

高速公路边坡养护技术规范

Technical specification for expressway slope maintenance

2025 - 04 - 20 发布

2025 - 05 - 20 实施

目 次

前言	III
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 边坡要素与分类	2
4.2 边坡安全风险分类	3
4.3 养护等级	4
4.4 养护规划	4
4.5 养护对策	4
4.6 安全环保要求	4
5 检查与安全风险评估	5
5.1 一般规定	5
5.2 日常一般巡查	5
5.3 日常全面巡查	5
5.4 定期检查	5
5.5 专项检查	6
5.6 安全风险评估	7
6 日常养护	8
6.1 一般规定	8
6.2 坡面	8
6.3 截排水设施	9
6.4 素喷、锚喷	9
6.5 柔性防护网	9
6.6 挡土墙、护面墙	10
6.7 锚杆（索）框格	10
6.8 坡面植被	10
6.9 附属设施	10
7 专项养护	10
7.1 一般规定	10
7.2 挡墙结构病害	11
7.3 锚杆（索）病害	11
7.4 危落石	11
7.5 崩塌、坍塌	12
7.6 滑坡	12
8 监测及预警	13

8.1	一般规定	13
8.2	监测方案制定	13
8.3	监测方法	13
8.4	监测点布设	14
8.5	监测频率	14
8.6	预警阈值	14
8.7	监测报告	15
9	安全管理	15
9.1	一般规定	15
9.2	养护作业	15
9.3	突发事件	15
10	数字化管理	16
10.1	一般规定	16
10.2	系统建立	16
10.3	数据采集	16
10.4	数据处理	16
10.5	数据分析及应用	16
10.6	数字档案	16
附录 A (规范性)	边坡/挡墙基本状况表	17
附录 B (规范性)	边坡日常全面巡查记录表	20
附录 C (规范性)	高速公路土质边坡安全风险评估方法	22
附录 D (规范性)	高速公路岩质边坡安全风险评估方法	32
附录 E (规范性)	挡土墙安全风险评估方法	43

前 言

本标准按照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。

本标准代替DB33/T 2099—2018《高速公路边坡养护技术规范》，与DB33/T 2099—2018相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了术语“二元结构边坡”（见3.3）；删除了术语“专项整治”（见2018年版的3.7）；增加了术语“专项养护”（见3.8）；增加了术语“变形监测”（见3.9）；删除了术语“信息化管理”（见2018年版的3.8）；删除了术语“应急抢险工程”（见2018年版的3.9）；增加了术语“数字化边坡管理系统”（见3.10）；
- 增加了二元结构高边坡的划分依据（见4.1.2）；增加了边坡命名规则（见4.1.3）；更改了“边坡安全风险分类”的引语内容（见4.2，2018年版的4.2）；增加了养护等级调整条件（见4.3.2）；更改了边坡养护规划周期（见4.4.3，2018版的4.4.3）；删除了“其它规定”（见2018版的4.6）；增加了“安全环保要求”（见4.6）；
- 更改了一般规定（见5.1，2018版的5.1）；删除了“日常巡查”（见5.1，2018版的5.1）；增加了“日常一般巡查”（见5.2）；增加了“日常全面巡查”（见5.3）；更改了定期检查的检查要求和检查报告（见5.4.2、5.4.3，2018版的5.3.2、5.3.3）；更改了二次评估内容（见5.6.4，2018版5.5.4）；
- 更改了一般规定（见6.1，2018版的6.1）；增加了柔性防护网构件日常养护内容（见6.5.9）；增加了浆砌墙面出现异常时的措施（见6.6.5）；更改了“坡面植被”（见6.8，2018版的6.8）；
- 更改了一般规定（见7.1，2018版的7.1）；更改了挡墙结构病害的注浆加固措施内容（见7.2，2018版的7.2）；增加了危落石的识别手段（见7.4.1）；更改了“滑坡”（见7.6，2018版的7.6）；
- 更改了一般规定（见8.1，2018版的8.1）；更改了监测方案内容（见8.2.2，2018版的8.2.2）；增加了监测手段以及监测精度要求（见8.3.2~8.3.9）；更改了需开展自动化监测要求（见8.3.10、8.3.11，2018版的8.3）；更改了预警阈值要求（见8.6，2018版的8.6）；更改了监测报告所需内容（见8.7，2018版的8.7）；
- 更改了信息化管理章节标题（见第10章，2018版的第10章）；更改了一般规定（见10.1，2018版的10.1）；更改了系统建立要求（见10.2，2018版的10.2）；删除了“信息获取”（见2018版的10.3）；增加了“数据采集”（见10.3）；删除了“信息处理”（见2018版的10.4）；增加了“数据处理”（见10.4）；删除了“信息应用”（见2018版的10.5）；增加了“数据应用”（见10.5）；删除了“档案管理”（见2018版的10.6）；增加了“数字档案”（见10.6）；
- 更改了边坡和挡墙基本状况表格式要求（见附录A，2018版的附录A）；增加了锚固工程的巡查内容（见附录B）；增加了土质边坡安全风险检查评估表格式要求（见附录C）；增加了岩质边坡安全风险检查评估表格式要求（见附录D）；增加了挡土墙安全风险检查评估表格式要求（见附录E）。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省交通运输厅提出并组织实施。

本标准由浙江省公路工程标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：浙江省交通投资集团有限公司、浙江交投高速公路运营管理有限公司、浙江沪杭甬高速公路股份有限公司、浙江交工集团股份有限公司、浙江数智交院科技股份有限公司。

DB33/T 2099—2025

本标准主要起草人：方锐、林育萍、程伟、陈宇、杜引光、施公佐、赵涵秀、吴倩、段冰、马玉全、周永杰、顾红强、朱聪、王佳颖、王晓微、沈惠婷、林海、赵宗坚、胡根生。

本标准及其所代替标准的历次版本发布情况为：

——2018年首次发布为DB33/T 2099—2018；

——本次为第一次修订。

高速公路边坡养护技术规范

1 范围

本标准规定了高速公路边坡养护的基本规定、检查与安全风险评估、日常养护、专项养护、监测及预警、安全管理和数字化管理等的技术要求。

本标准适用于高速公路边坡的养护。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 18314—2009 全球定位系统（GPS）测量规范
- GB 50026—2020 工程测量标准
- GB 50843—2013 建筑边坡工程鉴定与加固技术规范
- JTG 5150—2020 公路路基养护技术规范
- JTG 5220—2020 公路养护工程质量检验评定标准
- JTG C20—2011 公路工程地质勘察规范
- JTG F80/1—2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG H30—2015 公路养护安全作业规程
- DB33/T 956—2015 高速公路大中修工程质量检验评定规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

边坡 slope

由自然重力作用或人为作用而形成的具有侧向临空面的岩土体。

3.2

边坡养护 slope maintenance

为保持边坡及其设施正常使用而进行的检查、评估、保养、维修、专项养护、监测等工作。

3.3

二元结构边坡 composite slope

指由上部土类堆积体和下伏岩体或二者互层构成的坡体。

3.4

安全风险评估 safety risk assessment

对边坡灾害发生概率、危害范围及可能导致的人员伤亡、财产损失等进行量化评估的工作。

3.5

安全风险分数 (RS) safety risk score

用以表征边坡安全风险程度高低的数值。

3.6

安全风险类别 safety risk classification

根据边坡安全风险分数和技术状况将边坡安全风险划分成的不同类别。

3.7

养护等级 maintenance grade

为指导实施差异化养护，根据安全风险类别、交通量等，将边坡养护划分而成的不同等级。

3.8

专项养护 special maintenance

为恢复、保持或提升边坡服务功能而集中实施的边坡维修、加固、专项处治、灾后恢复等养护工程。

3.9

变形监测 deformation monitoring

对地表和地下一定深度范围内的边坡岩土体的位移、沉降、倾斜、裂缝等的变化进行监测、分析。

3.10

数字化边坡管理系统 digital slope management system

将边坡信息转化为数字形式，并利用计算机技术进行处理、传输和存储的系统。

4 基本规定

4.1 边坡要素与分类

4.1.1 边坡要素由坡顶、坡顶线、坡面、坡体、平台、坡脚、坡脚线等组成，边坡几何参数含坡长、坡高、坡率、平台宽度、走向、倾向、坡角、坡底角度、坡顶角度等，如图 1 所示。

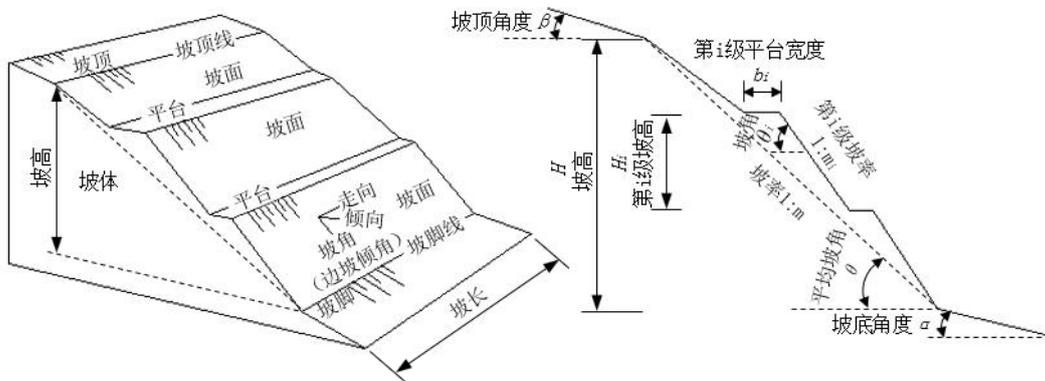


图 1 坡要素与几何参数

4.1.2 边坡依据建造方式、物质组成、坡高、稳定程度、风险大小等按表 1 进行分类。

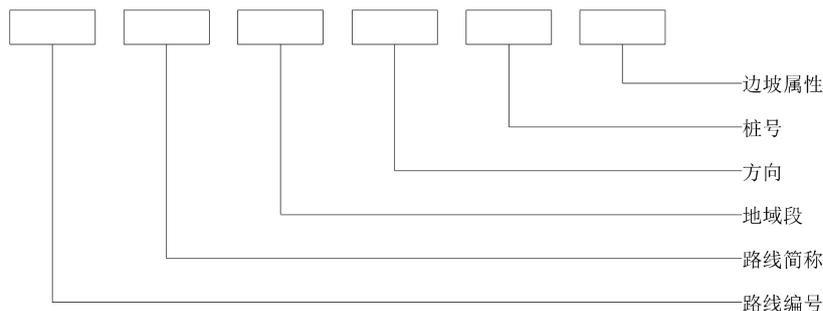
表 1 边坡分类

序号	依据	类别	划分依据
1	建造方式	路堤边坡	坡脚以上为填筑形成
		路堑边坡	坡脚以上为开挖形成
2	物质组成	土质边坡	主体由土类物质组成
		岩质边坡	主体由岩类物质组成
		二元结构边坡	主体由土类物质和岩类物质组成

表 1 边坡分类（续）

序号	依据	类别	划分依据
3	坡高	一般边坡	路堤： $H < 20$ m
			路堑： $H < 20$ m(土质边坡、二元结构边坡)； $H < 30$ m(岩质边坡)
		高边坡	路堤： $H \geq 20$ m
			路堑： $H \geq 20$ m(土质边坡、二元结构边坡)； $H \geq 30$ m(岩质边坡)
4	稳定性	稳定边坡	稳定性分析结果
		欠稳定边坡	
		不稳定边坡	
5	风险分类	I类边坡	安全风险评估结果
		II类边坡	
		III类边坡	
		IV类边坡	

4.1.3 边坡名称宜按照图 2 所示方式组成和排列。



其中：

- 路线编号使用统一的高速公路编号；
 - 路线简称以省内路线简称表示，如“XX 高速”；
 - 地域段以高速公路所处县（市）段表示，如“东阳段”；
 - 方向以上行、下行或双向表示；
 - 桩号以起点桩号表示，例如：K000+000；
 - 边坡属性按建造方式（路堤、路堑）、坡高（高边坡、一般边坡）进行区分，如有挡墙应加注“含挡墙”。
- 示例：S26 诸永高速东阳段上行 K91+800 路堑高边坡。

图 2 边坡命名规则

4.2 边坡安全风险分类

应按表2进行边坡、挡墙的安全风险分类。

表 2 边坡安全风险分类

安全风险类别	I	II	III	IV
安全风险分数 (RS)	$RS \leq 45$	$45 < RS \leq 55$	$55 < RS < 60$	$RS \geq 60$

表2 边坡安全风险分类（续）

安全风险类别	I	II	III	IV
稳定性特征	整体状况好	整体状况一般，有零星剥落掉块可能，但无局部失稳危险	整体状况一般，存在局部失稳危险	整体状况差，局部失稳已发生或已可预见，存在整体失稳风险
注：边坡安全风险分数 RS 按本规范 5.6 节的方法计算。				

4.3 养护等级

4.3.1 根据交通量和边坡安全风险类别，应按表3对边坡养护进行分级。

表3 边坡养护等级

单车道年平均日交通量 pcu/ (d*ln)	安全风险			
	I类	II类	III类	IV类
<5 000	三级	三级	二级	一级
5 000~10 000	三级	二级	二级	一级
>10 000	三级	二级	一级	一级

4.3.2 边坡处治加固后，应及时论证并调整养护等级。

4.4 养护规划

4.4.1 边坡养护应遵循“风险管控”理念，贯彻“预防为主、防治结合”的方针，进行科学养护，消除隐患，降低风险，使边坡维持正常使用状态。

4.4.2 宜根据边坡养护等级、管理模式、资金、技术力量等进行养护规划。

4.4.3 边坡养护规划应包含管养范围、技术档案的建立与更新、养护资源的配备与更新、养护工作总体规划。

4.5 养护对策

4.5.1 宜根据安全风险类别来确定养护对策，并符合以下规定：

- 对风险分类中的 I、II 类边坡/挡墙，应在日常巡查的基础上，以日常养护为主；
- 对风险分类中的 III 类边坡，应加强日常巡查及日常养护，必要时增加监测。当病害发展速度较快，安全风险有增大趋势时，应及时进行专项养护；
- 对风险分类中的 IV 类边坡，应尽快进行专项养护。

