

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 43

湖 南 省 地 方 标 准

DB 43/T XXXX—2026

## 在役公路高边坡安全风险评估技术规程

Technical specification for safety risk assessment of in-service highway  
high slopes

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

湖南省市场监督管理局 发布

## 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 评估流程 .....	2
4.1 一般规定 .....	2
4.2 评估流程 .....	3
4.3 评估周期 .....	4
4.3.1 初始评估 .....	4
4.3.2 风险简评 .....	4
4.3.3 全面风险评估 .....	4
5 风险简评 .....	4
5.1 一般规定 .....	4
5.2 评价方法 .....	4
6 全面风险评估 .....	5
6.1 现场调查 .....	5
6.1.1 一般规定 .....	5
6.1.2 基本信息 .....	6
6.1.3 危险性因素 .....	6
6.1.4 危害性因素 .....	7
6.2 评估指标体系 .....	8
6.2.1 一般规定 .....	8
6.2.2 危险性因素 .....	8
6.2.3 危害性因素 .....	15
6.3 风险评估与对策 .....	16
6.3.1 一般规定 .....	16
6.3.2 主控因素法 .....	17
6.3.3 指标体系法 .....	17
6.3.4 风险指数计算 .....	19
6.3.5 风险等级 .....	20
6.3.6 风险对策 .....	20
7 风险评估报告 .....	21
7.1 一般规定 .....	21
7.2 报告内容 .....	21
附录 A（规范性） 边坡破坏类型划分表 .....	22
附录 B（规范性） 在役公路高边坡安全风险评估操作细则 .....	23

附录 C（规范性） 在役公路高边坡安全风险评估现场调查记录表 ..... 25

附录 D（资料性） 湖南省地质灾害易发分区图 ..... 29

参考文献 ..... 30

## 前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由湖南省高速公路集团有限公司提出。

本文件由湖南省交通运输厅归口。

本文件起草单位：湖南省高速公路集团有限公司、湖南理大交通科技发展有限公司、湖南省交通科学研究院有限公司、长沙理工大学、湖南高速设计咨询研究院有限公司、湖南省公路事务中心、湖南交通职业技术学院。

本文件主要起草人：龚啸、付学问、黄雄立、王婷宇、巢万里、彭杰、黄达、郑祖恩、陈博、陈丽萍、赵健、刘文劼、唐鹏程、肖颜、唐述、刘庆虎、李磊、冯浩、唐会元、刘绍敏。



# 在役公路高边坡安全风险评估技术规程

## 1 范围

本文件确立了在役公路高边坡安全风险评估流程，规定了高边坡风险简评、全面风险评估、风险评估报告等要求。

本文件适用于在役公路高边坡工程。

## 2 规范性引用文件

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

- GB/T 28592 降水量等级
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50068 建筑结构可靠性设计统一标准
- GB/T 50145 土的工程分类标准
- GB/T 50218 工程岩体分级标准
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- JTG 2120 公路工程结构可靠性设计统一标准
- JTG 5110 公路养护技术标准
- JTG 5150 公路路基养护技术规范
- JTG 5210 公路技术状况评定标准
- JTG C20 公路工程地质勘察规范
- JTG D30 公路路基设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**高边坡** high slope

指土质挖方边坡高度超过20米、岩质挖方边坡高度超过30米或填方边坡高度超过6米的边坡。

### 3.2

**边坡安全风险** slope safety risk

由致灾因素诱发边坡变形、失稳或破坏的可能性，与由此可能造成的人员伤亡、财产损失、环境破坏等不利后果的组合。

### 3.3

**边坡风险简评** preliminary risk assessment of slopes

基于日常巡查通过直观观察边坡及周边环境的异常特征，依据预设的简化评分规则快速累加得分，初步判定边坡是否存在安全隐患的快速筛查方法。

### 3.4

#### 全面风险评估 comprehensive risk assessment

通过系统性信息调查、多维度指标量化、风险指数计算与风险等级判定，全面识别边坡失稳风险、评估灾害影响程度，并提出风险防控对策的系统性、标准化评估过程。

### 3.5

#### 危险性因素 risk factors

可能诱发或导致边坡发生失稳破坏的内在因素和外部条件；分为岩土水文地质因素和工程结构养护因素。

### 3.6

#### 危害性因素 hazard factors

边坡灾害发生后，对公路本身、过往车辆及周边环境、设施可能造成的破坏或损失的因素；包括交通流量、坡脚距道路外边线距离、预计对路内设施危害程度和交通中断时间、可能破坏规模、周边设施重要程度和周边设施位置等。

### 3.7

#### 岩土水文地质因素 geotechnical hydrogeological factors

危险性因素中边坡固有的几何、岩土、水文地质因素；包括边坡断面几何尺寸、坡体岩土性质、边坡所在区域工程微地貌地质条件和气象水文条件。

### 3.8

#### 工程结构养护因素 engineering structure maintenance factors

危险性因素中与工程防护结构、养护和人工活动相关，随着荷载和环境作用动态变化因素；包括排水设施、防护工程、支挡结构、边坡破损病害情况及其他动态因素。

### 3.9

#### 二元介质边坡 dual-component slope

由土体与岩体两种物理力学性质差异显著的介质交替构成的边坡结构。

### 3.10

#### 指标体系法 index system method

通过构建多级指标体系，对各指标进行量化评分并计算风险指数，从而科学判定边坡风险等级的定量评估方法。

### 3.11

#### 主控因素法 main control factor method

通过识别边坡是否存在直接威胁安全稳定的关键风险信号，快速判定其风险等级的定性方法。

## 4 评估流程

### 4.1 一般规定

4.1.1 高边坡安全风险评估应遵循客观、科学、高效的原则，以简单、可靠、易操作的方式进行。

4.1.2 高边坡安全风险评估应分为边坡风险简评与全面风险评估。

4.1.3 全面风险评估的方法包括主控因素法与指标体系法。

4.1.4 高边坡安全风险评估的风险等级分为1类（低风险）、2类（较低风险）、3类（中风险）、4类（高风险）、5类（极高风险）五个级别。

4.1.5 高边坡安全风险评估工作宜与日常巡查、经常性检查、定期检查、稳定性监测等其他手段相结合，促进“全面评估、重点监测、预防为主、防治结合”的边坡预防性养护管理体系的建立。

4.2 评估流程

高边坡安全风险评估主要工作流程按图1进行。开展高边坡安全风险评估时应符合JTG 5150和JTG 5210的有关规定，并按照附录B的要求执行。

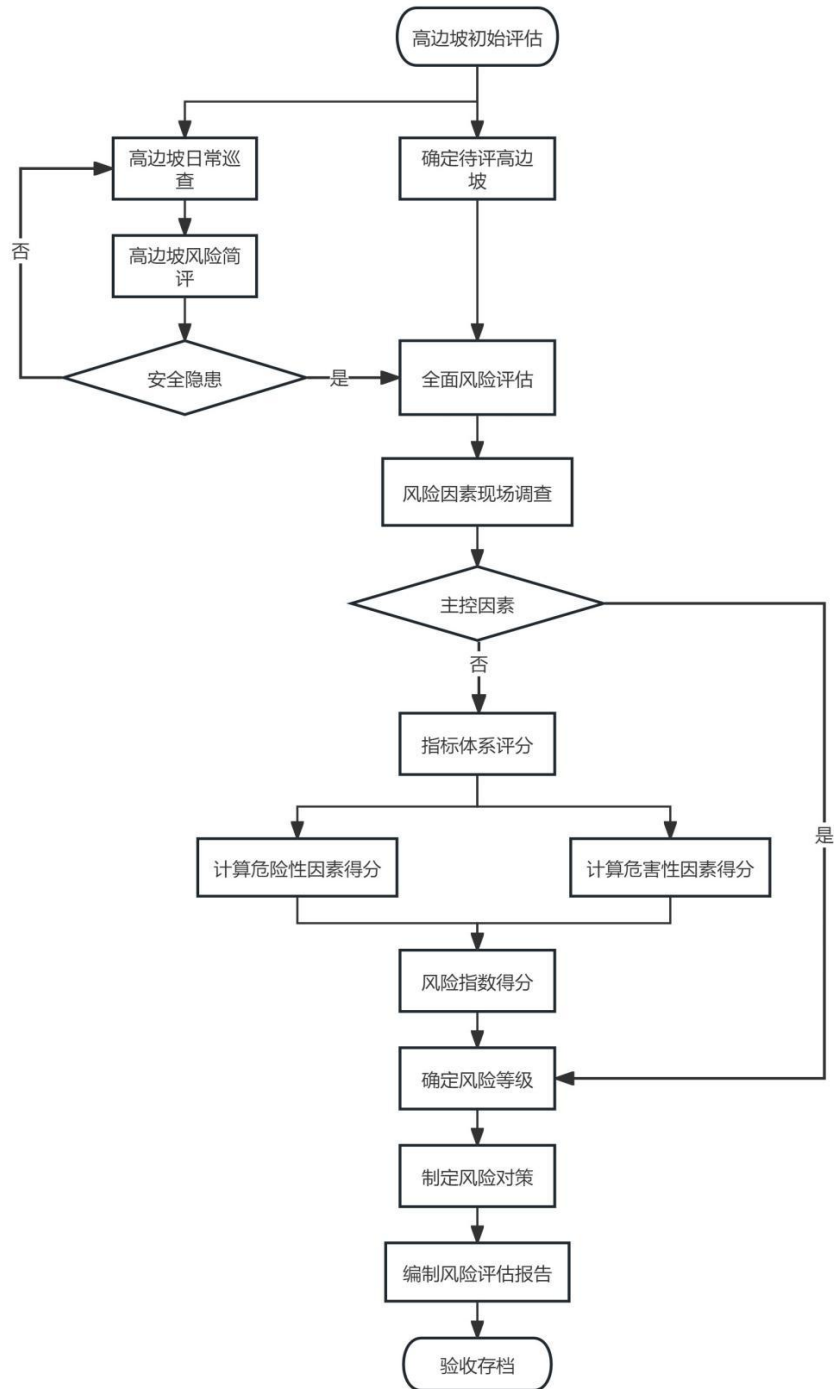


图 1 在役公路高边坡安全风险评估流程

### 4.3 评估周期

#### 4.3.1 初始评估

高边坡安全风险初始评估应采用全面风险评估按下列周期开展：

- a) 新建投入运营的边坡应进行一次初始风险评估。初始风险评估宜与交工验收同时进行，最迟不应超过交付使用后 1 年；
- b) 初始评估的结果作为边坡初始技术档案资料进行存档保存。

