



经八路污水管道连通工程 下穿沪陕高速监测方案

华设设计集团股份有限公司
建筑与市政工程基坑监测项目部
二〇二三年十二月



经八路污水管道连通工程 下穿沪陕高速监测方案

编 制: 夏 坤

复 核: 王 浩

审 核: 刘 宁

华设设计集团股份有限公司
建筑与市政工程基坑监测项目部
二〇二三年十二月

目 录

1 工程概况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 沪陕高速公路概况.....	2
1.3 工程地质概况.....	2
2 监测的原则、依据和目的.....	4
2.1 监测设计原则.....	4
2.2 监测依据.....	4
2.3 监测目的.....	5
3 监测内容.....	5
4 监测频率及周期.....	6
5 监测方法及实施.....	7
5.1 水平位移基准网.....	7
5.2 竖向位移基准网.....	8
5.3 路基边坡水平位移监测.....	12
5.4 路基、边坡沉降监测.....	15
5.5 地表沉降监测.....	18
5.6 桥墩沉降监测.....	19
5.7 桥墩水平位移监测.....	21
5.8 现场巡查.....	25
5.9 监测点的保护及修复.....	26
6 监测控制指标及预警处理措施.....	27
7 监测人员及仪器.....	27
7.1 监测人员.....	27
7.2 监测仪器.....	28
8 监测信息反馈机制.....	28
8.1 成果反馈目的.....	28
8.2 监测成果反馈工作流程.....	28
8.3 监测信息的内容.....	29

8.4 监测工作成果报告的内容及格式.....	29
9 质量及安全保证措施.....	31
9.1 质量保证体系.....	31
9.2 质量保证措施.....	32
9.3 监测进度保证措施.....	32
9.4 安全生产管理措施.....	33
10 监测应急预案.....	34
10.1 组织机构及职责.....	35
10.2 恶劣气候条件下加强监测及信息反馈预案.....	36
10.3 异常情况下的加强监测及信息反馈预案.....	37

1 工程概况

1.1 项目概况

经八路污水管道连通工程起于沪陕高速北侧约 50 米处,污水管道顶管下穿沪陕高速后,再向东顶管穿过平五路,继而沿平五路东侧向南穿过高速横河,再沿集贤路北敷设 d800 污水管道向东排入集贤路预留现状污水井中;通过在西站大道东侧,高速横河南侧河道边坡上设置一座一体化污水提升泵站,将集贤路现状 d800 污水主管及高速北侧汇入的 DN400 近期污水管进行提升,排入西站大道东侧预留的现状 d800 污水管道中。

本工程于 2021 年 7 月 30 日方案汇报中确认沿经八路做 d800 污水管道,顶管过沪陕高速,将高速以北片区污水排到高速以南西站大道现状污水主管;2021 年 9 月 29 日方案汇报中确认采用树脂混凝土一体化泵站,泵筒采用沉井法施工;2022 年 5 月 25 日方案汇报中确认污水管沿经八路西侧,从高速路基段顶管过路。

本工程为经八路污水管道连通工程二期(沪陕高速北侧~平五路东侧),即 W1~W5 段污水管道。W2~W3 段污水管道过沪陕高速采用 d1200 顶管施工;W3~W5 段污水管道开挖施工,过平五路处采用 33m d1200 套管;W3~W5 段污水管道(包括 W5)采用钢板桩支护开挖施工。



图 1-1 施工现场现状

1.2 沪陕高速公路概况

上海—西安高速公路，简称沪陕高速，又称沪陕高速公路，中国国家 高速公路网东西方向主干线之一，是上海至西安的高速公路。

沪陕高速是国家高速公路重点建设规划“十三纵、十五横”中的“第 八横”，也是一条贯穿东南和西北的大通道。

沪陕高速于 2012 年 8 月 14 日全线贯通。起点位于上海市浦东新区五 洲大道沪崇苏立交，自东向西途经的城市有上海—南通—泰州—扬州 —南 京—滁州—合肥—六安—信阳—南阳 —商洛—西安，终点位于西安市灞桥 区田王立交，全长 1490公里。

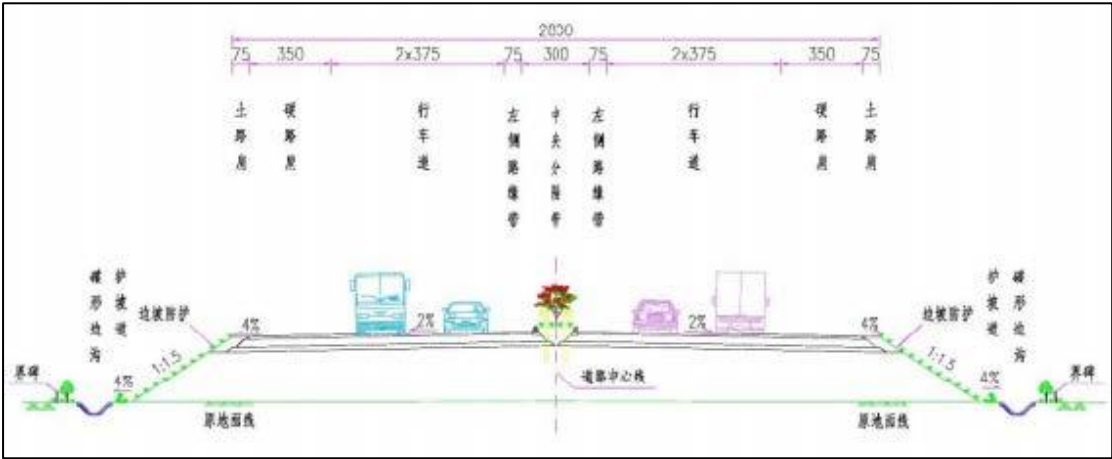


图 1-2 沪陕高速公路路基横断面图

1.3 工程地质概况

1.3.1 工程地质条件

(1) 地层分布及成因

从近代松散沉积单元划分，工程区段除地表为人工填土与老河道、道路的杂填土外，其下沉积序列为陆海相交替，根据地层时代、成因类型，钻孔深度范围内大致可分 4 个工程地质单元体土层，分布情况分层简述如下：

第 1 工程地质单元体土层

填土（层 1）：地表主要以粘性土混粉土为主，混粉砂含碎砖石等杂屑和植物根茎；现部分为压实填土（灰土），地基设计参数请见《平潮经八路污水管道顶管工程地基土层设计参数表》，以下同。

第 2 工程地质单元体土层

粉质粘土与粉土互层（层 2）：韵律结构、千层饼状，灰褐、灰色，含云母有铁锰质斑渍夹微薄层褐黑色腐植质。粉质粘土切面有光泽、无摇振反应，干强度高，韧性高，流塑；粉土摇振反应迅速，无光泽，干强度低，韧性低，很湿，稍密。

第 3 工程地质单元体土层

粉砂夹粉土（层 3-1）：具层状，灰色，含云母有零星贝壳碎片。粉砂矿物成分以石英、长石为主，磨圆度一般，饱和、松散~稍密；粉土摇振反应迅速，无光泽，干强度低，韧性低，很湿，稍密。

粉砂夹粉土（层 3-2）：具层状，灰色，含云母夹薄层褐色粉质粘土。粉砂矿物成分以石英、长石为主，磨圆度一般，饱和、中密；粉土摇振反应迅速，无光泽，干强度低，韧性低，很湿，稍密。

粉砂（层 3-3）：具层状，灰色，含云母夹薄层粉土与褐色粉质粘土。粉砂矿物成分以石英、长石为主，磨圆度一般，饱和、中密。

粉砂（层 3T）：具层状，灰黄色，含云母偶见黄褐色粘性土小粒。粉砂矿物成分以石英、长石为主，磨圆度一般，饱和、密实。

粉砂与粉土互层（层 3-4）：具层状，灰、浅灰黄色，含云母夹薄层褐色粘性土。粉砂矿物成分以石英、长石为主，磨圆度一般，饱和、中密；粉土摇振反应迅速，无光泽，干强度低，韧性低，很湿，中密。

第 4 工程地质单元体土层

粉质粘土（层 4）：韵律结构、千层饼状，灰褐色，含云母。粉质粘土切面光滑、无摇振反应，干强度高，韧性高，软塑。

1.3.2 水文地质条件

场地位于中纬度地带，属亚热带湿润气候，年平均降雨量 1053.5mm，年平均蒸发量 836.2mm。潜水位年最大一般出现在 7~9 月汛期，低值多出现在 11~12 月旱季。

通州区平潮镇历史最高地下水位为地表积水（测站埋深水位）相当于 1985 国家高程基准 3.20m，水位年变幅 1.00m~1.30m±（水位浸润线随地形等高有升降变化）。

场地揭示的土层主要蕴含孔隙潜水。潜水主要赋存于勘察所揭示的土层之中，

水位受地表水及大气降水入渗及侧向迳流补给（地下水位升降受其影响明显），排泄以自然蒸发及侧向迳流为主。

勘察期间经量测钻孔内初见地下水位最浅为标高▽2.64m（初见水位埋深在地表下最为浅 1.48m）；稳定地下水位最浅为标高▽2.85m（稳定水位最浅埋深在地表下 1.27m）。

