

# GDJT

广东省交通运输厅指导性技术文件

GDJT 001-09-2025

## 广东省公路边坡监测技术指南 (试行)

Technical Guidelines for Monitoring of Highway Slopes in Guangdong  
Province

2025-1-20 发布

2025-2-1 实施

广东省交通运输厅发布



# 目 次

前 言 .....	III
引 言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本规定 .....	2
4.1 一般规定 .....	2
4.2 监测工作流程 .....	3
5 监测对象与等级 .....	4
5.1 监测对象和监测等级判定 .....	4
5.2 监测范围 .....	4
6 监测内容及方法 .....	4
6.1 测内容 .....	4
6.2 监测方法和设备 .....	5
7 监测方案设计 .....	7
7.1 一般规定 .....	7
7.2 监测布设 .....	7
7.3 监测频率 .....	8
8 监测设备安装与运维 .....	9
8.1 一般规定 .....	9
8.2 设备安装 .....	10
8.3 设备调试 .....	10
8.4 设备验收 .....	10
8.5 设备运维 .....	10
9 监测系统平台建设、运维与验收 .....	10
9.1 一般规定 .....	10
9.2 系统平台建设 .....	11
9.3 系统运维 .....	11
9.4 系统验收 .....	11
10 监测预警与响应 .....	11
10.1 一般规定 .....	11
10.2 监测数据分析 .....	11
10.3 监测预警阈值与判据 .....	12
10.4 预警等级及信息发布 .....	12
10.5 预警响应 .....	13
10.6 监测报告 .....	13
附 录 A（规范性）监测边坡及监测等级判定方法一 .....	15
附 录 B（规范性）监测边坡及监测等级判定方法二 .....	18
附 录 C（资料性）边坡监测方案编制 .....	20

附录 D (资料性) 监测设备材料验收记录表 .....	21
附录 E (资料性) 监测设备安装记录表 .....	22
附录 F (规范性) 数据接口 .....	23

# 前 言

本指南参照 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》的规则起草。

本指南为推荐性文件，不涉及专利。

本指南由广东省交通运输厅提出并归口管理。

主 编 单 位：广东省交通运输厅  
广东交科检测有限公司

参 编 单 位：广州诚安路桥检测有限公司  
广东盛翔交通工程检测有限公司

主要编写人员：彭伟强、杨慧光、吴益林、肖志鹏、刘庆元、卢浩、祝志恒、许肇峰、李佩峻、黄栋梁、梁伟、武鑫哲、廖建春、陆学村

主要审查人员：刘永忠、胡利平、曾波波、周智勇、郭明泉、朱鹏、罗秀锋、冷猛、张二猛、罗霆

# 引 言

为指导广东省公路边坡监测预警，切实做好当前和今后一段时期公路边坡监测工作，积极推进公路基础设施数字化转型升级，为全省公路边坡的防灾减灾工作提供专业支撑，根据《交通运输部关于进一步提升公路防灾抗灾能力的指导意见》（交公路发〔2024〕76号）、《交通运输部办公厅关于印发〈全国公路边坡监测工作实施方案（2024-2030年）〉的通知》（交办公路〔2024〕48号）、《广东省交通运输厅关于印发〈广东省公路边坡监测工作实施方案（2024-2030年）〉的通知》（粤交基建字〔2024〕481号），广东省交通运输厅组织编制了《广东省公路边坡监测技术指南》。

本指南以贯彻落实“安全第一、预防为主，分类施策、群专结合，分步推进、全面覆盖”的原则，确保公路边坡监测系统的整体性、协同性、有效性，以提升全省公路灾害防治能力，加强公路基础设施防灾抗灾能力，为全省公路边坡监测工作提供指引。

本指南将适时修订，请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，反馈广东省交通运输厅工程质量管理处（地址：广州市越秀区白云路27号，邮编：510101，电话：02083701214，邮箱：yanghuiguang@gd.gov.cn），或技术支持单位广东交科检测有限公司，联系人：肖志鹏，电话：18806527246，邮箱：zpxiaogd@163.com，以便修订时参考。

# 广东省公路边坡监测技术指南（试行）

## 1 范围

1.0.1 为规范和指导广东省公路边坡监测工作，健全完善全省公路边坡结构安全的风险辨识、评估、监测预警等体系，提升结构安全风险防治能力，制定本指南。

1.0.2 本指南规定了广东省在役公路边坡监测基本规定、监测对象与等级、监测内容及方法、监测方案设计、监测设备安装与运维、监测系统平台建设、运维与验收、监测预警与响应等技术要求。

1.0.3 本指南适用于广东省在役高速公路和普通国省干线公路边坡监测方案设计，系统设计、实施、验收、运维、数据管理和监测应用，其它在役公路边坡及在建项目边坡可参照执行。

1.0.4 公路边坡监测除应满足本指南的要求外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

## 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。

GB50330 建筑边坡工程技术规范

JTGH10 公路养护技术规范

DB45/T 2149 公路边坡工程技术规范

DB44/T 2457 地质灾害自动化监测规范

JTGH30 公路养护安全作业规程

JTG/T 3334 公路滑坡防治设计规范

YS/T 5230 边坡工程勘察规范

GDJT002-01-2024 广东省公路路基边坡防护及排水设计指南（试行）

交通运输部 自然灾害综合风险公路承灾体普查技术指南

交通运输部 自然灾害风险公路防治工程实施技术指南

交通运输部 公路边坡监测试点技术指南

交通运输部 高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南

广东省交通运输厅 公路路堤边坡防护及排水隐患排查工作指引（试行）

广东省交通运输厅 公路路堑边坡防护及排水隐患排查工作指引（试行）

## 3 术语和定义

### 3.1

**边坡监测** slope monitoring

特指边坡自动化监测，是指使用监测设备，远程自动获取公路边坡动态信息数据，分析灾害发展演化过程并判别其潜在危害范围。

### 3.2

**边坡监测范围** slope monitoring range

边坡监测时，单个边坡监测布设需覆盖的区域。

### 3.3

#### **监测等级 monitoring level**

根据边坡所属公路的技术等级、边坡工程安全等级，对边坡监测进行的等级划分。

### 3.4

#### **变形监测 deformation monitoring**

对边坡坡体、支挡结构及其周边建（构）筑物的位移、沉降、隆起、倾斜、裂缝等进行的持续量测与分析。

### 3.5

#### **环境因素监测 environmental factor monitoring**

对边坡坡体地表水、土壤含水率等环境因素进行的持续量测与分析。

### 3.6

#### **诱发因素监测 inducing factor monitoring**

对降雨、地下水等边坡灾变诱发因素进行的持续量测与分析。

### 3.7

#### **应力应变监测 stress and strain monitoring**

对边坡支挡防护结构的内力、变形等进行的持续量测与分析。

### 3.8

#### **短临监控 surveillance camera**

对边坡灾害发生前后的宏观变化进行的视频监控或提示性预警管控。

### 3.9

#### **预警阈值 warning threshold**

为保障边坡和周围环境的安全，对监测对象可能出现异常、危险所设定的预警值。

### 3.10

#### **灾害感知报警设施 damage perception alarm facilities**

能够感知发生路基塌方、边坡滑塌等重大灾害的事件检测设备。

### 3.11

#### **预警管控设施 warning and management facilities**

能够提示或提醒道路前方发生塌方、滑坡等事件的设备。

### 3.12

#### **斜坡路堤 Slope embankment**

基底平均横向坡度陡于 1:5 但不陡于 1:2.5 的路堤。

### 3.13

#### **陡坡路堤 Steep embankment**

地面斜坡陡于 1:2.5 的路堤。

### 3.14

#### **填平区 area of fill and level up**

贴近路堤地势高的一侧设置的填高整平区域。

## 4 基本规定

### 4.1 一般规定

4.1.1 公路边坡监测应与灾害风险排查核查、日常巡查、经常检查、定期检查、专项检查和应急检查等形成互补机制，综合评估边坡的稳定状态。

4.1.2 监测边坡选择应有侧重点，应充分考虑边坡地质条件、灾害特征、风险等级和水文条



件，确定优先监测的边坡，围绕监测目的进行监测方法和设备选择。

4.1.3 边坡监测系统开发应统筹平台功能，可满足数据信息传输、共享，监测系统与外部系统数据交互方式可采用数据交换接口、中间储存介质或数据同步等方式。

4.1.4 边坡监测系统数据传输应统筹区域内既有监测传输网络利用和未来监测项目需求。

4.1.5 边坡监测系统架构模式可包括单坡监测系统或边坡集群监测平台两种架构模式。且单坡监测系统或边坡集群监测平台应与省级边坡监测平台实现系统互联、数据共享。

4.1.6 边坡监测应根据主控因素和辅助因素选择多种监测技术相结合的监测组合，形成“主辅结合”边坡监测技术体系。

4.1.7 监测边坡宜结合日常巡查、定期检查记录，按照安全风险评估分类分级原则，开展边坡分级分类后，按防控对策需要实施边坡监测。

## 4.2 监测工作流程

4.2.1 公路边坡监测工作主要包括前期准备、监测对象确定、监测方案设计、监测设备安装及系统平台建设与维护、监测预警与响应、监测成果编制以及监测成果提交。见图 1。