#### 4.3.2 风险简评

高边坡风险简评应按下列周期开展：

- a) 边坡风险简评应每年雨季前、后各开展一次评估；
- b) 发生大暴雨、特大暴雨或暴雪等极端气象事件后宜开展一次边坡风险简评；
- c) 管养单位日常巡查时，可利用边坡风险简评表进行评分，总评分 $\geq 20$ 或者存在关键项内容时边坡应及时开展全面风险评估；若该边坡本年度内已开展全面风险评估工作，应根据巡查时病害变化情况及时对评估数据进行动态更新。

#### 4.3.3 全面风险评估

全面风险评估应参考初始评估或上一周期的评估结果，按下列周期开展：

- a) 风险等级为 1 类（低风险）、2 类（较低风险）的高边坡，评估周期不应超过 3 年；风险等级为 3 类（中风险）、4 类（高风险）、5 类（极高风险）的高边坡宜每年雨季前开展评估；
- b) 巡查发现 3 类（中风险）、4 类（高风险）、5 类（极高风险）的高边坡出现新的病害或原病害发展变化明显或边坡水文地质环境发生重大改变时，应立即开展评估；
- c) 加固处治后的边坡应立即进行一次全面风险评估。

## 5 风险简评

### 5.1 一般规定

高边坡风险简评采取普查的方式开展，以人工调查为主，一般由管养单位专业工程师在边坡日常巡查过程中进行，初步筛查可能存在较高安全风险隐患的边坡。

### 5.2 评价方法

5.2.1 高边坡风险简评应按照表 1 所列调查对象进行，通过观察主观判断是否存在相应的调查内容情况，对存在的情况进行分值的累加，当边坡风险简评表总评分 $\geq 20$ 或者存在关键项内容时则可认为该边坡存在安全隐患，需重点关注并进行全面风险评估。

5.2.2 高边坡风险简评时存在下列情况之一，边坡应直接定为 5 类并启动应急预案。

- a) 坡体出现冲刷、落石、碎落、局部坍塌等危及桥梁、隧道安全；
- b) 坡体出现贯通滑动面，存在整体变形迹象；
- c) 坡体发生下滑、崩塌、坍塌等变形影响正常通行或威胁交通安全。

表 1 高边坡风险简评表

调查对象	调查内容	分值
排水系统	*边沟挤压变窄或破损	7

调查对象	调查内容	分值
	*截水沟沉陷坍塌	7
	跌水、急流槽开裂破损下滑	5
	水沟开裂	3
	水沟排水流量骤降	3
	水沟堵塞	1
防护支挡结构	*挡墙推移倾倒或开裂鼓胀	7
	*框架梁、骨架挤压开裂、断裂或位移变形	7
	框架梁、骨架脱空	3
	*锚杆（索）锚头蹦落	7
	*护面墙开裂鼓肚	7
	护面墙脱落	3
	*抗滑桩倾斜滑移	7
	抗滑桩开裂破损	5
	主动防护网破损	3
	喷射混凝土开裂剥落	3
坡体	*开裂（尤其挖方边坡坡顶存在张拉裂缝、填方边坡路面存在纵向裂缝）	7
	*坡脚隆起	7
	坡面冲刷形成冲沟	5
	坡面局部垮塌	5
	坡体存在孤石悬空分布（岩质）	5
	*坡脚存在落石（落石尺寸 $\geq 1\text{m}^3$ 且危及行车安全）	7
	坡脚存在落石（落石尺寸 $\geq 0.01-1.0\text{m}^3$ 或影响行车安全）	3
	坡脚存在落石（落石尺寸 $\geq 0.01\text{m}^3$ 且不影响行车安全）	1
坡面植被破坏导致坡体裸露	1	
其他	*边坡附近树木存在“醉汉林”现象	7
	*填方边坡硬路肩存在护栏纵向变形	7
注1：表中调查内容前带“*”项的为关键项。		

## 6 全面风险评估

### 6.1 现场调查

#### 6.1.1 一般规定

- 6.1.1.1 高边坡安全风险因素调查应包括基本信息、危险性因素、危害性因素等内容。
- 6.1.1.2 高边坡现场调查应遵循安全、客观、科学、高效的原则，注重作业安全，确保调查数据的有效性。
- 6.1.1.3 高边坡现场调查应遵循下列基本要求：
- a) 高边坡现场调查宜在雨季前完成；
  - b) 现场调查应由专业技术人员组成调查组，以人工调查为主必要时结合无人机倾斜摄影和 InSAR 地灾调查等手段；
  - c) 现场调查应由整体到局部、宏观到微观，点、线、面相结合，整体掌握坡体结构、构造和稳定性；
  - d) 应对边坡坡顶、坡面及周边进行全面调查，量测和记录已有和潜在的病害类型、位置及范围，尤其重视坡顶形态及病害调查，调查坡顶有无孤石、危岩、张拉裂缝、土层裂缝等；
  - e) 应详细收集边坡的勘察、设计、施工、监理、养护、监测、加固等技术资料，并通过座谈走访的方式向周边群众和养护管理人员了解记录边坡历史变形和地质灾害等相关情况；
  - f) 应对边坡的排水设施、防护工程、支挡结构的变形和裂缝进行测量；
  - g) 对二元介质边坡破坏类型，除应调查岩土接触面处的变形破坏特征外，还应调查土层变形特征。
- 6.1.1.4 高边坡调查的范围宜包括坡面区域和坡体外围可能对边坡稳定性有潜在危险性和危害性影响的区域，宜按下列原则确定：
- a) 边坡调查范围宜根据边坡可能发生的滑坡、崩塌、落石等失稳破坏类型及其灾害特征要素确定；
  - b) 沿边坡走向宜以两侧自然冲沟为界；垂直边坡走向宜以影响边坡稳定的范围为界，坡顶以下范围不宜小于 2 倍坡高；
  - c) 对可能沿岩土界面滑动的填方边坡、土质挖方边坡、二元介质边坡，前缘应大于可能的剪出口位置，后部应大于可能滑动的后缘边界；
  - d) 外倾结构面控制的岩质挖方边坡和二元介质边坡的调查范围宜根据组成边坡的岩土性质及可能的破坏模式及可能失稳最大深度所牵涉的范围确定。
- 6.1.1.5 开展在役公路高边坡安全风险评估的现场调查工作，应符合 JTG 5150 和 JTG 5210 的规定，并按附录 B 和附录 C 的要求将调查结果填入表格。
- 6.1.1.6 高边坡调查成果应建档，调查的数据表格、原始图像及结果数据应进行完整保存；建档宜采用智能信息化载体，便于掌握边坡风险因素的动态变化情况，判断边坡地质灾害发生发展趋势。

## 6.1.2 基本信息

高边坡基本信息调查应包括下列内容：

- a) 边坡的位置，包括线路编号及名称、方向、起讫桩号、距道路外边线距离等；
- b) 边坡的类型、坡率、坡高、各坡段的分级高度等；
- c) 道路技术等级、交通流量等。

## 6.1.3 危险性因素

### 6.1.3.1 岩土水文地质因素

#### 6.1.3.1.1 边坡类型

根据坡体物质组成及边坡挖方填方类型，分为土质挖方边坡、岩质挖方边坡、二元介质边坡、填方边坡，确定所检查评估边坡所属的具体类型。

#### 6.1.3.1.2 边坡断面几何特征

包括边坡的级数、分级高度、分级坡率及边坡最大高度。

#### 6.1.3.1.3 边坡岩土性质

包括边坡的具体岩土体组成类别、岩土的性质特性及状况。

#### 6.1.3.1.4 边坡所在区域工程微地貌地质条件

根据可能致灾类型分为：

- a) 崩塌、滑坡、沉陷与塌陷：边坡所处山体的最大相对高差、山体自然坡度、地质灾害易发分区；
- b) 泥石流：沟岸山坡坡度、主沟长度、地质灾害易发分区。

#### 6.1.3.1.5 边坡所处区域气象水文条件

边坡所处区域气象水文条件包括：

- a) 降雨等级：历史最高的日降雨量；
- b) 地表水活动：地表水排泄的通畅性；
- c) 地下水位：坡面是否有渗流痕迹，出现渗流的部位多少以及流量大小。

### 6.1.3.2 工程结构养护因素

#### 6.1.3.2.1 排水设施状况

调查是否设置了排水设施，数量是否充足，工作状况是否良好，是否有淤塞或破损情况，能否充分排出坡面及坡顶水。

#### 6.1.3.2.2 防护工程状况

坡面以及坡顶的护面覆盖情况，是否有损坏，以及损坏的类型、部位、面积及程度。

#### 6.1.3.2.3 支护结构状况

支挡结构与加固结构的工作状况，是否有损坏，以及损坏的类型、部位、面积及程度。

#### 6.1.3.2.4 坡体破损病害状况

坡体破损病害状况包括：

- a) 坡体病害历史：坡体以往发生失稳破坏是否有记录，观察坡脚是否有岩块和碎屑堆积判断以往是否可能有破坏发生；
- b) 坡体破损状况：对边坡变形进行量测，记录变形部位及特征，预估变形体规模及影响范围。

#### 6.1.3.2.5 其他动态因素

- a) 人为扰动：坡体受人为扰动造成荷载或水文地质情况发生改变；
- b) 浸水冲蚀：坡体周边水系对边坡影响情况。

### 6.1.4 危害性因素

6.1.4.1 危害性因素调查应包括对公路危害程度与对周边设施危害程度等内容。

6.1.4.2 对公路危害程度调查应包括下列内容：

- a) 边坡影响范围内的公路交通量大小，边坡坡脚距道路外边线距离；
- b) 可能的破坏规模；
- c) 路面、桥梁、隧道、涵洞、通道、交安设施、附属设施等路内设施情况；
- d) 边坡病害、失稳或灾害发生后预计中断交通时间、预计路内设施修复时间等。

6.1.4.3 对周边设施危害程度调查包括边坡影响范围内的其他公路、地表建筑物、地下埋藏物、高压线、水利设施等路外设施情况及其安全等级、位置等内容。

## 6.2 评估指标体系

### 6.2.1 一般规定

6.2.1.1 在役公路高边坡安全风险危险性因素评估应在获得边坡基本信息、边坡岩土水文地质因素信息和边坡工程结构养护因素信息的基础上按填方边坡、土质挖方边坡、岩质挖方边坡分别进行，对于二元介质边坡，应按土质挖方边坡和岩质挖方边坡分别对应的三级指标评分，并计算二级指标评分值，取二者的大值作为评分值。