2 监测的原则、依据和目的

2.1 监测设计原则

（1）连续性原则

监测项目应与设计要求有机的结合，保持资料的系统性、完整性和准确性，制定监测数据检核、验收制度；按照工程施工进度和工况制定监测计划，确保数据的连续性。

（2）可靠性原则

采用新技术、新方法采集监测数据和分析、处理监测成果，确保监测数据的质量，监测中使用的监测仪器、设备均通过计量检定合格且在有效使用期内。

（3）关键部位优先、兼顾全面的原则

对靠近桥墩施工时敏感的区域加密测点数和项目，进行重点监测；对勘察工程中发现地质变化起伏较大的位置，施工过程中有异常的部位进行重点监测；除关键部位优先布设测点外，在系统性的基础上均匀布设监测点。

（4）与施工相结合原则

结合施工实际确定测试方法、监测传感器的种类、监测点的保护措施；结合施工实际调整监测点的布设位置，并确定监测频率。

（5）经济合理原则

监测方法的选择，在安全、可靠的前提下结合工程经验尽可能采用直观、简单、有效的方法；监测点的数量，在确保安全的前提下，合理利用监测点之间联系，减少测点数量，提高工作效率，降低成本。

2.2 监测依据

针对本工程影响范围的高速公路路基及边坡进行沉降和变形监测，监控量测内容拟遵循如下规范及规定：

- (1) 《公路与市政工程下穿高速铁路技术规程》(TB10182-2017)；
- (2) 《建筑变形测量规范》(JGJ 8-2016)；
- (3) 《工程测量标准》GB 50026-2020；
- (4) 《国家一、二等水准测量规范》GB/T12897-2006；
- (5) 工程相关设计方案、施工组织设计、其他国家相关技术规范等。

2.3 监测目的

通过监测工作，要达到以下目的：

(1) 及时发现不稳定因素

由于土体成分的不均匀性、各项异性及不连续性决定了土体力学的复杂性，加上自然环境因素的不可控影响，必须借助监测手段进行必要的补充，以便及时获取相关信息，确保稳定安全。

(2) 验证设计，指导施工

通过监测可以了解土体的实际变形分布，将监测数据与预测值相比较，判断前一步施工工艺和施工参数是否符合预期要求，以确定和调整下一步施工，确保施工安全。将现场测量的数据、信息及时反馈，以修改和完善设计，使设计达到优质安全、经济合理。

(3) 保障施工及相关社会利益

通过对监测数据的分析，调整施工参数、施工工序等一系列相关环节，确保高速公路的使用，有利于保障施工利益及相关社会利益。

3 监测内容

经八路污水管道连通工程下穿沪陕高速公路，为了及时收集、反馈和分析施工过程中对沪陕高速公路桥墩产生的变形信息，从而实现信息化施工，确保施工安全以及高速公路安全正常运营，确定监测内容及范围如表 3-1。

表 3-1 监测内容及范围

序号	监测范围	监测内容
1	高速公路路基边坡	沉降监测
2		水平位移
3	高速公路路基	沉降观测

4	周边地表	沉降观测
5	桥墩	沉降监测
6		水平位移

除此之外，还应做到的工作内容包括：

- （1）对监测范围内的所有监测内容编制有针对性的监测方案；
- （2）针对工程建设过程中，可能发生的各种事故、险情等编制有针对性的监测应急预案，并纳入监测方案；
- （3）定期对本工程高速控制保护区域内的环境、施工作业、地质条件等的变化进行巡查并出具书面报告，对其影响做出分析评价；
- （4）采集初始值，在业主组织下，会同高速公路管理单位、施工单位等相关单位现场确认。

4 监测频率及周期

根据安全影响评价及相关规范的要求，监测频率及周期如表 4-1。

表 4-1 监测频率和周期

观测阶段	观测频率	备注
施工前	-	采集三次平均值作为初始值
施工期间	2次/d	根据所测数据实时调整监测频率，变形值一旦接近规定的允许值，立即分析原因，针对具体情况进行跟踪、加密监测，直至变形稳定为止
施工结束后	使用结束后第1天、第3天、第7天、第15天各监测一次	
工后观测	按6个月监测周期，每15天观测一次，最后100d，变形速率小于0.01~0.04mm/d时，可停测	

注：1、观测时，应同时记录环境温度天气情况。

2、具体监测时间依据施工时间确定，正式施工开始前，做好监测准备工作，施工期间根据施工进度，同步实施监测。

5 监测方法及实施

5.1 水平位移基准网

(1) 水平位移基准网布设

水平位移基准点均选在影响范围以外，并结合现场场地条件和实际施工情况建立现场独立坐标系。选择附近结构稳定的建筑楼顶或周边稳定区域布设平面基准点，工作基点采用观测墩（如图 5.1-1 所示），以减少对中误差对监测工作的影响，观测墩结构尺寸图及现场布设示意图如图 5.1-1 所示。

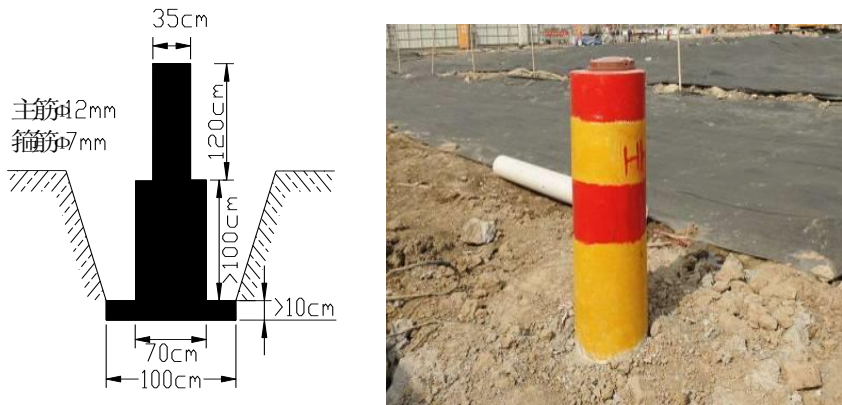


图 5.1-1 平面基准点布设示意图

基准点应定期复测，正常情况每个月复测一次，遇到异常情况及时复测，以检核其稳定性，确保观测成果准确可靠。

(2) 技术要求

水平位移监测控制网采用导线测量方法。

表 5.1-1 水平位移监测控制网的主要技术要求

等级	相邻基准点点位中误差 (mm)	平均边长 (m)	测角中误差 (")	最弱边相对中误差	全站仪标称精度	水平角观测测回数	距离观测测回数	
							往测	返测
二等	±3.0	150	±1.8	≤1/70000	±0.5"、 0.6mm+1.0ppm	4	3	3



a) 全站仪



b) 圆棱镜

图 5.1-2 平面控制网测量设备

(3) 观测实施

水平位移基准网的观测应符合下列规定：

- 1) 仪器或反光镜的对中误差不应大于 2mm；
- 2) 水平角观测过程中，气泡中心的位置偏离整置中心的不宜超过一格。当观测方向的垂直角超过 3° 的范围时，宜在测回间重新整置气泡位置。有垂直轴补偿器的仪器，不受此款的限制。

3) 如受外界因素（如震动）的影响，仪器的补偿器无法正常工作或超出补偿器的补偿范围时，应停止观测。

(4) 成果计算及整理

每日观测结束后，应对外业记录手簿进行检查，当使用电子记录时，应保存原始观测数据，打印输出相关数据和预先设置的各项限差。

水平位移监测控制网测量数据处理前应对基准点的稳定性进行检验和分析。基准网联测后，发现其中控制点异常后，及时分析原因，如确认点位确有变动时，及时对该控制点成果进行修正，同时，所有由此控制点引测的监测点成果，也必须进行修正，确保监测点观测成果的正确性。

5.2 竖向位移基准网

(1) 竖向位移基准网布设

竖向位移基准网采用假定高程系，在影响范围外的建筑物上或周边稳定区域内布设 3 个基准点（BM1~BM3）。并形成附和水准路线，基准网每个月复测一次，遇到异常情况及时复测。

(2) 技术要求

竖向位移监测采用几何水准测量方法。根据《建筑变形测量规范》(JGJ8-2016)对竖向位移监测精度的要求,竖向位移监测基准网及竖向位移监测按二等变形监测等级相关技术要求进行。

表 5.2-1 数字水准仪观测限差 (mm)

等级	两次读数所测高差之差限差	往返较差及附和或环线闭合差	单程双测站所测高差较差限差	检测已测高差之较差限差
二等	± 0.7	$\pm 1.0\sqrt{n}$	$\pm 0.7\sqrt{n}$	$\pm 1.5\sqrt{n}$

表 5.2-2 水准观测主要技术要求

等级	仪器型号	水准尺	视线长度 (m)	前后视距差 (m)	前后视距差累计差 (m)	视线离地面最低高度 (m)	重复测量次数 (次)
II	DS05	铟瓦	≥ 3 且 ≤ 50	≤ 1.5	≤ 5.0	0.55	≥ 2

