

DB

云南省工程建设地方标准

DBJ53/T—XX-2022

公路路堑边坡工程监测技术规程

Technical Specification for Monitoring of Road Cutting
Slope

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

云南省住房和城乡建设厅 发布

云南省工程建设地方标准

公路路堑边坡监测技术规程

Technical Specification for Monitoring of Road Cutting
Slope

DBJ53/T—XX-2022

主编单位：云南省交通规划设计研究院有限公司

云南省交通投资建设集团有限公司

批准部门：云南省住房和城乡建设厅

试行日期：XXXX 年 XX 月 XX 日

XXXX 出版社

XXXX（年） 云南

云南省住房和城乡建设厅

公 告

第 XXX 号

前 言

根据云南省住房和城乡建设厅《关于印发云南省 2020 年工程建设地方标准编制计划（第一批）的通知》，规程编制组根据近年来完成的国家级、省部级、厅局级系列科研项目研究成果，总结分析了云南省各等级公路路堑边坡的监测实践经验，充分吸收了国内外的相关成果，广泛征集了业内有关单位和专家的意见和建议，经大量工程调研和总结分析编制而成。

本规程分为 6 章、5 个附录：第 1 章总则、第 2 章术语、第 3 章基本规定、第 4 章监测方案、第 5 章监测方法、第 6 章数据处理与分析、附录 A 监测流程、附录 B 监测方案内容、附录 C 评估调查表、附录 D 监测数据样表、附录 E 总结报告主要内容。

本规程由云南省住房和城乡建设厅负责归口管理，由云南省交通规划设计研究院有限公司、云南省交通投资建设集团有限公司负责技术内容的解释。

在执行过程中如有意见与建议，烦请各单位函告至云南省交通规划设计研究院有限公司（联系人：陈贺；地址：云南省昆明市官渡区双凤路 9 号；邮编：650299；电话：0871-63159830；电子邮箱：chenhe_2009@163.com），以便修订时研用。

本规程主编单位：

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1 总则..... 1

2 术语..... 2

3 基本规定..... 4

 3.1 监测阶段与目的..... 4

 3.2 监测实施要求..... 4

4 监测方案..... 6

 4.1 一般规定..... 6

 4.2 监测等级..... 7

 4.3 监测项目..... 10

 4.4 监测点和基准点布设..... 11

 4.5 监测周期和频率..... 13

5 监测方法..... 15

 5.1 一般规定..... 15

 5.2 地表水平位移..... 16

 5.3 地表竖向位移..... 16

 5.4 深部位移..... 17

 5.5 裂缝..... 18

 5.6 地下水动态..... 18

 5.7 降雨量..... 19

 5.8 锚索（杆）应力..... 20

 5.9 支挡结构应力..... 20

 5.10 人工巡视检查..... 21

6 数据处理与分析..... 22

 6.1 一般规定..... 22

 6.2 数据整理..... 22

 6.3 预警..... 22

 6.4 成果报告..... 23

附录 A 监测流程..... 25

附录 B 监测方案内容..... 26

附录 C 评估调查表..... 27

附录 D 监测数据样表..... 29

附录 E 总结报告主要内容	37
本规程用词说明	38
引用标准名录	39

Contents

1 General provision	1
2 Term	2
3 Basic requirement	4
3.1 Monitoring stage and purpose	4
3.2 Monitoring implementing requirement	4
4 Monitoring scheme	6
4.1 General regulation	6
4.2 Monitoring level	7
4.3 Monitoring indicator	10
4.4 Monitoring point and datum point layout	11
4.5 Monitoring period and frequency	13
5 Monitoring method	15
5.1 General regulation	15
5.2 Ground displacement in horizontal direction	16
5.3 Ground displacement in vertical direction	16
5.4 Deep displacement	17
5.5 Crack	18
5.6 Groundwater dynamics	18
5.7 Rainfall	19
5.8 Stress of anchor rod	20
5.9 Stress of supporting structure	20
5.10 Manual inspection	21
6 Data processing and analysis	22
6.1 General regulation	22
6.2 Data processing	22
6.3 Early warning	22
6.4 Achievement report	23
Appendix A Monitoring process	25
Appendix B Content for monitoring scheme	26
Appendix C Evaluation table	27
Appendix D Monitoring data sample table	29
Appendix E Main content of summary report	37
Explanation of Wording in this standard	38
List of Quoted Standard	39

1 总则

1.0.1 为了规范云南省公路路堑边坡工程监测工作，确保监测质量，指导、控制路堑边坡工程的安全建设，保障安全，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于云南省新建和改扩建二级及其以上公路路堑边坡监测，路堤边坡、滑坡和其他等级公路的路堑边坡可参照执行，包括施工安全监测、防治效果监测、运营安全监测，提倡采用远程实时自动化监测技术，监测过程中应注重积累经验。

1.0.3 路堑边坡监测应围绕监测目的，应综合考虑场地工程地质和水文地质条件、气象条件、周边环境条件、路堑边坡设计和施工方案等因素，制定合理的监测方案，精心组织和实施。

1.0.4 公路路堑边坡监测应符合国家安全生产、劳动保护方面的相关规定，采用有效的安全生产措施，保障人员和设施的安全。

1.0.5 在云南省开展公路路堑边坡监测活动，除参照本规程的规定外，还应符合国家标准、行业标准的相关规定。

2 术语

2.0.1 公路路堑边坡 road cutting slope

为修建公路，由原地面开挖形成的边坡。

2.0.2 地质环境条件 geological environmental condition

与路堑边坡工程相关的地质要素，包括自然地理、区域地质、地层岩性、地质构造、岩土类型及其工程地质性质、水文地质遗迹人类活动的影响等。

2.0.3 岩体基本质量 rock mass basic quality

影响边坡工程稳定性的基本属性，由岩石坚硬程度和岩体完整程度确定。

2.0.4 岩质路堑边坡 rock cutting slop

主要由岩体构成的路堑边坡或潜在破坏模式在岩体内部的路堑边坡。

2.0.5 不良地质体发育程度 development degree of unfavorable geology

地质作用下不良地质体的变形和发展状态特征。

2.0.6 支护结构 retaining structure

利用自身重力的圬工或混凝土砌筑结构，或采用面板、肋柱、土工材料及锚索（杆）等材料与边坡前缘土体共同组成的构筑物，以加固边坡的一种结构体系。

2.0.7 基准点 benchmark

为进行变形监测，在稳定岩层或原土层上布设且经确认固定不动的已知控制点。

2.0.8 工作基点 working reference point

为便于现场变形观测作业而布设的相对稳定的测量点。

2.0.9 监测点 monitoring point

布设在监测对象上，能够反映监测对象位移、应力、应变等特征的观测点。

2.0.10 监测等级 monitoring design level

用于确定边坡监测阶段、监测项目、监测点布设的等级水平，由危害严重程度和稳定性类别综合确定。

2.0.11 稳定性类别 stability type

根据最小安全系数和工程地质条件对边坡稳定性分成几种不同类型。

2.0.12 施工安全监测 construction safety monitoring

为保障施工安全，施工期开展的边坡变形、应力、地下水环境等动态变化的监测。

2.0.13 防治效果监测 prevention effect monitoring

为检验工程加固效果，施工完成后开展的边坡变形、应力、地下水环境等动态变化的监测。

2.0.14 运营安全监测 operation safety monitoring

为保障长期运营安全，运营期开展的边坡位移、应力、地下水位等动态变化的监测。

2.0.15 监测剖面 monitoring profile

为监测边坡的变形及受力状态，选择布设监测点的剖面。

2.0.16 监测网 monitoring net

由监测剖面、基准点、工作基点、监测点组成的三维立体监测体系。

2.0.17 主轴剖面 spindle section

潜在稳定性最差的控制性横剖面。

2.0.18 自动化监测 automatic monitoring

能够自动采集边坡的变形、应力、地下水位等数据，并同步传输至室内接收终端（室内计算机、手机等）。

2.0.19 监测预警 monitoring and early-warning

当监测指标超过阈值而发出警告信息。

3 基本规定

3.1 监测阶段与目的

- 3.1.1** 路堑边坡的监测可分为施工安全监测、防治效果监测、运营安全监测，一般以施工安全监测和防治效果监测为主。
- 3.1.2** 施工安全监测应为路堑边坡的设计和施工、保障路堑边坡施工和周边既有构筑物安全、优化调整设计提供科学依据，宜以位移监测为主。
- 3.1.3** 防治效果监测应以检验防治工程效果为目的，宜监测位移和防护结构应力。
- 3.1.4** 运营安全监测应为保障运营安全、养护维护和管理提供对策建议，宜以位移和防护结构应力监测为主。

