

广西壮族自治区地方标准

DB45/T 2364—2021

公路路基监测技术规范

Technical specification for monitoring of highway subgrades

2021 - 09 - 27 发布

2021 - 10 - 31 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西壮族自治区交通运输厅提出并宣贯。

本文件由广西交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：广西交通设计集团有限公司、广西新恒通高速公路有限公司、广西交投科技有限公司、广西交通工程检测有限公司、同济大学、中国科学院武汉岩土力学研究所。

本文件主要起草人：唐正辉、刘先林、何廷全、李明智、李敦仁、杨泓全、王勇、米德才、黄泽斌、闫强、吕玺琳、叶琼瑶、黄海峰、韦宇辉、欧鸥、黄成年、李晓峰、陈川、孙冠华、刘光彬、罗安民、骆俊晖、张永辉、黄建初、张焱、苏冬九。

公路路基监测技术规范

1 范围

本文件规定了公路路基监测的术语和定义、基本规定、监测方案、监测技术要求、监测成果编制及信息反馈。

本文件适用于广西境内二级及以上公路路基变形、应力应变及其影响因素等的监测，其他道路可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 12898 国家三、四等水准测量规范
- GB/T 17942 国家三角测量规范
- GB 50026 工程测量标准
- GB 50689 通信局（站）防雷与接地工程设计规范
- JGJ 8 建筑变形测量规范
- JTG/T 3334 公路滑坡防治设计规范
- JTG D30 公路路基设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

监测 monitoring

采用仪器测量、现场巡查等监控手段和方法，采集反映工程安全状态、变化特征及其发展趋势的数据，并进行分析、反馈的活动。

3.2

自动化监测 automatic monitoring

采用新型传感设备与通讯技术，通过远程网络平台智能控制，实现前端监测数据的自动采集、存储、传输、处理、分析、显示、报警等功能的监测预警方式。

3.3

监测等级 monitoring level

根据路基工程（监测对象）规模、地质条件、工程特点、环境影响因素等确定的监测需采用的级别。

3.4

孔隙水压力系数 pore water pressure parameter

软土中超静孔隙水压力增量与荷载增量的比值。

3.5

基准点 datum point

为便于变形观测作业而布设的稳定的、长期保存的测量点，在变形测量中，作为测量工作基点及变形监测点起算依据的稳定可靠的控制点。

3.6

监测点 monitoring points

直接或间接设置在监测对象上，并能反应监测对象力学或变形特征的观测点。

3.7

监测周期 monitoring cycle

监测工作从开始到结束的时间跨度。

3.8

监测频率 monitoring frequency

在某个时间段内实施的监测次数。

3.9

预警值 warning value

能反映监测对象已经出现异常或危险的特征指标临界值。

4 基本规定

4.1 路基监测应根据监测对象的形式、规模、地质特点及周边环境等确定其监测等级，按照监测等级合理选择监测指标和监测方法，确定监测网度、频度和预警条件。

4.2 路堤、软土路基的监测等级可根据填筑高度、工程条件复杂程度按照表 1 划分，其工程条件复杂程度按表 2 划分。

表1 路堤及软土路基监测等级

监测对象类型	填筑高度或滑坡体积	工程条件复杂程度	监测等级
路堤	H≥20 m	复杂	一级
		较复杂	二级
		简单	三级
	H<20 m	复杂	二级
较复杂、简单		三级	
软土路基	H≥16 m	复杂	一级
		较复杂	二级
		简单	三级
	H<16 m	复杂	二级
		较复杂、简单	三级

注：填筑高度H指填筑层最大厚度与最大放坡高度的大值。

表2 路堤及软土路基工程条件复杂程度

工程条件	复杂程度		
	复杂	较复杂	简单
地形条件	基底横坡坡度 $\alpha \geq 20^\circ$	基底横坡坡度 $10^\circ \leq \alpha < 20^\circ$	基底横坡坡度 $\alpha < 10^\circ$
地基压缩性	压缩层深度范围内存在厚度大于5 m的中等~高压压缩性土层	压缩层深度范围内存在中等~高压压缩性土层，其厚度不大于5 m	压缩层深度范围内不存在中等~高压压缩性土层
软土分布及处治情况	软土层平均厚度大于3.0 m，力学性质差，采用排水预压或新型材料、技术处治，或环境条件变化可能影响路基稳定	软土层厚度大于3.0 m，力学性质较差，采用复合地基等成熟方法处治	无软土；或软土层厚度小于3.0 m，已采用强夯置换等成熟技术进行处理
水文地质	邻近江河湖海并与其有水力联系，基底存在承压水体、地下水径流通道，或存在水敏感性岩土而地下水丰富等情况	地下水较丰富，对路基稳定有一定不利影响	没有地下水，或地下水对路基稳定无明显不利影响
支护结构	设有高度大于8 m的挡墙或出土高度大于10 m的抗滑桩等大型支挡结构	设有高2 m~8 m的挡墙或出土高度不大于10 m的抗滑桩等支挡结构	挡墙高度小于2 m或无支撑结构
填筑材料	膨胀土、高液限土等特殊土料	一般合格填料	硬质岩石方或粗粒土
<p>注1：复杂程度从复杂到简单，有任一项符合某等级标准者，即优先定为该等级。</p> <p>注2：复杂程度的界定宜重点考虑软土性状和空间分布，以及处治方案的可靠性、可控性等因素。</p>			

4.3 路堑的监测等级可根据边坡高度、工程条件复杂程度，按表3划分。工程条件复杂程度根据场地地形与坡率、岩土类型、地下水及支护结构等情况按表4划分。

表3 路堑监测等级

边坡类型	高度	工程条件复杂性	监测等级
土质边坡	$H \geq 40$ m	复杂、较复杂	一级
		一般	二级
	$20 \text{ m} \leq H < 40$ m	复杂	一级
		较复杂	二级
		一般	三级
	$H < 20$ m	复杂	二级
较复杂、简单		三级	
岩质边坡	$H \geq 50$ m	复杂、较复杂	一级
		一般	二级
	$30 \text{ m} \leq H < 50$ m	复杂	一级
		较复杂	二级
		一般	三级
	$H < 30$ m	复杂	二级
较复杂、一般		三级	

表4 路堑工程条件复杂程度划分

工程条件	复杂程度		
	复杂	较复杂	简单
地形与坡率	边坡坡角与自然斜坡坡角差值大于15°；开挖线以上自然斜坡坡角陡、高差大	边坡坡角与自然斜坡坡角差值介于5°~15°；开挖线以上自然斜坡坡角较陡、高差较大	边坡坡角与自然斜坡坡角差值小于5°；开挖线以上自然斜坡坡角小于5°
岩体类型 (岩质坡)	IV类	III类	I类或II类
土的类型 (土质坡)	膨胀土、红黏土、杂填土、全风化炭质岩等特殊岩土	一般素填土、花岗岩残积土、混合土等工程力学性质较差的土	一般全风化岩、粗粒土及坚硬状细粒土
地下水	地下水丰富或较丰富，边坡岩土体水稳性差	地下水丰富或较丰富，对边坡岩土体力学性质有一定影响	地下水贫乏，或边坡由水稳性好的岩土组成
支护结构	边坡支护采用了新技术、新材料或新工艺，或结构隐蔽性高、施工工艺复杂，质量控制与检测难度大	边坡支护结构或施工工艺较复杂，质量控制与检测有一定难度	无复杂性结构
<p>注1：岩质边坡的岩体类型根据JTG D30划分。</p> <p>注2：复杂程度从复杂到简单，有任一项符合某等级标准者，即优先定为该等级。</p>			

4.4 对可能影响到路基安全稳定的滑坡，应对其进行监测，其监测等级可按 JTG/T 3334 确定的滑坡防治工程安全等级查表 5 确定。同时，滑坡影响范围内的路基监测等级不应低于滑坡的监测等级。

表5 滑坡监测等级划分

滑坡防治工程安全等级	I	II	III
滑坡监测等级	一级	二级	三级
注：对无法绕避的大型以上滑坡（体积大于 $3 \times 10^5 \text{ m}^3$ ），宜在勘察设计阶段开始监测工作，并考虑全过程的连续性。			

4.5 当路基影响范围内存在民居、铁路、桥梁、高压电塔、地下油气或电力管线、历史文物等敏感地物时，监测等级宜提高一级。

4.6 支挡结构的监测等级宜与其支护对象保持一致。

4.7 对崩塌、危岩、岩溶强发育等特殊路段，其监测应作专项研究。

4.8 对一、二级监测对象，监测周期应包含整个施工期，并延续到交工后不少于 1 个水文年，直至监测结果显示变形稳定为止。三级监测对象的监测周期应包括整个施工期。

4.9 完工后第一年监测等级宜沿用原有等级，监测、巡查过程中若情况恶化，宜提高监测等级，并相应调整监测方案；完工后连续一年监测结果显示稳定的路段，可相应降低监测等级。

