

标段编号：2308-440307-04-01-709819008001

深圳市建设工程勘察招标投标 文件

标段名称：东林三路、罗山一路、罗山二路、新厦大道（二期）、理
光路等5条市政道路工程第三方监测

投标文件内容：业绩文件

投标人：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

日期：2025年05月21日

投标人郑重承诺：

对所提供资料的真实性、准确性、有效性负全部责任。

投标人近五年签订同类工程合同的项目情况

序号	工程名称	合同价款	建设单位	开始时间	完成时间
1	国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家1#大桥桥址区和K39+400边坡深层水平位移监测	346.00万元	中交第二航务工程局有限公司	2021年10月	2023年10月
2	数字经济产业园配套基础设施A区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通16号线安全影响监测项目	184.9901万元	武汉车都建设开发有限公司	2023年9月	2024年3月
3	国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）k46+170边坡、省道S210及附近边坡监控量测	174.00万元	中交第二航务工程局有限公司	2022年10月	2024年10月
4	岱山高亭至双峰新城公路工程项目监控量测	86.742万元	保利长大工程有限公司岱山分公司	2022年7月	2023年5月
5	K39+400边坡泄水洞监控量测及超前地质预报	30.00万元	中交二航局第二工程有限公司	2022年6月	2024年1月

注：投标人应将近五年签订同类工程合同的项目情况填入本表，附相应合同扫描件。

1、国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家1#大桥桥址区和K39+400边坡深层水平位移监测
委托书：

关于国家高速公路网 **G5615** 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家 **1#**大桥桥址区和 **K39+400** 边坡深层水平位移监测工作的任务委托书

中交第二公路勘察设计研究院有限公司：

国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家 1#大桥桥址区和 K39+400 边坡处于两条断层之间，上覆地层为崩坡积和残坡积粉质粘土和含碎砾石粉质粘土，下伏基岩为页岩和炭质页岩，岩体破碎，结构性差，岩石强度低，该区域岩层赋水多，地下水位高，因此，该区域地质条件复杂，斜坡的稳定性差，岩土层持续蠕变。

鉴于上述情况，为确保上述区域构筑物的稳定与安全，我部决定对国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家 1#大桥桥址区和 K39+400 边坡开展深层水平位移监测工作，以便设计人员准确判断地质变形情况，根本性解决蠕变问题。经我部多方询价并与贵司密切磋商，拟决定将该监测工作交由贵司负责实施，现将实施的具体标准、监测期限及费用等要求如下：

一、监测技术标准

1. 为了最大限度减少外部因素对深层水平位移监测的干扰，确保监测数据与实际变形情况吻合度高，要求使用满足《工程测量规范》GB 50026、《建筑变形测量规范》JGJ 8 和《岩土工程一期基本参数及通用技术条件》GB/T 15406 的智能全自动测斜仪。具体规格参数如下：

(1) 要求测斜仪系统精度不低于 0.1mm/m，分辨率不低于 0.02mm/250mm。

(2) 测斜管采用 PVC 工程塑料管或铝合金管，测斜管直径宜为 45~90mm。

(3) 测斜管自下而上以不大于 0.5m 间隔逐段测量，每个监测方向均应进行正、反两次测量。

2. 本次深层水平位移监测以测斜管下部管端为位移基准点。根据地质钻孔实际情况，测斜管底端应进入稳定弱风化基岩不小于 2m，设计测斜孔深作为参考值。安装测斜管时，测斜管接头处和测斜管底端应密封，严禁测斜管接头处和测斜管底端进入泥浆、岩屑等杂物，避免测斜管底端产生零点漂移和接头处测量误差过大。岩层孔壁与测斜管之间采用弱膨胀水泥砂浆回填密实，土层孔壁与测斜管之间采用风干膨润土泥球回填密实。

3. 测斜管安装完成后，应根据现场实际情况待管壁与周围填料、填料与周围岩土体稳定接触，且密实后开始进行第一次观测，或测斜管安装完成第七天后开始进行第一次测量。第一次测量共分三次完成，每次读数间隔时间不大于 5 分钟，取三次测量读数的平均值作为其初始值。

4. 根据目前地表位移监测数据分析，三家 1#大桥桥址区和 K39+400 边坡在降雨条件下其位移速率增大，非降雨条件下其位移速率减缓，因此，建议在降雨季节按照每 24 小时进行一次监测，非雨季每 3 天监测一次的频率进行监测。

5. 监测单位应严格落实监测方案，及时分析、处理监测数据，并将监测结果和评价以周报、月报、阶段总结报告和监测总结报告的形式向我部进行信息反馈。各阶段报告应明确分析斜坡蠕变对附近构筑物产生的不利影响，当监测数据达到监测报警值时必须立即通报我部。

6. 监测结束，监测单位应向我部提供以下资料，并按档案管理规定，组卷归档。

(1)三家 1#大桥桥址区和 K39+400 边坡深层水平位移监测方案；

(2)测点布设和验收记录；

(3)周报、月报、阶段总结报告和监测总结报告。

二、监测周期及费用

1. 暂定 24 个月，从贵司人员进场及设备安装完毕、具备监测条件的次日起开始计算（以我部验收通过为准）。

2. 监测费用为包干总价 346 万元，包含了按施工规范和标准、施工图纸、技术要求及我部指令完成所有监测工作内容，而发生的一切劳务费用、机械费、材料费、进退场费、措施费、办公费、缺陷修复费、管理费、利润、增值税税金、规费等明示或暗示的费用。

3. 若因后期地质变化导致监测工作无需继续开展，监测周期将根据实际情况进行缩减，监测费用按实际监测周期进行结算。

请贵司在收到本委托书 3 日内安排具备监测相关资质的人员进场，完成设备安装和调试，尽快开展监测工作。我部将尽快启动监测

技术服务合同的审批和签订流程，保障贵司合理诉求。

中交第二航务工程局有限公司
G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段
(文麻段) 总承包项目经理部
2021 年 8 月 29 日

合同:

00-文麻高速-JSQT-20220324-001

国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡深层水平位移监测技术服务合同

正本

签订地点：云南文山

签订日期：2021 年 10 月

委托人（甲方）：中交第二航务工程局有限公司

受托人（乙方）：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

本合同由甲方委托乙方完成国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡深层水平位移监测工程（以下简称工程）的监测服务工作，并支付监测服务费用，乙方接受委托并开展监测服务工作。双方经过平等协商，在真实、充分地表达各自意愿的基础上，根据《中华人民共和国合同法》等相关法律法规的规定，达成如下协议，并由双方共同恪守。

1、工程基本情况

1.1 工程名称：国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡深层水平位移监测。

1.2 工程地点：三家一号大桥桥址区、K39+400 边坡。

1.3 工程概况：国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡。

2、监测服务的目标、内容、规范、技术要求、监测方案及监测参数等

2.1 监测服务的目标：对边（滑）坡的变形破坏特征及变形发展规律进行监测，为设计及施工提供科学依据，保证设计合理、施工及运营安全。

2.2 监测服务的内容：对三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡进行深层水平位移监测。

2.3 监测服务的规范及技术要求：

1、满足《工程测量规范》GB 50026、《建筑变形测量规范》JGJ 8 和《岩土

工程仪器基本参数及通用技术条件》GB/T 15406 的智能全自动测斜仪。

①结合本次监测的实际情况，要求测斜仪系统精度不低于 0.1mm/m，分辨率不低于 0.02mm/250mm。

②测斜管采用 PVC 工程塑料管或铝合金管，测斜管直径宜为 45~90mm。

③测斜管自下而上以不大于 0.5m 间隔逐段测量，每个监测方向均应进行正、反两次测量。

2、本次深层水平位移监测以测斜管下部管端为位移基准点。根据地质钻孔实际情况，测斜管底端应进入（潜在）滑面以下稳定地层不小于 5m，设计测斜孔深作为参考值。安装测斜管时，测斜管接头处和测斜管底端应密封，严禁测斜管接头处和测斜管底端进入泥浆、岩屑等杂物，避免测斜管底端产生零点漂移和接头处测量误差过大。岩层孔壁与测斜管之间采用弱膨胀水泥砂浆回填密实，土层孔壁与测斜管之间采用风干膨润土泥球回填密实。

3、测斜管安装完成后，应根据现场实际情况待管壁与周围填料、填料与周围岩土体稳定接触，且密实后开始进行第一次观测，或测斜管安装完成第七天后开始进行第一次测量。第一次测量共分三次完成，每次读数间隔时间不大于 5 分钟，取三次测量读数的平均值作为其初始值。

4、根据目前地表位移监测数据分析，三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡在降雨条件下其位移速率增大，非降雨条件下其位移速率减缓，因此，建议在降雨季节按照每 2~3 天进行一次监测，非雨季每 7~10 天监测一次的频率进行监测，后期稳定期每 15~30 天监测一次的频率进行监测，监测频率以监测方案为准。

5、监测单位应严格落实监测方案，及时分析、处理监测数据，并将监测结果和评价以周报、月报、阶段总结报告和监测总结报告的形式向中交二航局文麻总承包部作信息反馈。各阶段报告应明确分析斜坡蠕变对附近构筑物产生的不利影响，当监测数据达到监测报警值时必须立即通报中交二航局文麻总承包部。

6、监测结束，监测单位应向中交二航局文麻总承包部提供以下资料，并按档案管理规定，组卷归档。

①三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡深层水平位移监测方案；

②测点布设和验收记录；

③周报、月报、阶段总结报告和监测总结报告。

2.4 监测服务方案及批准程序：甲方组织专家评审后，由甲方审批。

2.5 具体的监测项目、数量及监测参数：详见附件 1：监测服务工作量清单。

2.6 监测服务人员：详见附件 2：监测服务人员一览表

2.7 监测设备：详见附件 3：监测设备一览表

2.8 监测单位资质证书名称、编号、发证单位及有效期：工程勘察综合类甲级、B142001169、中华人民共和国住房和城乡建设部、2021 年 12 月 31 日。

2.8 “监测服务”系指根据本合同规定乙方承担的所有工作（包括但不限于现场监测、试验室测试及现场配合等工作）；与履行合同有关的辅助服务，及其他的伴随服务。“技术成果”是指根据本合同约定，由乙方提交的“监测方案”、“监测报告”等技术文件。

3、履行的计划、进度、期限、地点和方式

3.1 履行计划、进度要求：按设计、施工进度安排，配合设计及施工过程。

3.2 监测服务的期限：乙方人员进场及设备安装完毕、具备监测条件的次日起开始计算，暂定 24 个月。

3.3 监测服务地点、地域：三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡。

3.4 监测服务的方式：现场监测。

4、合同价款

4.1 本合同价款（含税）为人民币：3460000.00 元，大写：叁佰肆拾陆万元整。其中：不含增值税价为人民币 3264150.94 元，大写：叁佰贰拾陆万肆仟壹佰伍拾元玖角肆分；增值税税率 6%，增值税税额人民币 195849.06 元，大写：壹拾玖万伍仟捌佰肆拾玖元零陆分。

履约期间如国家调整增值税税率，则本合同不含增值税价不变，按照调整后的增值税税率进行结算，调整合同总价。

4.1.1 合同价格组成说明：包含并不限于材料费（如有）、监测费用、试验费、人员费用、服务费、管理费、利润、利息、保险、增值税、非增值税税金以及所有明示和暗示的费用。

4.2 合同价款变更机制：无。

5、结算、支付

5.1 结算

(2) 向约定的_____仲裁委员会申请仲裁(仲裁地点为_____),按照申请仲裁时该会现行有效的仲裁规则进行仲裁。仲裁裁决是终局的,对双方均有约束力。

21.2 在提起诉讼或仲裁期间,除正在进行裁决的部分外,本合同的其它部分继续执行。

22、其他

22.1 合同附件是本合同的一部分,与合同正文具有同等法律效力。合同附件与合同正文冲突时,以合同正文条款为准。

22.2 本合同自双方法定代表人或授权签约代表签字、盖章后生效,至履行完毕且费用结清、双方履行完合同义务后失效。

22.3 本合同应按照中华人民共和国的现行法律进行解释。

22.4 未尽事宜,双方共同协商。

22.5 本合同一式 肆 份,甲方执 贰 份,乙方执 贰 份。

23、合同附件

23.1 本合同附件共 3 件,明细如下:

附件 1: 监测服务工作量清单

附件 2: 监测服务人员一览表

附件 3: 监测设备一览表

(以下无正文)

甲方：中交第二航务工程局有限公司
(盖章)

法定代表人

或授权签约代表(签字):

电话: _____

乙方：中交第二公路勘察设计研究院有限公司
(盖章)

法定代表人

或授权签约代表(签字):

电话: _____

签订时间: 2021 年 10 月 ____ 日



合同封底：

**中交二航局项目部等三级单位公章
在合同中用印权限说明书**

中交二航局项目部/公司三级单位不得签订合作类（战略合作协议和具体业务合作协议）、投资类、金融融资类、保险类、担保类、信息化类、不动产购买和销售类合同，等。

中交二航局所有项目部/公司三级单位公章只能在签订 3 万元以下的合同时使用。

中交二航局所有项目部等三级单位超出上述范围使用其公章签订合同的，该合同无效，合同相对方应当在签订合同时知悉其中的风险，造成损失由合同相对方自行承担。

合同相对方：我方已知悉《中交二航局项目部等三级单位公章在合同中用印权限说明书》的所有内容，并自愿承担相应风险。

合同相对方（盖章）：

授权代表（签字）：

2021 年 10 月____日

附件 1 监测服务工作量清单

工作内容		单位	数量	说明
仪器设备	测斜仪	套	1	
	电测水位计	套	1	
	测斜管及接头等配件	m	565	
	孔口保护装置	套	14	
仪器设备安装费	测斜管安装	孔	14	
	孔口保护安装	孔	14	
	孔周灌浆密实	孔	14	
观测与资料	测斜测试	米次	42375	按 565m 进尺计
	地表监测	点次	6336	
	水位观测	次	360	
	分析成果报告	次	96	
	钻孔成像成果图	孔	14	

附件 2 监测服务人员一览表

人 员	数 量 (人)	姓 名	说 明
项目负责人	1	郭少文	注册岩土工程师，一级建造师，一直从事岩土勘察、岩土设计的工作，担任过公路、市政、等勘察项目的负责人。
技术负责人	1	李圣明	高级工程师，注册测绘师，2006 年硕士毕业入职本行业，一直从事工程测量工作，担任过轨道、公路等测量项目的项目、技术负责人。
现场测试人员	3	邓剑辰	正高级工程师，硕士研究生毕业，毕业以来主要从事高速公路边坡和隧道监测监控与咨询工作，承担鄂西鄂西北多条高速公路边坡监控咨询项目。
		张 行	高级工程师，硕士研究生学历，从事高速公路边坡滑坡、桥基与隧道病害监测监控 8 年，担任贵州道安高速、都匀高速等边坡监控的现场负责人。
		严俊峰	工程师，硕士研究生学历，主要从事高速公路边坡滑坡、隧道病害监控量测工作，承担过重庆渝湘复线高速、湖北谷竹高速等边坡监控的现场负责人。
		王 博	工程师，硕士研究生学历，主要从事边坡监测、隧道及非煤矿山地压监测等地质灾害监测与分析研究，担任渝湘复线高速公路隧道与边坡监测项目现场负责人。
		胡 乐	助理工程师，研究生学历，毕业以来主要从事岩土勘察、岩土设计等工作。

附件 3：监测设备一览表

[illegible]

国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家一号大桥桥址区和K39+400边坡深层水平位移监测技术服务合同支付证书

分包合同名称：国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目三家一号大桥桥址区和K39+400边坡深层水平位移监测技术服务合同
办理时间：2023年10月26日 支付期数：第 3 期
分包单位名称：中交第一公路勘察设计研究院有限公司
对应计量起止时间：2022年10月21日至2023年10月26日

序号	项目名称	上期末累计	本期计量	本期末累计	备注
一	批复计量金额				
1	清单计量小计	2249000.00	1211000.00	3460000.00	
2	经济往来会签扣款				
二	预付款支付				
三	预付款扣回				
四	合同约定暂扣款				
1	质量保证金	112450.00	60550.00	173000.00	
2	农民工工资支付保证金				
3	其他保留金				
五	合同约定暂扣款返还				
1	质量保证金				
2	农民工工资支付保证金				
3	其他返还金额				
六	实际应支付金额（一+二—三—四+五）	2136550.00	1150450.00	3287000.00	
本期应支付金额：壹佰壹拾伍万零肆佰伍拾元整（小写1150450.00元）					

编制人：和国梁 部门负责人：郭少文 财务负责人：VF
分管领导：郭少文 项目经理：郭少文 分包单位负责人：郭少文

注明：1、本表应附对应支持性附件，包括同期分包合同中间计量证书、工程量签认单、部门经济往来会签单及其相关附件等；
2、应在备注栏中对各类合同约定扣款与返还款比例进行标注说明，并注明其他保留金和其他返还款项的比例（如有）；
3、单独支付各类返还款时，批复计量金额及合同约定扣款填零，仍需履行经济往来会签手续及款项返还确认审批手续。

成果文件：

国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路
天保至文山段（文麻段）
三家 1#大桥桥址区和 K39+400 边坡深层水平
位移监测技术服务项目

总结报告

（2021 年 9 月~2023 年 9 月）



中交第二公路勘察设计研究院有限公司
CCCC Second Highway Consultants Co., Ltd.

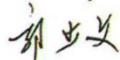
二〇二三年十月




国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路
天保至文山段（文麻段）
三家1#大桥桥址区和K39+400边坡深层水平位
移监测技术服务项目总结报告

编写：王搏 

技术负责人：李圣明 

项目负责人：郭少文 

审定：明洋 



中交第二公路勘察设计研究院有限公司
CCCC Second Highway Consultants Co., Ltd.

二〇二三年十月

内 容 提 要

依托于“国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）三家 1#大桥桥址区和 K39+400 边坡深层水平位移监测技术服务”项目，本报告总结了自 2021 年 9 月至 2023 年 9 月期间的监测数据。通过对二期综合处治施工期前 6 个月、综合处治施工期 10 个月和处治完工后 8 个多月的持续综合数据监测，本报告分析了三家 1 号大桥桥基及 K39+400 边坡的地表变形、深部位移、桥梁墩台数据监测成果，并基于该阶段综合监测成果判断当前文麻高速三家 1 号大桥桥基及 K39+400 边坡的监测数据总体处于较稳定状态。

合同期内对文麻高速三家 1 号大桥桥基及 K39+400 边坡的深部位移、边坡地表（抗滑结构和边坡坡表）变形、墩台墩柱变形、抗滑桩倾斜等多项内容进行了综合监测，由综合监测成果可知：一期处治后二期处治施工前的半年时间内，三家 1 号大桥桥基及 K39+400 边坡地表及深部均存在较明显的持续蠕滑变形，局部坡体深部存在较明显的蠕滑带，且变形无明显收敛发展迹象。二期处治施工期间，三家 1 号大桥前缘填方反压，桥基附近抗滑桩支挡，施工初期桥基斜坡的地表和深部变形虽有波动式增加，但变形趋势很快得到了制止，桥基斜坡及桥墩的稳定性得到了明显改善，收敛发展明显；K39+400 边坡在病害处治施工期间，边坡地表和深部变形受前缘施工影响，变形存在较大的增幅发展，部分深部测斜管剪断（后补充了自动化深部测斜设备），施工后期，边坡变形速率明显放缓，逐步收敛发展趋势明显。

总体而言，二期综合处治施工完工后，在 9 个多月的综合监测时间内，三家 1 号大桥斜坡及桥墩和 K39+400 边坡的地表、深部变形总体无持续发展迹象，收敛迹象明显，边坡总体较稳定，表明加固处治效果良好，边坡的长期稳定性得到了保障。鉴于 K39 边坡开挖坡度较高、地质条件复杂，三家一号大桥桥址区处坡体地下水较丰富，建议运营单位后续对 K39 边坡和三家一号大桥保持监测，并开展定期巡测。

关键词：文麻高速公路；K39+400 边坡三家 1 号大桥；综合监测

目 录

1 项目概况	1
1.1 项目背景	1
1.1.1 工程概况	1
1.1.2 病害特征	2
1.2 项目服务范围	3
2 监控监测方案及依据	3
2.1 监测目的	3
2.2 监测工作内容及监测方案	4
2.2.1 监测工作内容	4
2.2.2 监测布置及工作量	4
2.3 综合处治措施方案与反压施工时间序列	7
2.4 监控监测依据	7
3 监测技术方法及原理	8
3.1 常用仪器设备	8
3.2 主要仪器测试原理	8
4 监测频率和预警控制指标	11
4.1 监测频率	11
4.2 监测预警控制指标	11
5 监测成果及分析	12
5.1 监测区数据成果曲线图	12
5.1.1 I 区与III区地表变形监测成果图	13
5.1.1.1 I 区与III区人工监测成果图	13
5.1.1.2 III区自动化监测成果图	14
5.1.2 III区抗滑桩顶变形监测成果图	15
5.1.2.1 前缘抗滑方桩顶成果图	15
5.1.2.2 III区中部抗滑圆桩顶成果图	17
5.1.3 III区挡墙变形监测成果图	17
5.1.3.1 挡墙顶监测点成果图	18
5.1.3.2 挡墙底部监测点成果图	19
5.1.3.3 路肩监测点成果图	20
5.1.4 I 区与III区桥梁变形监测成果图	20

5.1.5 各区深部变形监测成果图	21
5.1.5.1 I 区深部变形监测成果图	21
5.1.5.2 II 区深部变形监测成果图	24
5.1.5.3 III 区深部变形监测成果图	25
5.1.5.4 反压区深部变形监测成果图	36
5.1.6 监测区水位监测成果图	36
5.1.6.1 I 区与III区人工水位监测孔	36
5.1.6.2 III区自动化水位监测孔	37
5.1.6.3 监测区降雨量监测成果图	37
5.1.7 I 区裂缝监测成果图	38
5.2 监测区成果分析	39
5.2.1 监测 I 区成果分析	39
5.2.2 监测 II 区成果分析	40
5.2.3 监测III区成果分析	41
5.2.4 反压区成果分析	47
5.3 变形稳定性分析	47
5.3.1 边坡滑塌变形的地质力学内涵	47
5.3.2 边坡变形曲线类型	48
5.3.3 本项目典型区域（III区）变形特征	48
6 总结及建议	50
附图 1	52
附图 2	53
附图 3	54
附图 4	55
附图 5	56

1 项目概况

1.1 项目背景

1.1.1 工程概况

文麻高速公路三家 1 号大桥及 K39+400 左侧边坡病害处治范围涉及施工桩号为 YK38+955~YK39+500 (ZK38+978~ZK39+500)。其中 YK38+955~YK39+065 为浅填路基；YK39+065~YK39+245 (ZK39+085~ZK39+145) 为三家 1 号大桥。三家 1 号大桥左幅为 4×30 预应力砼箱梁，右幅为 6×30 预应力砼箱梁；YK39+245~YK39+500 (ZK39+300~ZK39+500) 左侧为四级高边坡（简称“K39+400 边坡”），详见图 1.1-1。



图 1.1-1 工程区域全貌示意图（病害处治前期）

工程区域地貌属低中山构造侵蚀地貌，总体地形为东高西低，北高南低，呈“两脊夹两沟”的特征。公路 YK38+955~YK39+550 里程范围位于斜坡的中部的两山脊之间。西侧山脊为香坪山隧道出口（YK38+955），为陡峭的直立斜坡，东侧山脊呈折线形，山脊走向自北西转折至南西，山脊与公路交于 YK39+500。YK38+955~YK39+550 段地表水系发育，常年存在流水，详见图 1.1-2。



图 1.1-2 工程区域地貌及水系冲沟示意图

1.1.2 病害特征

整个工程区域地质构造复杂，褶皱十分发育，地表水系较发育，浅层薄层状岩体总体破碎，坡体裂缝、结构裂隙较发育，坡体含水量高，局部渗水痕迹明显等。

(1) 三家 1 号大桥及桥基斜坡：

0 号台斜坡：左幅隧道进口端路面（ZK39+030）附近出现 1 条斜切路面裂缝，右幅隧道出口端路面（YK39+010）附近出现 1 条斜切路面裂缝，右幅 0 桥台周边混凝土路面、水沟存在不同程度的开裂。

右幅 5 号墩及斜坡：右幅 5 号墩周边水沟开裂、墩柱冒梁挡块开裂、墩柱底部右侧（前缘侧）出现环形裂纹。

前期病害特征照见图 1.1-3。



图 1.1-3 桥基斜坡路面及桥墩冒梁病害特征典型照片

(2) K39+400 路堑边坡：

YK39+245~YK39+600 (ZK39+300~ZK39+580) 左侧四级高边坡地表及其平台截排水沟多处出现开裂,并存在地表局部滑塌趋势。抗滑桩内侧边坡平台多处开裂,中部冲沟常年流水,坡体局部渗水严重,边坡切方开挖断面褶皱(揉皱)明显,薄层状页岩岩体松散破碎。根据前期施工单位监测成果可知,前缘支挡抗滑桩桩顶、挡墙顶前期存在倾斜变形,且未见收敛趋势。



图 1.1-4 K39+400 路堑边坡病害特征典型照片

1.2 项目服务范围

主要监测对象:对文麻高速三家一号大桥桥址区和 K39+400 边坡进行地表及深部位移监测。根据调绘成果结合地形地貌、坡体变形情况将监测区分为三个大区(I、II、III 区)和反压区,同时对三大区内重点监测区域加强的监测,I 区内重点监测区域为 I-1 变形监测,III 区内重点监测区域为 III-1 变形区(对应 K39+400 边坡及支挡结构)、III-2 变形区(对应 5 号墩及周边变形体)。监测区现场实景图大致分区情况见图 2.3-1。

2 监控监测方案及依据

2.1 监测目的

为了查明工程不稳定斜坡病害的影响范围、深度以及形成机制等,为防治效果评价提供依据,保证公路长期运营安全,受业主委托,我公司承担了“三家 1 号大桥及 K39+400 边坡病害”的监控监测工作。

(1) 通过对边坡进行监测,辅助判断边坡稳定性情况,为动态设计治理方案的制

定及运营管理提供数据支撑。

(2) 通过对桥梁墩台进行监测，进一步测明桥梁墩台的累计偏移和沉降情况以及变形机理，让业主可以客观真实地了解桥梁的安全状态和质量程度，确保桥梁运营期的安全。

(3) 监测数据和资料可以按照安全预警位发出报警信息，既可以对安全和质量事故做到防患于未然，又可以对潜在的安全和质量隐患做到心中有数。

2.2 监测工作内容及监测方案

2.2.1 监测工作内容

依据现场工程特点，针对“三家 1 号大桥及 K39+400 边坡病害”变形特征，整个监测区域从下面 7 个方面展开相关监测工作：

- (1) 地表变形监测：针对不稳定斜坡若干主断面进行布点监测。
- (2) 抗滑桩顶监测：针对 K39+400 边坡抗滑桩顶布点监测。
- (3) 挡墙顶监测：针对 K39+400 边坡挡墙顶进行布点监测。
- (4) 深部位移监测：选取部分补勘钻孔、抽芯桩孔，对边坡、抗滑桩进行深部测斜。
- (5) 桥梁变形监测：针对“三家 1 号大桥”的部分墩台、护栏、伸缩缝等进行变形监测。
- (6) 水位监测：针对关键部位的补勘孔、抽芯孔进行水位监测。
- (7) 现场巡查：对桥梁结构、边坡抗滑支挡结构、排水系统等进行踏勘巡视，掌握结构变形外观表现。

各监测区域监测技术和测点布置情况见表 2.3-1

2.2.2 监测布置及工作量

根据现场巡查特点，为方便设计使用及分析，沿用勘察报告中对整个工程区域的工程地质分区（见图 2.3-1）与区域断面的划分（见附图 1）。针对性地对分区布置并安装如下监测点（孔）。

监测 I 区：4 个地表变形监测点，编号 BP1#、BP2#、BP12#、BP13#；3 对路面裂缝测，编号 L1-1'~L3-3'；3 个坡体深部测斜孔，编号 BK01、BK03，BK04；4 处墩台监测点，编号 ZQD0#、YQD0#、YQD1#、YQD2；1 个坡体水位监测孔，编号 BK03。

监测 II 区：1 个坡体深部测斜孔，编号 BK13 孔。

监测 III 区：13 个地表变形监测点，编号 BP03~BP11、BP14~BP17；6 对边坡裂缝测，编号 1-1'~6-6'；42 个方形抗滑桩顶监测点，编号 Z1#~Z36#、QJ7#、QJ7#、QJ27#、GNSS03、GNSS05、GNSS06；8 个挡墙监测点，编号 D1~D8；15 个深部测斜孔，编号 BK08、BK10、BK11、BK14、BK17、BK21~BK24、ZHSK01、ZHSK02、ZHSK03、Z07、Z12、Z19。6 个水位监测孔，坡体水位监测孔编号 BK11、BK17、BK24，抗滑桩抽芯孔水位监测孔编号 Z07、Z12、Z19；1 个降雨量监测计，编号 ZHSK01-YL。

另外在反压区布置有 1 个深部测斜孔，编号为 BK26。

各区监测点和监测对象详细统计见表 2.3-1，监测点（孔）设计平面布置与对应断面详见划分附图 1、附图 2。



图 2.3-1 工程地质分区图

表 2.3-1 监测点（孔）布置统计表

分区		监测点	监测孔	监测内容	目的	备注
I 区	除 I-1 区	边坡: BP01	BK01、BK03	地表变形监测 深部位移监测 水位监测 现场巡查	判断后缘山体是否变形	
	I-1 区	边坡: BP02、BP12、BP13 路面裂缝: L1-1'、L2-2'、L3-3' 墩台: ZQD0#、YQD0#~2#	BK04	地表变形监测 深部位移监测 桥梁变形监测 现场巡查	监测 0 号台右侧坡主滑断面	路面裂缝（后期停测）
II 区	/	/	BK13	深部位移监测 现场巡查	判断后缘山体是否变形	
III 区	除 III-1 区和 III-2 区	边坡: BP03、BP04、BP10、BP11、BP14、BP15、BP16、BP17 桥面: QZ4H-1、QZ4H-2 墩台: ZQD2#、YQD3#、YQD4#、YQD6#	BK11、BK14、BK21~BK23	地表变形监测 深部位移监测 桥梁变形监测 水位监测 现场巡查	判断后缘山体、桥梁是否变形	QZ4H-1、QZ4H-2 左幅桥面 4#伸缩缝右侧
	III-1 区	边坡: BP05、BP06、BP07、BP08、BP09 GNSS01、GNSS02、GNSS04、ZHSK01-YL 抗滑桩: Z1#~Z36#、QJ7#、QJ17#、QJ27#、GNSS03、GNSS05、GNSS06、YZ1~YZ4（圆桩） 挡墙: 挡墙顶 D1#~D8#（挡墙底 Dd-1~Dd-5） 路肩: LJ1~LJ3 边坡裂缝: 1-1'~6-6'	边坡: BK17、BK24、ZHSK01~ZHSK03 抗滑桩: Z07、Z12、Z19	地表变形监测 深部位移监测 抗滑桩变形监测 挡墙监测 水位监测 现场巡查	监测结构物位移、倾角	ZHSK01-YL（自动化降雨量监测计）；ZHSK01、ZHSK02、ZHSK03（自动化水位监测孔）
	III-2 区	墩台: YQD5#	BK08、BK10	桥梁变形监测 深部位移监测 现场巡查	监测右幅 5 号墩变形	
反压区	/	/	BK26	深部位移监测 现场巡查	监测反压体变形	根据实际情况增加

2.3 综合处治措施方案与反压施工时间序列

监测工作结合勘察时间及时开展，于9月初开始陆续布置监测点和安装测斜孔。

综合勘察资料及监测成果（含前期），设计部门最终制定了以下综合处治措施方案：

①三家1号大桥右幅部分墩台加固更换+部分墩台抗滑桩支挡+桥基斜坡前缘填方反压+综合排水；

②K39+400 边坡前缘重力挡墙顶钢轨桩+坡面排水；

③K39+400 边坡中部旋挖桩支挡+内部泄水洞排水；

④K39+400 边坡中线盲（渗）沟+坡体中后缘截排水等。

治理施工时间详见附图4-边坡处治施工时间序列。

2.4 监控监测依据

- （1）《公路滑坡防治设计规范》（TJG 3334-2018）；
- （2）《工程测量标准》（GB50026-2020）；
- （3）《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- （4）《建筑变形测量规范》（JGJ8-2016）；
- （5）《国家一、二等水准测量规范》（GBT12897-2006）；
- （6）《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB50982-2014）；
- （7）《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》（GB/T15406-2007）；
- （8）相关资料及合同文件；
- （9）勘察、设计及业主相关文件。

3 监测技术方法及原理

3.1 常用仪器设备

本项目中主要采用的设备有：全站仪、GNSS 系统、自动化倾角监测、测斜仪、水位计及其相应的读数仪（接收、采集仪）等，其性能参数见表 3.1-1。

表 3.1-1 主要设备类型及其性能参数统计表

设备名称	型号	性能参数
全站仪	天宝 S9	S9 机器人,0.5", 1mm+2ppm, 2500m。
振弦式读数仪	葛南	频率 400~6000Hz, 模数 160~36000F, 精度±0.1。
测斜仪	CX-3C	Φ 28mm, 导轮间距: 500mm; 测量精度: ±0.01mm/500mm, 分辨率 ±2 秒。
GNSS 系统	GNSS 自动位移传感器	全球卫星导航系统。支持 GPS/北斗/GLONASS; 精度: 水平±(2.5mm+1x10-6D), 高程±(5mm+1x10-6D)。
自动倾角监测	一体化倾角计	量程: 0~180°
水位计	/	测量深度 50m; 最小读数 1mm
伸缩缝监测	钢尺	固定钢尺, 测量伸缩缝两侧偏移伸缩情况

3.2 主要仪器测试原理

(1) 深部位移监测

深部位移监测主要采用钻孔测斜仪，钻孔测斜仪是一种在钻孔中测量岩土介质深部垂直钻孔轴向变形的精密仪器，由测量探头、测量电缆、读数仪和测斜管等主要设备组成，见图 3.2-1；本项目滑坡监测使用的仪器是武汉基深 CX-3C 型伺服加速度计式钻孔测斜仪，CX-3C 为活动式单向测量型测斜仪，即要分别测量 A 和 B 向的变形，每隔 0.5m 测读一个点，每点需要稳定 3 秒以上。对于深度大于 70m 的超深孔，每隔 1.0m 测读一次。钻孔测斜仪的一般工作原理如图 3.2-2 所示。

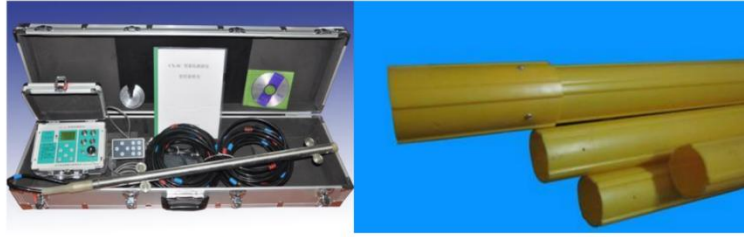
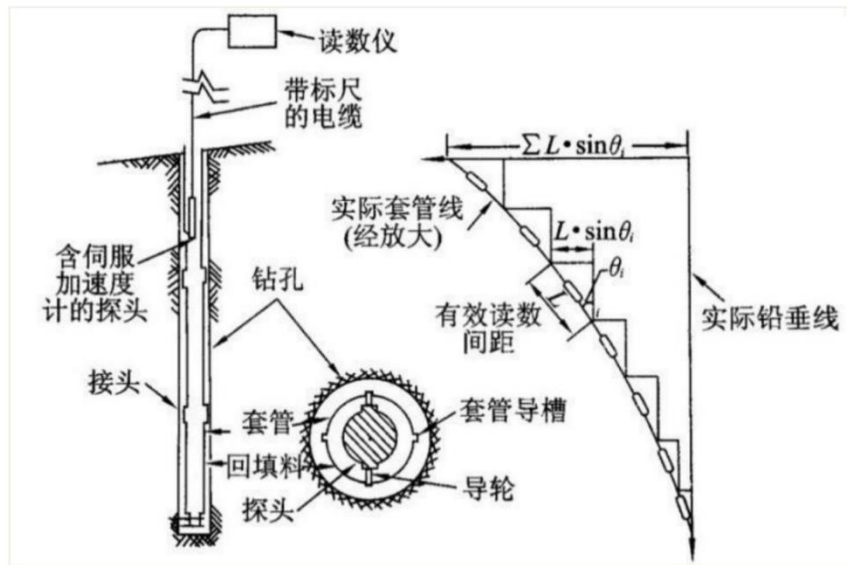


图 3.2-1 测量探头、电缆、读数仪和测斜管



a.测孔示意图 b.测孔横断面 c.位移计算示意图

图 3.2-2 钻孔测斜仪工作原理示意图

测试原理：如图 3.2-2 所示，电缆和探头由导轮导引，在测量套管导槽内上下滑动。测量套管埋设在岩土体的钻孔内，测管外壁与孔壁之间空隙用水泥砂浆密实充填。当岩土体发生变形时，测量套管也随之发生倾斜变化，若将探头在测量套管内自上而下以 0.5m 间距逐段滑动测量，探头的传感器可以敏感反映出测量套管在每一测量段倾斜角度 θ ，由此可以得到测量套管的水平变形增量，即挠度：

$$\Delta W_i = L \sin \theta_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3-1)$$

其中：L ——探头两导轮间距，常用 0.5m。

把每段的水平变形增量自下而上逐段累加 ΔW_i ，便得到孔口的变形量为：

$$W_i = \sum_{j=1}^i L \sin \theta_j \quad (3-2)$$

由于测量套管和岩土体为一整体，测量套管的变形也就是岩土体的实际变形。另外，依据 A 和 B 两个相互正交方向的变形，可以准确地判断计算出发生变形或滑动的位置、大小和合成方向，为设计部门进行治理设计提供可靠的技术参数。

方位角的定义如图 3.2-3 所示：

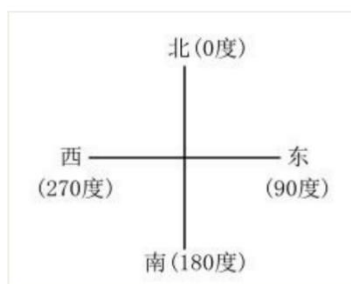


图 3.2-3 方位角的确定

(2) 地表及支挡结构变形监测

地表变形监测分为自动化测点和人工测点监测，自动化监测点采用人工埋设安装自动化仪器，通过卫星信号自动采集边坡变形数据；人工监测点采用棱镜或“测柱+棱镜”，针对地表及支挡结构变形监测，利用高精度全站仪，根据实际情况采用交会法或固定监测站法进行计算分析。

4 监测频率和预警控制指标

4.1 监测频率

根据设计及监测方案要求，监测频率设置如下：

表 4.1-1 监控监测项目与监测频率

项目名称	监测频率		
	应急处治期/变形加剧	变形放缓	正常运营期
人工地表变形监测	1~2 次 / 1 天	2~3 次 / 1 周	1 次 / 7 周
地表自动化地表	1 次 / 24 小时（高精度解算）		
深部变形监测	2 次 / 1 周	1 次 / 1 周	1 次 / 15 天

注：其中雨季，可适当加大频率；若地表位移速率大于 2mm/d（变形加剧），则加大监测频率。

上述监测频率为正常情况下的监测频率，对于通过监测发现斜坡变形出现异常，根据实际情况加大监测频率；另外在暴雨后应及时进行监测。

4.2 监测预警控制指标

根据类似地质条件相关资料等综合拟定该边坡变形预警等级及其指标如下：

表 4.2-1 预警指标参考表

预警 指标值	加强观测 (较稳定)	Ⅲ级警报 (欠稳定)	Ⅱ级警报 (不稳定)	Ⅰ级警报 (临滑阶段)
连续 3 天水平或竖直 变形速率 v (mm/d)	$v < 2 \text{ mm/d}$	$2 \text{ mm/d} \leq v < 5 \text{ mm/d}$	$5 \text{ mm/d} \leq v < 10 \text{ mm/d}$	$v \geq 10 \text{ mm/d}$

当监测中出现下列情况之一时，也应采取Ⅰ级管理：

- ①抗滑挡墙、桥梁墩柱出现有较大开裂、平移或者倾覆大变形；
- ②边坡坡体深部、桥梁墩柱出现较大开裂、坍塌；
- ③坡表、桥梁墩柱和深部位移变形时态曲线长时间没有变缓的趋势。

5 监测成果及分析

自 2021 年 9 月中旬监测开始至 2023 年 9 月中旬，人工监测点监测数据时间从项目开始至项目结束截止，自动化监测数据时间自 2022 年 8 月初监测开始至项目结束截止。各监测点主要监测成果总结如下：

5.1 监测区数据成果曲线图

坐标系方向规定：以监测点（孔）为中心，正北 0° 为起点顺时针转动，依据偏移量（ Δx , Δy ）计算监测点（孔）偏移方向。具体如下：

相对坐标中（见图 5.1-1），测站与后视连线方向为正 X 方向，顺时针 90 度为正 Y 方向；以测站 1-后视 1（CJ01-HJ01）坐标系为例，CJ01-HJ01 连线方位角为 304°，本坐标系下某测点平面偏移（ Δx , Δy ）（ Δ 可正可负），即在 X 方向（304°）增长 Δx ，Y 方向（34°）方向增长 Δy ，则测点的偏移方向为两个方向的合成方向，偏移量为 $\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$ 。在测站 2-后视 2（CJ02-HJ02）相对坐标系（CJ02-HJ02 连线方位角为 293°）中计算桥梁墩台的偏移量和方向。本报告规定近垂直路线走向的顺坡向偏移为负值，沉降为负值（抬升为正值）。