3.2 监测实施要求

- 3.2.1** 施工安全监测应由施工单位组织实施，防治效果监测应由项目建设单位组织实施，运营安全监测应由管养单位组织实施。
- 3.2.2** 防治效果监测和施工安全监测形成的结论性报告应纳入工程竣工验收范围。
- 3.2.3** 路堑边坡监测应委托具有类似监测项目经验的单位实施，负责人近 3 年内应承担过相关监测项目不少于 1 项。
- 3.2.4** 路堑边坡监测应由监测单位编制专业监测方案，并应经过委托单位组织论证后实施。
- 3.2.5** 当监测对象发生重大变化时，应是需要调整监测方案。
- 3.2.6** 路堑边坡监测过程中仪器设备、人员和方法应相对固定，确需更换时，须做好数据和监测流程的交接工作。
- 3.2.7** 施工安全监测，应及时整理分析监测数据，及时掌控路堑边坡的稳定状态和发展趋势。
- 3.2.8** 防治效果监测，应依据路堑边坡的变形、防护结构应力监测数据，及时评估反馈防护工程的加固效果。
- 3.2.9** 运营安全监测，宜优先布设远程自动化位移监测点。
- 3.2.10** 施工安全监测、防治效果监测、运营安全监测阶段宜布置永久性监测点。
- 3.2.11** 监测过程中，建设方、施工方、运营方应协助监测单位保护监测点和监测设施。
- 3.2.12** 监测仪器、设备和元器件应符合以下要求：
 - 1** 应具有长期稳定性和可靠性，能适应复杂的气候环境条件，抗腐蚀能力强，受温度、风、水、雷电、振动等影响小；

2 宜可拆卸、可回收、便于更换维修，埋设至地下的深部位移自动化监测仪器应具有自检功能；

3 监测仪器应经过校准，校准记录和标定资料等齐全，在校准有效期内使用；

4 应按时维护监测设备仪器，每个月不少于 1 次；

5 自动化监测仪器宜具有自检、自校功能，应至少三个月进行一次人工检查、校正；

6 使用寿命不应低于监测周期。

3.2.13 监测流程宜按附录 A 执行。

3.2.14 当监测结果显示异常时，应立即现场调查宏观变形迹象，及时评价和验证监测结果的合理性和可靠性，发布预警预报信息。

3.2.15 监测实施过程和结束后，应由相关单位人员组成验收组，依据监测方案对监测仪器设备和成果报告进行评价验收。

4 监测方案

4.1 一般规定

4.1.1 编制监测方案之前，应搜集路堑边坡工程地质勘察资料、施工图设计资料、施工安全总体和专项风险评估报告、专项施工方案、施工组织设计、施工工艺、施工进度等资料，并开展现场踏勘。

4.1.2 工程地质勘察资料搜查内容应包括地形地貌、地层岩性、地质构造、坡体结构、物质组成、潜在失稳范围和深度、气象条件、汇水面积、地表水及地下水情况等，图件应包括工程地质平面图、工程地质横剖面等；当资料不足时，应开展必要的补充地质勘察工作。

4.1.3 施工图设计资料搜查内容应包括路堑边坡的开挖坡形坡率、坡级、防护加固措施等，图件应包括防护加固措施设计平面图、立面图、横剖面等。

4.1.4 现场踏勘应完成以下工作：

- 1 结合地质勘察资料，查明路堑边坡地质条件；
- 2 查明边坡的施工状态、历史变形情况、目前变形情况、周边构筑物分布情况、周边道路通行情况等；
- 3 查明当地区域自然稳定斜坡的坡度；
- 4 路堑边坡工程已有监测措施、监测数据；
- 5 确定拟监测项目现场实施的可行性；
- 6 了解相邻工程的设计和施工情况。

4.1.5 下列边坡工程的监测方案宜通过专家评审会审查：

- 1 地质和环境条件复杂的边坡工程；
- 2 临近重要建筑和管线以及失稳后对历史文物、桥梁、隧道等影响严重的边坡工程；
- 3 已发生严重事故，重新组织施工的边坡；
- 4 采用新技术、新工艺、新材料、新设备的边坡工程；
- 5 监测等级达到一级的边坡工程；
- 6 建设、设计、监理、施工等单位认为有必要论证的边坡工程。

4.1.6 监测方案审查专家不应少于 5 位，至少 3 位具备从事相关工程监测预警经验。

4.1.7 边坡工程监测应采用仪器监测与现场巡视检查相结合的方法，并制定巡查规章制度。

4.1.8 监测对象宜包括路堑边坡、防护结构、周边建筑物等。

- 4.1.9 监测项目应与边坡工程设计、施工方案相匹配，应形成有效的、完整的监测体系。
- 4.1.10 监测方案制定时，应收集已有的监测资料，预估路堑边坡的稳定状况和可能的变形机制。
- 4.1.11 监测方案内容宜按附录 B 执行。

4.2 监测等级

4.2.1 路堑边坡监测等级应根据失稳后危害严重程度和稳定性类型综合确定，可按照表 4.2.1 确定。

表4.2.1 路堑边坡监测等级分级标准

危害严重程度 稳定性类型	很严重	严重	较严重	一般
I	三级	三级	三级	四级
II	一级	二级	三级	四级
III	一级	一级	二级	三级
IV	一级	一级	二级	二级

注：对于已发生明显变形的边坡，监测等级应提高 1 级。

4.2.2 应根据路堑边坡所在区域的构筑物的重要性确定危害严重程度，可按照表 4.2.2 确定。

表4.2.2 路堑边坡危害严重程度

危害对象	路堑边坡规模					
	$H < 30\text{m}$ (20m)		$(20\text{m}) 30\text{m} \leq H < 60\text{m}$ (40m)		$H \geq 60\text{m}$ (40m)	
	高速公路、 一级公路	二级及二级 以下公路	高速公路、 一级公路	二级及二级 以下公路	高速公路、 一级公路	二级及二级 以下公路
路堑	一般	一般	较严重	一般	严重	一般
桥梁	较严重	一般	严重	较严重	很严重	严重
隧道口	严重	较严重	很严重	严重	很严重	严重
居民楼、村庄、高压输电塔等重要构筑物在 (1~4) H 范围内	严重	较严重	很严重	严重	很严重	严重

注：（1）括号内表示土质路堑边坡的高度。

- （2）对于二元结构（土石混合）边坡如果破坏模式属于可能沿着基岩顶面或者土体内部滑动的边坡划归土质边坡；破坏模式为在岩体内部发生滑动的边坡划归岩质边坡，当无法辨别时按土质边坡考虑。