4.10 监测点编号与图例宜按附录 A 统一格式。

5 监测方案

5.1 一般规定

5.1.1 对一级监测对象应制定监测方案，二级监测对象宜制定监测方案。

5.1.2 公路路基监测应根据工程特点，分析研究工程风险、关键部位及关键工序，了解施工、运营过程相关情况，有针对性地编制监测方案。

5.1.3 编制监测方案前应做好以下准备工作：

- a) 收集工程地质勘察报告、路基设计文件、周围环境调查资料、水文气象资料等相关资料，并进行现场踏勘；
- b) 了解监测对象的现状及相邻工程相关情况；
- c) 了解工作的其他要求。

5.1.4 监测方案宜包括下列内容：

- a) 工程概况；
- b) 场地地质条件、周边环境及工程风险特点；
- c) 监测目的和依据；
- d) 工程监测等级；
- e) 监测内容与监测指标；
- f) 基准点、监测点的布设与保护；
- g) 监测方法与精度要求；
- h) 监测周期及监测频率；
- i) 预警指标及预警值，异常情况下的监测措施；
- j) 监测信息反馈程序；
- k) 监测设备、人员的配备；
- l) 质量控制、安全保障措施；
- m) 成果形式。

5.1.5 所有监测对象均应进行现场巡查，一、二级监测对象现场巡查频率宜与设备监测频率保持一致，三级监测路段现场巡查不宜低于2次/月。

5.1.6 监测点的布置宜符合以下规定：

- a) 重点布置在监测对象的变形关键特征点及最不利位置上；
- b) 不妨碍监测对象的正常工作，尽量减少对施工作业的不利影响；
- c) 避免被施工或其他人为破坏，保证整个监测周期内能延续使用；
- d) 对监测对象新出现的特征性裂缝，及时进行监测。

5.1.7 公路路基监测应确定预警项目及预警值，当监测数据达到预警条件时，应及时反馈。

5.1.8 监测预警指标及预警值确定宜符合下列要求：

- a) 能满足路基和周边环境的安全控制要求；
- b) 选择最能表征监测对象状态的指标与特征值，预警指标可为单一指标或指标组合；
- c) 根据路基设计方案，结合设计计算结果、工程经验等确定。

5.2 路堤

5.2.1 路堤监测应达到以下目的：

- a) 提供路基沉降量与沉降速率，以指导施工控制填筑速度，确保路基施工质量；
- b) 确定路堤的变形范围、变形模式、变形速率及稳定状态，验证路基处治效果，保障路基运营安全。

5.2.2 路堤监测指标宜根据工程监测等级按表6确定。

表6 路堤监测指标

工程监测等级	监测指标				
	地表水平位移	地表垂直位移	深层垂直位移	深层水平位移	地下水位
一级	+	+	(+)	+	(+)
二级	+	+		(+)	(+)
三级		(+)			

注：“+”——必做项目；“(+)”——选做项目。

5.2.3 路堤监测点布置应符合下列规定：

- 根据工程监测等级布置垂直于道路走向的监测断面，断面间距宜为 50 m~100 m，宜将监测断面布置在预测变形较大的位置；
- 地表垂直位移：路基中线、路肩、路堤坡面及坡脚等处宜设置监测点，每个监测断面上单侧路基监测点不少于 4 个；
- 深层垂直位移：需分析分层沉降量时，填土层内监测点竖向间距宜为 3m~5m，地基压缩层内土层界面、加固区底面宜设置监测点；
- 地表水平位移：监测点设置在坡脚、坡体中部及路肩等处，路基单侧监测点不宜少于 3 个；
- 深层水平位移：监测孔宜布置在坡脚、坡体中部及路肩等部位，每断面监测孔不宜少于 2 个；
- 地下水位：水文地质条件特征显著的断面宜布设地下水位监测点；
- 典型路堤监测点布置示意图见附录 B。

5.2.4 路堤监测精度应符合表 7 规定。

表7 路堤及软土路基监测精度要求

监测指标	精度要求
地表水平位移	3 mm
地表垂直位移、深层垂直位移	2 mm
深层水平位移	0.10 mm/500 mm
地下水位	1 cm
孔隙水压力	2 kPa
裂缝	岩土体：2 mm，砼结构：0.5 mm

5.2.5 路堤监测频率按表 8 确定。

表8 路堤监测频率要求

监测阶段	监测频率
填筑阶段	1次/1 d或1次/1层
填筑至路床后，铺筑路面前	1次/7 d~15 d
铺筑完路面结构层 3 个月内	1次/15 d
铺筑完路面结构层 3 个月后	1次/30 d

注：遇到强降雨、数据异常、关键施工节点等特殊情况下，应提高监测频率。

5.2.6 路堤监测预警指标及预警值应根据工程地质条件、设计方案及当地工程经验确定，缺乏相关数据时，可按下列规定确定：

- 在路堤填筑期间，采用单日位移速率作为预警指标，取填土层顶面 24h 垂直位移大于 10mm/d，或坡脚水平位移大于 5 mm/d 为预警值；

- b) 路堤填筑后, 采用位移速率与累计位移作为预警指标, 5日平均位移速率预警值取 2mm/d, 累计位移预警值取 20 mm。

5.3 软土路基

5.3.1 软土路基监测应达到以下目的:

- a) 提供路基沉降量与沉降速率, 以指导施工控制填筑速度, 确保路基施工质量;
b) 确定路基的变形范围、变形模式、变形速率及稳定状态, 验证处治效果, 保障路基运营安全。

5.3.2 软土路基监测指标宜根据监测等级按表 9 确定。

表9 软土路基监测指标

工程监测等级	监测指标					
	地表水平位移	地表垂直位移	深层垂直位移	深层水平位移	孔隙水压力	地下水位
一级	+	+	+	+	+	(+)
二级	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)
三级		(+)				

注: “+”——必做项目; “(+)”——选做项目。

5.3.3 软土路基监测点布设宜符合下列规定:

- a) 监测断面垂直于路线走向, 一级监测对象每 20 m~50 m 设一个断面, 二级监测路段每 50 m~100 m 设一个断面, 监测断面布置在预测变形较大的部位;
b) 地表水平位移: 监测点设置在路肩、路堤坡面、坡脚等部位, 每断面监测点不宜少于 3 个;
c) 地表垂直位移: 路基中线、路肩、路堤坡面、反压护道坡肩、坡脚均宜设置监测点, 每断面监测点不宜少于 4 个;
d) 深层垂直位移: 监测点宜设在软土层顶面或地基顶面; 需分析分层沉降量时, 分层沉降监测点竖向间距宜为 3 m~5 m, 地基压缩层内土层界面、加固区底面宜设置监测点;
e) 深层水平位移: 监测点布置在路肩、坡面、坡脚附近, 每个断面监测孔不宜少于 2 个;
f) 孔隙水压力: 用于评估路基稳定性时, 测点宜布置在最危险滑动面附近的软土层中, 竖向间距不宜大于 2 m; 用于预测工后沉降时, 监测点宜布置在地基压缩层内的软土中, 竖向间距不宜大于 3 m;
g) 地下水位: 宜在路基两侧各设置一个观测孔;
h) 典型软土路基监测点布置示意图见附录 B。

5.3.4 软土路基监测精度宜符合表 7 要求。

5.3.5 软土路基监测频率宜按表 10 确定。

表10 软土路基监测频率要求

监测阶段	监测频率
填筑阶段	1次/1d 或 1次/1层
填筑至路床顶后、铺筑路面前的第 1 个月	1次/3d
填筑至路床顶后、铺筑路面前的第 2 个月起	1次/7d
铺筑路面结构层后 3 个月内	1次/15d
铺筑路面结构层 3 个月后	1次/30d

注: 遇到强降雨、数据异常、关键施工节点等特殊情况, 应提高监测频率。

5.3.6 软土路基监测预警指标及预警值的确定应符合以下规定：

- a) 根据软土厚度、性质、地基处理方法、类似工程经验等因素综合确定；
- b) 对天然软土地基、排水固结法处理的软土地基，沉降速率预警值可取 10 mm/d，水平位移速率预警值可取 5 mm/d，孔隙水压力系数预警值可取 0.7~1.0；
- c) 对复合地基路基，预警值取桩间土承载比例与天然地基（或排水固结法）路基预警值之积。

5.4 路堑

5.4.1 路堑监测应达到确定边坡的变形范围、滑动面深度、变形速率及稳定状态，验证边坡处治效果，确保边坡施工与运营安全的目的。

5.4.2 路堑监测指标宜根据监测等级按表 11 确定。

表11 路堑监测指标

工程监测等级	监测指标				
	地表水平位移	地表垂直位移	深层水平位移	地下水位	雨量
一级	+	+	+	(+)	+
二级	+	(+)	(+)	(+)	
三级	(+)				

