

# 贵州省交通运输厅技术指南

JTZN52/T 02-2025

---

## 贵州省涉路工程施工监测技术指南 (试行)

2025-01-21 发布

2025-01-21 实施

---

贵州省交通运输厅 发布

# 前 言

随着我省公路建设发展和公路里程增加，涉路工程施工数量日益增多，涉路工程施工监测是保障既有公路建（构）筑物安全重要手段之一。为规范我省涉路工程施工监测工作，结合贵州省实际制定《贵州省涉路工程施工监测技术指南》。

本指南按照“适用性、经济性、先进性、指导性”的原则，进行了广泛的调查研究，查阅了大量国内外有关涉路工程施工监测技术方面的文献资料，结合贵州省实际情况，吸收近年来国内外研究成果，在充分征求各方意见后，经讨论研究，完成本指南编制。

本指南共 8 章，分别是：1.范围；2.规范性引用文件；3.术语与定义；4.基本规定；5.监测内容；6.监测方法；7.监测预警；8.资料整理。

**批准单位：**贵州省交通运输厅

**编制单位：**中国铁建昆仑投资集团有限公司

贵州黔中高速公路开发有限公司

贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司

贵州宏信创达工程检测咨询有限公司

贵州省交通运输综合行政执法监督局

**主要审查人：**蒋永生 全圣彪 孟庆生 王 晓 刘宇松 张祝兴 何 刚

**主要编制人：**滕红俊 叶爱军 陈开强 李春峰 张宝安 刘金山 姚曙光 邱童春  
杨友超 范福强 宋昕禹 颜庆宇 苏晓亮 陈 乾 杨胜波 安邦超  
曾 耀 白建市 余 果 彭宇肸 王 静 方正峰 曹 俊 姜 波  
王 琦 高 杨 周 娟 刘朝跃 廖廷周 朱仕望 何胜利 张 旭  
蒋冬情 李光旭

# 目次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	2
3 术语与定义.....	3
4 基本规定.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 工作程序.....	4
4.3 监测等级.....	6
4.4 监测周期与频率.....	8
5 监测内容.....	10
5.1 一般规定.....	10
5.2 监测项目.....	11
5.3 测点布设.....	12
6 监测方法.....	15
6.1 一般规定.....	15
6.2 水平位移监测.....	15
6.3 竖向位移监测.....	16
6.4 裂缝监测.....	16
6.5 倾斜监测.....	17
7 监测预警.....	18
7.1 一般规定.....	18
7.2 预警阈值.....	18
7.3 预警响应.....	19
8 资料整理.....	20
8.1 一般规定.....	20
8.2 数据处理.....	20
8.3 信息反馈.....	21
附录 A 涉路工程施工影响区范围.....	23
附录 B 桥梁测点布置.....	26
附录 C 隧道测点布置.....	27
附录 D 路基测点布置.....	28

## 1 范围

本指南规定了贵州省涉路工程施工监测工作程序、监测内容、监测方法、监测预警及资料整理等内容。

本指南适用于涉路工程施工期间影响贵州省内既有高速公路、普通国省干线公路建（构）筑物的监测工作，其他公路可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本指南。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

- (1) GB 50026 工程测量标准
- (2) GB 50497 建筑基坑工程监测技术标准
- (3) GB 50911 城市轨道交通工程监测技术规范
- (4) JT/T 1037 公路桥梁结构监测技术规范
- (5) JTG D30 公路路基设计规范
- (6) CJJ/T 202 城市轨道交通结构安全保护技术规范
- (7) TB 10314 邻近铁路营业线施工安全监测技术规程
- (8) JGJ 120 建筑基坑支护技术规程
- (9) JTT52/18 贵州省公路涉路工程安全技术指南
- (10) JTT52/08 贵州省公路边坡自动化安全监测技术指南
- (11) JTT 52/20 贵州省公路桥梁结构健康监测系统建设指南

## **3 术语与定义**

### **3.0.1 施工影响区**

涉路工程施工对既有公路及其附属设施可能产生影响的区域。

### **3.0.2 监测等级**

根据涉路工程施工影响区、公路等级、基础设施技术状况、工程地质条件等风险因素，对涉路工程施工监测工作进行的等级划分。

### **3.0.3 简易监测**

采用拉线法、埋桩法、埋钉法、上漆法、贴片法等简易手段监测既有公路建（构）筑物变形的的方法。

### **3.0.4 专业监测**

采用全站仪、GNSS、静力水准装置等专业设备对既有公路建（构）筑物进行的专业、系统性的监测活动，包括人工与自动化监测手段。

### **3.0.5 监测控制值**

对既有公路建（构）筑物监测数据变化量所设定的变形允许值的限值。

## 4 基本规定

### 4.1 一般规定

4.1.1 以下涉路工程应开展既有公路建（构）筑物全过程变形监测：

- 1 根据涉路工程设计文件或安全评价报告，对既有公路造成结构受力改变或影响的；
- 2 符合表 4.1.1 中涉路工程行为可能对既有公路造成安全影响的；

表 4.1.1 存在潜在影响的主要涉路工程行为

类别		主要行为
跨越式涉路工程	涉路桥梁跨越既有桥梁	涉路工程基础为扩大基础时，扩大基础距既有公路桥梁基础距离小于 2 倍基础的深度。
	涉路桥梁跨越既有路基	跨越位置位于软土路基范围。
	涉路桥梁跨越既有隧道	既有深埋隧道竖直上方设置涉路桥梁基础时，桥梁基础位于既有公路隧道顶板应力影响范围之内。
	涉路隧道跨越既有隧道	隧道间垂直净距小于 30m 或小于 4 倍隧道断面宽度，或从洞口范围跨越。
	涉路路基跨越既有隧道	涉路公路路基从既有公路隧道洞口或浅埋段通过
	水利管道跨越	管道基础设置在既有公路路堑边坡上。
	电力线跨越	塔杆基础设置在既有公路路堑边坡上。
穿越式涉路工程	涉路桥梁穿越既有桥梁	涉路桥梁从被既有桥梁下穿需改变既有桥梁基础受力。
	涉路路基穿越既有桥梁	1.涉路工程路基为高填方路基； 2.涉路路基采用路堑挖方段穿越； 3.穿越位置对既有公路桥梁下河流进行改道。
	管线穿越既有桥梁	管线与既有公路桥梁桩基间距小于 5m 或小于 5 倍桩基桩径。
	管线穿越既有桥梁	管线穿越位置在不良地质路段或高填方、深路堑、陡坡等不良地势路段。

- 3 涉路工程施工过程中，发现既有公路存在变形迹象或结合实际确定需要监测的。

4.1.2 涉路工程施工监测宜采用自动化实时监测，便于信息快速处理、分析和预测。

### 4.2 工作程序

4.2.1 涉路工程施工监测工作程序应包括资料收集、现场踏勘、监测方案设计、监测设备安装与调试、监测数据采集分析、监测预警与信息反馈、监测资料整理等阶段。

4.2.2 涉路工程施工监测方案编制前应收集下列资料：

- 1 既有公路技术状况评定资料；

- 2 涉路工程勘察设计文件；
- 3 涉路工程施工方案、交通组织方案、应急方案；
- 4 涉路工程安全评价报告；
- 5 其他相关资料。

**4.2.3** 现场踏勘应复核相关资料，掌握既有公路运营现状及其与涉路工程关系。

**4.2.4** 涉路工程施工监测方案应根据涉路工程施工特点、监测等级、公路技术状况及安全风险评估等进行编制，当涉路工程设计或施工方案有重大变更时，应及时调整监测方案。涉路工程施工监测方案应包括下列主要内容：

- 1 涉路工程及既有公路概况；
- 2 工程地质条件、周边环境条件及工程风险分析；
- 3 监测目的和依据；
- 4 监测范围及监测等级；
- 5 监测项目及测点布设；
- 6 监测仪器设备及人员配备；
- 7 监测频率、周期、预警值及控制值；
- 8 数据采集、传输及信息反馈；
- 9 安全管理制度及应急方案。