(3) 对于构筑物范围,可参照《高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南》,老滑坡区、特别软弱的结构面取大值,无结构面取小值,其他取中间值。

4.2.3 当计算力学参数经确认可靠时,应根据现行的《公路路基设计规范》(JTGD30)、《公路工程抗震规范》(JTGB02)计算路堑边坡的最小安全系数,稳定性安全类别按表 4.2.3 确定。

表4.2.3 路堑边坡稳定性类型（安全系数法）

阶段	稳定性类型	最小安全系数					
		正常工况		非正常工况 I		非正常工况 II	
		高速公路、一级公路	二级及二级以下公路	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路	二级及二级以上公路	三级、四级公路
施工安全	I	>1.30	>1.20	>1.20	>1.15	>1.15	>1.10
	II	1.21~1.30	1.11~1.20	1.11~1.20	1.11~1.15	1.11~1.15	1.06~1.10
	III	1.05~1.20	1.05~1.10	1.05~1.10	1.05~1.10	0.95~1.10	0.95~1.05
	IV	<1.05	<1.05	<1.05	<1.05	<0.95	<0.95
防治效果和运营安全	I	>1.45	>1.35	>1.35	>1.30	>1.30	>1.20
	II	1.36~1.45	1.26~1.35	1.26~1.35	1.21~1.23	1.26~1.30	1.11~1.20
	III	1.20~1.35	1.15~1.25	1.10~1.25	1.05~1.20	1.15~1.25	1.05~1.10
	IV	<1.20	<1.15	<1.10	<1.05	<1.15	<1.05

注：(1) 最小安全系数是指边坡整体稳定性系数中的最小值；

(2) 正常工况、非正常工况 I、非正常工况 II 参照现行的《公路路基设计规范》(JTGD30)

(3) 当正常工况、非正常工况 I、非正常工况 II 判别的稳定性类型不一致时,应以最不利情况判别稳定性类别。

4.2.4 当确实难以辨认计算力学参数的可靠性,或难以准确进行稳定性计算时,可根据开挖采用的坡形坡率、岩体的完整程度、结构面产状、水文地质条件综合确定施工阶段岩质路堑边坡稳定性,可按表 4.2.4 执行。

表4.2.4 施工阶段岩质路堑边坡稳定性类型（工程地质法）

稳定性类型	坡形坡率	岩体基本质量等级	结构面产状	水文地质条件
I	$\Delta \alpha < 5^\circ$	I	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角大于边坡角度	地下水位埋藏深,对边坡的影响小
II	$5^\circ \leq \Delta \alpha < 10^\circ$	I	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角大于边坡角度	地下水位埋藏深,对边坡的影响小
	$\Delta \alpha < 5^\circ$	II	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角大于边坡角度	地下水位埋藏深,对边坡的影响小
	$\Delta \alpha < 5^\circ$	I	外倾结构面或外倾不同结构面组	地下水位埋藏较深,对

稳定性类型	坡形坡率	岩体基本质量等级	结构面产状	水文地质条件
			合倾角大于边坡角度	边坡的影响较小
III	$\Delta \alpha < 5^\circ$	I	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角小于边坡角度	地下水位埋藏深, 对边坡的影响较小
	$\Delta \alpha < 5^\circ$	III 或 IV	结构面无明显规律	地下水位埋藏深, 对边坡的影响小
	$5^\circ \leq \Delta \alpha < 15^\circ$	II 或 III	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角大于边坡角度	地下水位埋藏浅, 对边坡的影响较大
	$5^\circ \leq \Delta \alpha < 15^\circ$	II	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角小于边坡角度	地下水位埋藏较深, 对边坡的影响较小
	$\Delta \alpha \geq 15^\circ$	III	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角大于边坡角度	地下水位埋藏较深, 对边坡的影响较小
IV	$\Delta \alpha \geq 15^\circ$	III	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角大于边坡角度	地下水位埋藏浅, 对边坡的影响大
	$\Delta \alpha \geq 15^\circ$	III	外倾结构面或外倾不同结构面组合倾角小于边坡角度	地下水位埋藏较浅, 对边坡的影响较小
	$10^\circ \leq \Delta \alpha < 15^\circ$	III 或 IV	结构面无明显规律	地下水位埋藏浅, 对边坡的影响大

注: (1) 外倾结构面是指结构面倾向与坡向夹角小于 30° 的结构面;

(2) $\Delta \alpha$ —路堑边坡超过所在自然稳定斜坡比拟坡度值;

(3) 结构面包括岩土分界面、软弱夹层、岩层面、控制性节理面等;

(4) 岩体基本质量分级应根据《工程岩体分级标准》(GB/T 50218) 确定;

(5) 其他未规定情况可参照执行或采用安全系数法。

4.2.5 对于 (类) 土质路堑边坡, 当 $\Delta \alpha < 10^\circ$ 时, 为 II 类, 当 $10^\circ \leq \Delta \alpha < 15^\circ$ 时, 为 III 类, 当 $\Delta \alpha \geq 15^\circ$ 时, 为 IV 类; 地下水发育或者边坡较高时, 稳定性类型应降低 1 档。

4.2.6 当路堑边坡控制性结构面为顺倾且存在软化夹层时, 除应按照表 4.2.4 判别稳定性类别之外, 还应按照以下要求判定:

1 当结构面倾角 $\beta \leq 10^\circ$ 或 $\beta \geq 35^\circ$ 或时, 为 II 类;

2 当结构面倾角 $10^\circ < \beta < 35^\circ$ 时, 为 III 类;

当判别得到的稳定性类型不同时, 取较低类。

4.2.7 当确实难以辨认计算力学参数的可靠性, 或难以准确进行稳定性计算时, 防治效果和运营阶段路堑边坡稳定性可参照表 4.2.7-1 和表 4.2.7-2 确定。

表4.2.7-1 治理工程级别评定

工作状态 适宜性	良好	较好	较差	差	危险
适宜	1 级	1 级	2 级	3 级	4 级
较适宜	1 级	1 级	2 级	3 级	4 级

工作状态 适宜性	良好	较好	较差	差	危险
较不适宜	1 级	2 级	3 级	4 级	4 级
不适宜	2 级	3 级	3 级	4 级	4 级

注：加固结构措施可参照《边坡病害及治理工程效果评价》评价。

表 4.2.7-2 防治效果和运营阶段路堑边坡稳定性类型（工程地质法）

工程级别 施工阶段稳定类型	1 级	2 级	3 级	4 级
I	I	I	III	IV
II	I	II	IV	IV
III	I	II	IV	IV
IV	II	II	IV	IV

4.3 监测项目

4.3.1 路堑边坡监测应根据监测目的、设计等级、监测阶段，按表 4.3.1-1 和 4.3.1-2 选取监测项目。

表4.3.1-1 边坡监测类型适用范围

监测等级	边坡监测适用性		
	施工安全监测	防治效果监测	运营安全监测
一级	√	√	√
二级	√	√	△
三级	√	△	○
四级	√	○	×

注：√-应做；△-宜做；○-视情况选做；×-可不做。

表4.3.1-2 边坡监测项目

监测阶段	监测等级	监测项目						
		地表位移	深部位移	裂缝	支护结构物位移	地下水动态	降雨量	结构应力
施工安全监测	一级	√	√	√	√	○	√	√
	二级	√	√	√	△	○	○	△
	三级	√	○	√	○	○	○	○
	四级	√	×	√	○	×	○	×
防治效果监测	一级	√	√	√	√	○	△	√
	二级	√	○	√	√	○	○	√
	三级	△	×	√	△	×	○	√
	四级	△	×	√	×	×	○	△
运营安全监测	一级	√	△	√	△	○	△	√
	二级	√	○	√	○	○	△	△
	三级	△	×	√	○	○	○	△
	四级	△	×	√	×	×	○	×