注：“+”——必做项目；“(+)”——选做项目。

5.4.3 路堑监测点布置应符合下列规定：

- a) 监测断面方向与边坡最不利方向一致，监测断面间距取 30 m~60 m；
- b) 地表位移：地表水平、地表垂直位移监测点宜为共同点；从坡脚至坡顶水平距离每 20 m~40 m 设 1 个监测点，坡顶开挖线以外宜设 1~2 个监测点；
- c) 深层水平位移：深层水平位移监测孔宜布置在边坡前缘、中部及顶部，如有必要还需在坡顶开挖线以外布设 1 个监测孔，监测断面上监测点间距宜取 20 m~40 m；
- d) 地下水位：地下水丰富的路堑边坡宜布设地下水位监测点，地下水位监测点可布设在深部位移监测孔内；
- e) 雨量：雨量计宜安装在坡体或边坡附近无遮挡的区域，10 km 范围的雨量监测数据可参考；
- f) 典型路堑监测点布置示意图见附录 B。

5.4.4 路堑监测精度应符合表 12 的规定。

表12 路堑及滑坡监测精度要求

监测指标	精度要求
地表水平位移	3 mm
地表垂直位移、深层垂直位移	3 mm
深层水平位移	0.10 mm/500 mm
地下水位	1 cm
裂缝	岩土体：2 mm，砼结构：0.5 mm

5.4.5 路堑监测频率宜按表 13 确定。

表13 路堑监测频率要求

监测阶段	监测频率
施工期	1次/1d~3d
施工完成后6个月内	1次/7d
施工完成后6~12个月	1次/15d
施工完成后超过12个月	1次/30d

注：遇到强降雨、数据异常、关键施工节点等特殊情况，应提高监测频率。

5.4.6 路堑监测预警应根据工程地质条件、设计方案、变形发展趋势及当地工程经验等，综合分析各监测指标数据确定。无工程经验时可采用地表或深层水平位移速率作为主要预警指标，预警值可取5 mm/d。

5.5 滑坡

5.5.1 滑坡监测应达到确定滑坡范围、滑动面深度、滑坡变形速率及稳定状态，验证滑坡防治工程效果，确保滑坡及其影响范围的工程施工与运营安全的目的。

5.5.2 滑坡监测指标宜按表14确定。

表14 滑坡监测指标

工程监测等级	监测指标					
	地表水平位移	地表垂直位移	深层水平位移	土压力	地下水位	雨量
一级	+	+	+	(+)	+	+
二级	+	+	(+)	(+)	(+)	+
三级	(+)	(+)				

注：“+”——必做项目；“(+)”——选做项目。

5.5.3 滑坡监测点布设宜符合下列规定：

- 监测断面宜沿主滑方向及其垂向布置成十字形或方格形，断面间距宜取30 m~50 m；规模大、性质复杂的滑坡可按变形分区进行监测，分区分别布置断面；
- 在监测断面上，滑坡前缘、主滑段、滑坡后缘、滑坡外稳定地段、支挡结构物、路基或桥隧构造物等部位宜布设监测点；
- 地表位移：地表水平位移与垂直位移监测点宜设置于相同或相近位置，监测点间距宜取20 m~40 m；
- 深层水平位移：监测孔布设在滑坡前缘、主滑段、滑坡后缘及滑坡外稳定地段，每个分区的监测主断面上深层位移监测孔不少于3个；
- 土压力：压力计宜埋置于支挡结构受力侧、下滑段与阻滑段过渡区等部位；
- 地下水位：地下水位监测点可布设在深部位移监测孔内，监测等级为一级的滑坡地下水位监测点不宜少3个；
- 雨量：雨量计宜安装在滑坡体或滑坡附近无遮挡的区域；
- 典型滑坡监测点布置示意图见附录B。

5.5.4 滑坡监测精度宜符合表12规定。

5.5.5 滑坡监测频率宜根据监测目的、变形状态按表15确定。

表15 滑坡监测频率要求

监测目的	变形状态	监测频率
施工前核实设计参数	活跃	1次/1d~2d
	相对稳定	1次/5d~10d
处治施工安全监测	活跃	1~2次/1d
	相对稳定	1次/3d~7d
处治后效果检测	活跃	1次/1d~5d
	相对稳定	1次/15d~30d
注：遇到强降雨、数据异常、关键施工节点等特殊情况，应提高监测频率。		

5.5.6 滑坡监测预警条件应根据工程地质条件、设计参数、发展趋势及当地工程经验等确定，当缺乏经验时可采用深部位移与地表位移速率作为预警指标，预警值取 5mm/d。当抗滑桩等重要支挡结构失效或达到预警条件时，其支挡的滑坡也应视为达到预警条件。

5.6 支护结构

5.6.1 公路工程涉及锚杆（索）、挡墙、抗滑桩等支护结构时，宜进行监测。

5.6.2 支护结构监测应达到确定支挡结构的健康状态的目的。

5.6.3 锚杆（索）监测指标宜按表 16 确定。

表16 锚杆（索）监测指标

工程监测等级	监测指标	
	锚头位移	应力/应变
一级	+	+
二级	(+)	+
三级	(+)	
注：“+”——必做项目；“(+)”——选做项目。		

5.6.4 锚杆（索）监测点宜布设在锚杆（索）受力最不利、地质条件复杂的锚固区关键部位，测定锚杆（索）应力和预应力损失，非预应力锚杆的监测根数不宜少于总数的 3%，且不少于 3 根；预应力锚杆（索）的监测根数不宜少于总数的 5%，且不少于 3 根。

5.6.5 挡墙监测指标宜按表 17 确定。

表17 挡墙监测指标

工程监测等级	监测指标		
	地表水平位移	土压力	倾斜
一级	+	(+)	+
二级	+	(+)	(+)
三级	(+)		
注：“+”——必做项目；“(+)”——选做项目。			

5.6.6 挡墙监测点布设宜符合下列规定：

- a) 选择挡土墙受力最不利、地质条件复杂的断面监测，间距取 30m~60m，挡墙监测断面位置宜与路基监测断面协调一致；
- b) 地表水平位移：监测点布设在墙顶、墙底位置；
- c) 土压力：监测点布置在台背紧贴挡土墙布设，竖向间距不宜大于 3m，且不宜少于 3 个；
- d) 倾斜：沿监测对象同一竖线分别布设顶部监测点和底部监测点，必要时宜在监测对象中部布设监测点；
- e) 典型挡墙监测点布置示意图见附录 B。

5.6.7 抗滑桩监测指标宜按表 18 确定。

表18 抗滑桩监测指标

工程监测等级	监测指标			
	地表水平位移	深层水平位移	土压力	结构应力应变
一级	+	+	+	+
二级	+	(+)	(+)	(+)

注：“+”——必做项目；“(+)”——选做项目。

5.6.8 抗滑桩监测点布设宜符合下列规定：

- a) 监测点选择在受力较大、坡体稳定性较差位置的抗滑桩内布设，监测桩数取抗滑桩总数的 10%，且不少于 2 根；
- b) 地表水平位移：监测点布设在抗滑桩桩顶位置；
- c) 深层水平位移：监测点布置在抗滑桩内部，在抗滑桩浇筑前，将测斜管绑扎在钢筋笼上，测斜管深度与抗滑桩长度一致；
- d) 土压力：压力计布置在桩背，竖向间距不宜大于 3m，且不宜少于 3 个；
- e) 应力应变：监测点宜布置在抗滑桩受力最大的主筋上，受拉与受压侧同时布置，弯矩较大的桩段竖向间距不宜大于 2m，且不宜少于 4 个；
- f) 典型抗滑桩监测点布置示意图见附录 B。

5.6.9 支护结构监测精度宜符合表 19 规定。

表19 支护结构监测精度要求

监测指标	精度要求
地表水平位移	2 mm
深层水平位移	0.10 mm/500 mm
裂缝	0.5 mm
倾斜	0.01°
应力应变、土压力	0.5%F·S

5.6.10 支护结构监测周期与频率宜与其支护的对象一致。

5.6.11 支护结构监测预警值宜参考设计容许值确定。

6 监测技术要求

6.1 一般规定

6.1.1 监测方法的选择应根据监测对象的特点、设计要求、场地条件、监测等级与精度要求综合确定，

一个指标可采用多种监测方法相互验证。

6.1.2 仪器、设备和元器件应符合以下要求：

- a) 监测仪器、设备和元器件的精度、灵敏度、重复性、可靠性、寿命、防水性、抗干扰性、量程应能满足监测指标的要求；
- b) 监测仪器、设备和元器件应具有出厂合格证与检定证书；对自动化监测，可采用抽检的方式，抽检数量不低于总数的5%，且不少于3件。

