

DB13

河北省地方标准

DB 13/T 5265—2020

山区高速公路路堑边坡安全监测技术规范

2020 - 11 - 19 发布

2020 - 12 - 19 实施

河北省市场监督管理局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河北省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：河北高速公路集团有限公司、石家庄铁道大学。

本标准主要起草人：王伟、史磊、袁维、赵宝平、翟娜、沈英明、刘少明、王洪光、闻磊、杨亮、牛庆合、杨伟达、李媛媛、安天明、徐英峰、常江芳、毕秀锦、李博、王奇智、尤悦、刘建忍、闫晓辉、陈顺满、张彩明、尹超、张志毅、丛源、郑永香。

山区高速公路路堑边坡安全监测技术规范

1 范围

本标准规定了施工期和运营期路堑边坡安全监测的术语和定义、变形监测、应力监测、地下环境监测、结果整理与报告编制。

本标准适用于山区高速公路路堑边坡的安全监测，其它等级公路的路堑边坡也可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本文件。

- GB/T 35233 地面气象观测规范 地温
- GB 50026 工程测量规范
- GB 50167 工程摄影测量规范
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB 50497 建筑基坑工程监测技术规范
- GB 51214 煤炭工业露天矿边坡工程监测规范
- DL/T 5308 水利水电工程施工安全监测技术规范
- JTG-D30 高速公路路基设计规范
- SL 58 水文普通测量规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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及其上层建（构）筑物的位移、沉降、倾斜、挠度、裂缝等微观、宏观现象，在一定时间内进行周期性或实时性监测，并进行变形分析的工作。

3.2

水平位移监测 Horizontal displacement monitoring

监测边坡体平面位置随时间的变化量，并结合相关影响因素进行水平位移分析的工作。

3.3

垂直位移监测 Vertical displacement monitoring

监测边坡体在垂直方向随时间的变化量，并结合相关影响因素进行垂直位移分析的工作。

3.4

裂缝监测 Crack monitoring

对边坡体及影响范围内出现的裂缝宽度、长度、走向及其变化等进行的监测工作。

3.5

应力监测 Stress monitoring

在边坡的支挡、加固结构内埋设传感器，获取其应力变化的监测工作。

3.6

地温监测 Ground temperature monitoring

对地表和以下不同深度的岩土体进行的温度监测工作。

3.7

地下水位监测 Groundwater level monitoring

对边坡内部地下水位高程的变化而进行的监测工作。

3.8

深部位移监测 Deep displacement monitoring

应用测斜仪对边坡内部不同深度的水平位移大小和方向进行监测的工作。

3.9

监测周期 Monitoring period

对边坡进行监测时，相邻两次监测的时间间隔。

3.10

累积位移量曲线图 Displacement curve

根据变形监测结果绘制以位移量与时间为纵、横坐标的关系曲线图。

3.11

边坡风险等级 Risk level of slope

根据边坡的类型划分、地质条件、病害现象等情况确定的边坡失稳破坏后可能造成后果的严重程度。

3.12

边坡病害 Slope diseases

边坡自身或防护结构表现出不同程度的破坏形式。常见的边坡病害有滑坡、崩塌、溜塌、掉块落石、冻融破坏、防护结构断裂变形等。

4 变形监测

4.1 一般规定

4.1.1 在对高速公路路堑边坡进行变形监测前，应按照附录 A 评估边坡的安全风险等级，高度风险边坡（III 级风险）应布置变形监测，中度风险边坡（II 级风险）可布置变形监测。

4.1.2 变形监测分为地表和深部变形监测，地表变形监测包括地表位移监测和地表裂缝监测。

4.1.3 变形监测参照表 1 选用，并可采用多种方法进行联合监测。

表 1 变形监测方法选择

| 类别 | 监测方法 |
|--------|------------------------------------|
| 水平位移监测 | 全站仪边角同测、极坐标法、交会法、伸缩仪法、拉线位移计、角度倾斜仪等 |
| 垂直位移监测 | 水准测量、电磁波测距、三角高程测量等 |
| 三维位移监测 | 全站仪自动跟踪测量法、摄影测量、三维激光扫描、卫星导航定位测量等 |
| 地表裂缝监测 | 精密测（量）距、伸缩仪、测缝计、位移计、摄影测量等 |