注：（1）√-应做；△-宜做；○-视情况选做；×-可不做；

（2）结构应力包括锚固结构应力、支挡结构应力；

（3）裂缝包括建筑物裂缝、地表裂缝；

（4）当周边重要建筑物（桥墩、高压铁塔、工业厂房等）受到影响时，应与其产权单位或个人沟通协调后对其位移、裂缝实施监测。

4.4 监测点和基准点布设

4.4.1 监测点布设前应评估路堑边坡的稳定状态，初步判定潜在滑动面位置和滑动范围。

4.4.2 监测点布设应能够反映监测对象实际状态及其变化趋势。

4.4.3 监测点布设不宜妨碍路堑边坡工程的正常施工，减少对施工作业的不利影响。

4.4.4 监测点布设宜统筹考虑施工安全监测、防治效果监测、运营安全监测的需要。

4.4.5 边坡地表变形监测控制网布设应符合以下要求：

1 应设置不少于 3 个基准点，工作基点根据需要设置，应便于校核效验，相近边坡可以公共基准点；

2 基准点应设置在变形区域以外、位置稳定、视线开阔、易于长期保存的稳定岩层或原土层上，工作基点宜埋设在稳固的基础上；

3 工作基点应与基准点构成合理的网形，并应满足监测精度的要求；

4 监测点的布设可参考表 4.4.5 执行，可采用一种类型，也可同时采用两种或两种以上类型，构成综合网络体系。

表4.4.5 变形监测点布设类型

类型	布设特征	适用范围
十字型	纵向、横向测线构成十字型，当设一条纵向测线和若干条横向测线，或设若干条纵向测线和一条横向测线时，网型变成“丰”字型、“卅”字型或“卅”字型	范围不大、平面狭窄，主要变形方向明显的边坡
方格型	多条纵向、横向测线近直交，组成方格网，在测线交点或测线上设监测点。测点分布的规律性强其较均匀，监测精度高	地质结构复杂的边坡
三角（放射）型	在边坡外围稳定地段设测站点，自测站点按三角形或放射状布设若干条测线，在测线上设测点。这种网型测点分布的规律性差，不均匀，距测站近的测点监测精度较高	地质结构条件简单的边坡
任意型	根据需要在边坡范围内布设若干测点，用三角交会法、GPS 法等监测测点的位移情况	自然条件、地形条件复杂的边坡变形监测
对标型	在裂缝、滑带（或软弱带）等两侧，布设对标或安设专门仪器，监测对标的位移情况，后缘缝的对标中的一个尽可能布设在稳定的岩土体上	在其他网型布设困难时，可用此网型监测边坡重点部位绝对位移和相对位移

4.4.6 边坡变形监测点布设应符合以下要求：

1 变形监测剖面及其监测点应以能够全面监测边坡变形状态为原则,应根据边坡潜在滑动范围、监测等级等确定,可根据表 4.4.6 选取。

2 监测等级为一级的边坡,监测剖面间距宜为 50m~70m,监测剖面上的监测点间距宜为 10m~20m;监测等级为二级的边坡,监测剖面间距宜为 60m~80m,监测剖面上的监测点间距宜为 20m~30m;监测等级为三、四级的边坡,监测剖面间距宜为 70m~90m,监测剖面上的监测点间距宜为 30m~40m。

3 监测剖面应布设在地质条件差、变形可能性较大的部位,潜在滑坡主滑轴线位置应布置监测剖面。

4 横向监测剖面的布设宜与边坡变形方向一致,由中部向两侧布设。

5 纵向监测剖面宜与横向监测剖面垂直,宜由潜在滑动区域中部向上下布设。

6 监测剖面布设应穿过潜在滑坡、崩塌的不同变形地段或块体。

7 监测点布设应突出重点、兼顾全面,尽可能在潜在后缘稳定段、牵引段、主滑段、抗滑段设点,其中潜在主滑段不应少于 2 个。

8 路基、桥隧、刚性支挡结构物视情况布设监测点。

9 深部位移监测孔宜布设在主轴剖面上,应穿过潜在滑动面进入稳定岩土体;当测孔埋设在抗滑桩内时,测孔深度不宜小于桩的深度。

10 当使用全球定位系统测量方法进行监测时,基准点应离电视台、电台、微波站等大功率无线电发射源的距离不小于 200m,离高压输电线和微波无线电信号传输通道的距离不小于 50m,附近不应有强烈的反射卫星信号的大面积水域、大型建筑以及热源等。

表4.4.6 变形监测点数量

监测等级	一级	二级	三级	四级
监测剖面	不少于 3 条	不少于 2 条	不少于 1 条	不少于 1 条
主轴剖面监测点	不少于 4 个	不少于 3 个	不少于 3 个	不少于 2 个
其他剖面监测点	不少于 2 个	不少于 2 个	不少于 2 个	不少于 1 个

注:对于展布较长的边坡,可视情况增加监测剖面数量。

4.4.7 地下水位监测点布置应根据边坡地形地貌、地质结构、水文地质条件等具体情况确定,应能反映边坡整体地下水渗流情况。当边坡布设有钻孔变形监测点时,可在孔底布设渗压计。

4.4.8 孔隙水压力监测点宜布置在边坡受力、变形较大或有代表性的部位。深度方向监测点宜在水压力变化影响深度范围内按土层分布情况布设,数量不宜少于 3 个。

4.4.9 支挡结构应力监测点应布置在受力、变形较大的部位;监测点数量和间距视具体情况

而定,, 竖向间距宜为 2m~4m; 支挡结构弯矩极大值处应布设监测点。

4.4.10 锚索(锚杆)的内力监测, 受力较大的部位应布设监测点,(潜在)不稳定区域、成孔岩土体条件差的区段应布置监测点, 数量不宜少于锚索(锚杆)总数的 5%, 且不少于 3 根。

4.5 监测周期和频率

4.5.1 施工安全监测周期和频率应符合以下要求:

- 1 施工安全监测周期应与施工期一致;
- 2 施工过程宜24h监测1次, 发现变形迹象宜12h监测1次, 变形活跃宜跟踪监测;
- 3 连续雨天施工时宜12h监测1次, 且应适时跟踪监测和巡查。

4.5.2 防治效果监测周期和频率应符合以下要求:

- 1 防治效果监测周期应与施工安全监测周期相衔接, 起于路堑边坡防治工程交工验收时, 当监测项目数值稳定后且经历至少1个水文年可停止监测;
- 2 正常情况下, 宜每15天监测1次, 当多次监测到的数值不再发生变化后可每月监测1次;
- 3 连续降雨、暴雨、监测项目异常时, 应加密监测频率, 直至监测项目数值不再发生变化为止。

4.5.3 运营安全监测周期和频率应符合以下要求:

- 1 运营安全监测周期应与防治效果监测周期相衔接, 起于工程运营, 当监测项目数值稳定后且经历至少1个水文年才可停止监测;
- 2 确定稳定时可每月监测1次, 连续降雨、暴雨、监测项目异常时, 应加密监测频率, 直至监测项目数值不再发生变化为止。

4.5.4 在下列情况下, 应提高监测频率, 直至变形趋于稳定 1 年后方可停止:

- 1 边坡区域存在着不良地质;
- 2 监测数据变化较大或者速率加快;
- 3 开挖后无法未及时防护;
- 4 长时间连续降雨、边坡区域周边大量积水;
- 5 边坡出现管涌、渗漏或流沙等现象;
- 6 支护结构出现裂缝;
- 7 邻近建筑物突发位移或严重开裂;

8 边坡区域发现宏观变形迹象；

9 出现其他影响边坡及周边环境安全的异常情况。

4.5.5 当有危险事故征兆时，应采用非接触监测方式实时跟踪监测。

5 监测方法

5.1 一般规定

5.1.1 监测方法应根据边坡监测等级、监测项目、监测阶段、地质环境条件、实施条件、施工组织计划等因素选取，应按简易方便、快速、连续、直观、经济等原则综合确定，可按照表 5.1.1 选择监测方法。

表5.1.1 边坡监测内容、项目、方法和目的

监测项目	监测内容	监测方法与仪器	监测目的
地表位移	水平位移	大地测量法、全球导航卫星系统（GNSS）、摄影测量、合成孔径干涉雷达（InSAR）、激光测量等	掌握地表和支护结构水平位移发展情况
	竖向位移	水准测量、三角高程测量、GNSS、InSAR 等	掌握地表支护结构竖向位移发展情况
深部位移	深部水平位移	滑动式测斜仪、固定式测斜仪、阵列式测斜仪等	掌握坡体深部水平位移，确定滑动面位置、掌握坡体的变形速率、判定滑动方向，评估工程加固效果
裂缝	裂缝宽度、张开、位错	简易监测法、机测法、自动化监测法	获得裂缝的发展情况
地下水动态	地下水位	测绳、万能表等人工观测；自动化水位计	获得地下水的动态变化特点，评估排水措施的有效性，分析变形成因机制
	孔隙水压力	孔隙水压力计等	
降雨量	降雨强度、累计降雨量	人工雨量器、翻斗式雨量计、称重式雨量计等	获取边坡区域降雨量，分析降雨对路堑边坡稳定性的影响
锚索（杆）内力	锚索预应力、锚索（杆）应力	锚索测力计、应变计等	观测锚索（杆）应力动态变化，评估锚索的长期工作性能
支挡结构应力	支挡结构物表面应力、钢筋内力	应力计、应变计等	观测支挡结构的内力动态变化，评估支挡结构的长期工作性能

5.1.2 宜采用多种组合监测方法，以便相互验证、校验监测数据。

5.1.3 在满足精度要求的前提下，宜采用 GNSS 静态相对定位测量、摄影测量、合成孔径雷达干涉测量（InSAR）、三维激光扫描等手段监测地表位移。

5.1.4 下列路堑边坡工程宜实施远程自动化监测：

- 1 监测等级为一级的边坡；
- 2 潜在滑动面为硬性结构面且安全系数较小的边坡；
- 3 需开展应急监测的边坡；

4 规模较大且危害等级达到严重或很严重的边坡。

5.2 地表水平位移

5.2.1 水平位移监测可根据边坡监测等级、现场条件、监测精度要求、作业条件和经济因素选用。可采用视准线法、小角度法、投点法等监测特定方向上的水平位移,采用前方交会法、后方交会法、极坐标法等监测任一方向水平位移,当通视条件差时可采用 GNSS 静态相对位移测量法、雷达测量法等。

5.2.2 水平位移监测点埋设,应符合下列要求:

- 1 监测标志应牢固稳定、实用美观,便于保护,可根据坡体条件进行布设;
 - 2 宜设置强制对中装置或采用精密的光学对中装置;
 - 3 土质边坡水平位移监测点宜采用钢筋混凝土预制桩标志,顶部采用具有强制对中装置的活动标志或嵌入加工成半球状的钢筋标志,埋深不宜小于 1m;
 - 4 岩质边坡水平位移监测点可采用混凝土砂浆浇固的钢筋标志,钢筋应凿孔固定在岩体上,深度不宜小于 15cm,标志埋好后,顶部应露出岩体面 5cm;
 - 5 边坡支挡结构水平位移监测点可参照岩质边坡执行,钢筋固定深度不宜小于 10cm。
- 5.2.3** GPS 测量作业参照现行的《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T18314)有关条款执行。
- 5.2.4** 公路边坡工程水平位移监测点精度应符合现行的《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898)要求。对监测精度有特殊要求的,可另行确定。
- 5.2.5** 边坡周边建筑水平位移监测应按《建筑变形测量规范》(JGJ8)执行。
- 5.2.6** 其他技术流程要求应按照现行国家标准《工程测量规范》(GB50026)执行。

5.3 地表竖向位移

5.3.1 竖向位移监测可采用几何水准、全站仪三角高程测量、GNSS 高程测量等方法。

5.3.2 使用光学水准仪和数字水准仪进行作业的基本方法应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》(GB12897)和《国家三、四等水准测量规范》(GB12898)的相关规定。

5.3.3 竖向位移监测点埋设

- 1 监测标志应牢固稳定、实用美观,便于保护,可根据坡体条件进行布设;
- 2 监测标志的立尺部位应制成半球形或有明显突出点,并宜涂上防腐剂;
- 3 监测标志可采用浅埋标和深埋标。浅埋标可采用普通水准标石或用直径 25cm 的水泥

管现场浇灌，埋深宜为 1m~2m。深埋标可采用内管外加保护管的标石形式，标石顶部须埋入地面下 20cm~30cm，并砌筑带盖的窖井进行保护；

4 当采用静力水准测量方法进行竖向位移监测时，监测标志的规格尺寸设计、埋设，应符合仪器配置要求。

5.3.4 全球定位系统测量作业参照现行的《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T18314)有关条款执行。

5.3.5 竖向位移观测点精度应符合现行的《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898)要求。对监测精度有特殊要求的，可另行确定。