6.2.1.2 在役公路高边坡安全风险危害性指标评价分为对公路危害程度与对周边设施危害程度两项。

6.2.1.3 在役公路高边坡安全风险危险性因素、危害性因素评估宜采用指标体系法进行，其三级指标体系应符合表 2 的规定，各项指标最高分均为 100 分。

表 2 在役公路高边坡安全风险评估指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	
岩土水文地质因素 (A)	边坡断面几何尺寸 (A <sub>1</sub> )	边坡高度 (A <sub>11</sub> )、边坡坡度 (A <sub>12</sub> )	
	坡体岩土性质 (A <sub>2</sub> )	土质挖方边坡	土体类型 (A <sub>21</sub> )、土体密实程度与状态 (A <sub>22</sub> )
		岩质挖方边坡	岩性 (A <sub>21</sub> )、结构面结合程度 (A <sub>22</sub> )、结构面发育程度 (A <sub>23</sub> )、外倾结构面外倾角 (A <sub>24</sub> )、孤石或悬空岩块分布状况 (A <sub>25</sub> )
		填方边坡	坡体填料 (A <sub>21</sub> )、填挖交界面与坡向关系 (A <sub>22</sub> )、基底条件 (A <sub>23</sub> )、控制性层面 (A <sub>24</sub> )
	边坡所在区域工程微地貌地质条件 (A <sub>3</sub> )	可能致灾类型为崩塌、滑坡、沉陷与塌陷	山体最大相对高差 (A <sub>31</sub> )、山体自然坡度 (A <sub>32</sub> )、地质灾害易发分区 (A <sub>33</sub> )
		可能致灾类型为泥石流	沟岸山坡坡度 (A <sub>31</sub> )、主沟长度 (A <sub>32</sub> )、地质灾害易发分区 (A <sub>33</sub> )
边坡所在区域气象水文条件 (A <sub>4</sub> )	历史最高降雨等级 (A <sub>41</sub> )、地表水活动 (A <sub>42</sub> )、地下水活动 (A <sub>43</sub> )		
工程结构养护因素 (B)	排水设施状况 (B <sub>1</sub> )	地表排水设施 (B <sub>11</sub> )、地下排水设施 (B <sub>12</sub> )	
	防护工程状况 (B <sub>2</sub> )	生态防护 (B <sub>21</sub> )、工程防护 (B <sub>22</sub> )、柔性防护 (B <sub>23</sub> )	
	支挡结构状况 (B <sub>3</sub> )	挡土墙 (B <sub>31</sub> )、锚固结构 (B <sub>32</sub> )、抗滑桩 (B <sub>33</sub> )	
	边坡破损病害情况 (B <sub>4</sub> )	坡体病害历史 (B <sub>41</sub> )、坡体破损状况 (B <sub>42</sub> )	
	其他动态因素 (B <sub>5</sub> )	人为扰动 (B <sub>51</sub> )、浸水冲蚀 (B <sub>52</sub> )	
危害性因素 (C)	对公路危害程度 (C <sub>1</sub> )	交通流量 (C <sub>11</sub> )、坡脚距道路外边线距离 (C <sub>12</sub> )、预计对路内设施的危害程度 (C <sub>13</sub> )、预计中断交通时间 (C <sub>14</sub> )、可能的破坏规模 (C <sub>15</sub> )	
	对周边设施危害程度 (C <sub>2</sub> )	设施重要程度 (C <sub>21</sub> )、设施位置 (C <sub>22</sub> )	

### 6.2.2 危险性因素

#### 6.2.2.1 边坡断面几何特征

边坡断面几何特征根据边坡高度及边坡坡度（综合坡率），按表 3 确定指标评分值。边坡高度（ $A_{11}$ ）和边坡坡角（ $A_{12}$ ）根据JTG D30划分评分标准。

表 3 边坡断面几何特征指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明	
$(A_{11})$ 边坡高度H	土质挖方边坡	$H \leq 20$ m	20	边坡高度H应根据设计图纸或现场踏勘确定； 边坡由特殊土（指红粘土、红砂岩、膨胀土、软土等）组成时，评分在原基础上提高一级。
		$20 \text{ m} < H \leq 30$ m	40	
		$30 \text{ m} < H \leq 40$ m	60	
		$40 \text{ m} < H \leq 50$ m	80	
		$H > 50$ m	100	
	岩质挖方边坡	$H \leq 30$ m	20	
		$30 \text{ m} < H \leq 40$ m	40	
		$40 \text{ m} < H \leq 50$ m	60	
		$50 \text{ m} < H \leq 60$ m	80	
		$H > 60$ m	100	
	填方边坡	$H \leq 6$ m	20	
		$6 \text{ m} < H \leq 10$ m	40	
		$10 \text{ m} < H \leq 20$ m	60	
		$20 \text{ m} < H \leq 40$ m	80	
		$H > 40$ m	100	
$(A_{12})$ 边坡坡度 $\theta$	土质挖方边坡	$\theta \leq 26.7^\circ$	20	综合坡率 $m \leq 1:2.0$
		$26.7^\circ < \theta \leq 33.7^\circ$	40	$1:2.0 < m \leq 1:1.5$
		$33.7^\circ < \theta \leq 45.0^\circ$	60	$1:1.5 < m \leq 1:1.0$
		$45.0^\circ < \theta \leq 53.1^\circ$	80	$1:1.0 < m \leq 1:0.75$
		$\theta > 53.1^\circ$	100	$1:0.75 < m$
	岩质挖方边坡	$\theta \leq 45.0^\circ$	20	综合坡率 $m \leq 1:1.0$
		$45.0^\circ < \theta \leq 53.1^\circ$	40	$1:1.0 < m \leq 1:0.75$
		$53.1^\circ < \theta \leq 63.4^\circ$	60	$1:0.75 < m \leq 1:0.5$
		$63.4^\circ < \theta \leq 73.3^\circ$	80	$1:0.5 < m \leq 1:0.3$
		$\theta > 73.3^\circ$	100	$1:0.3 < m$
	填方边坡	$\theta \leq 21.8^\circ$	20	综合坡率 $m \leq 1:2.5$
		$21.8^\circ < \theta \leq 26.6^\circ$	40	$1:2.5 < m \leq 1:2.0$
		$26.6^\circ < \theta \leq 29.7^\circ$	60	$1:2.0 < m \leq 1:1.75$
		$29.7^\circ < \theta \leq 33.7^\circ$	80	$1:1.75 < m \leq 1:1.5$
		$\theta > 33.7^\circ$	100	$1:1.5 < m$

### 6.2.2.2 坡体岩土性质

6.2.2.2.1 根据边坡形态和岩土类型分为土质挖方边坡、岩质挖方边坡、填方边坡。

6.2.2.2.2 土质挖方边坡根据土体类型、土体密实程度与状态，按表 4 确定指标评分值。土质挖方边坡的指标根据 GB 50021 和 JTG C20 划分评分标准。

表4 土质挖方边坡岩土性质指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(A <sub>21</sub> ) 土体类型	碎石土	20	1) 边坡主要土体按颗粒组成分类取值; 2) 特殊土指红粘土、红砂岩、膨胀土、软土等工程地质性质比较特殊的土。
	砂土	40	
	粉土	60	
	黏性土	80	
	不良特殊土	100	
(A <sub>22</sub> ) 土体密实程度与状态	密实	25	1) 粉土密实程度分为密实(25)、中密(50)和稍密(75)三类; 2) 黏性土状态分为坚硬(25)、硬塑(50)、可塑(75)和软塑(100)四类。
	中密	50	
	稍密	75	
	松散	100	

6.2.2.2.3 岩质挖方边坡根据岩性、结构面结合程度、结构面发育程度、外倾结构面倾角、孤石或悬空岩块分布状况，按表 5 确定指标评分值。岩质挖方边坡指标根据 GB 50021、GB/T 50218 和 JTG C20 划分评分标准。

表5 岩质挖方边坡岩土性质指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(A <sub>21</sub> ) 岩性	坚硬岩	20	根据岩石的坚硬程度分级取值
	较坚硬岩	40	
	较软岩	60	
	软岩	80	
	极软岩	100	
(A <sub>22</sub> ) 结构面结合程度	好	25	应仔细检查不连续面的粗糙程度和填充物以辨别其真实情况
	一般	50	
	差	75	
	很差	100	
(A <sub>23</sub> ) 结构面发育程度	结构面1~2组，平均间距>1m，呈整体或巨厚层状结构	20	根据不连续面在岩石面暴露的长度来评价
	结构面1~3组，平均间距1~0.4m，呈块状或巨厚层状结构	40	
	结构面≥3组，平均间距1~0.2m，呈裂隙块状或中厚层状，镶嵌碎裂、薄层状结构	60	
	结构面≥3组，平均间距0.4~0.2m，呈裂隙块状或碎裂结构	80	
	结构面发育密集无序，岩体呈松散体状结构	100	
(A <sub>24</sub> ) 外倾结构面倾角	近水平(0°~5°)或内倾	25	-
	>76.0°或<26.6°	50	
	26.6°~76.0°	100	
(A <sub>25</sub> ) 孤石或悬空岩块分布状况	没有表面松动的迹象	25	-
	局部表面松动或有小的悬空岩块(0.01m <sup>3</sup> <体积<1m <sup>3</sup> )	50	
	边坡上有多处表面松动和小的悬空岩块	75	
	沿坡顶出现张拉裂缝	100	

6.2.2.2.4 填方边坡根据坡体填料、填挖交界面与坡向关系、基底条件、控制性层面，按表 6 确定指标评分值。填方边坡指标根据 GB/T 50145 和 JTG D30 划分评分标准。

表 6 填方边坡岩土性质指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(A <sub>21</sub> ) 坡体填料	巨粒土	33	根据边坡主要填料分类进行取值
	粗粒土	67	
	细粒土	100	
(A <sub>22</sub> ) 填挖交界面与坡向关系	反坡	25	根据填方边坡回填交界面或岩土接触面走向与坡向之间的关系取值
	近水平 (0° ~ 11.3°)	50	
	缓坡 (11.3° ≤ 交界面坡度 ≤ 21.8°)	75	
	陡坡 (交界面坡度 > 21.8°)	100	
(A <sub>23</sub> ) 基底条件	硬质岩	33	根据填方边坡初始地基条件取值
	软质岩	67	
	土层	100	
(A <sub>24</sub> ) 控制性层面	无外倾结构面或软弱层	50	根据填方边坡控制性层面性质取值
	有外倾结构面或软弱层	100	

## 6.2.2.3 边坡所在区域工程微地貌地质条件

边坡所在区域工程微地貌地质条件根据致灾类型的不同进行划分。可能致灾类型为崩塌、滑坡、沉陷与塌陷时，调查山体最大相对高差、山体自然坡度、地质灾害易发分区；可能致灾类型为泥石流时，调查沟岸山坡坡度、主沟长度、地质灾害易发分区，按表 7 确定指标评分值。地质灾害易发分区根据国土资源单位或部门发布最新的湖南省地质灾害易发分区划分评分标准，可参考附录D。

