南省郑州市金水区金水路109号
统一社会信用代码(或营业执照注册号): 91410000MA46YXAGXT 法定代表人: 侯红雨
注册资本: 1000万元人民币 经济性质: 其他有限责任公司
证书编号: D341409352 有效期至: 2027年07月18日
资质类别及等级:
电子与智能化工程专业承包壹级

仅限_____使用


发证机关:
2023 年11 月0 日
中华人民共和国住房和城乡建设部制



全国建筑市场监管公共服务平台查询网址: <http://jzsc.mohurd.gov.cn> NO. DF 22755904

11.4 安全生产许可证扫描件

<div><h2>安全生产许可证</h2><p>副本</p><p>编号: (豫)建安许字〔2023〕190827</p><p>单位名称: 云海(河南)信息科技有限公司</p><p>主要负责人: 樊红明</p><p>单位地址: 河南省郑州市金水区金水路109号</p><p>经济类型: 其他有限责任公司</p><p>许可范围: 建筑施工</p><p>有效期: 2023 年 02 月 08 日至 2026 年 02 月 08 日</p><div><p>发证机关: </p><p>2023 年 02 月 08 日</p></div><p>国家安全生产监督管理局 监制</p></div>	<div><h3>延期核准栏</h3><p>经审查, 准予该企业安全生产许可证有效期延期三年。</p><p>自: _____</p><p>至: _____</p><p>延期核准机关(章) _____</p><p>年 月 日</p><p>经审查, 准予该企业安全生产许可证有效期延期三年。</p><p>自: _____</p><p>至: _____</p><p>延期核准机关(章) _____</p><p>年 月 日</p></div>
---	---

仅限 使用