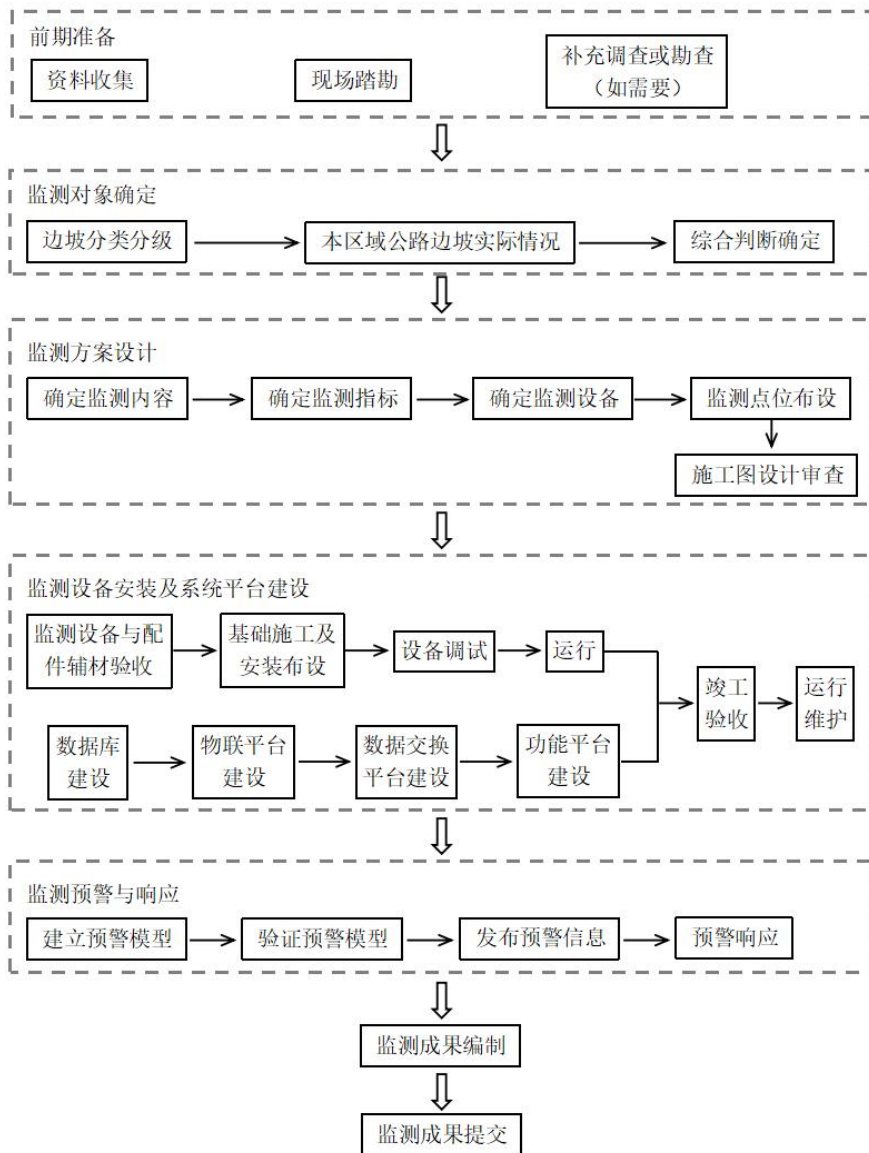


图 1 公路边坡监测工作流程图

## 5 监测对象与等级

### 5.1 监测对象和监测等级判定

5.1.1 边坡应同时采用附录 A 和附录 B 的规定进行监测对象及监测等级判定。

5.1.2 按附录 A 或附录 B 判定为监测对象的边坡，均应开展监测。

5.1.3 监测等级按以下方式确定：

1 判定边坡仅符合附录 A 规定的监测对象时，监测等级按照附录 A 确定。

2 判定边坡仅符合附录 B 规定的监测对象时，监测等级按照附录 B 确定。

3 判定边坡同时符合附录 A 和附录 B 规定的监测对象时，监测等级为附录 A 和附录 B 判定的较高等级。

5.1.4 满足下列条件时，监测等级可提高一级：

1 边坡有较大规模变形病害史的；

2 边坡出现明显变形的；

3 边坡影响范围内分布有重要建（构）筑物的；

4 边坡地下水发育且对边坡构成风险的；

5 边坡明显受周边不利因素影响的；

6 临河临崖路堤边坡。

### 5.2 监测范围

5.2.1 单个边坡监测范围应覆盖边坡坡面区域和坡面外围一定区域。

5.2.2 路堑边坡监测范围包括边坡体，必要时还应包括边坡后缘且不宜小于 50m。

5.2.3 路堤边坡监测范围包括迎面坡体及路面，设有填平区的路堤应包括填平区。

## 6 监测内容及方法

### 6.1 监测内容

6.1.1 边坡监测内容主要包括变形、应力应变、环境因素、诱发因素监测和短临监控，条件允许时，可增加边坡滑动力监测。边坡监测应根据边坡地域特征和防控需求确定监测内容。

6.1.2 路堤边坡主要监测潜在滑坡灾害，监测内容符合以下要求：

1 一般路堤宜开展变形监测、诱发因素监测、短临监控。

2 高陡路堤宜开展变形监测、环境因素监测、诱发因素监测，强化短临监控。

3 根据边坡现场和实际需求，可补充开展支挡防护结构的应力应变和倾斜监测，以及边坡遥感监测等。

6.1.3 路堑边坡主要监测潜在崩塌、滑坡灾害，监测内容符合以下要求：

1 基岩崩塌灾害监测宜开展变形监测、诱发因素监测、支挡防护结构应力应变监测、环境因素监测、短临监控。

2 滑坡灾害监测宜开展变形监测、环境因素监测、诱发因素监测，短临监控。

3 根据边坡现场和实际需求，可补充开展支挡防护结构的应力应变和倾斜监测等。

6.1.4 变形监测包括地表位移、深部位移、沉降、裂缝、地表倾斜等监测，诱发因素监测包括降雨量、地下水位、孔隙水压力等监测，环境因素监测包括地表水流量、土壤含水率等监测，短临监控包括视频监控、光纤断裂检测系统等监测，应力应变监测包括锚索应力、支挡防护结构内力等监测。

6.1.5 不同监测等级，边坡监测内容选择应符合表 1 的规定。

表1 不同监测等级监测内容

监测内容		监测等级		
		一级	二级	三级
变形监测	地表位移	●	●	●
	深部位移	●	○	◎
	沉降	○	○	◎
	裂缝宽度	○	◎	◎
	地表与危岩体倾斜	●	○	◎
	支挡物倾斜	●	○	◎
	防护结构变形	○	○	◎
应力监测	岩土体应力	○	◎	◎
	锚索应力	○	◎	◎
	防护结构内力	◎	◎	◎
	滑坡牛顿力	◎	◎	◎
诱发因素监测	降雨量	●	○	◎
	地下水位	○	○	◎
	孔隙水压力	○	◎	◎
环境因素监测	地下水排水量	◎	◎	◎
	地表水流量	◎	◎	◎
	含水率	○	◎	◎
	地声、震动等	○	◎	◎
短临监控	视频监控	●	●	●
	预警管控设施	◎	◎	◎