4.1.4 边坡监测点的布设应符合下列要求：

- a) 监测点应沿边坡潜在滑动方向或已发生的滑动方向与垂直其滑动方向共同布设成监测线；

- b) 在监测的边坡段和滑坡区域，至少应在坡体中部以及两侧边缘布设 3 条监测线，间距不宜大于 50m；
- c) 监测点宜布置在每级台阶处，可根据病害等级适当加密监测点；
- d) 在下列地段应增设监测点：
 - 1) 地质条件不良地段；
 - 2) 受地下水、地表水影响较大的地段；
 - 3) 抗滑桩的桩顶；
 - 4) 有滑动迹象或正在进行边坡治理的地段。

4.1.5 变形监测周期应符合下列规定：

- a) 监测点的监测周期宜每月监测 1~2 次；
- b) 雨季应适当增加监测次数，暴雨前后增加监测频率；
- c) 边坡变形剧烈时，应每日至少监测 1 次；
- d) 监测网点和监测点被破坏时，应及时恢复，并与之前监测成果校核。

4.1.6 变形监测期间，应对监测资料定期、及时整理，并应根据边坡变形的实际情况提交结果分析资料，宜包括下列内容：

- a) 地表位移监测点位置分布图；
- b) 地表裂缝位置及观测点分布图；
- c) 深部位移监测孔分布图；
- d) 位移矢量图（水平位移矢量图、垂直位移矢量图、水平与垂直位移迭加分析图）；
- e) 位移（水平或垂直）速率、时间、位移量曲线图；
- f) 其他图表；
- g) 变形监测成果统计表；
- h) 变形监测报告。

4.2 地表位移监测

4.2.1 地表位移监测主要包括地表水平位移与地表垂直位移监测，其监测精度不宜低于三等。

4.2.2 地表水平位移监测基准网和监测点精度，应符合表 2 的要求。

表 2 边坡地表水平位移监测基准网和监测点精度要求

| 等级 | 基准网 | 监测点 | 适用范围 (边坡工程安全风险分级) |
|----|---------------------|------------|----------------------|
| | 相邻基准点 点位中误差 (mm) | 点位中误差 (mm) | |
| 三等 | ±3 | ±6 | 高度风险 |
| 四等 | ±6 | ±12 | 中度风险 |

4.2.3 边坡地表垂直位移监测基准网和监测点精度，应符合表 3 的要求。

表 3 边坡地表垂直位移监测基准网和监测点精度要求

| 等级 | 基准网 | 监测点 | 适用范围 (边坡工程安全风险分级) |
|----|---------------|------------|----------------------|
| | 基准点高程中误差 (mm) | 点位中误差 (mm) | |
| 三等 | ±1 | -- | 高度风险 |
| 四等 | ±2 | ±4 | 高度风险 |
| 五等 | ±4 | ±8 | 中度风险 |

4.2.4 地表水平位移监测基准网，可采用全站仪边角同测网、三角形网或导线网等。水平位移监测基准网观测及基准点与工作基点间的联测可采用全站仪边角同测法，监测点的水平位移观测可采用全站仪小角法、极坐标法、前方交会法和自由设站法，监测点的连续观测可采用全站仪自动跟踪测量系统。

4.2.5 全站仪的测角、测距标称精度宜符合表4的规定。

表4 全站仪测角、测距标称精度

| 等级 | 测角中误差 (") | 测距中误差 (mm) |
|----|------------|-----------------------------------|
| 三等 | ≤ 2.0 | $\leq (2mm + 2 \times 10^{-6} D)$ |
| 四等 | ≤ 2.0 | $\leq (2mm + 2 \times 10^{-6} D)$ |

4.2.6 用全站仪边角测量进行水平位移监测基准网观测及基准点与工作基点间联测，应符合表5的要求。

表5 全站仪边角测量基准网的主要技术要求

| 等级 | 相邻基准点的 点位中误差 (mm) | 平均边长 L (m) | 测角中误差 (") | 侧边相对中误 差 | 水平角观测测回数 | |
|----|-------------------------|-----------------|--------------|------------------------|------------------|------------------|
| | | | | | 全站仪测角标 称精度 1" | 全站仪测角标 称精度 2" |
| 三等 | ± 6 | ≤ 450 | ≤ 2.0 | $\leq 1/10^5$ | 2 | 4 |
| 四等 | ± 12 | ≤ 600 | ≤ 2.0 | $\leq 1/8 \times 10^4$ | 1 | 2 |