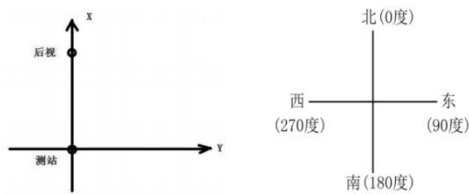


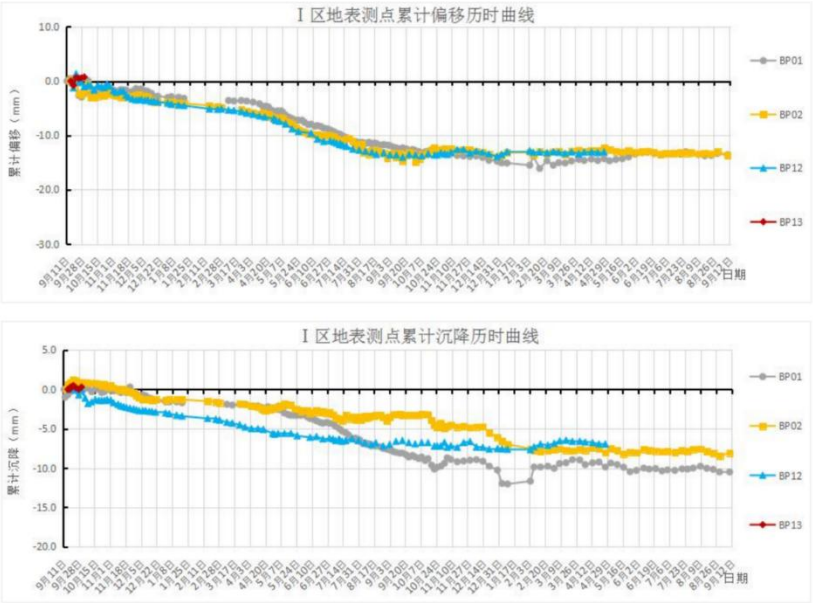
图 5.1-1 相对坐标系及方位角

深部位移测斜孔方向规定：首先通过地质罗盘确定测斜管测槽安装方向，由测斜管 A 槽方向和 B 槽方向的位移大小合成测斜管偏移方向，可分别对孔口和深部滑带处滑移方向进行合成分析。

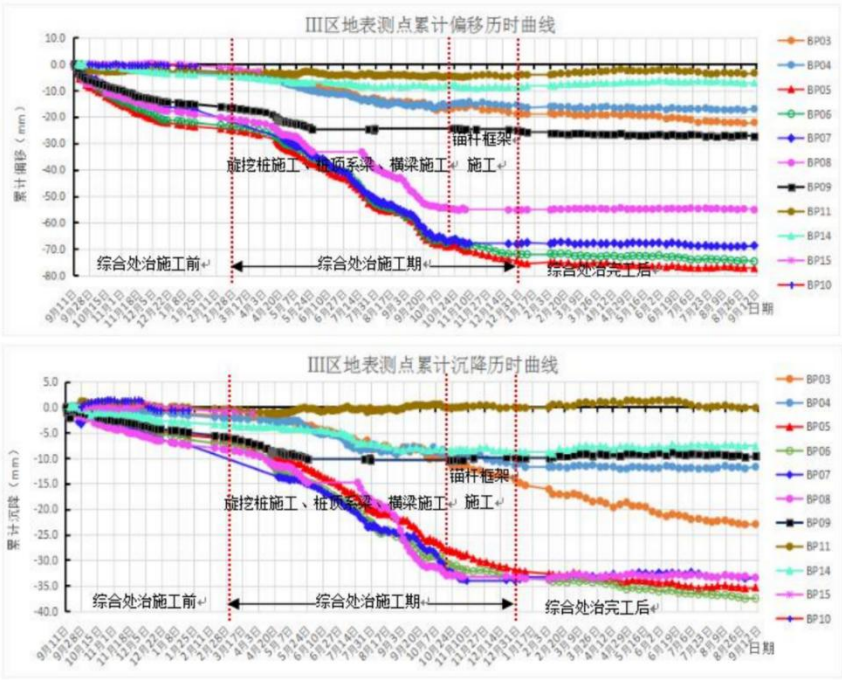
5.1.1 I 区与III区地表变形监测成果图

5.1.1.1 I 区与III区人工监测成果图

自 2021 年 9 月至 2023 年 9 月，K39 整个监测区地表监测点偏移和沉降成果曲线见图 5.1-2。



a. I 区地表监测点



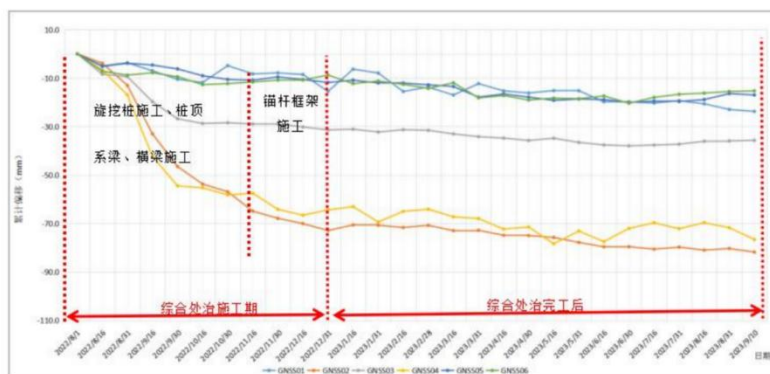
b.Ⅲ区地表监测点

图 5.1-2 K39 边坡地表监测点偏移和沉降成果曲线

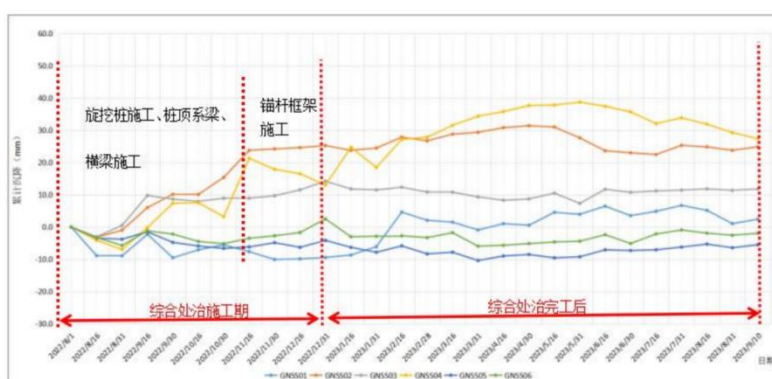
5.1.1.2 Ⅲ区自动化监测成果图

地表变形自动化监测测点是依据绝对坐标系中测点相对于基点在正东、正北、高程上的变化，来判断边坡变形情况。以顺坡向偏移为负值，沉降为负值（抬升为正值）。

至 2023 年 9 月，Ⅲ区地表自动化监测点最近测量偏移和沉降成果曲线见图 5.1-3。



(a) 偏移曲线



(b) 沉降曲线

图 5.1-3 III区 GNSS 自动化监测点偏移和沉降成果曲线

5.1.2 III区抗滑桩顶变形监测成果图

5.1.2.1 前缘抗滑方桩顶成果图

III区抗滑方桩顶监测点偏移和沉降成果历时曲线见图 5.1-4，不同时期累计偏移情况统计图 5.1-5。抗滑方桩倾角监测情况见图 5.1-6。

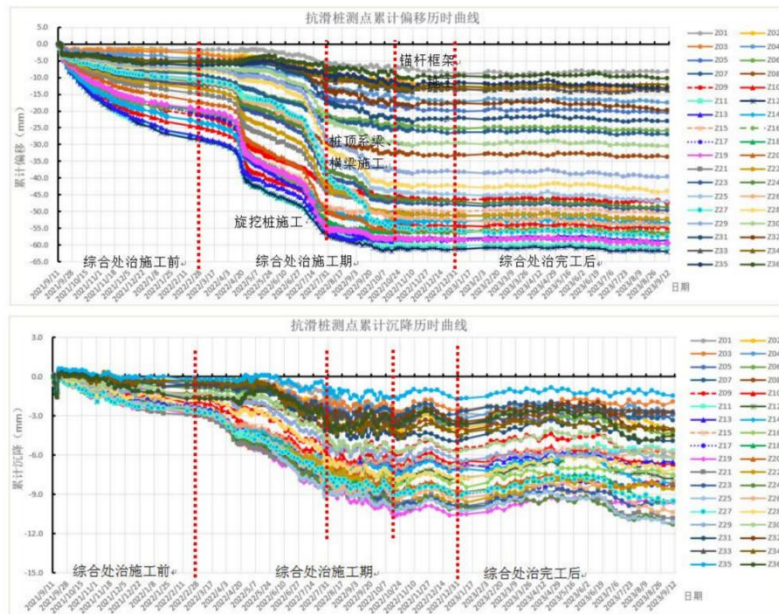


图 5.1-4 III区抗滑桩顶监测点偏移和沉降成果历时曲线

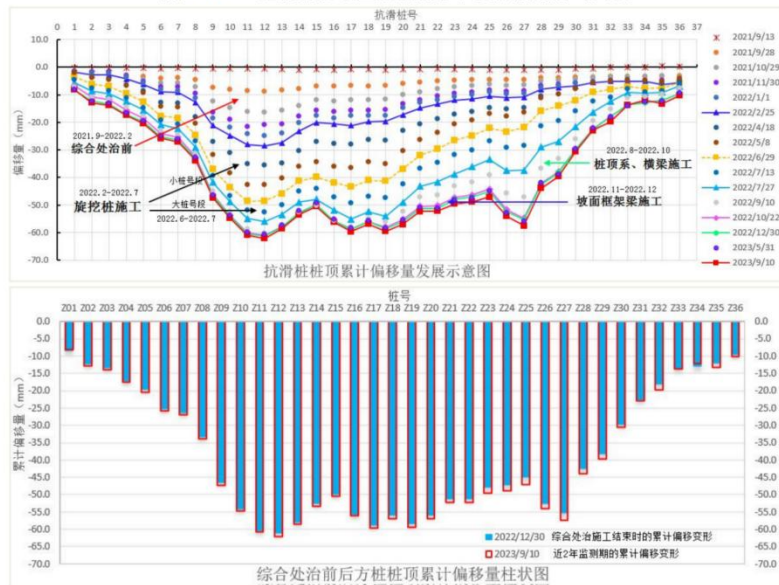


图 5.1-5 不同时间抗滑桩顶监测点累计偏移量散点图和柱状图

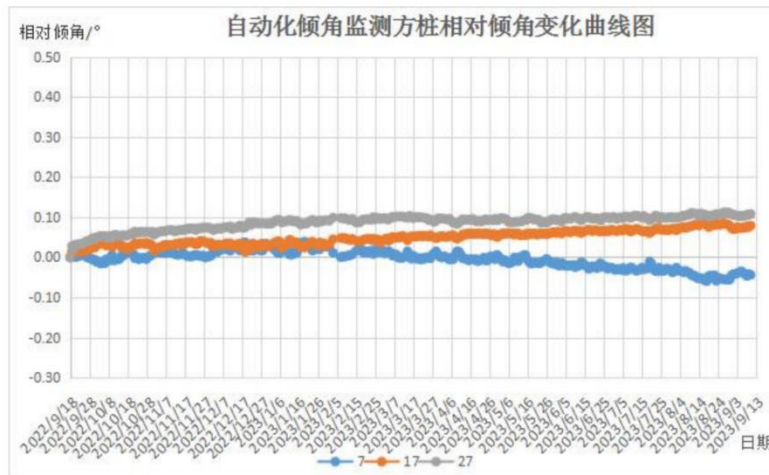


图 5.1-6 III区抗滑桩倾角监测方桩倾角变化曲线图

5.1.2.2 III区中部抗滑圆桩顶成果图

从 2022 年 11 月开始在旋挖圆桩桩顶补充布置 4 处变形监测点，测点编号 YZ1~YZ4。成果曲线详见图 5.1-7。

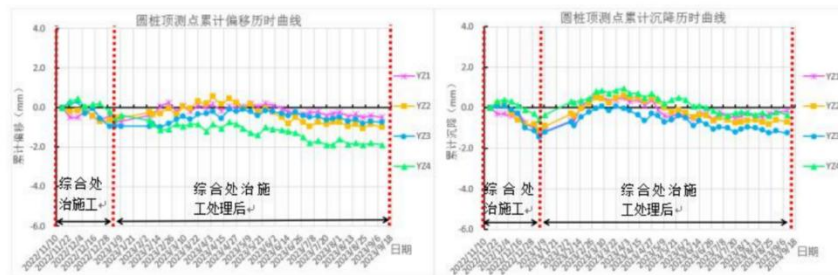


图 5.1-7 III区旋挖抗滑圆桩顶监测点偏移和沉降成果曲线图

5.1.3 III区挡墙变形监测成果图

2021 年 9 月初，在挡墙顶端布置了 8 个棱镜监测点，编号为 D1~D8。2022 年 7 月中旬，在挡墙底部临时增设了 5 个反射片监测点，编号为 Dd-1~Dd-5，2022 年 9 月中旬因坡面排水施工，挡墙底部测点陆续损坏，监测停止，2023 年 7 月中上旬在原位置附近补充底部 5 个反射片监测点继续监测。

2022 年 10 月 12 日，在左幅挡墙底部路面路肩上安装了 3 个路肩变形监测点，编号为 LJ1~LJ3，监测路肩的偏移和隆起情况。

挡墙顶、底及路肩监测点位置与抗滑方桩位置关系如图 5.1-8 所示。

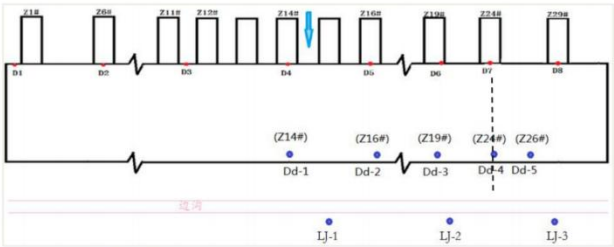


图 5.1-8 III区挡墙顶底、路肩变形监测点位置示意图

5.1.3.1 挡墙顶监测点成果图

自 2021 年 9 月至 2023 年 9 月，挡墙顶监测点偏移和沉降成果曲线见图 5.1-9 和图 5.1-10。

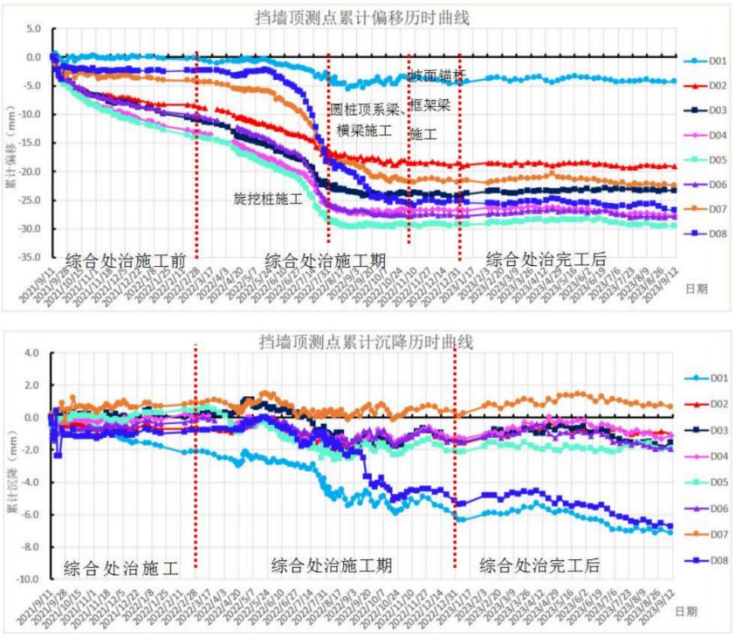


图 5.1-9 III区挡墙顶监测点偏移和沉降成果曲线

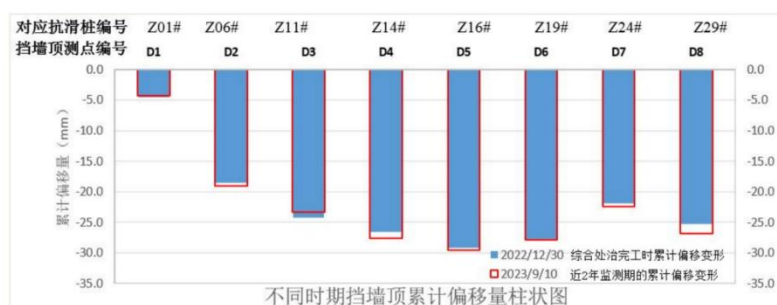


图 5.1-10 不同时期挡墙顶监测点累计偏移柱状示意图

5.1.3.2 挡墙底部监测点成果图

2022 年 7 月 13 日，在前缘大桩号侧混凝土挡墙底部布置了 5 个反射片测点，2022 年 9 月中上旬挡墙坡面排水孔施工，测点被遮挡、毁坏，监测中断暂停，2023 年 7 月中上旬在原位置附近补充底部 5 个反射片监测点继续监测，变形成果曲线见图 5.1-11。

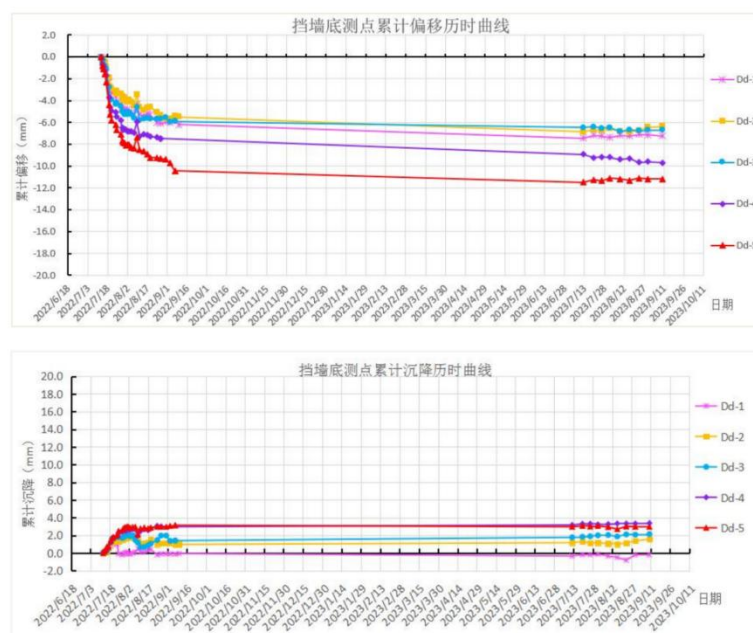


图 5.1-11 III区挡墙底监测点偏移和沉降成果历时曲线

5.1.3.3 路肩监测点成果图

路肩 3 个监测点于 2022 年 10 月 12 日安装，2022 年度春节期间受车辆碾压影响，LJ1 和 LJ2 点曾被破坏，2023 年 2 月 5 日重新布置，至 2023 年 5 月 14 日，3 处点陆续被车辆碾压破坏，监测暂停。变形成果曲线见图 5.1-12。

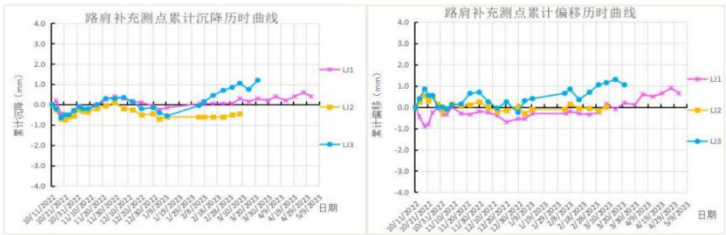


图 5.1-12 III区路肩补充测点偏移和沉降成果历时曲线

5.1.4 I 区与III区桥梁变形监测成果图

自 2021 年 9 月至 2023 年 9 月，桥梁墩台和左幅桥面 4#伸缩缝右侧护栏监测点的偏移和沉降成果曲线见图 5.1-13。

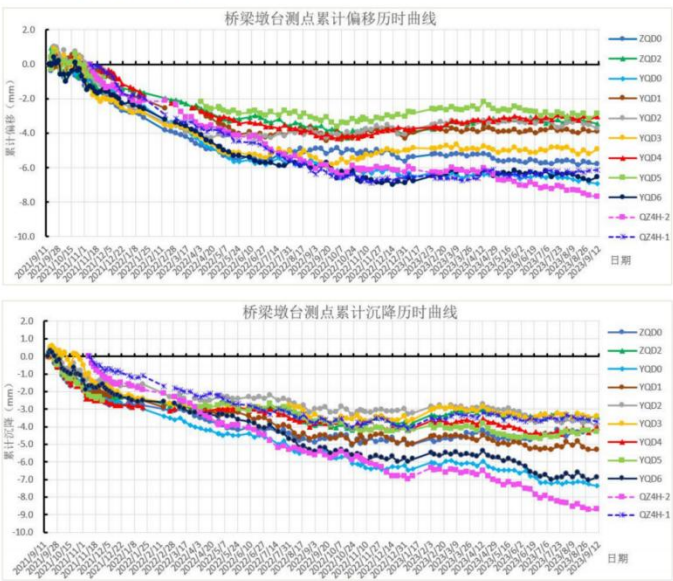


图 5.1-13 I 区与III区桥梁墩台、护栏监测点偏移和沉降成果曲线

5.1.5 各区深部变形监测成果图

5.1.5.1 I 区深部变形监测成果图

1) BK01 测读过程：该孔位于 I 区（山体后缘），公路左幅左侧 03-03' 监测断面坡体后缘，测斜管主槽 A 方向为 145°，基准初测日期 2021 年 10 月 02 日，至外业监测结束时，共测读 71 次，成果曲线如图 5.1-14 所示。

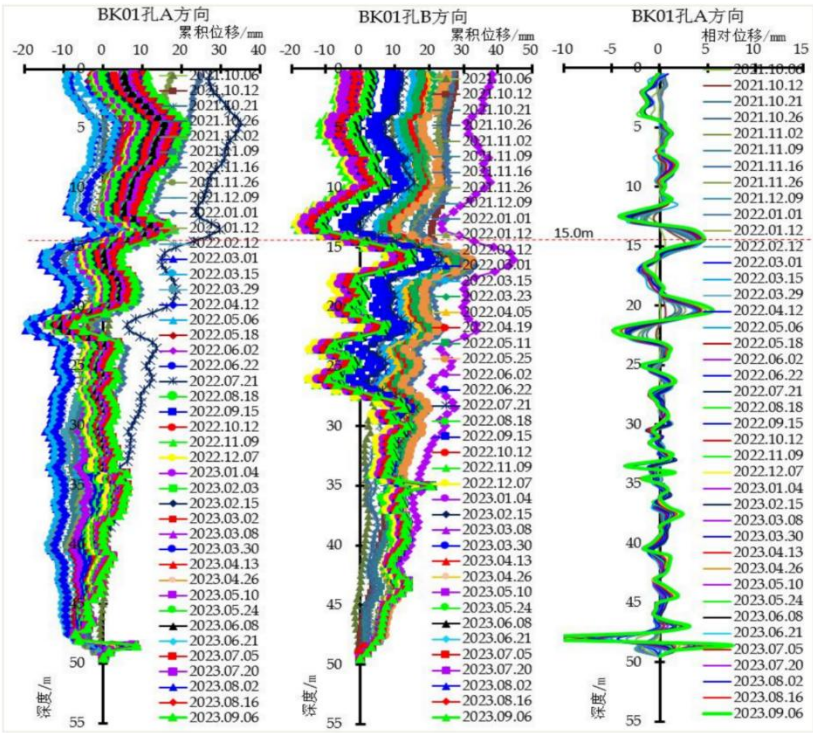


图 5.1-14 BK01 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.02）

2) BK03 测读过程：该孔位于 I 区隧道配电房后缘，公路左幅左侧 01-01' 监测断面，测斜管主槽 A 方向为 145°，基准初测日期 2021 年 9 月 18 日，至外业监测结束时，共测读 75 次，成果曲线如图 5.1-15 所示。

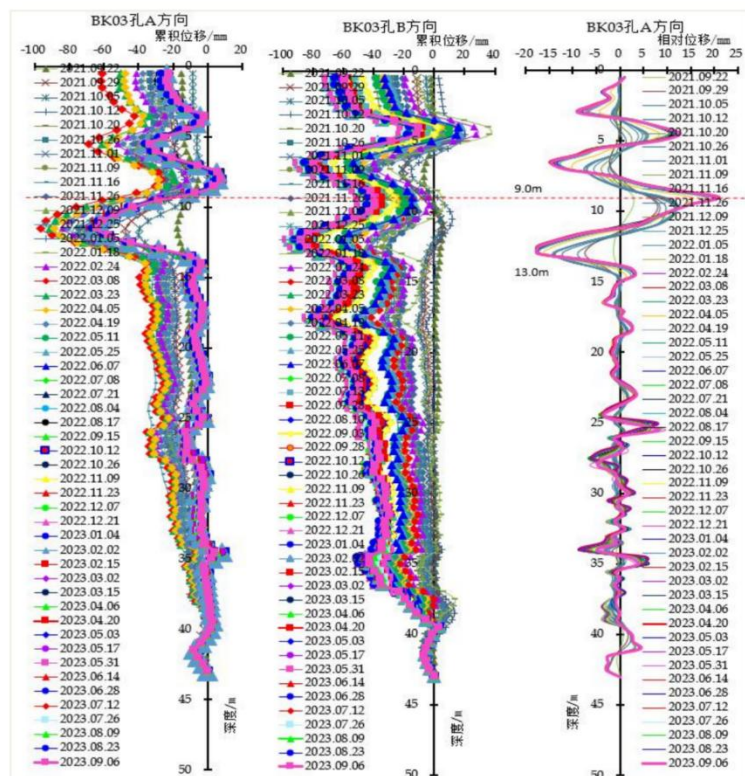


图 5.1-15 BK03 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.9.18）

3) BK04 测读过程：该孔位于 02-02'监测断面（I-I 滑坡区），右幅桥梁 0#台至 1#墩之间右侧坡体平台上，测斜管主槽 A 方向为 122° ，基准初测日期 2021 年 9 月 13 日，至 2022 年 2 月 12 日，共测读 30 次；2022 年 2 月 24 日，被治理施工破坏，监测暂停，成果曲线如图 5.1-16 所示。

4) BK04-2 测读过程：原 BK04 孔被填方毁坏后，补充钻孔安装了 BK04-2，该孔位于 02-02'监测断面（I-I 滑坡区），右幅桥梁 0#台至 1#墩之间右侧坡体平台上，测斜管主槽 A 方向为 115° ，初测日期 2022 年 6 月 22 日，至外业监测结束时，共测读 61 次，成果曲线如图 5.1-17 所示。

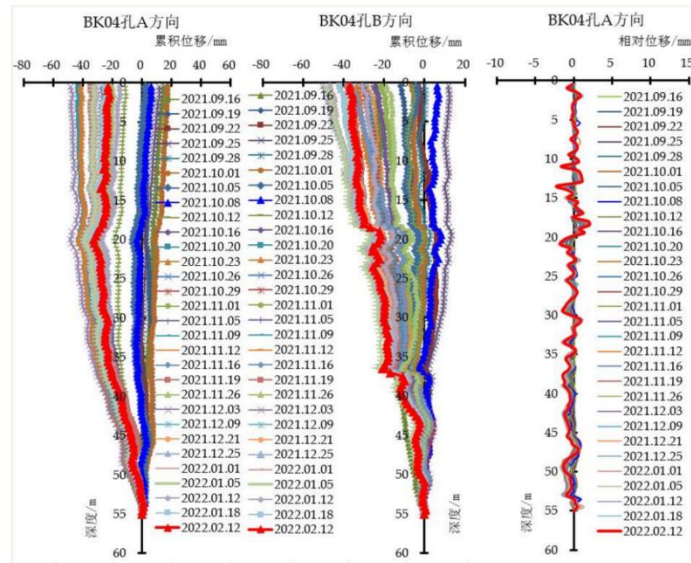


图 5.1-16 BK04 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.9.13）

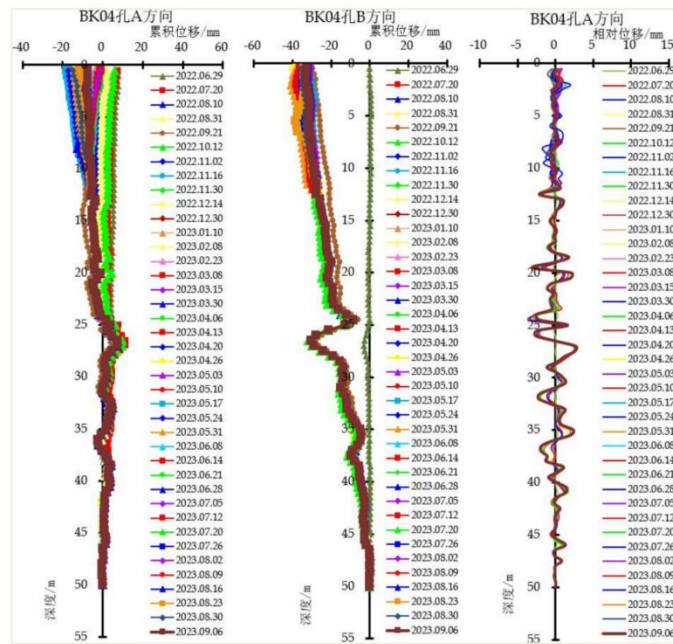


图 5.1-17 BK04-2 孔深部位移成果曲线（初测日期 2022.6.22）

5.1.5.2 II区深部变形监测成果图

BK13 测读过程：该孔位于 K39+400 滑坡 04-04' 监测断面坡体后缘，测斜管主槽 A 方向为 191°，初测日期 2021 年 10 月 6 日，至外业监测结束时完成读数 66 次，成果曲线如图 5.1-18 所示。

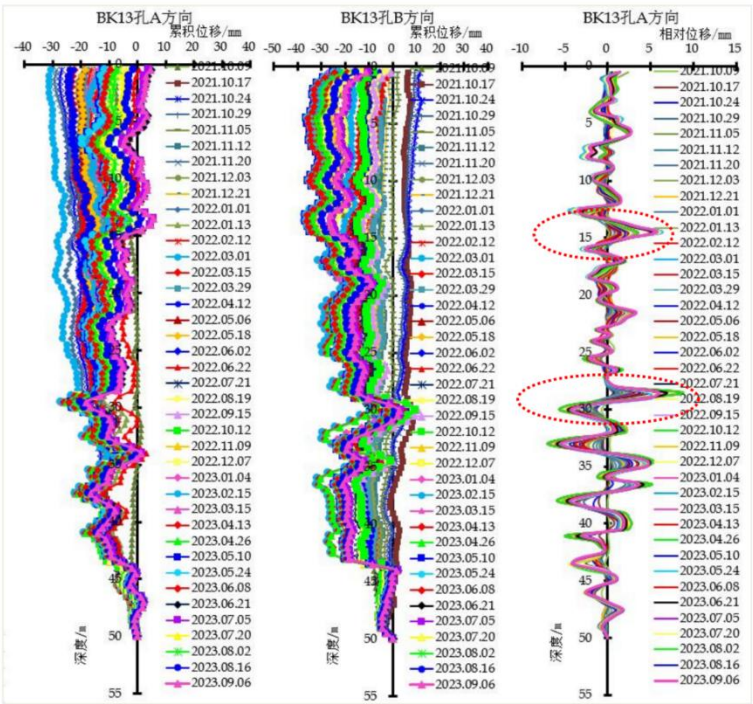


图 5.1-18 BK13 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.06）

5.1.5.3 III区深部变形监测成果图

1) BK08 测读过程：该孔位于 5 号墩变形体 08-08' 监测断面前缘，右幅桥梁 4#墩~5#墩之间右侧坡体上，测斜管主槽 A 方向为 241°，初值初测日期 2021 年 9 月 13 日，因填方反压施工，测孔破坏，监测暂停，至 2021 年 11 月 28 日，共测读 21 次，成果曲线如图 5.1-19 所示。

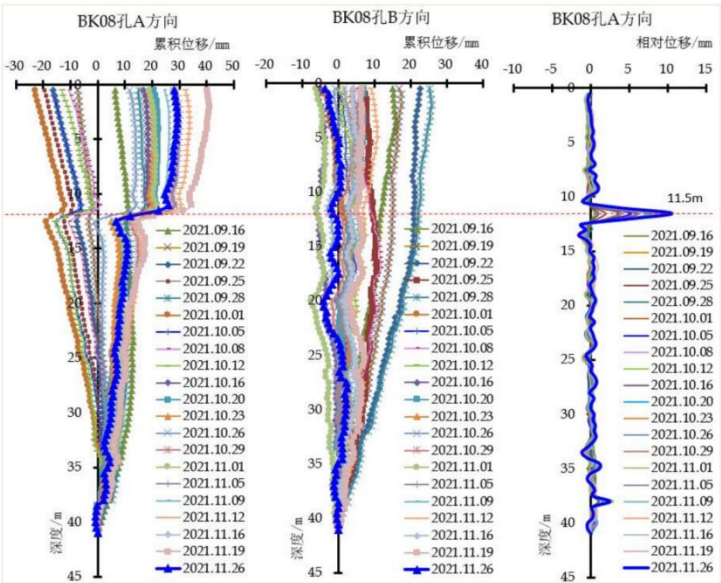


图 5.1-19 BK08 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.9.13）

2) BK08-2 测读过程：原 BK08 孔接管被填方压坏，后在附近补充钻孔安装了 BK08-2 孔，该孔位于填方体中部平台上，测斜管主槽 A 方向为 182°，初值初测日期 2022 年 6 月 29 日，至外业监测结束时，共测 60 次，成果曲线如图 5.1-20 所示。

3) BK10 测读过程：该孔位于 5 号墩旁，08-08' 监测断面中部，测斜管主槽 A 方向为 256°，初测日期 2021 年 9 月 12 日，因 5#墩扩大桩基础施工，该孔于 2021 年 11 月 8 日破坏，监测暂停，至 2021 年 11 月 8 日，完成读数 16 次，成果曲线如图 5.1-21 所示。

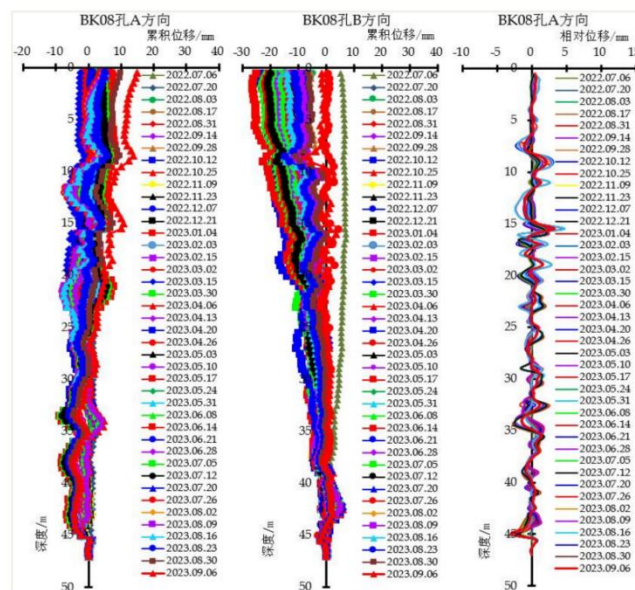


图 5.1-20 BK08-2 孔深部位移成果曲线（初测日期 2022.6.29）

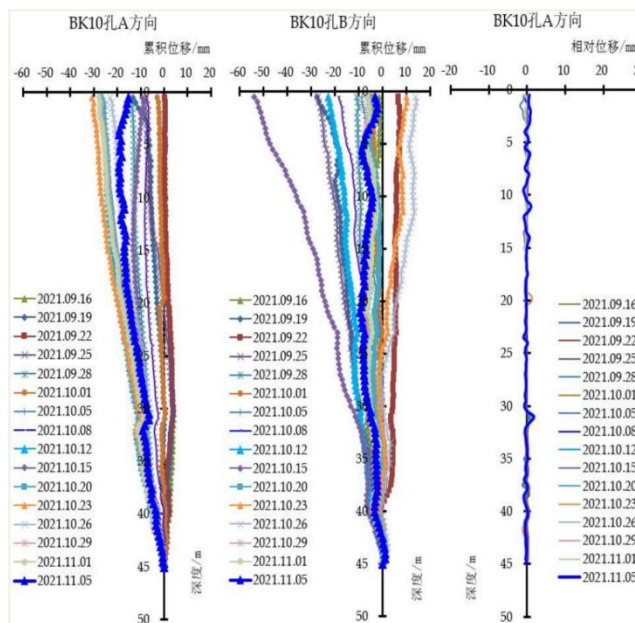


图 5.1-21 BK10 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.9.12）

4) BK10-2 测读过程: 补充的 BK10 孔安装在右幅 5 号桥墩台旁, 08-08' 监测断面中部, 测斜管主槽 A 方向为 250° , 初测日期 2022 年 6 月 22 日, 至外业监测结束时, 完成测读 61 次, 成果曲线如图 5.1-22 所示。

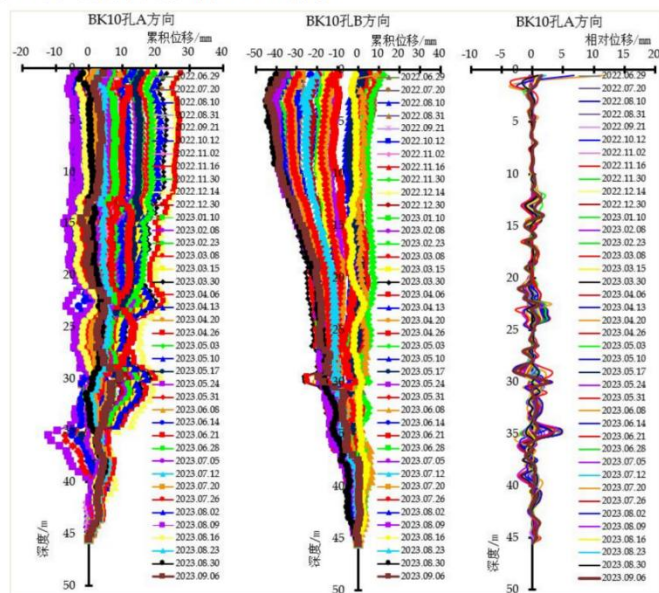


图 5.1-22 BK10-2 孔深部位移成果曲线 (初测日期 2021.9.12)

5) BK11 测读过程: 该孔位于 08-08' 监测断面后缘, 即左幅 K39+260 左侧边坡平台, 测斜管主槽 A 方向为 194° , 初测日期 2021 年 10 月 9 日, 至外业监测结束时, 完成读数 70 次, 成果曲线如图 5.1-23 所示。

6) BK14 测读过程: 该孔位于 K39+400 滑坡 05-05' 监测断面坡体后缘, 测斜管主槽 A 方向为 221° , 初测日期 2021 年 10 月 9 日, 至外业监测结束时, 完成读数 66 次, 成果曲线如图 5.1-24 所示。

7) BK17 测读过程: 该孔位于 K39+400 滑坡 06-06' 监测断面坡体中部, 测斜管主槽 A 方向为 207° , 初测日期 2021 年 9 月 18 日, 至 2022 年 7 月 10 日, 完成读数 48 次, 成果曲线如图 5.1-25 所示。

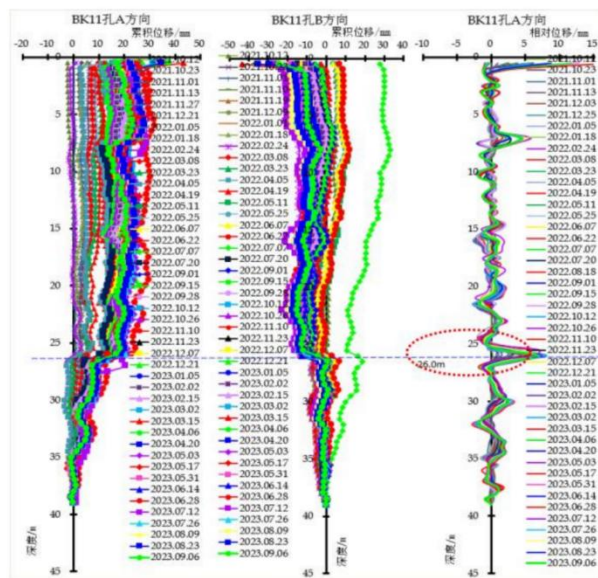


图 5.1-23 BK11 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.09）

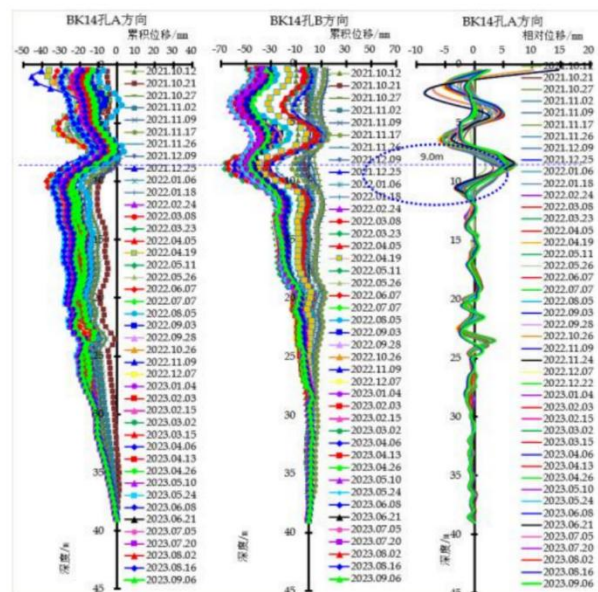


图 5.1-24 BK14 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.09）

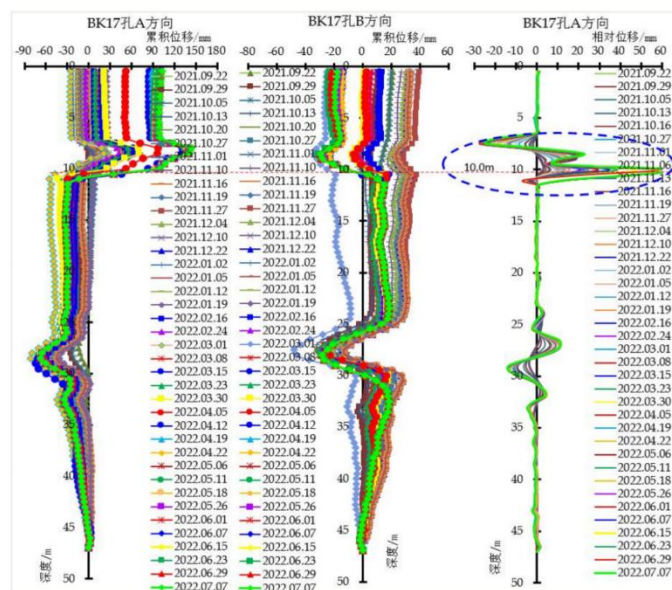


图 5.1-25 BK17 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.9.18）

8) BK21 测读过程：该孔位于桩号 K39+350 左、右幅隔离带中，测斜管主槽 A 方向为 215° ，初测日期 2021 年 9 月 29 日，至外业监测结束时，完成读数 69 次，成果曲线如图 5.1-26 所示。