每次作业开始前应对仪器 i 角检校, i 角检测方法如下:

采用仪器内置的“AIIB”进行仪器 i 角测定, 各台仪器每次观测得到的角均小于 $15''$, 并且日变化较小, 具有较好的稳定性。测定 i 角的“AIIB”检验方法: 将标尺分别立于相距 45m 的 A、B 两点上, 先将仪器架设在 AB 之间距离 A 点 15m 的位置, 分别测量 A 尺、B 尺读数。再将仪器首先架设在 AB 之间距离 A 点 30m 的位置, 分别测量 A 尺、B 尺读数, 仪器将自动计算 i 角值。测站设置如图 5.2-1 所示。

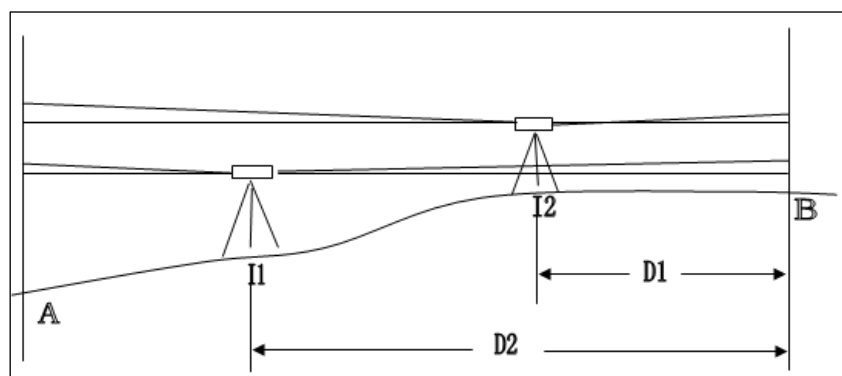


图 5.2-1 水准仪 i 角检测示意图

(3) 观测实施

1) 水准观测应在标尺分化线成像清晰而稳定时进行, 下列情况下, 不应进

行观测：

☐ 日出后与日落前 30min 内；

☐ 太阳中天前后各约 2h 内（可根据地区、季节和气象情况，适当增减，最短间歇时间不少于 2h）；

☐ 标尺分划线的影像跳动剧烈时；

☐ 气温突变时；

☐ 风力过大而使标尺与仪器不能稳定时。

2) 数字水准仪观测方法应符合下列规定：

往、返测奇数站照准标尺顺序为：

☐ 后视标尺；

☐ 前视标尺；

☐ 前视标尺；

☐ 后视标尺。

往、返测偶数站照准标尺顺序为：

☐ 前视标尺；

☐ 后视标尺；

☐ 后视标尺；

☐ 前视标尺。

一测站操作程序如下（以奇数站为例）：

☐ 首先将仪器整平（望远镜绕垂直轴旋转，圆气泡始终位于指标环中央）；

☐ 将望远镜对准后视标尺（此时，应按圆水准器整置于垂直位置），用垂直丝照准条码中央，精确调焦至条码影像清晰，按测量键；

☐ 显示读数后，旋转望远镜照准前视标尺条码中央，精确调焦至条码影像清晰，按测量键；

☐ 显示读数后，重新照准前视标尺，按测量键；

☐ 显示读数后，旋转望远镜照准后视标尺条码中央，精确调焦至条码影像清晰，按测量键。显示测站成果，测站检验合格后迁站。

3) 观测中应注意的事项

☐ 观测前 30min，应将仪器置于露天阴影下，使仪器与外界气温区域一致；

设站时，应用测伞遮蔽阳光；迁站时，应罩以仪器罩。使用水准仪前，还应进行预热。

□气泡式水准仪，观测前应测出置平零点，并作出标记，随着气温变化，应随时调整仪器零点位置。对于自动安平水准仪的圆水准器，应严格置平。

□在连续各测站上安置水准仪的三脚架时，应使其中两脚与水准路线的方向平行，而第三脚轮换置于线路方向的左侧和右侧。

□除路线转弯处外，每一测站上仪器与前后标尺的位置，应接近一条直线；

□转动仪器的倾斜螺旋和测微鼓时，其最后旋转方向，均应为旋进。

□每一测段的往测与返测，其测站数均应为偶数。由往测转向返测时，两支标尺应互换位置，并应重新整置仪器。

□对于数字水准仪，应避免望远镜直接对着太阳；尽量避免视线被遮挡，遮挡不要超过标尺在望远镜中截长的 20%；确信震动源造成的震动消失后，才能启动测量键。

□使用数字水准仪，应将有关参数、限差预先输入并选择自动观测模式，水准路线应避开强电磁的干扰。

（4）成果计算及整理

1) 竖向位移监测基准网每日观测结束后，应对外业记录手簿进行检查，当使用电子记录时，应保存原始观测数据，打印输出相关数据和预先设置的各项限差。

2) 竖向位移监测控制网测量数据处理前应对基准点的稳定性进行检验和分析。基准网联测后，发现其中控制点异常后，及时分析原因，如确认点位确有变动时，及时对该控制点成果进行修正，同时，所有由此控制点引测的监测点成果，也必须进行修正，确保监测点观测成果的正确性。

（5）变形监测基准点稳定性分析

基准网数据在剔除粗差，项目组自检合格后利用平差软件进行计算，得到各工作基准点的高程或坐标。将新测的高程或坐标与之前的高程或坐标进行比较和分析，对基准点和工作基点的稳定性做出判断，并根据下表所列条件进行调整和优化。

表 5.2-3 基准点及工作基点稳定性判断表

序号	高程变化量 $\Delta H = H_{i+1} - H_i$	稳定性评定	高程改正
1	$\Delta H \leq m_i$	稳定	不改正
2	$m_i < \Delta H \leq \sqrt{m_{i+1}^2 + m_i^2}$	较稳定	不改正
3	$\sqrt{m_{i+1}^2 + m_i^2} < \Delta H \leq 2\sqrt{m_{i+1}^2 + m_i^2}$	有沉降的可能性	改正
4	$2\sqrt{m_{i+1}^2 + m_i^2} < \Delta H$	有沉降	改正

注： m_i 为第 i 次观测高程中误差， m_{i+1} 为第 $i+1$ 次观测高程中误差。

5.3 路基边坡水平位移监测

(1) 测点布设

本项目穿越高速公路范围内的路基边坡水平位移监测点沿顶管掘进方向中线向两侧对称布置，监测点埋设于路基边坡坡顶及坡底位置，共布设 4 个监测断面，每个监测断面 5 个水平位移监测点，各监测点间距 10-15m。考虑到对边坡水平位移监测精度高要求，监测点采用 L 型监测小棱镜布设于边坡坡顶及坡底处，具体边坡水平位移监测点布置详见监测点平面布置图，L 型监测小棱镜现场埋设示意图按照图 5.3-1 所示进行埋设。

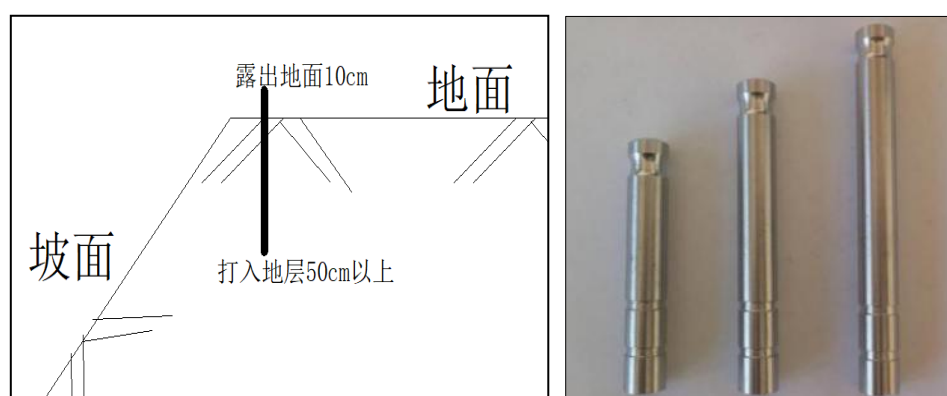




图 5.3-1 边坡水平位移测点布设示意图

(2) 监测方法

水平位移监测点使用后方交会法定向，观测采用极坐标法。采用极坐标法进行监测点观测时，在选定的工作基点上安置全站仪，精确整平对中，定向完成后，瞄准一个基准点作为起始方向，并用其它基准点作检核，按测回法依次测定各监测点与测站连线的角度、距离，计算各监测点坐标，将位移矢量投影至垂直于边坡的方向，根据各期与初始值的坐标比较，计算边坡水平位移矢量。