表 7 边坡所在区域工程微地貌地质条件指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明	
可能致灾类型为崩塌、滑坡、沉陷与塌陷	(A <sub>31</sub> ) 山体最大相对高差 (ΔH)	ΔH ≤ 50 m	20	山体最大相对高差指边坡所处山体的山顶至山脚（或谷底）的最大高差
		50 m < ΔH ≤ 100 m	40	
		100 m < ΔH ≤ 200 m	60	
		200 m < ΔH ≤ 300 m	80	
		ΔH > 300 m	100	
	(A <sub>32</sub> ) 山体自然坡度 (β)	β ≤ 5°	20	山体自然坡度指坡体调查范围内填挖前的自然山体最大综合坡度对应的角度
		5° < β ≤ 15°	40	
		15° < β ≤ 35°	60	
		35° < β ≤ 55°	80	
		β > 55°	100	
	(A <sub>33</sub> ) 地质灾害易发分区	地质灾害不易发区	25	-
		地质灾害低易发区	50	
		地质灾害中易发区	75	
地质灾害高易发区		100		
可能致灾类型为泥石流	沟岸山坡坡度 (A <sub>31</sub> )	< 15°	25	沟岸山坡坡度指具备泥石流孕灾条件的山体坡度的平均角度
		15° ~ 25°	50	
		25° ~ 32°	75	
		> 32°	100	

因素		分类标准和描述	评分	说明
	主沟长度 (A <sub>32</sub> )	<1 km	25	主沟长度指具备泥石流孕灾条件及泥石流可能经过的主沟的长度
		1 km~5 km	50	
		5 km~10 km	75	
		>10 km	100	
	(A <sub>33</sub> ) 地质灾害易发分区	地质灾害不易发区	25	
		地质灾害低易发区	50	
		地质灾害中易发区	75	
		地质灾害高易发区	100	

#### 6.2.2.4 边坡所处区域气象水文条件

边坡所在区域气象水文条件根据历史最高降雨等级、地表水活动、地下水活动，按表 8 确定指标评分值。历史最高降雨等级根据GB/T 28592的24h降雨量等级划分评分标准。

表 8 边坡所处区域气象水文条件指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(A <sub>41</sub> ) 历史最高降雨等级	$Q_d \leq 24.9$ mm/d	20	小雨、中雨
	$25 \leq Q_d \leq 49.9$ mm/d	40	大雨
	$50 \leq Q_d \leq 99.9$ mm/d	60	暴雨
	$100 \leq Q_d \leq 249.9$ mm/d	80	大暴雨
	$Q_d \geq 250$ mm/d	100	特大暴雨
(A <sub>42</sub> ) 地表水活动	排泄通畅	25	无任何淤积
	排泄较通畅	50	存在小部分淤积
	排泄较不通畅	75	存在大范围淤积
	排泄不畅	100	无法排泄地表水
(A <sub>43</sub> ) 地下水活动	在坡面没有渗流痕迹	25	根据现场调查地下水露出情况取值
	在坡面有不连续渗流	50	
	在坡面多处有不连续渗流或单一渗流点有点滴到淋雨状出水，单位出水量 < 10L/min。	75	
	多个岩石不连续面中有淋雨状至涌流状出水，单位水量 > 10 L/min	100	

#### 6.2.2.5 排水设施状况

排水设施状况根据地表排水设施、地下排水设施，按表 9 确定指标评分值。排水设施状况根据JTG 5150和JTG 5210排水设施病害类型划分评分标准。

表 9 排水设施状况指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(B <sub>11</sub> ) 地表排水设施	齐全且无病害，功能完善，排水通畅	20	
	基本齐全，无结构性病害，部分截面存在垃圾或杂物	40	
(B <sub>12</sub> ) 地下排水设施	少部分排水截面存在堵塞等情况	60	
	缺少与外部排水系统连通的关键性排水设施，或存在轻微破	80	

因素	分类标准和描述	评分	说明
	损、裂缝、表面剥落等病害，功能受影响		
	需要但缺失或大范围损坏，几乎丧失防排水功能，与外部排水系统不连通	100	
<p>注2：对于指标的各个分项工程，应分别进行评分，取其中最大值作为评分</p> <p>注3：排水设施主要包括下列分项工程：</p> <p>1) 地表排水设施：边沟、截水沟、排水沟、急流槽与跌水、蒸发池等</p> <p>2) 地下排水设施：泄水孔、仰斜排水孔、渗井、排水隧洞、盲沟（渗沟）、集水井等</p>			

### 6.2.2.6 防护工程状况

边坡防护工程状况根据生态防护、工程防护、柔性防护，按表 10确定指标评分值。防护工程状况根据JTG 5150和JTG 5210防护工程病害类型划分评分标准。

表 10 边坡防护工程状况指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	备注
(B <sub>21</sub> ) 生态防护	生态防护齐全，坡面无明显冲刷	25	-
	坡面出现了最大深度小于20 cm的冲沟	50	
	设施不足或坡面出现了最大深度20 cm~50 cm的冲沟	75	
	已基本丧失功能，坡面出现最大深度大于50 cm的冲沟	100	
(B <sub>22</sub> ) 工程防护	工程防护设施齐全，设施完好无损坏	25	-
	存在轻微破损，裂缝、表面剥落等病害，防护功能稍受影响	50	
	存在掏空、脱落、贯穿裂缝、鼓胀或下沉等结构性病害，防护功能受到较大影响	75	
	工程防护设施大面积损坏，已基本丧失防护功能	100	
(B <sub>23</sub> ) 柔性防护	柔性防护设施齐全，设施完好无损坏	25	-
	存在轻微破损、锈蚀、断丝、脱丝等病害，防护功能稍受影响	50	
	存在紧固件脱落、环链破断、支撑绳断裂、无法形成固定连接等结构性病害，防护功能受到较大影响	75	
	柔性防护设施大面积损坏，已基本丧失防护功能	100	
<p>注1：采用多种防护方式的边坡工程，应分别进行评分，取其中最大值作为评分值</p> <p>注2：防护工程主要包括下列分项工程：</p> <p>1) 生态防护：植草、客土喷播、铺草皮、种植灌木、喷混植生等</p> <p>2) 工程防护：喷护、挂网喷护、干砌片石护坡、浆砌片石护坡、砌块护坡、骨架护坡、混凝土护坡、护面墙、石笼、抛石、护坦、排桩、导流建筑物（丁坝、顺坝）等</p> <p>3) 柔性防护：主动防护网、被动防护网等</p>			

### 6.2.2.7 支挡结构状况

边坡支挡结构状况根据挡土墙、锚固结构、抗滑桩等结构状况，按表 11确定指标评分值。支挡结构状况根据JTG 5150和JTG 5210支挡结构病害类型划分评分标准。

表 11 边坡支挡结构状况指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	备注
(B <sub>31</sub> ) 挡土墙	完好, 无明显损坏	33	出现整体开裂、鼓肚、倾斜、滑移、倒塌、基础掏空, 已基本丧失支挡功能时触发主控因素法
	勾缝损坏、沉降缝损坏、表面破损、坡面渗水、泄水孔堵塞、钢筋外露和锈蚀等表观性破损	67	
	局部基础掏空、墙体脱落、轻度裂缝、下沉等结构性损坏	100	
(B <sub>32</sub> ) 锚固结构	完好, 无明显破损	33	出现锚杆(索)严重损坏、断裂、内锚固段失效滑移, 地梁或框架梁脱空、断裂, 已基本丧失支挡功能时触发主控因素法
	锚头锈蚀、封锚混凝土破坏等表观性损坏	67	
	地梁或框架梁裂缝、锚杆(索)部分损坏等结构性损坏	100	
(B <sub>33</sub> ) 抗滑桩	完好, 无明显损坏	33	出现混凝土或钢筋拉断、剪断、折断, 侧向稳定性不足, 整体倾斜、滑移, 已基本丧失支挡功能时触发主控因素法
	蜂窝、麻面、露筋等表观性破坏	67	
	裂缝、局部倾斜、混凝土局部压溃造成钢筋保护层剥落等结构性损坏	100	
<p>注1: 对于指标的各个分项工程, 应分别进行评分, 取其中最大值作为评分</p> <p>注2: 支挡结构主要包括下列分项工程:</p> <p>1) 挡土墙: 重力式挡土墙、石笼式挡土墙、悬臂式挡土墙、扶壁式挡土墙、锚杆挡土墙、锚定板挡土墙、加筋土挡土墙、桩板式挡土墙等</p> <p>2) 锚固结构: 锚杆(索)、锚杆(索)框架梁等</p>			

#### 6.2.2.8 坡体破损病害状况

坡体破损病害状况根据坡体病害历史、坡体破损状况, 按表 12 确认坡体破损病害状况指标评分值。坡体病害历史和坡体破损状况分别根据 JTG 5150 边坡病害类型和 JTG 5210 边坡当前发生的破损状况划分评分标准。

表 12 坡体破损病害指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	备注
(B <sub>41</sub> ) 坡体病害历史	无以往破坏的记录或可观察到的破坏证据	25	-
	观察到以往可能有破坏发生 (岩块和碎屑堆积在坡脚、坡顶坡脚处结构物或路面有破坏迹象)	50	
	有记录的以往发生破坏 (体积 < 50 m <sup>3</sup> )	75	
	有记录的以往发生破坏 (体积 > 50 m <sup>3</sup> )	100	
(B <sub>42</sub> ) 坡体破	无破损: 坡体完好, 无开裂、破损、冲沟等病害	25	出现贯通滑动

因素	分类标准和描述	评分	备注
损状况	轻微破损：坡体偶有开裂、局部位置有小面积冲沟	50	面、后缘出现阶坎、坡脚鼓胀伴放射状裂缝，已存在整体变形时触发主控因素法
	中等破损：坡体局部垮塌、表面土体浅层溜塌、冲沟较多等	75	
	严重破损：坡顶出现张拉裂缝，两侧出现剪切裂缝，坡脚有泉水溢出或轻度隆起等	100	
注1：应注意（B <sub>42</sub> ）坡体破损状况并不包括有即时危险的非常严重的破损或变形；对于非常严重的破损或变形，应立即采取紧急的加固工程。			

### 6.2.2.9 其他动态因素

其他动态因素包括人为扰动、浸水冲蚀，按表 13 确认指标评分值。

表 13 其他动态因素指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(B <sub>51</sub> ) 人为扰动	边坡上无不合理的人工活动负面影响	33	-
	边坡上有少量人工活动负面影响	67	
	边坡上有大量不合理的人工活动负面影响	100	
(B <sub>52</sub> ) 浸水冲蚀	无	33	-
	坡体受水塘、水库、湖泊等水体浸泡	67	
	坡体受天然沟渠、溪流、江河等水流冲刷、淘刷	100	

### 6.2.3 危害性因素

#### 6.2.3.1 对公路危害程度

对公路危害程度指标根据交通流量、坡脚距道路外边线距离、预计对路内设施的危害程度、预计中断交通时间、可能的破坏规模、预估经济损失，按表 14 确认边坡灾害对公路危害程度指标评分值。