9) BK22 测读过程：该孔位于 K39+400 滑坡 06-06' 监测断面坡体后缘，测斜管主槽 A 方向为 189° ，初测日期 2021 年 10 月 2 日，至外业监测结束时，完成读数 68 次，成果曲线如图 5.1-27 所示。

10) BK23 测读过程：该孔位于 K39+400 滑坡 07-07' 监测断面坡体后缘，测斜管主槽 A 方向为 219° ，初测日期 2021 年 10 月 13 日，至 2022 年 9 月 10 日，完成读数 67 次，成果曲线如图 5.1-28 所示。

11) BK24 测读过程：该孔位于 K39+400 滑坡 07-07' 监测断面坡体中部，测斜管主槽 A 方向为 260° ，初测日期 2021 年 10 月 16 日，因前缘挖桩施工，累积变形较大，滑带处测斜管剪断，2022 年 8 月 11 日，完成读数 43 次，成果曲线如图 5.1-29 所示。

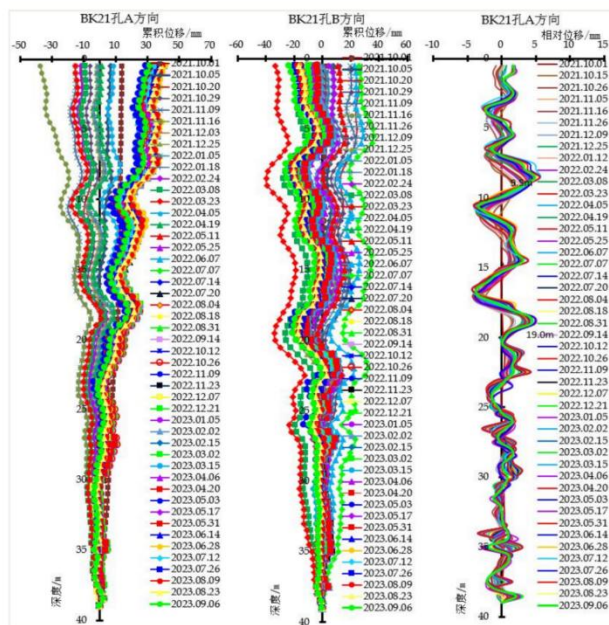


图 5.1-26 BK21 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.9.29）

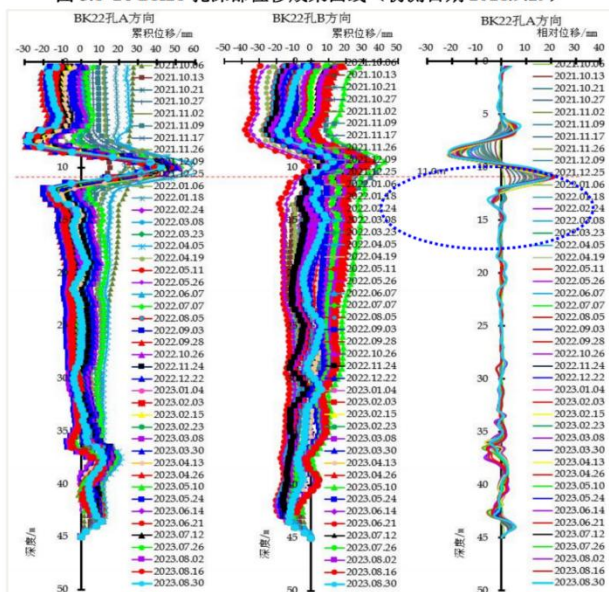


图 5.1-27 BK22 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.2）

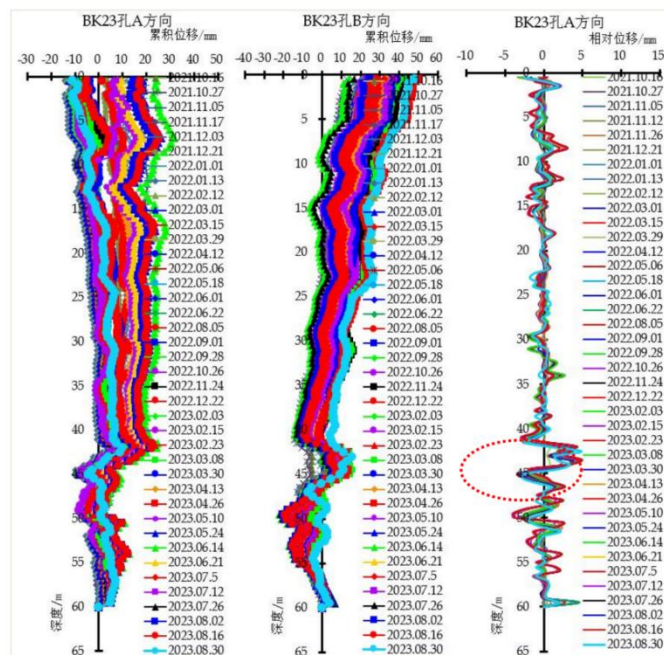


图 5.1-28 BK23 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.13）

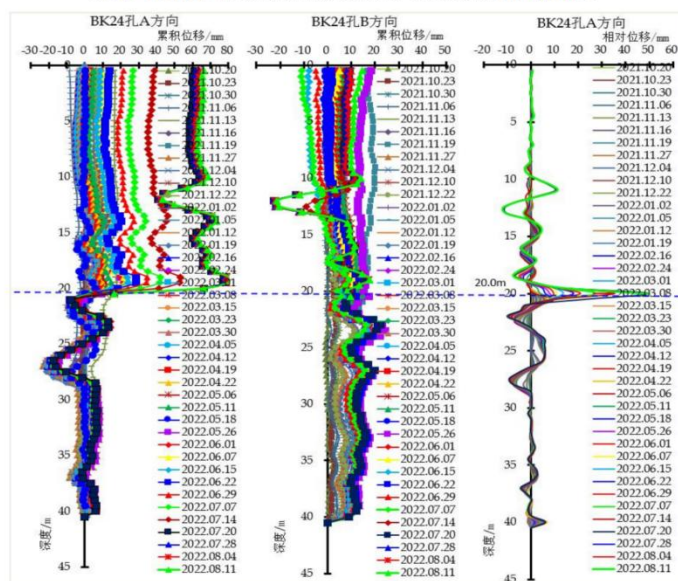


图 5.1-29 BK24 孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.16）

12) Z07#测读过程: 该测斜孔位于抗滑桩 Z07 内, 取芯后安装, 测斜管主槽 A 方向约 196°, 初测日期 2021 年 11 月 10 日, 至外业监测结束时, 完成有效读数 92 次, 成果曲线如图 5.1-30 所示。

13) Z12#测读过程: 该测斜孔位于抗滑桩 Z12 内, 取芯后安装, 测斜管主槽 A 方向约 198°, 初测日期 2021 年 10 月 15 日, 至外业监测结束时, 完成读数 93 次, 成果曲线如图 5.1-31 所示。

14) Z19#测读过程: 该测斜孔位于抗滑桩 Z19 内, 取芯后安装, 测斜管主槽 A 方向约 221°, 初测日期 2021 年 11 月 10 日, 至外业监测结束时, 完成有效读数 93 次, 成果曲线如图 5.1-32 所示。

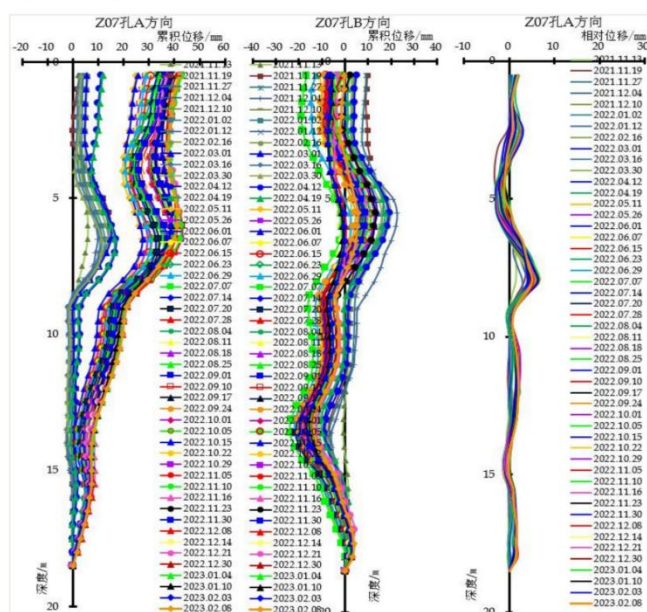


图 5.1-30 Z07#孔深部位移成果曲线 (初测日期 2021.11.10)

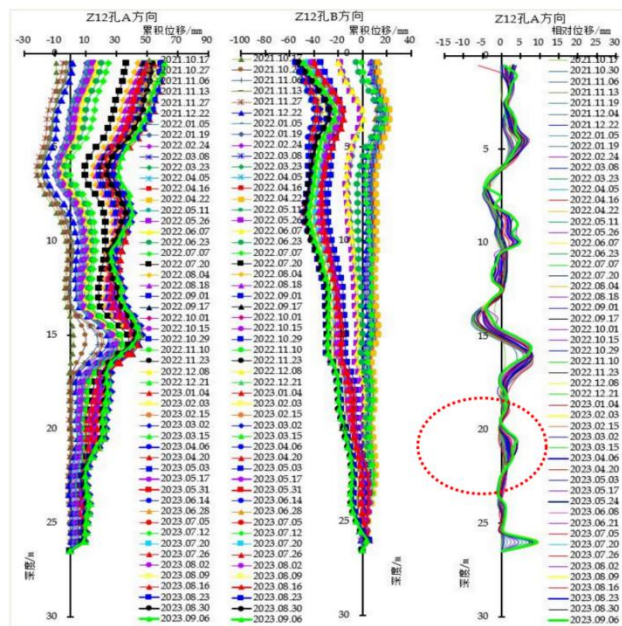


图 5.1-31 Z12#孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.10.15）

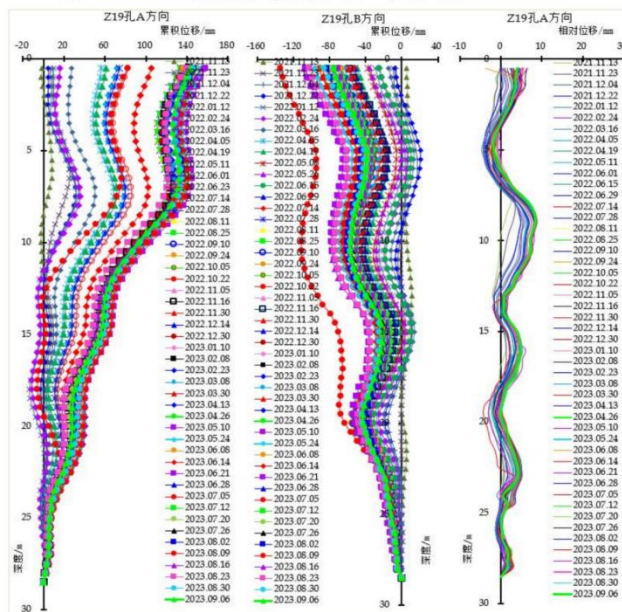


图 5.1-32 Z19#孔深部位移成果曲线（初测日期 2021.11.10）

- 15) ZHSK01 测读过程: 该孔位于 K39+400 滑坡 06-06' 监测断面坡体中后部, 初测日期 2022 年 7 月 28 日, 成果曲线如图 5.1-33 所示。
- 16) ZHSK02 测读过程: 该孔位于 K39+400 滑坡 06-06' 监测断面坡体中部, 初测日期 2022 年 7 月 25 日, 成果曲线如图 5.1-34 所示。
- 17) ZHSK03 测读过程: 该孔位于 K39+400 滑坡 07-07' 监测断面坡体中后部, 初测日期 2022 年 7 月 25 日, 成果曲线如图 5.1-35 所示。

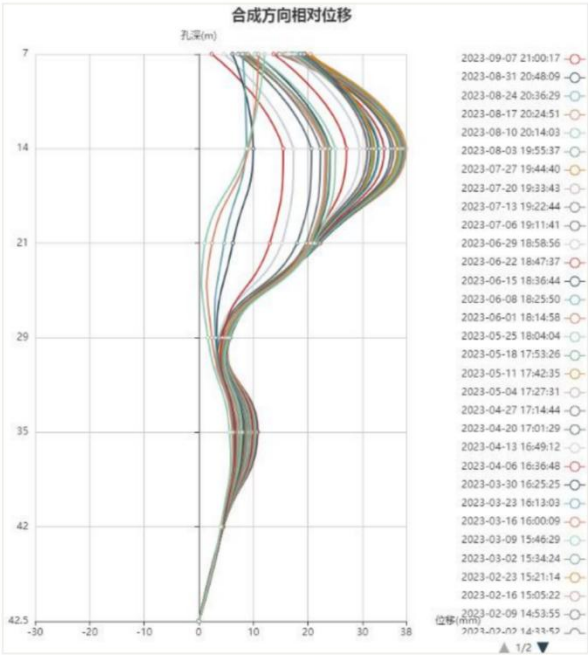


图 5.1-33 ZHSK01 孔自动化变形数据成果曲线(初测日期 2022.7.28)

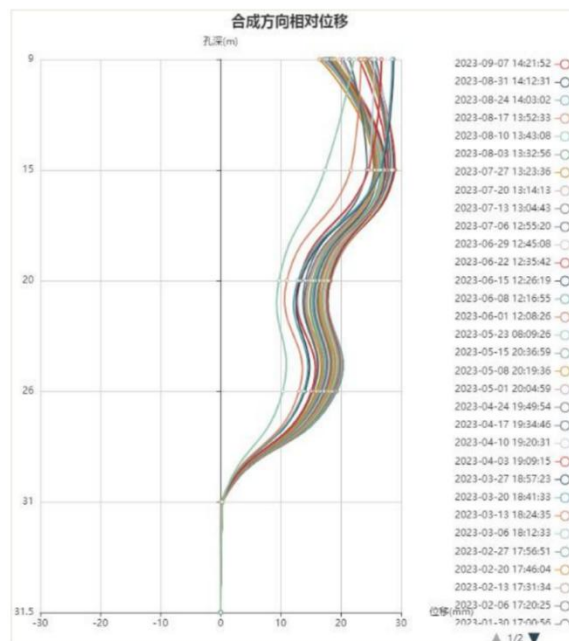


图 5.1-34 ZHSK02 孔自动化变形数据成果曲线(初测日期 2022.7.25)

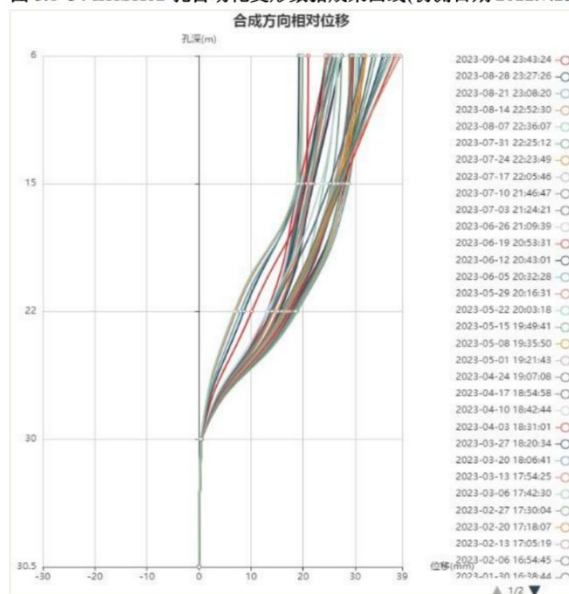


图 5.1-35 ZHSK03 孔自动化变形数据成果曲线(初测日期 2022.7.25)

5.1.5.4 反压区深部变形监测成果图

BK26 测读过程：在反压土体施工完毕，补充测斜 BK26 孔位于填方反压区的填方体前部平台上，测斜管主槽 A 方向约 200°，基准初测日期 2022 年 6 月 29 日，至外业监测结束时，共测读了 59 次，成果曲线如图 5.1-36 所示。

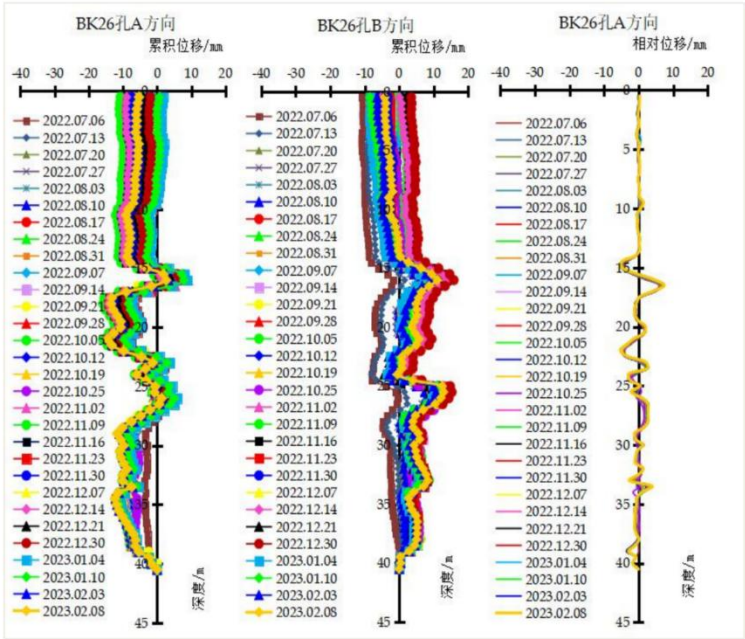


图 5.1-36 BK26 孔深部位移成果曲线（初测日期 2022.6.29）

5.1.6 监测区水位监测成果图

5.1.6.1 I 区与III区人工水位监测孔

人工部分水位情况统计见图 5.1-37，孔内见水深度以负值形式来表示。

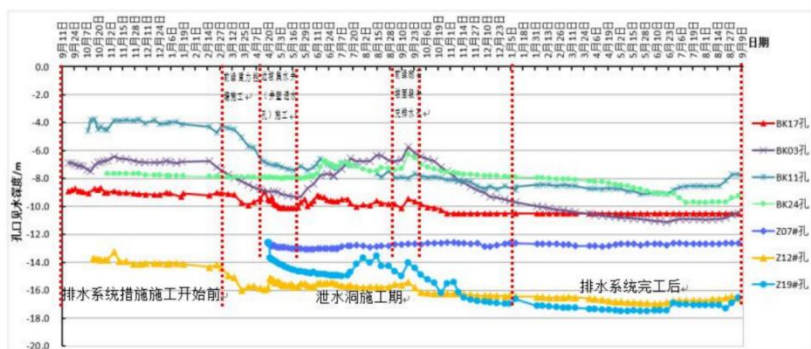


图 5.1-37 主要水位孔水位变化历时曲线

5.1.6.2 III区自动化水位监测孔

通过深部监测孔 ZHSK01、ZHSK02 和 ZHSK03 进行水位监测，对应的孔深分别为 42.5m、31.5m 和 30.5m。坡体水位情况见图 5.1-38。

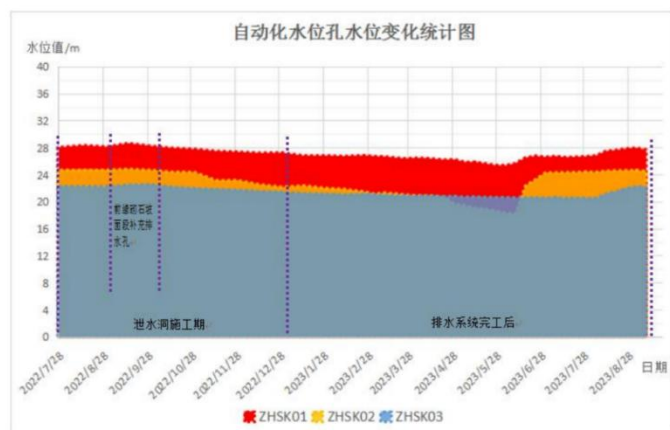


图 5.1-38 自动化水位监测水位变化图

5.1.6.3 监测区降雨量监测成果图

监测期坡体区域 24 小时降雨量情况见图 5.1-39。

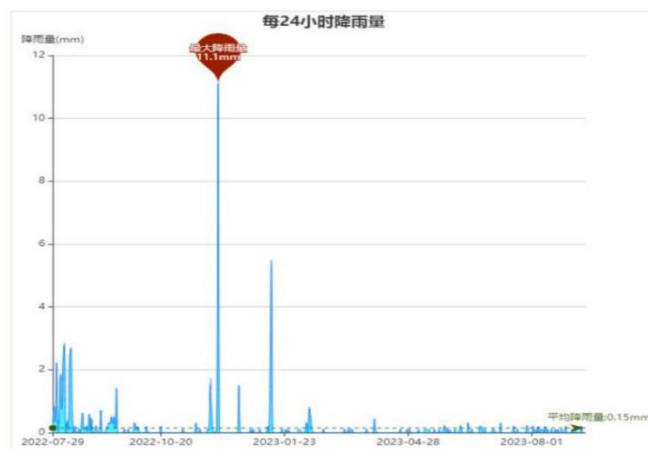


图 5.1-39 每 24 小时降雨量变化历时曲线

5.1.7 I 区裂缝监测成果图

位于 I 区的三个路面裂缝布置在香坪山隧道大桩号端进、出口的路面上，左幅 1 处编号 L1-1'，右幅 2 处编号 L2-2'~L3-3'，2022 年 2 月 24 日，L2-2'和 L3-3'因路面注浆施工被破坏。2022 年 3 月中旬，左右幅路面相继重新铺设，路面裂缝监测暂停，路面裂缝宽度共测读 34 次。跨裂缝测钉间距（宽度）曲线如图 5.1-40 所示。

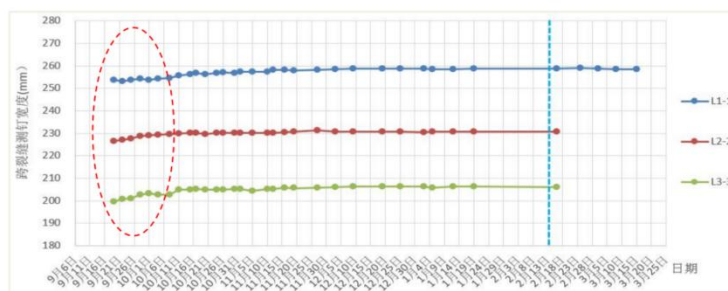


图 5.1-40 I 区路面跨裂缝测钉间距变化历时变化曲线

5.2 监测区成果分析

III区地表边坡监测点当前测点偏移值变化不大，整体上监测曲线趋于收敛；抗滑桩位移监测、挡墙位移监测、桥梁变形监测中各结构物测点当前变化不明显，监测数据变化较小，各结构物当前基本稳定。I 区地表监测点的偏移和沉降略有波动，当前无明显持续变形趋势。I 区、II 区和III区的深部位移监测在后期监测中整体变化不明显，深部测孔各位置变形趋势基本收敛。在监测后期过程中各区地表巡视工作未发现明显异常变化，且相关区域的裂缝监测数据亦未有较大变化，各区域地表裂缝等情况无明显变化。

表明 K39+400 斜坡地表浅层蠕滑得到了较好的控制，二期综合处治效果较显著，从监测数据看处置措施达到了预期效果。各区监测数据分析如下：

5.2.1 监测 I 区成果分析

表 5.2-1 I 区地表监测点偏移和沉降统计表（2021.09.12-2023.9.10）

测点号 时间段	BP01	BP02	BP12	ZQD0#	YQD0#	YQD1#	YQD2#
总累计偏移/mm	13.6	13.7	13.0	5.8	6.9	3.9	3.7
总累计沉降/mm	10.5	8.1	7.0	4.3	7.4	5.3	4.0
综合处治前(2021.9-2022.2) 阶段累计偏移/mm	3.2	4.7	5.2	3.8	3.4	2.6	3.5
综合处治期(2022.3-2022.12) 阶段累计偏移/mm	11.6	11.2	8.7	1.8	3.1	1.7	0.6
处治完工后(2023.1-2023.9) 阶段累计偏移/mm	2.0	2.5	4.3	0.2	0.4	-0.4	-0.1

区域小结：I 区边坡地表位移监测、深部监测，变形总体不大，无异常变形，路面巡视与裂缝观测过程中，未发现地表有明显异常变化情况，坡体总体较稳定，该区域桥梁监测点数据变化较小。当前该区域对主路线安全运营暂无威胁，各监测内容具体情况如下：

1) 地表变形监测

从图 5.1-2 和表 5.2-1 可以得到，I 区整个监测阶段内，总累计偏移最大值为

13.6mm，偏移最大测点位于坡表，偏移总量不大，构筑物上测点监测数据总量较小。

2) 深部变形监测

结合图 5.1-14~图 5.1-17 来看，在监测过程中位于 I 区的深部测斜孔 BK01 的 A、B 方向的累积位移量曲线总体呈来回摆动特征，无持续倾斜趋势，相对位移曲线显示深度 15.0m、20.5m 和 48.0m 虽存在几处岩土软弱层，但无持续蠕滑趋势，孔口累积位移无明显增加，深部软弱带无蠕滑迹象，BK03 的 A、B 方向的累积位移量曲线总体略微倾斜，总体呈来回摆动特征，无持续偏移发展迹象，相对位移曲线表明深度 9.0m~13.0m 存在软硬互层岩体，深度 9.0m 为主要软弱带，后续蠕滑不明显。孔口累积位移无明显倾斜发展，深度 9.0m 软弱带无明显蠕滑迹象。BK04 的 A、B 方向累积位移量曲线总体呈“V”形倾斜状态，且曲线整体呈来回摆动特征，相对位移曲线暂无明显突变，表明目前深部无明显蠕滑带，但深度 18.5m 略微突起，为深部主要岩体软弱面，深度 55.0m 范围内无蠕滑发展迹象。

3) 桥梁变形监测

由监测成果图 5.1-13 和表 5.2-1 分析，位于 I 区的桥梁测点数据变化过程，自 2021 年 9 月 16 日至 2022 年 5 月底，桥梁墩台 4 个监测点（左幅 1 个 ZQD0#，右幅 3 个 YQD0#~YQD2#）存在缓慢偏移迹象，偏移速率总体不大，同时墩台沉降同步缓慢发展。在前缘反压、桥基斜坡抗滑桩完工后，墩台偏移和沉降变形总体略微波动，无明显偏移和沉降发展趋势，收敛趋稳特征较明显。表明桥梁综合加固处治、排水措施效果明显，后续可加强定期巡查。

4) 水位监测

结合图 5.1-37，I 区的 BK03 孔在整个水位监测过程中，水位累计变化值下降了 3.635m，表明后期施工治理措施对该深部测孔水位降低有明显的效果。

5.2.2 监测 II 区成果分析

区域小结：II 区布置有 1 处深部测斜孔，从数据分析的曲线图 5.1-18 中可以看出，A、B 方向累积位移量曲线总体呈来回摆动特征，无明显持续倾斜发展趋势，目前坡体深部总体较稳。相对位移曲线凸起无持续增长特征，深度 28.5m、35.0m 和 36.5m 等深度存在多个岩体软弱带；深度 28.5m 的软弱带曾为主蠕滑带，后期持续蠕滑不明显。

5.2.3 监测Ⅲ区成果分析

表 5.2-2 Ⅲ（除-1 和-2 区外）区地表监测点偏移和沉降统计表（2021.09.12-2023.9.10）

时间段 测点	总累计 偏移 /mm	总累计 沉降 /mm	综合处治前 (2021.9-2022.2) 阶段累计偏移/mm	综合处治期 (2022.3-2022.12) 阶段累计偏移/mm	处治完工后 (2023.1-2023.9) 阶段累计偏移/mm
BP03	22.1	23.0	3.6	15.3	3.2
BP04	16.9	11.7	3.8	11.5	1.6
BP11	3.3	0.1	2.9	1.4	-1.0
BP14	7.1	7.7	4.6	4.4	-1.9
QZ4H1	6.1	3.7	2.9	3.7	-0.5
QZ4H2	7.7	8.7	2.1	4.2	1.4
ZQD2#	3.4	3.4	2.1	2.0	-0.7
YQD3#	4.9	3.4	2.8	2.2	-0.1
YQD4#	3.0	4.0	2.2	1.6	-0.8
YQD6#	6.5	6.9	3.2	3.7	-0.4

表 5.2-3 Ⅲ-1 区地表监测点偏移和沉降统计表（2021.09.12-2023.9.10）

时间段 测点号	BP05	BP06	BP07*	BP08*	BP09*
总累计偏移/mm	77.3	74.7	68.7	55.1	27.3
总累计沉降/mm	35.4	37.5	33.5	33.4	9.6
综合处治前(2021.9-2022.2) 阶段累计偏移/mm	24.8	23.5	17.2	20.7	16.4
综合处治期(2022.3-2022.12) 阶段累计偏移/mm	49.7	48.4	50.9	34.7	8.7
处治完工后(2023.1-2023.9) 阶段累计偏移/mm	2.8	2.8	0.6	-0.3	2.2
备注：BP07、BP08 和 BP09 点多次受施工影响损毁、补充，间歇性中断测量。					

表 5.2-4 Ⅲ-1 区抗滑桩顶部分测点不同时间段累计偏移量统计表

时 间 段	桩号											
	Z02	Z06	Z09	Z12	Z15	Z19	Z22	Z25	Z27	Z30	Z33	Z36
2021.9-2022.2	2.8	8.9	21.2	28.6	20.1	19.6	13.3	10.5	10.9	6.9	5.1	5.5
2022.3-2022.12	9.5	16.3	25.4	32.6	29.9	38.9	38.0	34.5	44.5	22.9	8.6	4.1
2023.1-2023.9	0.6	0.6	0.7	0.9	0.5	0.9	0.9	2.1	2.1	0.7	0.1	0.6
总偏移量	12.9	25.8	47.3	62.0	50.5	59.4	52.2	47.1	57.5	30.5	13.8	10.2

表 5.2-5 III-1 区抗滑桩倾角监测相对倾角变化统计表

日期	桩号	7#方桩	17#方桩	27#方桩
	相对倾角/°			
2022/9/18		0	0	0
2022/9/30		-0.007	0.03	0.048
2022/10/16		0.004	0.027	0.055
2022/10/31		0.006	0.029	0.064
2022/11/16		0.011	0.034	0.067
2022/11/30		0.002	0.034	0.074
2022/12/16		0.017	0.034	0.079
2022/12/31		0.029	0.031	0.085
2023/1/16		0.035	0.026	0.085
2023/1/31		0.029	0.032	0.092
2023/2/16		0.011	0.045	0.095
2023/2/28		0.017	0.036	0.095
2023/3/16		-0.004	0.052	0.102
2023/3/31		0.001	0.052	0.097
2023/4/16		-0.005	0.058	0.093
2023/4/30		0.006	0.05	0.092
2023/5/16		-0.007	0.06	0.098
2023/5/31		-0.012	0.06	0.093
2023/6/16		-0.023	0.067	0.101
2023/6/30		-0.029	0.067	0.101
2023/7/16		-0.029	0.064	0.103
2023/7/31		-0.038	0.071	0.1
2023/8/16		-0.055	0.083	0.106
2023/8/31		-0.045	0.072	0.107
2023/9/10		-0.044	0.079	0.108

表 5.2-6 III-1 区挡墙顶测点不同时间段累计偏移量统计表

时 间 段	点号	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
	累计偏移量 (mm)								
2021.9-2022.2		0.1	8.4	11.0	13.0	14.1	10.2	4.1	2.4
2022.3-2022.12		4.3	10.1	13.3	13.6	15.2	17.5	17.7	22.8
2023.1-2023.9		-0.2	0.6	-0.9	1.0	0.3	0.2	0.6	1.6
总偏移量		4.3	19.1	23.4	27.6	29.5	27.9	22.5	26.8

表 5.2-7 III区自动化监测点偏移和沉降统计表（2022.08.1-2023.9.10）

测点 时间段	GNSS01	GNSS02	GNSS03	GNSS04	GNSS05	GNSS06
总累计偏移/mm	23.8	81.8	35.7	76.6	17.0	15.3
总累计沉降/mm	-2.4	-24.9	-11.8	-27.4	5.5	1.9
综合处治期(2022.3-2022.12) 阶段累计偏移/mm	15.5	72.9	31.4	64.4	11.8	8.7
处治完工后(2023.1-2023.9) 阶段累计偏移/mm	8.3	8.9	4.3	12.2	5.2	6.5

表 5.2-8 III区水位孔水位监测情况统计表 单位 m

孔号 日期	BK11	BK17	BK24	Z07#	Z12#	Z19#	ZHSK01	ZHSK02	ZHSK03
2021.10	-4.513	-9.010	-7.691	/	-13.855	/	/	/	/
2021.11	-3.885	-9.067	-7.676	/	-14.145	/	/	/	/
2021.12	-4.104	-9.186	-7.772	/	-14.102	/	/	/	/
2022.2	-4.753	-9.026	-7.886	/	-14.181	/	/	/	/
2022.4	-6.814	-8.925	-7.930	-12.698	-15.865	-12.595	/	/	/
2022.6	-7.178	-9.652	-7.075	-13.020	-15.471	-14.952	/	/	/
2022.7	-7.095	-9.815	-7.024	-12.839	-15.695	-14.722	28.027	24.665	22.263
2022.8	-7.925	-9.768	-7.235	-12.845	-15.795	-14.255	28.124	24.720	22.150
2022.9	-7.990	-9.455	-6.282	-12.685	-15.440	-14.035	28.258	24.675	22.535
2022.10	-7.898	-10.115	-7.335	-12.630	-16.256	-15.475	27.780	24.363	21.963
2022.11	-8.182	-10.5*	-7.716	-12.645	-16.288	-16.543	27.370	23.163	21.727
2022.12	-8.718	-10.5*	-7.814	-12.853	-16.398	-16.845	27.240	22.146	21.426
2023.1	-8.595	-10.5*	-7.912	-12.642	-16.435	-16.642	26.803	21.966	21.140
2023.2	-8.438	-10.5*	-7.975	-12.678	-16.502	-17.131	26.833	21.481	21.137
2023.3	-8.543	-10.5*	-8.103	-12.819	-16.516	-17.275	26.374	21.015	20.876
2023.4	-8.760	-10.5*	-8.246	-12.865	-16.694	-17.385	26.238	19.657	20.800
2023.5	-8.923	-10.5*	-8.562	-12.689	-16.880	-17.521	25.397	18.640	20.649
2023.6	-9.045	-10.5*	-9.068	-12.691	-16.963	-17.445	26.743	23.267	20.586
2023.7	-8.646	-10.5*	-9.413	-12.653	-16.752	-17.028	26.682	24.413	20.493
2023.8	-8.534	-10.5*	-9.718	-12.689	-16.653	-17.074	27.851	24.621	21.969
2023.9	-7.702	-10.5*	-9.283	-12.659	-16.590	-16.540	27.689	24.495	22.166
累计升降	-3.113	-1.593	-1.592	0.039	-2.840	-3.945	-0.038	-0.170	-0.097
备注：表中自动化监测孔 ZHSK01~ZHSK03 数据表示监测孔内水位高度，其他人工孔数据表示为孔口见水深度，单位为 m。									

表 5.2-9 III区自动化深部测斜孔变形数据统计表

测斜孔号	传感器深度 /m	累计相对位移 /mm	综合处治期 (2022.3-2022.12) 阶段累计偏移/mm	处治完工后 (2023.1-2023.9) 阶段累计偏移/mm
ZHSK01	7	19.6	8.9	10.7
	14	37.2	23.4	13.8
	21	21.3	20.7	0.6
	29	5.5	5.3	0.2
	35	10.8	7.7	3.1
	42	4.4	4.5	-0.1
ZHSK02	9	24.9	18.4	6.5
	15	29.0	26.1	2.9
	20	18.3	15.5	2.8
	26	19.3	16.3	3.0
	31	0.2	0.3	-0.1
ZHSK03	6	27.5	38.7	-11.2
	15	21.8	26.8	-5.0
	22	15.3	16.8	-1.5
	30	0.4	0.4	0.0

区域小结：III区（不含III-1区）边坡地表点总体布置较平坦的边坡平台上，其偏移和沉降变形略有波动起伏，存在少量的沉降和顺坡向偏移，变形总体不大，无异常变形，坡体总体较稳定，对主路线安全运营暂无威胁。III-1区中后缘斜坡地表存在持续缓慢蠕滑，无明显收敛迹象，边坡欠稳定~不稳定，不利于前缘公路的长期安全运营；二期综合处治施工期间边坡蠕滑变形一度略有加速，但在综合处治施工结束后，边坡地表蠕滑变形明显放缓，收敛趋稳特征明显，目前边坡总体较稳定；建议后续运营管理期加强边坡周边定期巡查，尤其是雨季及汛期巡查。各监测内容具体情况如下：

1) 地表变形监测

由监测成果图 5.1-2、图 5.1-3 和表 5.2-2、表 5.2-3、表 5.2-7 可以看出：自监测开始至今，即两年的监测时间内，III-1 区内 5 处监测点存在一定量的顺坡向偏移和沉降。在综合处治施工前，5 处测点偏移变形在 16.4mm~24.8mm 之间；在综合加固处治施工期间，受施工扰动以及期间的降雨影响，边坡地表蠕滑明显一度加速，5 处测点偏移变形在 8.7mm~50.9mm 之间；在综合处治完工后，地表蠕滑开始逐步放缓，后续收敛趋稳更加明显，期间 5 处测点偏移变形仅在-0.3mm~2.8mm 之间，III-1 区自动化监测点

GNSS01、GNSS02、GNSS04 在施工期有明显变形偏移趋势，期间最大偏移增量为 72.9mm，施工完成后，测点偏移值明显较小。表明坡面加固、圆桩支挡效果较好。

除III-1 区和III-2 区外的边坡地表测点总体布置较平坦的边坡平台上，其偏移和沉降变形略有波动起伏，存在少量的沉降和顺坡向偏移，变形总体不大，无异常变形，坡体总体较稳定

2) 抗滑桩顶监测

从成果曲线图 5.1-3~图 5.1-6、表 5.2-4 和表 5.2-5、表 5.2-7 数据可以看出：位于 III-1 区的抗滑桩数据变化过程，①总体中部 Z09~Z29 桩顶累计偏移总体较明显，往两端方向偏移呈逐渐减小特征；所有桩顶沉降量相对较小。②二期综合处治前的 2021 年 9 月初至 2022 年 2 月底，典型方桩顶的偏移达 2.8mm~28.6mm 不等，小冲沟西侧（小桩号段）部分桩顶倾斜较明显；③综合处治施工期间，即 2022 年 3 月初至 2022 年 12 月底，典型方桩顶的偏移达 4.1mm~44.5mm 不等，此期间偏移增速较明显，偏移量较大；在旋挖桩顶系(横)梁施工期间，大桩号段个别桩顶(Z26#和 Z27#)倾斜发展较明显；④二期综合处治完工后，即 2023 年 1 月至 2023 年 9 月，典型方桩顶的偏移仅有 0.1mm~2.1mm 不等，方桩顶偏移速率明显放缓，累计偏移增量很小，收敛趋稳特征明显，同时布置于抗滑桩上自动化位移和倾角监测点数据整体变化不大，于后期人工监测趋势基本一致。表明后续桩体总体较稳定。

中部抗滑圆桩顶监测成果表明圆桩顶测点偏移和沉降略微波动起伏，无明显持续偏移和沉降变形发展趋势，旋挖圆桩顶总体稳定，

3) 挡墙顶监测

从监测成果图 5.1-9~图 5.1-12 和表 5.2-6 可以看出：位于 III-1 区的挡墙测点数据变化过程，①总体西侧小桩号段 D1 测点累计偏移量总体较小，中部 D5 测点累计偏移最大，偏移了 29.5mm；所有挡墙顶沉降量相对较小。②综合处治施工前（2021.9-2022.2），挡墙顶测点的偏移了 0.1mm~14.1mm 不等，中部挡墙点偏移量较大，两端测点偏移相对较小；③综合处治施工期间（2022.2-2022.12），挡墙顶测点的偏移增量达 4.3mm~22.8mm 不等，偏移增速较明显，东侧大桩号段的挡墙顶（D7#、D8#）测点偏移发展较快；④综合处治完工后（2023.1-2023.9），挡墙顶测点的偏移增量仅-0.9mm~1.6mm 不等，挡墙顶偏移速率明显放缓，小桩号段局部测点略微回摆后仰，东侧大桩号段（D7#、D8#）

测点仅略微增加，收敛趋稳特征明显，目前挡墙总体较稳定。挡墙底部 5 处监测点总体存在少量的偏移和抬升发展趋势，受挡墙面排水孔施工影响，测量中断停止；后续补充的监测点变形总体略微波动，无明显偏移和沉降发展迹象，挡墙底部总体较稳定。

挡墙底路肩 3 个监测点于 2022 年 10 月 12 日安装，2022 年度春节期间受车辆碾压影响，LJ1 和 LJ2 点曾被破坏，2 月 5 日重新布置，至 2023 年 5 月 14 日，3 处点陆续被车辆碾压破坏，监测暂停。前期成果表明：大桩号段 LJ3 点仅有略微偏移和隆起，LJ1 和 LJ2 点无明显偏移和隆起迹象，路肩总体较稳定。