4.2.7 监测基准网的水平角观测，宜采用方向观测法，并应符合 GB 50026 的规定。

4.2.8 监测基准网边长，应采用电磁波测距，并应符合表6的要求。测量斜距时，应经气象改正和仪器的加、乘常数改正后才能进行水平距离计算。

表6 电磁波测距主要技术要求

| 等级 | 仪器精 度等级 | 每边测回数 | | 一测回读 数较差 (mm) | 单程各测 回较差 (mm) | 气象数据测定的最小读 数 | | 往返较差 (mm) |
|----|------------|-------|---|---------------------|---------------------|-----------------|---------|------------------------|
| | | 往 | 返 | | | 温度 (°C) | 气压 (Pa) | |
| 三等 | 5mm 级仪器 | 2 | 2 | 5 | 7 | 0.2 | 50 | $\leq 2(a+b \times D)$ |
| 四等 | 10mm 级仪器 | 4 | — | 8 | 10 | | | |

注1：测回是指按照标准目标1次，读数2~4次的过程；
注2：根据具体情况，测边可采取不同时间段代替往返观测；
注3：a、b分别为相应等级所使用仪器标称的固定误差和比例误差系数，D为测量斜距(km)。

4.2.9 全站仪交会法、极坐标法、全站仪自由设站法、全站仪小角法测量，应按 GB 50026 的有关规定执行。

4.2.10 边坡地表垂直位移监测基准网应布设成环形网，宜采用几何水准测量方法观测，可采用全站仪三角高程测量。垂直位移监测基准网的主要技术要求，应符合表7的要求。

表 7 垂直位移监测基准网技术要求

| 等级 | 相邻基准点高差中误差 mm | 每站高差中误差 mm | 往返较差或环线闭合差 mm | 检测已测高差较差 mm |
|----|------------------|---------------|------------------|----------------|
| 三等 | 1.0 | 0.30 | $0.60\sqrt{n}$ | $0.8\sqrt{n}$ |
| 四等 | 2.0 | 0.70 | $1.40\sqrt{n}$ | $2.0\sqrt{n}$ |
| 五等 | 4.0 | 1.40 | $2.80\sqrt{n}$ | $4.0\sqrt{n}$ |

注：表中 n 为测站数。

4.2.11 几何水准观测和全站仪三角高程观测，应按 GB 50026 有关规定执行。

4.3 地表裂缝监测

4.3.1 边坡工程地表裂缝监测，重点监测边坡顶部及各台阶和坡面上裂缝的空间分布位置和裂缝的走向、长度、宽度、深度及其变化情况。

4.3.2 地表裂缝监测应统一进行编号、描述、观测、拍照、建档。

4.3.3 地表裂缝监测应符合下列规定：

- a) 地表裂缝监测应设置监测点，每条裂缝应布设不少于 2 组监测点，并根据裂缝的走向和长度，分别布设在裂缝的最宽处和裂缝的末端；
- b) 监测点处应设置裂缝监测标志，并应跨裂缝牢固安装在裂缝两侧的稳定部位；标志安装完成后，应拍摄裂缝观测初期的影像；
- c) 裂缝监测标志设置应牢固，并应标注可供量测的固定点。短期观测时，可采用打入地下一定深度的木桩或钢钎；长期观测时，可采用埋入地下一定深度的素混凝土或钢筋混凝土墩，并在墩顶面设置监测中心点；
- d) 裂缝监测内容宜包括裂缝宽度、裂缝错位和裂缝深度；
- e) 裂缝的监测周期，应根据裂缝变化速度确定。裂缝初期可每周观测 1 次，基本稳定后宜每月观测 1 次，当发现裂缝加大时应及时增加观测次数，必要时持续观测。

4.3.4 地表裂缝监测应提交下列资料：

- a) 裂缝平面位置分布图；
- b) 裂缝空间位置分布图；
- c) 裂缝宽度变化时距曲线图；
- d) 裂缝深度变化时距曲线图；
- e) 裂缝错位变化时距曲线图；
- f) 裂缝观测成果表。