4.5.2 在日常全面巡查中，边坡出现坡面冲刷、碎落崩塌、局部坍塌、滑坡等病害时，应按 JTG 5150—2020 中第 4.3.3 条的有关规定进行调查扣分和计算，并计入路基年度技术状况评定结果。

4.5.3 特殊情况下，当边坡出现整体滑塌迹象，并发展迅速、危及运营安全时，应按应急抢险对待。

4.6 安全环保要求

4.6.1 不应有堆载、挖沟引水等影响高速公路边坡安全的活动。

4.6.2 边坡养护应重视资源节约、环境保护与水土保持，改善边坡生态，并与周边环境协调。

4.6.3 通车状态下，边坡养护作业应在保障安全的前提下进行，并采取措施减少对交通的干扰，确保运营安全。

5 检查与安全风险评估

5.1 一般规定

5.1.1 边坡检查对象包括沿线边坡、挡墙、隧道洞口仰坡和桥头锥坡，检查方式分为日常一般巡查、日常全面巡查、定期检查和专项检查，并符合以下规定：

- a) 日常一般巡查是针对边坡坡面、排水设施及防护构造物等进行的一般性检查，以目测为主，按照 JTG 5150—2020 路基一般巡查要求执行；
- b) 日常全面巡查是专门针对边坡的全方位检查，采用实地察看与量测为主的方式；
- c) 定期检查是按照规定的方法对边坡各部位进行的周期性全面检查和安全风险评估；
- d) 专项检查是在日常巡查和定期检查的基础上，进行专门勘察、试验、检测和监测，有针对性的深入补充检查，以进一步查明病害原因或破坏程度。

5.1.2 日常巡查中发现边坡存在排水沟错位、坡面开裂或沉陷、坡面冲刷、泄水孔出水变化、防护结构开裂、倾斜等异常状况时，应及时上报，必要时组织专项检查，并视情况采取应急措施。

5.1.3 定期检查、专项检查宜委托专业单位实施。

5.1.4 进行边坡检查、安全风险评估的人员应具有岩土工程等相关专业知识和经验，并经相应培训。

5.1.5 边坡检查前应查阅有关技术档案资料，掌握边坡基本情况和历史信息；边坡检查时应配备必要的检查工具及安全防护设施。

5.2 日常一般巡查

5.2.1 日常一般巡查频率每周不宜少于一次，遇特殊气候、突发灾害等情况，应适当增加巡查频率。

5.2.2 日常一般巡查时，应检查边坡是否存在冲刷、缺口，坡面是否存在杂草、杂物，坡体是否存在松动、碎落崩塌、局部坍塌。

5.3 日常全面巡查

5.3.1 日常全面巡查频率按边坡养护等级确定，应符合表 4 的规定，汛期、台风、暴雨等恶劣天气期间应适当加密。

表 4 日常全面巡查频率

养护等级	巡查频率
一级	每周不少于 1 次
二级	每月不少于 1 次
三级	每 2 月不少于 1 次

5.3.2 日常全面巡查可采用人工目测、耳听、敲打、量测以及摄影摄像等记录的方式进行。

5.3.3 日常全面巡查范围应包括：

- a) 路堤边坡下至坡脚，上至土路肩；
- b) 路堑边坡下至路基边沟，上至坡顶外侧不少于 20 m。

5.3.4 日常全面巡查出现新的病害时，应及时在附录 A 边坡基本状况表中更新补充。

5.3.5 巡查内容包括坡面、防排水工程、防护与加固工程及附属设施等，应按附录 B 的格式及时填写边坡日常巡查记录表。

5.4 定期检查

5.4.1 检查频率

定期检查频率应符合下列要求：

- a) 高速公路建成投入运营后一年内应组织一次边坡定期检查；
- b) 建成投入运营一年后，检查频率宜符合表 5 的规定；
- c) 特殊情况下，当遭遇特大台风、暴雨等极端气候或地震影响时，当年应组织一次定期检查。

表 5 定期检查频率

养护等级	检查频率
一级	每 2 年不少于 1 次
二级	每 3 年不少于 1 次
三级	每 5 年不少于 1 次

5.4.2 检查要求

定期检查工作应符合下列要求：

- a) 按附录 A 的要求现场校核边坡基本状况；
- b) 详细记录和描述边坡病害和缺损的部位、面积（数量）、程度等，明显病害应保留图像影像资料；
- c) 对难以判断病害原因和程度的部位或构件，提出特殊检查的要求；
- d) 根据现场检查结果开展安全风险评估，分析病害特征与所反映的稳定状态的关系，提出养护建议。

5.4.3 检查报告

定期检查报告宜包括以下内容：

- a) 概述被检边坡的基本情况、检查时间、检查人员、检查设备和工作过程等；
- b) 详细阐述被检边坡的病害类型、范围、程度及原因等；
- c) 对进行特殊检查的边坡，说明检查项目及原因；
- d) 养护建议及其它必要的说明。

5.5 专项检查

5.5.1 检查项目

专项检查项目应包括以下内容：

- a) 预应力锚杆（索）、挡土墙、抗滑桩等专项支挡加固工程的技术状况、材料强度、结构应力应变等项目；
- b) 隐蔽部位的无损检测；
- c) 必要的水文和地质勘察。

5.5.2 检查报告

专项检查报告应包括以下内容：

- a) 概述被检边坡的基本情况、检查时间、检查人员、检查设备和工作过程等；
- b) 检查项目、方法、检测数据、分析过程及结论等；
- c) 养护建议及其它必要的说明。

5.6 安全风险评估

5.6.1 在定期检查或增加必要的专项检查时，应依图 3 的流程，对土质边坡按附录 C、岩质边坡按附录 D，挡土墙按附录 E 进行边坡安全风险评估。

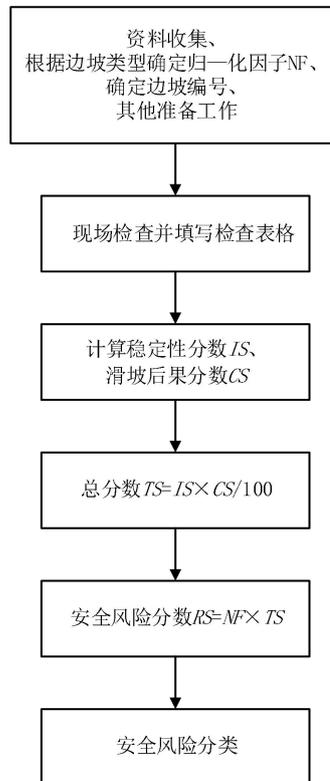


图 3 边坡安全风险评估流程

5.6.2 二元结构边坡安全风险评估时，应分别对土质部分和岩质部分按附录 C、附录 D 进行单独评估，取 RS 的大值作为此二元结构边坡的安全风险分数。

5.6.3 边坡安全风险评估应包括稳定性分析和滑坡后果分析两部分，采用安全风险分数 RS 来表示边坡安全风险程度。

安全风险分数 RS 按式 (1) ~ 式 (2) 计算。

$$RS = NF \times TS \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$TS = IS \times CS / 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

RS ——边坡安全风险分数；

NF ——归一化因子，按表 6 取值；

TS ——总分数；

IS ——稳定性分数，根据影响边坡稳定性的因素及不同边坡类型，按附录 C、附录 D 和附录 E 进行量化评估计算得到的分数；

CS ——滑坡后果分数，根据边坡发生滑坡的后果严重程度及不同边坡类型，按附录 C、附录 D 和附录 E 进行量化评估计算得到的分数。

表 6 归一化因子取值

类别	NF
土质边坡	0.21
岩质边坡	0.20
挡土墙	0.10

5.6.4 安全风险评估还应符合以下规定：

- a) 当风险分数 $RS \leq 45$ ，若符合表 2 的 II、III、IV 类特征时，应结合现场病害情况，进行二次评估，并组织专家论证，以提高评估结果的可靠性；
- b) 对有完整的资料表明边坡已采用预应力锚杆（索）、锚杆框格、土钉及抗滑桩等进行了加固的边坡，当现场评估的安全风险分数 $RS > 55$ 时，还应根据加固工程状态进行二次评估，提高评估结果的可靠性，二次评估按表 7 进行；

表 7 已加固边坡安全风险分类

安全风险类别	边坡加固工程状态
I 类	边坡加固工程基本完好
II 类	边坡加固工程存在局部破损，但未失效
III 类	边坡加固工程可能局部失效（如锚头松裂、掉锚断梁等）
IV 类	边坡加固工程破坏严重（如断锚毁梁等）

- c) 对地质复杂的高边坡，必要时可采用补充勘察、监测数据分析、稳定性计算等手段对评估结果进行验证，也可采用不同评估小组或单位进行评估以相互印证，或组织专家论证等方式提高评估结果的可靠性；
- d) 用于计算评估分数的边坡高度，应为有可能发生破坏的关键断面的边坡高度；同一边坡其不同断面的破坏模式不同时，应对每个关键断面分别给出 RS 评分，取其中最大值作为此边坡的 RS 。

6 日常养护

6.1 一般规定

- 6.1.1 日常养护包括日常保养和维修等内容。
- 6.1.2 日常养护应遵循“及时性、经常性、周期性、全面性”的原则，做到“早发现、早整治”，确保边坡及附属构筑物运行状态良好。
- 6.1.3 汛期、台风、暴雨等恶劣天气期间，应加强日常养护。
- 6.1.4 维修边坡设施时，采用的水泥砂浆强度等级宜不小于 M10，砼（喷砼）强度等级不宜小于 C20。
- 6.1.5 应根据边坡检查发现的问题，有针对性地进行日常养护。
- 6.1.6 日常养护后应及时在边坡管理系统中更新档案资料。

6.2 坡面

- 6.2.1 坡面的常见病害有掉块落石、开裂、冲刷、沉陷、坍塌等。
- 6.2.2 针对坡面掉块落石病害，应及时清除，以免堵塞边沟、危及行车安全。

- 6.2.3 坡面开裂时，应及时封闭，必要时可与喷浆、植被等防护型式相结合。
- 6.2.4 坡面冲刷、植被剥落时，应清理冲刷剥落区域并恢复植被。
- 6.2.5 坡面出现沉陷、坍塌时，应及时嵌补回填，回填时应开挖台阶，分层填筑并夯拍密实。
- 6.2.6 坡体地下水丰富，坡面上常年潮湿或有水涌出时，应增设边坡渗沟、盲沟或深层排水孔，将坡体内积水引排、疏干。

6.3 截排水设施

- 6.3.1 截排水设施常见病害有淤堵、渗漏、断裂、冲刷、冲毁、移位等。
- 6.3.2 截排水设施出现淤堵时，应及时疏排。
- 6.3.3 沟底的局部渗漏可用水泥砂浆填补孔洞，沟底的大面积渗漏宜重新铺筑封闭。
- 6.3.4 基础脱空或下沉造成的截排水设施断裂、冲刷及冲毁，可拆除截排水设施，夯实加固沟底基础，然后重新施作；稳固地基上截排水设施产生的断裂、冲刷及冲毁可采用加大过水断面或提高水沟材料强度的方法修复。
- 6.3.5 截排水设施出现移位时，应分析坡体滑移的可能性，并加强对坡体的调查与监测。

6.4 素喷、锚喷

- 6.4.1 素喷与锚喷常见病害有表面风化剥落、露筋、空鼓脱落、变形开裂、沉降错台、泄水孔堵塞、渗水、涌水等。
- 6.4.2 面积小于 3 m^2 的坡面风化剥落，宜采用水泥砂浆修补；面积大于 3 m^2 的坡面风化剥落，宜进行坡面清理、平整，铺设铁丝网或钢筋网，再喷砼处理。
- 6.4.3 锚喷坡面出现露筋时，应采用混凝土或砂浆对露筋部位进行封闭。破损区域较大时，可重新锚喷坡面或增设主动防护网。
- 6.4.4 坡面鼓胀脱空时，应先清除空鼓脱离区域，并对其周边坡面凿毛，分层重新喷砼；必要时可增设钢筋网。
- 6.4.5 针对坡面出现变形开裂的病害，当裂缝宽度较小时，可暂不进行处理；裂缝宽度较大时，应先进进行裂缝观测，可采用骑马桩、贴片等进行日常观测，当裂缝宽度不再增大时，可采用灌填修补。
- 6.4.6 若坡面出现沉降错台，应先进进行位移观测，变形不再发展时，可采用灌填修补；变形继续发展时，应组织技术人员进行稳定性判断，并采取相应的工程措施。
- 6.4.7 泄水孔堵塞较严重时，可采用机械（风枪）疏通，必要时可重新施打。坡面渗水较严重出现大量水迹或水流时，可增设仰斜式水平排水孔。
- 6.4.8 坡面出现涌水时，应先进进行排水处理，再对涌水区域进行修复。

6.5 柔性防护网

- 6.5.1 柔性防护网常见病害有网下架空、缝合绳脱落、网材锈蚀、锚杆松动、基座变形、网材破损撕裂、积碴外鼓等。
- 6.5.2 当主动柔性防护网出现网下架空时，应根据地形条件增设或加密钢绳锚杆，并通过缝合绳将锚杆与钢绳网连接。
- 6.5.3 缝合绳脱落时，应按柔性防护网与钢绳网的缝合、连接要求予以修复，必要时应缩小缝合绳缝合间隔或增大缝合绳直径。
- 6.5.4 网材锈蚀严重时，应更换防护网，必要时完善边坡排水系统。柔性防护网重新铺设前应清除破碎、松动的石块，铺设范围应超出更换区域 $2\text{ m}\sim 5\text{ m}$ ，新老柔性防护网的搭接宽度不宜小于 0.3 m ，必要时可增设锚杆，对柔性防护网加强固定。
- 6.5.5 锚杆出现松动时，宜重新打设，并可根据实际情况调整锚杆长度、直径等参数。