6.1.3 监测仪器、设备和元器件应定期进行检定或校准。

6.1.4 对于同一监测指标，现场监测宜采用同一套监测设备、固定监测人员，并在基本相同的时段和环境条件下进行数据采集。

6.1.5 监测设备初始值在设备安装之前以及设备安装完成之后均应测量，且至少独立进行3次观测，并取其稳定值的平均值作为初始值。

6.1.6 监测过程中，应做好监测设备的保护工作，测斜管、水位观测孔、分层沉降管等管口应砌筑保护台，并加盖保护；监测点位于地表时，应设置围栏防护，并配置明显标识；设备信号线、供电线宜采用管理的方式，防止被破坏。

6.1.7 工程监测新技术、新方法在应用前，应做精度与稳定性测试，并与成熟方式进行对比验证。

6.2 现场巡查

6.2.1 路基监测应由专人进行现场巡查，可采用人工观测、无人机巡查、视频监控等方法。

6.2.2 现场巡查的内容宜包括以下方面：

- a) 路基影响范围内有无坍塌、裂缝、冲刷、鼓起等；
- b) 地表地下水出漏点、水量大小；
- c) 护面墙、骨架植草、挡土墙、格梁、防护网、抗滑桩等支护结构是否变形、受损；
- d) 急流槽、排水沟、截水沟等排水设施是否破坏或失效；
- e) 监测点、基准点的完好情况，采用远程自动化监测时，需检查监测供电线、信号线、监测站的完好情况；
- f) 是否有遮挡卫星信号、影响视频监控视野、遮挡太阳能板等影响监测设备工作的不利情况；
- g) 现场施工情况，开挖后暴露的岩土情况与勘察资料是否一致；
- h) 重要节点的施工记录，路堤的填土高度、边坡的开挖情况等。

6.2.3 人工观测以填表、拍照、录像的方式对巡视结果进行记录，可参照附录C填写巡查记录。

6.2.4 无人机巡查应以拍照、录像、倾斜摄影建模的方式，无人机相对地面高度不宜大于100m，影像地面分辨率宜优于2cm；

6.2.5 视频监控宜满足下列要求：

- a) 视频监控宜具有实时监控、录像、回放、备份、报警等功能；
- b) 监控系统应具备遥控变焦和扫视、俯仰等功能；
- c) 视频监控摄像头安装应符合以下要求：
 - 1) 摄像头安装在视野条件好、无遮挡的区域；
 - 2) 摄像头支架固定于混凝土基座上，基座尺寸不宜低于70cm×70cm×70cm；
 - 3) 处于施工阶段视频监控宜采用太阳能供电、无线数据传输的模式，避免现场施工破坏线路导致视频监控中断；处于运营阶段视频监控可根据现场情况选择合理的供电与数据传输方式。

6.2.6 巡查信息应与监测数据结合进行综合分析，出现异常情况，应及时反馈。

6.3 地表水平位移

6.3.1 公路路基地表水平位移监测方法宜采用 GNSS（全球导航卫星系统定位）静态测量法、全站仪、经纬仪等坐标测量法，通过各期的水平位移观测成果绘制水平位移曲线图。

6.3.2 采用 GNSS 进行监测时，应符合下列要求：

- a) 基准站应设立在变形区之外地势较高的区域；
- b) 监测站与基准站固定墩应符合 JGJ 8 的规定；
- c) 监测站与基准站安装上部天空应开阔，高度角 15° 以上无遮拦，且周围无 GNSS 信号反射物（如大面积水域、大型建筑物等），无高压线、电视台、无线电发射站、微波站等干扰源；
- d) 观测过程中，应防止接收设备震动，并防止人员和其他物体碰动天线或阻挡信号；
- e) 观测过程中，不宜改变卫星截止高度角、数据采样间隔等关键参数。

6.3.3 采用全站仪进行监测时，可采用三角形网、交会法、极坐标法、自由设站法、视准线法等，并应符合以下要求：

- a) 当采用三角形网测量时，应符合 GB/T 17942 的规定；
- b) 交会法、极坐标法的主要技术要求应符合下列规定：
 - 1) 用交会法进行水平位移监测时，宜采用三点交会法；角交会法的交会角，宜在 60° ~ 120° 之间，边交会法的交会角，宜在 30° ~ 150° 之间；
 - 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；
 - 3) 测站点宜采用有强制对中装置的观测墩，变形观测点，可埋设安装反光镜或觇牌的强制对中装置或其他固定照准标志。
- c) 自由设站法的主要技术要求应符合下列规定：
 - 1) 控制点的数量不应少于 3 个，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；
 - 3) 自由设站法测量应边角同步观测且测回数应相同，并应符合 GB 50026 的规定。
- d) 视准线法的主要技术要求应符合下列规定：
 - 1) 视准线两端的延长线外应设立校核基准点；
 - 2) 视准线应离开障碍物 1 m 以上；
 - 3) 各测点偏离视准线的距离不应大于 20 mm；采用小角法时，小角角度不应超过 30° ；
 - 4) 视准线测量可选用活动觇牌法或小角度法。当采用活动觇牌法观测时，监测精度要求为视准线长度的 1/100 000，当采用小角度法观测时，监测精度应按式（1）估算。

$$m_s = m_\beta L / \rho \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- m_s ——为位移中误差（mm）；
 m_β ——为测角中误差（"）；
 L ——为视准线长度（mm）；
 ρ ——为 206265"。

6.3.4 水平位移监测基准点的埋设以及水平位移监测控制网的设置应符合 GB 50026 的有关规定。

6.4 地表垂直位移

6.4.1 地表垂直位移监测宜采用全站仪、水准仪、静力水准仪等设备，通过各期的沉降位移观测成果绘制沉降位移曲线图。

6.4.2 采用全站仪进行地表垂直位移监测的应符合 6.3.3 的规定。

6.4.3 采用水准仪进行地表垂直位移监测时，选用的水准仪精度不得低于监测精度要求，应按照规定

的操作程序实施，尽可能消除系统误差，并应满足以下要求：

- a) 仪器温度要求：
 - 1) 测前 30 分钟仪器应放于露天阴影下静置；
 - 2) 数字水准仪要预热不少于 20 次单次测量；
 - 3) 观测中应用测伞遮阳；
 - 4) 搬站时盖仪器罩。
- b) 仪器操作要求：
 - 1) 气泡式水准仪测前应测定倾斜螺旋的置平零点，并做标记，随着气温变化应随时调整零点；
 - 2) 转动倾斜螺旋和测微螺旋的最后旋动方向均应为旋进，目的是削弱倾斜微动螺旋隙动差；
 - 3) 仪器架设时，脚架的两脚与前进路线平行，另一脚每换一站在路线左右轮换；
 - 4) 避免望远镜对准太阳，视线遮挡不要超过标尺在望远镜中截长的 20%。
- c) 测站和标尺安置要求：
 - 1) 标尺应检验，标尺名义米长偏差不应超过限值；
 - 2) 往返测的测站数都应为偶数，两次测量应互换标尺，并重整仪器；
 - 3) 仪器与前后标尺尽量成一直线；
 - 4) 不应为了增加标尺读数而把尺垫放于壕坑；
 - 5) 高差大的地区宜选用长度稳定、标尺名义米长偏差和分划偶然误差较小的标尺。
- d) 标尺读数顺序要求：
 - 1) 一、二等水准观测光学水准仪顺序为往测时的奇数站读数顺序为“后前前后”，偶数站为“前后后前”，返测顺序相反。数字水准仪的读数顺序为奇数站“后前前后”，偶数站“前后后前”，返测顺序相同；
 - 2) 三等水准测量的读数顺序为“后前前后”；
 - 3) 水准测量的读数顺序为“后后前前”。
- e) 观测时间要求：一、二等水准测量在日出后日落前半小时内，太阳中天前后 2h 内不应进行观测；
- f) 控制点使用要求：
 - 1) 在观测基岩水准标石时，标尺置于主标志上；在观测基本水准标石时，标尺置于上标志上。若主标志或上标志损坏，标尺则置于副标志或下标志上；
 - 2) 对于未知主、副标志（或上、下标志）高差的水准标石，应测定主、副标志（或上、下标志）间的高差；
 - 3) 观测应使用同一标尺，变换仪器高度测定两次，相差不得超过 1 mm。