**4.2.5** 监测设备应稳定及可靠，且精度和量程满足监测要求。

**4.2.6** 监测安装与调试应符合下列规定：

- 1 监测安装施工应采取有效的安全防护措施，不影响公路设施设备正常运营；
- 2 监测仪器根据现场施工情况及时安装埋设并测读初始值；
- 3 监测仪器安装完成后进行系统调试，测试监测数据采集准确性及数据传输稳定性；
- 4 监测仪器进行定期检查、校准及维护；



5 监测结束后，影响公路运营及相关设施正常使用的监测仪器及时拆除清场。

#### 4.2.7 监测初始值采集应符合下列规定：

- 1 人工监测应在测点数据稳定后进行测读，取 3 次平均值作为初始值；
- 2 自动化监测应在测点数据稳定后进行测读，取 10 次平均值作为初始值。

4.2.8 监测数据应及时进行处理、分析和反馈，发现影响既有公路建（构）筑物安全的异常情况时，应及时上报。

4.2.9 监测成果资料应数据真实、内容完整、结论明确、签名齐全加盖成果章，并及时向相关单位报送。

### 4.3 监测等级

4.3.1 涉路工程施工影响区根据涉路工程对既有公路的影响程度分为主要影响区、一般影响区和轻微影响区，各影响区范围根据公路等级、地质条件和工程类别等因素综合确定，并应符合下列规定：

- 1 基坑工程的涉路施工影响区范围可按表 4.3.1-1 及本指南附录 A.0.1 确定。

表 4.3.1-1 基坑工程的涉路施工影响区

公路等级	涉路施工影响区	区域范围
高速公路或一级公路	主要影响区	基坑周边 $H_1$ 范围内
	一般影响区	基坑周边 $H_1$ 至 $(3.0\sim4.0)H_1$ 范围内
	轻微影响区	基坑周边 $(3.0\sim4.0)H_1$ 至 $(4.0\sim5.0)H_1$ 范围内
二级公路或其他等级公路	主要影响区	基坑周边 $0.7H_1$ 范围内
	一般影响区	基坑周边 $0.7H_1$ 至 $(2.0\sim3.0)H_1$ 范围内
	轻微影响区	基坑周边 $(2.0\sim3.0)H_1$ 至 $(3.0\sim4.0)H_1$ 范围内

注： $H$ 为基坑开挖深度。土质基坑宜取较大值，岩质基坑宜取较小值。

- 2 隧道工程的涉路施工影响区范围可按表 4.3.1-2 及本指南附录 A.0.2 确定。

表 4.3.1-2 隧道工程的涉路施工影响区

公路等级	涉路施工影响区	区域范围	
		涉路施工隧道横向	涉路施工隧道纵向
高速公路、一级公路	主要影响区	隧道正上方至(1.0~2.0)( $H_2+D$ )范围内	距离隧道施工面(2.0~3.0)( $H_2+D$ )范围内
	一般影响区	距隧道正上方(1.0~2.0)( $H_2+D$ )至 3.0( $H_2+D$ )范围内	距离隧道施工面(2.0~3.0)( $H_2+D$ )至 4.0( $H_2+D$ )范围内
	轻微影响区	距离隧道正上方 3.0( $H_2+D$ )至 4.0( $H_2+D$ )范围内	距离隧道施工面 4.0( $H_2+D$ )至 5.0( $H_2+D$ )范围内
二级及二级以下公路	主要影响区	隧道正上方至竖向位移曲线反弯点 1.5 <i>i</i> 范围内	距离隧道施工面(1.0~2.0)( $H_2+D$ )范围内
	一般影响区	隧道竖向位移曲线反弯点 1.5 <i>i</i> 至竖向位移曲线边缘 2.5 <i>i</i> 处	距离隧道施工面(1.0~2.0)( $H_2+D$ )至(2.0~3.0)( $H_2+D$ )范围内
	轻微影响区	隧道竖向位移曲线边缘 2.5 <i>i</i> ~4 <i>i</i> 处	距离隧道施工面(2.0~3.0)( $H_2+D$ )至(3.0~4.0)( $H_2+D$ )范围内

注：*i* 为隧道地表竖向位移曲线 Peck 计算公式中的竖向位移槽宽度(m)，岩质隧道  $i = \frac{H_2}{\sqrt{2\pi \tan(45^\circ - \varphi/2)}}$ ，土质隧道  $i = 0.5D(H_2/D)^{0.8}$ ； $H_2$  为隧道埋深(m)； $D$  为隧道直径或等效直径(m)， $H_2 \leq 5D$ 。土质隧道宜取较大值，岩质隧道宜取较小值。

3 路基填筑、堆载等涉路工程的施工影响区范围可按本指南附录 A.0.3 确定。

4 对于地质复杂程度、工程风险较高的涉路工程应根据涉路工程设计、安全评价及专项论证文件综合确定涉路工程施工影响区范围。

### 条文说明

一般而言，邻近基坑、隧道等涉路工程地段的岩土体受扰动程度最大，由近到远的影响程度越来越小。既有公路所处的影响区域不同，受涉路工程施工影响程度不同，施工影响分区主要目的是区分涉路工程施工对周边地层、环境的影响程度，以便把握工程关键部位，针对受工程影响较大的既有公路对象进行重点监测，做到经济、合理地开展监测工作。

目前，施工影响区分区主要根据工程经验及相关研究成果进行划分，根据《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、《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314-2021 中，针对基坑涉路工程，按照既有公路与基坑边缘距离的不同划分影响区，划分标准依据基坑设计深度。针对隧道涉路工程，主要采用应用较广的隧道地表沉降曲线 Peck 预测方式及大量实测工程经验进行影响区划分，划分标准依据为隧道埋深、隧道洞径及地质条件。路基填筑、堆载等涉路工程依据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012、《公路路基设计规范》

JTG D30-2015 中附加应力扩散角与坍塌时的扩散角综合确定影响区划分。

对于地质复杂程度、工程风险较高的涉路工程，如存在淤泥质地层下卧层、高承压水、断层及断裂带等复杂地质情况的涉路工程施工，对既有公路造成的影响范围可以根据设计或安全评价进行确定；对于大面积降水及桩基施工等，由于施工参数和成桩工艺不同，影响范围也有所不同，因此可以结合安全评价或设计进行确定。

**4.3.2** 涉路工程施工监测等级应根据涉路工程施工影响区、公路等级等综合确定，可按表 4.3.2 的规定分为一级、二级、三级。

**表 4.3.2 监测等级划分**

涉路工程施工影响区	监测等级	
	高速公路或一级公路	二级公路或其他等级公路
主要影响区	一级	二级
一般影响区	二级	三级
轻微影响区	三级	三级

注：1.当既有公路桥梁、隧道及路基（边坡）技术状况等级为次（4类）、差（5类）时，宜提升涉路工程施工监测等级，且不应低于二级。

2.涉路工程处于复杂的工程地质条件或存在地质灾害时，其监测等级应结合设计、安全评价成果、工程经验等综合确定，不应低于二级。

3.本表适用于围岩级别为IV~VI的情况，围岩级别为I~III的情况，表中的监测等级可降低一级。

#### 4.4 监测周期与频率

**4.4.1** 涉路工程施工监测周期应贯穿施工全过程，起于涉路工程施工前不少于半个月，止于涉路工程施工完工后至少一个月监测数据稳定期，桥梁、隧道监测数据应收敛稳定，路基监测数据稳定标准应符合下列规定：

- 1 高速公路或一级公路：变形速率不大于 0.5mm/月；
- 2 二级公路及其他公路：变形速率不大于 1.0mm/月。

**4.4.2** 监测频率宜根据公路等级、监测等级及工程实施阶段确定，不少于表 6.1.2 的规定。

**表 6.1.2 监测频率**

监测周期及监测等级		公路等级	
		高速公路或一级公路	二级公路或其他等级公路
施工期间	一级	1次/天	1次/2天
	二级	1次/2天	1次/3天
	三级	1次/3天	1次/4天