注：（1）●-应测项；○-宜测项；◎-可测项。

（2）视频监控宜能自动识别灾害发生，并第一时间发出预警提醒。

6.1.6 为实现路基塌方、边坡滑塌等重大灾害“早预防、早发现、早干预”，重点边坡监测可根据实际需要，设置灾害感知报警设施和预警管控设施。灾害感知报警设施可采用光纤断裂检测系统、简易感知报警设备等，预警管控设施可采用爆闪警示、可变情报板、广播等设备。

## 6.2 监测方法和设备

### 6.2.1 监测设备的选择符合下列要求：

- 1 监测设备应稳定可靠、结构简单，以降低设备维护的复杂性。
- 2 监测设备应具备双向通信和远程调试功能，能远程调整监测频率。
- 3 监测设备适应监测区域环境条件，具有防水防潮防尘、防风防雨、耐高低温、防雷防震、防腐等对环境的适应性和抗干扰能力。必要时，应设置专门的防雷设施。
- 4 监测设备宜内置高性能蓄电池供电，采用太阳能电池板供电的，太阳能电池板功率应与蓄电池容量匹配，采用市电供电应保证用电安全。
- 5 地面公用网络信号覆盖不佳地区，宜采用地面公用网络与卫星通信相结合的双模通信方式，支持无网络环境下前端解算、触发现场报警；对于高速公路可利用自有光纤网络进行传输。

6.2.2 根据监测内容和实际监测需求，监测方法及设备可参考表 2 进行选择，并应满足精度要求。

表 2 边坡监测方法和设备选择

监测内容	监测技术	常用监测方法及设备	备注
位移监测	地表位移监测	全站仪	测角精度：2" 测距精度：2 mm
		北斗/GNSS	平面 2.5mm±0.5ppm 高程 5mm±0.5ppm
		智测桩/微芯桩	位移精度：0.2mm 倾斜精度：18"
		分布式光纤	/
		机器视觉	/
		光纤光栅	精度：< 10 μ ε
		激光测距	精度：5 mm
		拉线式位移计	精度：1 mm
		地基合成孔径雷达	/
	深部位移监测	柔性测斜仪	精度：15" 测量范围：-60° ~ 60°
		固定式测斜仪	精度：15" 测量范围：-60° ~ 60°
		单点位移计	精度：±0.5 mm
		多点位移计	精度：±0.5 mm
	裂缝监测	裂缝计	精度：±1 mm
	沉降监测	沉降计	精度：±0.5 mm
		静力水准仪	精度：±0.5 mm
	支挡物倾斜监测	倾角计	精度：0.01° 范围：±30°
遥感监测	卫星遥感	/	
	InSAR	/	
	机载雷达	/	
	倾斜摄影	/	
应力监测	土压力监测	土压力计	精度：±0.5%F.S
	锚索应力监测	锚索计	精度：±0.5%F.S
	结构物内力监测	钢筋计	精度：±0.5%F.S
	滑坡牛顿力监测	牛顿力监测系统	/
诱发因素监测	降雨量监测	雨量计	精度：±4%
	地下水监测	孔隙水压计	精度：±0.5%F.S
		水位计	精度：±20 mm
环境因素监测	土壤含水率监测	土壤水分变送器	精度：±1%
		土壤含水率测定仪	精度：±4%
	崩塌振动监测	加速度计	灵敏度：0.5V/g 以上
	地表水监测	流量计	精度：±4%

	微震、地声监测	微震监测系统	灵敏度：0.5V/g 以上
		声发射仪	加速度：0.5V/g 以上 速度：25V/(m/s) 以上
短临监控	视频监控	监控摄像头系统	分辨率：不低于 540P 帧率：不低于 25 帧/s
	预警管控设施	爆闪警示设备	/
		可变情报板设备	/

6.2.3 鼓励积极稳妥采用已验证的监测新方法新技术。

6.2.4 监测设备应满足参数指标要求和接入系统的数据协议、软件部署等规定。

## 7 监测方案设计

### 7.1 一般规定

7.1.1 监测工作实施前应在资料收集、现场调查与分析的基础上按附录 C 编制监测方案，并根据监测方案开展监测工作。

7.1.2 边坡监测应综合考虑边坡类型、宏观变形迹象、边坡稳定状态及发展趋势、现场实施条件等，最大限度保障设备安装位置合理、监测数据传输稳定、监测数据可靠和预警信息及时。

7.1.3 监测设备安装前宜抽样计量测试，宜覆盖所有类型仪器，同类型仪器的抽样测试比例不宜低于 5%。

### 7.2 监测布设

7.2.1 监测剖面布设应符合以下要求：

- 1 监测剖面应根据边坡类型、形态特征、地层结构、近期变形特征、发育阶段、影响因素及形成机制、破坏模式及其危险性等，以明显变化因素和主要控制因素为监测内容，以明显变形或潜在变形区段和关键块体为监测部位。
- 2 监测剖面应穿越不同变形地段或块体，兼顾外围和次生灾害体等。
- 3 纵剖面应与主要变形方向一致或相近，有两个或两个以上变形方向时，纵剖面应相应布设。
- 4 监测剖面应优先考虑错位布置，可根据监测需求布置为“十”字形、“井”字形、“卅”字形或放射状等型式。

7.2.2 监测点位布设符合下列要求：

- 1 监测点位应根据剖面设计，布设在监测剖面线上或剖面线两侧潜在强烈变形区。
- 2 基准点应设置在边坡变形影响区域及工程施工影响范围之外，选择稳固、可靠、易于保存、使用方便的位置。
- 3 地表位移监测点应覆盖潜在变形滑移隐患区域，监测剖面间距宜为 30~50m，每个剖面一般不少于 2 个监测点。
- 4 沉降与地表倾斜监测点宜布置在边坡平台或路肩。
- 5 裂缝监测点应布设在主要裂缝或潜在开裂地段两侧，或布设在裂缝较宽或错位速率较大部位的中点或转折部位；每条裂缝应布设不少于 2 组观测点，当出现新裂缝时，应及时增设监测点。
- 6 深部位移监测孔深度应达边坡最下层潜在滑动面以下不小于 5m 处并宜进入基岩不小于 2m。对于存在风化界面、岩性分界面等可能为控制性潜在滑动面的地层，深部水平

位移监测孔应穿透界面且穿透深度不小于 5m。

7 深部位移监测应最少布设 1 个监测主剖面，监测剖面间距宜为 30~50m，每个剖面监测点不宜少于 2 个；每个监测点竖向传感器布置间距不宜大于 2m，在潜在滑动面、土岩交界面、岩体破碎带应适当加密。

8 土压力监测点宜布设在每层土中部，可预设于迎土面的支挡结构侧面；支挡结构应力应变监测点宜布设在支挡结构设计计算弯矩最大处。

9 防护结构位移与倾角监测点应布设在支挡结构物顶部，监测剖面间距宜为 30~50m。

10 新增锚索工程时应进行锚索应力监测，且具备条件的既有边坡锚索应进行长期应力监测，锚索应力监测点数量不宜少于（新增）锚索总数的 5%，且不少于 3 根。

11 雨量计宜布设在边坡外围相对稳定、平坦且空旷位置，承雨器口至山顶的仰角不大于 30°，雨量计上侧不应有遮挡，5km 范围内应不少于 1 个测点。

12 地下水监测点宜沿主滑方向对应的监测线布设，优先考虑与深部位移或表面位移监测同点布设，每个监测剖面上监测点不宜少于 2 个。

13 地声监测点宜布设在滑坡体、危岩体及其周边稳定区域，布设在周边稳定区域的传感器离滑坡体、危岩体最远距离不宜超过 30m。

14 视频监控点宜选取垂直边坡走向或平行主滑方向进行布设，应至少布设 1 个视频监控，视野范围覆盖边坡范围，若单一设备无法满足监测需求，宜合理增加监控点数量。

### 7.2.3 光纤布设应符合下列要求：

1 路堤边坡宜布设于路肩，路堑边坡宜布设于每级平台或潜在变形滑塌区域内边坡平台。

2 为保证边坡塌方时光纤协同断裂，未硬化的土质坡体平台或路肩宜采用光纤挖沟埋置法，每隔 3~5m 安置预制混凝土块固定光纤。硬化平台或路肩宜采用光纤表面嵌固法，每隔 3~5m 安置预制钢盖板块固定光纤。