5.3.6 边坡周边建筑竖向位移监测应按《建筑变形测量规范》(JGJ8)执行。

5.3.7 其他技术流程要求应按照现行国家标准《工程测量规范》(GB50026)执行。

5.4 深部位移

5.4.1 深部水平位移监测宜采用钻孔测斜仪方法。可采用固定式测斜仪、柔性测斜仪等自动化监测装置，实现远程、自动化、全天候、大量程监测。

5.4.2 深部位移监测孔深度应深入潜在滑动面以下不应小于 5m，或者进入基岩不小于 2m。

5.4.3 系统精度不宜低于 $\pm 5\text{mm}/15\text{m}$ ，分辨率不宜低于 0.04mm/m。

5.4.4 钻孔倾斜度不宜大于 1°，应做好钻进情况记录和地质柱状图。

5.4.5 测斜管应符合下列要求：

1 宜采用 PVC 塑料管和铝合金管，每根长度宜为 2m~3m，直径宜为 50mm~90mm；

2 测斜管内外壁应光滑平直，不允许有气泡、裂口和明显的凹陷波纹，两端管口应平整无损。

5.4.6 测斜管安装过程应符合下列要求：

1 安装前应检查测斜管质量，保证上、下管段的导槽相互对准、顺畅，各根之间的接头和管底应密封处理；

2 测斜管一侧导槽方向应为顺坡向，另一侧导槽方向应近似与路线方向一致；

3 测斜管安装时应保持竖直，防止发生上浮、断裂、扭转；

4 若钻孔内地下水位较高时，可通过向测斜管内灌注清水防止测斜管上浮；

5 测斜管下放至预设深度后，应采用模拟探头检查确认导槽通畅后方可回填；

6 测斜管与钻孔之间的孔隙应采用细砂回填密实，回填速度宜缓慢，并不断抖动测斜管；

7 地面以上测斜管长度不宜小于 10cm，可采用混凝土浇筑保护孔口。

5.4.7 应待回填砂密实后（回填后 5d~7d），才可测度初始读数。

5.4.8 测斜仪探头置入测斜管管底后，应待探头接近管内温度环境条件时再量测，或者待读数稳定后再量测，每个监测点均应进行正、反两次量测。

5.4.9 同一钻孔宜固定采用一个测斜仪测量。

5.4.10 同一个钻孔测量过程中需要更换测斜仪，应重新确定初始读书。

5.4.11 每一测量过程中，应记录地下水位深度。

5.4.12 其他深部位移监测方法的技术流程宜进行专门论证。

5.5 裂缝

5.5.1 应监测裂缝的位置、走向、长度、宽度、闭合、位错等变化情况。

5.5.2 裂缝监测可采用以下方法：

1 可在裂缝两侧埋设混凝土桩或插筋、黏贴玻璃片或水泥砂浆片，采用钢尺、游标卡尺等简易测量；

2 宜在裂缝两侧布设测缝计、收敛计、伸缩计、拉线式位移计等进行量测；

3 可布设电感调频式位移计、多功能频率测试仪、位移自动巡回监测系统等进行自动化监测；

4 裂缝长度监测宜采用直接量测法；

5 裂缝位错可采用位错计监测；

6 裂缝深度宜采用超声波法、凿出法等。

5.5.3 裂缝宽度量测精度不宜低于 0.1mm，裂缝长度和深度量测精度不宜低于 1mm。

5.5.4 裂缝应分条进行编号。

5.5.5 裂缝宽度监测点布设应根据边坡工程现场条件和裂缝长度确定，应在裂缝两端、拐弯处、中部、最宽处建立监测点，且不应少于 10 个监测点，并应进行编号。

5.6 地下水动态

5.6.1 地下水位监测宜通过孔内设置水位管，可采用测绳、万能表等人工监测，也可采用自动水位计进行量测。

5.6.2 孔隙水压力宜通过埋设测压管、钢弦式孔隙水压力计、压阻式孔隙水压力计等进行监测。

5.6.3 地下水位量测精度不应低于 $\pm 5\text{mm}$ ；孔隙水压力计量程应满足被测压力范围的要求，可取静水压力与超孔隙水压力之和的 2 倍；测压管监测分辨率不宜低于 1mm，精度不应低

于 10mm；钢弦式孔隙水压力计的灵敏度宜为 0.1% F·S，精度不应低于 0.25% F·S；压阻式孔隙水压力计的灵敏度宜为（0.01%~0.03%）F·S，精度不宜低于 0.5%F·S。

5.6.4 水位管长度应满足量测要求，须深入稳定岩土体深度范围内，宜高出地面 20cm；水位管和孔壁之间宜采用干净细砂填实。

5.6.5 可在测斜孔内测量地下水位。

5.6.6 孔隙水压力计埋设可采用压入法、钻孔法等。

5.6.7 孔隙水压力计埋设前应符合下列要求：

- 1 孔隙水压力计应浸泡饱和，排除透水石中的气泡；
- 2 核查标定数据，记录探头编号，测读初始读数。

5.6.8 采用钻孔法埋设孔隙水压力计时，钻孔直径宜为 110mm~130mm，宜为清水钻进，不宜使用泥浆护壁成孔，钻孔应圆直、干净；当钻孔工艺必须采取泥浆护壁时，应采用清水严格洗孔；最底部孔隙水压力计埋设前应先向钻孔注入约 30cm 长的中粗砂；封口材料宜采用直径 10mm~20mm 的干燥膨润土球。

5.6.9 应在孔隙水压力监测的同时测量周围地下水位。

5.6.10 根据边坡加固、灾害预警等的需要，开展水量、动态径流等进行监测。

5.7 降雨量

5.7.1 降雨量监测仪器宜选取翻斗式雨量计，宜实施远程自动化监测。

5.7.2 降雨量监测场地环境应满足以下要求：

- 1 监测场地应避开强风区，周围应空旷、平坦、不受突变地形、树木和建筑物以及烟尘的影响；
- 2 监测场地无法避开障碍物的时候，雨量计与障碍物边缘之间的距离不应小于障碍物顶部与承雨器高差的 2 倍；
- 3 监测场地不宜设在陡坡上、峡谷内和风口处，宜设在边坡中间位置。

5.7.3 雨量计监测精度不应低于 0.2mm，时间误差不应大于 5min。

5.7.4 雨量计安装应满足以下要求：

- 1 安装前，应检查确认仪器各部分完整无损，去除运输用的翻斗固定装置；
- 2 雨量计应稳固安置于土中的圆形木柱、钢管或混凝土柱上，柱体顶部应平整，承雨器口应水平，器口平面水平倾角不应大于 1°；
- 3 根据仪器说明书的要求正确安装仪器后，需进行人工注水试验，符合要求后，初始化

数据。

5.7.5 应定期检查雨量计，确认基点装置是否松动，清理承雨器内异物。

5.7.6 设备保养和调试，应尽量选择无雨期进行，不可影响数据的采集。

5.8 锚索（杆）应力

5.8.1 锚索预应力监测宜采用钢弦式、液压式、光纤光栅式测力计，监测仪器应具有良好的稳定性和长期工作性能。

5.8.2 锚索（杆）的应力监测宜采用钢筋应力计、应变计进行监测，当使用钢筋束时宜监测每根钢筋的受力。

5.8.3 测力计、钢筋应力计和应变计的量程宜为设计值拉力的 2 倍，量测精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$ ，分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$ 。

5.8.4 测力计应安装在张拉端，钢绞线应从测力计中心穿过，测力计应处于钢垫板和工作锚之间。

5.8.5 测力计安装过程中，应随时监测测力计的数值，应从中间锚筋体向周围锚筋体加载，防止偏心受力或过载。

5.8.6 锚索应力监测，应分别在自由段和锚固段布设应力计或应变计，锚固段应均匀布设，且不应少于 3 个。

5.8.7 锚杆钢筋应力监测，应力计或应变计应沿着钢筋均匀布设，且不应少于 3 个。

5.8.8 对于长期分阶段补偿张拉的锚索，应在各阶段内间隔监测不宜少于 3 次，应监测到各阶段的应力变化过程。

5.8.9 锚索（杆）施工完成后应对测力计、应力计和应变计进行检查测试，并取下一层土方开挖前连续 2d 获得的稳定测试数据的平均值作为其初始值。

5.8.10 根据边坡加固、灾害预警等的需要，采用大地测量法、全球定位系统法对锚索锚头的位移进行监测。

5.9 支挡结构应力

5.9.1 支挡结构表面应力和钢筋应力可采用安装在表面的应变计或应力计进行监测。

5.9.2 混凝土构件可采用钢筋应力计或混凝土应变计等量测，钢构件可采用轴力计或应变计等量测。

5.9.3 内力监测值宜考虑温度变化等因素的影响。

5.9.4 应力计或应变计的量程宜为设计值的 2 倍，精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$ ，分辨率不宜低于