监测周期及监测等级		公路等级	
		高速公路或一级公路	二级公路或其他等级公路
施工前半个月及 施工完工后	一级	1次/天	1次/2天
	二级	1次/2天	1次/4天
	三级	1次/3天	1次/7天

**4.4.3** 当出现下列情况之一时，应提高监测频率或对个别点进行实时监测，并应及时向公路管理单位报告监测结果：

- 1 监测数据达到预警值；
- 2 监测数据持续变化较大；
- 3 涉路工程施工出现异常情况；
- 4 结构裂缝变大或出现明显新增裂缝；
- 5 暴雨等自然灾害引起的其他变形异常情况；
- 6 其他影响公路设施设备使用安全的异常情况。

## 5 监测内容

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 涉路工程施工监测范围应包括主要影响区与一般影响区，并符合工程保护范围、工程设计及安全评价要求。涉路工程影响区存在下列情况时，施工监测宜适当扩大监测范围并提高监测等级：

- 1 涉及特大桥、大桥、特长及长隧道等既有公路重要建（构）物；
- 2 隧道洞身及基坑周边土体以淤泥、淤泥质土或其他高压缩性土为主；
- 3 存在不良地质体或特殊岩土层；
- 4 采用锚杆支护、注浆加固、高压旋喷桩或挤密桩等工程措施；
- 5 施工期间发生严重的涌砂、漏水、冒水、支护结构变形过大及既有公路变形过大；
- 6 既有公路建（构）物曾发生显著变形地段；
- 7 既有公路发现异常变形的地段；
- 8 自然灾害引起监测对象异常变形。

**5.1.2** 涉路工程施工监测项目应能反映既有公路建（构）筑物变化状态及安全特征，各监测项目应与涉路工程设计、施工方案相匹配。

**5.1.3** 涉路监测测点断面布置能反映既有公路设施实际状态、位移变化趋势，并能分析既有公路设施安全状态，宜与涉路工程施工的测点断面布置一致。

**5.1.4** 监测测点宜根据涉路工程施工监测等级、影响范围、地质条件、变形特征、地形地貌、通视条件和施测要求等确定布设位置及数量。

- 1 监测标志稳固、明显、结构合理，监测点位置避开障碍物，便于识别、观测；
- 2 监测点设置不影响既有公路设施结构安全，并减少对施工作业的不利影响；
- 3 监测点应布设在位移与受力较大及能表征既有公路设施和周边环境安全状态的关键部位，不影响和妨碍既有公路设施的正常运营；

4 监测点的布设可在监测过程中根据变形情况进行动态调整，变形剧烈位置宜及时补充测点；

5 自动化监测点选择信号较好且无强电磁干扰的位置进行布设；

6 监测点布置后应与相关公路管养单位交底，防止其他临近养护作业造成损坏，并对既有公路设施采取保护措施。

**5.1.5** 当涉路工程施工影响既有高速公路时，除应符合既有公路结构变形监测要求外，还应符合下列规定：

1 应提供至少 1 处用于显示涉路工程施工状态情况的高清视频图像监测，视频范围覆盖涉路工程施工主要影响区及影响既有公路设施范围，能反映涉路工程施工过程既有设施整体运行情况及施工影响重点区域；

2 应布设照明及爆闪警示装置；

3 既有高速公路桥梁应安装简易感知报警设备。

### 条文说明

高速公路作为现代交通的重要组成部分，应提升涉路工程施工影响既有高速公路监测预警能力，支撑公路交通保通保畅，最大限度减少和避免群死群伤事件发生。应按交通运输部关于印发《全国高速公路视频监测优化提升实施方案的通知》（交办公路函〔2023〕1334 号）及贵州省交通运输厅关于印发《贵州省高速公路视频云联网监测优化提升实施方案》的通知（黔交信息〔2023〕11 号）中图像与视频监测设备高清视频上云、视频传输、数据上报及设备软件接口等相关要求开展高清视频监测，按交通运输部关于《进一步加强监测预警提升公路防灾抗灾能力的通知》（交办公路函〔2024〕1538 号）要求及贵州省交通运输厅印发《进一步加强干线公路监测预警提升防灾抗灾能力工作方案》的通知（黔交信息〔2024〕10 号）等相关要求开展照明设施、爆闪警示装置及桥梁简易感知报警设备布设。

## 5.2 监测项目

**5.2.1** 桥梁监测项目可根据公路桥梁实际运行情况和涉路工程施工特点分为必测项目和选测项目，可按表 5.2.1 选用。

表 5.2.1 涉路工程施工既有桥梁监测项目

序号	监测项目	涉路监测	备注
1	墩台竖向位移	必测项目	
2	墩台水平位移		
3	拱脚位移		
4	锚碇位移		
5	墩台倾斜		
6	裂缝	选测项目	
7	主梁竖向位移		
8	主梁横向位移		
9	墩顶横向位移		
10	拱顶位移		
11	支架倾斜		

注：在设计及安全评价中，可根据现场的实际情况对监测项目的选测内容进行调整。

5.2.2 隧道监测项目可根据公路隧道实际运行情况和涉路工程施工特点分为必测项目和选测项目，可按表 5.2.2 选用。

表 5.2.2 涉路工程施工既有隧道监测项目

序号	监测项目		涉路监测	备注
1	隧道结构水平位移	周边位移	必测项目	
2	隧道结构竖向位移	拱顶下沉		
		边墙沉降		
3	裂缝		选测项目	

注：1.既有公路隧道边仰坡监测项目按路基监测项目执行。

2.在设计及安全评价中，可根据现场的实际情况对监测项目的选测内容进行调整。

5.2.3 路基监测项目可根据公路路基实际运行情况和涉路工程施工特点分为必测项目和选测项目，可按表 5.2.3 选用。

表 5.2.3 涉路工程施工既有路基监测项目

序号	监测项目	涉路监测	备注
1	路基地表水平位移	必测项目	
2	路基地表竖向位移		
3	路基坡体裂缝		
4	挡墙墙顶、抗滑桩桩顶水平位移	选测项目	
5	挡墙墙顶、抗滑桩桩顶竖向位移		
6	结构物裂缝		
7	结构倾斜		

注：在设计及安全评价中，可根据现场的实际情况对监测项目的选测内容进行调整。

## 5.3 测点布设

5.3.1 桥梁测点布设应符合下列规定：

- 1 桥梁测点布设根据监测等级、桥梁形式及现场条件等进行布设，可按表 5.3.1 确定。

表 5.3.1 测点布设

监测项目	监测点总数或每断面监测点数量		
	一级	二级	三级
墩台竖向位移	1 个/墩	1 个/2 墩	1 个/1 桥
墩台水平位移	1 个/墩	1 个/2 墩	1 个/1 桥
拱脚位移	1 个/拱脚	1 个/2 拱脚	1 个/1 桥
锚碇位移	1 个/锚碇	1 个/2 锚碇	1 个/1 桥
墩台倾斜	1 个/墩	1 个/2 墩	1 个/1 桥
主梁竖向位移	涉路跨外侧梁不宜少于 1 个	必要时可布设	必要时可布设
主梁横向位移	涉路跨外侧梁不宜少于 1 个	必要时可布设	必要时可布设
墩顶横向位移	宜 1 个/墩	宜 1 个/2 墩	必要时可布设
混凝土结构裂缝	典型结构裂缝监测	少于 5 条裂缝时全部监测；大于 5 条时不少于 20%且不少于 5 个	必要时可布设
钢结构裂缝	典型结构裂缝监测	少于 5 条裂缝时全部监测；大于 5 条时不少于 20%且不少于 5 个	必要时可布设
拱顶位移	不宜少于 3 个	不宜少于 1 个	必要时可布设
支架倾斜	支架关键节点	支架关键节点	必要时可布设