6.4.4 地表垂直位移监测网的建立应符合 GB/T 12898 的有关规定。

6.4.5 采用静力水准测量进行地表垂直位移监测时，应根据观测精度要求和预估沉降量，选取相应精度和量程的静力水准传感器。

6.4.6 静力水准仪的使用应符合下列要求：

- a) 管内液体应具有流动性，在低温地区作业时，管内液体采用防冻液，避免温度低于 0° 造成数据异常；
- b) 向连通管内充水时，采用自然压力排气充水法或人工排气充水法，不得将空气带入，管路应平顺，管路内不得形成滞气死角；
- c) 采用连通管式静力水准，同组传感器应安装在同一高度，安装标高差异不应消耗其量程的 20% 以上；
- d) 管路中任何一段的高程均应低于储液罐的底部 10 cm~20 cm；

- e) 静力水准测量数据读取应选择每天相同时段。

6.5 深层垂直位移

6.5.1 深层垂直位移可采用单点沉降计、分层沉降仪、静力水准仪等观测方法。

6.5.2 单点沉降计安装应符合下列规定：

- 单点沉降计埋设采用钻孔法，钻孔直径为 90 mm~110 mm，钻孔铅垂度 $<1^\circ$ ；
- 钻孔深度应至稳定岩土层 0.5 m~1.0 m；
- 埋设前，应对钻孔深度、有无塌孔以及设备测杆质量、接头等进行全面检查；
- 锚头安装至基岩后，孔底灌注水泥浆 1 m~2 m，以固定锚头；
- 测杆顶部安装单点沉降计和沉降盘，安装时应确保沉降计至满量程；
- 沉降计安装好，待水泥浆沉淀 2 h 后，往孔内灌细砂回填；
- 沉降计安装好之后的 3 d~5 d 内，沉降盘上部不能碾压。

6.5.3 分层沉降可采用埋设磁环分层沉降标，采用分层沉降仪进行监测。沉降标的埋置与监测应符合下列规定：

- 分层沉降管采用聚氯乙烯（PVC）工程塑料，直径为 45 mm~90 mm；
- 磁环分层沉降标通过钻孔在预定位置埋设，安装磁环时，应先在沉降管上分层沉降标的设计位置套上磁环与定位环，再沿钻孔逐节放入分层沉降管，分层沉降管安置到位后，应使磁环与岩土层粘结固定；
- 磁环分层沉降标埋设后连续观测 1 周，至磁环位置稳定后，测定孔口高程并计算各磁环的高程；
- 监测时应对磁环管口深度采用进程和回程两次观测，并取进、回程读数的平均数。

6.5.4 静力水准仪进行深层垂直位移监测时，应在施工期将水准监测点埋设在指定的位置与深度，并做好保护措施。

6.6 深层水平位移

6.6.1 土体和支护桩（墙）深层水平位移观测应在土体或支护桩（墙）中预埋测斜管，通过测斜仪观测各深度处的水平位移，累计得到整孔深层水平位移情况。

6.6.2 测斜管宜采用聚氯乙烯（PVC）工程塑料或铝合金管制成，根据场区预估滑动面位移量选择测斜管的材质，预估滑动面位移超过 200 mm 时，宜采用铝合金管。

6.6.3 测斜孔的深度应穿过最下一层滑动面，进入稳定地层不宜少于 5 m。

6.6.4 测斜管的埋设应符合下列规定：

- 测斜管埋设前应检查测斜管质量，测斜管连接时应保证上、下管段的导槽相互对准、顺畅，各段接头应紧密对接，管底应保证密封；
- 测斜管埋设时应保持固定、竖直，防止发生上浮、破裂或扭转；
- 采用钻孔法埋设测斜管时，测斜管与孔壁之间的孔隙应用粗砂填充密实；
- 测斜管内一对导槽的方向应对准所需测量的位移方向。

6.6.5 测斜管埋设完成后，经过一段时间稳定后，方可建立初值。

6.6.6 采用人工测斜仪进行深层水平位移监测前，宜采用模拟探头进行试孔检查后再使用。监测时，应将测斜仪探头放至测斜管孔底，恒温一段时间后，自下而上以测斜仪导轮间距为间隔逐段测量，每个监测点均应进行正、反两次测量，并取平均值作为最终值。

6.6.7 采用固定式测斜仪进行远程自动化监测时，孔内探头间距宜根据钻孔地质情况进行调整，平均探头间距不宜大于 2 m；传感器导轮应放置在所需测量的位移方向的导槽内，待探头放置一段时间稳定后，方可建立初值。

6.6.8 深层水平位移计算时，当测斜管底部进入稳定岩土体，宜以管底为固定起算点，否则，以管顶作为起算点，并采用高精度设备测定测斜管口的平面位移。

6.7 倾斜

6.7.1 支挡结构倾斜监测应根据现场观测条件和要求，选用投点法、激光铅直仪法、垂准法、差异沉降法与倾角仪法等方法。

6.7.2 倾斜监测点的布置应符合下列规定：

- a) 当测定顶部相对于底部的整体倾斜时，应沿同一竖直线布设顶部监测点与底部对应点；
- b) 当测定局部倾斜时，应沿同一竖直线布设所测范围内的上部监测点和下部监测点。

6.7.3 当从支挡结构外部进行倾斜观测时，宜采用投点法。采用投点法时，测站宜选在与倾斜方向正交的方向线上。

6.7.4 采用全站仪或经纬仪进行投点法时，仪器与监测点的距离宜为上下监测点高差的1.5~2.0倍。

6.7.5 当利用支挡结构的顶部与底部的竖向通视条件进行倾斜观测时，宜采用激光铅直仪法、垂准法。

6.7.6 当利用相对沉降量间接确定支挡结构的倾斜时，可采用水准仪或静力水准仪等方法通过测量沉降差计算倾斜度与倾斜方向。

6.7.7 对于变形速度较快或者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。

6.8 裂缝

6.8.1 裂缝监测内容应包含裂缝的位置、宽度、长度、平面坐标、发现时间等，必要时还需测量裂缝的深度。

6.8.2 工程施工前，应对监测对象已有裂缝的信息进行记录。

6.8.3 裂缝监测宜在裂缝两侧设置标志，长期观测可采用钉入或埋入的金属标志、金属标杆，必要时可在裂缝两侧浇筑混凝土墩并设立标志；需要测量裂缝的纵横变化时，可采用方格网版标志。

6.8.4 裂缝监测方法的采用应符合以下规定：

- a) 裂缝宽度宜采用游标卡尺、千分尺、裂缝计等直接量测；
- b) 对于发展速度较快或者需要连续监测裂缝变化时，宜采用测缝计自动测记，实时监测；
- c) 裂缝长度宜采用直接量测法。

6.9 孔隙水压力

6.9.1 孔隙水压力监测可采用钢弦式、电阻应变式、水管式、气压式孔隙水压力计进行监测。

6.9.2 孔隙水压力计在安装前，应符合以下要求：

- a) 透水石应浸泡饱和，排除透水石中的气泡，安装前透水石应始终浸泡在水中，不应与空气接触；
- b) 核查传感器的标定数据，读取传感器的初始值；
- c) 检查导线长度，位于地下的导线中间不宜有接头，导线长度应长于设计深度。

6.9.3 孔隙水压力计的安装应符合以下要求：

- a) 采用钻孔法埋设孔隙水压力计时，不宜采用泥浆护壁成孔，钻孔应圆直、干净，钻孔直径宜为110 mm~130 mm；
- b) 观测段内宜回填透水材料，并用膨润土球封孔；
- c) 当孔内埋设多个孔隙水压力计时，其间隔不宜小于1m，并采取措施确保各个元件间的封闭隔离；
- d) 埋设过程中，应记录传感器的编号、位置。

6.9.4 待钻孔完全填实且埋设引起的超孔隙水压力消散后，才可得到有效的初始读数。应在设备安装

完成之后，逐日测量，直至读数稳定为止，以稳定的读数作为初始读数。

6.10 地下水位

6.10.1 地下水位监测宜通过钻孔设置水位观测管，采用地下水位计、测绳进行量测。

6.10.2 水位管安装应符合以下要求：

- a) 水位计观测管应顺直、内壁光滑，孔底应设置沉淀管；
- b) 观测孔内水位应与测量地层水位一致，且连通良好；
- c) 水位管管口应高出地面 100 mm 以上并安装管口盖以防地表水及杂物进入管内。

6.10.3 水位管埋设稳定后，应测定水位管管口高程用于计算水位高程。

6.10.4 设备安装完成之后，逐日测量，直至读数稳定为止，以稳定的读数作为初始读数。

6.11 岩土压力

6.11.1 土压力监测宜采用界面土压力计进行监测。

6.11.2 土压力计安装可采用钻孔法、挂布法与压入法，其安装应符合以下要求：

- a) 安装前，测定核查传感器的标定数据，读取传感器的初始值；
- b) 压力盒受力面应与压力方向垂直，并紧贴被监测对象；
- c) 埋设过程中应有土压力膜保护措施；
- d) 采用钻孔法埋设时，回填应均匀密实，且回填材料应与周围岩土体一致；
- e) 采用挂布法安装时，挂布应兜住钢筋笼外侧；
- f) 压力盒埋设过程中，应始终跟踪监测土压力盒数据，及时收回受损元器件。