### 7.2.4 简易感知报警设备宜每隔 20~30m 布设在路肩波形护栏或混凝土护栏外侧。

### 7.2.5 监测方案设计应组织专家评审，确保监测布设科学、有效及实用。

## 7.3 监测频率

7.3.1 边坡监测频率分为监测数据采集频率与上传频率，可综合考虑边坡类型、边坡状态及发展趋势、外部环境变化等确定，宜满足表 3 的要求。

表 3 边坡监测频率要求

监测内容	监测技术	常用监测方法及设备	采集频率	上传频率
位移监测	地表位移监测	全站仪	1 次/30min	1 次/1~24h
		北斗/GNSS	1 次/30min	1 次/1~24h
		智测桩/微芯桩	1 次/30min	1 次/1~24h
		分布式光纤	1 次/30min	1 次/1~24h
		机器视觉	/	/
		光纤光栅	1 次/1 月	1 次/1 月
		激光测距	1 次/30min	1 次/1~24h
		拉线式位移计	1 次/30min	1 次/1~24h
		地基合成孔径雷达	/	/
	深部位移监测	柔性测斜仪	1 次/30min	1 次/1~24h
		固定式测斜仪	1 次/30min	1 次/1~24h
		单点位移计	1 次/30min	1 次/1~24h

		多点位移计	1次/30min	1次/1~24h
	裂缝监测	裂缝计	1次/30min	1次/1~24h
	倾斜监测	倾角计	1次/30min	1次/1~24h
	沉降监测	沉降计	1次/30min	1次/1~24h
		静力水准仪	1次/30min	1次/1~24h
	遥感监测	卫星遥感	/	/
		InSAR	/	/
		机载雷达	/	/
无人机遥测		1次/1月	1次/1月	
应力监测	土压力监测	土压力计	1次/30min	1次/1~24h
	锚索应力监测	锚索计	1次/30min	1次/1~24h
	结构物内力监测	内力计	1次/30min	1次/1~24h
	滑坡牛顿力监测	牛顿力监测系统	1次/30min	1次/1~24h
诱发因素监测	降雨量监测	雨量计	1次/30min	1次/1~24h
	地下水监测	孔隙水压计	1次/30min	1次/1~24h
		水位计	1次/30min	1次/1~24h
环境因素监测	土壤含水率监测	土壤水分变送器	1次/30min	1次/1~24h
		土壤含水率测定仪	1次/30min	1次/1~24h
	崩塌振动监测	加速度计	1次/30min	1次/1~24h
	地表水监测	流量计	1次/30min	1次/1~24h
	微震、地声监测	微震监测系统	1次/30min	1次/1~24h
声发射仪		1次/30min	1次/1~24h	
短临监控	视频监控	监控摄像头系统	连续监测	连续监测
	灾害感知报警设施	光纤断裂检测系统	连续监测	连续监测
		振动倾角传感器	连续监测	连续监测
	预警管控设施	爆闪警示设备	/	/
可变情报板设备		/	/	

7.3.2 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：

- 1 监测数据变化速率或累计值达到报警值。
- 2 支挡结构物或邻近建（构）筑物出现突发沉降或开裂。
- 3 暴雨或长时间连续降雨。
- 4 工程险情或事故后重新组织施工。
- 5 出现其他影响边坡及周边环境安全的异常情况。

## 8 监测设备安装与运维

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 设备安装应保证安全，符合设备采集原理及条件。
- 8.1.2 设备安装应稳固、牢靠。
- 8.1.3 设备维护工作应做到准时、及时与常态。

## 8.2 设备安装

8.2.1 设备安装前，应进行设备、辅助材料现场验收并按附录 D 填写记录表。安装过程进行拍照记录并按附录 E 填写安装记录表。

8.2.2 应按监测方案及设备安装要求将监测设备安装在指定位置，并符合下列规定：

- 1 监测设备安装前应进行校正、标定和测试，正常时方可安装使用。
- 2 监测设备安装前对每个监测传感器进行编号，便于后续查询、维护。
- 3 监测网点施工安装结束后，对土建、设备及软件平台等进行全面、系统的检查验收，做好记录并归入档案。

## 8.3 设备调试

8.3.1 检查数据采集、传输通信情况，查看远程客户端是否收到测试数据及收到的测试时间、数据量，并检查分析测试数据的合理性。

8.3.2 依次检查传感器、供电电源、传输天线，确保数据传输正常。

8.3.3 信息送达调试，包括预警信息下发测试，采集频率动态调整测试等。

## 8.4 设备验收

8.4.1 按照监测方案，应检查监测设备类型、数量、安装位置及方式等是否符合设计要求。

8.4.2 检查监测设备工作状态，各部分组件安装是否齐全。

8.4.3 检查监测设备安装记录表、资料归档、后续维护人员等信息。

8.4.4 检查监测数据采集的实时性、准确性及完整性。

## 8.5 设备运维

8.5.1 应根据设备传感器、配件等材料易损性，预留相应配件，保证备件的使用，确保监测数据的连续性。

8.5.2 宜进行设备故障统计，及时发现问题并进行维护，及时填报监测设备维护记录表，并上报系统。

8.5.3 工作期内出现数据异常的监测设备，须在发现异常后及时响应，采取相应措施，排除异常。

8.5.4 各地可根据实际情况，结合边坡定检、巡检对监测点位进行巡查，对已被破坏的监测点进行记录并上报。汛期内应加密检查。

## 9 监测系统平台建设、运维与验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 监测系统平台的构建应遵循“先进、适用、稳定、安全、经济”的原则，兼顾扩展性、兼容性与便利性，确保系统稳定工作。