0.2%F.S。

5.9.5 应力计或应变计应沿着支挡结构的竖向长度均匀布设，迎坡面、内力变化较大处、受力较大处应加密布设。

5.9.6 内力监测传感器埋设前应进行性能检验和编号。

5.9.7 内力监测传感器宜取开挖前连续 2d 获得的稳定测试数据的平均值作为初始值。

5.10 人工巡视检查

5.10.1 巡视检查以目测为主，可辅以量尺、地质罗盘、钎、锤、摄像、摄影等工具。

5.10.2 巡视检查应完成下列工作：

1 查看防护结构有无变形、裂缝等，若发现宏观变形迹象，每次巡视均应记录宏观变形迹象的位置、形态特征；

2 查看边坡表面是否有裂缝、沉陷、滑移、冲沟等，坡脚是否有隆起；

3 查看边坡范围内及其周边构筑物是否有变形、倾斜、裂缝等；

4 查看路基有无裂缝、沉陷、隆起等；

5 每次巡视均应记录各裂缝的位置、走向、宽度、深度、测量日期；

6 每次巡视均应记录各裂缝的位置、走向、宽度、深度、测量日期；

7 每次巡视均应记录各沉陷的位置、范围、形态特点、下沉量、测量日期；

8 每次巡视均应记录各隆起的位置、范围、形态特点、隆起量、测量日期；

9 查看基准点、监测点、监测元件的完好状态；

10 查看现场施工进度；

11 清理降雨量桶内的异物；

12 完成监测设计要求和当地经验确定的其他工作内容。

5.10.3 边坡施工期内应安排专人每天开展巡视检查。

6 数据处理与分析

6.1 一般规定

6.1.1 监测数据分析人员应具有工程地质、岩土工程、工程测量、公路工程的综合知识和工程实践经验，具有较强的分析和判别能力，能够及时提供可靠的监测报告。

6.1.2 监测记录和监测技术成果应真实、准确、完整，均应有监测人、复核人、责任人签字，监测技术成果应加盖单位公章。

6.1.3 成果报告应由项目参与人员、项目负责人、单位负责人签字，并加盖单位公章。

6.1.4 应及时校对、整理、分析监测数据，发现异常或数值过大时应查找原因，必要时应开展现场调查。

6.1.5 监测数据的可靠性检验宜采用逻辑分析法，应检查作业方法的符合性、监测仪器性能稳定性以及监测数据的一致性、相关性、连续性。

6.1.6 现场监测资料应符合下列要求：

1 应使用正式的监测记录表格；

2 任何原始记录不得涂改、伪造；若要涂改应由记录人、项目负责人签字确认，并说明理由。

6.2 数据整理

6.2.1 监测数据的处理宜采用具备数据采集、处理、分析、查询和管理一体化以及监测成果可视化的专业软件。

6.2.2 应根据边坡水文地质条件、施工状态、宏观变形迹象、监测数据关联性等判别监测结果的正确性；应详细检查监测数据，对有问题数据重新量测，以消除错误或明显的误差。

6.2.3 系统误差中的恒值系统误差采用标准量代替法或抵消法消除，线性系统误差采用标准量代替法、不均斜率法或最小二乘法消除；随机误差可采用平均值法、排队剔除法和数字滤波法减小。

6.2.4 应编制变形、运动、应力、降雨量、孔隙水压力等监测时程曲线，应结合各监测项目的监测数据、边坡环境条件、施工工况等情况，综合分析边坡稳定状态，并对其变形发展趋势进行预测。

6.2.5 应建立监测资料数据库，所有的原始资料均应进行及时归档，以便随时查看。

6.3 预警

- 6.3.1** 边坡工程监测应确定监测预警值，监测预警阈值和等级宜由监测项目的累计变化量和变化速率共同确定，并应通过反演分析检验。
- 6.3.2** 应在地质模型和实施的监测内容、方法的基础上，选择建立适宜的、有效的监测预警模型，可参照现行的《公路滑坡防治设计规范》（JTG/T 3334）选取。
- 6.3.3** 在进行变形破坏预报时，宜建立类比分析、因果分析、统计分析等模型，进行多参数、多模型的综合评判提高预报的准确性。
- 6.3.4** 预警模型建立后，应利用已发生的类似工程监测资料，进行反演分析，检验模型的有效性，并初步确定相应的预警判据。
- 6.3.5** 预警模型宜由主管部门或单位组织专家评审确定。
- 6.3.6** 当连续 3 天变形速率大于 6mm/d，且累计变形量达到 30mm，应发布警报级预警（红色预警）信息。
- 6.3.7** 当出现以下情况之一时，必须立即进行危险报警。
- 1 监测累计值达到监测预警值的；
 - 2 监测项目速率持续增大或达到预警值的；
 - 3 锚杆、锚索等出现大变形、断裂、松弛或拔出的；
 - 4 支挡结构出现较大变形、断裂、隆起的；
 - 5 坡体后方出现较严重的裂缝的；
 - 6 根据当地工程经验判断，出现其他必须进行危险报警的情况。
- 6.3.8** 预警反馈内容应包括边坡位置、变形特征、威胁对象与范围、预警等级、应急措施等信息，必要时可附相关图形。
- 6.3.9** 应建立预警信息的发布渠道，预警信息发布途径应确保顺畅，发布方式应快速可靠。

6.4 成果报告

- 6.4.1** 监测过程中应提供成果报告，分为阶段报告和总结报告；必要时可召开专家评审会论证监测成果和结论。
- 6.4.2** 阶段报告应根据边坡变形状态变化和工程建设要求提供。
- 6.4.3** 阶段报告应包括但不限于下列内容：
- 1 该监测阶段的工程建设概况；
 - 2 监测项目与监测点布置图；
 - 3 监测项目时程曲线；

- 4 各监测项目监测值的分析、评价及预测；
 - 5 相关的设计和施工建议。
- 6.4.4** 当情况紧急时，不受第 6.1 和 6.2 节的限制，可直接发布预警信息。
- 6.4.5** 总结报告可按表 12 所示的要求编写。

附录 A 监测流程

A.0.1 监测流程宜包含以下内容：

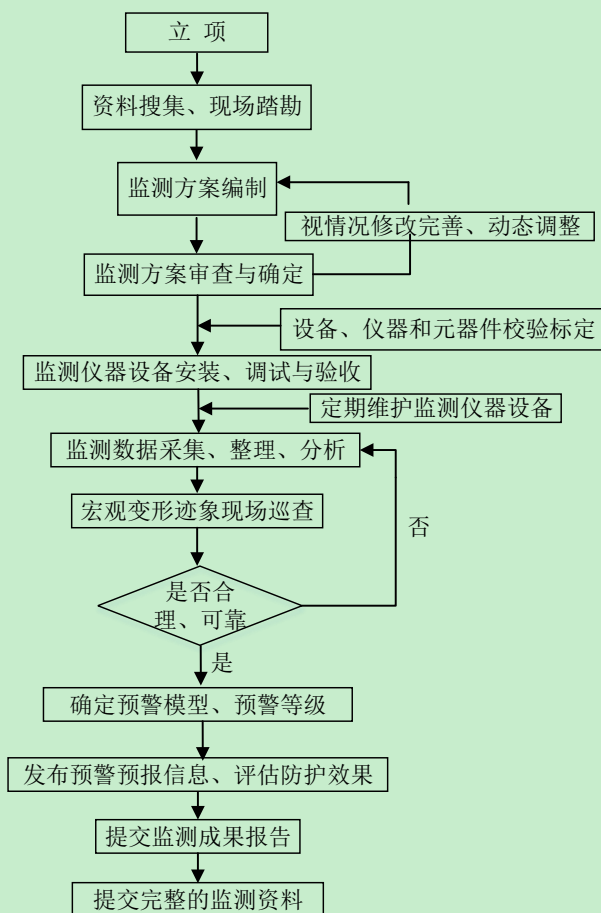


图 A.0.1 监测工作流程

附录 B 监测方案内容

B.0.1 监测方案内容宜包含以下内容：

- 1 工程概况；
- 2 地质环境条件和周边建筑物分布情况；
- 3 施工图设计情况和施工状态；
- 4 已有监测措施和监测数据；
- 5 主要风险、监测等级、相关文件标准；
- 6 监测目的和阶段；
- 7 监测内容和项目；
- 8 基准点、工作基点和监测点布设平面图和剖面图；
- 9 监测点的布设流程与保护措施；
- 10 监测方法和精度；
- 11 监测周期和监测频率；
- 12 监测预警反馈机制；
- 13 预警、异常情况措施；
- 14 现场巡查内容和制度；
- 15 监测人员的配备和分工；
- 16 监测仪器设备及标定要求；
- 17 监测设备安装的进度安排。