表 14 对公路危害程度指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(C <sub>11</sub> ) 交通流量	车流量 < 2000 辆/日	25	一般对应四级公路
	2000 辆/日 < 车流量 < 5000 辆/日	50	一般对应三级公路
	5000 辆/日 < 车流量 < 15000 辆/日	75	一般对应二级公路
	车流量 ≥ 15000 辆/日	100	一般对应高速公路、一级公路
(C <sub>12</sub> ) 坡脚距道路外边线距离	10 m 以上	25	-
	5 m ~ 10 m	50	
	2 m ~ 5 m	75	
	2 m 以内	100	
(C <sub>13</sub> ) 预计对路内设施的危害程度	轻微	25	路内设施仅受到很小的影响或间接地受到影响，不影响使用
	一般	50	路内设施遭到一些破坏或功能受到一些影响，及时修复后仍能使用

因素	分类标准和描述	评分	说明
	较严重	75	失稳事故发生后,路内设施遭到较大破坏或功能受到较大影响,需要进行专门的加固治理后才能投入正常运营
	严重	100	失稳事故发生后,路内设施完全破坏或功能完全丧失
(C <sub>14</sub> ) 预计中断交通时间	未造成中断	25	-
	6 h~24 h	50	
	24 h~48 h	75	
	48 h以上	100	
(C <sub>15</sub> ) 可能的破坏规模	单个破坏体 (体积<5 m <sup>3</sup> )	25	-
	小 (5 m <sup>3</sup> ≤体积<50 m <sup>3</sup> )	50	
	中 (50 m <sup>3</sup> ≤体积<500 m <sup>3</sup> )	75	
	大 (体积≥500 m <sup>3</sup> )	100	
注1:路内设施是指沿线纵向两侧2.0倍坡高范围内的路面、涵洞、通道、交安设施、附属设施等,其中桥梁及隧道处边坡的预计对路内设施的危害程度(C <sub>13</sub> )取100分。			

### 6.2.3.2 对周边设施危害程度

对周边设施危害程度指标根据设施重要程度、设施位置,按表 15确认边坡灾害对公路危害程度指标评分值。设施重要程度根据GB 50068和JTG 2120结构物安全等级划分评分标准。

表 15 对周边设施危害程度指标评分值

因素	分类标准和描述	评分	说明
(C <sub>21</sub> ) 设施重要程度	无建筑物和设施	25	根据建筑结构的破坏后果,即危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等的严重程度确定
	次要建筑物和设施	50	
	一般建筑物和设施	75	
	重要建筑物和设施	100	
(C <sub>22</sub> ) 设施位置	设施位于下述范围外	25	-
	坡顶以内1.5倍坡高,路基下方2.0倍坡高范围内	50	
	坡顶以内1.0倍坡高,路基下方1.5倍坡高范围内	75	
	坡顶以内0.5倍坡高,路基下方1.0倍坡高范围内	100	
注1:周边设施包括其他公路、地表建筑物、地下埋藏物、高压线、水利设施等路外设施。			

## 6.3 风险评估与对策

### 6.3.1 一般规定

6.3.1.1 在役公路高边坡安全风险评估时,依据主控因素法可判定风险等级,则不再进行指标体系法评分。

6.3.1.2 对于排水设施状况、防护工程状况、支挡结构状况 3 个工程结构养护因素指标,仅对待评边坡既有的相关设施和结构物进行评分。二级指标的权重根据既有二级指标的不同组合,取不同的权重组合;既有三级指标的权重计算,将缺失指标的权重值按照既有指标权重在全部既有指标权重中所占比例进行分配确定。

### 6.3.2 主控因素法

在进行高边坡安全风险评估时，有下列情况之一采用主控因素法，高边坡应直接评为5类（极高风险）。

- a) 坡体出现冲刷、落石、碎落、局部坍塌等危及桥梁、隧道安全；
- b) 坡体出现贯通滑动面，存在整体变形迹象；
- c) 坡体发生下滑、崩塌、坍塌等变形影响正常通行或威胁交通安全；
- d) 对于支挡结构：
  - 1) 挡土墙出现整体开裂、鼓肚、倾斜、滑移、倒塌、基础掏空等；
  - 2) 锚固结构出现锚杆（索）严重损坏、断裂、内锚固段失效滑移，地梁或框架梁脱空、断裂等；
  - 3) 抗滑桩出现混凝土或钢筋拉断、剪断、折断，侧向稳定性不足，整体倾斜、滑移等。

### 6.3.3 指标体系法

6.3.3.1 指标体系法将边坡安全风险指标分为三级指标体系，采用权重系数对各评估指标重要性进行区分。权重系数宜综合运用多种方法进行确定，本规程采用专家经验法结合重要性排序法确定。

6.3.3.2 三级指标权重系数采用专家经验法确定，可参考表 16 选取，根据实际情况进行调整。

表 16 三级指标权重系数取值

二级指标	三级指标		二级指标	三级指标	
	指标	权重系数		指标	权重系数
边坡断面几何尺寸 (A1)	边坡高度 (A11)	0.50	排水设施状况 (B1)	地表排水设施 (B11)	0.50
	边坡坡度 (A12)	0.50		地下排水设施 (B12)	0.50
坡体岩土性质 (A2) 土质挖方边坡	土体类型 (A21)	0.50	防护工程状况 (B2)	生态防护 (B21)	0.33
	土体密实程度与状态 (A22)	0.50		工程防护 (B22)	0.34
坡体岩土性质 (A2) 岩质挖方边坡	岩性 (A21)	0.15		柔性防护 (B23)	0.33
	结构面结合程度 (A22)	0.20	支挡结构状况 (B3)	挡土墙 (B31)	0.34
	结构面发育程度 (A23)	0.20		锚固结构 (B32)	0.33
	外倾结构面外倾角 (A24)	0.30		抗滑桩 (B33)	0.33
坡体岩土性质 (A2) 填方边坡	孤石或悬空岩块分布状况 (A25)	0.15	边坡破损病害情况 (B4)	坡体病害历史 (B41)	0.10
	坡体填料 (A21)	0.50		坡体破损状况 (B42)	0.90
	填挖交界面与坡向关系 (A22)	0.20	其他动态因素 (B5)	人为扰动 (B51)	0.40
	基底条件 (A23)	0.15		浸水冲蚀 (B52)	0.60
	控制性层面	0.15	对公路危害程度	交通流量 (C11)	0.36

二级指标	三级指标		二级指标	三级指标	
	指标	权重系数		指标	权重系数
	(A24)		(C1)		
工程微地貌地质条件 (A3) (崩塌、滑坡、沉陷与塌陷)	山体最大相对高差 (A31)	0.20		坡脚距道路外边线距离 (C12)	0.04
	山体自然坡度 (A32)	0.50		预计对路内设施的危害程度 (C13)	0.28
	地质灾害易发分区 (A33)	0.30		预计中断交通时间 (C14)	0.20
工程微地貌地质条件 (A3) (泥石流)	沟岸山坡坡度 (A31)	0.30	对周边设施危害程度 (C2)	可能的破坏规模 (C15)	0.12
	主沟长度 (A32)	0.20		设施重要程度 (C21)	0.50
	地质灾害易发分区 (A33)	0.50		设施位置 (C22)	0.50
边坡所在区域气象水文条件 (A4)	历史最高降雨等级 (A41)	0.50	-	-	-
	地表水活动 (A42)	0.20	-	-	-
	地下水活动 (A43)	0.30	-	-	-
注1: 当排水设施、防护工程和支挡结构状况二级指标项下的某项三级指标缺失时, 将缺失指标的权重值按照既有指标权重在全部既有指标权重中所占比例进行分配。					

6.3.3.3 一级、二级指标权重系数宜采用重要性排序法按式(1)确定, 10项以内可以根据表17权重系数速查表选用。

$$\gamma = \frac{2n-2m+1}{n^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $\gamma$  —— 权重系数;
- $n$  —— 评估指标(重要指标)项数;
- $m$  —— 指标重要性序号,  $m \leq n$ 。

表 17 评估指标权重系数  $\gamma$  速查表

评估指标项数 $n$	指标重要性序号 $m$										总权重
1	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
2	0.75	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
3	0.56	0.33	0.11	-	-	-	-	-	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
4	0.44	0.31	0.19	0.06	-	-	-	-	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
5	0.36	0.28	0.20	0.11	0.05	-	-	-	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
6	0.31	0.25	0.19	0.14	0.08	0.03	-	-	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
7	0.27	0.22	0.18	0.14	0.10	0.06	0.03	-	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
8	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11	0.08	0.05	0.02	-	-	$\Sigma\gamma = 1$
9	0.21	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.06	0.03	0.01	-	$\Sigma\gamma = 1$

评估指标项	指标重要性序号 <i>m</i>										总权重 $\sum \gamma = 1$
	10	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	

6.3.3.4 指标的重要性程度按照数字的增大而依次递减，一级指标宜按表 18 进行重要性排序，二级指标宜按表 19 进行重要性排序；存在特殊情况时，可根据实际情况进行调整。

表 18 一级指标重要性排序

一级指标	常规情况	当边坡处于桥侧或隧道口处	当边坡位于古滑坡路段
岩土水文地质因素 (A)	2	3	1
工程结构养护因素 (B)	1	2	2
危害性因素 (C)	3	1	3

表 19 二级指标重要性排序

一级指标	二级指标	土质挖方边坡	岩质挖方边坡	填方边坡
岩土水文地质因素 (A)	边坡断面几何尺寸 (A <sub>1</sub> )	1	2	4
	坡体岩土性质 (A <sub>2</sub> )	2	1	1
	边坡所在区域工程地质条件 (A <sub>3</sub> )	4	3	3
	边坡所在区域气象水文条件 (A <sub>4</sub> )	3	4	2
工程结构养护因素 (B)	排水设施状况 (B <sub>1</sub> )	3	4	4
	防护工程状况 (B <sub>2</sub> )	4	2	3
	支挡结构状况 (B <sub>3</sub> )	2	3	2
	边坡破损病害情况 (B <sub>4</sub> )	1	1	1
	其他动态因素 (B <sub>5</sub> )	5	5	5
危害性因素 (C)	对公路危害程度 (C <sub>1</sub> )	1	1	1
	对周边设施危害程度 (C <sub>2</sub> )	2	2	2

注1：当排水设施、防护工程和支挡结构状况中某项二级指标缺失时，可将缺失指标排除后剩余指标按原推荐顺序重新编号后计算指标权重。

### 6.3.4 风险指数计算

6.3.4.1 岩土水文地质因素、工程结构养护因素、危害性因素中各二级指标风险因素得分按式 (2) 计算。

$$X_i = \sum_{j=1}^l X_{ij} \times \gamma_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$X_i$  —— 各二级指标 ( $A_i$ ,  $B_i$ ,  $C_i$ ) 风险因素得分；