4) 深部位移监测

由监测成果图 5.1-19~图 5.1-35 和表 5.2-9 分析，III 区深部监测测斜孔中，人工测斜 BK08 孔（11.5m）、BK11 孔（26.0m）、BK14 孔（9.0m）、BK17 孔（10.0m）、BK22 孔（11.0 m）和 BK24 孔（20.5m），坡体测斜孔中前期存在岩土软弱面或蠕滑带；自动化测斜 ZHSK01 孔（14.0 m）、ZHSK02 孔（15.0 m）和 ZHSK03 孔（6.0 m）等测斜孔内部发现潜在蠕滑面（带）或岩土软弱面。BK08 孔（旧孔深度 11.5m）和 BK11 孔（深度 26.0m）深部存在明显软弱蠕滑带，后期两孔深部蠕滑无明显增长，坡体深部趋于稳定；而 BK17 孔（10.0m）和 BK24 孔（20.5m）在前缘旋挖桩施工期间，受施工扰动影响，蠕滑带处测斜管陆续被加速剪断，坡体深部局部蠕滑贯穿；在旋挖桩完工后，补装的 ZHSK02、ZHSK03 两深部自动化监测成果曲线表明变形趋于稳定，无明显的持续倾斜和剪切滑移。ZHSK01 孔深度 14m 左右在治理完工后初期仍有少量的蠕滑位移，但监测后期变形趋势明显减缓，收敛趋势较明显。其它大部分坡体深部测斜孔中，其成果曲线后期总体呈小幅度的“来回摆动”特征，无持续蠕滑发展迹象，表明坡体深部总体较稳定，无蠕滑发展迹象。

III-1 区中 Z07、Z12 和 Z19 三个方桩抽芯测斜孔，在综合处治施工前，3 个测斜孔总体存在缓慢倾斜发展趋势；在综合处治施工期，受施工扰动和降雨影响，与桩顶测点偏移变形性质类似，桩体总体一度存在突增、加速倾斜发展趋势。综合处治完工后，桩体倾斜发展略微波动，总体呈来回摆动特征，无持续倾斜发展趋势，收敛趋稳特征明显。

5) 桥梁变形监测

由监测成果图 5.1-13 和表 5.2-2 分析，位于 III 区的桥梁测点数据变化过程，自 2021 年 9 月 16 日至 2022 年 5 月底，桥梁墩台 9 个监测点（左幅 2 个 ZQD0#、ZQD2#，右

幅 7 个 YQD0~YQD6) 存在缓慢偏移迹象, 偏移速率总体不大, 同时墩台沉降同步缓慢发展。在前缘反压、桥基斜坡抗滑桩完工后, 墩台偏移和沉降变形总体略微波动, 无明显偏移和沉降发展趋势, 收敛趋稳特征较明显。表明桥梁综合加固处治、排水措施效果明显, 后续运营时可定期巡查。

左幅桥面 4#伸缩缝右侧护栏监测点: 伸缩缝上部护栏早期因偏移变形接触挤死, 大桩号侧护栏底部存在挤压裂缝, 伸缩缝两侧总体存在差异偏移和沉降。在前缘边坡挡墙、微型桩完工后, 护栏顶部测点 QZ4H-1 (小桩号桥面侧) 和 QZ4H-2 (大桩号路基侧) 变形略微波动, 持续偏移不明显, 路基侧略微沉降, 但沉降量很小。目前, 伸缩缝两侧护栏的偏移、沉降变形收敛特征较明显, 桥梁护栏及填方路基总体较稳定, 后续运营时可进行定期巡查。

6) 水位监测

由监测成果图 5.1-37 图 5.1-38 和表 5.2-8 分析, III 区坡体地下水主要接受大气补给, 坡体水位变化受大气降水影响。在坡体集水井、排水系统施工完成后, 坡体水位下降较明显, 后续坡体水位降幅缓慢, 受降雨影响水位偶有波动, 典型代表水位孔有 BK11。3 个抗滑方桩抽芯孔水位中, Z07 孔水位较稳定, Z12 和 Z19 两孔受降雨影响存在较明显升降波动。

5.2.4 反压区成果分析

区域小结: 反压区布置有 1 处深部测斜孔, 从数据分析的曲线图 5.1-36 中可以看出 A、B 方向累积位移量曲线总体略呈小幅度的来回摆动特征, 无明显持续倾斜发展迹象; 相对位移曲线深部有几处微小凸起, 但无持续变形蠕滑趋势, 41 米深度范围内暂未发现明显蠕滑软弱带。后期孔口累积位移曲线倾斜无持续增长迹象, 坡体深部无蠕滑带, 目前填方体总体较稳定, 无异常变形迹象。

5.3 变形稳定性分析

5.3.1 边坡滑塌变形的地质力学内涵

边坡形成后, 由于卸荷回弹或者蠕变, 坡体沿平缓结构面向坡前临空方向产生缓慢

的滑移。滑移面的锁固点或错列点附近，因拉应力集中生成与滑移面近于垂直的拉张裂隙，向上扩展且其方向渐转成与最大主应力方向趋于一致（大体平行坡面）并伴有局部滑移。这种拉裂面的形成机制与压应力作用下格里菲斯(A.Giffith)裂纹的形成扩展规律近似，属于压致拉裂。常见滑坡的产生（孕育）大致要经历“初始变形”、“等速变形”和“加速变形”三个阶段，见图 5.3-1。

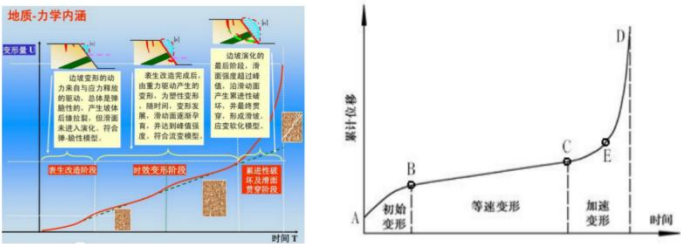


图 5.3-1 典型滑坡变形“三阶段”累计位移-时间关系曲线

5.3.2 边坡变形曲线类型

依据边坡变形-时间关系曲线的类型，可将滑坡主要分为稳定型、渐变型和突发型，见图 5.3-2（左）。实际工程滑坡中，受间歇性降雨、工程活动扰动等影响，滑坡变形过程可能为上述几种类型的复合形式（“阶跃型”），见图 5.3-2（右）。

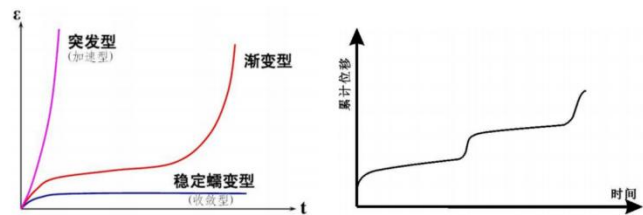


图 5.3-2 滑坡变形曲线常见类型

5.3.3 本项目典型区域（Ⅲ区）变形特征

根据本项目的边坡变形监测成果，结合边坡处治主要施工节点和监测重点，选取本项目Ⅲ区的典型斜坡点、抗滑桩顶监测点的成果数据，分析边坡Ⅲ区变形特征规律。从成果曲线图可知多数监测点的后期累计位移曲线明显放缓收敛，Ⅲ区典型监测点的位移历时成果曲线见图 5.3-3 和图 5.3-4。

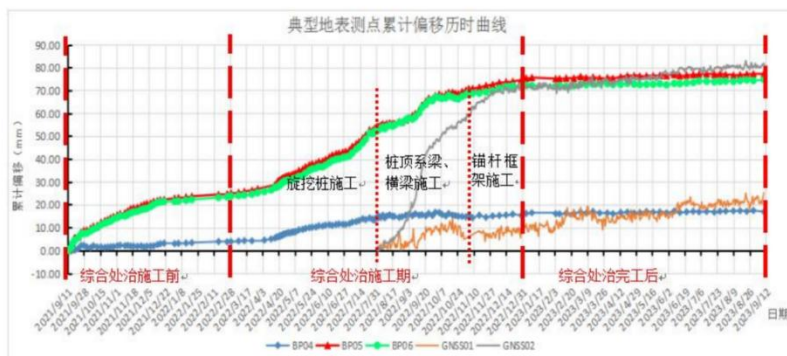


图 5.3-3 III区边坡典型地表点累积位移-时间历时曲线

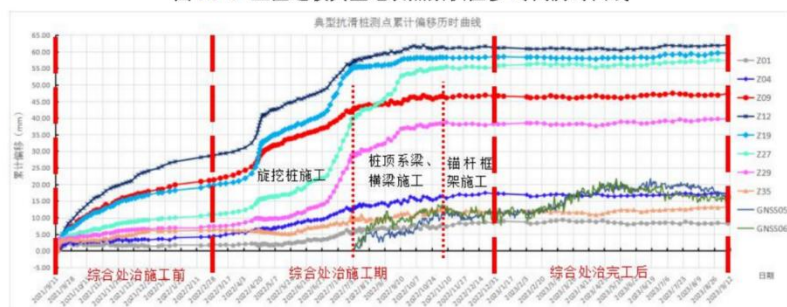


图 5.3-4 III区典型抗滑测点顶累积位移-时间历时曲线

综合分析：由III区典型地表成果曲线图可知，二期综合处治前后，受施工扰动和降雨影响，III区的边坡地表蠕滑和前缘方桩倾斜总体呈典型的复合台阶式“阶跃型”变形特征，后续总体收敛趋稳，综合处治效果较好。①综合处治施工前，边坡地表、抗滑桩顶存在缓慢蠕滑和倾斜变形，无明显收敛趋势；②2022年2月底至7月底，旋挖桩施工期间，受施工扰动影响，边坡地表蠕滑和抗滑桩顶倾斜变形明显加速，变形速率与施工扰动和降雨存在关联。③2022年8月初至10月底，桩顶系梁、横梁施工期间，部分边坡地表和前缘抗滑桩顶仍存在一定加速变形趋势，期间大桩段Z27#桩顶倾斜加速较明显。④2022年11月初至12月底，在坡面锚杆框架梁施工期间，边坡地表仍存在少量蠕滑迹象，但前缘抗滑桩顶倾斜不明显，放缓收敛较明显。⑤2023年1月至2023年9月，二期综合处治完工后，边坡地表蠕滑、抗滑桩倾斜略微波动起伏，收敛趋稳特征明显，目前边坡地表及方形抗滑桩总体较稳定。

边坡深部位移监测成果中，测斜BK17孔和BK24孔受前缘挖桩施工扰动影响，两

孔深部蠕滑带处测斜管先后剪断，BK17孔滑带深度约10.0m~10.5m，BK24孔滑带深度约20.0m。后续自动化监测中，在边坡加固处治后，边坡中部ZHSK02、ZHSK03孔深部后期未有明显变化，周边坡体深部总体趋稳；而边坡中后缘ZHSK01孔在处治施工结束后部分深度短时间内有少量的相对位移，但数据位移总量变化不大，且在完工后的监测后期有收敛趋势，截止目前，周边坡体监测数据较稳定。

6 总结及建议

（1）综合监测成果总结

① I区：I区边坡地表位移监测、深部监测，变形总体不大，无异常变形，路面巡视与裂缝观测过程中，未发现地表有明显异常变化情况，坡体监测数据总体较稳定。区域水位观察孔水位数据变化因施工排水治理措施进行而水位有明显降低。

② II区：II区布置有1处深部测斜孔，监测过程中无明显持续倾斜发展趋势，目前坡体深部总体较稳。

③ III区：III区（不含III-I区）边坡地表点变形总体不大，无异常变形，坡体总体较稳定；III-I区中后缘斜坡地表存在持续缓慢蠕滑，无明显收敛迹象，边坡欠稳定~不稳定，不利于前缘公路的长期安全运营；二期综合处治施工期间边坡蠕滑变形一度略有加速，但在综合处治施工结束后，边坡地表、抗滑挡墙结构物测点蠕滑变形明显放缓，收敛趋稳特征明显，深部变形监测中未有异常变形情况监测数据后期总体变化较小，目前边坡总体较稳定。区域水位观察孔水位数据变化因施工治理措施完工后水位有明显降低。

公路工程施工的扰动（切方卸载、填方堆载、挖桩扰动，机械振动等），改变了原有排水系统，打破了坡体原有的极限平衡应力状态，而早期的加固处治措施相对薄弱，是导致K39+400边坡及其支挡结构和三家1号大桥墩台及桥基坡前期发生变形的重要因素。

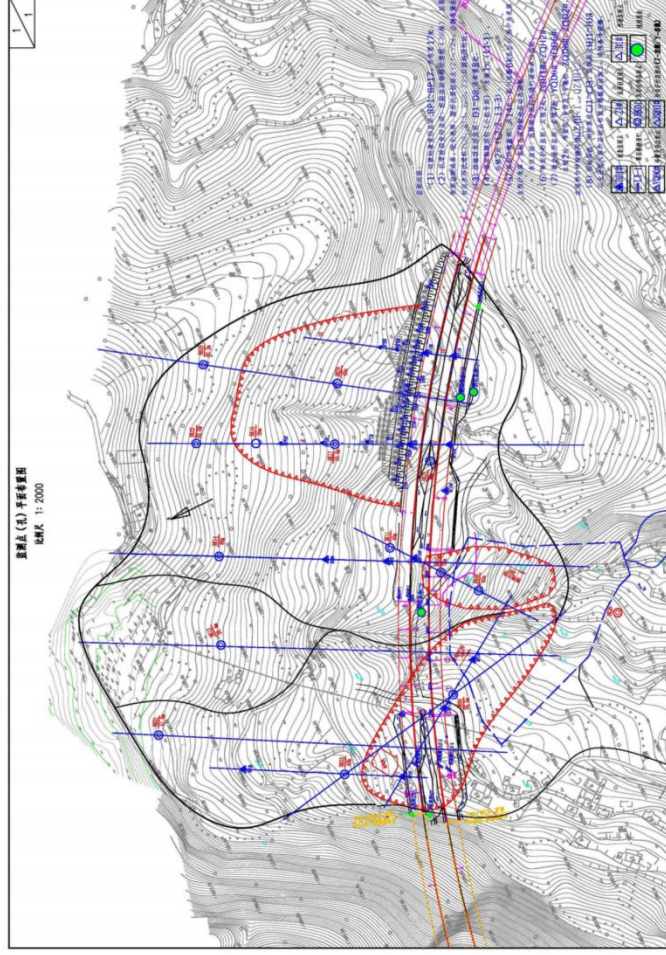
在进一步的二期加固处治和排水措施完工后，边坡、支挡结构和桥梁墩台的变形总体放缓，收敛趋稳特征明显，表明二期加固处治措施取得了较显著效果。

(2) 建议

加强后续边坡周边定期巡查，尤其是在雨季期间，对边坡内部截排水沟、前缘坡面、路基边沟等处重点巡查。

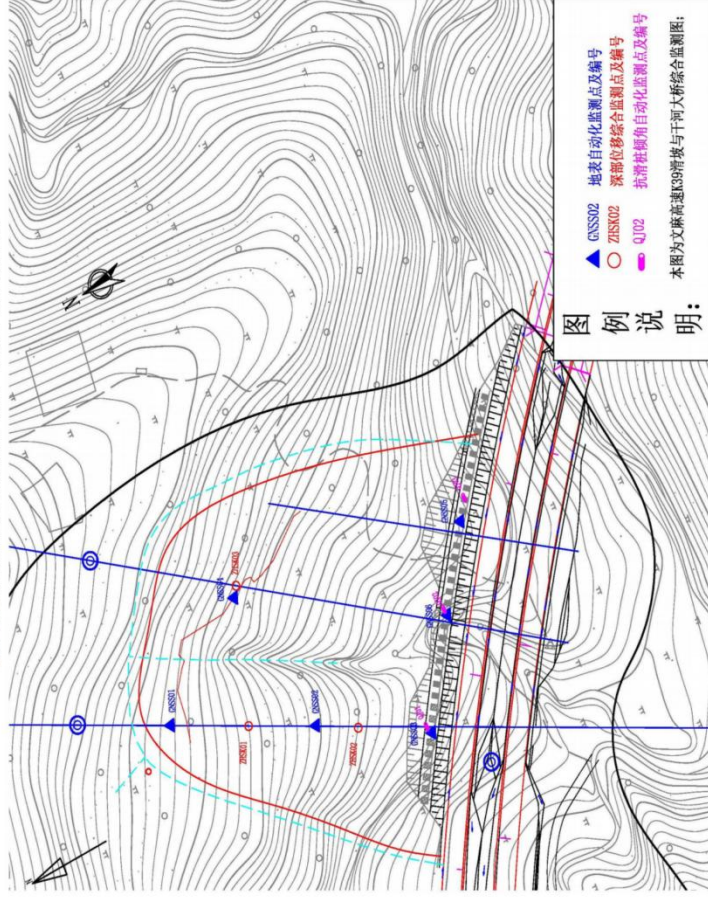
附图 1

三家 1 号大桥及 K39+400 边坡主要监测点（孔）布置平面示意图（人工监测）



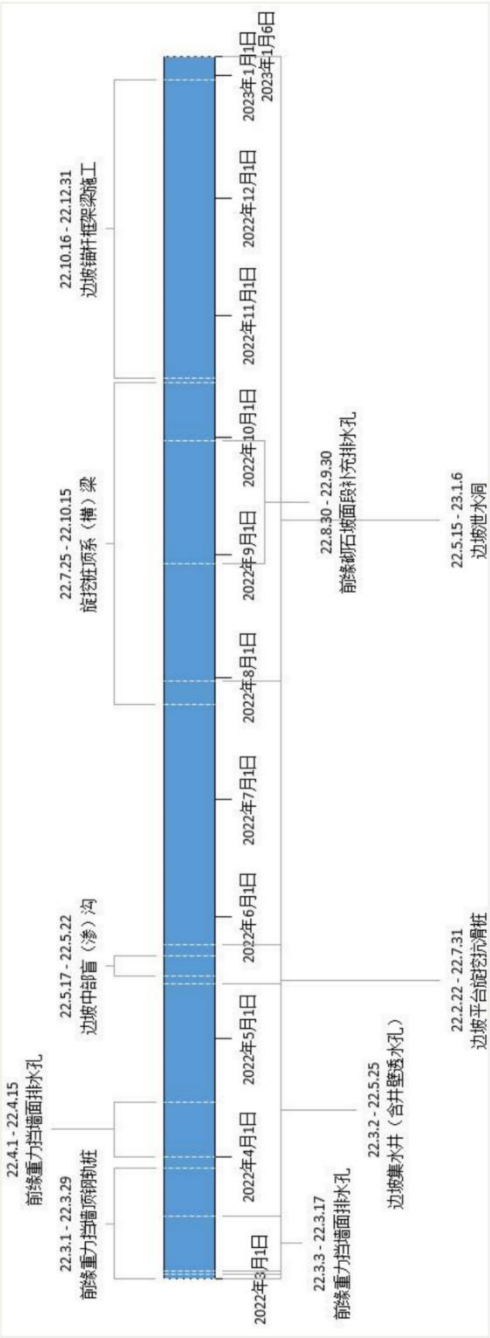
附图 2

K39+400 边坡自动化监测点（孔）布置平面示意图



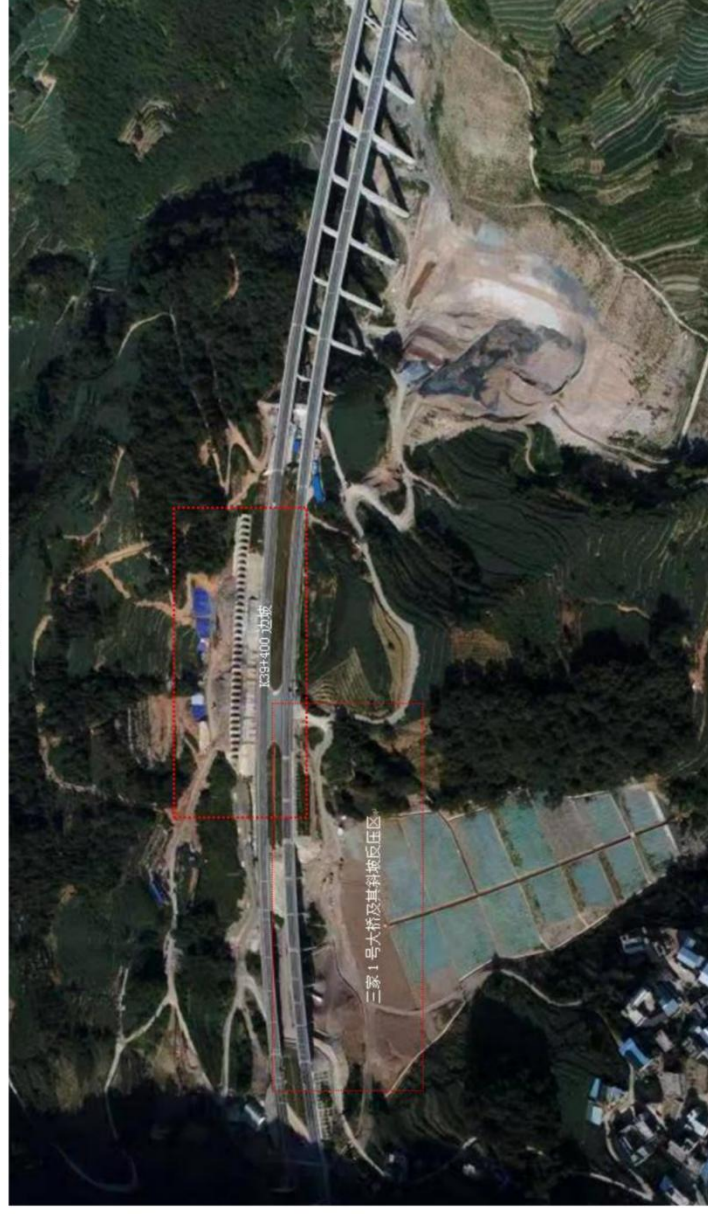
附图 3

边坡处治施工时间序列图



附图 4

工程区域俯视图



附图 5

测点（孔）安装工作照（部分）



现场测量及巡视工作照（部分）





2、数字经济产业园配套基础设施A区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通16号线安全影响监测项目
中标通知书:



武汉恒骥项目管理咨询有限公司

中 标 通 知 书

中交第二公路勘察设计研究院有限公司/湖北轨道交通设计研究股份有限公司(联合体):

由武汉恒骥项目管理咨询有限公司组织的数字经济产业园配套基础设施 A 区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通 16 号线安全影响监测项目(项目编号: HJZB-SH-2023-238), 于 2023 年 09 月 21 日进行了公开招标的评审工作, 现确认贵公司为本项目的中标人:

中标金额:《工程勘察设计收费标准》(2002 年修订版)的 59.2%

中标内容:为提供数字经济产业园配套基础设施 A 区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通 16 号线安全影响监测及相关服务

服务期: 150 日历天, 具体以招标人通知时间为准

付款方式: 根据项目实际完成监测内容, 按进度支付。具体以合同约定为准。

请在收到本中标通知书后三十日内与武汉车都建设开发有限公司签订合同。

招标人盖章:

日期: 2023.9.26



代理机构盖章:

日期: 2023.9.26



地址: 武汉市江汉区马场路 326 号金贸大厦 D1 座八楼
电话: 027-85870905 85870026
E-mail: hengjizhaobiao@163.com

合同：

合同编号：RZ-DJ-2022-SZ-003-ZX-05

专项技术服务合同

项目名称：数字经济产业园配套基础设施 A 区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通 16 号线安全影响监测

甲方：武汉车都建设开发有限公司

乙方：中交第二公路勘察设计院有限公司
湖北轨道交通设计研究股份有限公司（联合体）

签订时间：2023 年 9 月

签订地点：武汉市

专项技术服务合同

甲方：武汉车都建设开发有限公司

乙方：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

湖北轨道交通设计研究股份有限公司（联合体）

甲方委托乙方就数字经济产业园配套基础设施 A 区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通 16 号线安全影响监测提供专项技术服务工作，并支付专项技术服务报酬。双方经过平等协商，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。

第一条 乙方进行专项技术服务工作的内容、要求和方式：

1. 专项技术服务内容：就数字经济产业园配套基础设施 A 区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通 16 号线安全影响监测提供专项技术服务，项目包含育源路、育源小路、育仁路、育文路、周家河北路需下穿轨道交通 16 号线施工。负责本项目专项监测方案编写、评审、监测报告审核、本项目地铁监测实施、协调武汉地铁集团。

2. 专项技术服务要求：按时、保质、保量提交专项监测方案和监测周报等，所提供成果需满足国家、行业标准要求。

3. 专项技术服务方式：在合同约定的期限内提供专项施工监测方案，按约定的期限内投入必要的设备和人员进行监测工作。

第二条 乙方应当按照下列进度要求进行本合同项目的专项技术服务工作：

1. 技术服务地点：项目影响段武汉地铁 16 号线。

2. 技术服务期限：150 日历天，具体以甲方通知时间为准。

3. 技术服务进度: 收到甲方提供的完整资料后 5 天内形成专项施工监测方案并完成专家评审;在甲方及武汉地铁集团提供满足监测条件情况下,按照国家规范和规定执行。

4. 技术服务质量要求: 监测工作按照甲方要求及《工程测量规范》(GB50026-2020);《地铁设计规范》(GB50157-2013)《城市轨道交通技术规范》(GB50490-2009);《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911-2013);《城市轨道交通结构安全保护技术规范》(CJJ/T 202-2013);《城市轨道交通工程质量安全检查指南》进行。

第三条 为保证乙方有效进行专项技术服务工作,甲方应当向乙方提供下列协作事项:

1. 提供技术资料:

- (1) 施工进度计划及施工方案;
- (2) 项目相关设计图纸;
- (3) 项目涉铁评估报告。

2. 甲方提供上述技术资料和工作条件的时间及方式: 乙方人员及设备进场前双方协商。

第四条 甲方向乙方支付专项技术服务报酬及支付方式为:

1. 本合同价以《工程勘察设计收费标准》(2002 年修订版)的 59.2% 计取,金额暂定为人民币: 1849901.00 元整(大写: 壹佰捌拾肆万玖仟玖佰零壹元整),最终费用以决(结)算审计为准且不得超出初设批复下达的对应金额,若超出则按批复金额计取。

2. 支付方式和时间:

乙方向甲方提交合格的成果资料,本工程服务费用以发包人或经委托

的跟踪审计单位审核确定的金额作为服务费付款依据。待本合同费用落实到位后，发包人向乙方支付至该付款依据的 70%，余款待财务决算批复下达后付清。

3. 乙方收款前应向甲方开具等额的增值税专用发票，否则甲方有权拒绝付款且不构成违约，乙方对此无异议。

第五条 双方确定因履行本合同应遵守的保密义务如下：

1. 双方均应保护对方的知识产权，未经对方同意，任何一方均不得对对方的资料及文件擅自修改、复制、向第三方转让或用于本合同项目外的项目。如发生以上情况，泄密方承担一切由此引起的后果并承担赔偿责任。

2. 乙方应保证甲方提供的资料只能用于本合同约定的项目，不得扩展到其他项目或其他单位。待专项技术服务工作完成后，相关资料应交回甲方。乙方对甲方所提供资料的使用权在专项技术服务工作完成后自行终止。

第六条 本合同的变更必须由双方协商一致，并签订书面补充协议，补充协议自双方盖章之日起生效。

第七条 双方确定，按以下标准和方式对乙方提交的专项技术服务工作成果进行验收：

1. 乙方提交专项技术服务工作成果的形式：专项监测方案；在现场进行监测工作并按期提交监测报告。

2. 专项技术服务工作成果的验收标准：满足相关规范和标准的要求，并通过武汉地铁运营公司的签收认可。

3. 验收的时间和地点：由甲方确定。

第八条 双方确定，按以下约定承担各自的违约责任：

1. 乙方违反本合同第二条约定，应当每迟延一日，向甲方支付专项技

甲方：武汉车都建设开发有限公司



(盖章)

法定代表人：

或

委托代理人：

地址：

联系人：

电话：

开户银行：

银行账号：

税 号：



乙方：中交第二公路勘察设计
研究院有限公司、湖北轨
道交通设计研究股份有限
公司（联合体）

(盖章)

法定代表人：

或

委托代理人：

地址：武汉经济技术开发区创业路
18 号

联系人：

电话：

开户银行：中国建设银行股份有限
公司武汉江岸支行

银行账号：42050111620800001035

税 号：91420100177668591H



附表 4：企业投资类项目

2018 版

工程计量申报表 (其他费用及预付款)

项目名称: 数字经济产业园配套设施 A 区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通 16 号线安全影响监测 合同编号: RZ-DJ-2022-SZ-003-ZX-05

致: 武汉车都建设开发有限公司
根据概算批准文件 () , 概算批准金额 (万元) , 按照合同要求完成工作内容, 本次申报工程计量费用, 符合进度计划要求, 计量的结果, 将作为申请付款的依据。

申报单位			车都项目管理部		项目管理公司		跟踪审计单位		备注				
序号	费用名称	合同全称	合同金额 (元)	本月申报金额 (元)	本月核定价款 (元)	累计核定价款比例 (%)	本月核定价款 (元)	累计核定价款比例 (%)	核定造价 (元)	累计核定 (元)	合同支付比例	合同结算费率	其他
1	技术服务	数字经济产业园配套设施 A 区道路-武汉商学院马影河校区市政配套道路项目涉轨道交通 16 号线安全影响监测专项技术服务合同	1849901.00	1294930.7							70%		
合 计													
申报单位 (盖章):			工程管理部门:		项目管理公司 (盖章):		跟踪审计单位:						
项目负责人: 张子真 日期: 2024.4.29			项目经理: 日期:		计量工程师: 陈书 日期: 2024.4.29		跟踪审计工程师: 日期:						
单位负责人: 日期:			部门负责人: 日期:		部门负责人: 日期:		单位负责人: 日期:						

附注: 本表一式六份, 申报单位、车都公司工程管理部门、项目管理公司、跟踪审计单位、财务部门、区财政部门各一份。

成果文件:

**武汉商学院马影河校区市政配套项目对轨道交通
16 号线（汉南线）周家河站～湾湖站区间影响**

监测报告

编 写: 张 健 
项目负责人: 郭少文 
审 定: 明 洋 

中交第二公路勘察设计研究院有限公司

日期: 2024年01月08日



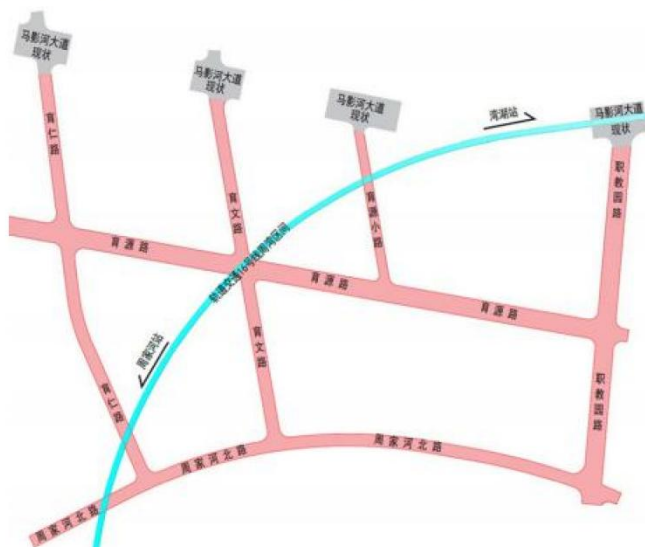
目录

1. 工程概况.....	1
1.1. 工程介绍	1
1.2. 轨道交通 16 号线工程相关情况.....	1
2. 执行标准与技术规范	2
3. 监测项目控制.....	2
4. 施工进度与安全巡视	3
4.1. 施工进度	3
4.2. 安全巡视	3
5. 监测情况分析和建议结论	4
5.1. 监测情况分析.....	4
5.2. 结论、分析及建议.....	6
6. 成果资料提供.....	6
6.1. 周家河站~湾湖站区间（67#墩~62#墩） 高架结构监测成果及曲线图.....	7
6.2. 周家河站~湾湖站区间（59#墩~54#墩） 高架结构监测成果及曲线图.....	10
6.3. 周家河站~湾湖站区间（48#墩~43#墩） 高架结构监测成果及曲线图.....	13
6.4. 周家河站~湾湖站区间（44#墩~39#墩） 高架结构监测成果及曲线图.....	16
7. 轨道交通 16 号线专项监测点位布置图.....	19

1. 工程概况

1.1. 工程介绍

武汉商学院马影河校区市政配套项目包含育仁路、育文路、育源小路、周家河北路、育源路、职教园路，共 6 条道路，道路总长约 4.53km，道路规划红线宽度 15~30m，建设内容包括道路、给排水、交通、电力电信、照明、绿化及燃气工程（预留管位）等。



1.1-1 拟建项目总平面图

1.2. 轨道交通 16 号线工程相关情况

武汉市轨道交通汉南线工程属于市域线，设计目标时速为 120km/h，是一条联系汉南与主城区的快速轨道交通线路，汉南线工程线路南起纱帽周家河站，北至国博中心南站，沿纱帽大道、马影河大道、汉洪高速东侧、经开大道、沌口路敷设，沿线穿越了马影河、蚂蚁山、大军山、小军山、四环线、通顺河、长江干堤以及三环线等。

汉南线工程正线长约 33.1km（结构设计起终点），其中高架段长约 18.5km，地下段长约 12.8km，过渡段约 1.8km。周家河站~湾湖站区间长度约 3.1km，桩号为 YDK4+958.6~YDK8+062.78，设计墩号为 1 号墩~95 号墩。桩基础直径 1.25m，除 48#~58#墩、92#~95#墩桩基础按摩擦桩设计外，其余桩基础均按嵌岩桩设计。拟建项目下穿高架区间 41#~42#、45#~46#、56#~57#、64#~65#桥墩。

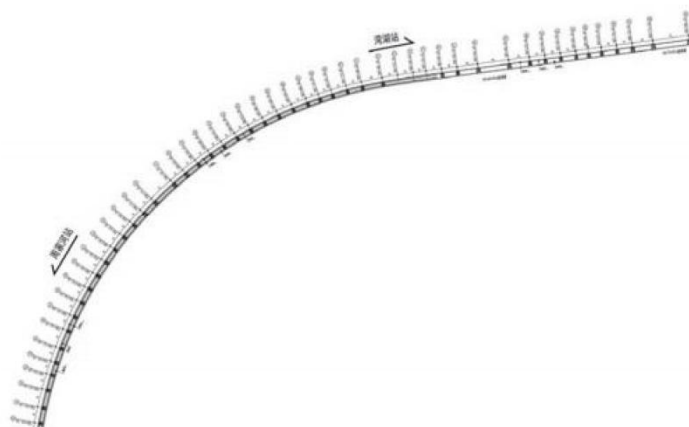


图 1.2-1 轨道交通 16 号线（汉南线）周家河站~湾湖站区间平面图

2. 执行标准与技术规范

- (1) 《城市轨道交通工程测量规范》 GB50308-2017;
- (2) 《轨道交通工程运营期结构监测技术规程》（DB4201/T646—2021）;
- (3) 《城市测量规范》 CJJ/T8-2011;
- (4) 《国家一、二等水准测量规范》 GB/T12897-2006;
- (5) 《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911-2013）;
- (6) 《工程测量标准》 GB50026-2020;
- (7) 《建筑变形测量规范》 JGJ8-2016;
- (8) 《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2019）;
- (9) 《城市轨道交通设计规范》（DGJ08-109-2004）;
- (10) 《城市轨道交通结构安全保护技术规范》（CJJ/T202-2013）;
- (11) 《武汉市轨道交通管理条例》;
- (12) 《武汉商学院马影河校区市政配套项目对轨道交通 16 号线（汉南线）周家河站~湾湖站区间影响评估报告》;
- (13) 其它国家、行业、地方的有关规范、规程。

3. 监测项目控制

根据《轨道交通工程运营期结构监测技术规程》（DB4201/T646—2021）安全评估等资料及工程经验确定以下监测项目的控制值及预警值，现场监测严格按表中给出的标准进行控制。

3、国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）k46+170边坡、省道S210及附近边坡监控量测

36-文麻高速-JSQT-20231218-003

国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段
(文麻段) k46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡监控量测
监测合同

合同编号: _____
签订地点: 云南省文山市
签订日期: 2023年 12月 18日
委托人(甲方): 中交第二航务工程局有限公司
受托人(乙方): 中交第二公路勘察设计研究院有限公司

本合同由甲方委托乙方完成文麻高速 k46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡监控量测工程(以下简称工程)的监测服务工作,并支付监测服务费用,乙方接受委托并开展监测服务工作。双方经过平等协商,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》等相关法律法规的规定,达成如下协议,并由双方共同恪守。

1、工程基本情况

- 1.1 工程名称: 文麻高速 k46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡监控量测。
- 1.2 工程地点: 云南省文山壮族苗族自治州。
- 1.3 项目业主、总承包单位及监理单位: 文山天文高速公路投资开发有限公司、中交第二航务工程局有限公司、安徽省高等级公路工程监理有限公司。
- 1.4 工程概况: 文麻高速公路文山方向 K46+044.4~K46+231.4 段右侧边坡(以下简称“K46+170 边坡”)坡脚硬质路肩隆起(隆起最大高度为 17cm)、平台出现多道裂缝,且边坡坡顶上方省道 S210 出现多条横向及纵向裂缝。

2、监测服务的目标、内容、规范、技术要求、监测方案及监测参数等

2.1 监测服务的目标: 为了查明不稳定斜坡病害的影响范围、程度以及形成机制等,协助制定病害最终处治方案提供依据,保证高速公路长期运营安全和附近居民的人身安全。

2.2 监测服务的内容:



36-文麻高速-JSQT-20231218-003

(1) 对文麻高速 k46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡进行地表及深部位移监测。

2.3 监测服务的规范及技术要求:

(1) 监测单位应严格落实监测方案, 及时分析、处理监测数据, 并将监测结果和评价以周报和月报的形式向甲方作信息反馈。当监测数据达到监测报警值时必须立即上报甲方。

(2) 监测结束, 监测单位应提供监测方案、月报(或阶段报告)和总结报告纸质报告, 并按档案管理规定, 组卷归档。

2.4 监测服务方案及批准程序: 由甲方审批。

2.5 具体的监测项目、数量及监测参数: 详见附件 1: 监测服务工作量清单。

2.6 监测服务人员: 详见附件 2: 监测服务人员一览表

2.7 监测设备: 详见附件 3: 监测设备一览表

2.8 监测单位资质证书名称、编号、发证单位及有效期: 工程勘察综合类甲级、B142001169-6/5、2023 年 12 月 31 日、住房和城乡建设部。

2.9 “监测服务”系指根据本合同规定乙方承担的所有工作(包括但不限于现场监测、试验室测试及现场配合等工作); 与履行合同有关的辅助服务, 及其他伴随服务。“技术成果”是指根据本合同约定, 由乙方提交的“监测方案”、“监测报告”等技术文件。

3、履行的计划、进度、期限、地点和方式

3.1 履行计划、进度要求: 按设计、施工进度安排, 配合设计及施工过程。

3.2 监测服务的期限: 乙方人员及仪器设备进场、具备监测条件的次日起开始计算, 边坡地表及桥梁人工监测和边坡地表自动化监测各 18 个月, 地表巡视 18 个月。

3.3 监测服务地点、地域: 文麻高速 k46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡。

3.4 监测服务的方式: 现场监测。

4、合同价款

4.1 本合同价款(含税)为人民币: 1740000.00 元, 大写: 壹佰柒拾肆万元整。

其中: 不含增值税价为人民币: 1641509.43 元, 大写: 壹佰陆拾肆万壹仟

36-文麻高速-JSQT-20231218-003

伍佰零玖元肆角叁分；增值税税率6%，增值税税额人民币：98490.57元，大写：玖万捌仟肆佰玖拾元伍角柒分。

履约期间如国家调整增值税税率，则本合同不含增值税价不变，按照调整后的增值税税率进行结算，调整合同总价。

乙方充分了解和承诺：

4.1.1 合同价格组成说明：包含并不限于材料费（如有）、监测费用、试验费、人员费用、服务费、管理费、利润、利息、保险、增值税、非增值税税金以及所有明示和暗示的费用。

4.2 合同价款变更机制：无。

5、结算、支付

5.1 结算

乙方充分了解和承诺：

（1）结算周期：按照合同约定6个月为一个结算周期。在本结算周期结束后10天内，乙方必须联系甲方办理结算，逾期没有提交结算申请且没有书面告知甲方的，视为乙方放弃该批次结算，甲方不予办理结算手续。

（2）结算依据：乙方将甲方签认的《成果（中间过程/最终）验收单》（甲方提供格式）汇总后，交甲方办理结算单。结算单应扣除预付款（如有）、经济往来会签扣款金额（如有）、违约金（如有）、留置的质保金（如有）等相关约定金额。

（3）结算单为合同文件一部分，结算单必须经双方授权代表签字，并盖章后生效。如结算单中所载明内容对本合同条款进行实质性修改，以本合同条款所列明内容为准。

5.2 支付

5.2.1 支付方式：本合同价款按以下（1）方式进行支付。

（1）使用现款支付；

（2）使用期限为/个月的银行承兑支付；

（3）使用期限为/个月的商业承兑支付；

（4）使用期限为/个月的信用证支付；

（5）使用金融产品支付：/；

(6) 其他支付方式: /;

(7) 混合支付 (由上述两种或者两种以上支付方式组成): /。

如甲、乙双方约定采用票据或金融产品支付, 乙方同意接收以“中交第二航务工程局有限公司”为出票人的银行承兑汇票或者商业汇票; 同意接收甲方背书的合法票据, 同意接收中交第二航务工程局有限公司安排的金融产品。

5.2.2 支付时间

乙方按批次办理完结算手续, 甲方审核满足支付条件, 按照合同约定在 30 天内支付。若非因甲方原因, 导致项目建设资金无法按时足额到位, 甲方可适当延缓支付时间, 乙方对此表示谅解。

5.2.3 支付比例

(1) 在乙方 人员及仪器设备进场、完成全部监测点的安装埋设、满足监测条件后, 支付合同价款的 30%, 计人民币 522000.00 元 (大写: 伍拾贰万贰仟元整);