极坐标法计算原理如所示：

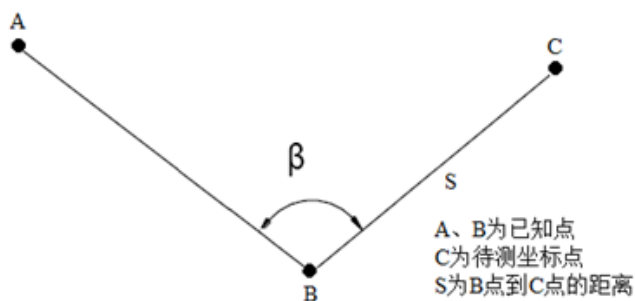


图 5.3-2 极坐标计算原理图

C 点对应坐标计算公式如下：

$$X_C = X_B + S \cdot \cos(\alpha_{BC})$$

$$Y_C = Y_B + S \cdot \sin(\alpha_{BC})$$

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + \beta$$

$$\alpha_{AB} = \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

其中： α_{BC} 为 BC 边方位角， α_{AB} 为 AB 边方位角。

进行极坐标法观测时，在选定的水平位移监测控制点上安置全站仪，精确整平对中，瞄准另一端的水平位移监测控制点进行设站，依次按方向观测法测定两监测控制点水平连线与监测点之间的角度及距离，以所测角度和测站点到监测点的水平距离值（由全站仪测出）作为计算变量，从而计算出监测点沿垂直于边坡边线方向的变化量，即为监测点的水平位移。影响监测精度的误差来源主要是测角误差及测距误差。

根据变形监测相关要求，水平位移观测点坐标中误差为 1.0mm。

当埋设的监测点稳定后，并在顶管掘进前进行测点初始值采集，初始值一般应独立观测 3 次，3 次观测时间间隔尽可能的短，3 次观测值较差满足有关限差值要求后，取 3 次观测值的平均值作为初始值。水平位移变形监测应视顶管掘进情况及时组织实施。

水平位移监测主要使用全站仪及配套棱镜组等以极坐标方法进行观测。历次观测时，将各期观测的监测点坐标变化量投影至线路法向方向，计算水平位移。

数据计算：采用严密平差计算各监测工作点和监测点坐标，与既有坐标比较即可知道监测结构是否发生了变形。

注意事项如下：

- 每个测区的基准点不应少于 3 个，工作基点多少视监测情况而定。
- 对埋设后的监测标志点（桩），应采取适当的保护措施，防止受到毁坏。
- 使用仪器进行观测时，要尽量减少仪器的对中误差、照准误差和调焦误差的影响。监测应在通视良好，成像清晰的有利时刻进行。

（3）数据处理及分析

1) 数据传输及平差计算

观测记录采用全站仪多测回测角测量记录程序进行，观测时可完成各项限差指标控制，观测完成后形成电子原始观测文件，使用控制网平差软件进行严密平差，得出各点坐标。平差计算要求如下：

- 平差前对控制点稳定性进行检验，对各期相邻控制点间的夹角、距离进行比较，确保起算数据的可靠；
- 使用控制网平差软件按严密平差的方法进行计算；
- 平差后数据取位应精确到 0.1mm。

通过各期变形观测点二维平面坐标值，计算投影至垂直于边坡方向的矢量位移，并计算各期阶段变形量、阶段变形速率、累计变形量等数据。

2) 变形数据分析

观测点稳定性分析原则如下：□观测点的稳定性分析基于稳定的基准点作为基准点而进行的平差计算成果；□相邻两期观测点的变动分析通过比较相邻两期的最大变形量与最大测量误差（取两倍中误差）来进行，当变形量小于最大误差时，可认为该观测点在这两个周期内没有变动或变动不显著；□对多期变形观测成果，当相邻周期变形量小，但多期呈现出明显的变化趋势时，应视为有变动。

监测点预警判断分析原则如下：□将阶段变形速率及累计变形量与控制标准进行比较，如阶段变形速率或累计变形值小于预警值，则为正常状态，如阶段变形速率或累计变形值大于预警值而小于报警值则为预警状态，如阶段变形速率或累计变形值大于报警值而小于控制值则为报警态，如阶段变形速率或累计变形值大于控制值则为控制状态。□如数据显示达到警戒标准时，应结合巡视信息，综合分析施工进度、施工措施情况、边坡结构稳定性、周边环境稳定性状态，进行综合判断；□分析确认有异常情况时，应立即通知有关各方。

(4) 观测要求

观测注意事项如下：

□对使用的全站仪、觇牌应在项目开始前和结束后进行检验，项目进行中也应定期进行检验，尤其时照准部水准管及电子气泡补偿的检验与校正；

□观测应做到三固定，即固定人员、固定仪器、固定测站；

□仪器、觇牌应安置稳固严格对中整平；

□在目标成像清晰稳定的条件下进行观测；

□仪器温度与外界温度一致时才能开始观测；

□应尽量避免受外界干扰影响观测精度，严格按精度要求控制各项限差。

5.4 路基、边坡沉降监测

(1) 测点布设

对于本项目下穿段 G40 高速（老路）路基及边坡的沉降观测，监测点沿顶管掘进方向中线向两侧对称布置，监测点埋设于高速公路道路路基两侧边坡坡顶及坡底位置，共布设 4 个监测断面，每个监测断面 5 个沉降监测点，各监测点间距

10-15m。

为保证沉降监测精度，路基、边坡沉降观测点将采用专用沉降道钉埋设设计位置，用植筋胶填充，待植筋胶完全凝固后，测点亦牢靠固定在地表上。具体路基、边坡沉降监测点布置详见监测点平面布置图，监测点布置示意图如下图所示。



图 5.4-1 路基、边坡沉降监测点布设示意图

(2) 监测方法

竖向位移监测采用精密水准测量方法。采用 0.3mm/km 精度电子水准仪及其配套的水准尺。相邻基准点之间的监测点采用附合水准路线进行观测，水准仪的观测方法采用“aBFFB”形式。水准测量中，水准仪 i 角大小及稳定性直接关系到垂直位移测量的成果质量，为确保监测成果质量，项目沉降监测组应定期对 i 角进行检验，且不大于 15"。历次观测时，以水准控制点为基准，测算出各监测点高程。同一测点相邻两次高程差即为本次该测点沉降量（向下沉降量为负值）：本次沉降=本次高程-前次高程；第一次沉降量累加至当次沉降量即为该测点累计沉降量。测点的初测高程测量两次并取其平均值。

沉降值计算公式如下：

$$dh_i = h_i - h_{i-1}$$

$$Dh = (dh_1 + dh_2 + \dots + dh_i)$$

式中：dh_i——本次沉降量；

h_i——本次标高；

h_{i-1}——上次标高；

D_h——本次累计沉降量。

（3）数据处理及分析

观测记录采用电子水准仪自带记录程序进行，观测完成后形成原始电子观测文件，通过数据传输处理软件传输至计算机，检查合格后使用水准网平差软件进行严密平差，得出各点高程值。平差计算要求如下：

□应使用稳定的基准点为起算，并检核独立闭合差及与 2 个以上的基准点相互附和差满足精度要求条件，确保起算数据的准确；

□使用科傻水准网平差软件，平差前应检核观测数据，观测数据准确可靠，检核合格后按严密平差的方法进行计算；

□平差后数据取位应精确到 0.1mm。

通过变形观测点各期高程值计算各期阶段沉降量、阶段变形速率、累计沉降量等数据。

（4）观测要求

观测注意事项如下：

1) 对使用的电子水准仪、条码水准尺应在项目开始前和结束后进行检验，项目进行中也应定期进行检验。当观测成果异常，经分析与仪器有关时，应及时对仪器进行检验与校正；

2) 观测应坚持“五固定”原则，即固定主要观测人员，固定主要观测设备，固定观测路线，固定观测时间，固定数据处理方法。

3) 观测前应正确设定记录文件的存贮位置、方式，对电子水准仪的各项控制限差参数进行检查设定，确保附和观测要求；

4) 应在标尺分划线成像稳定的条件下进行观测；

5) 仪器温度与外界温度一致时才能开始观测；

6) 数字水准仪应避免望远镜直对太阳，避免视线被遮挡，仪器应在生产厂家规定的范围内工作，震动源造成的震动消失后，才能启动测量键，当地面震动较大时，应随时增加重复测量次数；

7) 每测段往测和返测的测站数均应为偶数，否则应加入标尺零点差改正；

8) 由往测转向返测时，两标尺应互换位置，并应重新整置仪器；

9) 完成闭合或附和路线时，应注意电子记录的闭合或附和差情况，确认合格后方可完成测量工作，否则应查找原因直至返工重测合格。

5.5 地表沉降监测

(1) 点位布设

高速公路两侧周边地表沉降监测点沿顶管掘进方向中线向两侧对称布置，监测点埋设于周边土体中，两侧共布设 4 个监测断面，每个监测断面 3 个地表沉降监测点，各监测点间距 10-15m。

在高速公路两侧具备埋设条件的区域地表沉降监测点采用冲击钻在地表钻孔，然后放入 $\Phi 18$ 、长度 500mm 的钢筋头，周边地表沉降监测点在顶管掘进前一周埋设于周边地面的相应位置。为了较为准确地反映周边地表沉降，监测点需埋设在土层上面。具体埋设方法如图 5.5-1、图 5.5-2 所示。