附录 C 评估调查表

边坡评估调查宜按表 C.0.1 进行。

表 C. 0. 1 边坡评估调查表

第 页 共 页

工程项目			
位置		高度	
坡形坡率		防护措施	
区域地质 灾害总体 情况			
气象水文			
地形地貌			
地层岩性			
地质结构			
周边设施			
防护措施 技术状况			

表 C. 0. 1 边坡评估调查表（续）

不良地质	类型						
	规模						
	地质环境要素						
	形态及变形特征						
	结构及体积特征						
	发育程度						
	平面或剖面示意图						
调查负责人		填表人		审核人		日期	

附录 D 监测数据样表

表 D.0.1 水平位移和竖向位移监测记录表

第 页 共 页

报表编号:

工程项目: 里程桩号: 天气:
监测人员: 计算人员: 校核人员: 时间: 年 月 日 时

点号	水平位移				竖向位移				备注
	本次测量值 (mm)	单次变化 (mm)	累计变化量 (mm)	本次速率 (mm/d)	本次测试值 (mm)	单次变化 (mm)	累计变化量 (mm)	本次速率 (mm/d)	
工况					当日监测的简要分析及判断性结论:				

监测项目负责人: 监测单位:

表 D.0.2 审查水平位移监测记录表

第 页 共 页

报表编号:

工程项目:

里程桩号:

天气:

监测人员:

计算人员:

校核人员:

时间: 年 月 日 时

点号	深度 (m)	本次位移 增量 (mm)	累计 位移量 (mm)	变化 速率 (mm/d)	<div>位移 (mm)</div> <div>深度 (m)</div>	
工 况					当日监测的简要分析及判断性结论:	

监测项目负责人:

监测单位:

表 D.0.3 孔隙水压力、支挡结构应力监测记录表

第 页 共 页

报表编号:

工程项目: 里程桩号: 天气:
监测人员: 计算人员: 校核人员: 时间: 年 月 日 时

组号	点号	深度(m)	本次应力值(kPa)	上次应力值(kPa)	变化量(kPa)	累计变化(kPa)	备注
工况				当日监测的简要分析及判断性结论:			

监测项目负责人: 监测单位:

表 D. 0. 4 锚固结构应力监测记录表

第 页 共 页

报表编号:

工程项目: 里程桩号: 天气:
监测人员: 计算人员: 校核人员: 时间: 年 月 日 时

点号	本次内力值 (kN)	上次内力值 (kN)	单次变化 (kN)	累计变化 (kN)	备注
工况			当日监测的简要分析及判断性结论:		

监测项目负责人: 监测单位:

表 D.0.5 地下水位监测记录表

第 页 共 页

报表编号:

工程项目: 里程桩号: 天气:
监测人员: 计算人员: 校核人员: 时间: 年 月 日 时

点号	孔口高程 (m)	初次水位埋深 (m)	本次水位埋深 (m)	上次水位埋深 (m)	本次变化量 (mm)	累计变化 (mm)	变化速率 (mm/d)	备注
工 况	当日监测的简要分析及判断性结论:							

监测项目负责人: 监测单位:

表 D.0.6 裂缝监测记录表

第 页 共 页

报表编号:

工程项目:

里程桩号:

天气:

监测人员:

计算人员:

校核人员:

时间: 年 月 日 时

点号	长度				宽度				形态
	本次测量值 (mm)	单次变化 (mm)	累计变化 (mm)	变化速率 (mm/d)	本次测量值 (mm)	单次变化 (mm)	累计变化 (mm)	变化速率 (mm/d)	
工 况	当日监测的简要分析及判断性结论:								

监测项目负责人:

监测单位:

表 D.0.8 人工巡查记录表

第 页 共 页

报表编号:

工程项目:

里程桩号:

天气:

监测人员:

时间: 年 月 日 时

分类	巡视检查内容	巡查结果	备注
地表情况	坡面完整状况		
	裂缝发育状况		
排水系统	边沟状况		
	截水沟状况		
	其他		
锚固工程	锚头损坏状况		
	锚固结构反力装置破坏状况		
	框架梁状况		
支挡结构	结构开裂变形状况		
	结构发生倾斜状况		
	其他		
监测设备	基准点、监测点完好状况		
	监测设备和元件完好状况		
	观测工作条件		
其他	地表水及地下水状况		
	邻近施工情况		

监测项目负责人:

监测单位:

附录 E. 0. 1 总结报告主要内容

序号	主要章节	主要内容
1	前言	项目来源、目的、任务、监测依据
2	工程概况	①边坡区工程地质与水文地质条件 ②周边环境条件 ③稳定性状态判别 ④防护加固方案与施工概况
3	监测网建设与质量评述	①监测网建设：监测等级、监测项目与内容、基准网和基准网点布设情况 ②监测方法：监测仪器设备的名称、型号、技术参数与标定，监测频率，监测报警值 ③工作量：数据采集量、仪器设备维护次数、现场巡视次数 ④质量评述：监测精度、量程等评述
4	监测成果	①数据采集流程 ②误差消除方法 ③资料处理方法 ④成果验证与分析 ⑤变形曲线及其相关性分析
5	变形趋势	①分析并预测变形发展趋势 ②变形影响因素分析 ③自我评价
6	结论与建议	①监测成果总结，重点阐明监测结果异常情况及其诱因 ②边坡稳定安全状况与发展趋势 ③应急措施 ④对策和建议
7	相关图件	①边坡工程地形图 ②边坡工程地质横断面图 ③监测控制网平面图 ④监测点平面布置图 ⑤监测点横剖面布置图 ⑥监测数据汇总表 ⑦监测分析成果图 ⑧委托方或主管部门提出的其他图件 ⑨附录、监测记录、气象资料、影像资料等

本规程用词说明

为便于在执行本指南条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

（2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”。

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

（4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

- [1] 交通运输部安全与质量监督管理局. 高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南(试行). 北京: 人民交通出版社, 2015.
- [2] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. GB/T 38509, 滑坡防治设计规范.
- [3] 中华人民共和国水利行业标准. SL 21. 降水量观测规范.
- [4] 福建省地方规范. DB35/T 1844. 高速公路边坡工程监测技术规程.
- [5] 中华人民共和国国家标准. GB 50026. 工程测量规范.
- [6] 中华人民共和国国家标准. GB 50086. 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范.
- [7] 中华人民共和国国家标准. GB 50330. 建筑边坡工程技术规范.
- [8] 中华人民共和国国家标准. GB50497. 建筑基坑工程监测技术标准.
- [9] 中华人民共和国行业推荐性标准. JTG/T 3334. 公路滑坡防治设计规范.
- [10] 云南省崩塌滑坡泥石流地质灾害调查中间性报告.
- [11] 许强, 汤明高, 黄润秋等. 大型滑坡监测预警与应急处置. 北京: 科学出版社, 2015.
- [12] 中华人民共和国地质矿产行业标准. DZ/T 0221. 崩塌、滑坡、泥石流监测规范.
- [13] 张玉芳, 王春生, 张从明. 边坡病害及治理工程效果评价. 北京, 科学出版社, 2009.