$X_{ij}$  —— 二级指标中各项三级指标因素评分；

$l$  —— 二级指标中三级指标因素个数；

$\gamma_{ij}$  —— 二级指标中各项三级指标因素权重系数，可按本规程6.3.3.2 条确定权重系数。

6.3.4.2 岩土水文地质因素 ( $W_A$ ) 指标得分按式 (3) 计算，工程结构养护因素 ( $W_B$ ) 指标得分按式 (4) 计算，危害性因素 ( $W_C$ ) 指标得分按式 (5) 计算。

$$W_A = \sum_{k=1}^4 A_k \times \gamma_k \dots\dots\dots (2)$$

$$W_B = \sum_{k=1}^5 B_k \times \gamma_k \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$W_C = \sum_{k=1}^2 C_k \times \gamma_k \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $A_k$  —— 岩土水文地质因素各二级指标得分；  
 $B_k$  —— 工程结构养护因素各二级指标得分；  
 $C_k$  —— 危害性因素各二级指标得分；  
 $\gamma_k$  —— 各项二级指标对应的权重系数，按本规程第6.3.3.4条确定重要性排序，宜按本规程6.3.3.3条确定权重系数。

6.3.4.3 边坡安全风险评估风险指数 ( $T_s$ ) 得分按式 (6) 计算。

$$T_s = W_A \times \gamma_A + W_B \times \gamma_B + W_C \times \gamma_C \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $\gamma_{A,B,C}$  —— 岩土水文地质因素、工程结构养护因素、危害性因素等一级指标对应的权重系数，宜按本规程第6.3.3.4条确定重要性排序，按本规程6.3.3.3条确定权重系数。

### 6.3.5 风险等级

高边坡安全风险等级分为1类（低风险）、2类（较低风险）、3类（中风险）、4类（高风险）、5类（极高风险）五个级别，按表 20进行划分。

表 20 在役公路高边坡安全风险评估安全等级划分标准

风险等级	1类	2类	3类	4类	5类
等级说明	低风险	较低风险	中风险	高风险	极高风险
风险指数	$T_s < 30$	$30 \leq T_s < 43$	$43 \leq T_s < 56$	$56 \leq T_s < 69$	$T_s \geq 69$

### 6.3.6 风险对策

6.3.6.1 对高速公路、一级公路高边坡，各类风险等级高边坡的风险对策，应符合下列规定：

- 1类（低风险）边坡：采取日常养护管理措施，进行日常巡查，采取目测、影像记录的手段进行持续关注；若低风险边坡危险性有持续增大趋势，则应及时进行记录和汇报；
- 2类（较低风险）边坡：加强养护管理，进行日常巡查，关注较低风险边坡的危险性变化情况，做好定期观察记录，包括边坡变化情况、致险指标变化情况；必要时进行预防性养护措施；
- 3类（中风险）：应加强监管并进行定期巡检，密切关注致险指标变化情况；宜增加监测措施，若已有边坡防护措施则需对边坡防护措施进行定期维护；若无防护措施则进一步研究是否需要采取预防性养护措施或维修加固处治措施；
- 4类（高风险）边坡：应加强管控和风险警示并开展重点巡查；宜组织专家或委托有资质的单位进行实地勘察和稳定性研究，实施维修加固处治和动态监测预警；
- 5类（极高风险）边坡：应启动应急预案，对边坡失稳影响区域内人员和设备进行疏散撤离，进行应急抢险，组织专家或委托有资质的单位进行实地勘察和稳定性研究，安排专项治理。

6.3.6.2 对二、三、四级公路上1-3类高边坡宜参考高速公路、一级公路的风险对策，对4类、5类高边坡可降低一级风险等级后参考高速公路、一级公路的风险对策。

6.3.6.3 针对高边坡相应的病害、失稳或灾害的养护处置措施，应符合JTG 5150的相关要求。

## 7 风险评估报告

### 7.1 一般规定

7.1.1 风险评估报告是边坡安全风险评估工作过程及成果记录，应反映评估过程的全部工作，包括记录表格、评估方法、评估结果、风险对策等内容。

7.1.2 风险评估报告应内容全面，文字简洁，数据完整，客观公正，提出的风险对策具有可操作性。

7.1.3 风险评估报告应采取统一的格式和内容要求，报告中相关调查和评估数据应由责任人签字，报告须由评估单位盖章。

7.1.4 风险评估报告宜以路段管理单位为单位，汇总成册并进行档案管理。

### 7.2 报告内容

风险评估报告应包括以下内容：

- a) 编制依据
  - 1) 主要文件；
  - 2) 相关的国家、地方和行业标准、规范、指南；
  - 3) 边坡勘察、设计、施工和养护历史资料；
  - 4) 现场调查资料。
- b) 风险评估概况
  - 1) 评估的目的、范围；
  - 2) 评估工作组织情况；
  - 3) 评估边坡区域概况：地形地貌、工程地质条件、气象水文条件、周边环境等；
  - 4) 风险评估综述：评估范围、边坡总数、评估结果统计等。
- c) 评估过程和方法
  - 1) 危险性因素评估，包括岩土水文地质因素指标评估和工程结构养护因素指标评估；
  - 2) 危害性因素评估；
  - 3) 风险评估结果。
- d) 风险对策及建议
- e) 附件
  - 1) 重点巡查高边坡清单；
  - 2) 预防性养护高边坡清单；
  - 3) 加固维修高边坡清单；
  - 4) 现场调查记录表，图片资料；
  - 5) 评估调查结果。

**附录 A**  
**(规范性)**  
**边坡破坏类型划分表**

破坏类型	变形破坏特征	破坏模式
落石	坡体上由于节理、风化等形成的小型岩石等分离体在重力、冰劈、根劈或其他外力的作用下从坡顶或坡面掉落的病害现象	坠落式 倾倒式 滑移式
碎落 (溜砂)	边坡表面的风化岩石，在水流或风力和重力作用下，呈片状或碎块状剥离母体、沿坡面滚落、堆积的现象	-
坡面流石流泥 (坡面溜塌)	坡面岩土体在坡面径流或暴流的冲刷下产生土石流失的现象(规模较大时可产生坡面泥石流)	-
崩塌	崩塌多发生在大于 $60^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$ 的边坡上。边坡上局部岩土体向临空方向拉裂、移动、倾倒、崩落，崩塌体的主要运动形式为自由坠落或沿坡面的跳跃、移动	坠落式 倾倒式 滑移式
坍塌	边坡在降雨或地下水等触发因素的作用下，由于坡率过陡，坡脚软化失去支撑，致使其上覆相应部分土层崩解、坍塌，并堆于坡脚的坡体病害现象	蠕滑-拉裂 滑移-拉裂
滑塌	坡面岩土体在饱水的状态下产生浅表层部分岩土整体坍塌滑动的坡体病害现象，大多因暴雨触发，呈流塑状	蠕滑-拉裂 滑移-拉裂
滑坡	在一定的地形条件下，由于外界条件的变化，各种自然或人为因素影响，破坏了岩土体的力学平衡，使山坡上的不稳定岩土体在重力作用下，沿着一定的软弱面（带）作整体的、缓慢的、间歇性的向下滑动的不良地质现象，具有蠕动变形、挤压、微动和滑动四个阶段，有时也具有高速急剧移动现象	蠕滑-拉裂 滑移-拉裂 滑移-压致拉裂 塑流-拉裂
错落	坡脚岩体破碎或岩质软弱，边坡的岩体沿陡倾结构面发生整体下坐(错)、位移	滑移-拉裂 滑移-压致拉裂
倾倒	具有层状反向结构的边坡，在重力作用下，其表部岩层向边坡下方发生弯曲倾倒	弯曲-拉裂
溃屈	岩层倾角与坡角大体一致的层状同向结构边坡，上部岩层沿软弱面蠕滑，下部岩层鼓起、弯折、剪断，岩层沿上部层面和下部剪切面滑动	滑移-弯曲

## 附录 B

### (规范性)

#### 在役公路高边坡安全风险评估操作细则

##### B.1 资料收集

B.1.1 高边坡检查前，应为每一处边坡建立档案。检查人员应从边坡管养护单位详细收集边坡的有关资料并为现场检查工作做好准备。应收集的资料主要包括：区域地质和水文资料、测量图等；边坡的调查、养护、检测和监测资料；边坡勘察资料、设计和施工文件；已有加固措施的勘察、设计和施工文件；辖区内地质灾害易发分区图。

##### B.2 边坡编号

B.2.1 检查人员对所检查的高边坡进行统一编号，编号一旦确定不能修改（编号前面部分为S+路线编号，后接边坡起始位置整数里程桩号，再加上其所处路线的位置字母，即左幅L、右幅R，最后部分为边坡的中部位置路元编号，例如编号为G60的路线上，处于路线右幅，起始里程桩号为K1289+465的边坡，其正中部的路元编号为124，则其边坡的编号为：SG60K1289R124）。

##### B.3 现场检查

现场调查严格按照本标准规定对各类高边坡进行全面调查，具体的工作要求如下：

###### B.3.1 全景调查：

- 1) 边坡位置：边坡的起终点里程桩号，所处位置为上行、下行。
- 2) 边坡几何特征：边坡分级、高度、坡度，要求每一级边坡的高度、坡度均要准确量测。
- 3) 边坡防护形式：一般主要的防护形式类型包括植物护坡、三维植草灌、挂网喷混、主动防护网、客土喷播、液压喷播、三维网、化学注浆、拱形骨架、方格骨架、菱形骨架、锚杆框架梁、浆砌片石护面墙或两种及两种以上防护形式同时存在，根据实际情况分级明确填写。加固支护措施包括挡土墙、抗滑桩、锚杆等，挡土墙应注明挡土墙结构形式、高度、长度、倾角；抗滑桩应注明类型、桩距布置。
- 4) 选择好的视角拍摄边坡全景影像，应尽量采用无人机拍摄，条件受限时宜在远离该边坡的高处拍摄。

###### B.3.2 边坡周边环境调查：

- 1) 距离公路车行路域越近，造成的后果越大。
- 2) 坡顶是否有高压电塔、移动信号塔等设施，边坡坡顶、坡脚是否有房屋建筑、天桥、跨线管涵等。
- 3) 坡顶后缘为反坡还是顺坡，重视对坡顶及坡顶后缘水系分布情况的调查，是否有水库、水田、溪流等分布，若水系丰富应调查边坡土体含水量及排水情况，若排水不畅通，坡体含水量大，应注意边坡稳定性。