2 桥梁墩台、主梁监测点应结合桥梁形式、环境影响因素及监测设备安装方式等进行布置，可按本指南附录 B 布置。

3 框架桥及涵洞监测点宜布置于结构顶、底板及交接接缝处。

### 5.3.2 隧道测点布设应符合下列规定：

1 隧道监测断面间距可按表 5.3.2 确定。

表 5.3.2 监测断面间距

监测等级	监测断面间距
一级	3m~5m
二级	5m~8m
三级	8m~12m

注：涉路工程施工自身风险高时间距取小值，自身风险低时间距取大值。

2 隧道监测点每个监测断面不宜少于 5 个，可按本指南附录 C 布置。

3 隧道同一监测断面的变形测点宜对称布设，不同监测断面同一项目的监测点宜布设在相同部位。

### 5.3.3 路基测点布设应符合下列规定：



1 路基变形监测线、监测点数量根据监测等级、路基规模及现场条件等进行布置，宜按表 5.3.3 确定；

表 5.3.3 测点布置

监测等级 监测方法	一级	二级	三级
控制性监测线	≥3 条，线间距≤20m	≥2 条，线间距≤50m	视具体情况布置，线间距≤100m
每条监测线的变形监测点	监测点水平间距 20~30m，且监测点不少于 5 点	监测点水平间距 30~40m，且监测点不少于 4 点	监测点水平间距 40~50m，且监测点不少于 3 个

2 路基监测点宜布置于路肩和路基坡脚附近，监测点保证稳定，可按本指南附录 D 布置。

3 场地地形变化较大、软弱土分布区、与桥涵结构物衔接处等区域宜适当加密。

4 涉路工程施工前对施工影响范围内的公路建（构）筑物裂缝现状进行目测调查并记录，对关键部位裂缝布置监测点。每条裂缝的监测点至少应设 2 处，且宜设置在裂缝的最宽处及裂缝末端。

5 涉路工程施工过程中发现新裂缝或有显著增大趋势的原有裂缝，及时增设监测点。

## 6 监测方法

### 6.1 一般规定

#### 6.1.1 监测工作方式应符合下列规定：

- 1 对于监测等级为一级的涉路工程施工，应采用专业监测为主，辅以简易监测进行，专业监测宜采用自动化监测；
- 2 对于监测等级为二级的涉路工程施工，宜采用简易监测与专业监测相结合方式进行，专业监测宜采用现场人工仪器监测；
- 3 对于监测等级为三级的涉路工程施工，可采用简易监测为主。

**6.1.2** 变形监测主要包括地表位移、倾斜、裂缝监测等，根据监测内容要求参考表 6.1.2 进行选择，并满足最低监测精度要求。

表 6.1.2 常用监测设备选择

监测内容	监测方法	监测精度
水平位移监测	全站仪、GNSS、三维激光扫描、光纤光栅等	监测点坐标中误差 ≤1.2mm
竖向位移监测	全站仪、GNSS、沉降计、静力水准仪等	监测点坐标中误差 ≤1.0mm
倾斜监测	全站仪、倾斜仪等	0.25%F · S
裂缝监测	精密测（量）距、裂缝计、位移计等	宽度≤0.1mm 长度≤1.0mm

### 6.2 水平位移监测

**6.2.1** 采用交会法时宜采用三点交会，交会角应为 60°~120°，测边交会角应为 30°~150°。

**6.2.2** 用极坐标法进行水平位移监测时，宜采用双测站极坐标法。

#### 6.2.3 自由设站法应符合下列规定：

- 1 控制点的数量不应少于 3 个，宜分布在三角形网的外围或两端；
- 2 水平角宜采用方向法观测，若需分组，归零方向应相同并应至少重复观测一个方向。

**6.2.4** 采用 GNSS、三维激光扫描、光纤光栅时，应符合现行《工程测量标准》GB 50026 的有关规定。

**6.2.5** GNSS 基准站应设立在变形区之外地势较高的区域，监测站与基准站安装上部天空应开阔，高度角  $10^\circ$  以上无遮拦，且周围无 GNSS 信号干扰源。

## **6.3 竖向位移监测**

**6.3.1** 水准测量应符合下列规定：

- 1 应定期对水准仪视准轴与水准管轴的夹角*i*进行检校，检校后的*i*角不应大于  $15''$ ，检校间隔不应超过 30d；
- 2 仪器对中偏差不应大于 2mm，倾斜度不应大于  $10'$ ；
- 3 宜采用两台仪器对向观测，也可采用一台仪器往返观测应在液面稳定后再开始测量；每观测一次，应读数三次，并应取平均值作为观测值。

**6.3.2** 电磁波测距三角高程测量宜采用中点单觇法，也可采用直返觇法。

- 1 垂直角宜采用  $1''$ 级仪器中丝法对向观测各六测回，测回间垂直角较差不应大于  $6''$ ；
- 2 测距长度宜小于 500m，测距中误差不应超过 3mm；
- 3 觇标高应精确量至 0.1mm；
- 4 测站观测前后应各测量 1 次气温、气压，计算时加入相应改正。

## **6.4 裂缝监测**

**6.4.1** 裂缝监测应测定裂缝分布位置和裂缝的走向、长度、宽度及其变化情况。

**6.4.2** 裂缝观测标志应跨裂缝安装；标志可选用镶嵌式金属标志、粘贴式金属片标志、钢尺条、坐标格网板或专用量测标志等。

**6.4.3** 监测标志布置完成后应拍摄裂缝监测初始照片。每次监测时，应拍摄裂缝照片，并记录裂缝的走向、长度、宽度和监测日期等。

**6.4.4** 采用自动监测时，裂缝监测传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍。

## 6.5 倾斜监测

**6.5.1** 投点法测站点设置在倾斜方向的竖向方向线上，与观测点的距离宜为上、下部观测点高差的 1.5~2.0 倍。

**6.5.2** 全站仪坐标法测站点应设置在结构边线的延长线或结构边线的垂线上，与观测点的水平距离宜为上、下部观测点高差的 1.5~2.0 倍。

**6.5.3** 当采用差异竖向位移法进行倾斜观测时，应在需要观测的倾斜方向上对应设置竖向位移观测点，差异竖向位移量与距离的比值可作为该连线方向的倾斜率。

**6.5.4** 对于需要连续监测倾斜变化时，宜采用倾角仪进行监测，倾角仪宜沿应沿同一竖直线布设顶部、中部与底部监测点。

## 7 监测预警

### 7.1 一般规定

7.1.1 涉路工程施工监测项目控制值应根据既有公路建（构）筑物监测内容设计值、规范允许值及地方工程经验等进行确定，涉路工程施工监测项目预警值宜取控制值的 60%。

#### 条文说明

监测控制值是工程施工过程中对工程自身及周边环境的安全状态或正常使用状态进行判定的重要依据，也是工程设计、工程施工及施工监测等的控制要点。涉路工程施工监测控制值应满足既有公路建（构）筑物变形和安全控制的要求。由于涉路工程施工对既有公路结构变形的影响具有一定的滞后性，如发现监测对象变形量接近监测控制值时再采取控制措施，可能无法起到预警作用，进而影响公路正常运营。因此，通过增设监测预警值，有利于分阶段控制监测对象的变形，保障既有公路建（构）筑物运营安全。

7.1.2 现场巡查过程中发现下列情况之一时，应立即发出警情报告：

- 1 既有公路地表出现较严重的突发裂缝或坍塌；
- 2 既有公路建（构）筑物出现危害结构安全或正常使用的较大沉降、倾斜、裂缝等；
- 3 既有公路建（构）筑物出现新裂缝、原有裂缝有新发展；
- 4 据工程经验判断应报警的其他情况。

### 7.2 预警阈值

7.2.1 桥梁监测预警应符合下列规定：

1 监测等级为一级的桥梁监测项目控制值应符合《公路桥梁结构监测技术规范》JT/T 1037 的有关规定；

2 当无地方工程经验时，监测等级为二级、三级的桥梁监测预警值及控制值可按表 7.2.1 确定。

表 7.2.1 桥梁监测预警值及控制值

监测项目	预警值 (mm)	控制值 (mm)
墩台竖向位移	+1.8	+3
	-4.8	-8
墩台顶部、底部横向水平位移	±4.2	±7
墩台顶部、底部纵向水平位移	±4.2	±7