(2) 在乙方相关设施设备安装完成、正常开展监测工作后, 甲方每 6 个月对乙方办理一次计量和支付 (即 2023 年 4 月底、2023 年 10 月底、2024 年 4 月底), 每期支付金额为合同价款的 21.7%, 计人民币 377580.00 元 (大写: 叁拾柒万柒仟伍佰捌拾元整);

(3) 乙方完成监测工作, 向甲方提供全周期的月报、阶段总结报告和监测总结报告并通过甲方审查合格后, 支付全部剩余合同价款, 计人民币 85260.00 元 (大写: 捌万伍仟贰佰陆拾元整)

(4) 质量保证金的扣除与支付按照“12.2 质量保证金”执行

5.2.4 乙方收款账户

(1) 收款人: 中交第二公路勘察设计研究院有限公司。

(2) 账号: 42050111620800001035。

(3) 开户行: 建行武汉江岸支行。

6、发票

6.1 甲、乙双方税务信息

项目	甲方	乙方
全称	中交第二航务工程局有限公司	中交第二公路勘察设计研究院有限公司
纳税人身份	一般纳税人	一般纳税人
纳税人识别号	914201001776853910	91420100177668591H
注册地址	湖北省武汉市东西湖区金银湖路11号	武汉经济技术开发区创业路18号
注册电话	027-83920888	027-84214373
开户行	农行武汉江汉支行	建行武汉江岸支行
账 号	17008201040015543	42050111620800001035

乙方向甲方提供的增值税发票的税务信息必须与上述甲乙双方的税务信息一致。

6.2 乙方充分了解和承诺：在双方办理完结算后，乙方根据本期结算单在10个工作日内开具并送达真实、合法、有效的全额增值税~~专用~~普通发票给甲方入账，否则甲方有权拒绝支付一切款项，且无需承担任何责任，且乙方的各项合同义务仍应按合同约定履行。

6.3 如甲方增值税专用发票丢失、毁损，乙方应协助办理后续事项，如专用发票进项税认证抵扣相关事宜。

7、联络

7.1 双方授权代表及联系方式、地址及工作内容

7.1.1 甲方授权代表为：王琳

联系电话：13018077789

邮箱：248568667@qq.com

通讯地址：云南省文山市新平街道藤子寨文麻高速总承包项目经理部

工作内容：在本合同执行过程中与乙方联系、沟通协调、工作联系函的收发处理、结算单的办理、对乙方异议的处理等。

7.1.2 乙方授权代表为：王搏

联系电话：19907149535

邮箱：543456744@qq.com

通讯地址：湖北省武汉经济技术开发区中交二公院科研综合大楼

工作内容：在本合同执行过程中与甲方联系、沟通协调、组织监测服务履行、工作联系函的收发处理、结算单的办理，对甲方异议的处理等。

7.2 如有变更，需提前14天书面通知对方确认。

7.3 通知、函件等送达的约定

7.3.1 甲方向乙方发出的通知、函件等，均按照本协议第7.1.2条所列明的联系方式，以邮递、电子邮件、手机短信、微信、专人送达等方式发送给乙方（可采用一种或者多种方式发送）。

7.3.2 甲方通过邮递方式发送的，以邮寄之日后的第五个自然日即视为送达日，无论邮件是否签收、拒收、代收或退回；甲方通过电子邮件、手机短信、微信等数据电文方式发送的，以该数据电文进入相关系统之日即视为送达日；甲方通过专人送达的，以签收之日视为送达日（如拒收则以送达专人在送达回证上注明情况之日视为送达日）。

7.3.3 对于双方发生的任何纠纷，乙方同意争议解决机构（包括但不限于人民法院、仲裁机构等）可以通过手机短信、电子邮件或邮寄方式向乙方送达法律文书（包括但不限于诉讼文书），争议解决机构向上述联系方式发出法律文书即视为送达。乙方同意争议解决机构可采取以上一种或多种送达方式送达法律文书，争议解决机构采取多种方式送达法律文书，送达时间以上述送达方式中最先送达的为准。

7.3.4 乙方应当保证所提供的联系方式是准确、有效的，并进行实时更新。如果因提供的联系方式不确切，或未及时告知变更后的联系方式，使相关文件（或法律文书）无法送达或未及时送达，乙方自行承担由此可能产生的法律后果。

8、甲方的权利义务

8.1 提供技术资料，并对所提供资料及文件的可靠性负责：按照监测工作实施需求提供图纸、施工技术资料等。

8.2 提供工作条件：协调工程现场与本监测业务有关的第三方的关系。

8.3 甲方提供上述协作事项的时间及方式：按照甲方工作计划及现场监测实施进度提供。

8.4 负责成果的验收工作，甲方应当在收到乙方提交资料（监测方案或监测报告等）7天内进行审查及确认。

8.5 配合乙方办理结算手续。

8.6 按合同规定支付合同款项。

8.7 享有对乙方工作的检查、督办权。甲方对乙方履约过程中任何的检查、督办不减轻和（或）免除乙方在本合同项下任何的责任。

8.8 甲方对乙方监测数据的真实性、可靠性有异议时，有权委托国家法定检测单位抽检，如抽检结果证明乙方监测数据超出法定的合理误差范围，甲方有权要求乙方承担违约责任并承担由此产生的所有相关费用。如国家法定检测单位抽检结果证明乙方监测数据未超出法定的合理误差范围，抽检费用由甲方承担。

9、乙方的权利义务

9.1 按照国家规定和合同约定的技术规范、标准和要求，开展本合同约定的监测服务工作，按本合同规定的内容、时间及时向甲方交付技术成果：

（1）对技术成果出现的遗漏或错误负责，并进行修改或补充；

（2）乙方交付技术成果后，按规定参加有关上级的审查并进行汇报、答疑，同时根据审查结论作必要调整补充。

9.2 乙方在开展本合同项下的监测项目前7天，乙方应事先编制监测方案报甲方确认，甲方的确认不减轻和（或）免除乙方对监测方案应承担的责任。

9.3 乙方应对监测成果数据的真实性、可靠性负责。

9.4 若乙方在监测、检测过程中有发现工程异常情况，必须及时通知甲方。

9.5 乙方现场监测时应遵守甲方工程安全管理及其他工程现场管理制度。

9.6 甲方提出异议时，积极配合处理。

9.7 按照甲方要求提供相关材料的技术支持、信息支持。

9.8 为履行本合同而投入的人员、材料、设备、工具等购买财产保险、人身险、第三者责任险等，在履约过程中发生的安全事故和财产损失由乙方承担费用和责任。

9.9 及时联系甲方办理结算。

(本页为签署页)

乙方声明：甲方已依法向我方提示了相关条款，并应我方要求对相关条款的概念、内容及法律效果做了说明，我方已经知悉并理解上述条款。

甲方：（盖章）

法定代表人：

授权签约代表（签字）：



乙方：（盖章）

法定代表人：

授权签约代表（签字）：



附件 1: 监测服务工作量清单

监测服务工作量一览表

序号	工作项目			计费单位	实物工作量数量	备注
1	地表监测			次	3360	暂定 18 个月（按 78 周，其中 0-11 月按照每周 3 次计；12-13 月按照每周 1 次计；14-15 月按每月 2 次计；16-18 月按每月 1 次计。测点数按照 21 个计。测读次数共计 $21*48*3+21*9*1+21*4+21*3=3360$ 点次，水平位移单价 201 元/次，垂直位移单价 74 元/次。根据现场实际情况，可通过协商增加监测时间，最终以报告实际测读次数计量，下同
2	深层侧向位移监测	孔深	$D\leq 20$	米	8260	暂定 18 个月（按 78 周，其中 0-11 月按照每周 1 次计；12-15 月按照每月 2 次计；16-18 月按每月 1 次计。），当前 7 个孔，实际孔深分别为 47m、50m、54m、40m、46m、44m、56m。可通过协商增加监测时间，最终以报告实际测读次数计量，下同
			$20<D\leq 40$		8260	
			$40<D\leq 60$		3363	
3	自动化地表监测			个	5	GNSS 数量包含 4 个监测点，1 个监测基站。
4	监测基准网	水平位移二等		点	3	按 18 个月计
		垂直位移二等		点	3	
5	其他	人工监测点材料		批	1	按 18 个月计
		报告编制及出版		项	18	按 18 个月计
		地面巡查及后期服务		项	1	按 18 个月计
		安全防护		项	1	按 18 个月计

附件 2：监测服务人员一览表

监测服务人员一览表

序号	姓名	职务	性别	学历	专业	职称	从事相关工作经验年限	备 注
1	郭少文	项目负责人	男	硕士	地质工程	高工	12 年	
2	邓剑辰	项目顾问	男	硕士	岩土工程	教高	25 年	
3	王搏	技术负责人	男	硕士	地质工程	工程师	4 年	
4	蔡雄	现场负责	男	本科	土木工程	工程师	5 年	
5	胡乐	设备安装指导	男	硕士	地质工程	工程师	4 年	



附件 3：监测设备一览表

监测主要仪器设备一览表

主要仪器设备 及耗材	规格型号	数量	用途	备注
全站仪	徕卡 TS09PLUS (1")	1 套	地表变形人工监测	
测斜仪	武汉基深 CX-3C	1 套	深部测斜	
GNSS	GNSS 自动位移传感器	5 套	地表变形自动化监测	可移动
测斜管	Φ70	288m	深部测斜	10m 备用
钢筋、水泥、沙 等	/	1 批	浇筑测桩	据实采购
游标卡尺	0.01mm	1 个	裂缝监测	
钢尺水位计	测量深度 50m；最小读 数 1mm	1 个	水位监测	
电锤	大友	1 台	钻孔布点	
车辆	/	1 台	通勤车	

国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目k46+170边坡、省道S210及附近边坡监控量测监测技术服务合同支付证书

分包合同名称：国家高速公路网G5615天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）项目k46+170边坡、省道S210及附近边坡监控量测监测技术服务合同
办理时间：2024年05月20日 支付期数：第 2 期
分包单位名称：中交第二公路勘察设计研究院有限公司
对应计量起止时间：2024年1月23日至2024年5月20日

序号	项目名称	上期末累计	本期计量	本期末累计	备注
一	批复计量金额				
1	清单计量小计	1277160.00	462840.00	1740000.00	
2	经济往来会签扣款				
二	预付款支付				
三	预付款扣回				
四	合同约定暂扣款				
1	质量保证金				
2	农民工工资支付保证金				
3	其他保留金				
五	合同约定暂扣款返还				
1	质量保证金				
2	农民工工资支付保证金				
3	其他返还金额				
六	实际应支付金额（一+二-三-四+五）	1277160.00	462840.00	1740000.00	
本期应支付金额：肆拾陆万贰仟捌佰肆拾元整（小写462840.00元）					

编制人：薛睿 部门负责人：朱可 财务负责人：王博
分管领导：王博 项目经理：王博 分包单位负责人：王博

注明：1、本表应附对应支持性附件，包括同期分包合同中间计量证书、工程量签认单、部门经济往来会签单及其相关附件等；
2、应在备注栏中对各类合同约定扣款与返还款比例进行标注说明，并注明其他保留金和其他返还款项的比例（如有）；
3、单独支付各类返还款时，批复计量金额及合同约定扣款填零，仍需履行经济往来会签手续及款项返还确认审批手续。

成果文件:

国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路

天保至文山段（文麻段）

k46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡

监控量测技术服务项目

总结报告

（2022 年 10 月~2024 年 09 月）



中交第二公路勘察设计研究院有限公司
CCCC Second Highway Consultants Co., Ltd.

二〇二四年十月





国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路

天保至文山段（文麻段）

k46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡

监控量测项目总结报告

编写：王搏 

项目负责人：郭少文 

审定：明洋 



中交第二公路勘察设计研究院有限公司
CCCC Second Highway Consultants Co., Ltd.

二〇二四年十月



内 容 提 要

依托于“国家高速公路网 G5615 天保至猴桥高速公路天保至文山段（文麻段）K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡监测技术服务”项目，本报告总结了自 2022 年 10 月至 2024 年 9 月期间的监测数据。通过对边坡应急反压处治期 4 个月、综合处治施工期 9 个月和处治完工后 11 个月的持续综合数据监测，本报告分析了 K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡的地表变形、深部位移、桥墩数据监测成果，并基于该阶段综合监测成果判断当前 K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡的监测数据曲线趋势总体处于较稳定状态。

合同期内对文麻高速 K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡的深部位移、边坡地表（抗滑结构和边坡坡表）变形、部分桥墩变形等多项内容进行了综合监测，由综合监测成果可知：监测进场时，边坡前缘路面路肩已发生较明显的隆起变形，随着监测工作的开展，可以明显观测到边坡的蠕滑变形活动，且无明显收敛迹象；在应急处治措施-反压施工进行的过程中，边坡变形情况得到缓解，数据呈减缓趋势；治理措施-抗滑桩施工初期，抗滑桩成孔过程又引起了边坡较明显的蠕滑变形趋势，但在抗滑桩施工完成后，变形趋势逐步减缓，直至治理措施后期-坡体反压土体的卸载对边坡稳定性有一定的影响，变形有所增幅发展，待边坡各项施工措施完成一段时间后，边坡变形速率明显放缓，近一个月 K46 边坡部分监测点受连续强降雨影响变形值微增，但从整体上看监测后期各监测点数据明显收敛。

总体而言，应急处治方案措施施工（抗滑桩和锚索加固）完成后，在近 10 个月的监测时间内，K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡的地表、深部变形总体无持续发展迹象，收敛迹象明显，虽受强降雨影响在小范围时间内微变，但总体上看待加固措施施工完毕后边坡变形趋势较稳定，表明边坡处治效果良好，边坡的稳定性得到了增强。鉴于 K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡开挖坡度较高、地质条件复杂，坡体地下水及现场降雨较丰富，建议相关单位后续对 K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡保持监测，并开展定期巡测。

关键词：文麻高速公路；K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡；综合监测

目 录

1 项目概况	1
1.1 工程概况	1
1.2 项目来源	2
1.3 项目服务范围	3
2 监控监测方案及依据	3
2.1 监测目的	3
2.2 监测工作内容及监测方案	3
2.2.1 监测工作内容	3
2.2.2 监测布置及工作量	5
2.3 综合处治措施方案与反压施工时间序列	8
2.4 监测依据	9
3 监测技术方法及原理	1
3.1 常用仪器设备	1
3.2 主要仪器测试原理	1
4 监测频率和预警控制指标	4
4.1 监测频率	4
4.2 监测预警控制指标	4
5 监测成果及分析	6
5.1 监测区数据成果	6
5.1.1 重点监控区域-K46+170 边坡地表变形监测成果	6
5.1.2 核查验证区域 1-高速路面及下方边坡地表变形监测成果	9
5.1.3 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡地表变形监测成果	10
5.1.4 各监测区地表裂缝监测成果	11
5.1.5 各监测区深部孔水位监测成果	12
5.1.6 重点监控区域-K46+170 边坡深部位移监测成果	13
5.1.7 核查验证区域 1-高速路面及下方边坡深部位移监测成果	16

5.1.8 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡深部位移监测成果	17
5.2 监测区成果分析	19
5.2.1 重点监控区域-K46+170 边坡成果分析	19
5.2.2 核查验证区域 1-高速路面及下方边坡成果分析	21
5.2.3 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡成果分析	21
6 总结及建议	23
(1) 综合监测成果总结	23
1) 重点监控区域-K46+170 边坡	23
2) 核查验证区域 1-高速公路及下方边坡	23
3) 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡	23
(2) 建议	23
附图一：地表位移监测点设计平面布置图	24
附图二：深部位移监测点设计平面布置图	25
附图三：现场工作照	26

1 项目概况

1.1 工程概况

2022 年 9 月 26 日，文麻总承包部在日常巡查过程中发现文麻高速公路文山方向 K46+044.4~K46+231.4 段右侧边坡（以下简称“K46+170 边坡”）坡脚硬质路肩隆起（隆起最大高度为 17cm）、平台出现多道裂缝，且边坡坡顶上方省道 S210 出现多条横向及纵向裂缝，随即项目部安排有关人员对边坡位移进行了监测，数据显示同年 10 月 2 日至 8 日边坡地表累计最大位移达 11mm。项目区域及部分病害情况详见图 1.1-1、图 1.1-2。



图 1.1-1 项目区全貌示意图





图 1.1-2 部分病害情况图

1.2 项目来源

为了查明不稳定斜坡病害的影响范围、深度以及形成机制等，制定病害最终处治方案，保证高速公路长期运营安全、附近居民的人身安全，对不稳定斜坡及附近区域进行安全监测是必要的。

因此，我公司受业主委托，承担了“K46+170 边坡、S210 省道及附近边坡病害”

的监控监测工作，并于 2022 年 10 月 10 日进驻现场，及时开展了应急监测工作。

1.3 项目服务范围

项目服务范围：对文麻高速三家 K46+170 边坡、S210 省道及附近边坡进行地表及深部位移监测。根据设计文件调绘成果结合地形地貌、坡体变形情况将监测区分为三个区：重点监控区域-K46+170 边坡；核查验证区域 1-高速路面及下方边坡；核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡。监测区现场实景图大致分区情况见图 1.1-1。

2 监控监测方案及依据

2.1 监测目的

为了查明工程不稳定斜坡病害的影响范围、深度以及形成机制等，为防治效果评价提供依据，保证公路长期运营安全，受业主委托，我公司承担了“K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡”的监控监测工作。

（1）通过对边坡进行监测，辅助判断边坡稳定性情况，为动态设计治理方案的制定及运营管理提供数据支撑。进一步测明边坡的累计偏移和沉降情况以及变形机理，让业主可以客观真实地了解变形情况，确保高速边坡运营应急处治期的安全。

（2）监测数据和资料可以按照安全预警位发出报警信息，既可以对安全和质量事故做到防患于未然，又可以对潜在的安全和质量隐患做到心中有数。

2.2 监测工作内容及监测方案

2.2.1 监测工作内容

依据现场工程特点，针对“K46+170 边坡、S210 省道及附近边坡病害”变形特征，从下面 3 个方面展开相关监测工作：

（1）地表位移监测：针对重点勘察监控区域、核查验证区域分断面进行布点监测，监测项包括但不限于：人工地表变形监测、自动化地表变形监测、裂缝监测。

（2）深部位移监测：选取部分补勘钻孔，对监控区域进行深部测斜。

(3) 现场巡查：对监控区域支挡结构、排水系统等进行踏勘巡视，掌握结构变形外观表现。

现场监测工作实物图如下图 2.2-1。





图 2.2-1 各监测工作现场实物图

2.2.2 监测布置及工作量

根据现场巡查特点和监测分析,设计单位对整个监控区域进行了分区(见图 1.1-1),根据监测分区、后续设计方案与现场反压施工情况,针对性地布置安装了如下监测点(孔):

(1) 重点监控区域-K46+170 边坡

- 1) 地表变形人工监测: 10 处 JC-06、JC-07、JC-09~JC-11、JC-13~JC-15、JC-02、JC-04。
- 2) 地表变形自动化监测: 3 处 JC08、JC12、JC17。
- 3) 深部位移监测: 4 处 ZK02、ZK05、ZK06、ZK07。
- 4) 裂缝监测: 5 处 BPLF03~BPLF05、GSLF01、GSLF02、GSLF03。

(2) 核查验证区域 1-高速路面及下方边坡

- 1) 地表变形人工监测: 右幅路肩固定测点 2 处 JC-29、JC-30、路面 2 处 JC-27、JC-28;

2) 深部位移监测: 1 处 ZK10。

3) 桥梁变形监测: 2 处 JC-32、JC-33。

(3) 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡

1) 地表变形人工监测: 9 处 JC16、JC-18~JC-25。

2) 地表变形自动化监测: 1 处 JC26。

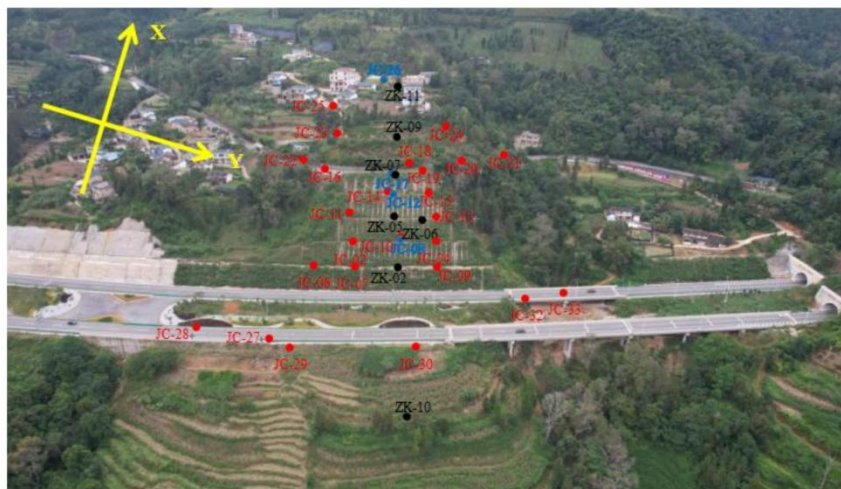
3) 深部位移监测: 2 处 ZK09、ZK11。

4) 裂缝监测: 5 处 BPLF01、BPLF02, LMLF01~LMLF03。

详细统计见表 2.2-1, 测点设计平面布置图见附件一、二。

表 2.2-1 监测点分布表

分区	监测内容	测点	目的	备注
重点监控区域 -K46+170 边坡	地表人工监测	JC-06、JC-07、JC-09、JC-10、JC-11、JC-13、JC-14、JC-15、JC-02、JC-04	判断 K46+170 路面、边坡和桥梁是否变形	
	地表自动化监测	JC-08、JC-12、JC-17		
	深部钻孔监测	ZK-02、ZK-05、ZK-06、ZK-07		
	裂缝监测	BPLF03、BPLF04、BPLF05、GSLF01、GSLF02、GSLF03		
核查验证区域 1-高速路面及下方边坡	地表人工监测	JC-29、JC-30、JC-27、JC-28		
	深部钻孔监测	ZK-10	判断高速右幅边坡是否变形	
	桥梁变形监测	JC-32、JC-33		临时监测
核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡	地表人工监测	JC-16、JC-18~JC-25;	判断省道及附近边坡是否变形	
	地表自动化监测	JC-26		
	深部钻孔监测	ZK-09、JC-11		
	裂缝监测	BPLF01、BPLF02、LMLF01、LMLF02、LMLF03	辅助判断省道及附近边坡是否变形	BPLF01 BPLF02 为同区域裂缝



(a) 人工及自动化地表监测点、深层位移监测孔



(b) 裂缝监测点

图 2.2-2 当前测点(孔)分布图及绝对坐标系

2.3 综合处治措施方案与反压施工时间序列

(1) 2022 年 10 月 10 日-10 月 16 日, 人员进场, 与施工标段完成资料及现场技术交接, 对高速路面和边坡坡表进行了临时监测预警工作。

(2) 2022 年 10 月 18 日, 反压施工开始。

(3) 2022 年 10 月 15 日-10 月 20 日, 确认最终监测点(孔)布置方案后, 先后完成人工测点 JC-06、JC-07、JC-09~JC-11、JC-13~JC-16、JC-18~JC-25 的埋设安装及初测, 期间临时测点因施工破坏停测。

(4) 2022 年 10 月 21 日-10 月 23 日, 完成省道 S210 及附近边坡人工测点 JC-16、JC-18~JC-25 的初测工作, 其中 JC-24 原位置不具备通视条件未测, 经与设计单位沟通协商, 调整位置于 10 月 27 日完成初测。

(5) 2022 年 10 月 25 日-28 日, 完成 K46+170 边坡、省道 S210 及附近边坡的地表自动化监测点(JC-08、JC-12、JC-17 和 JC-26)及基准点安装工作。

(6) 2022 年 10 月 25 日-11 月 15 日, 完成深层位移监测孔 ZK-7、ZK-9、ZK-11、ZK-10、ZK-05、ZK-06 及 ZK-02 的测斜管安装埋设工作, 并完成初值读取; 因填砂不密实, ZK-7、ZK-9 两孔分别进行二次填筑并于 11 月 13 日、11 月 8 日重设初值。因反压施工影响, 原定 ZK-01 测斜孔未安装埋设。

(7) 2022 年 11 月 03 日, 按业主要求, 完成高速左幅桥梁测点 JC-32、JC-33 的布设及初测。

(8) 2022 年 11 月 7 日, 反压施工完毕。

(9) 2023 年 02 月 13 日, 抗滑桩(方型桩)人工挖桩施工开始。

(10) 2023 年 07 月 25 日, 抗滑桩(方型桩)人工挖桩桩体混凝土浇筑完毕; 2023 年 07 月 29 日-08 月 11 日, 为路面反压土体卸载施工开始直至卸载完毕。2023 年 10 月底边坡锚索钻孔、框格梁等基本完成治理施工, 至 11 月底现场施工活动已经结束。

(11) 各监测点(孔)完成初测后, 按照设计及方案要求的频率正常开展监测活动至今。基点在监测区域外较稳定的位置, 后视点定期复核。

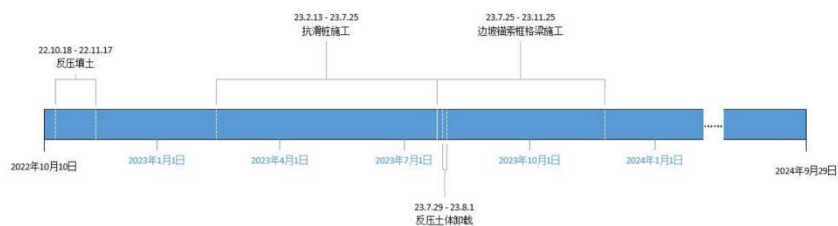


图 2.3-1 边坡处治时间序列图

2.4 监测依据

- (1) 《公路滑坡防治设计规范》（TJG 3334-2018）；
- (2) 《工程测量标准》（GB50026-2020）；
- (3) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- (4) 《建筑变形测量规范》（JGJ8-2016）；
- (5) 《国家一、二等水准测量规范》（GBT12897-2006）；
- (6) 《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB50982-2014）；
- (7) 《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》（GB/T15406-2007）；
- (8) 相关资料及合同文件；
- (9) 勘察、设计及业主相关文件。

3 监测技术方法及原理

3.1 常用仪器设备

本项目中主要采用的设备有：全站仪、GNSS 系统、测斜仪、水位计及其相应的读数仪（接收、采集仪）等，其性能参数见表 3.1-1。

表 3.1-1 主要设备类型及其性能参数统计表

设备名称	型号	性能参数
全站仪	徕卡 09PIUS	徕卡 09PIUS，0.5″，1mm+2ppm。
振弦式读数仪	葛南	频率 400~6000Hz，模数 160~36000F，精度±0.1。
测斜仪	CX-3C	Φ 28mm，导轮间距：500mm；测量精度：±0.01mm/500mm，分辨率±2 秒。
GNSS 系统	GNSS 自动位移传感器	全球卫星导航系统。支持 GPS/北斗/GLONASS；精度：水平±(2.5mm+1×10-6D)，高程±(5mm+1×10-6D)。
水位计	/	测量深度 50m；最小读数 1mm
裂缝巡测		千分尺，测量平台、路面裂缝伸缩情况

3.2 主要仪器测试原理

（1）深部位移监测

深部位移监测主要采用钻孔测斜仪，钻孔测斜仪是一种在钻孔中测量岩土介质深部垂直钻孔轴向变形的精密仪器，由测量探头、测量电缆、读数仪和测斜管等主要设备组成，见图 3.2-1；本项目滑坡监测使用的仪器是武汉基深 CX-3C 型伺服加速度计式钻孔测斜仪，CX-3C 为活动式单向测量型测斜仪，即要分别测量 A 和 B 向的变形，每隔 0.5m 测读一个点，每点需要稳定 3 秒以上。对于深度大于 70m 的超深孔，每隔 1.0m 测读一次。钻孔测斜仪的一般工作原理如图 3.2-2 所示。

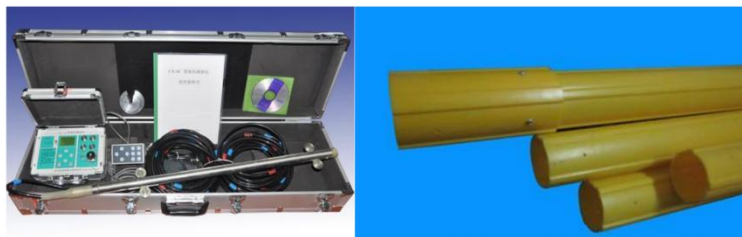
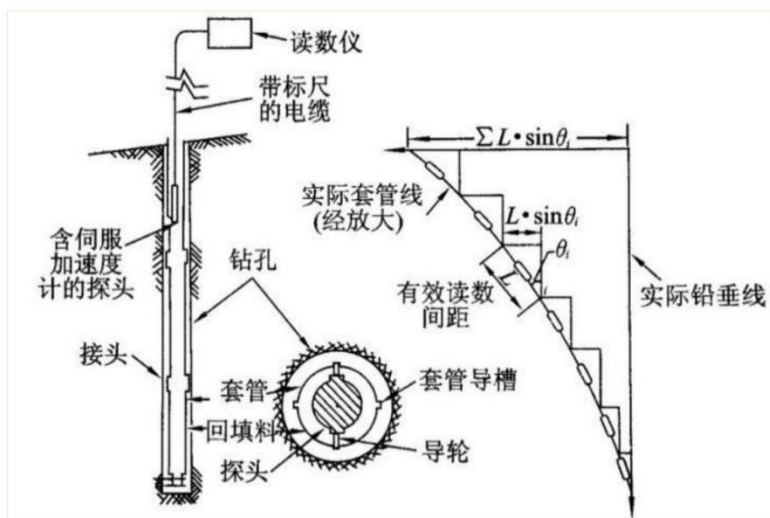


图 3.2-1 测量探头、电缆、读数仪和测斜管



a.测孔示意图 b.测孔横断面 c.位移计算示意图

图 3.2-2 钻孔测斜仪工作原理示意图

测试原理：如图 3.2-2 所示，电缆和探头由导轮导引，在测量套管导槽内上下滑动。测量套管埋设在岩土体的钻孔内，测管外壁与孔壁之间空隙用水泥砂浆密实充填。当岩土体发生变形时，测量套管也随之发生倾斜变化，若将探头在测量套管内自上而下以 0.5m 间距逐段滑动测量，探头的传感器可以敏感反映出测量套管在每一测量段倾斜角度 θ ，由此可以得到测量套管的水平变形增量，即挠度：

$$\Delta W_i = L \sin \theta_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3-1)$$

其中：L ——探头两导轮间距，常用 0.5m。

把每段的水平变形增量自下而上逐段累加 ΔW_i ，便得到孔口的变形量为：

$$W_i = \sum_{j=1}^i L \sin \theta_j \quad (3-2)$$

由于测量套管和岩土体为一整体，测量套管的变形也就是岩土体的实际变形。另外，依据 A 和 B 两个相互正交方向的变形，可以准确地判断计算出发生变形或滑动的位置、大小和合成方向，为设计部门进行治理设计提供可靠的技术参数。

方位角的定义如图 3.2-3 所示：

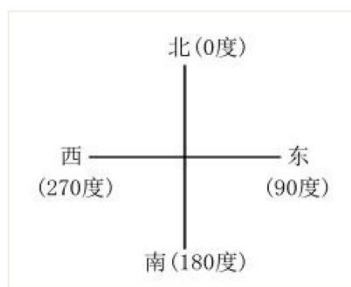


图 3.2-3 方位角的确定

(2) 地表及支挡结构变形监测

地表变形监测分为自动化测点和人工测点监测，自动化监测点采用人工埋设安装自动化仪器，通过卫星信号自动采集边坡变形数据；人工监测点采用棱镜或“测柱+棱镜”，针对地表及支挡结构变形监测，利用高精度全站仪，根据实际情况采用交会法或固定监测站法进行计算分析。

4 监测频率和预警控制指标

4.1 监测频率

根据设计及监测方案要求，监测频率设置如下：

表 4.1-1 监控监测项目与监测频率

项目名称	监测频率		
	应急处治期/变形加剧	变形放缓	正常运营期
人工地表变形监测	1~2 次 / 1 天	2~3 次 / 1 周	1 次 / 7 周
地表自动化地表	1 次 / 6 小时（高精度解算）		
深部变形监测	2 次 / 1 周	1 次 / 1 周	1 次 / 15 天

注：其中雨季，可适当加大频率；若地表位移速率大于 2mm/d（变形加剧），则加大监测频率。

上述监测频率为正常情况下的监测频率，对于通过监测发现斜坡变形出现异常，根据实际情况加大监测频率；另外在暴雨后应及时进行监测。

4.2 监测预警控制指标

根据类似地质条件工程边坡监控资料等综合拟定该边坡变形预警等级及其指标如下：

表 4.2-1 预警指标参考表

预警 指标值	加强观测 (较稳定)	Ⅲ级警报 (欠稳定)	Ⅱ级警报 (不稳定)	Ⅰ级警报 (临滑阶段)
连续 3 天水平或竖直变形速率 v (mm/d)	$v < 2 \text{ mm/d}$	$2 \text{ mm/d} \leq v < 5 \text{ mm/d}$	$5 \text{ mm/d} \leq v < 10 \text{ mm/d}$	$v \geq 10 \text{ mm/d}$

当监测中出现下列情况之一时，也应采取Ⅰ级管理：

- ① 支挡结构出现有较大开裂、平移或者倾覆大变形；
- ② 边坡坡体深部出现较大开裂、坍塌；
- ③ 坡表和深部位移变形时态曲线长时间没有变缓的趋势；

出现Ⅰ级预警，施工单位或施工养护单位应做到：（1）立即撤离滑坡周围人员设备，设警戒线与标识牌，非相关人员不得进入滑坡范围；（2）立即采用粘土封闭裂缝，并用塑料布敷设防止雨水下渗；（3）滑坡前缘进行回填反压。

出现Ⅱ级预警，参建各方尤其是施工单位立即启动工程滑坡地质灾害应急预案，组织各方商讨解决；应急处治前期立即组织施工人员到滑坡现场采用临时措施，如采用粘土封闭裂缝，并用塑料布敷设防止雨水下渗。

出现Ⅲ级预警，施工单位正常施工，由监理单位牵头组织施工单位和监控单位密切关注边坡变形及坡表宏观裂缝变化情况，监控单位加大地表位移和深部位移观测频次；必要时升级警报等级。各单位接到警报报告后及时应对，各方积极参与研讨和处理。

5 监测成果及分析

自 2022 年 10 月中旬监测开始至 2024 年 9 月中旬,地表及深部监测点监测数据时间从监测点安装完成开始至项目结束截止。各监测点主要监测成果总结如下:

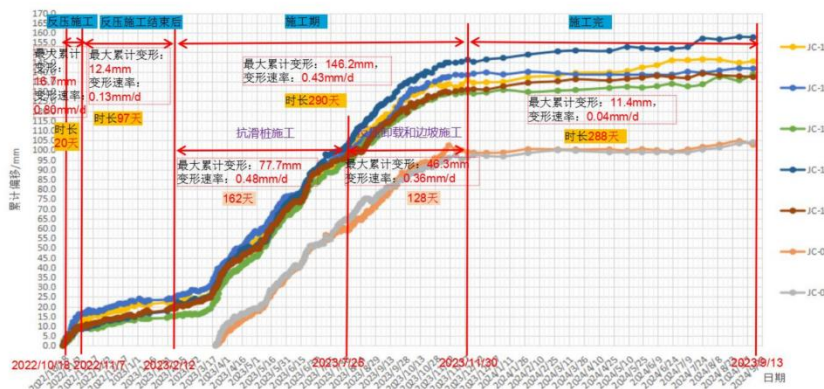
5.1 监测区数据成果

固定测点建立了绝对坐标系,通过对监测点的人工测量可得监测点的坐标 X、Y、Z,本坐标系下某测点平面偏移(Δx, Δy)(Δ可正可负),即在 N 坐标方向增长 Δx, E 坐标方向增长 Δy,则测点的偏移方向为两个方向的合成方向,偏移量为 $\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$ 。本报告中,沉降为负值(抬升为正值)。示意图见图 2.2-2。

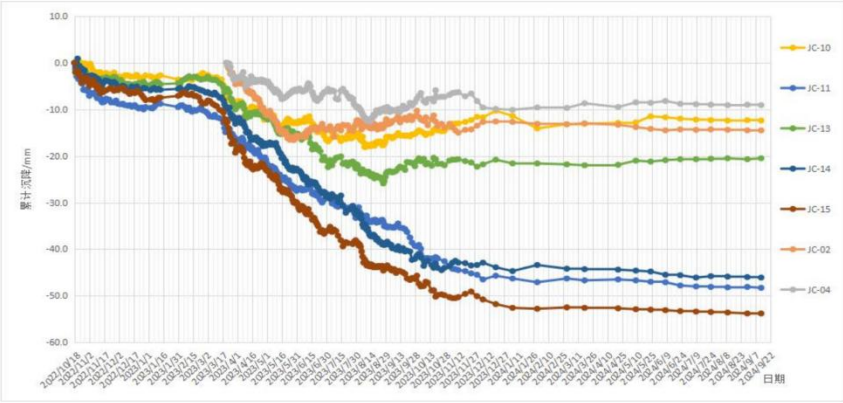
5.1.1 重点监控区域-K46+170 边坡地表变形监测成果

5.1.1.1 K46 边坡地表人工监测点成果

2022 年 10 月 18 日至 2024 年 9 月 13 日,根据设计要求的布点方案,对 K46+170 边坡、高速公路右幅路肩及桥梁进行监测,偏移和沉降监测成果曲线见图 5.1-1,数据统计见表 5.2-1。



(a) 偏移曲线

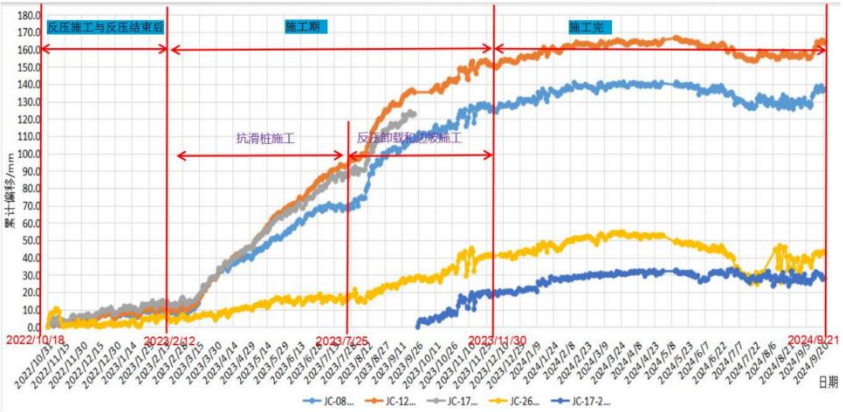


(b) 沉降曲线

图 5.1-1 K46+170 边坡、前缘高速区域人工地表监测点偏移和沉降成果曲线

5.1.1.2 K46 边坡自动化监测点成果

2022 年 10 月 31 日至 2024 年 9 月 21 日，按照设计方案，对监测区域进行地表自动化监测点进行了安装监测，偏移和沉降成果曲线见图 5.1-2，数据分析见表 5.2-3。



(a) 偏移曲线

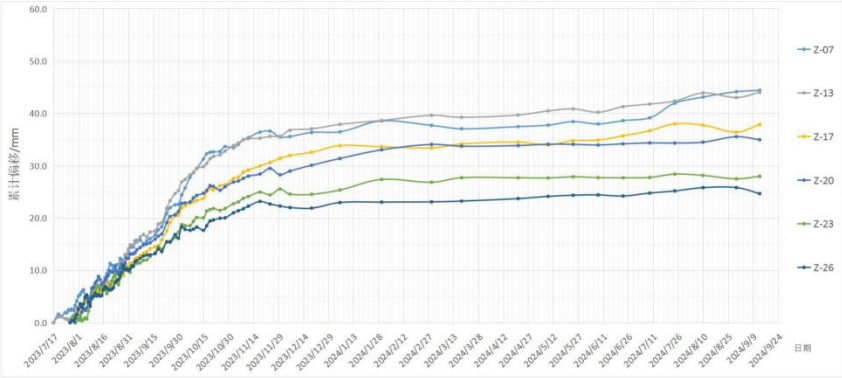


(b) 沉降曲线

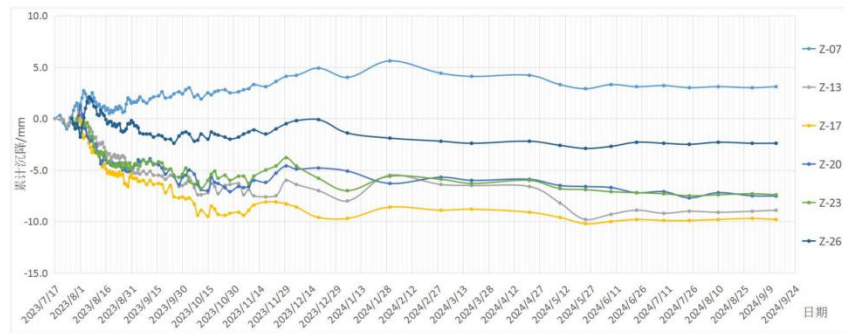
图 5.1-2 地表自动化边坡地表监测点偏移和沉降成果曲线

5.1.1.3 K46 边坡部分抗滑桩桩顶监测点成果

自 2023 年 7 月 17 日开始陆续在抗滑桩布置测点并监测，至 2024 年 9 月 13 日，K46 边坡部分抗滑桩变形监测测点偏移和沉降曲线见图 5.1-3，数据统计见表 5.2-2。