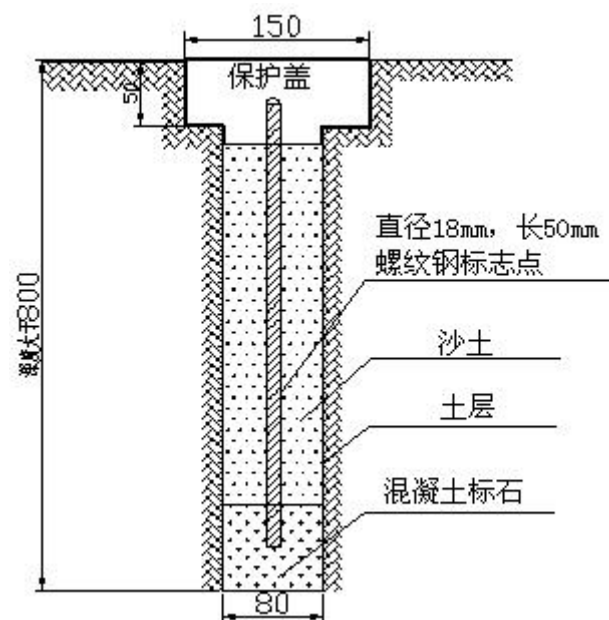


图 5.5-1 周边地表沉降监测点埋设示意图





图 5.5-2 周边地表沉降监测点埋设实景图

(2) 监测方法、数据处理与分析及观测要求

周边地表沉降监测方法、数据处理与分析及观测要求与路基边坡沉降监测相同，不再赘述。

5.6 桥墩沉降监测

(1) 测点布设

拟在每个桥墩距离地面约 0.5m 处布设沉降观测点，每个桥墩布设 1 个，具体的点位布置示意图如图所示。根据桥墩的编号，分别按顺序命名各沉降观测点的编号，共计 4 个桥墩沉降监测点。

桥墩沉降监测点布置示意图如下图所示，采用在结构上钻孔后埋设“L”型点位标志的方法进行。

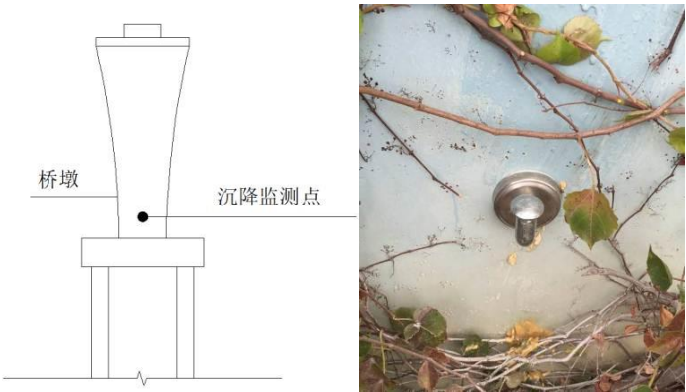


图 5.6-1 桥墩沉降监测点埋设示意图

当现场不具备钻孔埋设测点的条件时，可采用沉降反射条码标志代替。



图 5.6-2 沉降反射条码标志埋设示意图

(2) 监测方法

桥墩沉降监测采用精密水准测量方法。采用 0.3mm/km 精度电子水准仪及其配套的水准尺。相邻基准点之间的监测点采用附合水准路线进行观测，水准仪的观测方法采用“aBFFB”形式。水准测量中，水准仪 i 角大小及稳定性直接关系到垂直位移测量的成果质量，为确保监测成果质量，项目沉降监测组应定期对 i 角进行检验，且不大于 15"。历次观测时，以水准控制点为基准，测算出各监测点高程。同一测点相邻两次高程差即为本次该测点沉降量（向下沉降量为负值）：本次沉降=本次高程-前次高程；第一次沉降量累加至当次沉降量即为该测点累计沉降量。测点的初测高程测量两次并取其平均值。

沉降值计算公式如下：

$$dh_i = h_i - h_{i-1}$$

$$D_h = (dh_1 + dh_2 + \dots + dh_i)$$

式中：dh_i——本次沉降量；

h_i——本次标高；

h_{i-1}——上次标高；

D_h——本次累计沉降量。

(3) 数据处理及分析

观测记录采用电子水准仪自带记录程序进行，观测完成后形成原始电子观测文件，通过数据传输处理软件传输至计算机，检查合格后使用水准网平差软件进行严密平差，得出各点高程值。平差计算要求如下：

□应使用稳定的基准点为起算，并检核独立闭合差及与 2 个以上的基准点相

互附合差满足精度要求条件，确保起算数据的准确；

□使用科傻水准网平差软件，平差前应检核观测数据，观测数据准确可靠，检核合格后按严密平差的方法进行计算；

□平差后数据取位应精确到 0.1mm。

通过变形观测点各期高程值计算各期阶段沉降量、阶段变形速率、累计沉降量等数据。

（4）观测要求

观测注意事项如下：

1) 对使用的电子水准仪、条码水准尺应在项目开始前和结束后进行检验，项目进行中也应定期进行检验。当观测成果异常，经分析与仪器有关时，应及时对仪器进行检验与校正；

2) 观测应坚持“五固定”原则，即固定主要观测人员，固定主要观测设备，固定观测路线，固定观测时间，固定数据处理方法。

3) 观测前应正确设定记录文件的存贮位置、方式，对电子水准仪的各项控制限差参数进行检查设定，确保附合观测要求；

4) 应在标尺分划线成像稳定的条件下进行观测；

5) 仪器温度与外界温度一致时才能开始观测；

6) 数字水准仪应避免望远镜直对太阳，避免视线被遮挡，仪器应在生产厂家规定的范围内工作，震动源造成的震动消失后，才能启动测量键，当地面震动较大时，应随时增加重复测量次数；

7) 每测段往测和返测的测站数均应为偶数，否则应加入标尺零点差改正；

8) 由往测转向返测时，两标尺应互换位置，并应重新整置仪器；

9) 完成闭合或附合路线时，应注意电子记录的闭合或附合差情况，确认合格后方可完成测量工作，否则应查找原因直至返工重测合格。

5.7 桥墩水平位移监测

（1）测点布设

根据评估报告要求，监测范围内的每个桥墩布设 1 个水平位移观测点，根据桥墩的编号，分别按顺序命名各位移观测点的编号，共计 4 个桥墩水平位移监测点。

考虑到对位移监测精度高要求，监测点采用 L 型监测小棱镜或十字反射片布设于墩身侧面，水平位移监测点埋设示意图和监测点标志分别如下图 5.7-1、图 5.7-2 所示。

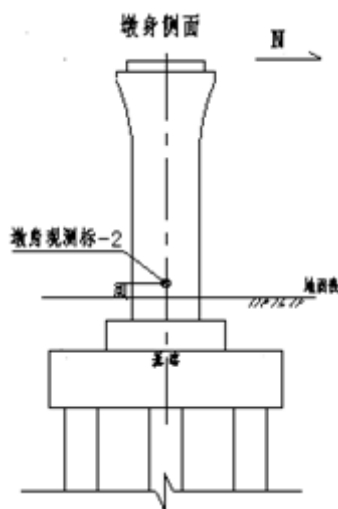


图 5.7-1 桥墩水平位移测点布设示意图

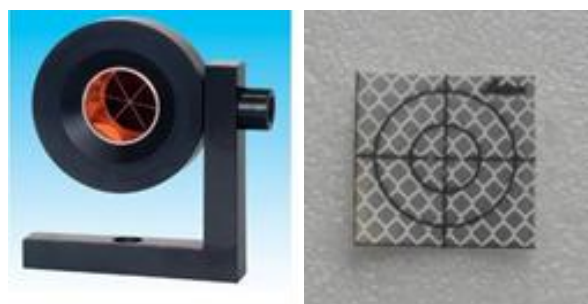


图 5.7-2 桥墩水平位移测点标志

(2) 监测方法

水平位移监测点使用后方交会法定向，观测采用极坐标法。采用极坐标法进行监测点观测时，在选定的工作基点上安置全站仪，精确整平对中，定向完成后，瞄准一个基准点作为起始方向，并用其它基准点作检核，按测回法依次测定各监测点与测站连线的角度、距离，计算各监测点坐标，将位移矢量投影至垂直于顶管掘进的方向，根据各期与初始值的坐标比较，计算桩顶水平位移矢量。

极坐标法计算原理如所示：

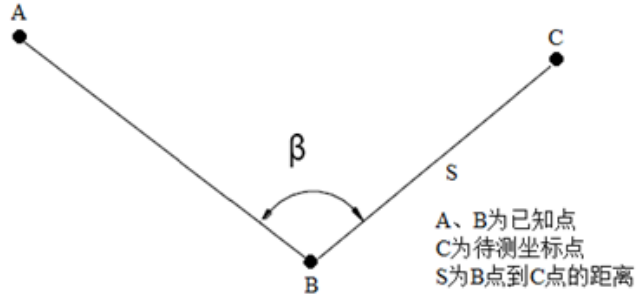


图 5.7-3 极坐标计算原理图

C 点对应坐标计算公式如下：

$$X_C = X_B + S \cdot \cos(\alpha_{BC})$$

$$Y_C = Y_B + S \cdot \sin(\alpha_{BC})$$

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + \beta$$

$$\alpha_{AB} = \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

其中： α_{BC} 为 BC 边方位角， α_{AB} 为 AB 边方位角。

进行极坐标法观测时，在选定的水平位移监测控制点上安置全站仪，精确整平对中，瞄准另一端的水平位移监测控制点进行设站，依次按方向观测法测定两监测控制点水平连线与监测点之间的角度及距离，以所测角度和测站点到监测点的水平距离值（由全站仪测出）作为计算变量，从而计算出监测点沿垂直于顶管掘进方向的变化量，即为监测点的水平位移。影响监测精度的误差来源主要是测角误差及测距误差。