9.1.2 监测系统宜采用模块化结构与感知设备，各模块或子系统之间相对独立、有序融合，应方便维护、更换、扩展和升级。

9.1.3 监测系统平台应采用统一数据交换传输标准、数据存储及数据管理标准，实现数据分级管理、归集与同步。

9.1.4 监测系统验收前，应完成监测系统与省级边坡监测平台二级系统连通性测试，确保监测系统可接入省级边坡监测平台。

9.1.5 为方便分级管理，必要时可根据实际需要建立市、县、项目等多级边坡监测系统平台，



各下级监测系统平台应接入上级监测系统平台，并最终接入省级边坡监测平台。

## 9.2 系统平台建设

9.2.1 各级监测系统平台应包含基础数据、监测数据、实时预警、设备监控、巡检日志、系统设置等功能模块。

9.2.2 各级系统平台界面布局应清晰合理，功能设计应直观反映边坡状态变化，宜采用丰富的可视化展示方式。

9.2.3 数据采集与传输模块应实现自动采集和远程传输功能，并可通过配套软件对数据采集和传输功能的关键参数进行远程配置和调整。

9.2.5 各级监测系统平台之间访问、监测数据、业务数据交互接口开发参照附录 F 进行。

9.2.6 软件系统宜满足信创、网络安全等要求。

## 9.3 系统运维

9.3.1 监测系统部署后应加强管理与维护，应合理制订系统运维计划。

9.3.2 定期对监测系统进行检查与维护工作。

9.3.3 设备进行更换或维修后应做好数据衔接，对新老设备的测值关系和处理做出说明。

9.3.4 系统平台发出预警，值守人员应按规定程序及时处置，处置结果应记录备案。

## 9.4 系统验收

9.4.1 系统交付前应进行试运行，试运行期内应开展系统使用培训、功能完善、设备基准值校正等工作。

9.4.2 监测系统试运行期结束后，应开展系统验收工作，验收内容包括但不限于以下内容：

1 采集传输设备参数、进场检查记录、抽样测试（设备、软件等测试报告、二级系统连通测试报告）。

2 安装调试报告记录。

3 系统功能是否满足设计要求。

4 监测方案、软件操作手册、硬件维护手册等。

9.4.3 系统验收前，应对输入和输出的监测数据进行逻辑性、相关性和匹配性检验。

9.4.4 验收不合格的项目应在 1 个月内完成整改并再次组织验收，未通过验收不得交付使用。

## 10 监测预警与响应

### 10.1 一般规定

10.1.1 应通过宏观迹象巡查、监测数据分析和区域地质灾害气象预警综合研判边坡安全状态。

10.1.2 人工巡查发现可辨识的灾害前兆时，可进行临灾预警，并根据应急预案及时采取应对措施。

10.1.3 发现监测数据异常时，应及时进行原因分析并提出纠正措施，必要时进行现场复核或复测，并及时将复核或复测数据更新至监测数据库。

### 10.2 监测数据分析

10.2.1 应结合边坡养护检查数据分析边坡监测数据。

10.2.2 监测数据分析应剔除错误数据，监测数据分析可采用特征值统计分析、相关性分析、

趋势性分析、机器学习等方法。

10.2.3 监测数据分析日变化量和累计变化量时程曲线、各测点监测数据平面分布图等。

10.2.4 数据分析报告应在数据预处理的基础上，剔除错误数据后形成，能够准确地反应监测对象的真实状态，反映包括但不限于异常信息统计和异常事件记录。

### 10.3 监测预警阈值与判据

10.3.1 边坡监测预警判据可采用宏观前兆异常、监测指标相对变化及变化速率、诱发因素变化等。

10.3.2 预警阈值应在公路边坡监测中进行重点研究分析，分析中应明确主控因素，根据主控因素进行预警，预警值可参考表 4，具体数值宜基于实际情况、监测内容历史统计值、设计值和规范容许值确定，并考虑边坡日常管养控制需求。

表 4 边坡监测预警阈值参考值

监测项目		预警项目	累计值(mm)	变化速率(mm/d)	
变形监测	位移	地表位移	地表水平位移	30~40 mm	5~6 mm/d
			地表垂直位移	20~40 mm	5~6 mm/d
		深部位移	深部水平位移	35~55 mm	4~5 mm/d
			深部垂直位移	20~40 mm	5~6 mm/d
	裂缝		裂缝宽度	10~30 mm	5~6 mm/d
	地表倾斜			0.2~0.4°	0.02~0.05° /d
	支挡结构物倾斜			6~8 mm/m	
	沉降			60~80 mm	6~8 mm/d
诱发因素监测	降雨量		100mm/3h	/	
	孔隙水压力		$(0.6\sim0.8)f_1$	/	
	地下水位		1000 mm	300 mm/d	
应力监测	岩土压力		$(0.6\sim0.7)f_1$	/	
	支挡结构应力		$(0.6\sim0.7)f_1$	/	
	锚索内力		$0.8f_1\sim0.7f_2$	$0.1 f_1/30d$	
注: 1 $f_1$ —荷载设计值, $f_2$ —构件承载力设计值; 2 土质边坡宜取较大值, 岩质边坡宜取较小值。					

### 10.4 预警等级及信息发布

10.4.1 根据边坡灾害发生的发展阶段、紧急程度、不稳定发展趋势和可能造成的危害程度，预警级别分为一级、二级、三级，以黄色、橙色、红色标识，分别对应灾害风险一般、风险较高和风险极高等不同程度，红色预警为最危险级别。具体如下：

- 1 黄色预警：表示边坡变形有发展，管养单位应加强巡查和关注，必要时开展预防性养护。
- 2 橙色预警：表示边坡变形显著发展，管养单位应立即开展现场复核，加密巡查，并做

好路段安全警示，及时开展专项养护。

3 红色预警：表示边坡存在即时失稳破坏风险，管养单位应立即开展现场复核，同步开展相应交通管制和应急处置。

10.4.2 监测数据达到预警阈值后，应立即进行现场核查，根据宏观前兆迹象和监测数据分析综合研判，确定预警级别并发布报送。

10.4.3 监测数据显示，短期发生灾害概率增大，经会商认定后，可以提高预警级别。

10.4.4 监测数据显示，短期发生灾害概率变小，经会商认定后，可以降低预警等级或解除预警。

10.4.5 预警信息报送对象应包括地方交通主管部门、路段管养单位及其上级管理单位、技术支撑单位、监测责任人等。

10.4.6 预警信息经技术人员核查真实有效后，由技术支撑单位报送路段管养单位，由路段管养单位发布并往上级单位报送等。

10.4.7 预警信息可通过预警平台推送、电话、网络、短信等方式报送。

10.4.8 为规范系统预警处理、按时提交数据分析和监测成果，充分发挥系统功能，技术支撑单位应建立值班管理制度，可包括值班规定、信息报送、值班纪律、值班保障、监督管理、考核与奖惩、制度调整完善等内容。

## 10.5 预警响应

10.5.1 黄色预警发出后，技术支撑单位应加强监测数据分析，必要时到现场核查并加强分析研判；应加强对宏观迹象进行现场巡查，将有关情况及时上报至路段管养单位。

10.5.2 橙色预警发出后，技术支撑单位应第一时间分析监测数据并向路段管养单位发送预警快报，开展短临预警，预测发展趋势；监测人员及时到现场对宏观迹象进行巡查，并加强对宏观变形迹象的监测；管养单位会同技术支撑单位前往现场进一步核查，将有关情况反馈至当地交通主管部门。

10.5.3 红色预警发出后，技术支撑单位第一时间分析监测数据，并向路段管养单位发送预警快报，开展临灾预警，预测发展趋势；管养单位会同技术支撑单位前往现场对宏观迹象进行巡查，加强宏观变形监测及短临前兆监测，开展临灾预警，根据现场宏观变形等实际情况，及时启动会商机制或应急预案，设置保畅、限速等安全警示标志，视情况采取车辆疏散、路线封锁等安全控制措施，采取必要措施排除险情；当地交通主管部门会同相关单位及时前往现场进一步调查处置。

10.5.4 橙色或红色预警发出后，经现场核查确认，必要时当地交通主管部门与气象、自然资源、水利、应急管理等相关单位协调联动，做到精准预警和快速响应。

10.5.5 设有灾害感知报警设施路段，监测告警信息出现并人工确认后应立即将控制信号下发至前端预警管控设备，启动现场情报板、广播及爆闪警示装置等警示设备。

## 10.6 监测报告

10.6.1 公路边坡监测报告包括阶段性报告及总结报告。阶段性报告包括月度报告、季度报告、年度报告及专报；监测工作结束后，编制监测成果总结报告。

10.6.2 监测报告宜包含边坡稳定性评价，边坡风险评估等内容。

10.6.3 各监测要素曲线图应根据监测分析需要进行绘制，宜包括以下内容：

- 1 各类变形监测数据时间变化曲线图。
- 2 深部位移与深度关系曲线图。
- 3 地表水、地下水水位、降雨量、降雨强度时间变化曲线图。
- 4 岩土应力、支挡结构物应力时间变化曲线图。

10.6.4 根据需要绘制多监测要素曲线图，宜包括以下内容：

- 1 同一部位不同要素对比图，如位移与裂缝时间变化曲线对比图、位移与降雨量时间变化曲线对比图、变形位移量与地下水动态关系曲线图等。
- 2 不同部位同一要素曲线对比图，如同一监测剖面上不同部位地表位移随时间变化曲线对比图等。
- 3 相同部位相同要素的不同参量随时间变化曲线对比图，如相对位移量、位移速度、位移加速度随时间变化曲线对比图等。
- 4 其他如位移、倾斜等变量分布图。

附录 A  
(规范性)