(b) 偏移曲线

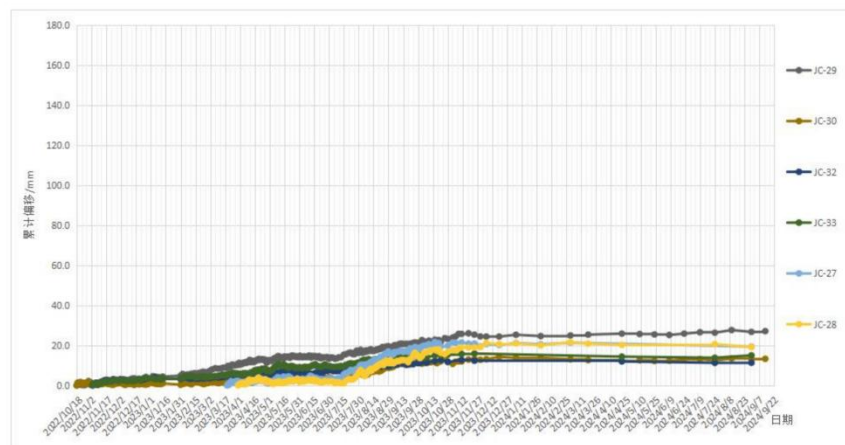


(b) 沉降曲线

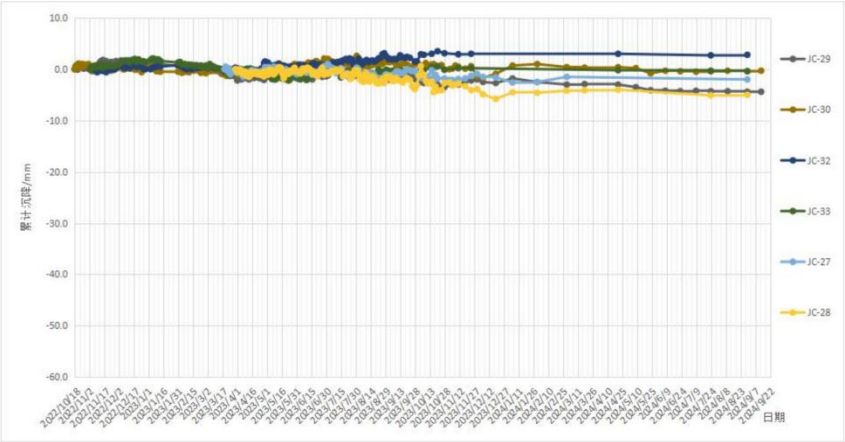
图 5.1-3 K46 边坡部分抗滑桩监测点偏移和沉降成果曲线

5.1.2 核查验证区域 1-高速路面及下方边坡地表变形监测成果

在高速右幅路边及桥墩布置测点并监测，至 2024 年 9 月 13 日，高速右幅路边及桥墩变形监测测点偏移和沉降曲线见图 5.1-4。



(b) 偏移曲线

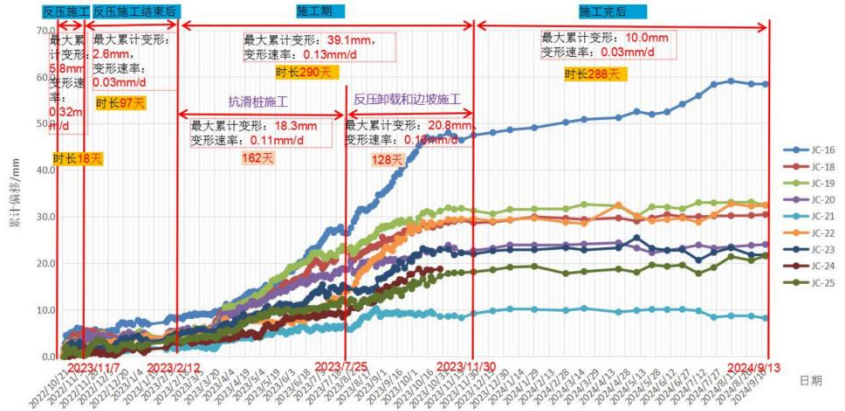


(b) 沉降曲线

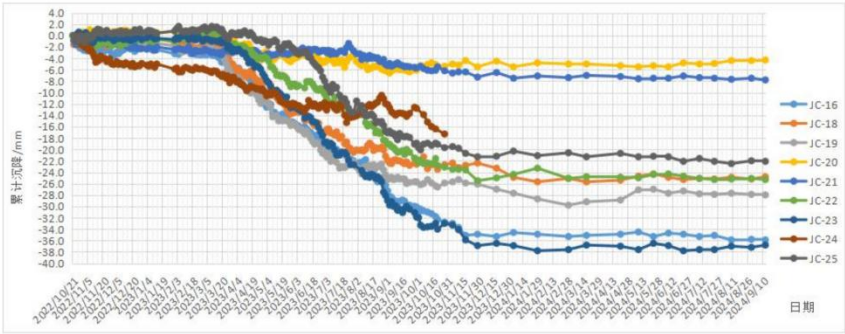
图 5.1-4 高速路面及下方边坡监测点偏移和沉降成果曲线

5.1.3 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡地表变形监测成果

2022 年 10 月 21 日至 2024 年 9 月 13 日，省道 S210 及附近边坡地表测点偏移和沉降成果曲线见图 5.1-5，数据统计见表 5.1-4。



(a) 偏移曲线



(b) 沉降曲线

图 5.1-5 省道 S210 及附近边坡地表监测点偏移和沉降成果曲线

5.1.4 各监测区地表裂缝监测成果

地表裂缝是监测测钉间的距离变化，距离增大为裂缝扩张。2022 年 10 月 22 日至 2024 年 9 月 13 日，裂缝测钉缝宽累计值曲线见图 5.1-6，数据统计见表 5.1-1。部分测点因现场施工逐步破坏停测。

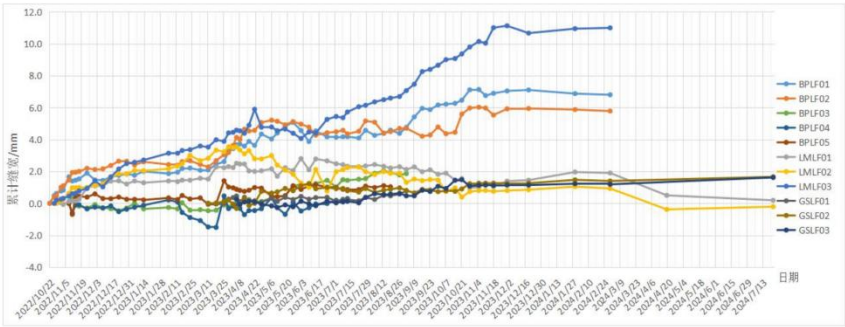


图 5.1-6 高速、省道附近及边坡裂缝监测点累计值曲线

表 5.1-1 高速、省道附近及边坡裂缝缝宽变化累计数据统计表 (mm)

点号	累计值 mm)	完工前阶段累 计值 (mm)	完工前阶段平均变 化速率 (mm/d)	完工后阶段累 计值 (mm)	完工后阶段平均变 化速率 (mm/d)
BPLF01	6.80	7.10	0.02	-0.31	0.00
BPLF02	5.78	5.94	0.02	-0.19	0.00
LMLF01	1.90	1.45	0.00	0.91	0.01
LMLF02	0.93	0.85	0.00	0.20	0.00

5.1.6 重点监控区域-K46+170 边坡深部位移监测成果

1) ZK-07 孔

测斜管 ZK-07 孔主槽 A 方向为 182°，位于 K46+170 边坡后缘、省道 S210 路边，首测日期 2022 年 11 月 13 日。2023 年 7 月 26 日因边坡锚索钻孔施工破坏暂停。停测前共测读 35 次。

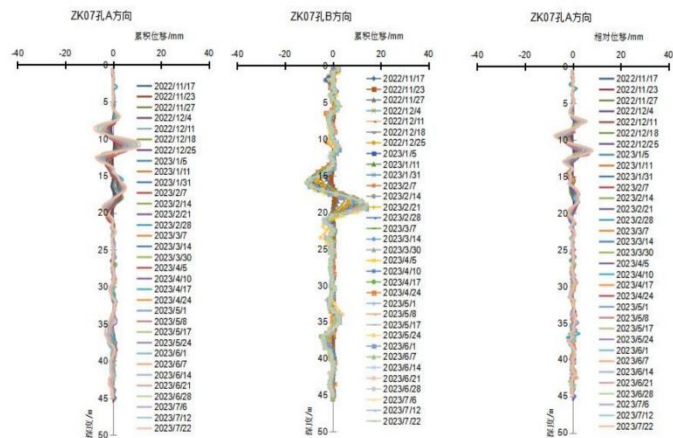


图 5.1-7 ZK-07 孔新初值深部位移成果曲线（重设初值日期：2022.11.13）

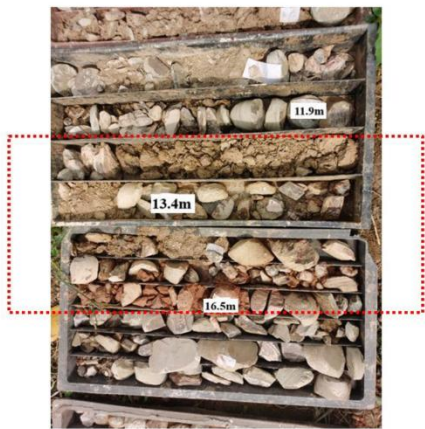


图 5.1-8 ZK-07 孔地勘钻孔取芯照片

2) ZK-05 孔

测斜管 ZK-05 孔主槽 A 方向为 178°，位于 K46-170 边坡三级平台中部，首测日期 2022 年 11 月 09 日（反压施工已结束），在监测期内共测读 72 次。

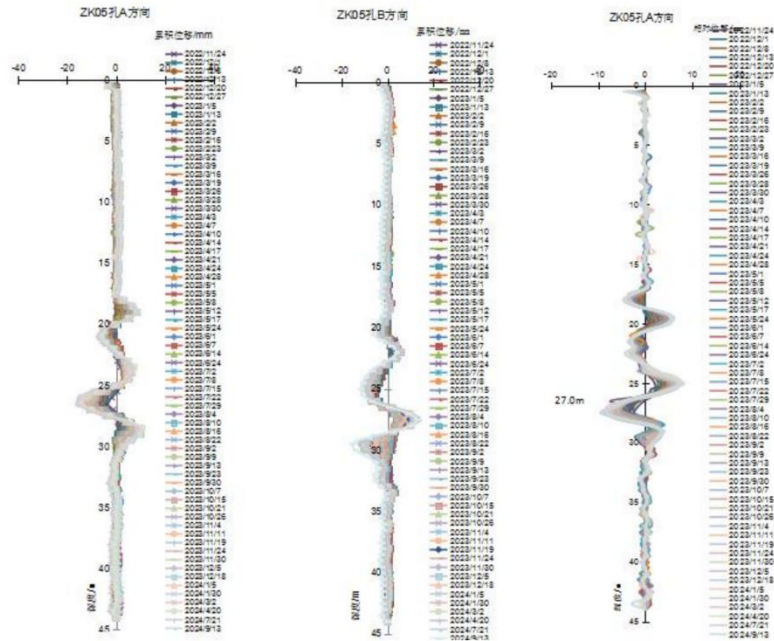


图 5.1-9 ZK-05 孔深部位移成果曲线（初测日期：2022.11.09）



图 5.1-10 ZK-05 地勘钻孔取芯照片

3) ZK-06 孔

测斜管 ZK-06 孔主槽 A 方向为 160°，位于 K46-170 边坡三级平台右水沟侧，首测日期 2022 年 11 月 09 日（反压施工已结束），在监测期内共测读 72 次。

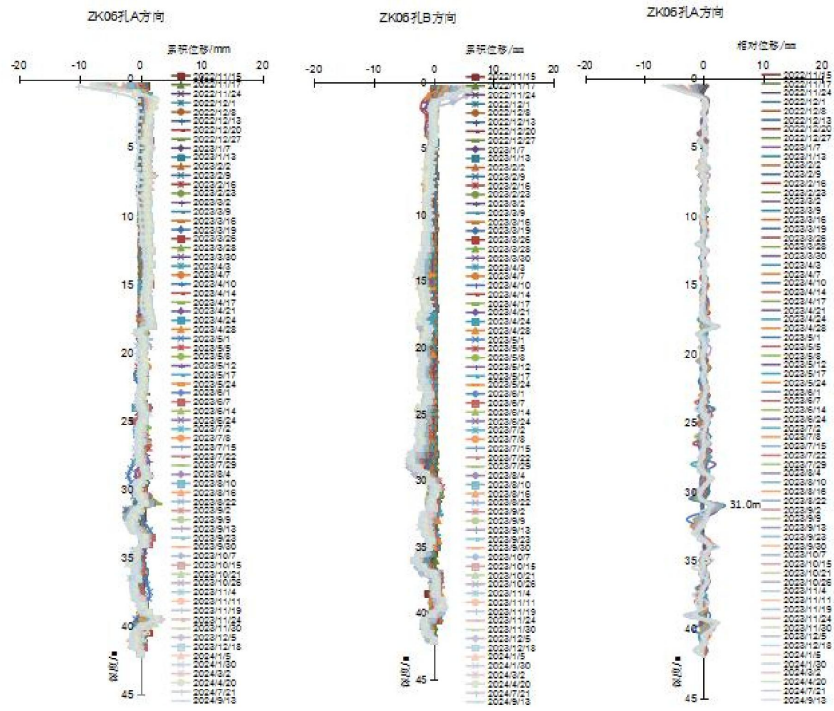


图 5.1-11 ZK-06 孔深部位移成果曲线（初测日期：2022.11.09）

5.1.7 核查验证区域 1-高速路面及下方边坡深部位移监测成果

4) ZK-10 孔

测斜管 ZK-10 孔主槽 A 方向为 175°，位于高速公路 K46 右幅边坡中部，首测日期 2022 年 11 月 04 日，在监测期内共测读 58 次。

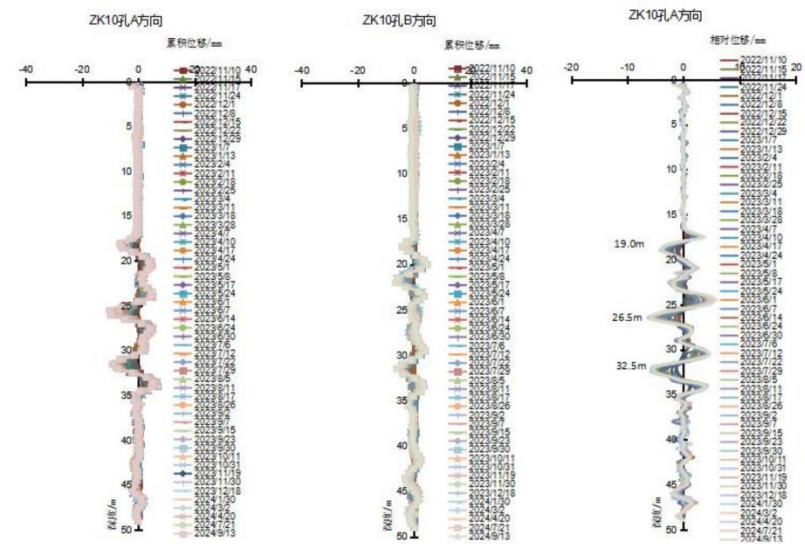


图 5.1-12 ZK-10 孔深部位移成果曲线（初测日期：2022.11.04）



图 5.1-13 ZK-10 地勘钻孔取芯照片

5.1.8 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡深部位移监测成果

5) ZK-09 孔

测斜管 ZK-09 孔主槽 A 方向为 185°, 位于省道 S210 后方边坡中部, 首测日期 2022 年 11 月 8 日。在监测期内, 采集初始值后共测读 62 次。

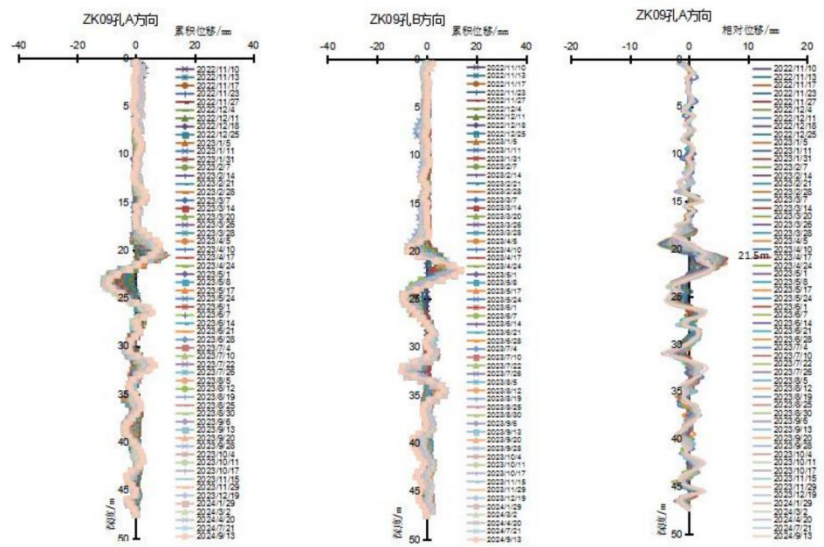


图 5.1-14 ZK-09 孔深部位移成果曲线（新初测日期：2022.11.8）



图 5.1-15 ZK-09 地勘钻孔取芯照片

6) ZK-11 孔

测斜管 ZK-11 孔主槽 A 方向为 210°，位于省道 S210 后方老省道路旁，初测日期 2022 年 11 月 04 日，在监测期内共测读 60 次。

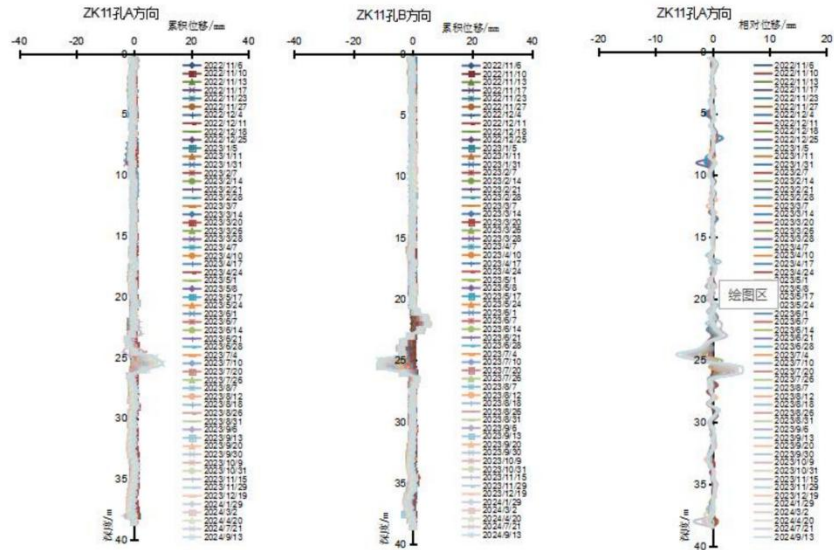


图 5.1-16 ZK-11 孔深部位移成果曲线 (初测日期: 2022.11.04)

5.2 监测区成果分析

重点监控区域-K46+170 边坡地表边坡监测点当前测点偏移值变化不大，整体上监测曲线趋于收敛；抗滑桩位移监测点当前变化不明显，监测数据变化较小，抗滑桩当前基本稳定。核查验证区域 1-高速路面及桥梁地表监测点的偏移和沉降总值均不大。核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡地表监测点整体上变形值不大，监测后期各监测点数据曲线变化较小。各监测区的深部位移监测在监测过程中整体变形值变化不大，深部测孔各位置变形趋势不明显。在监测后期过程中各区地表巡视工作未发明显异常变化，且相关区域的裂缝监测数据亦未有较大变化，各区域地表裂缝等情况无明显变化。

表明 K46+170 斜坡地表浅层蠕滑得到了较好的控制，综合处治效果较显著，从监测数据看处置措施达到了预期效果。各区监测数据分析如下：

5.2.1 重点监控区域-K46+170 边坡成果分析

表 5.2-1 K46+170 边坡、右幅路肩及桥梁人工地表监测点偏移情况分析统计表(2022.10.18-2024.9.13)

监测阶段	监测时间段	监测周期 (天)	阶段测点 最大累计 变形(mm)	平均速率 (mm/d)	小结
反压施工	2022.10.18—2022.11.7	20	16.7	0.80	反压施工前此阶段变形较大。
反压施工结束后	2022.11.8—2023.2.12	97	12.4	0.13	反压施工完成后此阶段变形较小。
抗滑桩施工期	2023.2.13-2023.7.25	162	77.7	0.48	受挖桩施工影响，该区域变形暂未收敛。
反压卸载和边坡施工	2023.7.26-2023.11.30	128	46.3	0.36	受卸载和边坡施工等影响，该区域变形暂未收敛。
施工完后	2023.12.1-2024.9.13	288	11.4	0.04	施工措施完成后，区域测点变形较小，收敛明显。

表 5.2-2 K46 边坡部分抗滑桩监测点偏移、沉降统计表（2023.7.17-2024.9.13）

点号	累计偏移(mm)	累计沉降(mm)	完工前阶段累计偏移 (mm)	完工前阶段平均偏移速率 (mm/d)	完工后阶段累计偏移 (mm)	完工后阶段平均偏移速率 (mm/d)
Z-07	44.4	3.1	35.5	0.26	8.9	0.03
Z-13	44.0	-8.9	35.6	0.27	8.4	0.03
Z-17	37.8	-9.8	31.4	0.26	6.5	0.02
Z-20	35.0	-7.5	28.3	0.23	6.7	0.02
Z-23	28.0	-7.5	25.5	0.20	2.4	0.01
Z-26	24.7	-2.4	22.3	0.18	2.4	0.01

表 5.2-3 地表自动化边坡地表监测点偏移、沉降统计表（2022.10.31-2024.9.21）

监测阶段	监测时间段	监测周期 (天)	阶段测点最大累计变形 (mm)	平均速率 (mm/d)	小结
反压施工阶段	2022.10.31-2022.2.12	105	13.9	0.13	反压施工前此阶段变形较大。
抗滑桩施工期	2023.2.13-2023.7.25	162	82.8	0.51	受挖桩施工影响，该区域变形暂未收敛。
反压卸载和边坡施工	2023.7.26-2023.11.30	128	57.2	0.58	受卸载和边坡施工等影响，该区域变形暂未收敛。
施工完后	2023.12.1-2024.9.21	296	12.9	0.04	施工措施完成后，区域测点变形较小，收敛明显。

注：自动化测点 JC-17 因施工影响于 9 月 22 日停测，并在 9 月 25 日将位于 K46 边坡五级平台（及省道外侧）测点 JC-17 移动至省道内侧挡墙处安装，该测点编号为 JC-17-2。

区域小结：

1) 地表变形监测

从图 5.1-1~图 5.1-3、表 5.2-1~表 5.2-3 可知，K46+170 边坡坡表在测测点阶段累计偏移量最大阶段为抗滑桩施工阶段，此阶段人工监测点最大累计变形平均速率为 0.48mm/d，自动化监测点最大累计变形平均速率为 0.51mm/d；施工措施完成后，人工与自动化地表变形监测中各测点监测曲线变化较小，此阶段人工测点最大累计变形平均速率为 0.04mm/d，自动化监测点最大累计变形平均速率为 0.04mm/d；K46+170 边坡抗滑桩 6 处测点监测期内在现场施工完成前，测点最大偏移速率为 0.27mm/d，施工

完成后，测点最大偏移速率为 0.03mm/d；K46 边坡三级平台 2 处观测孔水位监测期内分别下降 0.78m 和 0.90m；监测期内边坡裂缝观测在施工结束后无明显变化。

2) 深部变形监测

结合图 5.1-7~图 5.1-11 来看，在监测过程中位于 K46+170 边坡 ZK-05、ZK-07 孔监测期内该孔深部滑移量不大，暂未发现明显的蠕滑带，孔所处位置深部总体较稳定。ZK-06 孔监测期内总体暂无明显变化。表明该区域深部监测期间各监测曲线变化不大，深部位移监测数据暂时较稳定。

5.2.2 核查验证区域 1-高速路面及下方边坡成果分析

区域小结：

从图 5.1-4 可知位于高速路面和右幅路肩的测点 JC-27~JC-30 测点偏移及沉降曲线变形总量不大，监测期内无明显异常变形特征。位于桥梁区域监测点 JC-32、JC-33 偏移及沉降曲线偏移总量较小，监测期内无明显异常变形特征。结合图 5.1-12~图 5.1-13 来看 ZK-10 孔在监测期内该孔深部滑移量较小，结合钻探情况推测当前各位置小突变主要因岩体软弱带导致，暂未发现明显的蠕滑带，坡体深部总体较稳定。

5.2.3 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡成果分析

表 5.1-4 省道 S210 及附近边坡地表监测点偏移情况分析统计表

监测阶段	监测时间段	监测周期(天)	阶段测点最大 累计变形(mm)	平均速率 (mm/d)	小结
反压施工	2022.10.21—2022.11.7	18	5.8	0.32	反压施工前此阶段变形较大。
反压施工结束后	2022.11.8—2023.2.12	97	2.6	0.03	反压施工完成后此阶段变形较小。
抗滑桩施工期	2023.2.13-2023.7.25	162	18.3	0.11	受挖桩施工影响，监测点变形暂未收敛。
反压卸载和边坡施工	2023.7.26-2023.11.30	128	20.8	0.16	受卸载和边坡施工等影响，监测点变形暂未收敛。
施工完后	2023.11.11-2024.9.13	288	10.0	0.03	施工措施完成后，变形较小，监测点趋于收敛。

区域小结:

1) 地表变形监测

结合图 5.1-5、表 5.1-4 可知省道 S210 及后方边坡地表测点监测阶段内累计偏移最大速率为反压施工阶段,此阶段测点最大偏移速率为 0.32mm/d;施工完成后的监测阶段测点最大偏移速率为 0.03mm/d。水位测量监测孔中近期位于省道上方边坡水位下降 0.36m,老省道边水位下降 2.68m,主要受季节变化略有变化。裂缝观测点施工完成前累计变化速率最大为 0.03mm/d,裂缝观测点施工完成后累计值变化速率较小,总体看裂缝观测施工结束后无明显变化。

2) 深部变形监测

结合图 5.1-14~图 5.1-16 来看,在监测过程中位于 S210 省道及附近边坡 ZK-09 孔监测期内该孔深部滑移量不大,暂未发现明显的蠕滑带,孔所处位置深部总体较稳定。ZK-11 孔监测期内总体暂无明显变化,表明该区域深部位移监测数据暂时较稳定。

6 总结及建议

（1）综合监测成果总结

至 2024 年 9 月 21 日，K46+170 边坡、S210 省道及附近边坡共完成 704 天监测服务。总体分析认为：

1) 重点监控区域-K46+170 边坡

监测前期，随反压施工至结束，K46 边坡变形趋势放缓，几近收敛；但随着前缘边坡挖桩施工开始后，监测范围内各监测点变形情况明显受到现场施工影响，随坡体前缘人工挖孔桩施工影响而增大，直至抗滑桩施工完成未见明显收敛迹象；待边坡所有处治施工措施完成，监测点数据变形速率逐渐减小。近一月持续降雨，部分监测点变形值微增，但整体上各监测点数据呈收敛趋势。

2) 核查验证区域 1-高速公路及下方边坡

在整个监测阶段中，此区域监测数据变化较小，监测数据相对较稳定。

3) 核查验证区域 2-S210 省道及附近边坡

监测期内省道及上方边坡总体累计变形量不大，受下方 K46 边坡施工影响明显。且随着主要施工措施结束，监测数据曲线变化小，区域内各监测点偏移曲线趋于收敛。

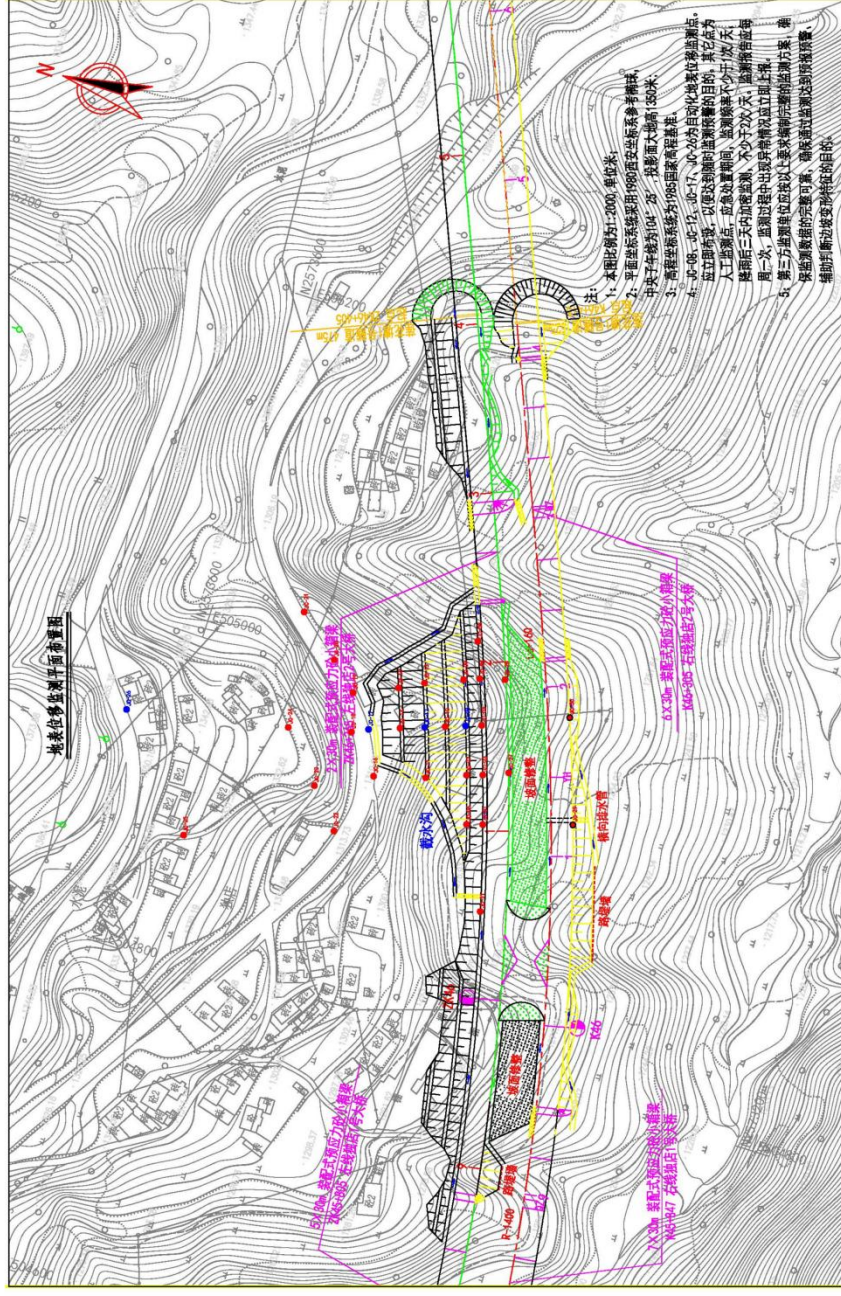
公路工程施工的扰动（切方卸载、填方堆载、挖桩扰动，机械振动等），打破了坡体原有的极限平衡应力状态，改变了原有山区排水系统，而早期的加固处治措施相对薄弱，是导致 K46+170 边坡高速路肩隆起、坡面排水沟开裂、上边坡省道路面产生裂缝等前期发生变形灾害的重要因素。

在应急处治和排水措施完工后，整个边坡后期监测过程中变形总体放缓，收敛特征明显，表明处治措施在施工完成后的监测内取得了较显著效果。

（2）建议

对后续边坡周边定期巡查，尤其是在雨季期间，对路基边沟、边坡前缘坡面、内部截排水沟、抗滑桩顶截排水系统等处重点巡查。

附图一：地表位移监测点设计平面布置图



附图三：现场工作照

测点（孔）安装



现场测量





现场巡视

4、岱山高亭至双峰新城公路工程项目监控量测

保利长大工程有限公司岱山分公司

岱山高亭至双峰新城公路工程项目监控量测

技术服务合同

合同编号: CD01-DSXM-2022-013

项目名称: 岱山高亭至石化小区至双峰新城公路工程

甲方: 保利长大工程有限公司岱山分公司

乙方: 中交第二公路勘察设计研究院有限公司

签订地点: 舟山市岱山县

签订时间: 2022 年 月

岱山高亭至双峰新城公路工程监控量测合同

委托方（以下简称甲方）：保利长大工程有限公司岱山分公司

受托方（以下简称乙方）：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

甲方将岱山高亭至双峰新城公路工程监控量测技术服务委托乙方承担，并支付相应的技术服务报酬，乙方自愿并有能力承担。根据《中华人民共和国民法典》及其有关法律、行政法规规定，遵循平等、自愿、公平和诚实信用的原则，结合本工程实际情况，为明确甲、乙双方的权利和义务，双方就协商一致，签订本合同并严格履行本合同。

第一条、技术服务的范围、内容和方式

1、范围：岱山高亭至双峰新城公路工程所属隧道，共1座隧道，合计单洞长度约4322米；软基监控1处。

2、技术服务内容：

(1) 超前地质预报：地质雷达法、tsp法

(2) 监控量测必测项目：包括但不限于地质及支护状态观察、水平净空收敛、拱顶下沉及仰拱隆起。

(3) 监控量测选测项目：包括但不限于围岩内位移、锚杆轴力、钢支撑内力、爆破振动监测、支护衬砌内应力、表面应力及裂隙量测。

(4) 质量检测：包括但不限于锚杆拉拔力、初支厚度及背后空洞、二衬厚度及背后空洞、初支净空断面、锚杆长度及注浆密实度。

(5) 软基监控：沉降板观测（水准仪）、位移桩观测及深层位移观测。

3、技术服务的方式

按相关技术规范对隧道超前地质预报、监控量测、质量检测及软基进行监控及检测。

第二条、实施依据

1、《铁路隧道超前地质预报技术规程》（Q/CR 9217-2015）

2、《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）；

- 3、《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）；
- 4、《公路路基施工技术规范》（JTG / T 3610-2019）；
- 5、《软土地基路基监控标准》（GB/T 51275-2017）；
- 6《公路软土地基路堤设计规范》（DB33/T 904-2013）
- 7、勘察、设计、施工资料其他相关规范标准等技术资料。

第三条、履行合同的计划、进度、期限和地点

- 1、技术服务地点：岱山高亭至双峰新城公路工程
- 2、技术服务进度：暂定 18 个月。
- 3、技术服务质量：满足相关技术规范和设计文件的要求。

第四条、甲方应当向乙方提供下列工作条件和协作事项

- 1、甲方负责提供隧道质量雷达检测所需的高空移动平台装置，并提供工人配合协助现场检测。
- 2、配合乙方现场人员完成隧道变形监测点及各选测项目传感器的安装；
- 3、提供 TSP 超前地质预报所必须的炸药及接、发孔的打孔工作；
- 4、配合乙方软基监控中沉降板、位移边桩及测斜管的安装；
- 5、甲方负责为乙方检测人员提供食宿。

第五条、甲乙双方的义务与责任

1、甲方责任

（1）在本合同有效期内，甲方利用乙方提交的技术服务工作成果所完成的新技术成果，归甲乙双方所有。

（2）甲方应保护乙方的方案、报告书、文件、资料图纸、数据、特殊工艺（方法）、专利技术和合理化建议，未经乙方同意，甲方不得复制、不得泄露、不得擅自修改、传送或向第三人转让或用于本合同外的项目。

（3）甲方应协助乙方开展隧道及软基检测工作，促使其施工队伍配合乙方进行现场工作。负责提供隧道质量检测所需的高空移动平台装置等，并提供工人配合协助现场检测；。

（4）应派专人跟踪落实相关检测工作开展，数据异常时应及时会同乙方、设计代表、监理进行分析、研究，采取防范措施。

（5）按合同规定及时支付质量检测费用。

（6）本合同有关条款规定和补充协议中甲方应负的其他责任。

2、乙方责任

(1) 乙方应按国家相关技术规范、标准、规程要求，按时完成合同中规定的质量检测工作内容，并对测试结果负责。

(2) 乙方应在收到甲方通知后 24 小时内到达需探测的隧道施工现场。

(3) 如乙方未按图纸及规范要求的开展本合同中规定的各项工作，甲方首次对乙方下发书面整改通知单，并要求乙方立即对其进行整改。若在下发整改通知单后乙方还未按照图纸及规范要求频率进行检测的，甲方有权视情况给予乙方相应处罚。

(4) 及时向甲方、监理单位和业主提供检测分析结果，与施工单位、总监办、业主一起商讨应急措施和处理方案。

(5) 乙方的技术服务工作接受甲方的管理，检测工作量要得到甲方指定的代表的签字认可。

(6) 乙方应服从本项目业主和监理及本项目经理部的相关协调安排。

(7) 对隧道施工中遇到的质量和技术等方面的问题提出建议。

(8) 由于非甲方原因导致乙方雇用的任何工人或其他人员的任何人身死亡或致伤、或财产损失，由乙方承担相关责任。

(9) 乙方进入施工现场进行监测作业时，必须服从甲方安全管理规定，个人防护用品佩戴齐全。

(10) 乙方工作人员离开工地时，必须征得甲方同意后方可离开；

(11) 爆破震动监测过程中，服从甲方及爆破现场人员管理，人员远离爆破区域，如不服从指挥而造成的意外伤害，由乙方自行负责。

(12) 隧道监测过程中，如遇突发状况时，必须第一时间向甲方管理人员进行报告。

(13) 乙方宿舍注意做好卫生及消防安全，消防设施不得随意挪动，不得使用热得快等大功率用电设施。

(14) 按合同规定准确、高效和完整地相关内容。

(15) 本合同有关条款规定和补充协议中乙方应负的其他责任。

第六条验收标准、方法与成果所有权

1、甲方与业主签订的工程施工承包合同文件的组成部分（监控量测设计图纸）。

2、本项目工程执行的国家、交通部有关技术规范和业主、监理的要求和规定。

3、本合同履行期内发现服务质量缺陷的，乙方应负责返工或采取补救措施。

4、乙方提交的检测报告必须符合国家现行验收规程及交通部有关技术规范和标准

要求。

5、技术服务工作成果的验收方法：提供符合要求的工作报告。

6、成果所有权甲方及乙方共同所有，甲方为第一顺序人。

第七条、甲方向乙方支付技术服务报酬及支付方式

1、本项目不含税合同金额：人民币（大写）贰佰贰拾陆万肆仟壹佰肆拾柒元壹角柒分（¥2264147.17 元），增值税税率为 6%，合同含税总价为贰佰叁拾玖万玖仟玖佰玖拾陆元整（¥2399996.00 元）。结算时以实际完成工程量为准。各项单价费用计算见下表。

序号	细目名称	单位	数量	综合单价 (元)	含税总价 (元)	工作内容及说明
1	必测项目	m	4322	453	1957866	负责掌子面观察、地表下沉、周边位移、拱顶下沉、超前地质预报、隧道锚杆（土钉）拉拔力、初支厚度及背后空洞、二衬厚度及背后空洞、锚杆长度及注浆密实度、初支净空断面等项目监控量测所需的一切人工、自购辅助材料、设备等相关工作。
1	选测项目	m	4322	25	108050	负责钢支撑内力、初支喷砼应力、围岩体内位移、锚杆轴力、爆破震动监测等项目监控量测所需的一切人工、自购辅助材料、设备等相关工作。
3	软基监控	m	2088	160	334080	负责沉降板、位移桩、测斜管采购；沉降板观测（水准仪）、位移桩观测、深层位移观测等项目所需的一切人工、自购材料、设备等相关工作。
总计					2399996	

备注：（1）、本次报价采用一票制增值税专用发票，增值税税率为 6%，如因国家政策税率调

整，在不含税单价不变的情况下，将按新税率对增值税税金和综合单价进行相应调整。

(2)、不含税单价为固定单价。不含税单价包含了综合单价中除税金外的一切费用，包括检测人员工资及进退场费、检测设备使用费、维修保养费、管理费、保险费等费用。

3、结算及支付方式

①期中结算与支付：甲方每季度对实体工程完成情况进行一次汇总，并对完成的实体工程范围内监测项目完成情况和监测报告出具情况进行确认，并按清单单价结算；乙方提交经甲方认可的合法、等额、完税的增值税专用发票起 30 天内，甲方向乙方支付当期应付款项。

②乙方完成整个现场监测工作，并提交完整的监测报告资料并经甲方验收合格后 60 日内付清合同尾款，尾款为施工期最后一个季度的结算款。

开票信息如下：

开票名称：保利长大工程有限公司岱山分公司

纳税人识别号：91330921MA7F2JWXXD

地址电话：浙江省舟山市岱山县高亭镇沿港中路 218 号西南幢 15976134551

开户行及账号：中国农业银行舟山市岱山县支行 19415101040016649

4、违约金

若甲方逾期支付结算款，乙方有权要求甲方按同期一年期贷款市场报价利率支付逾期利息（违约金）。

第八条、双方确定因履行本合同应遵守的保密义务

1、甲方

(1) 保密内容（包括技术信息和经营信息）：质量检测的原始数据、文件和结论以及本合同的所有信息。

(2) 涉密人员范围：甲方项目有关负责人及技术人员。

(3) 保密期限：合同执行日起至结束日止。

(4) 泄密责任：在保密期间不得以任何方式对外公开，如发生泄密问题要立即采取补救措施，并及时向乙方项目负责人通报。

2、乙方

(1) 保密内容（包括技术信息和经营信息）：涉及高速公路设计、施工过程中的所有信息。

(2) 涉密人员范围：乙方的所有参与人员。

(3) 保密期限：本工程项目竣工验收后三年。

(4) 泄密责任：在保密期间不得以任何方式对外公开，如发生泄密问题要立即采取补救措施，并及时向甲方通报。

第九条、争议的解决方法

双方因履行合同而发生的争议，双方应本着互谅互让的原则及时协商解决，如协商不成，可报上级主管部门调解；协商、调解不成的，双方可向甲方法人所在地人民法院提起诉讼。

第十条、其他

1、双方确定，在本合同有效期内，甲方指定 张颖 为甲方项目联系人，联系电话为 13929885718，乙方指定为 钱攀 乙方项目联系人，联系电话为 18674038965。项目联系人承担以下责任：