###### B.3.3 边坡病害调查：

- 1) 检查每一级边坡表面排水沟、截水沟、坡面排水沟是否完好，有无开裂、破洞及断裂，可根据总体表面的排水设施的水体走势判断，开裂破损处汇水面积越大，则该处破损造成的损坏越大。
- 2) 检查每一级边坡的内部泄水孔工作是否正常，根据泄水孔是否有水迹、泄水孔是否有泥沙淤塞、甚至有植物长出，该情况下表面泄水孔淤塞，若土体含水量大，应重视。若泄

水孔排水浑浊，带出有泥土，该边坡虽暂时排水通畅，但说明其反滤层工作不正常，长期易堵塞泄水孔或者掏空边坡局部土体，易造成垮塌。

- 3) 检查每一级边坡的土体含水量，可通过坡面渗流情况初步判断，即坡面是否有渗流痕迹，出现渗流的部位多少以及流量大小，若无渗流，可利用工具取土样人工判定。
- 4) 检查每一级边坡的坡面防护结构是否完善，有无破损，断裂，普通的植被防护缺失、土体裸露及防护开裂损坏较小，若边坡整体发生推移造成的大面积的防护垮塌应重点关注。
- 5) 检查边坡加固结构是否完善，挡土墙重点调查是否有整体推移变形迹象，一是可从接缝位置看是否有鼓胀变形的迹象，二是观察坡脚挡土墙墙角下的边沟是否受到挤压推移破坏，盖板是否被顶起，距离公路较近的硬路肩是否被推顶起。边坡挡土墙的泄水孔参照边坡泄水孔方法调查。
- 6) 检查边坡是否存在孤石或悬空岩块，且看是否有松动迹象，若有松动，检查松动岩块的数量以及体积，结合坡体的几何特征来定义危害程度，松动易滚落的岩体越大，高度越高且坡度越陡，危害程度越大。
- 7) 结合管养单位历史资料，并根据边坡的防护形式新旧痕迹和坡脚堆积土体等判断边坡是否有历史垮塌，垮塌面积是否较大，若以往发生过大面积垮塌，说明该边坡稳定性较差。
- 8) 重视对坡顶及坡顶后缘情况的调查，要求每个高边坡必须踏勘其坡顶是否有位移变形迹象，不便攀爬的边坡应用无人机补充调查。
- 9) 遇到风险等级较高、地质情况较复杂、垮塌后将造成极严重的人员伤亡等后果的边坡，应做好详细记录及全景影像拍摄，并利用工具取内部土样，便于后续试验及建模计算稳定性判定。
- 10) 发现有影响行车的严重垮塌或有垮塌趋势等紧急情况时，应第一时间与管养单位沟通联系。

#### B.3.4 数据分析处理：

- 1) 严格按照规定的现场记录表进行记录，尤其对病害描述要具体专业，包括病害类型、性质、位置（包括具体病害的里程桩号范围、位于边坡的何处）、规模、严重程度及其发育历史情况，进行详细描述并画出草图，标明病害具体情况，同时做好影像采集工作。要求原始记录—边坡病害—具体照片均一一对应。
- 2) 当天现场调查结束后，要求当天晚上整理现场调查数据及影像资料，做好汇总核查工作，避免资料丢失。
- 3) 将当天调查发现的边坡问题及时上报，以书面形式整理出当日调查情况，与管养单位沟通并报送。
- 4) 待外业检查完毕后进行数据处理计算，数据应仔细核查，确保正确无误。

## 附录 C

(规范性)

在役公路高边坡安全风险现场调查记录表

1. 基本信息			
项目名称		现场评估日期	____年__月__日
路线编号及名称		边坡编号	
起点桩号	K____+____	终点桩号	K____+____
道路技术等级		边坡坡脚距行车道外边线距离	____m
交通流量		边坡位置	<input type="checkbox"/> 上行 <input type="checkbox"/> 下行
天气		气温	
2. 岩土水文地质因素			
分级坡高		分级坡率	
边坡类型	<input type="checkbox"/> 土质挖方 <input type="checkbox"/> 岩质挖方 <input type="checkbox"/> 二元介质挖方 <input type="checkbox"/> 填方边坡		
填方边坡	坡体填料	<input type="checkbox"/> 巨粒土 <input type="checkbox"/> 粗粒土 <input type="checkbox"/> 细粒土	
	填挖交界面与坡向关系	<input type="checkbox"/> 反坡 <input type="checkbox"/> 近水平( $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ) <input type="checkbox"/> 缓坡( $10^{\circ} \leq$ 交界面坡度 $\leq 20^{\circ}$ ) <input type="checkbox"/> 陡坡(交界面坡度 $> 20^{\circ}$ )	
	基底条件	<input type="checkbox"/> 硬质岩 <input type="checkbox"/> 软质岩 <input type="checkbox"/> 土层	
	控制性层面	<input type="checkbox"/> 无外倾结构面或软弱层 <input type="checkbox"/> 有外倾结构面或软弱层	
土质边坡	土体类型	<input type="checkbox"/> 碎石土 <input type="checkbox"/> 砂土 <input type="checkbox"/> 粉土 <input type="checkbox"/> 黏性土 <input type="checkbox"/> 不良特殊土	
	土体密实情况	<input type="checkbox"/> 密实 <input type="checkbox"/> 稍密实 <input type="checkbox"/> 稍松散 <input type="checkbox"/> 松散	
岩质边坡	岩性	<input type="checkbox"/> 硬岩 <input type="checkbox"/> 较硬岩 <input type="checkbox"/> 较软岩 <input type="checkbox"/> 软岩 <input type="checkbox"/> 极软岩	
	结构面结合程度	<input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 差 <input type="checkbox"/> 很差	
	结构面发育程度	<input type="checkbox"/> 结构面 1~2 组, 平均间距 $> 1\text{m}$ , 呈整体或巨厚层状结构	
		<input type="checkbox"/> 结构面 1~3 组, 平均间距 1~0.4m, 呈块状或巨厚层状结构	
		<input type="checkbox"/> 结构面 $\geq 3$ 组, 平均间距 1~0.2m, 呈裂隙块状或中厚层状, 镶嵌碎裂、薄层状结构	
		<input type="checkbox"/> 结构面 $\geq 3$ 组, 平均间距 0.4~0.2m, 呈裂隙块状或碎裂结构	
		<input type="checkbox"/> 结构面发育密集无序, 岩体呈松散体状结构	
外倾结构面倾角	<input type="checkbox"/> 近水平( $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ )或内倾 <input type="checkbox"/> $> 76.0^{\circ}$ 或 $< 26.6^{\circ}$ <input type="checkbox"/> $26.6^{\circ} \sim 76.0^{\circ}$ <input type="checkbox"/> 结构面无明显规律		
孤石或悬空岩块分布状况	<input type="checkbox"/> 没有表面松动的迹象 <input type="checkbox"/> 局部表面松动或有小的悬空岩块		
原山体最大高度	____m	原山体平均坡度	____度
沟岸山坡坡度	____度	主沟长度	____km

(泥石流选填)		(泥石流选填)	
历史最高降雨等级	<input type="checkbox"/> $Q_d < 25\text{mm}$ <input type="checkbox"/> $25 \leq Q_d < 50\text{mm}$ <input type="checkbox"/> $50 \leq Q_d < 100\text{mm}$ <input type="checkbox"/> $100 \leq Q_d < 200\text{mm}$ <input type="checkbox"/> $Q_d \geq 200\text{mm}$		
地质灾害易发分区	<input type="checkbox"/> 非易发区 <input type="checkbox"/> 低易发区 <input type="checkbox"/> 中易发区 <input type="checkbox"/> 高易发区		
地表水活动	<input type="checkbox"/> 排泄通畅 <input type="checkbox"/> 排泄较通畅 <input type="checkbox"/> 排泄较不畅通 <input type="checkbox"/> 排泄不畅		
地下水活动	<input type="checkbox"/> 在坡面没有渗流痕迹 <input type="checkbox"/> 在坡面有不连续渗流 <input type="checkbox"/> 在坡面多处有不连续渗流或单一渗流点有点滴到淋雨状出水，单位出水量 $< 10\text{L}/\text{min}$ <input type="checkbox"/> 多个岩石不连续面中有淋雨状至涌流状出水，单位水量 $> 10\text{L}/\text{min}$		
3. 工程结构养护因素			
地表排水设施	<input type="checkbox"/> 边沟 <input type="checkbox"/> 截水沟 <input type="checkbox"/> 排水沟 <input type="checkbox"/> 急流槽 <input type="checkbox"/> 跌水 <input type="checkbox"/> 蒸发池 <input type="checkbox"/> 其他_____	<input type="checkbox"/> 齐全且无病害，功能完善，排水通畅 <input type="checkbox"/> 基本齐全，无结构性病害，部分截面存在垃圾或杂物 <input type="checkbox"/> 少部分排水截面存在堵塞等情况 <input type="checkbox"/> 缺少与外部排水系统连通的关键性排水设施，或存在轻微破损、裂缝、表面剥落等病害，功能受影响 <input type="checkbox"/> 需要但缺失或大范围损坏，几乎丧失防排水功能，与外部排水系统不连通	
地下排水设施	<input type="checkbox"/> 泄水孔 <input type="checkbox"/> 仰斜排水孔 <input type="checkbox"/> 渗井 <input type="checkbox"/> 排水隧道 <input type="checkbox"/> 盲(渗)沟 <input type="checkbox"/> 集水井 <input type="checkbox"/> 其他_____	<input type="checkbox"/> 齐全且无病害，功能完善，排水通畅 <input type="checkbox"/> 基本齐全，无结构性病害，部分截面存在垃圾或杂物 <input type="checkbox"/> 少部分排水截面存在堵塞等情况 <input type="checkbox"/> 缺少与外部排水系统连通的关键性排水设施，或存在轻微破损、裂缝、表面剥落等病害，功能受影响 <input type="checkbox"/> 需要但缺失或大范围损坏，几乎丧失防排水功能，与外部排水系统不连通	
生态防护	<input type="checkbox"/> 植草 <input type="checkbox"/> 铺草皮 <input type="checkbox"/> 客土喷播 <input type="checkbox"/> 种植灌木 <input type="checkbox"/> 喷混植生 <input type="checkbox"/> 其他_____	<input type="checkbox"/> 生态防护齐全，坡面无明显冲刷 <input type="checkbox"/> 坡面出现了最大深度小于 20cm 的冲沟 <input type="checkbox"/> 设施不足或坡面出现了最大深度 20cm~50cm 的冲沟 <input type="checkbox"/> 已基本丧失功能，坡面出现最大深度大于 50cm 的冲沟	