6.11.3 土压力计埋设完成后，应立即进行检查测试；并逐日测量，直至读数稳定为止，以稳定的读数作为初始读数。

6.12 锚杆（索）应力

6.12.1 锚索（杆）应力可采用锚索（杆）应力计进行监测。

6.12.2 锚索测力计安装时应符合以下要求：

- a) 安装前，测定核查传感器的标定数据，读取传感器的初始值；
- b) 锚垫板、上下承载板、锚索测力计、锚固板、张拉千斤顶等均应与锚索孔同轴；
- c) 锚索在穿越锚固板前应将孔内自由段锚索理顺，依次穿过锚固板，不得交叉；
- d) 安装过程中应不断对锚索计进行监测，并从中间锚索开始向周围锚索逐步加载，以免锚索计的偏心受力或过载。

6.12.3 锚杆测力计可采用对焊或者螺纹对接的方式安装，安装时应符合以下要求：

- a) 安装前，测定核查传感器的标定数据，读取传感器的初始值；
- b) 锚杆测力计两端的连接钢筋应与被测锚杆的型号相同；
- c) 锚杆测力计与锚杆应保证在同一轴线上；
- d) 采用对焊方式安装锚杆测力计时，应对传感器做降温措施；
- e) 锚杆测力计在过程中，应始终跟踪监测测力计频率，及时收回受损元器件。

6.12.4 锚索（杆）测力计宜带有温度传感器，监测数据宜做温度校正。

6.12.5 锚索（杆）测力计埋设完成后，应立即进行检查测试；并逐日测量，直至读数稳定为止，以稳定的读数作为初始读数。

6.13 结构应力应变

6.13.1 结构应力应变监测可采用钢筋应力计、混凝土应变计、光纤传感器进行监测。

- 6.13.2 钢筋应力计可采用对焊、对接或靠焊的方式安装，采用焊接的方式安装时，钢筋计两端连接钢筋宜与被测钢筋型号相同。钢筋计与连接导线的接头处，宜设置伸缩节或垫缓冲材料。
- 6.13.3 钢筋计焊接时应对传感器采取降温措施。
- 6.13.4 埋入式应变计可绑扎在结构钢筋上或安装在定制的安装支架上。
- 6.13.5 结构应力应变监测传感器宜带有温度传感器，监测数据宜做温度校正。
- 6.13.6 传感器件埋设完成后，应立即进行检查测试；并逐日测量，直至读数稳定为止，以稳定的读数作为初始读数。

6.14 雨量

- 6.14.1 雨量监测可采用雨量计进行监测。
- 6.14.2 雨量计误差不宜大于 3%。
- 6.14.3 雨量计安装应符合以下要求：
 - a) 雨量计应安装在远离建筑物和树木的空地上，减小遮挡引起的误差；
 - b) 雨量计应固定于混凝土基座上或立柱上，雨量计应安装稳固，遇暴风雨时不发生倾斜为宜；
 - c) 雨量计安装时，应用水平尺校正，使承雨器处于水平状态。

6.15 自动化监测

- 6.15.1 公路路基监测，宜积极推广 BDS/GPS、GIS 空间信息技术、无线通信技术、物联网技术及其他智能技术，建立公路路基防治网络化实时自动化监测预警系统。
- 6.15.2 公路路基监测符合下列条件时，宜采用自动化监测：
 - a) 变形速度较快、危险性较大、需要高频次监测的项目；
 - b) 需长期监测的项目；
 - c) 采用人工监测实施困难的项目；
 - d) 其他有特殊要求的项目。
- 6.15.3 数据采集与传输系统安装宜满足以下要求：
 - a) 综合现场信号强度、设备网速需求、供电能力综合选择数据传输方式；
 - b) 数据采集系统应具有设备离线提醒功能；
 - c) 宜设立标准的数据通讯协议与数据通讯格式；
 - d) 数据通讯协议应具有校验位，保证数据的完整性。
- 6.15.4 监测设备供电可根据现场情况采用电网供电或太阳能供电，使用太阳能供电时宜满足以下要求：
 - a) 太阳能供电系统宜包含蓄电池、太阳能板与控制器三个模块；
 - b) 太阳能板功率应根据现场设备的功耗计算获得，太阳能板功率宜不低于设备功耗的 20 倍；
 - c) 蓄电池容量（以安时计）宜设置在太阳能板功率（以 W 计）数值的 1/2；
 - d) 控制器应具备电源管理、电池供电、掉电保护和自动上电等功能；
 - e) 供电系统应能保障现场监测设备在连续阴雨天正常工作。
- 6.15.5 软件管理系统应满足以下技术要求：
 - a) 软件管理平台应具有数据采集、数据成图、自动预警、预警发布四个基本功能；
 - b) 监测数据库应进行容灾备份。
- 6.15.6 自动化监测现场设备宜采取防雷和接地措施，防雷、接地设计应符合 GB 50689 的规定。

7 监测成果编制及信息反馈

- 7.1 监测成果包含现场监测资料、内业分析处理资料、监测报告等内容。

- 7.2 现场监测资料主要包含现场巡视记录与现场监测数据记录，现场监测资料应按照规定格式记录与管理。
- 7.3 取得现场监测资料后，应及时对资料进行处理、分析与检验，计算监测数据累计变化值、变化速率值、相关性分析，并绘制相应的曲线，必要时绘制断面曲线图、等值线图等。
- 7.4 监测报告主要包括日报或周报、警情快报、阶段性报告和总结报告，监测报告采用图片、文字、表格等形式，监测报告应表达直观、明确。
- 7.5 监测日、周报应包括以下内容：
- 现场天气情况、现场施工情况等现场基本信息；
 - 监测数据图表、本次变化量、累计变化量、变化速率等，绘制相关曲线；
 - 监测数据、现场巡视信息的分析与说明，对监测指标作出正常、异常、危险的判断性结论；
 - 结论与建议；
 - 可参考附录 D 的要求填写监测日报表内容。
- 7.6 警情快报应包括以下内容：
- 现场天气情况、现场施工情况等现场基本信息；
 - 警情发生的时间、地点、情况描述、严重程度；
 - 监测数据图表、本次变化量、累计变化量、变化速率等，绘制相关曲线；
 - 预警原因的分析；
 - 预警处理措施建议。
- 7.7 阶段性监测报告应包括以下内容：
- 工程简介；
 - 监测目的与任务；
 - 监测技术标准；
 - 监测内容及预警标准；
 - 监测点平面布置图与本期完成的监测工作量统计；
 - 监测数据图表、本期变化量、累计变化量、变化速率等，绘制相关曲线以及对监测结果的分析；
 - 现场巡查照片、记录等；
 - 本期预警记录与处理措施汇总；
 - 本期监测工作结论与建议。
- 7.8 总结报告应包括以下内容：
- 工程概况；
 - 监测目的与任务；
 - 监测技术标准；
 - 监测内容及预警标准；
 - 监测点平面布置图及完成的监测工作量；
 - 监测数据图表及对监测结果的分析；
 - 现场巡视信息：巡查照片、记录等；
 - 预警记录与处理措施汇总；
 - 监测工作结论与建议。
- 7.9 对监测数据应及时进行分析处理，当监测数据达到监测预警值时应及时提出预警。
- 7.10 宜根据监测结果严重程度设立不同级别的预警级别以及响应措施，采取的工程措施包括以下方面：
- 提高监测频率，提高对该项目的关注度；
 - 密切关注监测数据，提出处置措施，采取应急措施；

- c) 疏散周边居民，抢运高价值设备物资、财产、资料等；
- d) 执行有利于路基稳定的各项应急措施；
- e) 警戒区内仅允许必要的工程技术人员入内，其他人员严禁进入。

7.11 宜建立专业的监测预警管理平台，实现监测数据采集、处理、分析、查询、管理、预警一体化与自动化，以及监测成果的实时上报或发布。

7.12 监测报告应按规定格式和内容编制，及时报送。

附录 A
(资料性)
监测点编号与图例

A.1 监测点编号与图例

A.1.1 监测点编号应符合下列规定：

- a) 监测点编号的组成宜由断面编号、监测点类别与监测点序号共同组成；
- b) 监测点类别宜采用大写拼音首字母缩写；
- c) 断面编号与监测点序号宜采用阿拉伯数字按照特定的方向进行编号。