### 7.2.2 隧道监测预警应符合下列规定：

- 1 监测等级为一级的隧道监测项目控制值应符合现行国家或行业标准的有关规定；
- 2 当无地方工程经验时，监测等级为二级、三级的隧道监测预警值可按表 7.2.2 确定。

表 7.2.2 隧道监测预警值及控制值

监测项目	预警值 (mm)	控制值 (mm)
隧道结构竖向位移	±4.8	±8
隧道结构水平位移	±4.8	±8

### 7.2.3 路基监测预警应符合下列规定：

- 1 监测等级为一级的路基监测项目控制值应符合《贵州省公路边坡自动化安全监测技术指南》JTT52/08 的有关规定；
- 2 当无地方工程经验时，监测等级为二级、三级的路基监测预警值可按表 7.2.3 确定。

表 7.2.3 路基监测预警值及控制值

监测项目	预警值 (mm)	控制值 (mm)
路基地表水平位移	±18	±30
路基地表竖向位移	±12	±20
墙（桩）顶水平位移	±9	±15
墙（桩）顶竖向位移	±9	±15

## 7.3 预警响应

### 7.3.1 当达到监测预警阈值时，应按表 7.3.1 采取预警响应措施。

表 7.3.1 监测预警响应

预警标准	响应策略
监测值达到预警值	提高预警部位监测频率， 尽快组织安全评价
监测值超过控制值	发送警情快报，提高监测采集频率，开展现场核查， 启动会商机制，并采取必要的调整或停止施工措施。

### 7.3.2 当出现警情时应及时发送警情快报，监测预警信息可通过预警平台推送、短信及微信等方式报送。

## 8 资料整理

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 监测数据处理包括现场监测资料整理、计算分析资料、图像和图形、数据和表格、曲线、影像和文字报告等，监测成果资料应系统完整、表述清晰、签字盖章齐全。

**8.1.2** 监测数据分析应在数据预处理的基础上剔除错误数据后开展，能够准确地反应监测对象的真实状态。

**8.1.3** 监测成果资料应包括警情快报、阶段性报告和总结报告，监测成果资料的内容应真实、准确、完整，并宜用文字阐述与绘制变化曲线或图形相结合的形式表达。

### 8.2 数据处理

**8.2.1** 现场监测资料整理应符合下列规定：

- 1 宜包括外业观测记录、巡视检查记录、记事项目以及视频及仪器电子数据资料等；
- 2 外业观测记录、现场巡查记录和记事项目应在现场直接记录于正式的监测记录表格中，监测记录表格中应有相应的工况描述；
- 3 采用电子方式记录的数据，应完整存储在可靠的介质上。

**8.2.2** 数据处理分析应符合下列规定：

- 1 监测数据获取后应及时进行分析、整理并形成数据成果报表；
- 2 应根据监测数据计算出监测对象的累计变化值、变化速率值等，并绘制时程曲线，必要时绘制断面曲线图、等值线图；
- 3 应根据时程曲线形态对连续的数据成果进行回归分析，再结合施工工况、地质条件和环境条件等分析监测数据的变化原因和变化规律，预测其发展趋势；
- 4 数据处理、成果图表及分析资料应完整、清晰。
- 5 监测数据分析应剔除错误数据，数据分析可采用特征值统计分析、相关性分析比较法、趋势性分析、机器学习等方法。

**8.2.3** 取得现场监测资料后，应及时对监测资料进行整理、分析和校对，监测数据出现异

常时，应分析原因，必要时应进行现场核对或复测。

### **8.3 信息反馈**

**8.3.1** 警情快报应以简报形式报送，应重点反映异常监测数据统计分析结果、异常因素历时曲线及相关因素关系曲线图等，对地质灾害现状及发展趋势进行综合评价，提出结论与建议，并及时报送。

**8.3.2** 阶段性报告应包括下列内容：

- 1 该监测阶段相应的工程、气象及周边环境概况；
- 2 该监测阶段的监测项目及测点的布置图；
- 3 各项监测数据的整理、统计及监测成果的过程曲线；
- 4 各监测项目监测值的变化分析、评价及发展预测；
- 5 相关的设计和施工建议。

**8.3.3** 涉路工程施工监测工作结束后应编制总结报告，总结报告应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 监测依据；
- 3 监测项目；
- 4 监测点布置；
- 5 监测设备和监测方法；
- 6 监测频率；
- 7 监测预警；
- 8 各监测项目全过程的发展变化分析及整体评述；
- 9 监测工作结论与建议。

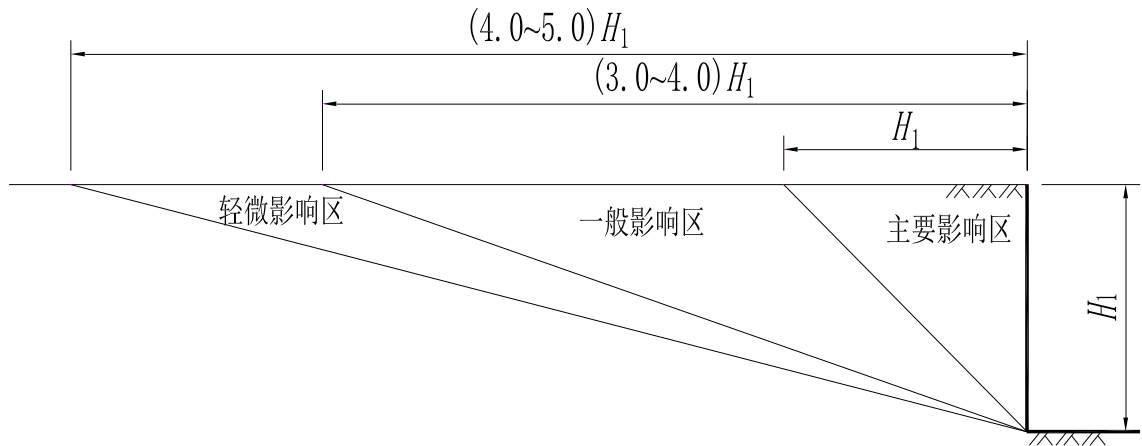
**8.3.4** 信息反馈可采用纸质文件、电子文件、通讯或网络信息平台发布等多种反馈形式，按照管理规定的格式、内容和时间要求及时反馈。



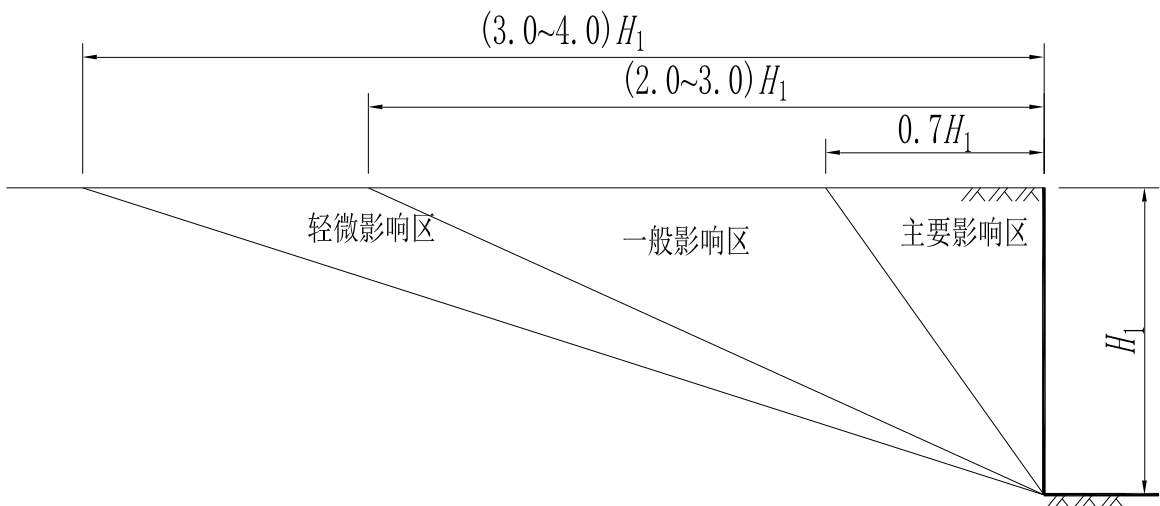
**8.3.5** 监测信息反馈应与公路养护管理工作形成协同机制，上报的监测信息应及时处理，并留存反馈记录。