根据变形监测要求，水平位移观测点坐标中误差为 1.0mm。

当埋设的监测点稳定后，并在施工前进行测点初始值采集，初始值一般应独立观测 3 次，3 次观测时间间隔尽可能的短，3 次观测值较差满足有关限差值要求后，取 3 次观测值的平均值作为初始值。水平位移变形监测应视现场情况及时组织实施。

水平位移监测主要使用全站仪及配套棱镜组等以极坐标方法进行观测。历次观测时，将各期观测的监测点坐标变化量投影至线路法向方向，计算水平位移。

数据计算：采用严密平差计算各监测工作点和监测点坐标，与既有坐标比较即可知道监测结构是否发生了变形。

注意事项如下：

- 每个测区的基准点不应少于 3 个，工作基点多少视监测情况而定。
- 对埋设后的监测标志点（桩），应采取适当的保护措施，防止受到毁坏。
- 使用仪器进行观测时，要尽量减少仪器的对中误差、照准误差和调焦误差的影响。监测应在通视良好，成像清晰的有利时刻进行。

（3）数据处理及分析

1) 数据传输及平差计算

观测记录采用全站仪多测回测角测量记录程序进行，观测时可完成各项限差指标控制，观测完成后形成电子原始观测文件，使用控制网平差软件进行严密平差，得出各点坐标。平差计算要求如下：

- 平差前对控制点稳定性进行检验，对各期相邻控制点间的夹角、距离进行比较，确保起算数据的可靠；
- 使用控制网平差软件按严密平差的方法进行计算；
- 平差后数据取位应精确到 0.1mm。

通过各期变形观测点二维平面坐标值，计算投影至垂直于顶管掘进方向的矢量位移，并计算各期阶段变形量、阶段变形速率、累计变形量等数据。

2) 变形数据分析

观测点稳定性分析原则如下：□观测点的稳定性分析基于稳定的基准点作为基准点而进行的平差计算成果；□相邻两期观测点的变动分析通过比较相邻两期的最大变形量与最大测量误差（取两倍中误差）来进行，当变形量小于最大误差时，可认为该观测点在这两个周期内没有变动或变动不显著；□对多期变形观测成果，当相邻周期变形量小，但多期呈现出明显的变化趋势时，应视为有变动。

监测点预警判断分析原则如下：□将阶段变形速率及累计变形量与控制标准进行比较，如阶段变形速率或累计变形值小于预警值，则为正常状态，如阶段变形速率或累计变形值大于预警值而小于报警值则为预警状态，如阶段变形速率或累计变形值大于报警值而小于控制值则为报警态，如阶段变形速率或累计变形值大于控制值则为控制状态。□如数据显示达到警戒标准时，应结合巡视信息，综合分析施工进度、施工措施情况、周边环境稳定性状态，进行综合判断；□分析确认有异常情况时，应立即通知有关各方。

(4) 观测要求

观测注意事项如下：

- ☐对使用的全站仪、觇牌应在项目开始前和结束后进行检验，项目进行中也应定期进行检验，尤其时照准部水准管及电子气泡补偿的检验与校正；
- ☐观测应做到三固定，即固定人员、固定仪器、固定测站；
- ☐仪器、觇牌应安置稳固严格对中整平；
- ☐在目标成像清晰稳定的条件下进行观测；
- ☐仪器温度与外界温度一致时才能开始观测；
- ☐应尽量避免受外界干扰影响观测精度，严格按精度要求控制各项限差。

5.8 现场巡查

在工程施工期间，为了尽可能保护高速结构安全，项目组监测期间将对现场进行现场巡视，及时现场了解施工方案的执行情况，并获取现场施工的相关信息，及时形成书面材料文件上报相关部门，并结合监测数据与巡视工况数据，提交初步分析意见。

项目施工现场巡视格式如下：

项目名称				
巡视日期			巡视人员姓名与电话	
项目建设单位现场 联络人姓名			项目建设单位现场联络人电 话	
监测 现场 巡查 记录	项目现场施 工状况			
	高速桥墩现 场巡查状况			

5.9 监测点的保护及修复

(1) 测点保护管理

监测单位和施工单位应做好测点保护工作，监理单位应督促实施，确保监测点和监测元件在施工过程中不被破坏，保证数据的连续性。

1) 监测单位应采取做好测点保护措施和醒目标牌，如图 5.9-1 所示。



图 5.9-1 监测点保护措施及标识

2) 施工单位应对现场作业班组人员做好测点保护交底，安排专人负责测量保护，并明确测点保护责任和处罚措施。

3) 监测单位做好易破损监测点的点之记台账，留存监测点埋设过程和完成后的影像资料，便于测点核实和恢复，以及责任追究。

(2) 测点恢复与验收

由于施工现场的复杂性，在监测过程中，一部分监测点不可避免的会被破坏。为保证监测数据的连续性，监测单位应针对不同测点及时采用不同的补救方法在测点破坏 2~3 天完成测点恢复。

1) 沉降监测点恢复措施

①在原监测点处用工具清理出沉降监测点，并重新测取标高。如不能恢复，则在原点旁重新布置监测点。

②在新布设的监测点旁做醒目标志，并提醒施工作业人员加以保护。

2) 水平位移监测点恢复措施

测点破坏后只能重新在原测点旁布点，并重新采集坐标值。

测点恢复完成后，监测单位应报监理单位进行验收，测点验收结果应形成监测点布设验收记录表。

6 监测控制指标及预警处理措施

路基边坡变形观测的报警值根据规范的要求确定，预警值取值为报警值的70%，具体如表所示。

表 6-1 变形监测累计变量预报警值

序号	监测项目	预警值	报警值	备注
1	路基边坡水平位移	±7mm	±10mm	
2	路基边坡沉降	±7mm	±10mm	
3	地表沉降	±7mm	±10mm	
4	桥墩沉降	±1mm	/	
5	桥墩水平位移	±1mm	/	

当单次监测数据达到预警值时，及时通知施工方、监理方、业主方负责人，以便在施工过程中采取相应措施减小施工对高速线路的影响。

当监测数据达到报警值的累计值时必须立即报警，若情况比较严重，应立即通知监理单位、业主方及施工单位项目负责人。我方参与业主方组织的应对措施、方案评审，同时应加强监测，提高监测频率，及时向相关单位报告监测结果，为应对措施、方案的选定及效果提供准确可靠的监测数据。

7 监测人员及仪器

7.1 监测人员

为完成本工程的监测工作，安排有坚实理论基础和丰富监测经验的技术人员参与监测工作。

表 7.1-1 主要监测技术人员

序号	姓名	职务	职称	学历	专业	工作内容
1	夏坤	项目负责人	工程师	硕士	测绘工程	项目技术方案与监测报告审查
2	黄浩	技术负责人	工程师	硕士	测绘工程	方案编制、项目成果复查
3	缪健楠	现场负责人	助理工程师	大专	道桥工程	项目现场组织实施
4	汪海啸	监测人员	助理工程师	本科	交通工程	现场监测
5	蔡雪顺	监测人员	助理工程师	大专	工程管理	现场监测
6	蒋旭东	监测人员	技术员	大专	道桥工程	现场监测

注：其他辅助监测人员根据现场监测实际需要投入，以保证监测工作的顺利开展。

7.2 监测仪器

投入仪器见表 7.2-1。

表 7.2-1 监测仪器及精度一览表

序号	仪器名称	型号	标称精度	产地	数量	备注
1	高精度全站仪	Trimble S9	0.5"、0.6mm+1.0ppm	瑞士	1 台	
2	精密水准仪及 配套铟瓦尺	Leica LS15	0.3mm/km	瑞士	1 台	
3	基座、棱镜	Leica	/	瑞士	2 套	辅助棱 镜若干
4	数据处理软件	科傻、LGO	/	中国	1 套	
5	台式电脑	惠普	/	中国	2 套	
6	打印机	佳能	/	中国	1 套	
7	车辆	吉利	/	中国	1 辆	