- 6.5.6 被动柔性防护网基座出现变形时，可根据实际情况予以加固或重新埋设。
- 6.5.7 网材出现破损或撕裂时，应予以修复或更换，必要时可增设框架防护。
- 6.5.8 柔性防护网内落石兜集或积碴外鼓时，应及时清除网内落石、碎碴，必要时可增设锚杆加固。
- 6.5.9 柔性防护网的构件发生损坏或锈蚀，影响防护功能时，应及时评估并制定养护方案。

6.6 挡土墙、护面墙

- 6.6.1 挡土墙、护面墙常见病害有勾缝脱落、松动掉块、墙身裂缝、泄水孔堵塞、渗流涌水、鼓胀等。
- 6.6.2 浆砌墙面勾缝脱落、松动掉块时，应采取以下处理措施：
 - a) 若墙面片块石无松动迹象，小范围的勾缝脱落可暂不处理，仅进行日常巡查观测，大范围的勾缝脱落应进行表面勾缝修补；
 - b) 墙面片块石出现松动时，应清除表面松动部分，再嵌补处理，嵌补厚度超过 0.5m 或高度超过 2m 的墙面，应开挖成台阶状。
- 6.6.3 对墙身裂缝应封闭处理，处理时应清缝，封闭可采用水泥砂浆、环氧树脂等材料。
- 6.6.4 泄水孔堵塞、渗流涌水或墙后积水时，应采取以下处理措施对原有排水系统进行疏通或完善：
 - a) 泄水孔堵塞较严重时，应采用机械或高压水枪疏通；
 - b) 墙面渗水较严重时，应沿墙面出水位置隔一定距离（5m~10m）增设泄水孔；
 - c) 墙后积水时，可先回填、整平墙后土体，再增设排水沟。
- 6.6.5 浆砌墙面出现异常时，应及时组织专项检查，必要时采取相应的养护措施。

6.7 锚杆（索）框格

- 6.7.1 锚杆（索）框格常见病害有锚头渗水或锈蚀、锚头或框格开裂、框格脱空、框格积水等。
- 6.7.2 锚头有渗水、锚垫锚具出现锈蚀时，应及时排水，并封堵水源，然后进行除锈、防腐处理。
- 6.7.3 当外锚头或框格出现变形开裂时，应对裂缝进行填补，可用环氧树脂粘合，也可用混凝土粘结剂涂抹缝壁，再用混凝土或水泥砂浆填塞。
- 6.7.4 针对框格脱空病害，应及时采用浆砌片石或混凝土回填嵌补框格基底。
- 6.7.5 坡体地下水丰富引起的框格内积水时，可增设排水孔；框格内的亏坡、凹坑可采用浆砌片石或混凝土等嵌补。

6.8 坡面植被

- 6.8.1 植被枯萎时应及时补种。
- 6.8.2 网材破损影响功能时，应对挂网网材进行更换。
- 6.8.3 边坡表面出现冲刷露网时，可补充覆土，覆土宜选用肥沃的粘性土。

6.9 附属设施

- 6.9.1 附属设施的主要病害有检修踏步缺损、检修道栏杆锈蚀或松动、隔离栅破损等。
- 6.9.2 检修踏步缺损应及时采用混凝土修复。
- 6.9.3 检修道栏杆锈蚀应及时除锈并进行防腐处理；栏杆出现松动可根据实际情况予以加固或重新埋设。
- 6.9.4 隔离栅出现破损应及时修复。

7 专项养护

7.1 一般规定

- 7.1.1 专项养护应遵循“安全、可靠、经济、适用”的原则。
- 7.1.2 专项养护工程应委托具有相应资质的单位进行勘察设计。应在已有成果的基础上，补充现场检查和勘察，并对现状边坡进行稳定性分析，加强施工过程中必要的监测及跟踪验证，实行动态设计。
- 7.1.3 专项养护方案应充分考虑高速公路及其周边路网的通行条件与通行需求，减少对运营的影响。
- 7.1.4 专项养护作业单位应具备相应的资质和工程经验，并配备相应的设备及技术人员。
- 7.1.5 作业单位应依据设计方案及施工环境条件制订详细的施工组织 and 交通组织实施方案，确保工程实施和高速公路的运营安全；施工作业区、控制区的保障设施设置要求应符合 JTG H30 等相关规范的规定。
- 7.1.6 专项养护工程的质量检验与评定，应按照 JTG 5220、JTG F80/1 和 DB33/T 956 的规定执行。

7.2 挡墙结构病害

- 7.2.1 针对挡土墙出现的结构性变形和损毁病害，应查明损坏原因，并根据稳定性验算结果、墙体关联边坡的处治方案等确定挡土墙的加固或重建方案。
- 7.2.2 挡土墙加固方案主要有拼砌加厚、锚杆加固、注浆加固、反压挡墙等，并宜符合下列规定：
- 挡土墙加固时需充分利用现有挡墙的强度，可结合取样试验分析评价原挡土墙结构的剩余强度；
 - 当采用拼砌加厚的加固方案时，应加强挡土墙新旧基础及墙身的结合，且挡土墙拼砌加厚材料规格原则上不宜低于现有挡墙；
 - 当采用锚杆加固的方案时，锚杆与墙面的组合方式可采用锚墩或助梁、格梁型；锚杆选型、钻孔及注浆工艺应考虑墙后填料属性；
 - 当采用注浆加固方案时，宜选取典型墙身进行试注和评价，以动态调整布孔、浆体配比、添加剂掺量等技术参数及注浆工艺，注浆后应疏通泄水孔或增设泄水孔；
 - 当采用反压挡墙方案时，反压挡墙的墙顶宜不低于原挡墙的 2/3 墙高。
- 7.2.3 挡土墙重建宜符合下列规定：
- 挡土墙重建设计宜选用结构可靠、方便养护、环境协调的型式；
 - 挡土墙拆除时应考虑对墙后边坡稳定性的影响，并采取合理的分段分层拆除工序；
 - 为防止不均匀沉降，新旧挡土墙之间应设置沉降缝，并应注意新旧挡土墙接头协调。

7.3 锚杆（索）病害

- 7.3.1 对出现的锚杆（索）病害，应查明损坏类型、产生原因、缺损状态、危害程度和发展趋势等，结合具体地形、地质条件进行坡体稳定性分析，并采取安全可靠、经济合理的补强加固措施。
- 7.3.2 当坡体加固锚杆（索）的锚头脱落、锚筋断丝等病害较严重时，宜检测锚杆（索）的整体完好程度、应力状态，采取重新张拉、更换或增设锚杆（索）等措施。
- 7.3.3 对锚垫移位、锚具开裂等病害，宜检测锚杆（索）的整体完好程度、应力状态，在补偿张拉后再进行除锈防腐、更换锚具、补浆、封锚等处理。无法补张拉的，可原位拆除重设或换位增设锚杆（索）。

7.4 危落石

- 7.4.1 危落石检查方式包括人工排查、激光雷达点云或航拍等。
- 7.4.2 危石调查成果应绘制标注在 1:2000 以上的大比例尺地形图上。
- 7.4.3 应结合地形地貌分析预测落石轨迹和冲击范围，采取原位加固或清除的措施，原位加固或清除施工应采取保障运营安全，并注意保护公路设施与绿化乔、灌木。
- 7.4.4 原位加固应符合下列规定：
- 对于基座大部分稳固的危石，可对临空面采取混凝土或钢筋混凝土嵌补支顶；

- b) 对顺层岩体引起的掉块落石边坡，宜根据层面产状采用锚杆（索）框架、钢锚管注浆或抗滑桩等进行防护加固；
- c) 对岩石破碎引起的掉块落石边坡，宜采用柔性防护网、钢锚管注浆或结合锚杆框架进行防护加固；
- d) 对采用挂网锚喷护面的边坡，坡体危石宜采用挂网锚喷加固措施；钢筋（丝）网规格尺寸及强度、混凝土标号、锚杆规格及长度宜根据加固计算确定；
- e) 当采用柔性防护网加固时，应结合边坡地形地貌特点、危石分布范围及落石轨迹、防治能级等确定采用主动防护网、被动防护网或兼顾采用。

7.4.5 原位清除应符合下列规定：

- a) 宜尽量减少对周边岩土体的扰动，采用静态爆破、机械切割等方法；
- b) 清除作业应采取搭建围挡网架等措施，保障公路运营安全；
- c) 清除作业便道宜选择从高速公路外围进入，减少对公路运营的影响。

7.5 崩塌、坍塌

7.5.1 应充分调查边坡岩体结构面的类型、分布和力学参数等，分析崩塌、坍塌的产生范围和发展趋势，采取卸载或加固措施。

7.5.2 对体量较小的崩塌、坍塌，宜采用工程加固措施；对体量较大的崩塌、坍塌，宜采用卸载并放缓边坡的措施。

7.5.3 崩塌加固应符合下列规定：

- a) 对于裂隙较为密集的岩质卸荷区，可先清除表部松危岩块，再采用系统锚杆与挂网喷浆相结合的加固措施，锚杆应穿过岩体卸荷区；
- b) 对于基座稳定且分解块体较小的崩塌岩体边坡，宜采用主动柔性防护网进行加固，限制岩体裂缝与变形的发展；
- c) 对较完整的且不宜卸荷碎裂的悬挑岩体，宜采用锚杆（索）或结合格梁体系进行加固，锚杆（索）应穿过岩体卸荷区。

7.5.4 坍塌加固应符合下列规定：

- a) 应拦截坡体以外的汇流水以及排除坡体范围内的地表水，设置排水孔（管）排泄坡体内部的渗水；
- b) 宜采用护面墙或骨架护坡加强坡面防护，并结合植被工程防止表面冲刷；
- c) 当坍塌体剪出口接近坡脚时，可视坍塌体的规模及边坡的具体情况采用挡墙、抗滑桩等支挡措施；
- d) 当坍塌体剪出口较高时，可采用预应力锚杆（索）结合钢筋砼格梁或锚管注浆等加固措施。

7.6 滑坡

7.6.1 滑坡治理应遵循“一次根治、不留后患”的原则，通过技术、经济等综合比选，确定滑坡治理工程方案。

7.6.2 滑坡治理前应收集建设期、运营期资料，开展现场调查、工程勘察，查清滑坡边界范围、滑坡规模、滑坡体物质组成、滑面、水文条件等，为滑坡原因分析、稳定性评价分析及加固验算提供基础资料。

7.6.3 滑坡地段的地质勘察及稳定性分析应根据项目实际开展，并满足 JTG C20 等相关规范的要求。

7.6.4 可结合滑坡破坏特征和周边环境、运营条件选用防排水、减载、反压及支挡等单一或组合的滑坡防治措施。防治措施的确定宜符合下列规定：

- a) 对滑坡外围及滑体坡面的裂缝予以回填封闭，并结合滑坡治理实际需要设置截水沟和坡面树枝型截排水体系；地下水发育时还应结合地形地质设置盲沟、排水隧洞、仰斜式排水孔、虹吸排水等地下排水体系；
- b) 对于滑面浅、规模小的滑坡，可选择圬工类重力式挡墙；对于滑面深、规模大的滑坡，宜采用抗滑桩作为支挡结构；对于下滑力大、施工难度高的陡滑面类型滑坡，可结合技术经济论证，采用预应力锚索抗滑桩或抗滑明洞并填土反压；
- c) 对于滑坡规模较大，滑带土主要为粘土、泥化夹层时，可采用石灰桩、注浆或合适的化学方法改善滑带土性质；对于密实土质或松散破碎岩坡，可设预应力锚杆（索）框架等锚固工程；对于宽度受限的路侧反压带，可采用加筋土挡墙或加筋土边坡压缩坡脚；
- d) 有条件时，可在滑体上方主滑部分进行刷方减载，同时将刷方转填至滑体的抗滑段起到反压稳定的作用。

7.6.5 滑坡防治工程施工过程中，应以实际揭示的地质信息和监测数据为基础，进行动态调整和优化。

8 监测及预警

8.1 一般规定

8.1.1 边坡监测工作应遵循“准确、及时”原则。

8.1.2 当边坡病害加速发展或出现滑坡迹象时，应立即启动监测预警机制；专项养护时宜同步进行施工安全监测。

8.1.3 应根据监测工作的复杂程度确定监测单位，必要时委托具备相应资质的专业单位实施监测工作。

8.1.4 因现场情况变化导致监测目的无法实现时，应动态调整既定监测方案。边坡监测应以变形监测为主，当灾害诱因复杂时，还应结合边坡工程实际情况，开展应力、地下水位、降水量等监测。

8.2 监测方案制定

8.2.1 监测方案应根据边坡地质特征、风险类别、边坡养护设计及施工方案等因素确定。

8.2.2 监测方案内容应包括监测目的、监测项目、监测方法、控制标准、测点布置、信息反馈机制等。

8.2.3 监测项目包括地表位移、地表裂缝、深层水平位移、应力、地下水位、降水量等。

8.3 监测方法

8.3.1 地表位移监测可采用全站仪自动跟踪测量法和卫星实时定位测量法，必要时辅以水准测量。在通视条件较差的环境下，可采用卫星实时定位测量法；在通视条件较好的情况下可采用全站仪自动跟踪测量法。监测精度应符合 GB 50026 的相应规定。

8.3.2 地表裂缝监测可采用标桩、直尺或裂缝计等方法进行观测。监测精度对于岩质边坡分辨率不应低于 0.50 mm，对于土质边坡分辨率不应低于 1.00 mm。

8.3.3 边坡坡体深层水平位移宜采用滑动式钻孔测斜仪进行监测，测得的数据应进行扭转变形校正；滑动式钻孔测斜仪不适用的滑坡体可采用固定式测斜仪或多点位移计等跨过滑移面埋设监测。滑动式钻孔测斜仪系统精度不应低于 0.25 mm/m。