监测边坡及监测等级判定方法一

**A.1 监测对象**

**A.1.1 符合下列条件之一的路堑边坡，应开展监测：**

- 1 高度超过 45m 土质或类土质边坡（不含易滑岩土层边坡）；
- 2 易滑岩土层（煤系地层、红层、高液限土、碎石土、崩坡积层、顺层边坡等）高度超过 35m 的边坡；
- 3 高度超过 60m 的强风化或破碎中风化类岩质边坡；
- 4 采用多级抗滑桩或四级及以上锚固（加固）或一级抗滑桩加两级及以上锚固（加固）工程的边坡；
- 5 建设期或营运期曾发生过较大规模变形开裂（变形体高度大于 20m）且采用重型支挡结构或多级锚固（加固）工程治理的边坡；
- 6 坡面出现明显变形，变形规模较大（变形体高度大于 20m）或危害性较高的边坡；
- 7 支挡加固工程发生明显变形，且影响范围较大（变形体高度大于 20m）或危害性较高的边坡；
- 8 边坡影响范围内分布有重要建（构）筑物的边坡；
- 9 边坡线外地质灾害发育或存在其它不利因素且对边坡构成较高风险的边坡；
- 10 根据自然灾害综合风险公路承灾体普查、公路边坡防护及排水隐患排查工作指引、边坡安全风险评估、工后评估或设计回溯复核或其它相关文件，认为需要实施监测的边坡。

**A.1.2 符合下列条件之一的路堑边坡，宜开展监测：**

- 1 高度介于 30~45m 土质或类土质边坡（不含易滑岩土层边坡）；
- 2 易滑岩土层（煤系地层、红层、高液限土、碎石土、崩坡积层、顺层边坡等）高度介于 25~35m 的边坡；
- 3 高度介于 40~60m 强风化或破碎中风化类岩质边坡；
- 4 采用一级抗滑桩与锚固（加固）组合或三级锚固（加固）工程的边坡；
- 5 建设期或营运期曾发生一定规模变形（变形体高度 10~20m）且采用加固处理的地下水发育的边坡；
- 6 边坡坡面或结构物出现不利变形，且具有一定影响范围（变形体高度 10~20m）的边坡；
- 7 地下水发育且对边坡营运安全有明显影响的其它边坡；
- 8 其它因素对边坡构成明显风险的边坡。

**A.1.3 符合下列条件之一的路堤边坡，应开展监测：**

- 1 填方高度超过 30m 的陡（斜）坡路堤；
- 2 填方高度超过 40m 的高填（填料为风化土或土石混合料）路堤；
- 3 因路基变形造成路面出现弧形裂缝或纵横交叉组合裂缝中纵向裂缝长度超过 25m 的边坡；
- 4 因路基变形造成路面出现多道纵向裂缝且最大贯通纵向裂缝长度超过 50m 的边坡；
- 5 建设期或营运期曾发生过较大规模变形（变形体高度超过 15m）目前已完成治理工程的边坡；
- 6 发生明显变形且变形规模较大（变形体高度超过 15m）或危害性较高的边坡；
- 7 支挡加固工程发生明显变形且影响范围较大（变形体高度超过 15m）或危害性较高的边坡；

- 8 坡脚影响范围内分布有重要建（构）筑物的边坡；
- 9 地下水极丰富且对边坡构成明显风险的边坡；
- 10 根据自然灾害综合风险公路承灾体普查、公路边坡防护及排水隐患排查工作指引、边坡安全风险评估、工后评估或设计回溯复核或其它相关文件，认为需要实施监测的边坡。

**A. 1. 4 符合下列条件之一的路堤边坡，宜开展监测：**

- 1 填方高度介于 15~30m 的陡（斜）坡路堤；
- 2 填方高度介于 25~40m 的高填（填料为风化土或土石混合料）路堤；
- 3 路面出现弧形裂缝（或纵横交叉组合裂缝）且长度小于 25m 的边坡；
- 4 路面出现多道纵向裂缝，其中最大纵向裂缝长度介于 25~50m，或者单道贯通纵向裂缝长度超过 50m 的边坡；
- 5 边坡坡体或支挡加固结构出现明显变形且变形体高度小于 15m 的边坡；
- 6 地下水发育且影响边坡健康营运的边坡；
- 7 其它因素对边坡构成潜在风险的边坡。

**A. 2 监测等级**

A. 2. 1 路堑边坡根据坡高、地层岩性等划分监测等级，从高到低分别为一、二、三级，宜按表 A. 1 确定。

**表 A. 1 路堑边坡监测等级分级表**

地层岩性	坡高（m）					
	≥60	60~45	45~40	40~35	35~30	30~25
土质或类土质	一		二		三	/
强风化或破碎中风化岩质边坡	一	二	三	/	/	/
易滑岩土层	一				二	三

A. 2. 2 对于有抗滑桩、锚固工程等防护措施的路堑边坡，宜按表 A. 2 确定监测等级。

**表 A. 2 有防护措施的路堑边坡监测等级分级表**

抗滑桩	锚固（加固）工程			
	四级及以上	三级	两级	一级
两排及以上	一			二
一排	一		二	三
无	一	二	/	/

A. 2. 3 路堤边坡根据坡高、路堤类型等划分监测等级，从高到低分别为一、二、三级，宜按表 A. 3 确定。

**表 A. 3 路堤边坡监测等级分级表**

路堤类型	坡高（m）			
	≥40	40~30	30~25	25~15
陡（斜）坡路堤	一		二	三
填土路堤	一	二	三	/

A. 2. 4 对于出现裂缝等病害的路堤边坡，宜按表 A. 4 确定监测等级。

表 A. 4 有病害路堤边坡监测等级分级表

裂缝类型	裂缝长度 (m)		
	$\geq 50$	50~25	<25
弧形裂缝或纵横组合裂缝中纵缝长度	一	二	三
多道纵向裂缝最大贯通长度	二	三	/
单道纵向裂缝最大贯通长度	三	/	/

附录 B  
(规范性)

监测边坡及监测等级判定方法二

B.1 监测对象

B.1.1 以下存在隐患的边坡应开展监测：

- 1 施工期边坡发生滑坡、位移较大或不收敛，处治效果待评价的边坡；
- 2 施工期监测总结评价应开展工后监测的边坡；
- 3 根据自然灾害综合风险公路承灾体普查、公路边坡防护及排水隐患排查工作指引、边坡安全风险评估、工后评估或设计回溯复核，风险等级为一级、二级、三级的边坡；
- 4 定期检查或专项检查结论列为重点关注的边坡；
- 5 营运期间进行专项处治效果待评价的边坡；
- 6 其他认定需要进行监测的边坡。

B.2 监测等级

B.2.1 边坡监测根据风险等级、危害程度等划分监测等级，从高到低分别为一、二、三级，宜按表 B.1 确定。

表 B.1 边坡监测等级分级表

风险等级 \ 危害程度	危害程度			
	特严重	严重	中等	轻
一级（重大风险）	一级	一级	一级	二级
二级（较大风险）	一级	一级	二级	三级
三级（一般风险）	一级	二级	三级	
四级（低风险）	二级	三级		

注：（1）地质环境条件特别复杂、临河临崖路段或属区域内唯一通道的等级公路时，监测等级应提高 1 级。

（2）车流量较大或相对集中的公路边坡，应根据实际情况提高监测等级。

B.2.2 边坡风险等级按照自然灾害综合风险公路承灾体普查、边坡防护及排水隐患排查工作指引、设计回溯、定期检查、专项检测等工作成果确定。若不同方法评估结论不一致时，应按就高原则以风险等级最高为准。

B.2.3 边坡危害程度根据边坡高度、岩土类型、公路等级、危害对象重要性等确定，路堑边坡可按照表 B.2 确定，路堤边坡可按照表 B.3 确定。

表 B.2 路堑边坡危害严重程度

边坡规模 \ 危害对象	路堑边坡规模					
	$H < 30m (20m)$		$(20m) 30m \leq H < 60m (40m)$		$H \geq 60m (40m)$	
	高速公路、一级公路	二级及以下公路	高速公路、一级公路	二级及以下公路	高速公路、一级公路	二级及以下公路
路堑	中等	轻	严重	轻	特严重	轻
桥梁	严重	中等	特严重	严重	特严重	严重
隧道口	严重	中等	特严重	严重	特严重	严重