工程防护	<input type="checkbox"/> 挂网喷护 <input type="checkbox"/> 骨架护坡 <input type="checkbox"/> 混凝土护坡 <input type="checkbox"/> 护面墙 <input type="checkbox"/> 其他_____	<input type="checkbox"/> 工程防护设施齐全，设施完好无损坏 <input type="checkbox"/> 存在轻微破损，裂缝、表面剥落等病害，防护功能稍受影响 <input type="checkbox"/> 存在掏空、脱落、贯穿裂缝、鼓胀或下沉等结构性病害，防护功能受到较大影响 <input type="checkbox"/> 工程防护设施大面积损坏，已基本丧失防护功能
柔性防护	<input type="checkbox"/> 主动防护网 <input type="checkbox"/> 被动防护网 <input type="checkbox"/> 其他_____	<input type="checkbox"/> 柔性防护设施齐全，设施完好无损坏 <input type="checkbox"/> 存在轻微破损、锈蚀、断丝、脱丝等病害，防护功能稍受影响 <input type="checkbox"/> 存在紧固件脱落、环链破断、支撑绳断裂、无法形成固定连接等结构性病害，防护功能受到较大影响 <input type="checkbox"/> 柔性防护设施或大面积损坏，已基本丧失防护功能
挡土墙	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 悬臂式 <input type="checkbox"/> 扶壁式 <input type="checkbox"/> 桩板式 <input type="checkbox"/> 其他_____	<input type="checkbox"/> 完好，无明显损坏 <input type="checkbox"/> 勾缝损坏、沉降缝损坏、表面破损、坡面渗水、泄水孔堵塞、钢筋外露和锈蚀等表现性破损 <input type="checkbox"/> 局部基础掏空、墙体脱落、轻度裂缝、鼓肚、下沉等结构性损坏 <input type="checkbox"/> 挡墙设施大面积损坏，已基本丧失支挡功能
锚固结构	<input type="checkbox"/> 锚杆（索） <input type="checkbox"/> 框架梁 <input type="checkbox"/> 其他_____	<input type="checkbox"/> 完好，无明显破损 <input type="checkbox"/> 锚头锈蚀、封锚混凝土破坏等表现性损坏 <input type="checkbox"/> 地梁或框架梁裂缝、锚杆（索）部分损坏等结构性损坏 <input type="checkbox"/> 锚固设施大面积损坏，已基本丧失支挡功能
抗滑桩	<input type="checkbox"/> 完好，无明显损坏 <input type="checkbox"/> 蜂窝、麻面、露筋等表现性破坏 <input type="checkbox"/> 裂缝、混凝土局部压溃造成钢筋保护层剥落等结构性损坏 <input type="checkbox"/> 抗滑桩结构大面积损坏，已基本丧失功能	
坡体病害历史	<input type="checkbox"/> 无以往破坏的记录或可观察到的破坏证据 <input type="checkbox"/> 观察到以往可能有破坏发生（岩块和碎屑堆积在坡脚、坡顶坡脚处结构物或路面有破坏迹象） <input type="checkbox"/> 有记录的以往发生破坏（体积<50m <sup>3</sup> ） <input type="checkbox"/> 有记录的以往发生破坏（体积>50m <sup>3</sup> ）	
坡体破损状况	<input type="checkbox"/> 无破损：坡体完好，无开裂、破损、冲沟等病害 <input type="checkbox"/> 轻微破损：坡体偶有开裂、局部位置有小面积冲沟 <input type="checkbox"/> 中等破损：坡体局部垮塌、表面土体浅层溜塌、冲沟较多等 <input type="checkbox"/> 严重破损：坡顶出现张拉裂缝，坡体有滑坡、整体推移等严重破坏变形	
人为扰动	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 少量 <input type="checkbox"/> 大量不合理的人工活动负面影响	

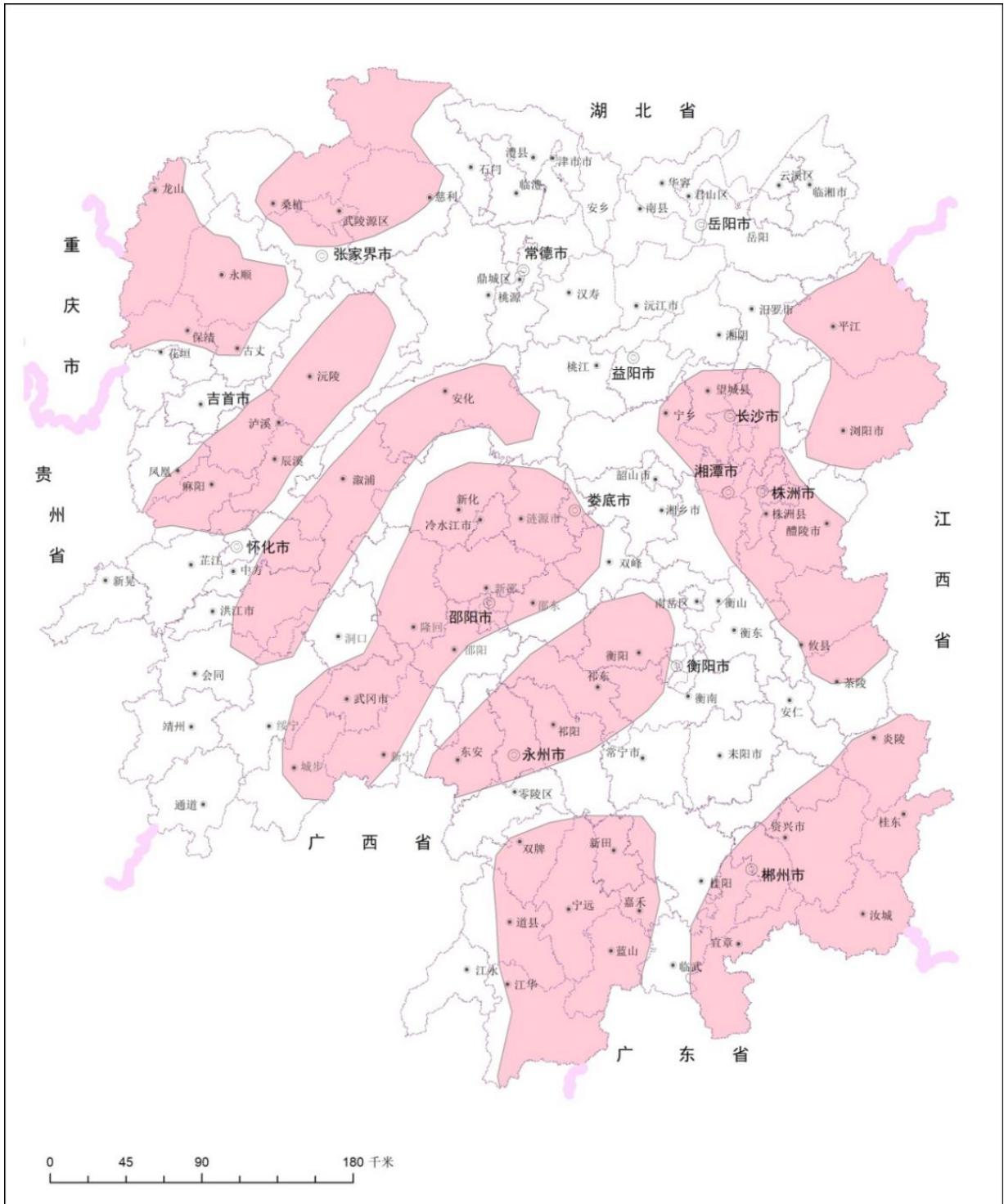
浸水冲蚀	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 坡体受水塘、水库、湖泊等水体浸泡 <input type="checkbox"/> 坡体受天然沟渠、溪流、江河等水流冲刷、淘刷	
4. 危害性因素		
预计对路内设施的危害程度	<input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 较严重 <input type="checkbox"/> 严重	
预计中断交通时间	<input type="checkbox"/> 不影响交通 <input type="checkbox"/> 阻断____小时	
可能的破坏规模	<input type="checkbox"/> 单个破坏体（体积<5m <sup>3</sup> ） <input type="checkbox"/> 小（5m <sup>3</sup> ≤体积<50m <sup>3</sup> ） <input type="checkbox"/> 中（50m <sup>3</sup> ≤体积<500m <sup>3</sup> ） <input type="checkbox"/> 大（体积≥500m <sup>3</sup> ）	
周边设施	距离____m, 建筑物名称____。 <input type="checkbox"/> 无建筑物和设施 <input type="checkbox"/> 次要建筑物和设施 <input type="checkbox"/> 一般建筑物和设施 <input type="checkbox"/> 重要建筑物和设施	
5.其他必要的信息		
病害信息	1.桩号范围: K____+____~K____+____, 所处位置: ____级 <input type="checkbox"/> 坡面 <input type="checkbox"/> 平台 <input type="checkbox"/> 坡顶, 病害构造物为: <input type="checkbox"/> 排水设施 <input type="checkbox"/> 防护工程 <input type="checkbox"/> 支挡结构(具体为____设施, ____病害, 病害数量____), 破坏类型为: <input type="checkbox"/> 浅表式破坏 <input type="checkbox"/> 结构式破坏, 具体描述____。 2.桩号范围: K____+____~K____+____, 所处位置: ____级 <input type="checkbox"/> 坡面 <input type="checkbox"/> 平台 <input type="checkbox"/> 坡顶, 病害构造物为: <input type="checkbox"/> 排水设施 <input type="checkbox"/> 防护工程 <input type="checkbox"/> 支挡结构(具体为____设施, ____病害, 病害数量____), 破坏类型为: <input type="checkbox"/> 浅表式破坏 <input type="checkbox"/> 结构式破坏, 具体描述____。 3.桩号范围: K____+____~K____+____, 所处位置: ____级 <input type="checkbox"/> 坡面 <input type="checkbox"/> 平台 <input type="checkbox"/> 坡顶, 病害构造物为: <input type="checkbox"/> 排水设施 <input type="checkbox"/> 防护工程 <input type="checkbox"/> 支挡结构(具体为____设施, ____病害, 病害数量____), 破坏类型为: <input type="checkbox"/> 浅表式破坏 <input type="checkbox"/> 结构式破坏, 具体描述____。 .....	
边坡侧面草图		边坡立面草图
其他必要的备注信息		

记录:

复核:

日期:    年    月    日

附录 D  
(资料性)  
湖南省地质灾害易发分区图



注1：本图来自湘自资发〔2021〕23号《湖南省“十四五”地质灾害防治规划（2021—2025年）》文件，若有更新以官方最新公布文件为准。

### 参 考 文 献

- [1]T/CECS G: E70-01 在役公路边坡工程风险评价技术规程[S]
- [2]中华人民共和国交通运输部. 自然灾害综合风险公路承灾体普查技术指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2021
- [3]中华人民共和国交通运输部. 高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南. 北京: 人民交通出版社, 2014
-