8.3.4 应力监测宜通过预埋钢筋计、土压力盒等应力传感器对拟测对象应力状态实施监测。应力传感器精度不应低于满量程的 0.5%。

8.3.5 地下水位观测可采用水位自动记录仪等，观测精度要求误差不得超过 ± 3 mm。

8.3.6 场区降水量可采用雨量计等仪器进行监测，监测精度不应低于 1 mm。

8.3.7 孔隙水压观测可采用测压管、钢弦式孔隙水压力计、压阻式孔隙水压力计等，测压管观测的分辨率宜为 1 mm，观测精度应为 ± 10 mm；钢弦式孔隙水压力计的灵敏度宜为 0.1%FS，观测精度应为 $\pm 0.25\%$ FS；压阻式孔隙水压力计的灵敏度宜为（0.01%~0.03%）FS，观测精度应为 $\pm 0.5\%$ FS。

8.3.8 支挡结构物位移变形监测宜采用大地测量法、定位导航仪等，使用仪器宜选用全站仪、光电测距仪等，点位误差的观测精度应满足最弱相邻边长相对中误差 1/100 000，高程误差的观测精度应控制在 ± 2 mm 以内。

8.3.9 锚（杆）索预应力动态变化和锚（杆）索的长期工作性能状态监测可采用锚（杆）索测力计，应根据锚（杆）索设计工作力确定其最大测试量程。

8.3.10 有条件时可优先采用自动化监测等方法对坡体进行连续监测，并进行人工测读校验，符合下列条件时，应采用自动化监测：

- 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。

8.3.11 自动化监测采用的仪器设备应满足规定的精度要求。

8.4 监测点布设

8.4.1 地表位移监测点布设应符合下列规定：

- a) 监测点宜布设成十字形或网格形，对变形方向和变形范围不明确的边坡，监测点可布设成放射形；
- b) 监测点间距宜为 10 m~30 m，有条件时应布设至边坡滑动影响范围外不少于 30 m；
- c) 单个坡体的变形监测点不宜少于 3 处。

8.4.2 地表位移监测点埋石应符合 GB 50026 和 GB/T 18314 相应规定。

8.4.3 地表裂缝监测点应设置在裂缝的两端、拐弯、中部及最宽处。

8.4.4 测斜管埋设应符合下列规定：

- a) 可布设在边坡监测断面的碎落台（或护坡道）上，并宜与地表位移监测点靠近布置，以便相互印证；
- b) 管底嵌入稳定岩土层不宜小于 2.5 m，岩体中测斜管与钻孔间空隙应填充密实，可采用注浆、砂、石屑等填实；
- c) 初值测量宜在埋设 14 天后进行。

8.4.5 结构应力与岩土体应力、地下水位及降水量测点布设应符合 GB 50843 的相应规定。

8.4.6 监测点布设完成后应按项目分类编号，绘制监测点分布图并及时更新。

8.5 监测频率

8.5.1 监测频率应按下列要求确定：

- a) 专项养护前应根据养护等级、病害发展趋势、地质复杂程度和气候条件等因素综合确定；
- b) 专项养护施工中根据施工及动态设计的要求确定；
- c) 专项养护完成后需继续跟踪监测的，人工监测每月不少于 1 次，遇到变形持续发展或恶劣天气等异常情况时应增加观测次数，自动化监测应保证全天候在线连续观测。

8.5.2 变形监测基准网应定期校核，建网第一年宜半年观测一次，之后可每年观测一次。当有异常情况时，应及时校核。

8.6 预警阈值

预警阈值宜根据已有的同类工程成熟经验确定，能满足边坡和周边环境的安全要求，根据边坡设计方案，结合设计计算结果等确定。无相关工程经验时，符合下列条件之一的情况，应立即进行变形监测预警，同时应提高监测频率或增加监测内容：

- a) 变形量或变形速率出现异常变化；
- b) 周边出现塌陷、滑坡等异常状况；
- c) 由于暴雨等自然灾害引起的其他变形异常情况。

8.7 监测报告

监测报告应包括下列内容：

- a) 边坡工程概况，包括边坡编号、地质资料、支挡结构、邻近构筑物分布情况及其他必要的资料；
- b) 监测依据、目的和内容；
- c) 监测数据采集和监测方法；
- d) 测点布置图；
- e) 监测设备；
- f) 监测成果分析评价及发展趋势预测；
- g) 对边坡工程稳定状态的评述和相关建议。

9 安全管理

9.1 一般规定

9.1.1 突出“以人为本、生命至上”的理念，遵循“统一指导、分类管理、分级负责、安全快速、联动协调”的原则。

9.1.2 边坡安全管理主要包括养护作业及突发事件发生时的交通组织和安全防护等。

9.2 养护作业

9.2.1 养护作业前，应采取有效安全保障措施，保障养护作业人员和设备的安全，以及高速公路的运营安全。

9.2.2 作业单位应按国家规定建立安全管理部门，配备专职或兼职安全管理人员，实施对养护作业人员的安全培训和教育。

9.2.3 养护作业应选择合理的交通组织方式，现场应少占空间，减少对道路通行的影响。

9.2.4 养护作业应按 JTG H30 规定设置相关的交通安全设施，并指派专人负责维持交通。在可能发生塌方、滑坡、泥石流等路段养护作业时，应设专人观察险情，严防安全事故发生。

9.2.5 在完成养护作业之前，不得随意扩大或缩小控制区范围；应确保养护作业安全设施处于良好的工作状态，不得随意撤除安全设施或改变其位置。

9.2.6 特殊季节实施养护作业，应按劳动保护规定，采取防暑降温、保温防冻、防水防塌等措施，并适当调整作业时间，尽量避开不利时段。

9.3 突发事件

9.3.1 管养单位应针对可能的塌方、滑坡、泥石流等突发事件，制定边坡灾害应急预案，每年组织至少一次专项应急预案演练。

9.3.2 应急预案内容包括组织领导体系，抢险队伍，人、财、物及资金的保障，信息报告制度，临时

交通组织方案，抢险工程措施等。

9.3.3 突发事件发生后，应立即启动应急预案，及时发布交通管制信息，并对灾害类型、规模、发展趋势及影响等进行快速评估判断，及时采取措施，避免二次灾害发生。

9.3.4 抢险作业人员应按规定穿戴防护用品，所有施工机具设备应保证状态完好；抢险施工时应采取合理的交通管制措施，减少对道路通行的影响。

10 数字化管理

10.1 一般规定

10.1.1 边坡养护宜实行数字化管理，各环节形成的具有科学价值的数字均应存储管理并充分利用。

10.1.2 边坡养护数字化管理主要包括系统建立、数据采集、数据处理、数据分析及应用。

10.1.3 边坡数字化管理应满足网络安全要求。

10.2 系统建立

10.2.1 数字化边坡管理系统架构应符合安全性、可靠性、可维护性、可扩展性、便捷性原则，应具备用户权限、数据管理、统计分析及可视化、导入/导出、日志监控等基本功能。

10.2.2 系统应由数据库、防火墙、终端设备等软硬件组成。

10.2.3 数据库应包含基本信息、数字地图、检查评估、养护工程、监测、数字档案等内容。

10.2.4 应由专人负责系统数据维护和管理。

10.3 数据采集

10.3.1 数据类型包括文本、多媒体和文件等，数据采集在满足精度的条件下宜优先采用自动化手段。

10.3.2 基本信息和巡检数据可通过手持终端、车载设备、无人机、卫星定位等实现采集与传输。

10.3.3 监测数据可通过各类传感器、机器视觉、目标追踪、全站仪、卫星定位、雷达探测、激光扫描、无线网络等实现采集与传输。

10.4 数据处理

10.4.1 数据处理包括数据的传输、存储、管理和分析。

10.4.2 获取的数据应纳入数据库进行分类管理，数据格式与标准应统一。

10.4.3 数据应进行定期维护和备份，具备安全冗余。

10.5 数据分析及应用

应加强对数据的积累和分析，自动分析对比，为巡检、监测、加固方案、风险防控、应急预案制定等养护工作提供依据。

10.6 数字档案

边坡建档应自建设期起，按“一坡一档”逐步建立数字档案，并纳入数字化边坡管理系统，内容应包括边坡基本状况、建设资料、运营期资料，应按附录A～附录E的要求填写。

附 录 A
(规范性)
边坡/挡墙基本状况表

A.1 应根据表 A.1 填写边坡基本状况。

表A.1 边坡基本状况表

路段名称:					
边坡编号		起讫桩号			上行□ 下行□
边坡类型		岩土类型			坡长
走向		倾角 θ			坡顶设施
坡顶设施距离			坡脚设施距离		坡顶荷载 s
节理		坡底角度 α			坡顶角度 β
主要地质描述					
分级描述	防护高度	防护坡率	平台宽度	防护形式	赤平投影图
第 级					
第 级					
第 级					
第 级					
第 级					
第 级					
坡高	土质坡高 H_0 :		有效坡高 H_c :		
管养单位				建成年份	
照片:					
断面图:					
立面图:					

表A.1 边坡基本状况表（续）

路段名称：									
历年安全风险评估记录									
评估年月		安全风险分数	安全风险分类	处治对策			下次评估年份		
历年修建工程记录									
施工日期		修建原因	工程内容	工程费用 (万元)	质量评 定	建设单 位	设计单 位	施工单 位	监理单 位
开工	竣工								
填卡人					填卡日期				

A.2 应按表 A.2 填写挡墙基本状况。

表A.2 挡墙基本状况表

路段名称:									
挡墙编号		起讫桩号		上行口		下行口			
挡墙类型		挡墙长度		墙厚 B_w					
走向		倾角 θ_w		墙顶荷载 s					
墙顶设施距离		墙脚设施距离		墙高 H_w					
坡底角度 α		坡顶角度 β		有效墙高 H_e					
管养单位				建成年份					
照片:									
断面图:									
立面图:									
历年安全风险评估记录									
评估年月	安全风险分数	安全风险分类	处治对策	下次评估年份					
历年修建工程记录									
施工日期		修建原因	工程内容	工程费用 (万元)	质量 评定	建设 单位	设计 单位	施工 单位	监理 单位
开工	竣工								
填卡人					填卡日期				

附 录 B
(规范性)
边坡日常全面巡查记录表

应按表B.1填写边坡日常全面巡查记录。

表B.1 边坡日常全面巡查记录表

路段名称:						
边坡名称		边坡编号		路线方向(上行、下行)		
起讫桩号				安全风险类别		
管理单位				巡查单位		
序号	巡检内容			病害位置	病害描述	
1	防排水工程	边沟、平台排水沟、急流槽、截水沟有无堵塞或杂物、开裂、变形				
		坡面泄水孔、深层泄水孔是否堵塞				
2	普通防护工程	护面墙或框格等防护有无裂缝、倾斜、空鼓、变形、滑动、下沉,压顶破损、勾缝脱落				
		坡面有无漏水、渗水现象				
		基础是否有冲刷或下沉				
3	植被防护工程	坡面绿化、植草或防护工程覆盖是否较好,有无局部坍塌或冲空现象				
		坡面有无雨水冲刷痕迹,有无明显渗水现象				
4	柔性防护工程	SNS防护网及被动防护网有无破损				
		网内有无落石兜集				
		锚头或锚固点是否松动或锈蚀				
5	锚固工程	锚头有无积水、锈蚀				
		锚垫板是否移动、生锈				
		锚具是否脱落或松动				
6	锚喷防护工程	锚喷面有无裂缝				
		锚喷面有无掉块及鼓胀				
		锚喷面有无渗水现象				
7	支挡工程	挡土墙、抗滑桩墙、桩板墙等有无裂缝、倾斜、空鼓、滑动、下沉,压顶破损、勾缝脱落				
		墙体有无漏水、渗水现象				
		基础有无冲刷或下沉				

表 B.1 边坡日常全面巡查记录表（续）

路段名称：			
8	坡面及坡顶	坡面及坡顶有无裂缝、危石、冲刷	
		坡面有无坍塌、变形、滑动、隆起	
9	附属设施	检修道及扶手是否完好	
附件内容			
其它说明			
养护建议			
巡查人员：			
巡查日期：			
注：附件内容主要指现场病害照片等。			

附录 C
(规范性)

高速公路土质边坡安全风险评估方法

C.1 土质边坡安全风险分数

C.1.1 土质边坡安全风险分数应按式 (C.1) 计算。

$$RS_s = NF \times IS_s \times CS_s / 100 \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

RS_s ——土质边坡安全风险分数;

NF ——归一化因子;

IS_s ——土质边坡稳定性分数;

CS_s ——土质边坡滑坡后果分数。

C.1.2 稳定性分数应按式 (C.2) ~ 式 (C.3) 计算。

$$IS_s = A_s + B_{s1} + B_{s2} + C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} + C_{s4} + D_s \dots\dots\dots (C.2)$$

$$D_s = \sum (D_{si})(W_i) / \sum W_i \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

A_s ——对应边坡几何断面特征的分值, 按表 C.1 取值;

B_{s1} ——对应边坡破损情况分值, 按表 C.2 取值;

B_{s2} ——对应以往发生滑坡情况分值, 按表 C.3 取值;

C_{s1} ——对应地表水渗入情况分值, 按表 C.4 取值;

C_{s2} ——对应地表排水情况分值, 按表 C.5 取值;

C_{s3} ——对应输水设施情况分值, 按表 C.6 取值;

C_{s4} ——对应边坡渗流情况分值, 按表 C.7 取值;

D_s ——对应边坡坡体材料分值, 按表 C.7 取值, 若坡体包括不同的地层, D_s 应根据不同地层的厚度用加权平均的方法按式 (C.3) 确定;