(1) 双方的协调、交流和沟通；

(2) 及时向对方通报进展的详细情况。

一方变更项目联系人的，应当及时以书面形式通知另一方。未及时通知并影响本合同履行或造成损失的，应承担相应的责任。

2、本合同有效期为从签订之日起至双方履行完毕合同规定的一切权利和义务为止。

3、除本合同之外，甲方、甲方所属项目经理部或相关人员等与乙方签订的涉及合同款项（包括但不限于进度款、尾款、保证金等）支付的保证书、承诺书或协议书等均需经保利长大工程有限公司盖章后才成立生效，否则乙方不得以此作为要求甲方、保利长大工程有限公司承担任何支付义务或其他责任/义务的依据。

4、本合同一式陆份，甲方执叁份，乙方执叁份。

甲方：保利长大工程有限公司岱山分公司 乙方：中交第二公路勘察设计研究院有限公司



司

法定代表人：

法定代表人：

或授权代表：[Signature]

或授权代表：

地址或住所地：

地址或住所地：

开户银行：

开户银行：中国建设银行股份有限公司武汉江岸支行

帐号：

帐号：42050111620800001035

2022 年 月 日

2022 年 月 日

合同结算协议

项目名称：岱山高亭至双峰新城公路工程项目监控量测

合同编号：2022-216

甲 方：保利长大工程有限公司岱山分公司

乙 方：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

签订日期：2023 年 5 月



合同书结算协议

2021年7月，甲、乙双方签订了《岱山高亭至双峰新城公路工程项目监控量测》（合同编号 2022-216），以下简称“原合同”，签约金额为人民币 239.9996 万元，具体工作内容及费用计算详见原合同。

乙方于 2023 年 4 月完成全部工作，现双方就费用结算事宜达成一致，同意签订本结算协议书，共同遵守执行。

一、本次结算根据实际工作量、原合同中的单价，本合同结算费用为人民币 捌拾陆万柒仟肆佰贰拾元（¥ 867420.00 元）；

二、截止 2023 年 4 月甲方已支付给乙方 518400.00 元，余款 349020.00 元，待本结算书签订后支付。

三、本协议经双方签字盖章后生效，与原合同具有同等效力；

四、本协议书一式肆份，甲、乙双方各执贰份。

附件：工作量清单

（以下无正文。）

甲方：保利长大工程有限公司岱山分公司

乙方：中交第二公路勘察设计研究院有限

（盖章）

公司（盖章）

法定代表人：

法定代表人：

或其授权代表人：

或其授权代表人：

地址：浙江省舟山市岱山县高亭镇沿港中路
218 号西南幢

地址：武汉经济技术开发区创业路 18 号

邮编：430056

邮编：

电话：027 - 84533125

电话：15976134551

纳税人识别号：91420100177668591H

纳税人识别号：91330921MA7F2JWXXD

开户银行：建行武汉江岸支行

开户银行：中国农业银行舟山市岱山县支行

银行账号：42050111620800001035

银行账号：19415101040016649

附件：工作量清单

岱山项目监控量测工程量结算确认表（第一期）

结算期间：自 1-2022 年 12 月												
项目	编号	项目名称	单位	设计数量	至上期累计数量	本期确认数量	累计完成数量	本期目数量	备注	单价	金额	扣除材料 费后金额
监控量测	1	必测项目	m	4322	0	800	800	800	隧道监测	453	362400	362400
	2	选测项目	m	4322	0	800	800	800	隧道监测	25	20000	20000
	3	软基监控	m	2088	0	850	850	850	软基监测	160	136000	136000
总计											518400	

甲方（印章）


乙方（印章）


岱山项目监控量测工程量结算确认表（第二期）

结算期间：2022年12月-2023年04月												
项目	编号	项目名称	单位	设计数量	至上期已计 量数量	本期确认数 量	累计完成数 量	本期计量数 量	备注	单价	金额	扣除材料 费后金额
监控量测	1	必测项目	m	4322	800	620	1422	622	隧道监测	453	281766	281766
	2	选测项目	m	4322	800	620	1422	622	隧道监测	25	15550	15550
	3	软基监控	m	2088	850	550	1425	575	软基监测	160	92000	51704
总计												349020



甲方（印章）



乙方（印章）

成果文件

BGLP08001H

报告编号: DGSS-MXS-JKLC-YB-2023-003

岱山高亭至石化小区至双峰新城公路磨心山隧道
监控量测月报

委 托 单 位: 保利长大工程有限公司
工 程 名 称: 岱山高亭至石化小区至双峰新城公路工程
检 测 项 目: 磨心山隧道监控量测
检 测 类 别: 委托检测
报 告 日 期: 2023 年 4 月 1 日

岱山高亭至双峰新城公路工程施工监控量测项目部



注 意 事 项

1. 本报告无本单位“项目专用章”无效，每页无骑缝章无效。
2. 本报告签名不全无效。
3. 本报告改动、换页无效。
4. 未经本单位批准，不得部分复制本报告。
5. 本单位提供试验检测报告的检索查询服务，可通过电话、传真对检测报告的真伪等相关信息进行检查。
6. 本报告未经本单位同意，不得作为商业广告使用。
7. 若对本报告有异议，应于收到报告15个工作日内向本单位提出书面复议申请，逾期不予受理。

联系地址：湖北省武汉市汉阳区鹦鹉大道498号

邮政编码：430052

电 话：027-84533127

传 真：027-84533125

Email: egy_jc@163.com

工程名称：岱山高亭至石化小区至双峰新城公路工程

签 字 表

岗 位	姓 名	注册证号	职 称	签 字
项目负责人	郭少文	AY184201196	高级工程师	郭少文
编写	张健	214201444（00）	高级工程师	张健
审定	明洋	12724230130483330	正高级工程师	明洋

岱山高亭至双峰新城公路工程监控量测项目部



目 录

1、工程概况1

2、监测依据1

3、监测人员及设备1

 3.1、监测设备1

 3.2、主要人员2

4、测点布置情况2

 4.1、洞内测点布置情况2

5、隧道监控报警指标3

 5.1、位移管理等级3

 5.2、监控报警指标3

6、本月隧道施工情况4

7、本月监测成果4

 7.1 本月布设监测断面4

 7.2 监控量测成果5

 7.2.1 洞内外观察综述5

 7.2.2 拱顶下沉及周边收敛成果5

8、结论及建议6

 8.1 结论6

 8.2 建议6

9、附件 1-洞内变形时程曲线图7

11、附件 2 掌子面素描图19

1、工程概况

本项目岱山高亭至石化小区至双峰新城公路工程路线全长为 5.124 公里。工程起点位于环城北路与蓬莱路交叉口，自大岙水库东侧进洞，穿越磨心山，在太婆岙水库东侧出洞，途径板井潭村、石化小区，终点位于规划海悦路与 G526 国道交叉口。路线全长 5.124km，其中穿越磨心山，设左、右双洞隧道右 2173m+左 2149m，桥梁 56m/1 座，涵洞 12 个（含通道 1 处），平面交叉 4 处。

磨心山隧道属侵蚀剥蚀低丘地貌，地形起伏较大，植被发育，覆盖层厚度一般在 1.0~3.0m 不等，下覆基岩为侏罗系上统高坞组（J3g）凝灰岩。隧道进出口位于残坡积、强风化~中风化岩体中，岩体风化强烈，节理裂隙发育，岩体完整性较差，水文地质条件较复杂，埋深浅，属 V 级围岩。洞身一般处于中~微风化岩体中，节理裂隙局部发育，岩体较完整，强度较高，覆盖层厚度薄，水文地质条件简单，埋深大，围岩较稳定，属 IV、III 级围岩。

隧道穿越低山丘陵区，地形起伏较大，隧道区地表径流条件好，地表水除部分渗入地下外，多数以地表径流的形式从河沟中排泄到区外水系中。隧道区地下水水量贫乏，主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，水文地质条件较简单，但局部节理裂隙连通性较好，赋水性较好，主要受大气降水或地表径流补给。

2、监测依据

- (1)《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020)；
- (2)《浙江省公路隧道监控量测技术指南》；
- (3)磨心山隧道设计文件；
- (4)项目实施过程中，如果国家或有关部门颁布了新的技术标准或规范，应采用新的标准或规范。

3、监测人员及设备

3.1、监测设备

本项目监控量测内容及设备如表 3-1 所示：

表 3-1 监控量测内容及方法

序号	监测项目	仪器设备	设备编号	溯源有效期	备注
1	拱顶下沉	全站仪	QJ35-4	2023.10.21	/
2	周边收敛	全站仪	QJ35-4	2023.10.21	/
3	拱脚下沉	全站仪	QJ35-4	2023.10.21	/
4	仰拱隆起	水准仪	QJ34-4	2023.6.26	/

岱山高亭至石化小区至双峰新城公路磨心山隧道监控量测月报

序号	监测项目	仪器设备	设备编号	溯源有效期	备注
	洞内、外观 察	地质罗盘、相机	SD-17	2023.9.16	校准

3.2、主要人员

本次检测主要人员见表 3-2。

表 3-2 主要检测人员及分工表

序号	姓名	注册证号	职称	现场分工
1	郭少文	AY184201196	高级工程师	现场检测
2	张健	214201444（00）	高级工程师	现场检测

4、测点布置情况

4.1、洞内测点布置情况

根据本项目的特点，拱顶下沉、周边位移、拱脚下沉、仰拱隆起量测断面的间距布置依照《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）及设计文件的要求，每 10~20m 布置一个断面。

- （1）拱顶下沉测点布置：埋设在拱部围岩或者支护结构表面上。每个断面上布置 1 个测点，单侧壁开挖每个导坑拱部设置 1 个测点。
- （2）周边位移测点布置：全断面法设置 1 条水平测线，留核心土法每个台阶设置 1 条测线，单侧壁开挖每个导坑设置一条水平测线，偏压隧道或者小净间距隧道可加设斜向测线，几种典型断面测线布置见图 4-2~4-4 所示。
- （3）拱脚下沉布置：拱脚下沉布设在拱脚处，与拱顶下沉观测点在同一断面。
- （4）仰拱隆起布置：仰拱隆起观测点布设在仰拱中心，与拱顶下沉观测点在同一断面。

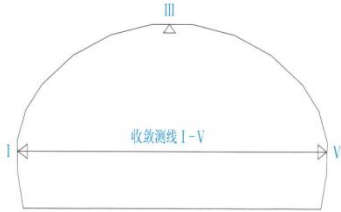


图 4-2 全断面法施工测点布置图

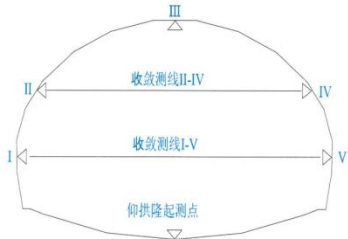


图 4-3 留核心土法和台阶法施工测点布置图

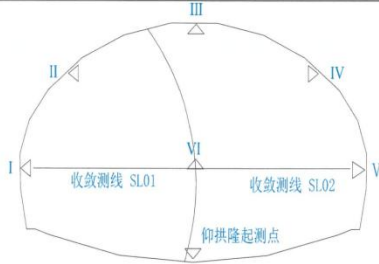


图 4-4 单侧壁法施工测点布置图

5、隧道监控报警指标

5.1、位移管理等级

依照《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020)，隧道监控量测周边位移变形管理等级如表 5-1 所示，并按表 5-1 对监测结果的比较和分析来评估围岩与支护结构的稳定性和安全性，指导施工。

表 5-1 隧道施工监测变形管理等级标准表

管理等级	管理位移	反馈施工对策
III	$U < U_0/3$	正常施工
II	$U_0/3 \leq U \leq 2U_0/3$	应加强支护
I	$U > 2U_0/3$	采取特殊措施

注：U 为实测变形值，U₀ 为允许变形值（U₀ 参考设计最大预留变形量）。

5.2、监控报警指标

结合本项目实际情况及相关规范要求，拟定如下预警标准见表 5-2。

表 5-2 磨心山隧道监控量测预警值

序号	监测内容	控制标准
1	洞内外观察	初支混凝土出现明显开裂、剥落，工字钢存在异常变形扭曲；边仰坡出现开裂，破面喷射混凝土开裂、剥落
2	水平净空收敛量测	变形管理等级达到 II 级或变形速率超过 5mm/d
3	拱顶下沉量测	变形管理等级达到 II 级或变形速率超过 5mm/d
4	地表下沉量测	累计下沉量超过 60mm 或变形速率超过 5mm/d
5	拱脚下沉	变形速率超过 5mm/d
6	仰拱隆起	变形速率超过 5mm/d

注：隧道初期支护变形监测预警标准根据变形速率和累计变形值进行控制。

6、本月隧道施工情况

磨心山隧道进口采用单向掘进的开挖方式，隧道进口左洞采用台阶法施工，隧道右洞采用台阶法施工。本期隧道施工进度见表 6-1。

表 6-1 磨心山隧道施工进度表

洞口	进洞桩号	掌子面桩号	掌子面设计围岩级别	本月进尺(m)	累计进尺(m)	备注
进口	ZK0+305	ZK0+931	Ⅳ	94	626	/
	K0+283	K0+879	Ⅳ	42	596	/

7、本月监测成果

7.1 本月布设监测断面

2023 年 3 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日，监控量测已完成或正在进行中的工作详见表 7-1。

表 7-1 磨心山隧道监控量测项目及监测断面一览表

监测项目	监测断面	开始监测日期	结束监测日期	备注
拱顶下沉、周边收敛	ZK0+825	2022/12/25	2023/3/28	停止观测
	ZK0+835	2023/2/28	/	观测中
	ZK0+845	2023/3/2	/	观测中
	ZK0+855	2023/2/24	/	观测中
	ZK0+865	2023/3/7	/	观测中
	ZK0+875	2023/3/10	/	观测中
	ZK0+885	2023/3/18	/	观测中
	ZK0+895	2023/3/23	/	观测中
	ZK0+905	2023/3/25	/	观测中
	ZK0+915	2023/3/28	/	新增断面
	ZK0+925	2023/3/30	/	新增断面
	K0+775	2022/12/25	2023/3/28	停止观测
	K0+795	2022/12/27	2023/3/28	停止观测
	K0+815	2022/12/29	/	观测中
	K0+825	2023/3/11	/	观测中
	K0+835	2023/3/19	/	观测中
	K0+845	2023/3/22	/	观测中
	K0+855	2023/3/25	/	观测中

岱山高亭至石化小区至双峰新城公路磨心山隧道监控量测月报

监测项目	监测断面	开始监测日期	结束监测日期	备注
	K0+865	2023/3/28	/	新增断面
	K0+875	2023/3/31	/	新增断面
备注:本表中备注内容主要包括新增、观测中、停止观测断面三项。				

7.2 监控量测成果

为叙述方便，本报告作了如下统一规定：“-”表示地表观测点下沉，拱顶测点下沉，收敛位移沿隧道断面径向向内收敛；“+”表示地表观测点上浮，拱顶测点上浮，收敛位移沿隧道断面径向向外变形。

7.2.1 洞内外观察综述

截止 2023 年 3 月 31 日，磨心山隧道左线进口端开挖里程为 ZK0+931，累计进尺 626m，在 ZK0+837~ZK0+931 段，该段地表为 U 形冲沟地形，洞身段穿越微风化凝灰岩层，隧道围岩为灰色微风化凝灰岩，块状结构，节理裂隙较发育，岩体较破碎，围岩整体稳定性一般，掌子面围岩级别为Ⅳ级围岩；磨心山隧道右线进口端开挖里程为 K0+879，累计进尺 596m，该段地表为 U 形冲沟地形，洞身段穿越微风化凝灰岩层，隧道围岩为灰色微风化凝灰岩，块状结构，节理裂隙较发育，岩体较破碎，围岩整体稳定性一般，掌子面围岩级别为Ⅳ级围岩。

进口端洞口边仰坡状况相对较好，无明显开裂现象；该段的初期支护现状良好，喷射混凝土未见裂缝、空鼓、掉皮；钢支撑未见明显变形、扭曲等状况，仅洞内初支局部位置有少量渗水现象。

7.2.2 拱顶下沉及周边收敛成果

在本监测期内，我项目部对隧道洞内监测断面进行了持续观测。本月拱顶下沉及周边收敛成果见表 7-2 所示。

表 7-2 本月磨心山隧道拱顶下沉及周边收敛监测成果

监测断面		累计下沉量 (mm)	最大下沉速率 (mm/d)	累计收敛量 (mm)	最大收敛速率 (mm/d)	位移管理等级
左洞	ZK0+825	-3.3	0.0	-1.3	0.0	Ⅲ
	ZK0+835	-3.0	0.0	-1.2	0.0	Ⅲ
	ZK0+845	-2.5	0.0	-1.3	0.0	Ⅲ
	ZK0+855	-3.3	-0.1	-1.3	0.0	Ⅲ
	ZK0+865	-2.9	-0.1	-1.2	0.0	Ⅲ
	ZK0+875	-3.4	-0.2	-1.7	-0.2	Ⅲ

岱山高亭至石化小区至双峰新城公路磨心山隧道监控量测月报

监测断面		累计下沉量 (mm)	最大下沉速率 (mm/d)	累计收敛量 (mm)	最大收敛速率 (mm/d)	位移管理等级
	ZK0+885	-3.9	-0.3	-2.2	-0.2	III
	ZK0+895	-3.4	-1.1	-2.5	-0.7	III
	ZK0+905	-2.5	-0.7	-1.6	-0.5	III
	ZK0+915	-2.6	-1.3	-1.1	-0.5	III
	ZK0+925	-1.1	-1.1	-0.8	-0.8	III
右洞	K0+775	-1.8	0.0	-1.4	0.0	III
	K0+795	-1.9	0.0	-1.4	0.0	III
	K0+815	-2.5	0.0	-1.2	0.0	III
	K0+825	-3.6	-0.2	-1.7	-0.1	III
	K0+835	-3.3	-0.4	-2.0	-0.3	III
	K0+845	-3.0	-1.1	-2.1	-0.8	III
	K0+855	-2.6	-1.0	-1.4	-0.5	III
	K0+865	-2.3	-1.2	-1.9	-0.9	III
	K0+875	/	/	/	/	III

8、结论及建议

8.1 结论

在本监测期内，左线隧道进口洞内拱顶最大累计沉降**-3.9mm**，为 **ZK0+885** 断面；最大收敛量为**-2.5mm**，为 **ZK0+895** 断面；右线隧道进口洞内最大累计沉降**-3.6mm**，为 **K0+825** 断面；最大收敛量为**-2.1mm**，为 **K0+845** 断面。

监测 20 个洞内断面，磨心山隧道进口各项监测数据在规范允许范围内，位移管理等级为 III 级，可正常施工。

8.2 建议

1) 隧道掌子面开挖后应加强掌子面排险工作，对于掌子面及拱顶不稳定块体应及时排险避免掉块伤人，确保现场的施工安全。

2) 施工单位布设测点应在下一循环开挖前及时布设，在施工过程中注意对监测测点的保护，如有破坏应及时补上，以保证监控数据的准确性。

5、K39+400边坡泄水洞监控量测及超前地质预报

02-文麻-JSQT-20220927-003

K39+400 边坡泄水洞监控量测及超前地质预报 技术服务
合同

招标（采购）编号：_____

合同编号：02-文麻-JSFW-20220927-003

（公司代号-项目代号-JSFW 签约时间-序列号）

签订地点：云南省文山市

签订日期：2022 年 9 月 28 日

委托人（甲方）：中交二航局第二工程有限公司

受托人（乙方）：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

本合同由甲方委托乙方完成 文麻 TJ-3 标 K39+400 边坡泄水洞监控量测及超前地质预报 项目的技术服务工作，并支付技术服务费用，乙方接受委托并开展技术服务工作。双方经过平等协商，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》等相关法律法规的规定，达成如下协议，并由双方共同恪守。

1、工程基本情况

1.1 工程名称：文麻 TJ-3 标 K39+400 边坡泄水洞监控量测及超前地质预报。

1.2 工程地点：云南省文山壮族苗族自治州。

1.3 工程概况：为确保文山至麻栗坡高速公路 K39+400 高边坡的稳定以及桥梁结构物的安全运营，对 K39+400 边坡增设一道泄水洞进行坡体深层排水，泄水洞总长达 314.5m。

2、技术服务的目标、内容和技术要求

2.1 技术服务的目标：在泄水洞施工期间实施监测，为业主提供及时、可靠的信息用以评定隧洞工程在施工期间的安全性，并对可能发生危及安全的隐患或事故及时、准确地预报，以便及时采取有效措施，避免事故的发生的同时指导设计和施工，实现“动态设计、信息化施工”的根本目的。

2.2 技术服务的内容：对文麻高速 k39+400 边坡泄水洞施工期进行监控量

测及超前地质预报。

2.3 技术服务的技术、质量要求:

1、监测单位应严格落实监测方案,及时分析、处理监测数据,并将监测结果和评价以日报、月报和总结报告的形式向甲方作信息反馈。对泄水洞进行超前地质探测并出具报告,各阶段报告应明确分析施工期围岩变形情况,当监测数据达到监测报警值时必须立即上报甲方。

2、监测结束,监测单位应提供监控量测月报、超前地质预报报告和总结报告纸质报告,并按档案管理规定,组卷归档。

2.4 “技术服务”系指根据本合同规定乙方承担的所有工作(包括但不限于服务、现场指导与检测等工作),与履行合同有关的辅助服务,及其他的伴随服务。

3、履行的计划(方案)、进度、期限、地点、地域和方式

3.1 履行计划(方案)、进度要求:按设计、施工进度安排,配合设计及施工过程。

3.2 技术服务的期限:乙方人员及仪器设备进场、具备监测条件的次日起开始计算,暂定6个月。

3.3 技术服务地点、地域:文麻 TJ-3 标 K39+400 边坡泄水洞。

3.4 技术服务的方式:现场监测。

4、合同价款

4.1 本合同价款(含税)为人民币:300000.00 元,大写:叁拾万元整。

其中:不含增值税价为人民币 283018.87 元,大写:贰拾捌万叁仟零壹拾捌元捌角柒分;增值税税率 6%,增值税税额人民币 16981.13 元,大写:壹万陆仟玖佰捌拾壹元壹角叁分。

(1) 合同价格组成说明及单价清单为附件 2;开票为增值税专用发票,增值税税率 6%。

(2) 合同价格组成说明:包含材料费(如有)、试验费(如有)、人员费用、服务费、管理费、利润、利息、保险、增值税、非增值税税金以及因乙方履行本合同产生的所有明示和暗示的费用。

(3) 履约期间如国家调整增值税税率,则本合同不含增值税价不变,按照

调整后的增值税税率进行结算，调整合同总价。

4.2 合同价款变更机制：无。

5、结算、支付

5.1 结算

(1) 结算周期：按照合同约定每月 20 日至次月 20 日为一个结算周期。在本结算周期结束后 7 天内，乙方必须联系甲方办理结算，逾期没有提交结算申请且没有书面告知甲方的，视为乙方放弃该批次结算，甲方不予办理结算手续。

(2) 结算依据：乙方将甲方签认的《成果（中间过程/最终）验收单》（甲方提供格式）汇总后，交甲方办理结算单。结算单应扣除预付款（如有）、经济往来会签扣款金额（如有）、违约金（如有）、留置的质保金（如有）等相关约定金额。

(3) 结算单为合同文件一部分，结算单必须经双方授权代表签字，并盖章后生效。如结算单中所载明内容对本合同条款进行实质性修改，以本合同条款所列明内容为准。

5.2 支付

5.2.1 支付方式：本合同价款按以下 (1) 方式进行支付。

(1) 使用现款支付；

(2) 使用期限为 12 个月的银行承兑支付；

(3) 使用期限为 12 个月的商业承兑支付；

(4) 使用金融产品支付：ABS；

(5) 其他支付方式：无；

(6) 混合支付（由上述两种或者两种以上支付方式组成）：(1) + (2) + (3) + (4)。

如甲、乙双方约定采用票据或金融产品支付，乙方同意接收以“中交第二航务工程局有限公司”为出票人的银行承兑汇票或者商业汇票；同意接收甲方背书的合法票据，同意接收中交第二航务工程局有限公司安排的金融产品。

5.2.2 支付时间

乙方按批次办理完结算手续，甲方审核满足支付条件，按照合同约定在 28 天内支付。

5.2.3 支付比例

(1) 在乙方人员及仪器设备进场、正常开展监测工作后，甲方第 3 个月对乙方办理一次计量和支付（即 2022 年 8 月底），支付金额为合同价款的 60%，计人民币 180000.00 元（大写：拾捌万元整）；

(2) 乙方完成监测工作，向甲方提供全周期的监控量测月报、超前地质预报报告和总结报告并通过甲方审查合格后，支付全部剩余合同价款，计人民币 120000.00（大写：拾贰万元整）；

(3) 质量保证金的扣除与支付按照“12.2 质量保证金”执行。

5.2.4 乙方收款账户

(1) 收款人：中交第二公路勘察设计研究院有限公司。

(2) 账号：42050111620800001035。

(3) 开户行：建行武汉江岸支行。

6、发票

6.1 甲、乙双方税务信息

项目	甲方	乙方
全称	中交二航局第二工程有限公司	中交第二公路勘察设计研究院有限公司
纳税人身份	有限责任公司	一般纳税人
纳税人识别号	91500000778492034J	91420100177668591H
注册地址	重庆市北部新区星光五路10号附1号土星商务中心C4	武汉经济技术开发区创业路18号
注册电话	023-88708982	027-84214373
开户行	中国建设银行重庆中山路支行营业部	建行武汉江岸支行
账 号	50001014000059111111	42050111620800001035

乙方向甲方提供的增值税发票的税务信息必须与上述甲乙双方的税务信息一致。

6.2 在双方办理完结算后，乙方根据本期结算单在 7 个工作日内开具并

送达真实、合法、有效的全额增值税~~□~~专用/☒普通发票给甲方入账，否则甲方有权拒绝支付一切款项，且无需承担任何责任，且乙方的各项合同义务仍应按合同约定履行。

6.3 若甲方增值税发票丢失、毁损，乙方应协助办理后续事项，如专用发票进项税认证抵扣相关事宜。

7、联络

7.1 双方授权代表及联系方式、地址及工作内容

7.1.1 甲方授权代表为：沈学军

联系电话：15823568226

邮箱：120350421@qq.com 通讯地址：云南省文山州文山市莲花塘乡

工作内容：在本合同执行过程中与乙方联系、沟通协调、工作联系函的收发处理、结算单的办理、对乙方异议的处理等。

7.1.2 乙方授权代表为：王搏

联系电话：19907149535

邮箱：543456744@qq.com 通讯地址：湖北省武汉经济技术开发区中交二公院科研综合大楼

工作内容：在本合同执行过程中与甲方联系、沟通协调、组织技术服务履行、工作联系函的收发处理、结算单的办理，对甲方异议的处理等。

7.2 如有变更，需提前14天书面通知对方确认。

7.3 通知、函件等送达的约定

7.3.1 甲方向乙方发出的通知、函件等，均按照本协议第 7.1.2 条所列明的联系方式，以邮递、电子邮件、手机短信、微信、专人送达等方式发送给乙方（可采用一种或者多种方式发送）。

7.3.2 甲方通过邮递方式发送的，以邮寄之日后的第五个自然日即视为送达日，无论邮件是否签收、拒收、代收或退回；甲方通过电子邮件、手机短信、微信等数据电文方式发送的，以该数据电文进入相关系统之日即视为送达日；甲方通过专人送达的，以签收之日视为送达日（如拒收则以送达专人在送达回证上注明情况之日视为送达日）。

7.3.3 对于双方发生的任何纠纷，乙方同意争议解决机构（包括但不限于人

民法院、仲裁机构等)可以通过手机短信、电子邮件或邮寄方式向乙方送达法律文书(包括但不限于诉讼文书),争议解决机构向上述联系方式发出法律文书即视为送达。乙方同意争议解决机构可采取以上一种或多种送达方式送达法律文书,争议解决机构采取多种方式送达法律文书,送达时间以上述送达方式中最先送达的为准。

7.3.4 乙方应当保证所提供的联系方式是准确、有效的,并进行实时更新。如果因提供的联系方式不确切,或不及时告知变更后的联系方式,使相关文件(或法律文书)无法送达或未及时送达,乙方自行承担由此可能产生的法律后果。

8、甲方的权利义务

8.1 提供技术资料: 按照监测工作实施需求提供图纸、施工技术资料等。

8.2 提供工作条件: 协调工程现场与本监测业务有关的第三方的关系。

8.3 甲方提供上述协作事项的时间及方式: 按照甲方工作计划及现场监测实施进度提供。

8.4 负责成果的验收工作,甲方应当在收到乙方提交资料(监测方案或监测报告等) 7 天内进行审查及确认。

8.5 配合乙方办理结算手续。

8.6 按约定支付合同款项。

8.7 享有对乙方工作的检查、督办权。甲方对乙方履约过程中任何的检查、督办不减轻和(或)免除乙方在本合同项下任何的责任。

8.8 需要甲方提供的其它工作便利: 无。

9、乙方的权利义务

9.1 按照国家规定和合同约定的技术规范、标准和要求,开展本合同约定的技术服务工作,按本合同规定的内容、时间向甲方交付技术成果;

(1) 对技术成果出现的遗漏或错误负责,并进行修改或补充;

(2) 乙方交付技术成果后,按甲方要求参加有关的审查并进行汇报、答疑,同时根据审查结论作必要调整补充;

(3) 配合甲方完成相关的技术报告审批工作。

9.2 甲方提出异议时,积极配合处理。

9.3 按照甲方要求提供相关材料的技术支持、信息支持。

9.4 为履行本合同而投入的人员、材料、设备、工具等购买财产保险、人身险、第三者责任险等，在履约过程中发生的安全事故和财产损失由乙方承担费用和责任。

9.5 按合同约定及时办理结算手续。

10、保证与陈述

10.1 甲方保证和陈述如下：

(1) 甲方具备可委托进行技术服务的合法资格，且已经依法取得《法人营业执照》或《营业执照》和国家要求的特许经营许可证（如有必要）。甲方签订和履行本合同不会违反国家和本单位所要求的任何授权或批准；

(2) 甲方按约定支付技术服务费用；

(3) 甲方按约定对技术服务成果进行验收。

10.2 乙方保证和陈述如下：

(1) 乙方具备接受委托进行技术服务的合法资格，且已经依法取得《法人营业执照》或《营业执照》和国家要求的特许经营许可证（如有必要）。乙方签订和履行本合同不会违反国家和本单位所要求的任何授权或批准；

(2) 乙方应具备足够的履行本合同的能力，包括相应的人员、工作条件和经验等；

(3) 乙方保证，根据甲方要求，对甲方相关人员进行必要的技术培训及现场技术指导工作；

(4) 乙方保证，根据甲方要求，在服务成果验收合格后及时返还所有技术资料，并销毁自己保存的所有技术资料载体；

(5) 乙方保证，本合同项下的技术服务成果的质量保证期为 2 年，自通过书面验收确认之日起计算。保证期间如发现技术服务成果质量有缺陷的，乙方负责无偿修正、返工。

11、交付与验收

11.1 以书面报告作为技术服务工作成果，则书面报告的形式、数量、时间及地点为：

(1) 书面资料（监控量测月报、超前地质预报报告）一式 5 份，电子资料（所有报告；PDF 格式） 1 份。

(2) 时间: 监测服务周期结束后的 30 天内。

(3) 地点: 文麻 TJ-3 标项目部。

11.2 以其它形式作为技术服务工作成果, 则交付的形式、数量、时间及地点为: 无。

11.3 成果验收

甲方按 审查 方式 (鉴定、评议、审查或其他) 对乙方完成的工作成果进行验收, 验收合格的, 出具书面的技术服务验收证明。

(1) 技术服务工作成果的验收标准: 通过业主、总承包、监理及项目部审查。

(2) 技术服务工作成果的验收方法: 审查监测报告。

(3) 验收的时间和地点:

验收时间: 第一次验收时间为开始实时监测后的 3 个月, 第二次验收时间为开始实时监测后的 6 个月或项目完工。

验收地点: 云南省文山市文麻 TJ-3 标项目部。

(4) 在合同约定的验收期仍不具备验收条件或验收不合格的, 经甲方同意可给予乙方 14 天的宽限期进行完善和修正。在宽限期内验收合格的, 不视为违约; 宽限期满仍不具备验收条件或验收不合格的, 视为不能履行合同, 乙方承担违约责任, 按合同违约责任条款约定处理。

12、履约担保与质量保证金

12.1 履约担保

本合同无履约担保。

12.2 质量保证金

12.2.1 质量保证金比例: 本合同无质量保证金。

12.2.2 质量期限: 质量保证期限见 “10、保证与陈述” 条款约定。

12.3 质量保证金、履约担保的扣留和支付, 并不免除乙方对交付技术服务质量的保证责任。

13、风险责任的承担

13.1 技术风险

在合同履行过程中, 因出现无法克服的技术困难, 致使技术服务无法开展,

25.1 本合同附件共1件，明细如下：

附件 1：K39+400 边坡泄水洞监控量测及超前地质预报报价清单

（以下无正文）

甲方：（盖章）

法定代表人

或授权签约代表（签字）：

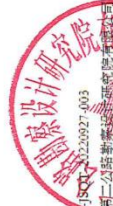


乙方：（盖章）

法定代表人

或授权签约代表（签字）：





合同编号: 02-文研-1801-2020927-003
合同相对方: 中交第二公路勘察设计研究院有限公司

K39+400边坡泄水洞监控量测及超前地质预报技术服务合同
最终结算证书第1期



开始时间: 2022-09-27
截止日期: 2024-01-05

项目及费用明细	合同清单			已完工计量			结算			本期	
	项目	单位	数量	单价	合计	税率(%)	数量	合计	税率(%)	数量	合计
监控量测服务		项	1.000	300,000.00	300,000.00	6.00000%	0.000	0.000	0.00	1.000	300,000.00
一、清单计量合计		-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	300,000.00
二、经济往来扣款		-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00
三、计量结算额 (三=一-二)		-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	300,000.00
四、预付费扣回		-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00
五、暂扣款		-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00
六、暂扣款返还		-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00
七、实际支付 (七=三-四-五+六)		-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	300,000.00

制表人: 陈峰

最终审批人: 沈学军

我方履约代表: 沈学军

相对方履约代表: 王博

签字日期: 2024.1.15

成果文件：

云南省天保至文山高速公路文麻段
K39+400 边坡泄水洞施工期第三方检测

监控量测总报告

报告编号：TJ3-XSD-ZBG

检测标段：TJ-3 合同段

监测周期：2022. 06. 04~2023. 01. 03

隧洞名称：K39+400 边坡泄水洞

编制：王博

审核：李文明

签发：郭少义

中交第二公路勘察设计研究院有限公司

2023 年 01 月 04 日



目录

1. 工程概况	1
2. 监测目的	2
3. 监测依据	3
4. 监测内容及仪器	3
5. 监测频率和预警控制指标	3
5.1. 监测频率	3
5.2. 监测预警控制指标	4
6. 监测方法	5
6.1. 洞内外观察	5
6.2. 地表下沉量测	5
6.3. 拱顶下沉及净空收敛	5
7. 监测成果及数据分析	6
7.1. 进口拱顶下沉数据分析	6
7.2. 进口净空收敛数据分析	10
7.3. 隧洞内外观察	18
8. 结论及建议	18

1. 工程概况

文山至麻栗坡高速公路桩号为YK39+245~YK39+580 (ZK39+300~ZK39+600) 左侧为四级高边坡 (简称“K39+400边坡”)。K39+400 边坡北侧约135m 为现有道路, 道路以北为现有学校及居民区, 见图1.1。



图1.1 K39+400边坡工程区全貌

K39+400 边坡场地覆盖层为第四系全新统崩坡积 (Q_4^{col+dl}) 含砾粉质黏土, 下伏基岩为泥盆系下统翠峰山组 (D_{1c}) 泥质、炭质页岩。受断层影响, 工程区岩体节理裂隙发育, 上部强风化岩体破碎, 且风化差异明显, 局部揉皱, 导致工程区岩体完整性差。

K39+400 边坡采用“抗滑桩支挡+坡面框架锚杆+原挡墙钢轨桩加固+地表排水及地下深层泄水管及集水井排水、支撑渗沟渗井排水”等综合处治措施。该方案从 2022 年 02 月开始施工, 因施工工序及桩的施工工艺等原因, 坡体前缘泄水孔的排水效果并不理想。据监测及现场反馈, 坡体前缘的地下水位较高, 且坡体前缘已施工的方桩及挡墙的变形数据持续加大, 对已施工的方桩及挡墙极为不利。

2022年3月, 我单位完成该边坡的设计处治《三家1号大桥及39+400 边坡处治工程施工图设计变更》, 为了将K39+400边坡地下水尽快排出, 确保构筑物及边坡的稳定, 保证公路的运营安全, 增设了本泄水洞方案。该泄水洞起点桩号K0+000, 设计高程1233.141, 终点桩号K0+307, 设计高程1236.981, 全长307m。泄水洞信息见表1.1, 设计平面图见图1.2。

3. 监测依据

- (1) 云南省文山至麻栗坡高速公路三家 1 号大桥及 K39+400 边坡处治工程地质勘察报告
- (2) 云南省文山至麻栗坡高速公路 K39+400 边坡排水处治工程施工图设计变更等资料
- (3) 《工程测量标准》(GB 50026-2020)
- (4) 《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1-2018)
- (5) 《铁路隧道监控量测技术规程》(QCR 9218-2015)
- (6) 《公路隧道施工技术细则》(JTG/T 3660-2020)
- (7) 《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)
- (8) 国家或行业其它相关规范、强制性标准

4. 监测内容及仪器

表4.1 监控量测内容及主要仪器设备

序号	监测项目	设备名称	设备型号	备注
1	掌子面地质观察	相机、地质罗盘	常规	
2	拱顶沉降	全站仪	徕卡TS09PLUS (1")	
3	周边位移 (净空收敛)	全站仪	徕卡TS09PLUS (1")	

5. 监测频率和预警控制指标

5.1. 监测频率

根据相关规范要求, 监测频率设置一般如下:

表5.1 隧洞监控量测频率一般规定

时间	量测时间段			
	1~15d	16d~1个月	1~3个月	>3个月
量测频率	1次/天	1次/2天	1~2次/周	1~3次/月
备注	量测频率根据围岩实际位移速度做适当修改			

表5.2 不同方式监控量测频率

按测点距开挖面距离的量测频率		按位移速度的量测频率	
监控量测断面距开挖面距离 (m)	监控量测频率	位移速度 (mm/d)	监控量测频率
(0~1) B	2次/d	≥ 5	2次/d
(1~2) B	1次/d	1~5	1次/d
(2~5) B	1次/ (2d~3d)	0.5~1	1次/ (2d~3d)
>5B	1次/7d	0.2~0.5	1次/3d
/	/	<0.2	1次/7d

表5.3 位移管理等级

预警管理等级	管理位移 (mm)	施工状态
III	$U < U_0/3$	可正常施工
II	$U_0/3 \leq U \leq 2U_0/3$	应加强支护
I	$U > 2U_0/3$	立即停止施工、应采取特殊措施

注：U—实测位移值； U_0 —设计极限位移

5.2. 监测预警控制指标

综合三种围岩稳定性判断方式，以位移速率变化趋势为主的预警的判定标准（即速率为主，累计变化为辅的双控指标预警模式）：

（1）洞内（拱顶沉降、净空收敛）预警控制标准

表5.4 洞内监测控制指标

序号	预警等级	预警判定条件	对应管理等级
1	I 级预警	连续2天日变形速率超过10mm，无明显回稳迹象。	I 级管理
2	II 级预警	连续3天日变形速率超过5mm，无明显回稳迹象。	II 级管理
3	III级预警	连续3天日变形速率超过3mm，累计值大于3cm，无明显回稳趋势。	III级管理

（2）洞外（地表沉降）预警控制标准

表5.5 地表监测控制指标

预警级别	速率(mm/d)	累计值(cm)	备注
III	$v > 3$	$U > 3$	地表沉降
II	$3 < v < 10$	$3 \leq U \leq 7$	
I	$v \geq 10$	$U > 7$	

6. 监测方法

6.1. 洞内外观察

在地下工程中,开挖前的地质勘探工作很难提供非常准确的地质资料,所以,在隧洞施工过程中对前进的开挖工作面附近围岩的岩石性质、状态应进行观察,对开挖后动态进行观察,在隧洞监控量测项目中占有很重要的地位。

常用目测观察和产状测量等方法进行现场观测,并做好相关记录,主要观察内容包括:① 岩性、岩层产状;② 地层结构面(节理、裂隙)形态、规模、产状及充填物;③ 不良地质(溶洞、断层、采空区、有害气体等)揭露情况;④ 地下水类型、涌水量、涌水位置、涌水压力等;⑤ 开挖工作面的稳定状态、坍塌、掉块、明显变形、挤出等。

6.2. 地表下沉量测

洞口段、浅埋段的绝对下沉量称为地表下沉值,单位时间内地表下沉值称为地表下沉速度。其量测数据是指导施工工序,保证施工质量和安全的最基本的资料。

通过相对坐标计算高程的绝对变化量。

沉降值计算: $\Delta U_i = U_i - U_{i-1}$

式中: U_i 第 i 次测得与基点高差;

U_{i-1} 第 $i-1$ 次测得与基点高差;

ΔU_i 第 i 次测得的沉降值。

6.3. 拱顶下沉及净空收敛

利用隧道施工共用高程控制网,全站仪自由设站,采用后方交汇法或高程传递,以固定基准点为基准高程,瞄准拱顶沉降测点,可通过相对坐标测读和计算三角形的绝对变化量,测量拱顶下沉值;净空收敛采取对边测量的方法进行观测,在有条件的地段可

采取收敛计进行测量。

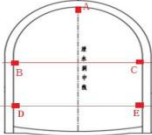
7. 监测成果及数据分析

7.1. 进口拱顶下沉数据分析

各监测断面拱顶累计沉降曲线图变化情况见下表 7.1 和图 7.1~图 7.25

表7.1 泄水洞拱顶沉降统计表 (2022.06.04~2023.01.03)