A.1.2 监测点图例宜具有一定的象形特征。

A.1.3 监测点代号与图例可按表A.1采用。

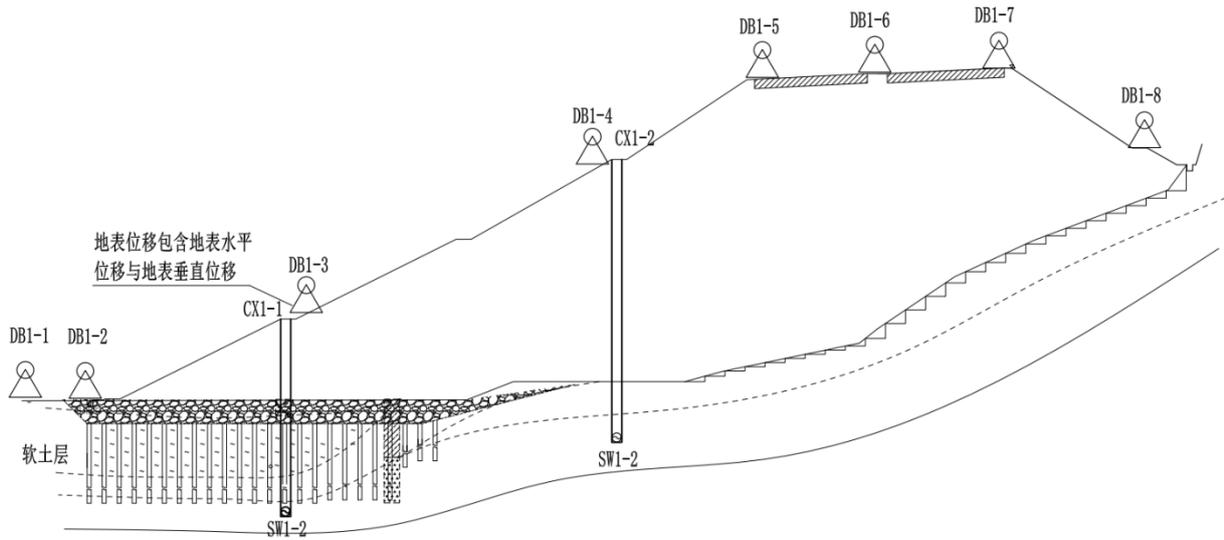
表A.1 监测点编号与图例

监测指标	监测点代号	图例
地表位移	DB	
地表水平位移	DBH	
垂直位移	CJ	
深层水平位移	CX	◎ (平面图) / ⊏ (断面图)
倾斜	QX	
裂缝	LF	
孔隙水压	KXS	
地下水位	SW	
岩土压力	TYL	0
锚杆(索)应力	MGJ、MSJ	
钢筋应力	GJJ	
混凝土应变	YB	
雨量	YL	
视频	SP	