D_{si} ——对应边坡不同地层坡体材料分值, 参照表 C.8 取值;

W_i ——不同地层厚度的占比。

C.1.3 滑坡后果分数应按式 (C.4) ~ 式 (C.7) 计算。

$$CS_s = K_s \times (F_s + G_s \times J_s) \times V_s \dots\dots\dots (C.4)$$

$$F_s = F_{s1}(H_0 - P_s) / H_0 \dots\dots\dots (C.5)$$

$$G_s = 8 \{ [(1.5 + J_s)H - Q_s] / [(1.5 + J_s)H] \} / J_s \dots\dots\dots (C.6)$$

$$V_s = m_s H_0 \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

K_s ——土质边坡滑坡后果系数, 按表 C.11 取值;

F_s ——坡顶设施得分, F_{s1} 按表 C.9 取值, F_s 计算值小于 0 时取 0;

G_s ——坡脚设施得分, 按式 (C.6) 确定;

J_s ——坡顶以上及坡脚以下地下特征得分, 按表 C.10 取值;

V_s ——边坡线荷载 (kN/m), 按式 (C.7) 确定;

H_0 ——土质坡高 (m), 若 $H_0 > 30$ m, 计算 V_s 时取 $H_0 = 30$ m;

P_s ——坡顶设施距坡顶的距离 (m);

H ——坡脚至坡顶距离 (m);

Q_s ——坡脚高速路距坡脚的距离 (m);

m_s ——土质边坡滑坡规模系数, 整体滑坡、局部滑坡、微小滑坡分别取值1.0、0.7、0.4。

C.2 土质边坡断面几何特征

C.2.1 边坡断面几何特征应由技术人员根据测量图或现场踏勘确定。

C.2.2 土质边坡断面几何特征见图C.1。

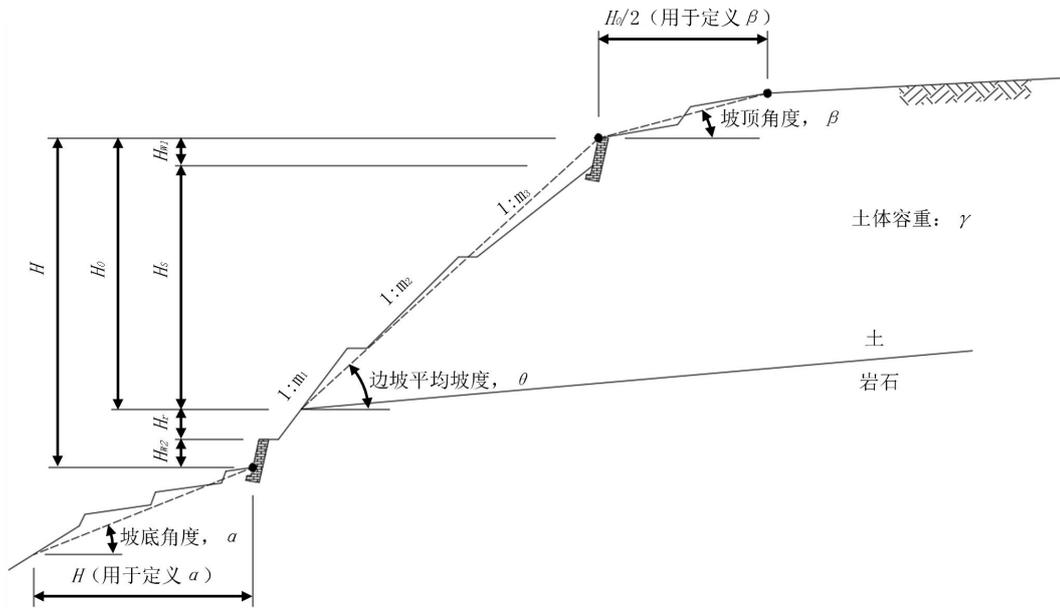


图 C.1 土质边坡断面几何特征

C.3 土质边坡断面几何特征

C.3.1 边坡有效高度考虑了边坡以上自然山坡的影响以及超载的影响, 应按式 (C.8) 计算。

$$H_e = H_0(1 + 0.35 \tan \beta) + s / \gamma \dots \dots \dots (C.8)$$

式中:

H_e ——有效高度 (m);

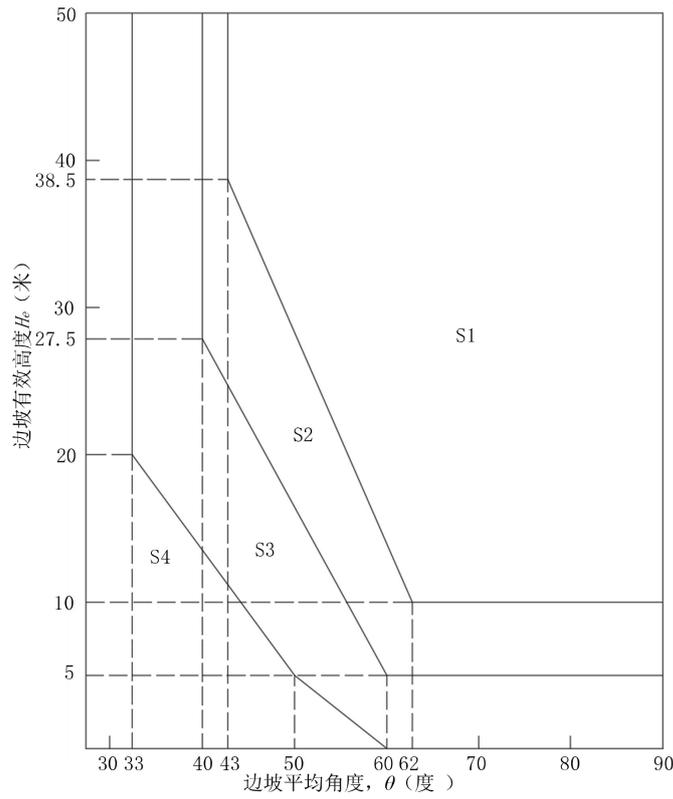
H_0 ——土质坡高 (m), 见图 C.1, 若滑裂面的出露点位于岩质部分, 则应计入这部分岩质的高度;

β ——边坡坡顶角度 ($^\circ$);

s ——超载 (kN), 坡顶以上的超载s的影响可用等效土厚 (s / γ) 代替;

γ ——土体容重 (kN/m^3), 可取 $16 \text{ kN}/\text{m}^3 \sim 20 \text{ kN}/\text{m}^3$ 。

C.3.2 土质边坡断面几何特征分类见图C.2。



图C.2 土质边坡断面几何特征分类

C.4 土质边坡坡顶以上区域滑坡

土质边坡坡顶以上区域滑坡见图C.3。

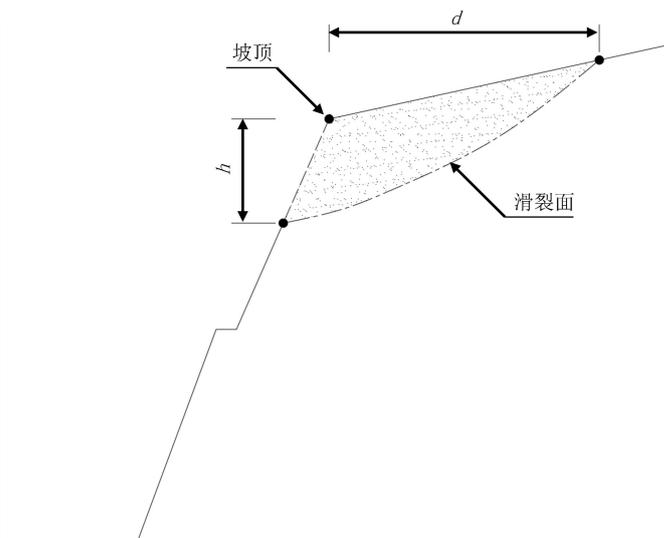


图 C.3 土质边坡坡顶以上区域滑坡

C.5 土质边坡安全风险评估各分项分值

土质边坡安全风险评估各分项分值见表C.1~表C.11。

表C.1 边坡几何断面特征 (A_s)

分值	评定方法及依据
60	边坡断面几何特征分类为S1
40	边坡断面几何特征分类为S2
20	边坡断面几何特征分类为S3
0	边坡断面几何特征分类为S4

表C.2 边坡破损 (B_{s1})

分值	评定方法及依据
40	严重破损：坡顶出现张拉裂缝、排水沟及检修道变形、护面严重破裂与隆起等
20	中等破损：护面开裂、排水沟破损等

注1：边坡破损包括坡顶的张拉裂缝、排水沟及检修道变形、护面开裂和变形等。
注2：对日常气候变化或养护不当引起的破损，不视作反映坡体稳定性破损，则 $B_{s1}=0$ 。

表C.3 以往发生的滑坡 (B_{s2})

分值		评定方法及依据
确定的滑坡	可能的滑坡	
10	严重的	严重的
5	多次轻微的	多次轻微的
2	一次轻微的	一次轻微的
0	无	无

注1：确定的滑坡是指根据有关文件记录能够确认的滑坡。
注2：可能的滑坡是指无文件记录可以确定，但根据现场踏勘或其它资料可以推断出的滑坡。
注3：“严重的滑坡”指滑坡体积 $\geq 50 \text{ m}^3$ ，或滑坡体积 $\geq 25 \text{ m}^3$ 且滑坡体位于坡顶以上区域(坡顶以上区域的范围见图C.3)。
注4：若对以往发生的滑坡采取了有效的补强加固措施，则 B_{s2} 取0。

表C.4 地表水的渗入 (C_{s1})

分值	评定方法及依据
15	护面面积占坡面面积 $< 25\%$
10	$25\% \leq$ 护面面积占坡面面积 $< 50\%$
5	$50\% \leq$ 护面面积占坡面面积 $< 75\%$
0	护面面积占坡面面积 $\geq 75\%$

注：坡顶以上区域若有集水洼地，应取本级别的上一个级别的分数；坡顶区域指坡顶以上水平距离为 $H_0/2$ 以内的区域。

表C.5 地表排水 (C_{s2})

分值	评定方法及依据
15	很少或无地表排水设施，且坡顶以上区域有地表水汇聚
10	很少或无地表排水设施
5	有部分地表排水设施，但功能不足
0	有足够的地表排水设施

注：功能不足指受地形、植被等环境影响或排水设施数量和断面尺寸等影响排水不畅。

表C.6 输水设施 (C_{s3})

分值	评定方法及依据
15	有可能产生漏水的输水设施且发现有漏水迹象
10	有可能产生漏水的输水设施但尚无发现有漏水迹象
0	无可能产生漏水的输水设施

注：应考虑自坡顶开始 H_0 范围内的输水设施，具体评估时应根据实际情况确定。

表C.7 渗流 (C_{s4})

分值	评定方法及依据
15	在半坡高位置 ($H_0/2$) 及以上部位有严重渗流
10	在半坡高位置 ($H_0/2$) 及以上部位有轻微~中等渗流，或严重渗流发生在 $H_0/2$ 以下位置
5	在半坡高以下位置 ($H_0/2$) 轻微~中等渗流，或土质边坡/坡顶挡墙有渗流痕迹
0	无渗流痕迹

注1：严重渗流指流量 $\geq 1 \text{ m}^3/\text{d}$ ，轻微~中等渗流指流量 $< 1 \text{ m}^3/\text{d}$ 。
注2：连续晴天时检查注意结合现场渗流痕迹、历史资料等信息。

表C.8 坡体岩土特性 (D_s)

分值 (D_i)	评定方法及依据
40	差，残积土及沉积土
30	较差，坡体材料处于“中等”和“差”之间
20	中等，全风化土
10	良，坡体材料处于“好”与“中等”之间
0	好，坡体主要由强风化岩组成

注：若边坡存在不利地质条件，如不利走向的节理裂隙、软弱带、高度风化的裂缝等，视影响程度酌情采用下一不利级别的较高分数，或 D_i 取40。

表C.9 坡顶设施 (F_{s1})

分值	评定方法及依据
0.5	坡顶为建筑物
0.1	坡顶为山体

表C.10 坡顶以上及坡脚以下地形特征 (J_s)

分值	评定方法及依据
1.5	坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$
1.2	坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$
0.9	坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且 $15^\circ \leq$ 坡底角度 $\alpha < 30^\circ$
0.6	坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且 $15^\circ \leq$ 坡底角度 $\alpha < 30^\circ$
0.3	坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha < 15^\circ$
0	坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha < 15^\circ$

表C.11 滑坡后果系数 (K_s)

分值	评定方法及依据
1.40	隧道口边坡
1.25	可能会造成较大及以上安全事故
	可能会造成严重交通拥堵或大面积滑坡 ($>500 \text{ m}^3$)
1.00	其它不属于上述的边坡

C.6 土质边坡安全风险检查情况记录表

应按图C.4样式形成土质边坡安全风险检查情况表。

边坡名称:	边坡桩号:
边坡风险等级:	
边坡平面图/断面图	
主要病害及缺损程度	
1 发现不利地质条件	是 否
2 详述边坡病害和缺损的部位、面积（数量）、程度等。	
边坡防控对策意见与建议	
边坡照片(若必要的照片较多，可另行加页)	
检查日期:	检查人: 审查人:

图 C.4 土质边坡安全风险检查情况记录表样式

C.7 土质边坡安全风险检查评估表

应按表C.12进行土质边坡安全风险检查评估。

表C.12 土质边坡安全风险检查评估表

所属路段:	里程桩号:
边坡断面几何特征 A_s	
边坡断面几何特征分类为 S1	60 分
边坡断面几何特征分类为 S2	40 分
边坡断面几何特征分类为 S3	20 分
边坡断面几何特征分类为 S4	0 分
得分	
破损情况 B_{s1}	
严重破损: 坡顶出现张拉裂缝、排水沟及检修道变形、护面严重破裂与隆起等	40
中等破损: 护面开裂、排水沟破损等	20
轻微破损: 护面偶有开裂	0
得分	
以往发生的滑坡 B_{s2}	
确定的以往滑坡: 严重的	10
确定的以往滑坡: 很多轻微的	5
确定的以往滑坡: 轻微的	2
确定的以往滑坡: 无	0
可能的以往滑坡: 严重的	7
可能的以往滑坡: 很多轻微的	3
可能的以往滑坡: 轻微的	1
可能的以往滑坡: 无	0
得分	
地表水渗入 C_{s1}	
护面面积占坡面面积 < 25%	15
25% ≤ 护面面积占坡面面积 < 50%	10
50% ≤ 护面面积占坡面面积 < 75%	5
75% ≤ 护面面积占坡面面积	0
得分	

表C.12 土质边坡安全风险检查评估表（续）

所属路段：	里程桩号：
地表排水 C_{s2}	
很少或无排水设施，且坡顶以上区域有地表水汇聚	15
很少或无排水设施	10
有部分排水设施，但功能不足	5
有足够的地表排水设施	0
得分	
输水设施 C_{s3}	
有可能产生漏水的输水设施且发现有漏水迹象	15
有可能产生漏水的输水设施但尚无发现有漏水迹象	10
无可能产生漏水的输水设施	0
得分	
渗流 C_{s4}	
在半坡高位置 ($H_p/2$) 及以上部位有严重渗流	15
在半坡高位置 ($H_p/2$) 及以上部位有轻微-中等渗流 或严重渗流发生在 $H_p/2$ 以下位置	10
在半坡高以下位置 ($H_p/2$) 轻微-中等渗流或土质边坡/坡顶挡墙有渗流痕迹	5
无渗流痕迹	0
得分	
坡体材料 (D_s)	
好：坡体主要由强风化岩组成	0
良：坡体材料处于“好”与“中等”之间	10
中等：全风化土	20
较差：坡体材料处于“中等”和“差”之间	30
差：残积土及沉积土	40
是否属于不良地质构造	
得分	
坡顶设施 F_{s1}	
高速公路沿线的高边坡坡顶为建筑物	0.5
高速公路沿线的高边坡坡顶为山体	1.0
坡顶设施距坡顶的距离	
得分	

表C.12 土质边坡安全风险检查评估表（续）

所属路段:	里程桩号:
坡顶以上及坡脚以下地形特征 J_s	
坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha < 15^\circ$	0
坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha < 15^\circ$	0.3
坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且 $15^\circ \leq$ 坡底角度 $< 30^\circ$	0.6
坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且 $15^\circ \leq$ 坡底角度 $< 30^\circ$	0.9
坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$	1.2
坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$	1.5
坡脚设施距坡脚的距离	
得分	
滑坡后果系数 K_s	
隧道口边坡	1.40
可能会造成较大及以上事故	1.25
可能会造成严重交通拥堵或大面积滑坡 ($> 500 \text{ m}^3$)	1.25
其它不属于情况的边坡	1.00
得分	
分数计算	
土质边坡稳定性分数 IS_s	
土质边坡滑坡后果分数 CS_s	
坡顶设施得分 F_s	
坡脚设施得分 G_s	
边坡线荷载 V_s	
土质边坡安全风险分数 RS_s	
安全风险类别	

附录 D
(规范性)

高速公路岩质边坡安全风险评估方法

D.1 岩质边坡安全风险分数

D.1.1 岩质边坡安全风险分数应按式 (D.1) 计算。

$$RS_r = NF \times IS_r \times CS_r / 100 \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

RS_r ——岩质边坡安全风险分数;

NF ——归一化因子;

IS_r ——岩质边坡稳定性分数;

CS_r ——岩质边坡滑坡后果分数。

D.1.2 对应破坏模式 B_r 的稳定性分数应按式 (D.2) 计算。

$$IS_r = (A_{r1} + A_{r2}) + B_r \times (C_{r1} + C_{r2} + C_{r3} + D_{r1} + D_{r2}) + (E_{r1} + E_{r2}) \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

A_{r1} ——对应岩质边坡高度的分值, 按表 D.1 取值;

A_{r2} ——对应岩质边坡角度分值, 按表 D.2 取值, 分值采用线性内插法计算且要求取整;

B_r ——对应边坡破坏模式分值, 按表 D.3 取值;

C_{r1} ——对应岩体不连续面间距分值, 按表 D.4 取值;

C_{r2} ——对应岩体不连续面结合程度分值, 按表 D.5 取值;

C_{r3} ——对应岩体不连续面发育程度分值, 按表 D.6 取值;

D_{r1} ——对应排水系统情况分值, 按表 D.7 取值;

D_{r2} ——对应边坡渗流情况分值, 按表 D.8 取值;

E_{r1} ——对应破损情况分值, 按表 D.9 取值;

E_{r2} ——对应以往发生的滑坡情况分值, 按表 D.10 取值。

D.1.3 对应破坏模式 B_r 的滑坡后果分数应按式 (D.3) ~ 式 (D.5) 计算。

$$CS_r = K_r \times (F_r + G_r) \times H \times V_r \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

$$F_r = F_{r1} \times (\eta \times H - P_r) / (\eta \times H) \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

$$G_r = 8 \times (\lambda \times H - Q_r) / (\lambda \times H) \quad \dots\dots\dots (D.5)$$

式中:

K_r ——岩质边坡滑坡规模系数, 按表 D.11 取值;

F_r ——对应坡顶设施分值, F_r 计算值小于 0 时取 0;

F_{r1} ——若岩质边坡坡顶为山体或者建筑物, 按表 D.12 取值;

H ——坡脚至坡顶距离 (m);

V_r ——岩质边坡破坏后果系数, 按表 D.13 取值;

η ——参照表 D.14 取值;

P_r ——坡顶到坡顶设施的距离 (m);

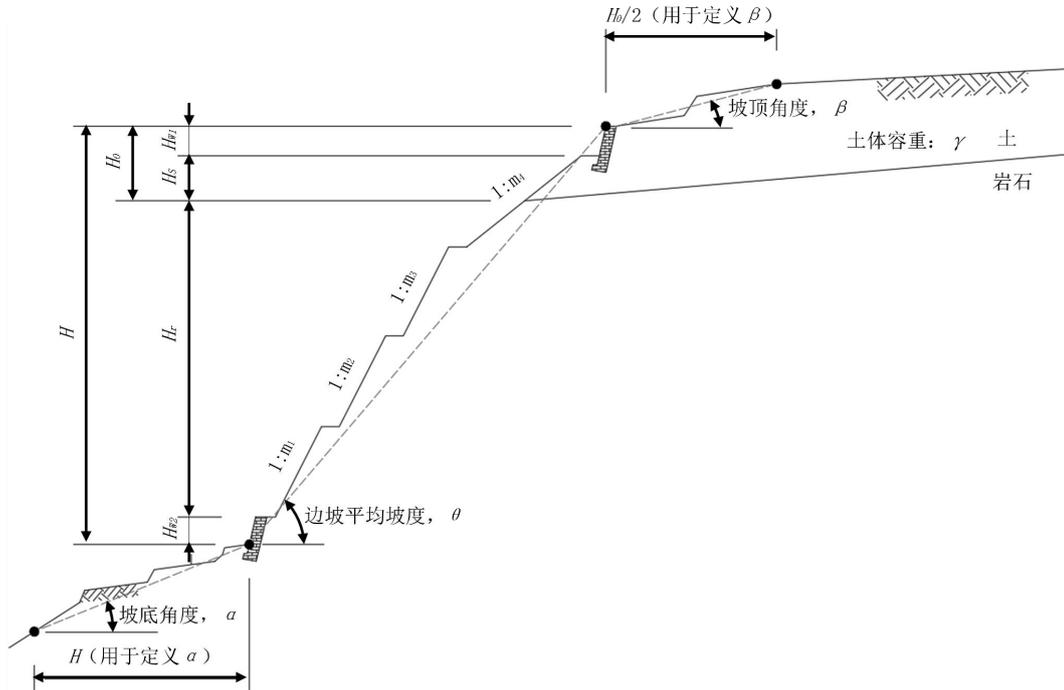
G_r ——对应坡脚设施分值, G_r 计算值小于 0 时取 0;

λ ——按表 D.14 取值;

Q_r ——坡脚到坡脚设施的距离 (m)。

D.2 岩质边坡断面几何特征

岩质边坡断面几何特征见图D.1。



图D.1 岩质边坡断面几何特征

D.3 岩质边坡安全风险评估各分项分值

岩质边坡安全风险评估各分项分值见表D.1~表D.15。

表D.1 岩质边坡高度 (A_{r1})

分值	评定方法及依据
0	边坡有效高度 $H_e=0$ m
10	边坡有效高度 $H_e=20$ m
25	边坡有效高度 $H_e=40$ m
40	边坡有效高度 $H_e=60$ m
50	边坡有效高度 $H_e=80$ m
60	边坡有效高度 $H_e>80$ m

注： A_{r1} 分值采用线性内插法计算且要求取整。

表D.2 岩质边坡角度 (A_{r2})

分值	评定方法及依据
0	边坡角度 $\theta=0$
5	边坡角度 $\theta=45^\circ$

表D.2 岩质边坡角度 (A_{r2}) (续)

分值	评定方法及依据
10	边坡角度 $\theta=60^\circ$
25	边坡角度 $\theta=70^\circ$
35	边坡角度 $\theta=80^\circ$
40	边坡角度 $\theta>80^\circ$

表D.3 边坡破坏模式 (B_r)

分值	评定标准	
	描述	
3	崩塌脱落	内倾不连续面。边坡破坏仅限于单独的悬空岩块或者小于 5 m^3 的孤立松散块的脱落
3	倾倒破坏	主要的不连续面外倾且倾角大于坡角。与其垂直的不连续面切割产生的块体可能从边坡上倾倒破坏
0.75	平面破坏	主要的不连续面走向、倾向与坡面基本一致；倾角小于坡角且 $5^\circ \leq \text{倾角} \leq 20^\circ$
3		主要的不连续面走向、倾向与坡面基本一致，倾角小于坡角且 $20^\circ < \text{倾角} \leq 45^\circ$
5		主要的不连续面走向、倾向与坡面基本一致，倾角小于坡角且 $>45^\circ$
0.5	楔体破坏	两组主要的不连续面的交线倾向坡面，倾角小于坡角且 $5^\circ \leq \text{倾角} \leq 20^\circ$
2		两组主要的不连续面的交线倾向坡面，倾角小于坡角且 $21^\circ \leq \text{倾角} \leq 45^\circ$
4		两组主要的不连续面的交线倾向坡面，倾角小于坡角且 $>45^\circ$
4	破坏模式难以确定	有时岩质边坡被喷射混凝土等护面所覆盖，现场检查及通过资料收集均难以确定边坡破坏模式

表D.4 岩体不连续面间距 (C_{r1})

分值	评定方法及依据
0	平均不连续面间距 $\geq 2\text{ m}$
5	平均不连续面间距 1 m
10	平均不连续面间距 0.5 m
20	平均不连续面间距 0.2 m
30	平均不连续面间距 $<0.2\text{ m}$

注1：因护面覆盖而难以确定不连续面间距时，取 $C_{r1}=15$ 。
注2： C_{r1} 分值采用线性内插法计算且要求取整，如平均不连续面间距 $=0.3\text{ m}$ ，则 $C_{r1}=17$ 。

表D.5 不连续面结合程度 (C_{r2})

分值	评定方法及依据
0	粗糙、紧闭、未风化或微风化
10	较粗糙，裂隙张开度 $<1\text{ mm}$
20	较粗糙， $1\text{ mm} \leq \text{裂隙张开度} \leq 5\text{ mm}$
30	较粗糙，裂隙张开度 $<1\text{ mm}$ ，充填物强度差
40	光滑， $1\text{ mm} \leq \text{裂隙张开度} \leq 5\text{ mm}$ ，充填物强度差
50	光滑，裂隙张开度 $>5\text{ mm}$ ，充填物强度差

表 D.5 不连续面结合程度 (C_{r2}) (续)

分值	评定方法及依据
注1: 对于崩塌脱落破坏取0~10, 规模大的取大值。	
注1: 对于倾倒破坏取0~20, 规模大的取大值。	
注2: 因护面覆盖而难以确定不连续面间距时取25。	

表D.6 不连续面的发育程度 (C_{r3})

分值		评定方法及依据
倾倒/平面破坏	楔体破坏	
30	10	单个不连续面在岩石面暴露的长度 > 5 m
15	5	1 m ≤ 单个不连续面在岩石面暴露的长度 ≤ 5 m
0	0	单个不连续面在岩石面暴露的长度 < 1 m
15		因护面覆盖而难以确定不连续面发育程度时
0		对于崩塌脱落破坏
注: 不连续面的发育程度根据不连续面在岩石面暴露的长度来评价。		

表 D.7 排水系统 (D_{r1})

分值	评定方法及依据
15	很少或无排水设施, 且坡顶以上区域有地表水汇聚
10	很少或无排水设施
5	有部分排水设施, 但功能不足
0	有足够的排水设施
注1: 功能不足指受地形、植被等环境影响或排水设施数量和断面尺寸等影响排水不畅。	
注2: 当评价坡面排水设施是否完善时, 要考虑排水设施是否能阻止水进入坡面, 即使有排水设施, 但表面水仍能进入坡面, 或排水设施淤塞的, 仍视作不完善。	

表D.8 坡体渗流 (D_{r2})

分值	评定方法及依据
0	在不连续面没有渗流痕迹
5	在单个的岩石不连续面有渗流, 且流量 < 1 m ³ /d
10	在多个岩石不连续面有渗流, 且流量 < 1 m ³ /d, 或者单个岩石不连续面有渗流, 且流量 ≥ 1 m ³ /d
15	在多个岩石不连续面中有渗流, 且流量 ≥ 1 m ³ /d
注: 连续晴天时检查注意结合现场渗流痕迹、历史资料等信息。	