断面序号/桩号	测点 编号	布设时间	至本月累计沉降 (mm)	备注
1/K0+000	A	2022.06.04	10.3	
2/K0+008	A	2022.06.05	7.6	
3/K0+014	A	2022.06.05	7.1	
4/K0+020	A	2022.06.08	5.9	
5/K0+031.5	A	2022.06.20	3.9	
6/K0+046.5	A	2022.07.04	5.9	
7/K0+064	A	2022.06.27	6.6	
8/K0+078	A	2022.07.03	8.6	
9/K0+092	A	2022.07.18	7.2	
10/K0+105	A	2022.07.27	3.0	
11/K0+125	A	2022.08.02	8.7	
12/K0+153	A	2022.08.13	6.1	
13/K0+160	A	2022.08.21	4.8	
14/K0+168	A	2022.08.21	5.5	
15/K0+174	A	2022.08.22	-2.2	
16/K0+178	A	2022.08.30	4.4	
17/K0+186	A	2022.09.02	12.2	
18/K0+200	A	2022.09.09	8.7	
19/K0+202.5	A	2022.09.16	3.6	
20/K0+210	A	2022.09.16	1.7	
21/K0+225.5	A	2022.09.25	0.7	
22/K0+240.5	A	2022.10.09	-0.1	
23/K0+254	A	2022.10.09	1.2	
24/K0+274	A	2022.10.28	1.5	
25/K0+294	A	2022.10.28	1.7	



备注：“+”表示下沉、“-”表示上抬。

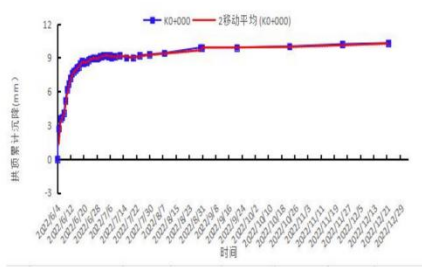


图7.1 K0+000拱顶累计沉降曲线图

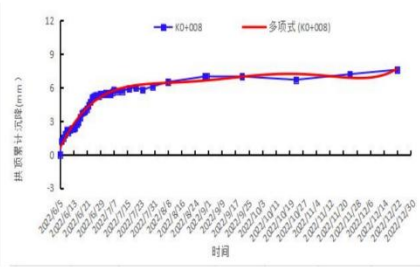


图7.2 K0+008拱顶累计沉降曲线图

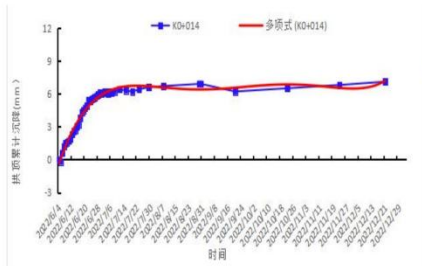


图7.3 K0+014拱顶累计沉降曲线图

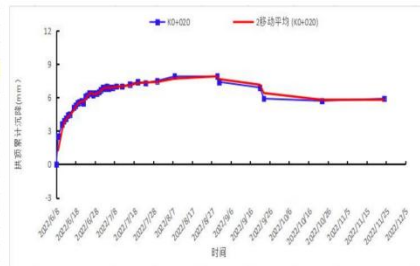


图7.4 K0+020拱顶累计沉降曲线图

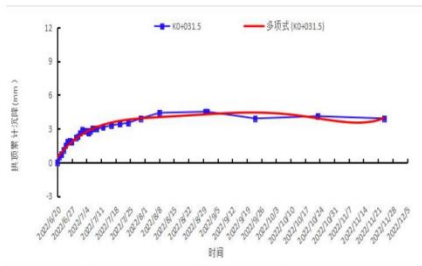


图7.5 K0+031.5拱顶累计沉降曲线图

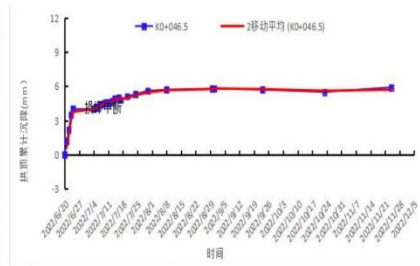


图7.6 K0+046.5拱顶累计沉降曲线图

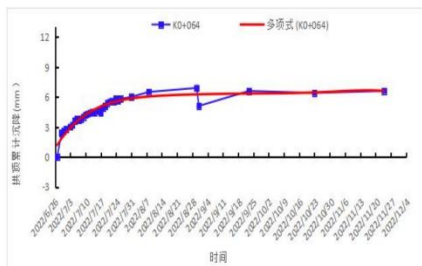


图7.7 K0+064拱顶累计沉降曲线图

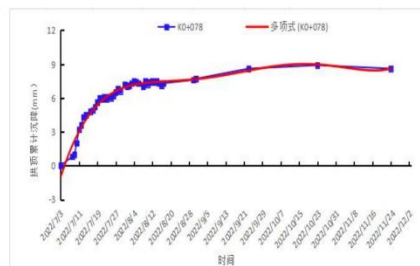


图7.8 K0+078拱顶累计沉降曲线图

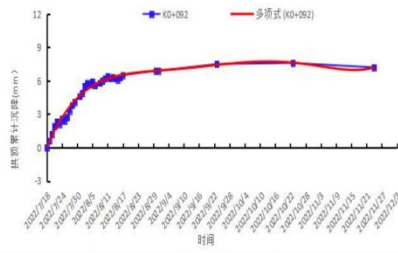


图7.9 K0+092拱顶累计沉降曲线图

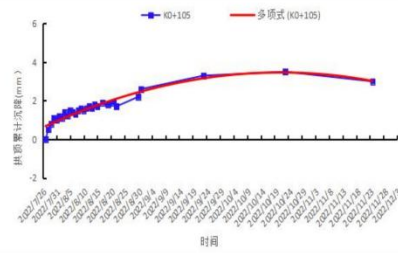


图7.10 K0+105拱顶累计沉降曲线图

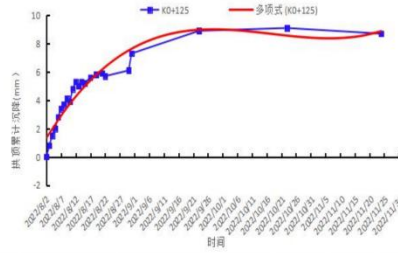


图7.11 K0+125拱顶累计沉降曲线图

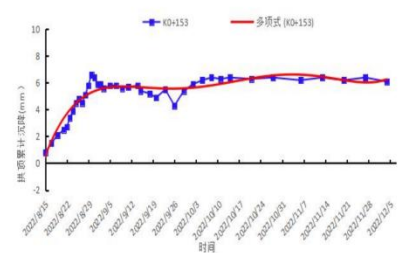


图7.12 K0+153拱顶累计沉降曲线图

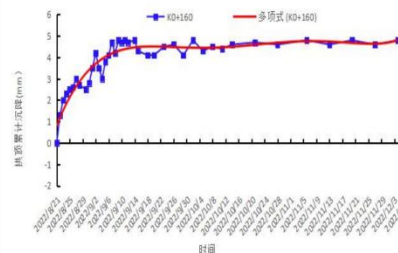


图7.13 K0+160拱顶累计沉降曲线图

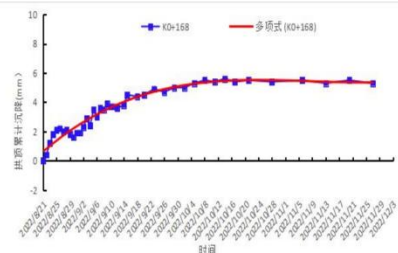


图7.14 K0+168拱顶累计沉降曲线图

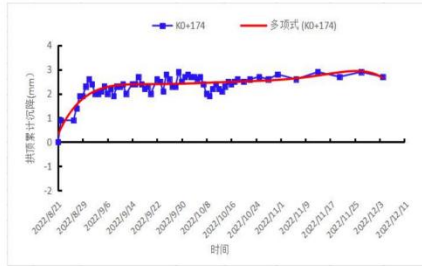


图7.15 K0+174拱顶累计沉降曲线图

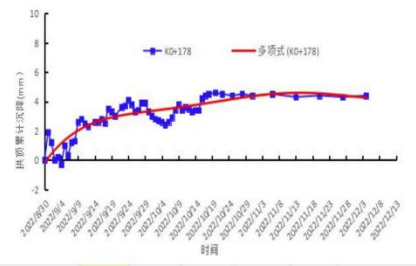


图7.16 K0+178拱顶累计沉降曲线图

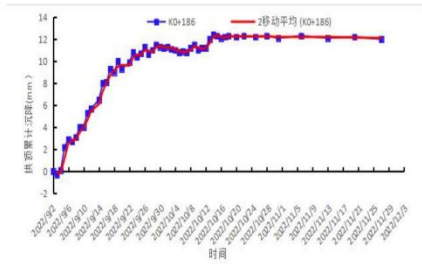


图7.17 K0+186拱顶累计沉降曲线图

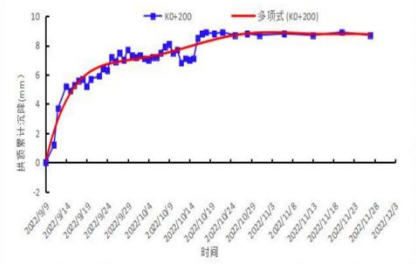


图7.18 K0+200拱顶累计沉降曲线图

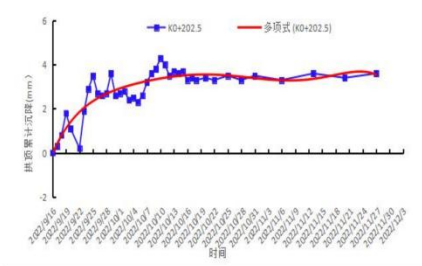


图7.19 K0+202.5拱顶累计沉降曲线图

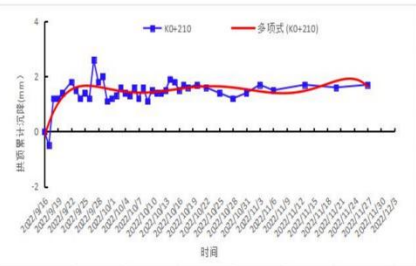


图7.20 K0+210拱顶累计沉降曲线图



图7.21 K0+225.5拱顶累计沉降曲线图

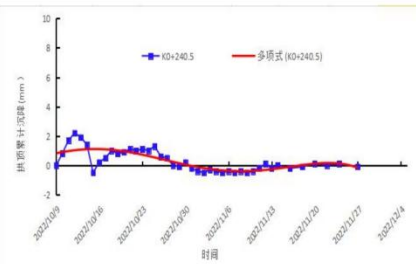


图7.22 K0+240.5拱顶累计沉降曲线图

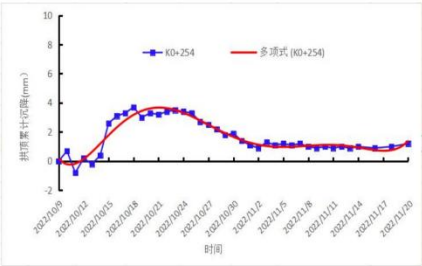


图7.23 K0+254拱顶累计沉降曲线图

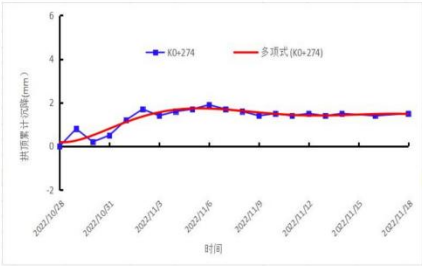


图7.24 K0+274拱顶累计沉降曲线图

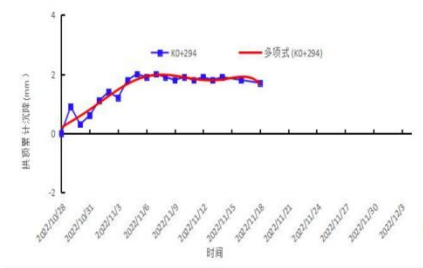


图7.25 K0+294拱顶累计沉降曲线图

7.2. 进口净空收敛数据分析

各监测断面净空收敛曲线图变化情况见下表 7.2 和图 7.26~图 7.67

表7.2 泄水洞净空收敛位移统计表 (2022. 6. 04~2023. 01. 03)

断面序号/桩号	测点编号	布设时间	至本月累计收敛值 (mm)	备注
1/K0+000	B-C	2022. 6. 4	-4. 0	
2/K0+008	B-C	2022. 6. 5	-7. 5	
	D-E	2022. 6. 7	-6. 8	
3/K0+014	B-C	/	/	测点被破坏
	D-E	2022. 6. 11	-7. 5	
4/K0+020	B-C	2022. 6. 8	-6. 8	
	D-E	2022. 6. 8	-12. 8	
5/K0+031. 5	B-C	2022. 6. 13	-5. 5	
	D-E	2022. 7. 20	-5. 4	
6/K0+046. 5	B-C	2022. 6. 20	-4. 6	
	D-E	2022. 6. 21	-5. 7	
7/K0+064	B-C	2022. 6. 27	-1. 8	
	D-E	2022. 6. 27	-1. 7	
8/K0+078	B-C	2022. 7. 3	-1. 3	
	D-E	/	/	测点被破坏

天保至文山高速公路文麻段 K39+400 边坡泄水洞施工期监控量测 (TJ-3 标)

断面序号/桩号	测点编号	布设时间	至本月累计收敛值 (mm)	备注
9/K0+092	B-C	2022. 7. 18	-3. 2	
	D-E	2022. 7. 19	-2. 8	7月25日新初值
10/K0+105	B-C	2022. 7. 29	-3. 9	
	D-E	2022. 7. 28	-3. 5	
11/K0+125	B-C	2022. 8. 2	-1. 1	
	D-E	2022. 8. 2	-2. 6	
12/K0+153	B-C	2022. 8. 13	-1. 9	
	D-E	2022. 8. 13	-2. 8	
13/K0+160	B-C	2022. 8. 21	-2. 6	
	D-E	2022. 8. 21	-4. 7	
14/K0+168	B-C	2022. 8. 21	-11. 7	
	D-E	2022. 8. 22	-10. 9	8月27日新测
15/K0+174	B-C	/	/	8月28日新测遮挡
	D-E	/	/	施工单位未埋设
16/K0+178	B-C	2022. 8. 30	-15. 9	
	D-E	2022. 8. 30	-24. 4	
17/K0+186	B-C	2022. 9. 2	-12. 9	
	D-E	2022. 9. 2	-18. 6	
18/K0+200	B-C	2022. 9. 9	-20. 6	
	D-E	/	/	D点被破坏
19/K0+202. 5	B-C	2022. 9. 16	-3. 5	
	D-E	/	/	施工单位未埋设
20/K0+210	B-C	2022. 9. 16	-12. 7	
	D-E	2022. 9. 16	-14. 6	
21/K0+225. 5	B-C	2022. 9. 25	-2. 1	已施作二衬
	D-E	202. 9. 25	-3. 3	
22/K0+240. 5	B-C	2022. 10. 9	-1. 9	
	D-E	2022. 10. 9	-0. 6	
23/K0+254	B-C	2022. 10. 9	-3. 1	
	D-E	/	/	D点被损坏
24/K0+274	B-C	2022. 10. 28	-0. 4	
	D-E	2022. 10. 28	-1. 1	
25/K0+294	B-C	2022. 10. 28	-2. 0	
	D-E	2022. 10. 28	-3. 5	11月03日新初测
				
备注：“+”表示外扩、“-”表示收缩。				

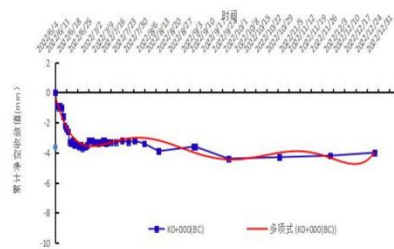


图7.26 K0+000 (B-C) 净空收敛曲线图

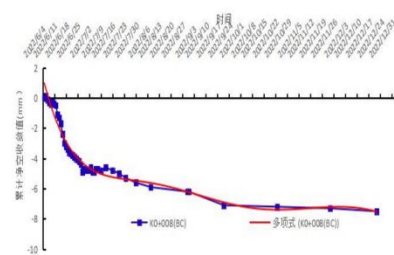


图7.27 K0+008 (B-C) 净空收敛曲线图

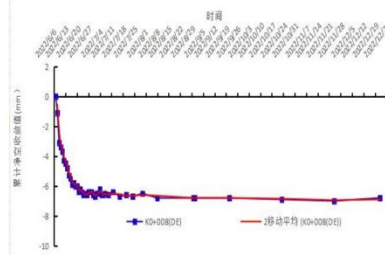


图7.28 K0+008 (D-E) 净空收敛曲线图

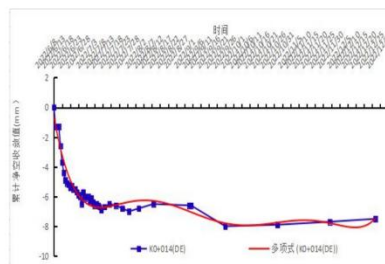


图7.29 K0+014 (D-E) 净空收敛曲线图

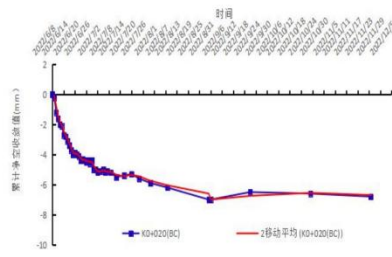


图7.30 K0+020 (B-C) 净空收敛曲线图

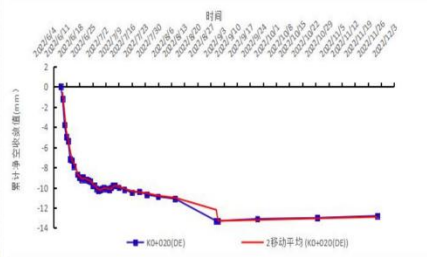


图7.31 K0+020 (D-E) 净空收敛曲线图

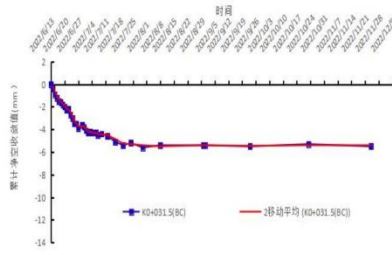


图7.32 K0+031.5 (B-C) 净空收敛曲线图

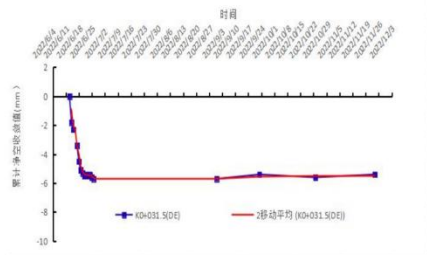


图7.33 K0+031.5 (D-E) 净空收敛曲线图

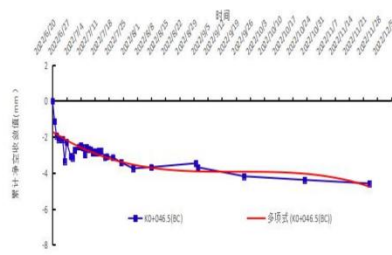


图7.34 K0+046.5 (B-C) 净空收敛曲线图

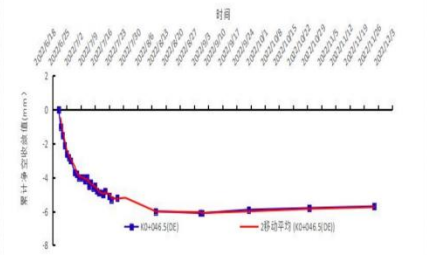


图7.35 K0+046.5 (D-E) 净空收敛曲线图



图7.36 K0+064 (B-C) 净空收敛曲线图

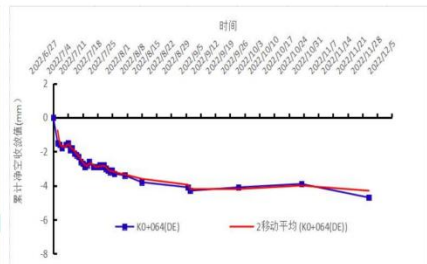


图7.37 K0+064 (D-E) 净空收敛曲线图

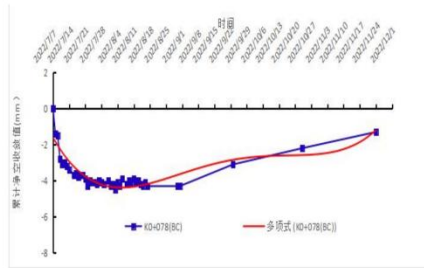


图7.38 K0+078 (B-C) 净空收敛曲线图

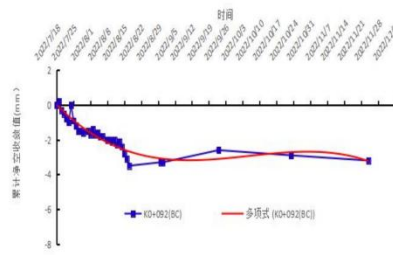


图7.39 K0+092 (B-C) 净空收敛曲线图

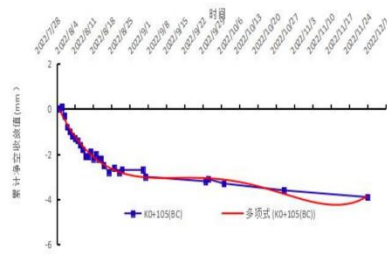


图7.41 K0+105 (B-C) 净空收敛曲线图

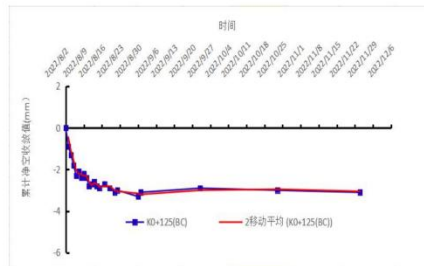


图7.43 K0+125 (B-C) 净空收敛曲线图

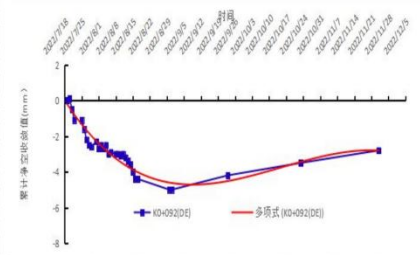


图7.40 K0+092 (D-E) 净空收敛曲线图

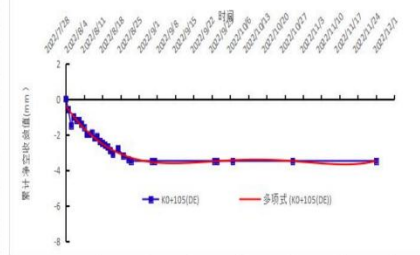


图7.42 K0+105 (D-E) 净空收敛曲线图

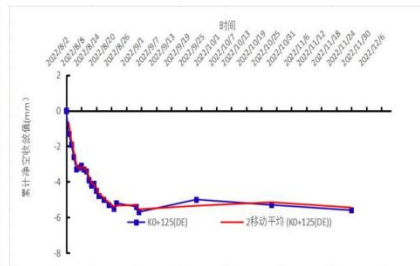


图7.44 K0+125 (D-E) 净空收敛曲线图

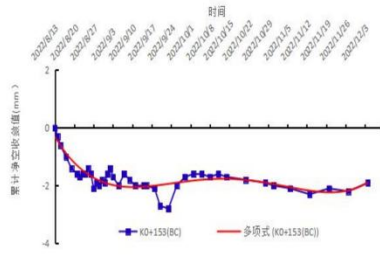


图7.45 K0+153 (B-C) 净空收敛曲线图

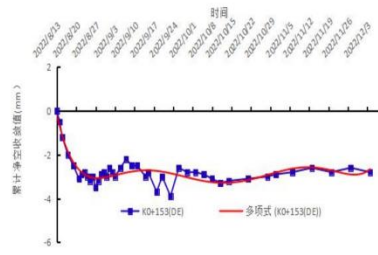


图7.46 K0+153 (D-E) 净空收敛曲线图

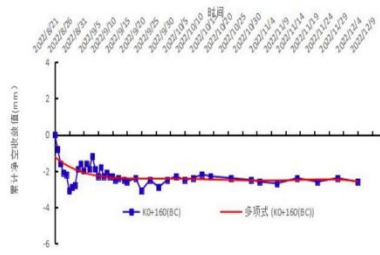


图7.47 K0+160 (B-C) 净空收敛曲线图

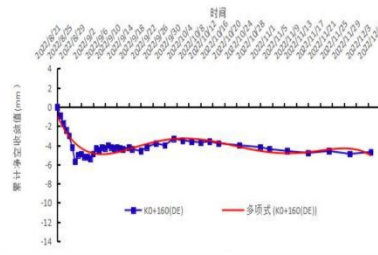


图7.48 K0+160 (D-E) 净空收敛曲线图

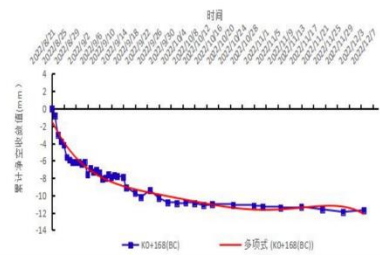


图7.49 K0+168 (B-C) 净空收敛曲线图

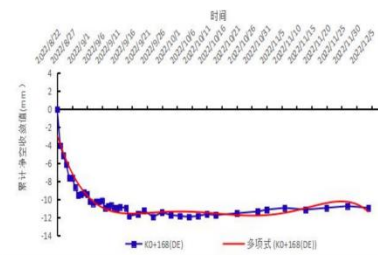


图7.50 K0+168 (D-E) 净空收敛曲线图

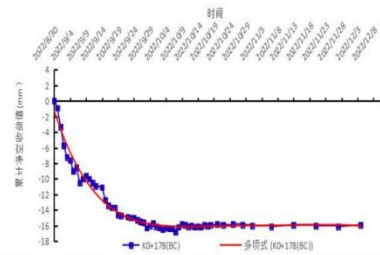


图7.51 K0+178 (B-C) 净空收敛曲线图

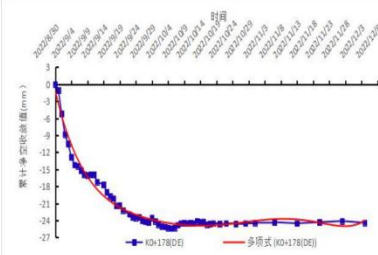


图7.52 K0+178 (D-E) 净空收敛曲线图

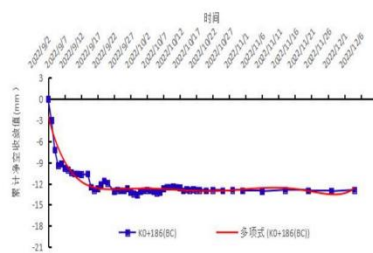


图7.53 K0+186 (B-C) 净空收敛曲线图

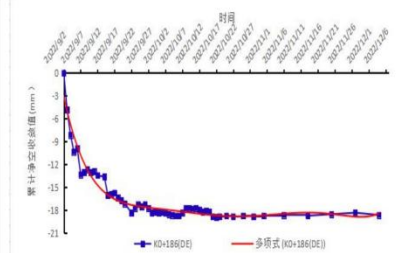


图7.54 K0+186 (D-E) 净空收敛曲线图

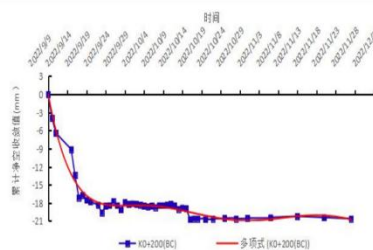


图7.55 K0+200 (B-C) 净空收敛曲线图

/

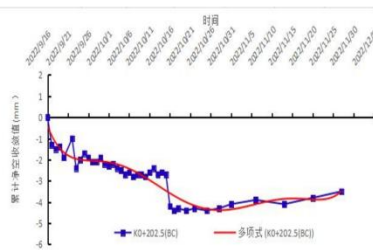


图7.56 K0+202.5 (B-C) 净空收敛曲线图

/

/

/

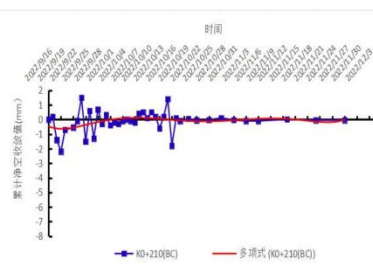


图7.57 K0+210 (B-C) 净空收敛曲线图

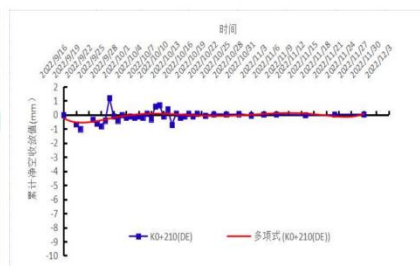


图7.58 K0+210 (D-E) 净空收敛曲线图

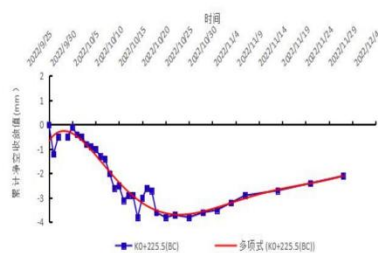


图7.59 K0+225.5 (B-C) 净空收敛曲线图

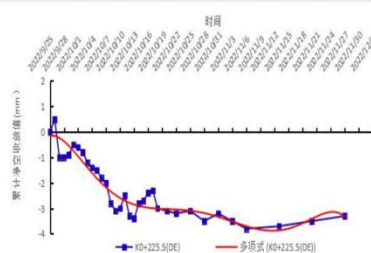


图7.60 K0+225.5 (D-E) 净空收敛曲线图

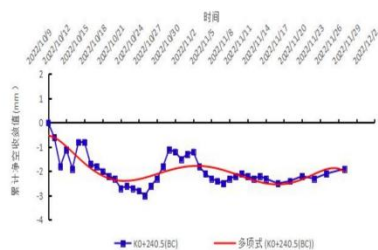


图7.61 K0+240.5 (B-C) 净空收敛曲线图

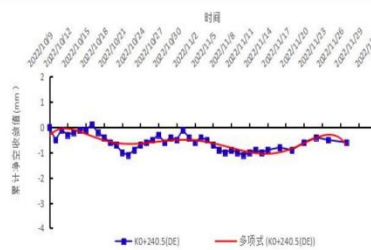


图7.62 K0+240.5 (D-E) 净空收敛曲线图

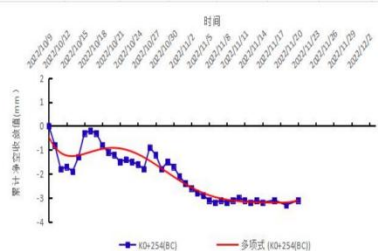


图7.63 K0+254 (B-C) 净空收敛曲线图

/

/

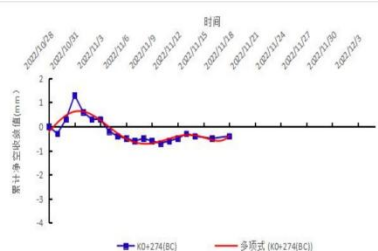


图7.64 K0+274 (B-C) 净空收敛曲线图

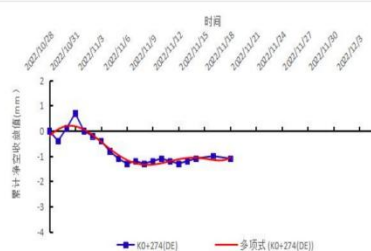


图7.65 K0+274 (D-E) 净空收敛曲线图

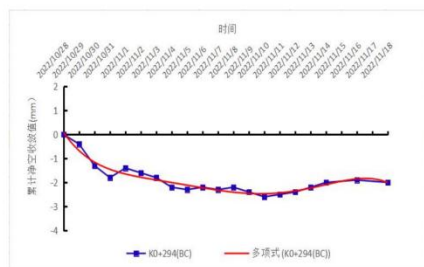


图7.66 K0+294 (B-C) 净空收敛曲线图

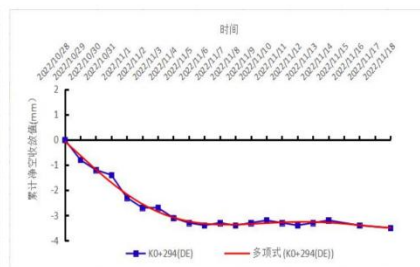


图7.67 K0+294 (D-E) 净空收敛曲线图

7.3. 隧洞内外观察

表7.3 泄水洞内外观察简述 (2022.06.04~2023.01.03)

隧洞名称	洞内观察	洞外观察	备注
K39+400 边坡泄水洞	进口端前100m内, 洞内岩性以土黄色风化岩土、黑色薄层状炭质页岩为主, 岩层由缓倾逐渐变为陡倾, 构造裂隙发育, 围岩较破碎, 掌子面长期湿润, 暴雨后局部渗水, 自稳能力较差, 局部浅埋段 (雨后) 开挖时曾出现几次局部坍塌情况。在101m~258m段, 掌子面总体以黑色页岩为主, 层理面陡倾, 岩性相对单一, 围岩节理裂隙发育, 岩体破碎, 围岩完整性及自稳能力较差; 地下水较发育。开挖至K0+203时拱顶发生局部坍塌。	地表为松散堆积体覆盖层, 局部浅埋段地表布设了排水沟, 本月地表未见明显异常情况。	加强对监测点的保护; 及时埋设监测断面; 浅埋段加强超前支护。

8. 结论及建议

泄水洞于 2022 年 06 月 04 日进场开展监测工作, 截止至 2022 年 12 月 22 日完成隧道施工现场监测工作, 主要监控量测项目内容为进口端泄水洞的拱顶下沉、净空收敛和掌子面等洞内外观察, 对监控量测数据分析, 得出如下结论:

(1) 6 月 27 日掌子面 (K0+070) 顶部局部塌落形成一定空腔, 后注浆加固; 7 月 03 日, 掌子面 (K0+082.5) 拱顶局部塌方, 一定方量的块石土夹杂泥水涌入隧洞。7 月 15 日掌子面 (K0+082.5) 拱顶局部突水、塌方, 一定方量的块石土夹杂泥水涌入隧洞。8 月 20 日掌子面 (K0+174) 拱顶局部突水、塌方, 部分泥水涌入隧洞。9 月 05 日掌子面 (K0+203) 拱顶局部塌方, 一定方量的块石土夹杂泥水涌入隧洞。经超前支护、注浆加固处理后, 后续掘进施工较为正常。

(2) 由监测可知: 在监测断面刚布置的测量初期, 拱顶沉降和净空收敛总体存在

一定量的变形趋势；随着掌子面推进、围岩初支完成，断面的拱顶沉降和净空收敛总体明显放缓，即远离掌子面的断面后续变形收敛较明显。

截止所有断面施作二衬完成，K0+000、K0+008、K0+014、K0+020、K0+031.5、K0+046.5、K0+064、K0+078、K0+092、K0+105、K0+125、K0+153、K0+160、K0+168、K0+174、K0+178、K0+186、K0+200、K0+202.5、K0+210、K0+225.5、K0+240.5、K0+254、K0+274、K0+294 前 14 断面的拱顶下沉、拱腰净空收敛基本稳定，增幅很小，围岩总体较稳定。具体情况如下：

K0+000 断面拱顶累计下沉 10.3mm，拱腰净空累计收敛-4.0mm。

K0+008 断面拱顶累计下沉 7.6mm，拱腰净空累计收敛-7.5mm；边墙净空累计收敛-6.8mm。

K0+014 断面拱顶累计下沉 7.1mm，拱腰测点被遮挡；边墙净空累计收敛-7.5mm。

K0+020 断面拱顶累计下沉 5.9mm，拱腰净空累计收敛-6.8mm；边墙净空累计收敛-12.8mm。

K0+031.5 断面拱顶累计下沉 3.9mm，拱腰净空累计收敛-5.5mm；边墙净空累计收敛-5.4mm。

K0+046.5 断面拱顶累计下沉 5.9mm，拱腰净空累计收敛-4.6mm；边墙净空累计收敛-5.7mm。

K0+064 断面拱顶累计下沉 6.6mm，拱腰净空累计收敛-2.8mm；边墙净空累计收敛-4.7mm。

K0+078 断面拱顶累计下沉 8.6mm，拱腰净空累计收敛-1.3mm；边墙净空累计收敛已被破坏。

K0+092 断面拱顶累计下沉 7.2mm，拱腰净空累计收敛-3.2mm；边墙净空累计收敛-2.8mm。

K0+105 断面拱顶累计下沉 3.0mm，拱腰净空累计收敛-3.9mm；边墙净空累计收敛-3.5mm。

K0+125 断面拱顶累计下沉 8.7mm，拱腰净空累计收敛-3.1mm；边墙净空累计收敛-5.6mm。

K0+153 断面拱顶累计下沉 6.1mm，拱腰净空累计收敛-1.9mm；边墙净空累计收敛-2.8mm。

K0+160 断面拱顶累计下沉 4.8mm，拱腰净空累计收敛-2.6mm；边墙净空累计收敛

-4.7mm。

K0+168 断面拱顶累计下沉 5.5mm, 拱腰净空累计收敛-11.7mm; 边墙净空累计收敛-10.9mm。

K0+174 断面拱顶累计下沉-2.7mm, 拱腰 C 点被通风遮挡; 边墙净测点未埋设。

K0+178 断面拱顶累计下沉 4.4mm, 拱腰净空累计收敛-15.9mm; 边墙净空累计收敛-24.4mm。

K0+186 断面拱顶累计下沉 12.2mm, 拱腰净空累计收敛-12.9mm; 边墙净空累计收敛-18.6mm。

K0+200 断面拱顶累计下沉 8.7mm, 拱腰净空累计收敛-20.6mm; 边墙 D 点被破坏。

K0+202.5 断面拱顶累计下沉 3.6mm, 拱腰净空累计收敛-3.5mm; 边墙测点未埋设。

K0+210 断面拱顶累计下沉 1.7mm, 拱腰净空累计收敛-6.7mm; 边墙净空累计收敛-4.6mm。

K0+225.5 断面拱顶累计下沉 0.7mm, 拱腰净空累计收敛-2.1mm; 边墙净空累计收敛-3.3mm。

K0+240.5 断面拱顶累计下沉-0.1mm, 拱腰净空累计收敛-1.9mm; 边墙净空累计收敛-0.6mm。

K0+254 断面拱顶累计下沉 1.2mm, 拱腰净空累计收敛-3.1mm; 边墙 D 点被破坏。

K0+274 断面拱顶累计下沉 1.5mm, 拱腰净空累计收敛-0.4mm; 边墙净空累计收敛-1.1mm。

K0+294 断面拱顶累计下沉 1.7mm, 拱腰净空累计收敛-2.0mm; 边墙净空累计收敛-3.5mm。

目前已停测断面 K0+000、K0+008、K0+014、K0+020、K0+031.5、K0+046.5、K0+064、K0+078、K0+092、K0+105、K0+125、K0+153、K0+160、K0+168、K0+174、K0+178、K0+186、K0+200、K0+202.5、K0+210、K0+225.5、K0+240.5、K0+254、K0+274、K0+294 具体监测成果如下:

K0+000 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 2.70mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为-0.90mm; 边墙 D 点被破坏, 该断已施作二衬。

K0+008 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.20mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为-0.70mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-2.00mm, 该断已施作二衬。

K0+014 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.80mm, 边墙净空收敛单日最大收敛值为

-1.30mm, 该断已施作二衬。

K0+020 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 2.50mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -0.60mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-2.60mm, 该断已施作二衬。

K0+031.5 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.50mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为-0.50mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-1.80mm, 该断已施作二衬。

K0+046.5 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.30mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为-1.10mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-1.00mm, 该断已施作二衬。

K0+064 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.20mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -0.80mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-0.75mm 该断已施作二衬。

K0+078 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.20mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -1.40mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-3.20mm, 该断已施作二衬。

K0+092 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.70mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 1.00mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-0.60mm, 该断已施作二衬。

K0+105 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.50mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -0.50mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-0.90mm, 该断已施作二衬。

K0+125 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.80mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -0.90mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-1.30mm, 该断已施作二衬。

K0+153 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.80mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -0.50mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-0.70mm, 该断已施作二衬。

K0+160 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.30mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -0.90mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-1.50mm, 该断已施作二衬。

K0+168 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.10mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -2.00mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-4.00mm, 该断已施作二衬。

K0+174 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.90mm, 拱腰净空收敛被通风遮挡; 边墙净空收敛未埋设, 该断已施作二衬。

K0+178 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.90mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -2.40mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-4.10mm, 该断已施作二衬。

K0+186 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 2.10mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -4.20mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为-4.80mm, 该断已施作二衬。

K0+200 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 2.50mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为

-4.30mm; 边墙 D 点被破坏, 该断已施作二衬。

K0+202.5 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.70mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -1.50mm; 边墙未埋设, 该断已施作二衬。

K0+210 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.70mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -2.20mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为 1.20mm, 该断已施作二衬。

K0+225.5 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 1.90mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -1.20mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为 -1.50mm, 该断已施作二衬。

K0+240.5 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 -1.90mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -1.20mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为 -0.50mm, 该断已施作二衬。

K0+254 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 2.20mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -1.00mm; 测点 D 被破坏未修补, 该断已施作二衬。

K0+274 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.80mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 1.00mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为 -0.7mm, 该断已施作二衬。

K0+294 断面拱顶下沉单日最大下沉值为 0.90mm, 拱腰净空收敛单日最大收敛值为 -0.90mm; 边墙净空收敛单日最大收敛值为 0.90mm, 该断已施作二衬。

(3) 施工过程中, 严格按照规范相关要求, 加强断面监测, 根据监测情况适当调整监测频率, 与施工单位保持有效沟通, 为现场安全高效施工提供测量监测技术手段, 保障现场人员的人身安全与设备财产等安全。

(4) 根据测量的结果, 拱顶下沉、周边位移有明显收敛趋势后, 为施做二次衬砌等现场施工提供了有效合理地指导。

总之, 经过现场认真测量, 及时分析监测数据, 掌握了围岩位移变化情况, 从而指导隧道现场施工, 圆满完成泄水洞监控量测任务。