## 附录 A 涉路工程施工影响区范围

**A.0.1** 基坑工程施工影响分区可按图 A.0.1 进行确定。

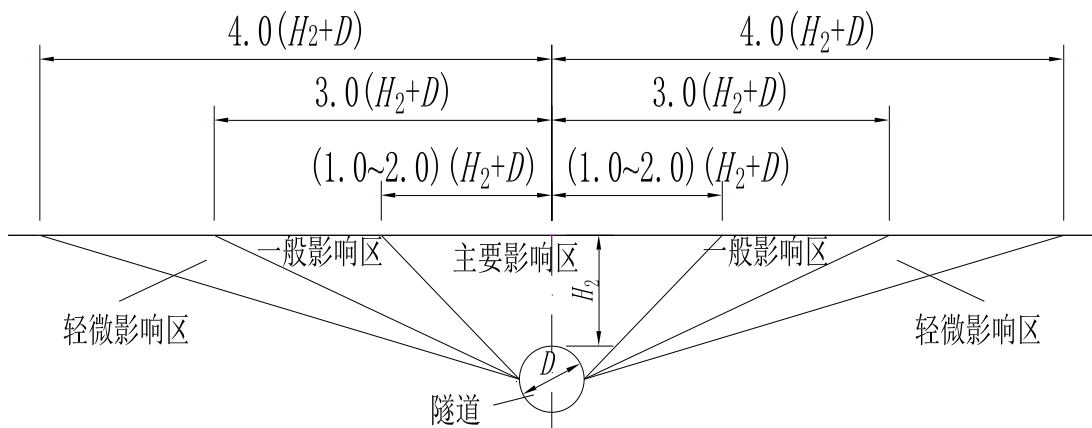


**A.0.1-1** 高速公路或一级公路基坑工程施工影响区

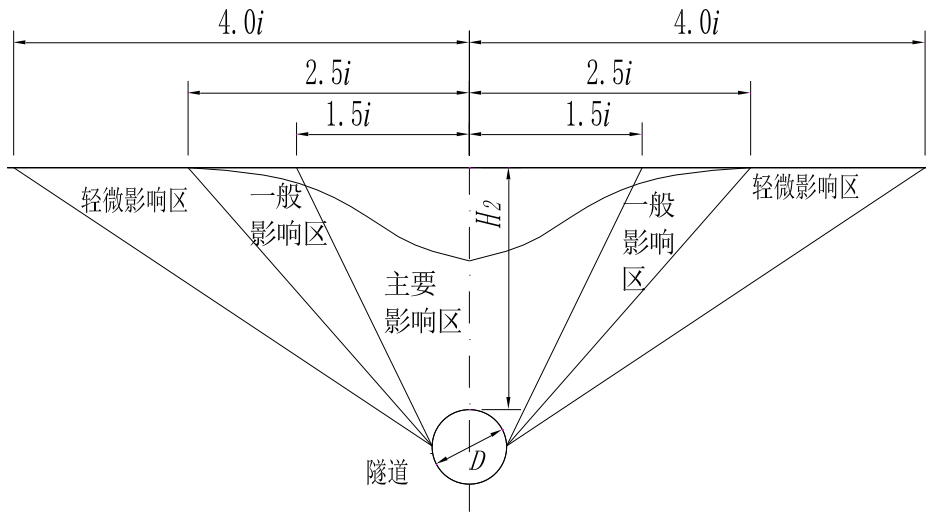


**A.0.1-2** 二级公路或其他等级公路基坑工程施工影响区

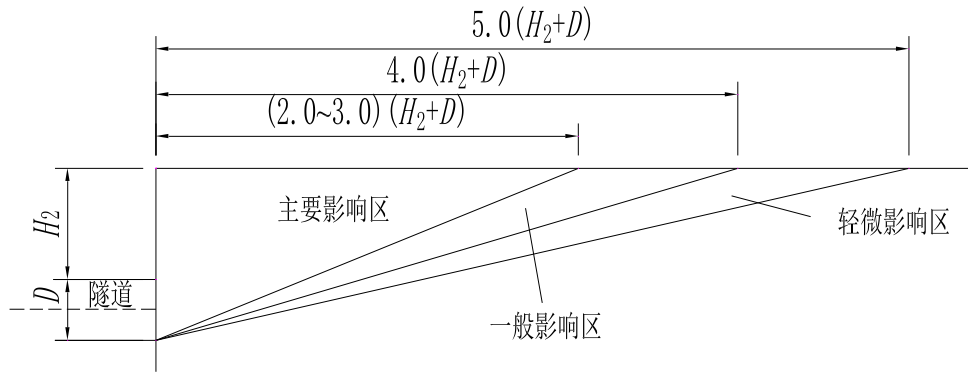
**A.0.2** 隧道工程施工影响分区可按图 A.0.2 进行确定。



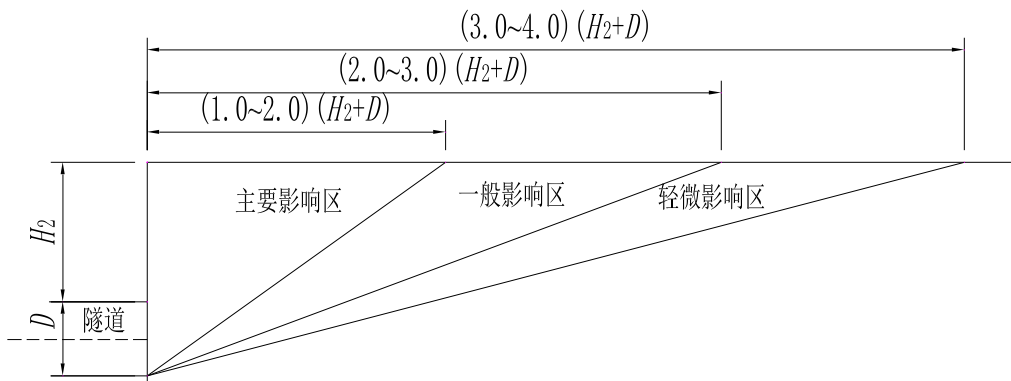
**A.0.2-1** 高速公路或一级公路隧道工程施工影响分区



**A.0.2-2 二级公路或其他等级公路隧道工程涉路横向影响分区**

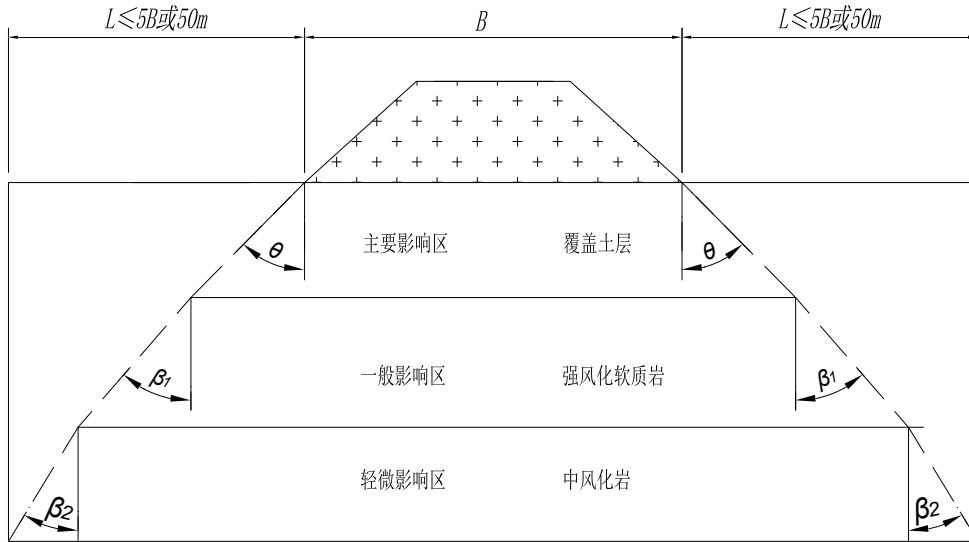


**A.0.2-3 高速公路或一级公路隧道工程涉路纵向影响分区**



**A.0.2-4 二级公路或其他等级公路隧道工程涉路纵向影响分区**

**A.0.3** 路基填筑、堆载工程涉路影响分区可按图 A.0.3 进行确定。



注：1.路基填筑、堆载工程涉路影响区范围根据既有公路桥梁根据桩基所处位置进行确定，当既有公路桩基穿越多个影响区时，按最不利影响程度确定监测等级。