注：其他仪器根据监测需要投入。

8 监测信息反馈机制

8.1 成果反馈目的

- 1) 为了促进监测信息报送工作的规范化、制度化。
- 2) 确保监测信息的及时、有效，帮助施工单位全面快速掌控全线监测信息及预警信息。

8.2 监测成果反馈工作流程

监测单位日报电子版（QQ 群或者微信群）当日发送监理单位、建设单位。

纸质版于次日报送监理单位、建设单位。

监测成果反馈工作的流程如下图：

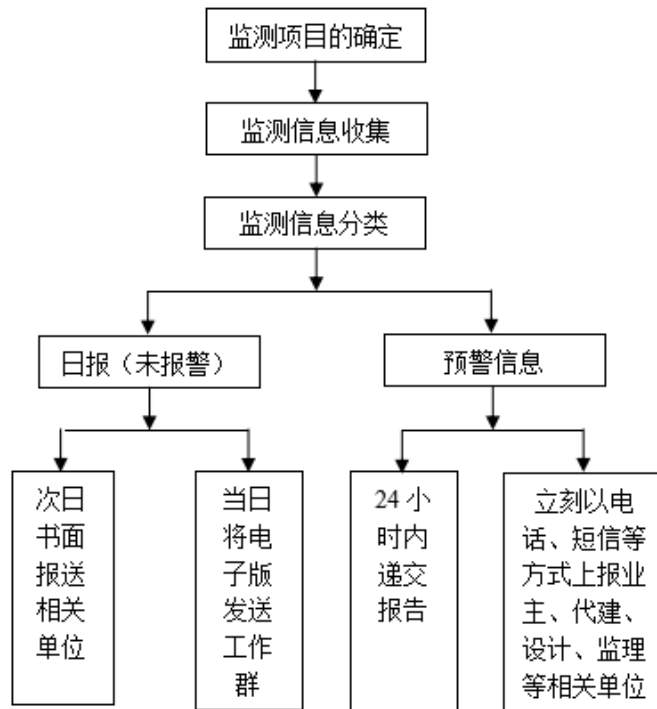


图 8.2-1 监测信息报送工作的流程图

8.3 监测信息的内容

监测信息的内容主要包括：

- 1) 监测数据：主要包括监测数据分析说明、监测项目、测点布置图、监测成果表（包括阶段测值、累计测值、变形差值、变形速率、数据预警判断结论等）、监测时程变化曲线，沉降断面图；
- 2) 巡视信息：主要包括周边环境巡视信息、支护结构巡视信息、作业面观察及地质描述信息等，成果包括周边环境巡视成果表、巡视情况图片等；
- 3) 风险评估及预警建议信息。

8.4 监测工作成果报告的内容及格式

监测成果报告中包含技术说明、监测时间、使用仪器、依据规范、监测方案及所达到精度，列出监测值、累计值、变形率、变形差值、变形曲线，并根据规范及监测情况提出结论性意见。

监测成果报告必须能以直观的形式（如表格、图形等）表达出获取的与施工过程有关的监测信息（如被测指标的当前值与变化速率等），监测结果一目了然，可读性强。

监测成果报告分日报、预警报告和最终成果报告。

1) 日报

日报的主要内容包括：

- (1) 工程概况及施工进度
- (2) 监测数据汇总
- (3) 现场安全巡视表
- (4) 监测数据分析与安全状态评定

2) 最终报告的内容

- (1) 工程概况（包括具体的施工进度）；
- (2) 监测目的与内容；
- (3) 监测项目与测点布置；
- (4) 采用的仪器型号、规格和标定资料；
- (5) 数据采集和观测方法；
- (6) 监测资料的分析处理；
- (7) 监测值全时程变化曲线；
- (8) 监测结果评述。
- (9) 提供以下图表：

☐ 各项监测成果表；

☐ 典型测点的变化值——时间曲线图；

☐ 土体测斜监测提供测斜孔沿深度方向的水平位移变化值曲线；

☐ 沉降断面图；

☐ 监测测点布置图；

☐ 结合工程实际情况提供其它分析图表（如等沉降值线图、测点的变化值随施工进展（或受力变化）变化曲线等）。

报告提交后，以各工点为单位，按监测时间顺序，将监测原始资料、日报、最终成果报告分电子文件和书面文件存档。电子文件部分，信息管理系统中数据库部分要转换成常见数据库格式，仪器采集部分按最原始的格式保存。书面文件，原始资料与报告分别归存。最后所有存档资料一并归入本公司资料室管理。

9 质量及安全保证措施

9.1 质量保证体系

监测小组将严格按照质量手册、程序文件及作业指导书的有关程序进行操作，保证监测成果的准确性和可靠性。并针对本项目要求，我们将参照质量保证体系控制要点框图（参见图 9.1-1）控制项目的质量。

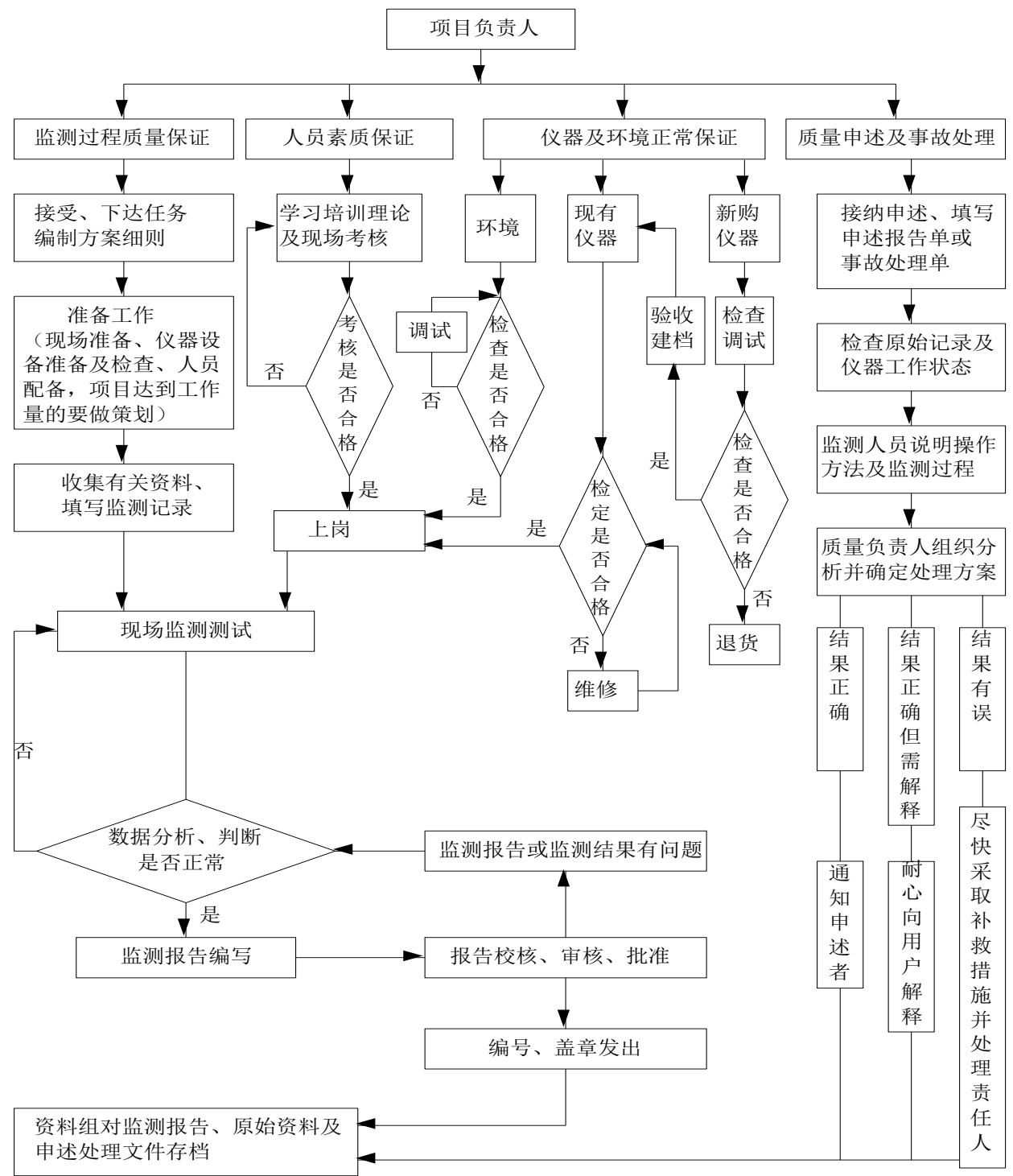


图 9.1-1 质量保证体系控制要点框图

9.2 质量保证措施

1) 质量监控小组

任命有经验的技术人员担任质量负责人；由项目负责人、技术负责人成立质量监控小组，对监测质量进行控制。质量监控小组成员对各个环节进行定期检查和不定期的抽查，召开质量分析会，发现问题及时解决，及时改正。建立质量奖惩制度，奖优罚劣，对造成事故的责任人处以重罚。

2) 技术方案审核制度

技术方案是质量保证的根本，方案编写应深入细化，明确做什么与怎么做，对于重点、难点特别指明。在施工前本公司将组织技术人员和操作骨干，学习规范与特别要求，并总结要点，重点学习，避免原则性错误的发生。所有监测方案均进行三级审核，由技术负责人审批后报业主批准。