表D.9 边坡破损 (E_{r1})

分值	评定方法及依据
0	没有表面松动的迹象
5	局部表面松动或小的悬空岩块 ($0.01 \text{ m}^3 < \text{体积} < 1 \text{ m}^3$)
15	边坡上有多处表面松动和小的悬空岩块
25	沿坡顶出现张拉裂缝
30	有可能脱落的大的悬空岩块 (体积 $\geq 1 \text{ m}^3$)

表D.10 边坡以往发生滑坡 (E_{r2})

分值	评定方法及依据
0	无以往滑坡记录、无可观察到的滑坡证据，或滑坡已进行了有效的加固补强
2	可能的滑坡
5	确定的滑坡，且滑坡体积 $< 50 \text{ m}^3$
10	确定的滑坡，且滑坡体积 $\geq 50 \text{ m}^3$
注1：确定的滑坡指根据有关文件记录能够确认的滑坡。	
注2：可能的滑坡指无文件记录，但根据现场踏勘或其它资料可以推断出的滑坡。	

表D.11 滑坡规模 (K_r)

分值	评定方法及依据
0.2	滑坡规模 $< 50 \text{ m}^3$
0.4	$50 \text{ m}^3 \leq \text{滑坡规模} < 500 \text{ m}^3$
0.6	滑坡规模 $\geq 500 \text{ m}^3$
注：滑坡规模难以确定时取0.4。	

表D.12 坡顶设施 (F_{r1})

分值	评定方法及依据
0.1	坡顶为山体
0.5	坡顶有建筑物

表D.13 破坏后果系数 (V_r)

分值	评定方法及依据
1.4	隧道口边坡
1.25	可能造成较大及以上安全事故
	可能会造成严重交通拥堵或大面积滑坡 ($> 500 \text{ m}^3$)
1.0	其它不属于上述的边坡

表D.14 参数 (η , λ)

K_r		0.2	0.4	0.6
η		0.5	0.8	1.0
λ	$J_r=0.0$	0.5	1.0	1.3
	$J_r=0.3$	0.6	1.2	1.5
	$J_r=0.6$	0.7	1.4	1.7
	$J_r=1.2$	0.9	1.8	2.3
	$J_r=0.9$	0.8	1.6	2.0
	$J_r=1.5$	1.0	2.0	2.6
注： J_r 的取值见表D.15。				

表D.15 岩质边坡坡顶以上及坡脚以下地形特征 (J_r)

分值	评定方法及依据
0	坡顶角度 $<15^\circ$ ，坡脚角度 $<15^\circ$
0.3	坡顶角度 $\geq 15^\circ$ ，坡脚角度 $<15^\circ$
0.6	坡顶角度 $<15^\circ$ ， $15^\circ \leq$ 坡脚角度 $<30^\circ$
0.9	坡顶角度 $>15^\circ$ ， $15^\circ \leq$ 坡脚角度 $<30^\circ$
1.2	坡顶角度 $<15^\circ$ ，坡脚角度 $\geq 30^\circ$
1.5	坡顶角度 $>15^\circ$ ，坡脚角度 $\geq 30^\circ$
注：若坡顶为反坡，则按相应坡顶角度 $<15^\circ$ 项取。	

D.4 边坡安全风险检查情况记录表

应按图D.2样式形成边坡安全风险检查情况记录表。

边坡名称:		边坡风险等级:	
边坡桩号:			
边坡平面图/断面图			
主要病害及缺损程度			
1 喷射混凝土护面岩质边坡	是		否
2 植被覆盖岩质边坡	是		否
3 有/无安全通道至坡顶	是		否
4 详述边坡病害和缺损的部位、面积（数量）、程度等。			
边坡风险防控对策意见与建议			
边坡照片（若必要的照片较多，可另行加页）			
检查日期:		检查人:	
审查人:			

图 D.2 岩质边坡安全风险检查情况记录表样式

D.5 边坡安全风险检查评估表

应按表D.16进行边坡安全风险检查评估。

表D.16 边坡安全风险检查评估表

所属路段:	里程桩号:
岩质边坡高度 A_{r1}	
边坡有效高度 $H_e=0$ m	0
边坡有效高度 $H_e=20$ m	10
边坡有效高度 $H_e=40$ m	25
边坡有效高度 $H_e=60$ m	40
边坡有效高度 $H_e=80$ m	50
边坡有效高度 $H_e>80$ m	60
得分	
岩质边坡角度 A_{r2}	
边坡角度 $\theta=0^\circ$	0
边坡角度 $\theta=45^\circ$	5
边坡角度 $\theta=60^\circ$	10
边坡角度 $\theta=70^\circ$	25
边坡角度 $\theta=80^\circ$	35
边坡角度 $\theta>80^\circ$	40
得分	
边坡破坏模式 B_i	
崩塌脱落: 内倾不连续面。边坡破坏仅限于单独的悬空岩块或者小于 5 m^3 的孤立松散块的脱落	3.00
倾倒破坏: 主要的不连续面外倾且倾角大于坡角。与其垂直的不连续面切割产生的块体可能从边坡上倾倒破坏	3.00
平面破坏: 主要的不连续面走向、倾向与坡面基本一致; 倾角小于坡角且 $5^\circ \leq \text{倾角} \leq 20^\circ$	0.75
平面破坏: 主要的不连续面走向、倾向与坡面基本一致, 倾角小于坡角且 $21^\circ \leq \text{倾角} \leq 45^\circ$	3.00
平面破坏: 主要的不连续面走向、倾向与坡面基本一致, 倾角小于坡角	5.00
楔体破坏: 两组主要的不连续面的交线倾向坡面, 倾角小于坡角且 $5^\circ \leq \text{倾角} \leq 20^\circ$	0.50
楔体破坏: 两组主要的不连续面的交线倾向坡面, 倾角小于坡角且 $21^\circ \leq \text{倾角} \leq 45^\circ$	2.00
楔体破坏: 两组主要的不连续面的交线倾向坡面, 倾角小于坡角且 $>45^\circ$	4.00
破坏模式难以确定: 有时岩质边坡经常被喷射混凝土等护面所覆盖, 现场检查时及通过资料收集均难以确定边坡破坏模式	4.00
得分	

表D.16 边坡安全风险检查评估表（续）

所属路段：	里程桩号：
岩体不连续面间距 C_{r1}	
平均不连续面间距 ≥ 2 m	0
平均不连续面间距 1 m	5
平均不连续面间距 0.5 m	10
因护面覆盖而难以确定不连续面间距	15
平均不连续面间距 0.2 m	20
平均不连续面间距 < 0.2 m	30
得分	
不连续面结合程度 C_{r2}	
粗糙、紧闭、未风化或微风化	0
较粗糙，裂隙张开度 < 1 mm	10
较粗糙，裂隙张开度 1 到 5 mm	20
因护面覆盖而难以确定不连续面结合程度	25
较粗糙，裂隙张开度 < 1 mm，充填物强度差	30
光滑，裂隙张开度 1 到 5 mm，充填物强度差	40
光滑，裂隙张开度 > 5 mm，充填物强度差	50
得分	
不连续面的发育程度 C_{r3}	
倾倒/平面破坏：单个不连续面在岩石里暴露的长度 > 5 m	30
倾倒/平面破坏： 1 m \leq 单个不连续面在岩石里暴露的长度 ≤ 5 m	15
楔体破坏：单个不连续面在岩石里暴露的长度 > 5 m	10
楔体破坏： 1 m \leq 单个不连续面在岩石里暴露的长度 ≤ 5 m	5
单个不连续面在岩石里暴露的长度 < 1 m	0
因护面覆盖而难以确定不连续面发育程度时	15
对于崩塌脱落破坏	0
得分	
排水系统 D_{r1}	
有足够的排水设施	0
有部分排水设施，但功能不足	5
很少或无排水设施	10
很少或无排水设施，且坡顶以上区域有地表水汇聚	15
得分	

表D.16 边坡安全风险检查评估表（续）

所属路段:	里程桩号:
坡体渗流 D_{r2}	
在不连续面没有渗流痕迹	0
在单个的岩石不连续面有渗流, 且流量 $< 1 \text{ m}^3/\text{d}$	5
在多个岩石不连续面有渗流, 且流量 $< 1 \text{ m}^3/\text{d}$, 或者单个岩石不连续面有渗流, 且流量 $\geq 1 \text{ m}^3/\text{d}$	10
在多个岩石不连续面中有渗流, 且流量 $\geq 1 \text{ m}^3/\text{d}$	15
得分	
破损情况 E_r	
(1) 没有表面松动的迹象	0
(2) 局部表面松动或小的悬空岩块 ($0.01 \text{ m}^3 < \text{体积} < 1 \text{ m}^3$)	5
(3) 边坡上有多处表面松动和小的悬空岩块	15
(4) 沿坡顶出现张拉裂缝	25
(5) 有可能脱落的大的悬空岩块 (体积 $> 1 \text{ m}^3$)	30
得分	
以往发生的滑坡 E_{r2}	
无以往滑坡记录、可观察到的滑坡证据, 或滑坡已进行了有效的加固补强	0
可能的滑坡	2
确定的滑坡, 且滑坡体积 $< 50 \text{ m}^3$	5
确定的滑坡, 且滑坡体积 $\geq 50 \text{ m}^3$	10
得分	
滑坡规模 K_r	
滑坡规模 $< 50 \text{ m}^3$	0.2
$50 \text{ m}^3 \leq \text{滑坡规模} < 500 \text{ m}^3$	0.4
滑坡规模难以确定	0.4
$500 \text{ m}^3 \leq \text{滑坡规模}$	0.6
得分	
坡顶设施 F_r	
若坡顶为山体	0.1
若坡顶有建筑物	0.5
坡顶设施距离坡顶距离	
得分	

表D.16 边坡安全风险检查评估表（续）

所属路段:	里程桩号:
岩质边坡以上及以下的地形特征 J_r	
坡顶以上地形角度 $<15^\circ$ ，坡脚以下地形角度 $<15^\circ$	0
坡顶以上地形角度 $\geq 15^\circ$ ，坡脚以下地形角度 $<15^\circ$	0.3
坡顶以上地形角度 $<15^\circ$ ， $15^\circ \leq$ 坡脚以下地形角度 $<30^\circ$	0.6
坡顶以上地形角度 $>15^\circ$ ， $15^\circ \leq$ 坡脚以下地形角度 $<30^\circ$	0.9
坡顶以上地形角度 $<15^\circ$ ，坡脚以下地形角度 $\geq 30^\circ$	1.2
坡顶以上地形角度 $>15^\circ$ ，坡脚以下地形角度 $\geq 30^\circ$ （若坡顶为反坡，则按相应坡顶角度 $<15^\circ$ 项取值）	1.5
坡脚到坡脚设施的距离	
得分	
破坏后果系数 V_r	
隧道口边坡	1.40
可能造成较大及以上安全事故	1.25
可能造成严重交通拥堵或大面积滑坡（ $>500\text{m}^3$ ）	1.25
其他不属于上述的边坡	1.00
得分	
分数计算	
稳定性分数 IS_r	
滑坡后果分数 CS_r	
坡顶设施分数 F_r	
坡脚设施分数 G_r	
安全风险分数 RS_r	
安全风险类别	
<p>注1：对不连续面结合程度C_{12}打分时，崩塌脱落破坏取0~10，规模大的取大值。</p> <p>注2：对不连续面结合程度C_{12}打分时，对于倾倒破坏取0~20，规模大的取大值。</p> <p>注3：确定的滑坡指根据有关文件记录能够确认的滑坡。</p> <p>注4：可能的滑坡指无文件记录，但根据现场踏勘或其他资料可以推断出的滑坡。</p>	

附 录 E
(规范性)
挡土墙安全风险评估方法

E.1 挡土墙安全风险分数

E.1.1 挡土墙安全风险分数应按式 (E.1) 计算。

$$RS_w = NF \times IS_w \times CS_w / 100 \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

RS_w ——挡土墙安全风险分数;

NF ——归一化因子;

IS_w ——挡土墙稳定性分数;

CS_w ——挡土墙滑坡后果分数。

E.1.2 稳定性分数应按式 (E.2) 计算。

$$IS_w = (B_w \times C_w) + D_w + E_{w1} + E_{w2} + E_{w3} + E_{w4} + F_w + G_w + J_w \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

B_w ——对应挡土墙高厚比分值, 按表E.1取值, 若高厚比大于5, 对任意类型的挡土墙 $[(B_w \times C_w) + D_w]$ 值皆取200;

C_w ——对应挡土墙墙后材料分值, 按表E.2取值;

D_w ——对应挡土墙破损状况的分值, 按表E.3取值;

E_{w1} ——对应墙顶区域渗水状况的分值, 按表E.4取值;

E_{w2} ——对应表面排水情况的分值, 按表E.5取值;

E_{w3} ——对应输水设施情况的分值, 按表E.6取值, 应考虑墙顶外一倍墙高范围内所有可能在渗漏时对挡墙产生不良影响的输水设施, 具体评估时应根据实际情况确定;

E_{w4} ——对应渗流情况的分值, 按表E.7取值;

F_w ——对应挡土墙类型的分值, 按表E.8取值;

G_w ——对应以往失稳情况分值, 按表E.9取值;

J_w ——对应墙脚下自然山坡平均角度得分, 按表E.10取值。

E.1.3 滑坡后果分数应按式 (E.3) ~ 式 (E.6) 计算。

$$CS_w = 2 \times (K_w + L_w) \times N \times V_w \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

$$K_w = 4[(1.2H_w - P_w) / (1.2H_w)] \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

$$L_w = 8\{[(2+M)H - Q_w] / [(2+M)H]\} \quad \dots\dots\dots (E.5)$$

$$V_w = n_0 H_w \quad \dots\dots\dots (E.6)$$

式中:

K_w ——对应滑坡对墙顶设施影响得分, 当 K_w 小于0时值取0;

L_w ——对应滑坡对墙脚设施影响得分, 当 L_w 小于0时值取0;

N ——对应滑坡后果系数, 参照表E.12取值;

V_w ——对应高度修正系数, 计算该系数时, 若 $H_w > 20$ m, 则 H_w 取20 m;

H_w ——对应挡土墙高度 (m);

P_w ——墙顶以上设施距墙顶的距离 (m);

M ——对应墙顶上及墙脚下地形特征得分, 参照表E.11取值;

H ——挡墙所处边坡坡脚距坡顶距离 (m);

Q_w ——墙脚以外设施距墙脚的距离 (m);

n_0 ——滑坡稳定因子, 整体失稳、局部失稳、微小失稳分别取值1.0、0.7、0.4。

E.2 挡土墙断面几何特征

E.2.1 挡墙有效高度应按式 (E.7) 计算。

$$H_e = H_w(1 + 0.35 \tan \beta) + s/20 \dots\dots\dots (E.7)$$

式中:

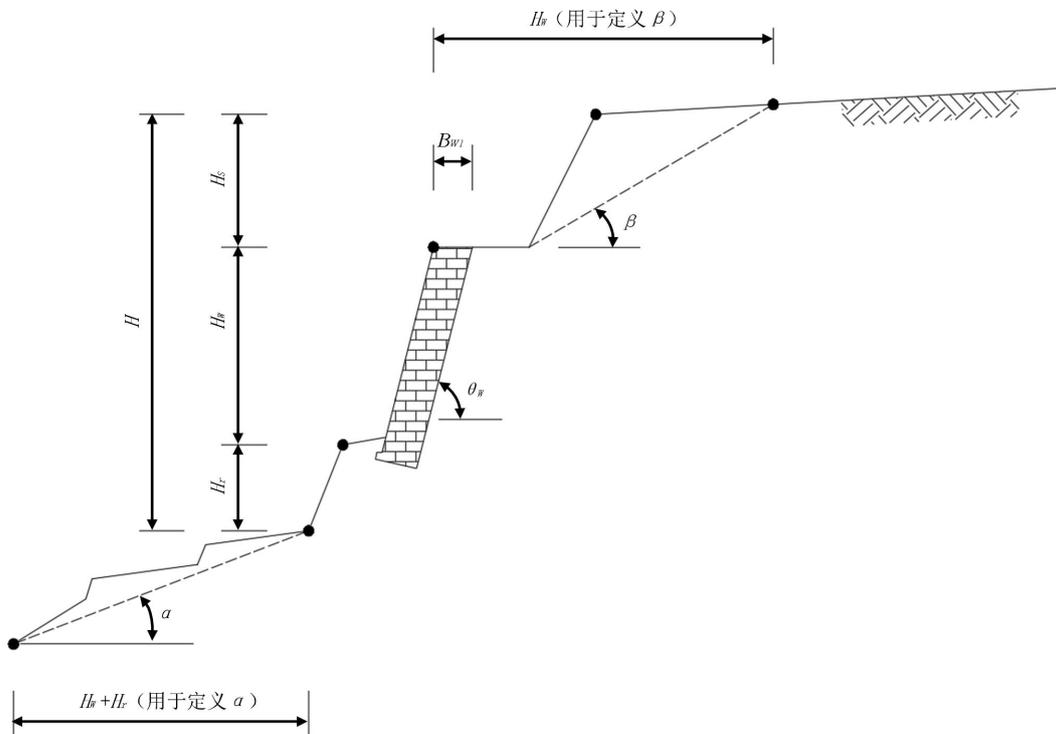
H_e ——有效高度 (m);

H_w ——对应挡土墙高度 (m);

β ——坡顶角度 ($^\circ$);

s ——挡土墙墙顶超载等效均布荷载。

E.2.2 挡土墙断面几何特征见图E.1。



图E.1 挡土墙断面几何特征分类

E.3 挡土墙安全风险评估各分项分值

挡土墙安全风险评估各分项分值见表E.1~表E.12。

表E.1 挡土墙高厚比 (B_w)

分值	评定方法及依据
100	$4.2 < \text{挡土墙高厚比 } H_e/B_w \leq 5$
75	$3.5 < \text{挡土墙高厚比 } H_e/B_w \leq 4.2$

表E.1 挡土墙高厚比 (B_w) (续)

分值	评定方法及依据
50	$2.8 < \text{挡土墙高厚比 } H_w/B_w \leq 3.5$
25	$2.0 < \text{挡土墙高厚比 } H_w/B_w \leq 2.8$
0	挡土墙高厚比 $H_w/B_w \leq 2.0$

表E.2 墙后材料 (C_w)

分值	评定方法及依据
1	填土或未知
0.7	坡积土、残积土、全风化或强风化岩石

表E.3 挡土墙破损状况 (D_w)

分值	评定方法及依据
100	极严重的变形或破损。大部分墙体脱落、墙体位移超过从墙脚处引出的垂直线或位移量 $> 75\text{mm}$ 、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度大于 $0.6\%h$
70	严重的变形或破损。部分墙体出现脱落、墙体位移小于从墙脚处引出的垂直线或位移量 $\leq 75\text{mm}$ 、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度在 $0.2\%h \sim 0.6\%h$ 范围内
30	中等的变形或破损。小部分砂浆脱离、肉眼可观察到墙体轻微位移、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度在 $0.1\%h \sim 0.2\%h$ 范围内
0	轻微的变形或破损。整个墙体状况基本良好、肉眼很难观察到墙体位移、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度小于 $0.1\%h$

注： h 是某处裂缝宽度测量点到墙脚（地面线）的高度。

表E.4 墙顶区域渗水 (E_{w1})

分值	评定方法及依据
15	不足 25% 的墙顶区域有护面
10	有 25% 至 75% 的墙顶区域有护面
0	75% 以上的墙顶区域有护面

注1：墙顶区域是指墙顶以外 $H_w/2$ 水平距离内的区域。
注2：如果墙顶区域内存在积水洼地，则本级评分提高一级取值，但最高不大于 15。

表E.5 表面排水 (E_{w2})

分值	评定方法及依据
10	墙顶上无排水设施
5	墙顶上有排水设施但规模和数量不足
0	墙顶上有完善的排水设施，排水充分

表E.6 输水设施 (E_{w3})

分值	评定方法及依据
15	有可能产生漏水的输水设施且发现有漏水迹象
10	有可能产生漏水的输水设施但尚无发现有漏水迹象
0	无可能产生漏水的输水设施

表E.7 渗流得分 (E_{w4})

分值	评定方法及依据
15	在半墙高或以上部位有渗流, 流量 $\geq 1 \text{ m}^3/\text{d}$
10	在半墙高或以上部位有渗流, 流量 $< 1 \text{ m}^3/\text{d}$ 或半墙高以下部位有渗流, 流量 $\geq 1 \text{ m}^3/\text{d}$
5	在半墙高以下部位有渗流, 流量 $< 1 \text{ m}^3/\text{d}$, 或墙面发现渗流痕迹
0	无渗流痕迹

注: 连续晴天时检查注意结合现场渗流痕迹、历史资料等信息。

表E.8 类型得分 (F_w)

分值	评定方法及依据
30	浆砌石挡墙
15	片石混凝土挡墙
0	混凝土挡墙

表E.9 失稳 (G_w)

分值	评定方法及依据
10	整体性失稳
5	多次局部失稳或结构性失稳
2	局部失稳或仅有结构性失稳
0	无失稳或对以往发生的失稳采取了有效的补强加固措施

注: 整体性失稳是指失稳波及整个墙体及墙后的土体; 局部性失稳是指失稳波及部分墙体和土体; 结构性失稳是指使挡土墙结构破坏而墙后土体无变形。

表E.10 坡底角度 (J_w)

分值	评定方法及依据
60	$\alpha > 35^\circ$
30	$25^\circ < \alpha \leq 35^\circ$
15	$15^\circ < \alpha \leq 25^\circ$
0	$\alpha \leq 15^\circ$ 或墙脚下无自然山坡

表E.11 墙顶及墙脚地形特征 (M)

分值	评定方法及依据
0	坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha < 15^\circ$
0.3	坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$
0.6	$15^\circ \leq$ 坡底角度 $\alpha < 30^\circ$
1.2	坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且 $15^\circ \leq$ 坡底角度 $\alpha < 30^\circ$
0.9	坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$
1.5	坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$

表E.12 滑坡后果系数 (N)

分值	评定方法及依据
1.40	对于隧道口边坡
1.25	可能会造成较大及以上安全事故
	可能会造成严重交通拥堵或大面积滑坡 ($> 500 \text{ m}^3$)
1.00	其它不属于上述情况的边坡

E.4 挡土墙安全风险检查情况记录表

应按图E.2样式形成挡土墙安全风险检查情况记录表。

挡土墙名称:	挡土墙桩号:	挡土墙风险等级:
挡土墙平面图/断面图		
主要病害及缺损程度		
1 详述挡土墙病害和缺损的部位、面积(数量)、程度等。		
挡土墙风险防控对策意见与建议		
挡土墙照片(若必要的照片较多,可另行加页)		
检查日期:	检查人:	审查人:

图E.2 挡土墙安全风险检查情况记录表样式

E.5 挡土墙安全风险检查评估表

应按表E.13进行挡土墙安全风险检查评估。

表E.13 挡土墙安全风险检查评估表

所属路段:	里程桩号:
挡土墙高厚比 B_s	
$4.2 < H_s/B_s \leq 5$	100
$3.5 < H_s/B_s \leq 4.2$	75
$2.8 < H_s/B_s \leq 3.5$	50
$2.0 < H_s/B_s \leq 2.8$	25
$H_s/B_s \leq 2.0$	0
得分	
墙后材料 C_s	
填土或未知	1.0
坡积土、残积土、全风化或强风化岩石	0.7
挡土墙破损状况 D_s	
极严重的变形和/或破损: 大部分墙体脱落、墙体位移超过从墙脚处引出的垂直线或位移量 >75 mm、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度大于 $0.6\%h$	100
>5 m 的不规则干砌石挡土墙	100
严重的变形和/或破损: 部分墙体出现脱落、墙体位移小于从墙脚处引出的垂直线或位移量 ≤ 75 mm、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度在 $0.2\%h \sim 0.6\%h$ 范围内	70
中等程度的变形和/或破损: 小部分砂浆脱离、肉眼可观察到墙体轻微位移、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度在 $0.1\%h \sim 0.2\%h$ 范围内	30
轻微的变形和破损: 整个墙体状况基本良好、肉眼很难观察到墙体位移、墙顶水平向连续裂缝宽度或墙体竖向裂缝宽度小于 $0.1\%h$	0
得分	
墙顶区域水渗入 E_{s1}	
墙顶区域基本无护面	15
墙顶区域部分有护面	10
墙顶区域均有护面	0
得分	
表面排水 E_{s2}	
墙顶上无排水设施, 且墙顶以上区域有地表水汇聚	15
墙顶上无排水设施	10
墙顶上有排水设施但规模和数量不足	5
墙顶上有完善的排水设施, 排水充分	0
得分	

表E.13 挡土墙安全风险检查评估表（续）

所属路段:	里程桩号:
输水设施 E_{w3}	
有可能产生渗漏的输水设施且发现有渗漏迹象	15
有可能产生渗漏的输水设施但尚未发现有渗漏迹象	10
无可能产生漏水的输水设施	0
得分	
渗流得分 E_{wf}	
在半墙高或以上部位有严重渗流（流量 $\geq 1\text{m}^3/\text{d}$ ）	15
在半墙高或以上部位有轻微~中度渗流（流量 $< 1\text{m}^3/\text{d}$ ），或半墙高以下部位有严重渗流（流量 $\geq 1\text{m}^3/\text{d}$ ）	10
在半墙高以下部位有轻微~中度渗流（流量 $< 1\text{m}^3/\text{d}$ ），或墙面发现渗流痕迹	5
无渗流痕迹墙体排水形式	0
得分	
类型得分 F_w	
浆砌石挡墙	30
片石混凝土挡墙	15
混凝土挡墙	0
其他（需说明： <input type="text"/> ）	
得分	
失稳 G_w	
整体性失稳	10
多次局部失稳或结构性失稳	5
局部失稳或仅有结构性失稳	2
无失稳或对以往发生的失稳采取了有效的补强加固措施	0
得分	
墙脚下自然山坡的平均角度 J_w	
$\alpha > 35^\circ$	60
$25^\circ < \alpha \leq 35^\circ$	30
$15^\circ < \alpha \leq 25^\circ$	15
$\alpha \leq 15^\circ$ 或墙脚下无自然山坡	0
墙脚以外设施距墙脚的距离	
得分	

表E.13 挡土墙安全风险检查评估表（续）

所属路段:	里程桩号:
墙顶及墙脚地形特征 M	
坡顶角度 $\beta < 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha < 15^\circ$	0
坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$	0.3
$15^\circ \leq$ 坡底角度 $\alpha < 30^\circ$	0.6
坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且 $15^\circ \leq$ 坡底角度 $\alpha < 30^\circ$	1.2
坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$	0.9
坡顶角度 $\beta \geq 35^\circ$ 且坡底角度 $\alpha \geq 30^\circ$	1.5
墙顶以上设施距墙顶的距离 P_w	
得分	
滑坡后果系数 N	
对于隧道口边坡	1.40
可能会造成较大及以上安全事故	1.25
可能会造成严重交通拥堵或大面积滑坡 ($> 500 \text{ m}^3$)	1.25
其它不属于上述情况的边坡	1.00
得分	
分数计算	
稳定性分数 IS_w	
滑坡后果分数 CS_w	
墙顶设施影响得分 K_w	
墙脚设施影响得分 L_w	
高度修正系数 V_w	
安全风险分数 RS_w	
安全风险类别	