2.当涉路路基填筑、堆载影响区与既有公路路基应力扩散范围存在交叉时，按交叉区域最不利影响程度确定监测等级。

3.图中： $\theta$ ——附加荷载的应力扩散角( $^{\circ}$ )，取  $45^{\circ}$ ；

$$\beta \text{——岩层坍塌扩散角}(^{\circ})，\beta = \frac{45^{\circ} - \varphi}{K}；$$

$K$ ——安全系数，取 1.1~1.25，高速公路、一级公路取大值；

$\varphi$ ——岩石内摩擦角( $^{\circ}$ )。

### A.0.3 路基填筑、堆载工程涉路影响分区

## 附录 B 桥梁测点布置

**B.0.1** 每个墩台应布置不少于 4 个监测点，上部 2 个监测点宜布置在墩台顶部，下部 2 个监测点宜布置在底部满足通视条件的合适位置。

**B.0.2** 墩台监测点可按图 B.0.2 布置。

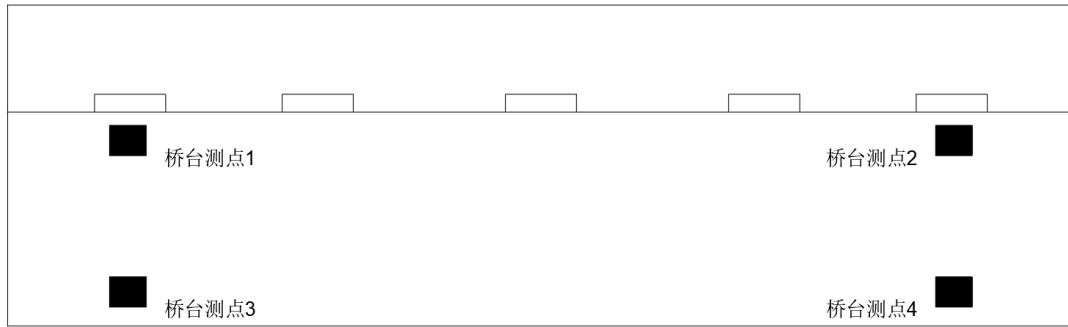


图 B.0.2-1 桥台测点布置示意图

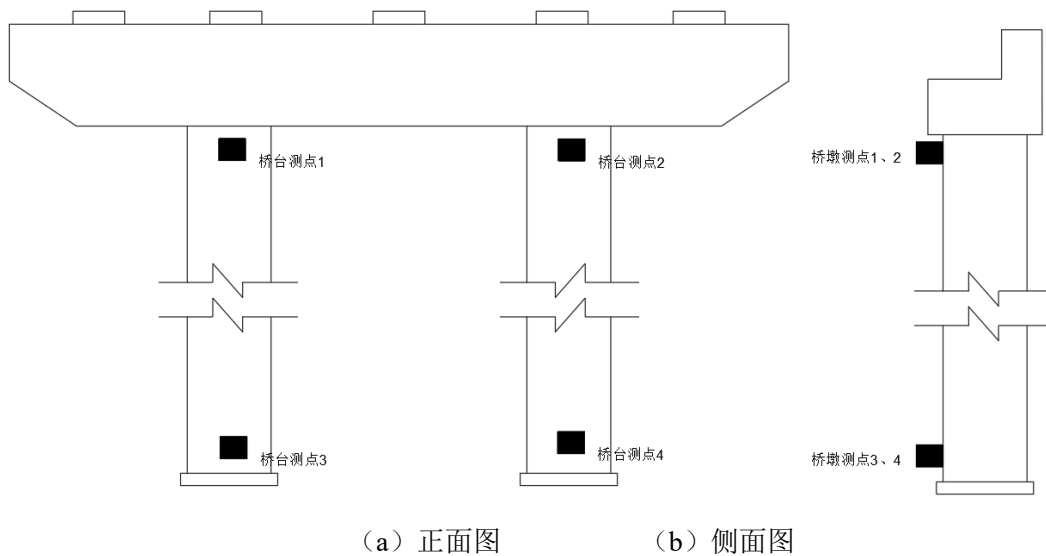