3) 技术交底制度

技术方案的贯彻、执行是质量保证的关键，直接影响到工程质量能否达到省、部优要求。在每个方案实施前需对操作员、记录员等进行技术交底，操作者必须严格执行规范、标准、技术方案，明白技术要求、工序流程、质量标准、安全措施等。操作员与记录需在技术方案实施单上签字认可，对于方案的实施负全部的责任。方案的实施由工程主持人直接指导、质量监控小组监督。

4) 会审制度

技术部在工序开始前组织质量监督员、操作员或当事人、工程主持人共同会审，提出问题，做好预控工作，将隐患消灭在萌芽状态。

5) 人员素质

主要人员有相当的专业基础知识，并取得相应岗位的上岗证。对全体工作人员进行有计划的培训，在专业知识和操作技能上与所担负的工作相适应，人员上岗前要通过考核。本项目配备有较高专业知识和丰富工程经验的人员，项目负责人和技术负责人经验丰富，具有工程管理、工程协调和处理复杂技术问题的能力。项目人员专业搭配全面合理，有措施控制人员素质能够保证满足工程需要。

9.3 监测进度保证措施

在进场后在规定的时间内提供监测报告。为保证项目实施的正常有序进行，保证检测进度的措施有：

- (1) 投入足够的检测设备和监测人员，以满足监测的需要；
- (2) 所有监测人员熟悉所需监测的项目，能够熟练完成；
- (3) 能够合理安排时间，在监测计划中留有调整时间，在遇到恶劣条件或其他难以预测的情况发生时随时调整；
- (4) 根据实际情况及委托方的要求，制定监测工作计划，确保按时保质完成任务。

9.4 安全生产管理措施

(1) 基本安全原则

我院严格遵守《中华人民共和国安全生产法》，在监测过程中认真执行有关指导安全、健康与环保卫生方面的法规和规范。并提供相应的安全装置、设备与保护器材及采取有效合理的措施，保护现场工作人员的生命、健康及安全。

(2) 设置专职安全员

在本工程施工期间，我院在施工现场常设一名专职安全员，负责全面的安全工作。其主要任务包括制定健康保护与事故预防措施和个人检查，查看所有安全规则与条例的实施情况。该专职安全员应具有做安全工作的资格，且熟悉所实施的工作类型。

(3) 监测人员安全保护措施

□对该项目的所有人员进行一次技术、安全培训，教育员工牢固树立“安全第一、预防为主”的正确指导思想，牢固树立安全意识。

□进行监测时，必须佩戴安全帽。

□进行监测时，必须联系施工单位的负责人，及时了解施工状况，在确保安全的情况下，才可进行工作。

□严格遵守作业时间，夜间作业须做好安全防护及照明措施，严格执行管理方制定的安全施工管理制度，特殊情况下的监测要另行报批。

□进入施工现场内，务必保持注意力高度集中，现场人数应保证在 2 人以上（含 2 人），以保证人员之间信息及时沟通。

□制定定期检查制度，明确安全检查内容，加强安全生产检查力度。及时消除事故隐患，防止事故发生，确保施工安全生产。

□杜绝违章作业，因管理不善所造成的责任事故，要追究其管理人员的责任。

□及时收集、编制、整理各项安全资料，接受上级有关部门的检查验收，保证安全生产的顺利进行。

□经常开展各种防灾、避灾和救灾教育，把安全教育制度作为日常工作重点。

（4）监测点安全保护措施

观测数据的连续性是靠监测点的连续为基础的。结合本工程的具体情况，提出如下监测点安全保护措施：

□在施工期间，施工单位要特别注意监测点的保护工作，任何人员机械设备不得碰撞监测点。

□监测点布设后，在监测点周围做好防护标志，提醒各方工作人员注意保护。

□基准点（控制点）应定期进行检测。在施工过程中应适当缩短观测时间间隔，点稳定后，检测周期可以适当延长。当对变形观测成果发生怀疑时，应随时进行检核。

（5）可能发生问题的处理措施

无论何时，一旦发生危害工程或人身、财产安全、作业进度和质量事故时，我方立即采取必要的抢救措施，同时立即暂停此项目和与之有关的项目的一切活动。应急预案如下：

□安全事故发生后，我方以最快的方式，将事故的简要情况向业主及相关单位报告。

□发生重大事故后，应严格保护事故现场，采取有效措施抢救人员和财产，防止事故扩大。

事故报告书面报告应包含以下内容：

a.工程项目名称，事故发生的时间、地点，建设、设计、施工、监理单位名称；

b.事故发生的简要经过、造成的损失状况和直接经济损失的初步估计；

c.事故发生原因的初步判断；

d.事故发生后采取的措施及事故控制情况；

e.事故报告单位。

10 监测应急预案

本工程由于是在地面以下施工，极易受周围环境和自然因素影响，不确定因

素多，易产生安全隐患和安全事故，为了对国家财产和人民生命安全高度负责，做到防患于未然，除加强日常监测工作、及时提供准确、可靠的监测数据供相关人员分析外，针对灾害性天气和突发事件，为确保万无一失，还应建立应急反应机制，制定应急预案。

10.1 组织机构及职责

我公司成立生产安全事故应急救援领导小组，负责统一组织指挥，协调监测应急救援工作。领导小组下设办公室、施工救抢险组、安全保卫组。应急救援领导小组成员如下：

组 长：夏坤（15295551285）

副组长：黄浩（13260851858）

应急救援电话：交通事故 110、122；火警 119；急救中心 120。

1) 领导小组主要职责

- （1）组织生产安全事故的施救、安全保卫、医疗救护和善后处理。
- （2）统一协调生产安全事故的施救。
- （3）统一调动救援人员、物资、设备和材料。

2) 办公室主要职责

- （1）负责传达领导小组各项指令。
- （2）负责事故应急处理的综合协调工作。
- （3）负责施救抢险组、各部门之间的协调工作。
- （4）负责协调施救抢险组调用施救、抢险物资、设备、人员和器材。
- （5）负责信息采集和领导小组交办的其他工作。

3) 施救抢险组主要职责

- （1）具体制定并实施防止事故扩大的安全防范措施。
- （2）按生产安全事故性质，类别、影响范围等基本情况，制定抢险方案。
- （3）常年处于战备状态，救援人员必须保证信息畅通，做到随叫随到。每年组织一次抢险演练。
- （4）救援设备必须处于良好状态，保证拉得出，用得上。
- （5）组织指挥现场救援和统一指挥现场施救队伍。
- （6）完成领导小组交办的其它任务。

4) 安全保卫组主要职责

(1) 协助民警和安全保卫人员保护事故现场，承担警戒，维护事故发生区域治安、交通秩序。

(2) 负责事故中可能危及到相关人员的疏散和撤离。

(3) 确定伤亡人员姓名、身份。

(4) 承办领导小组交办的其他工作。

10.2 恶劣气候条件下加强监测及信息反馈预案

1) 在恶劣气候条件下，本公司将根据项目需要成立工程监测应急小组，由项目负责人担任组长，负责人、财、物的统一调配和指挥，技术负责人为副组长，监测小组全体人员为应急指挥部组成人员；

2) 现场设立监测小组，并保持 24 小时与设计、监理、施工方等相关公司通讯联络；

3) 配备业务能力强、监测经验丰富、综合素质高的技术人员担任项目负责人；

4) 配备雨衣、雨鞋、以及其它防雨、防风工具，确保恶劣气候条件下各类监测仪器设备能够正常观测；

5) 配备铁锹、木桩、帐篷、车辆、夜间照明、通讯设备等并确保均能正常使用；

6) 配备足够的夜间照明设备，保证昼夜连续观测；

7) 所有监测设备定期进行检查，保证设备完好；

8) 遇灾害性天气，所有监测人员常驻施工现场，增加监测频次，增加监测人员，对异常段进行实时、不间断跟踪监测；

9) 尽可能采用直观、可靠的监测方法和手段，确保恶劣气候条件下仍能够及时、快速地监测变化情况；

10) 建立快速反应机制，监测成果立即上报，并配合相关部门和工程技术人员共同作出分析和预测；

11) 恶劣天气过后应对所有监测点进行一次全面的监测，并对监测结果做出分析。

10.3 异常情况下的加强监测及信息反馈预案

- 1) 若发现异常情况小组全体监测人员应立即开始 24 小时跟踪监测;
- 2) 监测结果现场口头向相关部门作出汇报, 并会同相关部门一起对事故进行分析 and 处理;
- 3) 对遭受破坏的监测点及时恢复, 保持数据的连续性;
- 4) 根据异常情况和异常段落增加监测点数量, 增加监测项目;
- 4) 增加监测人员、增加监测设备, 对该工点及周边环境进行全面排查;
- 5) 配备足够的夜间照明设备, 保证昼夜连续观测;
- 6) 所有监测设备定期进行检查, 保证设备完好;
- 7) 尽可能采用直观、可靠的监测方法和手段, 确保及时、快速地监测变化情况;
- 8) 建立快速反映机制, 监测成果立即上报, 并配合相关部门和工程技术人员共同作出分析和预测;
- 9) 根据监测数据对变化趋势作出预测;
- 10) 配合相关部门对事故进行分析和处理。