附录 B
(资料性)
监测点布置示意图

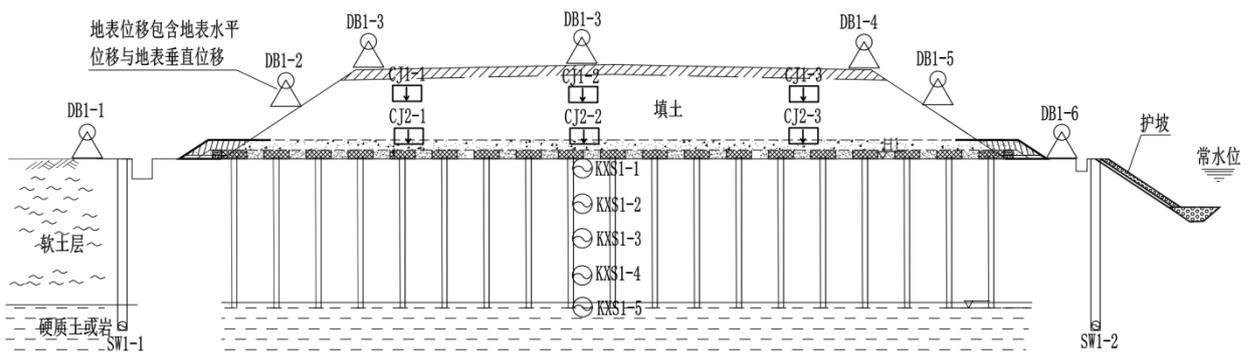
B.1 监测点布置示意图

B.1.1 典型高填路堤监测点布置如图B.1所示。



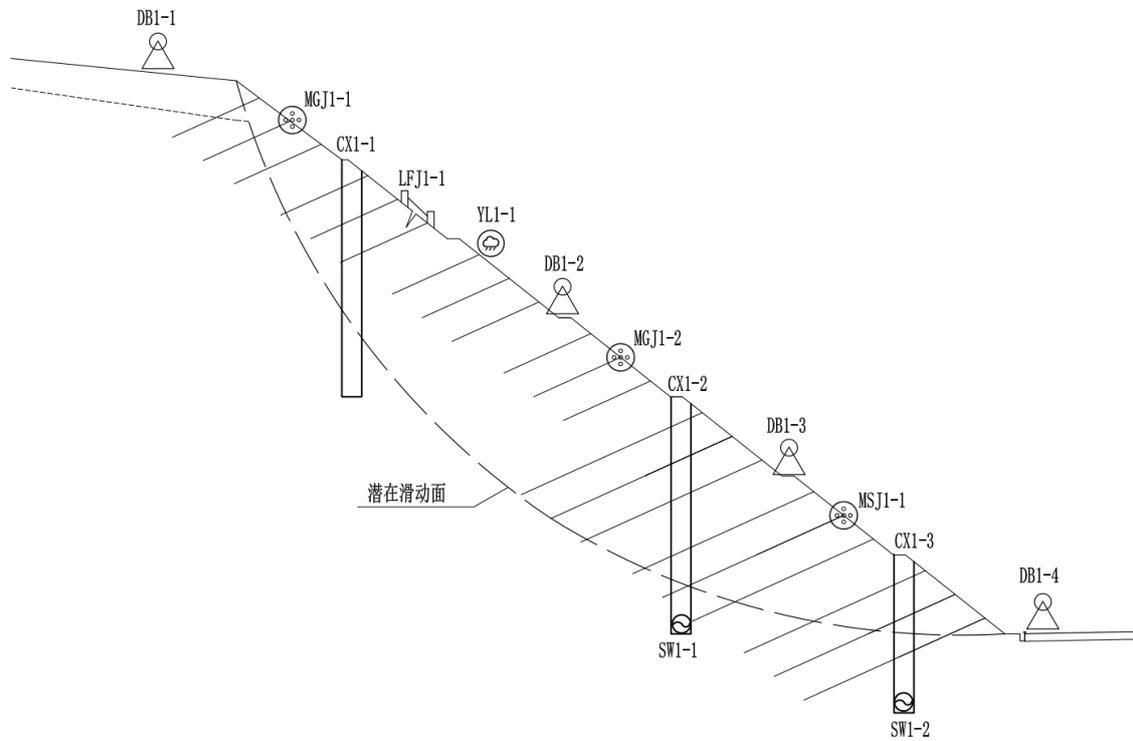
图B.1 路堤监测点布置示意图

B.1.2 典型软土路基监测点布置如图B.2所示。



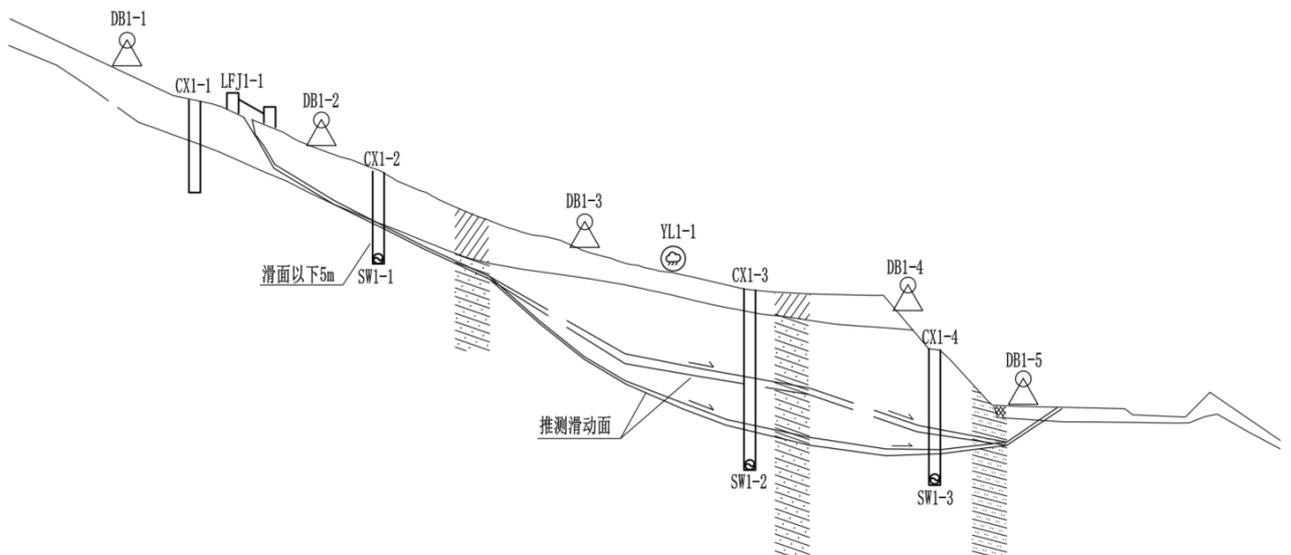
图B.2 软土路基监测点布置示意图

B. 1.3 典型路堑监测点布置如图B. 3所示。



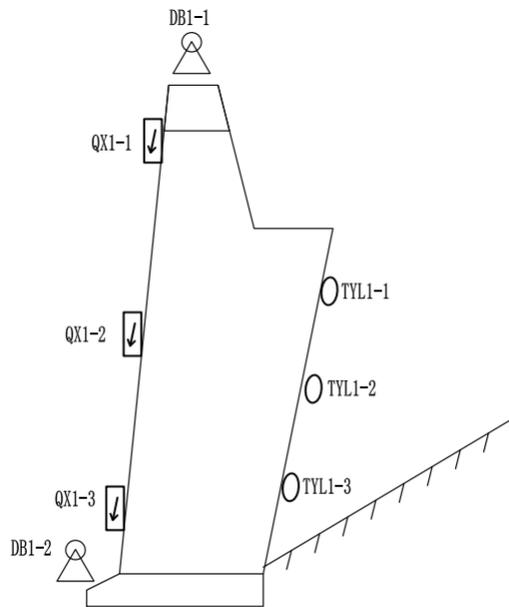
图B.3 典型路堑监测点布置示意图

B. 1.4 典型滑坡监测点布置如图B. 4所示。



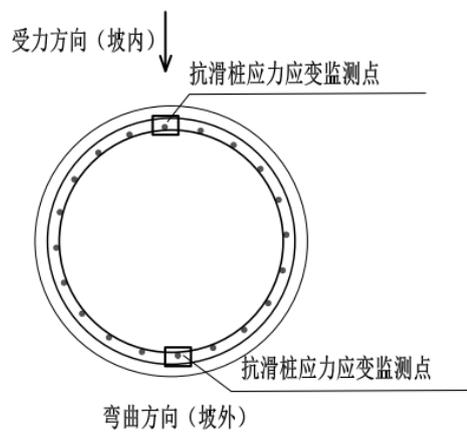
图B.4 典型滑坡监测点布置示意图

B. 1. 5 典型挡墙监测点布置如图B. 5所示。



图B. 5 典型挡墙监测点布置示意图

B. 1. 6 典型挡墙监测点布置如图B. 6所示。



图B. 6 典型抗滑桩监测点布置示意图

附录 C
(资料性)
现场巡查报表

现场巡查记录可采用表C.1所示。

表C.1 现场巡查报表

项目名称: _____ 报表编号: _____

监测单位: _____ 时间: _____ 天气: _____

类别	巡查内容	巡查结果	备注
岩土体	坡面有无坍塌、裂缝、冲刷、鼓起等		
	地表地下水出漏点、水量大小		
	其他		
支护结构	护面墙、骨架、挡土墙、防护网、抗滑桩等支护结构是否变形、受损		
	急流槽、排水沟、截水沟等排水措施是否破坏或失效		
	其他		
监测设备	基准点、监测点、线路等监测设施是否完好		
	是否有遮挡卫星信号、影响视频监控视野、遮挡太阳能板等影响监测精度的不利条件		
	其他		
施工情况	开挖暴露的岩土情况与勘察结果是否一致		
	路堤填土高度、边坡开挖情况		
	支护结构施工情况		
	分层开挖或填筑暴露时间		
周边环境	其他		
	临近建(构)筑物变形、裂缝		
	临近地下管线区域地表异常		
其他			
结论:			

制表: _____

复核: _____

D. 1.2 深部位移监测日报表可采用表D. 2所示的格式。

表D. 2 深部位移监测日报表

项目名称:

报表编号:

监测单位:

时间:

天气:

监测点号	孔深 (m)	滑面深度 (m)	峰值深度 (m)	滑面速率 (mm/d)	峰值速率 (mm/d)	滑面累计 位移 (mm)	峰值累计 位移 (mm)	预警级别
结论:								

制表:

复核:

D.1.3 裂缝监测日报表可采用表D.3所示的格式。

表D.3 裂缝监测日报表

项目名称：

报表编号：

监测单位：

时间：

天气：

监测点号	长度信息			宽度信息			预警级别
	初始长度 (m)	今日长度 (m)	变化速率 (m/d)	初始宽度 (mm)	今日宽度 (mm)	变化速率 (mm/d)	

结论：

制表：

复核：

D.1.4 应力、压力监测日报表可采用表D.4所示的格式。

表D.4 应力、压力监测日报表

项目名称:

报表编号:

监测单位:

时间:

天气:

监测点号	初始测试值 (kPa)	上次测试值 (kPa)	本次测试值 (kPa)	本次变化量 (kPa)	变化速率 (kPa/d)	预警级别
结论:						

制表:

复核:

D. 1. 5 应变监测日报表可采用表D. 5所示的格式。

表D. 5 应变监测日报表

项目名称:

报表编号:

监测单位:

时间:

天气:

监测点号	初始测试值 ($\mu\epsilon$)	上次测试值 ($\mu\epsilon$)	本次测试值 ($\mu\epsilon$)	本次变化量 ($\mu\epsilon$)	变化速率 ($\mu\epsilon/d$)	预警级别

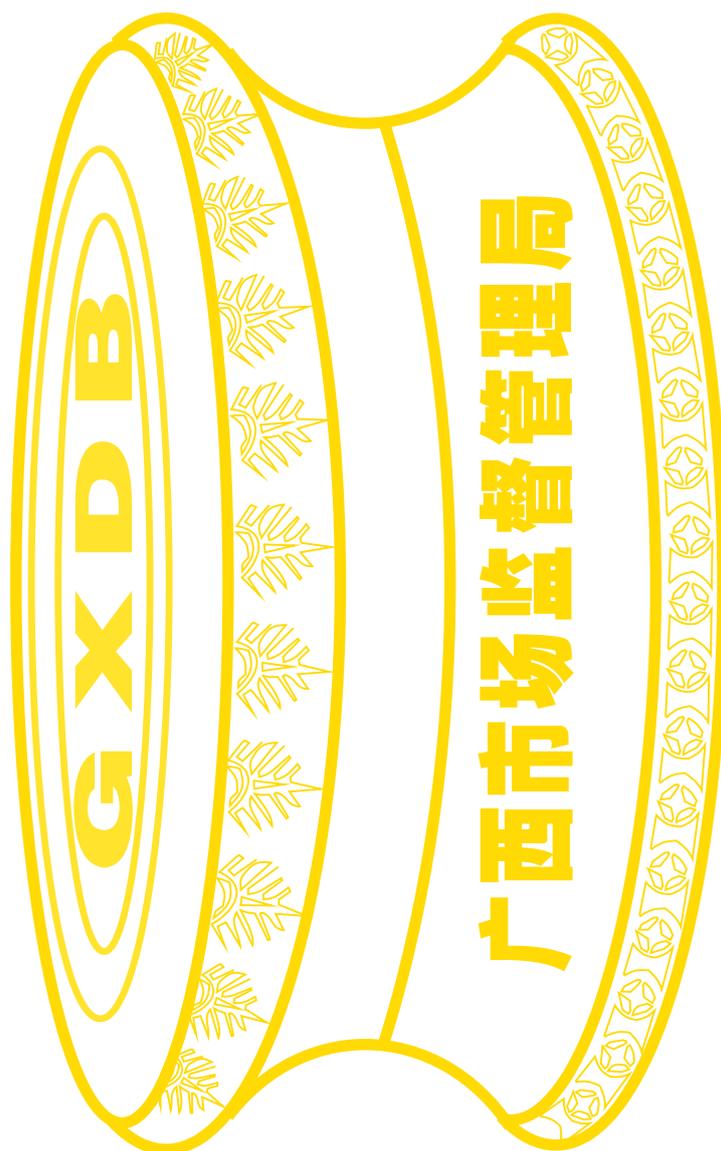
结论:

制表:

复核:

参 考 文 献

- [1] DB45/T 1972—2019 公路软土地基处治工程技术规范



中华人民共和国广西地方标准

公路路基监测技术规范

DB 45/T 2364—2021

广西壮族自治区市场监督管理局统一印刷

版权专有 侵权必究