图 B.0.2-2 桥墩测点布置示意图

**B.0.3** 主梁测点布置不少于 3 个，分别布置在主梁四等分点上。当桥梁工程属于跨线桥时，应在最外两侧分别对称布设测点。

**B.0.4** 主梁监测点可按图 B.0.4 布置。



图 B.0.4 主梁测点布置示意图

## 附录 C 隧道测点布置

**C.0.1** 隧道监测宜在拱顶、左右拱腰、左右边墙各布置 1 个监测点。

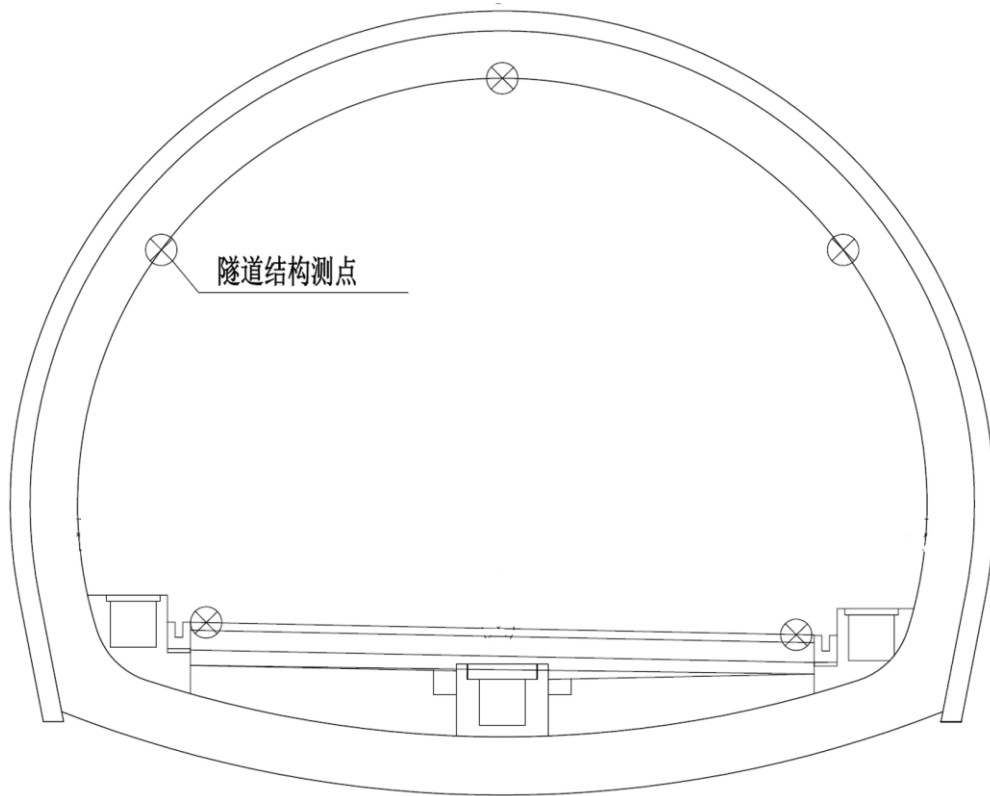


图 C.0.1 隧道测点布置示意图

## 附录 D 路基测点布置

D.0.1 路堤监测点可按图 D.0.1 进行布置。

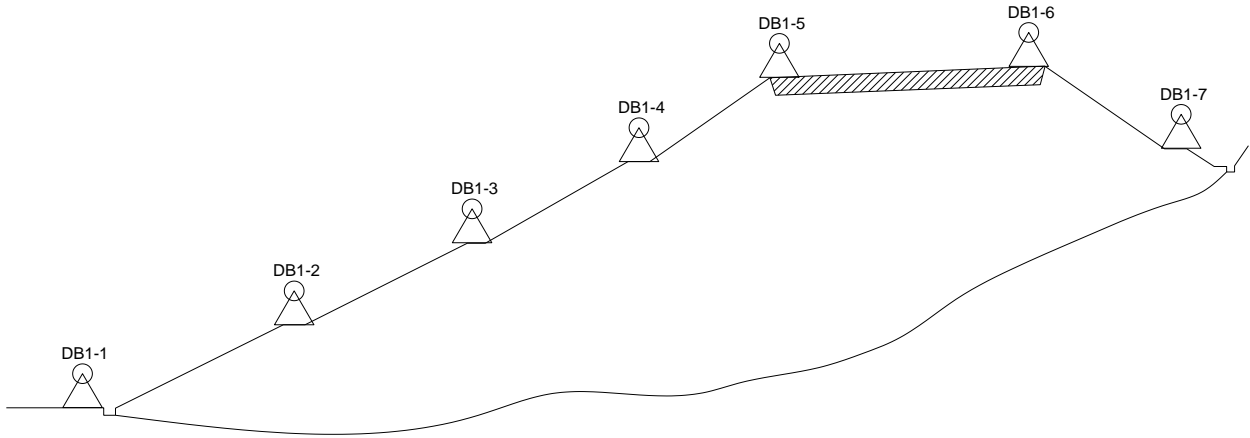


图 D.0.1 路堤测点布置示意图 (DB—地表位移)

D.0.2 路堑监测点可按图 D.0.2 进行布置。

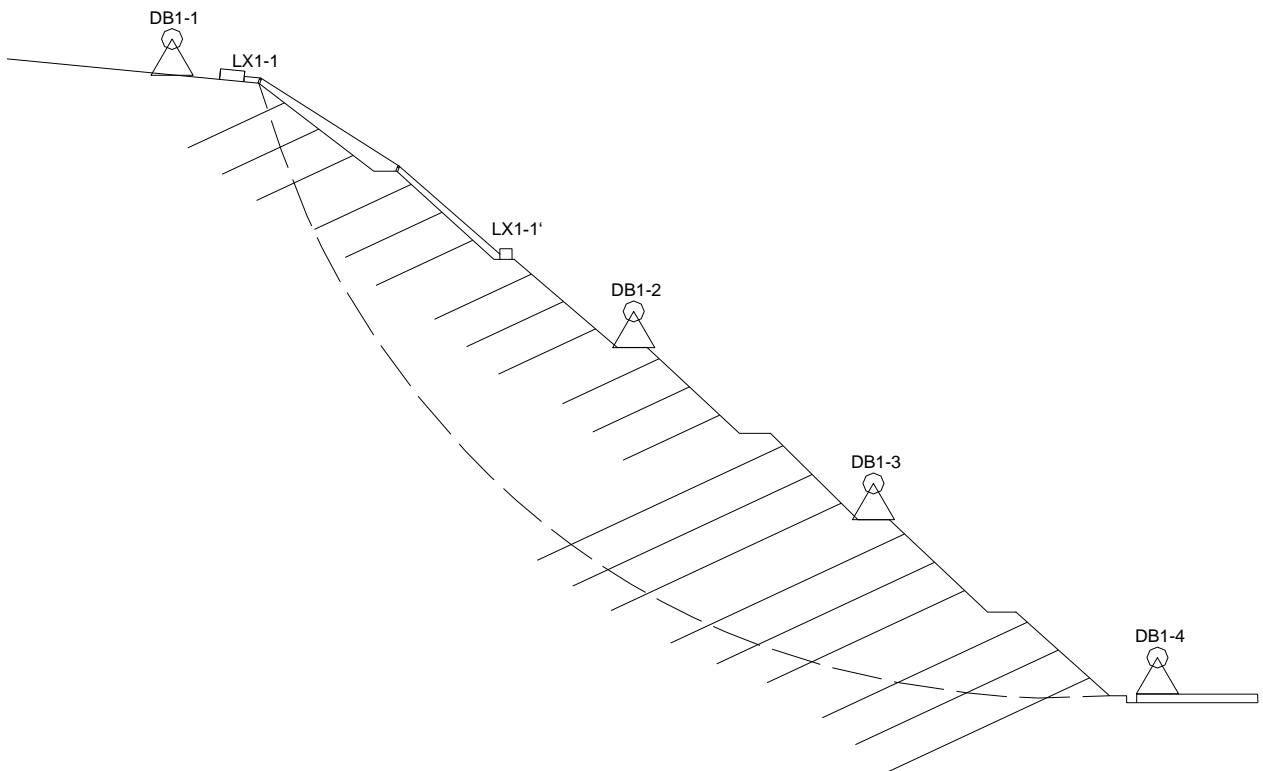


图 D.0.2 路堑测点布置示意图  
(DB—地表位移; LX—拉线)

D.0.3 挡墙监测点可按图 D.0.3 进行布置。

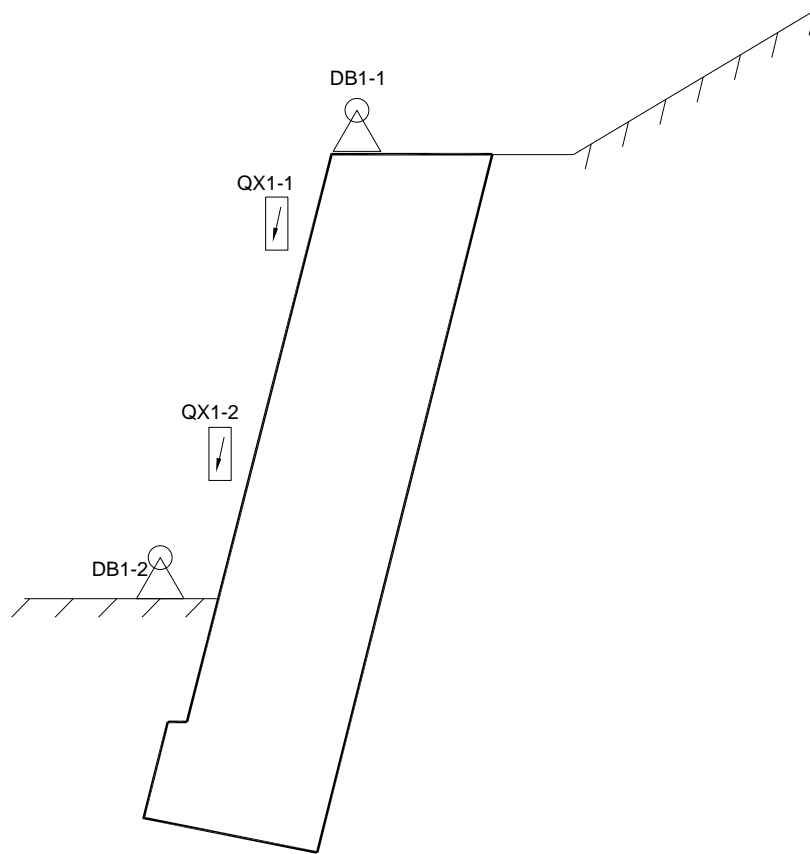


图 D.0.3 挡墙测点布置示意图 (DB—地表位移; QX—倾斜)