房屋、高压输电塔、油气管线等重要构筑物在(1-4)H范围内	严重	中等	特严重	严重	特严重	严重
-------------------------------	----	----	-----	----	-----	----

注：（1）括号内表示土质、类土质路堑边坡的高度，括号外表示岩质路堑边坡的高度。

（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。

**表 B.3 路堤边坡危害严重程度**

边坡规模 危害对象	路堤边坡规模					
	$H < 20\text{m} (12\text{m})$		$20\text{m} (12\text{m}) \leq H < 40\text{m} (30\text{m})$		$H \geq 40\text{m} (30\text{m})$	
	高速公路、一级公路	二级及以下公路	高速公路、一级公路	二级及以下公路	高速公路、一级公路	二级及以下公路
路基	中等	轻	严重	轻	特严重	轻
桥梁	严重	中等	特严重	严重	特严重	严重
房屋、村庄、高压输电塔、油气管线等重要构筑物在构筑物在路基滑塌范围内	严重	中等	特严重	严重	特严重	严重

注：（1）括号内表示适用于陡坡路堤、斜坡路堤和基底有软弱地层的路堤。

**附录 C**  
**(资料性)**  
**边坡监测方案编制**

**C.1** 编制监测实施方案前，应收集边坡相关资料，开展现场调（勘）查。相关资料不能体现当前边坡灾害变化趋势时，应补充必要调（勘）查工作，并分析灾害机理和变化趋势。

**C.2** 监测实施方案编制前应收集以下资料：

- 1 地理位置、气象水文、工程地质条件等资料；
- 2 相关勘察、设计和边坡风险评估资料；
- 3 边坡类型、规模、特征、历史灾害情况等资料；
- 4 边坡监测历史、监测数据等资料。

**C.3** 现场调（勘）查可采用踏勘、调绘、无人机和遥感调查等方式，调查应包括下列内容：

- 1 地理位置、地形地貌、流域形态、气象水文、植被特征等；
- 2 地层分布、岩性组成、结构与构造、覆盖层分布与性质、地下水、冻融、风化、冲刷、不良地质条件等；
- 3 边坡类型、规模、边界条件、变形发展趋势、影响因素、影响范围、灾害历史等；
- 4 防护工程与公路工程变形与受力情况；
- 5 周边交通、通信、供电、供水、施工扰动、通视和已有监测点等周边情况。

**C.4** 边坡监测设计方案宜包含但不限于下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 监测依据、目的；
- 3 监测内容及监测方法和设备；
- 4 监测周期和频率；
- 5 监测点布置与设备安装；
- 6 监测预警及响应措施；
- 7 监测维护与技术支持；
- 8 监测网点布设平面图和断面图。

附录 D  
(资料性)  
监测设备材料验收记录表

表 D.1 监测设备材料验收记录表

项目名称					
施工单位			监理(监管)单位		
设备验收报告					
货物采购概况					
采购单位名称					
供货单位名称					
采购日期	年 月 日		交货日期	年 月 日	
设备清单表					
设备名称	数量	型号规格	主要技术参数	制造商	生产日期
设备验收情况					
验收内容	验收项目		验收结果		备注
	设备规格型号、配置情况				
	设备的完好情况				
	设备配件齐全或缺漏情况描述				
	设备运行测试结果				
	产品合格证、说明书				
	其他等以上未注明项				
验收结论:					
签字	采购方代表签字		监理(监管)签字		
	供货商代表签字		业主代表签字		
验收日期:					
注:验收内容中各种佐证材料(如合格证、测试报告、检定证书、使用手册、产品说明书等)作为本表附属材料一同整理成册。					

附录 E  
(资料性)  
监测设备安装记录表

表 E.1 监测设备安装记录表

项目名称					
监测点位名称		监测点位编号		设备型号	
设备编号		通信方式/卡号		发送周期	
生产厂家					
初始位置或初始值描述					
供电方式		充电电压及电池电压			
监测点位经纬度	经度	纬度		高程	
施工过程图 (施工前、施工中、施工后特征照片)					
施工日期	年      月      日				
施工单位 (盖章)		安装人员 (签字)		安装日期	年 月 日
校核者(签字)		填表人 (签字)		填表日期	年 月 日
注：各单位一份。					

**附录 F**  
**(规范性)**  
**数据接口**

**F.1 数据协议及签名**

单结构物监测系统与省级平台数据交换将使用 http 协议进行传输，通过调用省级平台提供的接口进行数据上传，省级平台根据需要可以通过该协议调用单结构物监测系统接口及单点登录访问等。省级技术支持单位将提供开发者平台以便单结构物监测系统开展数据对接事宜，开发者平台地址及开发账号请联系技术支持单位获取。单结构物监测系统数据在接入前，需在开发者平台先补充完善相关基础数据（如结构物基础信息、监测测点相关信息等），并获取开发密钥（包括 AppKey 及 AppSecret，AppSecret 不能对外暴露）及在线接口文档等。基于对接口的统一约束，方便开发，对数据接口及参数签名作以下要求：

(1) http 请求必要参数

单结构物监测系统与省级平台的每个数据接口必须提供以下必要 header 参数，用于对数据进行签名及验签，默认提供数据接口都用 Post 请求，Content-Type 为 application/json，http 请求的 Header 应包括以下必要参数：

表 F.1-1 Header 参数说明

参数名	类型	说明	示例值	
Header 参数	appKey	string	省级平台提供的 AppKey	923527d01230467a
	rnd	long	时间戳，精确到秒。允许与北京时间有 5 分钟的误差（单结构物系统要保证系统时间的正确性）	1736218470
	sign	string	发送方计算出待发送数据的签名，需要转为大写形式，计算方式为：sign=Shal(post 请求字符串+rnd+AppKey+AppSecret)，各参数的含义见“签名计算”相关内容	04A4ACB9602804D2 6EE6E8CB8A2AC964 2C511BAF

(2) 签名计算及验签

为了保证数据安全，无论是省平台或单结构监测系统提供的接口都需要进行签名验证，数据签名使用 Sha1 摘要算法。发送方把待发送数据结合当前时间戳及持有的密钥对待发送数据进行签名得到数据签名串 sign，随后把签名串 sign 及待发送数据发送给接收方，接收方在接收数据时用同样的方式结合自己持有 AppSecret 重新计算一次数据签名串得到 sign1，通过比较 sign 与 sign1 是否相同来验证数据的合法性及完整性，保证数据在传输过程中没有被篡改过，以便完成请求验证及处理。其中相关密钥由省级平台提供，双方共同持有，其中签名 sign 的计算方式如下：

sign=Shal(post 请求字符串+rnd+AppKey+AppSecret)

表 F.1-2 签名计算参数说明

参数	类型	说明	示例值
post 请求字符串	string	http 请求 body 的内容，如 json 数据	{ "key1" : " string", " key2" :1}
rnd	long	时间戳，精确到秒	1736218470
appKey	string	由省级平台提供	923527d01230467a
appSecret	string	由省级平台提供，不能对外暴露	b2817c8412264da3879a5d54112ebac6

(3) 对接流程

单结构物监测系统与省级平台对接流程如下图 F. 1-1 所示。

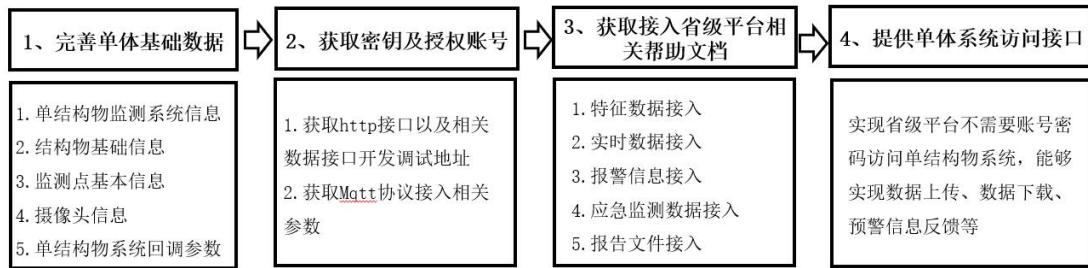


图 F. 1-1 单结构物监测系统与省级平台对接流程示意图

## F. 2 监测数据接口

表 F. 2-1 GNSS 位移监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
X	是	float	数组对象中的 X 向变化值	略
Y	是	float	数组对象中的 Y 向变化值	略
Z	是	float	数组对象中的 Z 向变化值	略

表 F. 2-2 应变监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
Temperature	否	float	数组对象中的温度值	略
data	是	float	数组对象中的应变值	略

表 F. 2-3 应力监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
Temperature	否	float	数组对象中的温度值	略
data	是	float	数组对象中的应力值	略

表 F. 2-4 倾角监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
X	是	float	数组对象中的 X 向倾角值	略
Y	是	float	数组对象中的 Y 向倾角值	略

表 F.2-5 孔压监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
Temperature	否	float	数组对象中的温度值	略
data	是	float	数组对象中的孔隙水压力值	略

表 F.2-6 含水率监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
Temperature	否	float	数组对象中的温度值	略
data	是	float	数组对象中的体积含水率值	略

表 F.2-7 降雨量监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
Temperature	否	float	数组对象中的温度值	略
data	是	float	数组对象中的降雨量值	略

表 F.2-8 裂缝监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300

Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
data	是	float	数组对象中的裂缝宽度值	略

表 F.2-9 深层水平位移监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
depth	是	float	数组对象中的沿孔深高程值	略
X	是	float	数组对象中的 X 向变化值	略
Y	是	float	数组对象中的 Y 向变化值	略
Z	是	float	数组对象中的 Z 向变化值	略

表 F.2-10 机器视觉表面位移监测实时数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
Code	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
pointX	否	float	数组对象中的测点在图像的横坐标中心位置	略
pointY	否	float	数组对象中的测点在图像的纵坐标中心位置	略
X	是	float	数组对象中的横向变化值	略
Y	是	float	数组对象中的纵向变化值	略

表 F.2-11 视频文件上传数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
ProjectId	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略
data	是	float	视频文件片段 BASE64 序列化值	略

表 F.2-12 图片文件上传数据接入

参数名	必选	类型	说明	示例
ProjectId	是	string	测点唯一编号	略
DateTime	是	long	时间戳，精确到秒，表示哪一秒采集到的数据	1668386275300
Data	是	对象数组	该秒内采集到多个数据	略



data	是	float	图片文件片段 BASE64 序列化值	略
------	---	-------	--------------------	---

表 F. 2-13 预警信息接入

参数名称	类型	必须	描述	示例值
WarningInfoClientId	string	是	单坡系统数据的预警 Id, 确保唯一, 不能重复调用	略
SlopeCode	string	是	边坡编码	略
ThirdChannelCode	string	是	测点编码	略
WarningLevel	int	是	1=一级, 2=二级, 3=三级	略
WarningValue	double	是	超限值	略
DataUnit	string	是	单位	略
WarningTimeUnix	long	是	报警时间时间戳毫秒	1668059716965
CheckTimeUnix	long	是	报警确认时间时间戳毫秒	1668059716965
CheckUser	string	是	报警确认人	略
CheckTelephone	string	是	报警确认人电话	略
WarningDescription	string	否	预警原因的描述	最大位移达到预警值
RedWarningMax	float	否	阈值上限 (三级), 超限当时配置的阈值	1
RedWarningMin	float	否	阈值下限 (三级), 超限当时配置的阈值	1
OrangeWarningMax	float	否	阈值上限 (二级), 超限当时配置的阈值	1
OrangeWarningMin	float	否	阈值下限 (二级), 超限当时配置的阈值	1
YellowWarningMax	float	否	阈值上限 (一级), 超限当时配置的阈值	1
YellowWarningMin	float	否	阈值下限 (一级), 超限当时配置的阈值	1

表 F. 2-14 预警信息处理结果接入

参数名称	类型	必须	描述	示例值
WarningHandleClientId	string	是	单坡系统预警处置 Id, 确保唯一, 不能重复调用	略
WarningInfoClientId	string	是	单坡系统预警 Id	略
SlopeCode	string	是	边坡编码	略
HandleTimeUnix	long	是	处理时间时间戳毫秒	1668059716965
HandleUser	string	是	处理人	略
HandleTelephone	string	是	处理人电话	略
HandleMeasures	string	是	处理措施	略

表 F. 2-15 上传原始数据压缩包

参数名称	类型	必须	描述	示例值
SlopeCode	string	是	边坡编码	略

File	文件	是	文件, 文件的文件名称确保唯一, 不能重复调用	略
------	----	---	-------------------------	---

表 F.2-16 上传报告

参数名称	类型	必须	描述	示例值
ReportFileClientId	string	是	主键	客户端数据 id, 最大长度 36, 确保唯一, 不能重复调用
SlopeCode	string	是	边坡编码	略
File	文件	是	文件	略
ReportType	string	是	文件类型	QuarterlyReport 季报; AnnualReport 年报; SpecialEvent 特殊事件专项报告;
EmergencyEventClientId	string	否	应急事件客户端 id, SpecialEvent 特殊事件专项报告需要传关联上应急事件	略
ReportName	string	是	报告名称	季报: XXX 坡监测系统季度数据分析报告 (XX 年 X 季); 年报: XXX 坡监测系统年度数据分析报告 (XX 年); 特殊事件专项报告: XXX 坡监测系统 XXX 特殊事件专项分析报告 (XXX 特殊事件);
ReportTimeUnix	long	是	报告的时间戳毫秒。如年报, 报告时间为改年的 1 月 1 日 0 点时间戳。如季报, 报告时间为该季度第一个月 1 日的 0 点时间戳	1666679260817
ReportUser	string	是	上传者	略

### F.3 应急监测数据接口

表 F.3-1 上传应急预案

参数名称	类型	必须	描述	示例值
EmergencyPlanClientId	string	是	客户端数据 id, 最大长度 36, 如果已经存在值, 更新操作	略
SlopeCode	string	是	边坡编码	略
Name	string	是	应急预案名称	略
CreateUser	string	是	上传者	略
EmergencyEventType	string	是	事件类型	略
File	文件	是	文件	略

表 F.3-2 上传应急联系人

参数名称	类型	必须	描述	示例值
EmergencyContactClientId	string	是	客户端数据 id, 最大长度 36, 如果已经存在值, 更新操作	略
SlopeCode	string	是	边坡编码	略
Name	string	是	姓名	略
Phone	string	是	电话	略
Company	string	是	公司	略
Address	string	是	详细地址	略
Gender	string	是	性别	男, 女
Age	int	是	年龄	略
Position	string	是	职位	略
CreateUser	string	是	创建人	略
Remark	string	否	备注	略

表 F.3-3 上传应急事件

参数名称	类型	必须	描述	示例值
EmergencyEventClientId	string	是	客户端数据 id, 最大长度 36, 如果已经存在值, 更新操作	略
EmergencyPlanClientId	string	否	应急事件启动的应急预案客户端数据 id, 最大长度 36	略
SlopeCode	string	是	边坡编码	略
Title	string	是	标题	略
Content	string	是	内容	略
HappenTimeUnix	long	是	发生时间时间戳毫秒	1668059716965
EmergencyEventType	string	是	事件类型	Typhoon
CreateUser	string	是	报送人	略
Phone	string	是	报送人电话	略

表 F.3-4 提交应急处理结果

参数名称	类型	必须	描述	示例值
SlopeCode	string	是	边坡编码	略
EmergencyEventHandleClientId	string	是	客户端应急事件处置数据 id, 最大长度 36, 确保唯一, 不能重复调用	略
EmergencyEventClientId	string	是	客户端应急事件数据 id, 最大长度 36	略
ReplyOpinion	string	是	处理措施及内容	略
ReplyUser	string	是	处理人	略
Phone	string	是	处理人电话	12345678909
Files	多文件列表	是	多个附件文件	略