4.4 深部位移监测

4.4.1 深部位移监测主要包括水平位移监测，宜用于高度风险边坡，应确定可能发生滑动的滑动面深度、滑坡规模、变形特征等。

4.4.2 深部位移监测孔的设置应根据现场钻孔场地及潜在滑动体位置确定，且数量不应小于 3 个。

4.4.3 深部位移监测孔应穿过滑动面不少于 10m，或深入基岩深度不少于 2m。

4.4.4 当采用钻孔测斜仪测定边坡深部位移时，应符合下列规定：

- a) 监测点钻孔位置应布设在边坡滑动区关键部位，并可对边坡滑坡体局部滑动和可能具有的多层滑动面进行监测；
- b) 埋设测斜管时，应先用地质钻机成孔，将测斜管分段连接后，再将测斜管吊入钻孔内，应使十字形槽口对准监测的水平位移方向。管底端应装底盖，测斜管连接部分及底盖处应密封处理，测斜管与钻孔壁之间空隙宜回填细砂或水泥与膨润土拌和的灰浆，其配合比应根据土层的物理力学性能和水文地质情况确定；
- c) 测斜管埋好后，应停留一段时间，不宜小于 24 个小时，使测斜管与边坡岩土体固连为整体；
- d) 监测时，先将测头下放至管底，由管底开始向上提升测头，沿导槽全长每隔 500mm（轮距）测量 1 次数据，测头提升至管口后完成一个测回，然后，将测头旋转 180°重新下放至管底进行另一个测回的监测。两个测回对应深度的监测点位置应一致，每周监测需测 2 个测回，每个测斜管的初测值应测 4 个测回，监测成果取中数。

4.4.5 监测资料应定期、及时整理，并提供有关图表。边坡深部位移监测宜提交下列资料：

- a) 测斜孔的平面位置布置图；
- b) 测斜孔的剖面图（含岩芯地质编录）；
- c) 累积位移沿孔深变化曲线；
- d) 位移矢量图；
- e) 不同深度监测点位移与时间曲线。

5 应力监测

5.1 一般规定

5.1.1 边坡工程应力监测，包括支挡结构内力监测与锚杆（索）应力应变监测，监测项目可根据边坡工程实际情况选择。

5.1.2 边坡工程应力监测，应包括下列工作步骤：

- a) 编制监测方案，设置应力监测点；
- b) 安装应力监测装置；
- c) 实施监测，并记录监测数据；
- d) 分析应力监测数据；
- e) 整理应力监测成果。

5.1.3 应力监测成果应根据监测内容确定，宜包括下列内容：

- a) 应力监测分析报告；
- b) 支挡结构内力监测曲线图；
- c) 锚杆（索）预应力历时曲线图。

5.2 结构内力监测

5.2.1 边坡采用桩（墙）结构支挡时，可进行结构内力监测。

5.2.2 支挡桩（墙）结构内力可采用安装在结构内部或表面的应力应变装置量测，并符合下列规定：

- a) 支挡桩（墙）构筑物内力监测点可沿深度设置，间距宜为 1m~3m，且应在底部向上支挡结构高度的 1/3 处布点；
- b) 内力监测值应考虑温度变化等因素的影响；

- c) 应力计或应变计的测量量程宜为设计值的 2 倍，量测精度不宜低于 0.5%F_S(满量程)，分辨率不宜低于 0.2%F_S；
- d) 内力监测传感器埋设前应进行性能检验。

5.3 锚杆(索)监测

5.3.1 边坡采用锚杆(索)支护时，应对锚杆(索)进行受力监测，宜选择应力最大处测定锚杆(索)应力和预应力损失，并符合下列规定：

- a) 非预应力锚杆(索)监测数量不应少于锚杆(索)总数的 5%，且不得少于 3 根；
- b) 预应力锚杆(索)监测数量不应少于锚杆(索)总数的 10%，且不得少于 5 根；
- c) 长期监测的锚杆(索)数量不应少于总数的 5%；
- d) 应用锚杆(索)应力应变反映边坡荷载变化时，监测数量为 100%。

5.3.2 锚杆(索)内力监测宜采用专用测力计、钢筋应力计或应变计，并应符合下列规定：

- a) 当使用钢筋束时宜监测每根钢筋的受力状况；
- b) 专用测力计、钢筋应力计与应变计的测量量程不宜小于设计值的 2 倍，量测精度不宜低于 0.5%F_S，分辨率不宜低于 0.2%F_S。

6 地下环境监测

6.1 地下水监测

6.1.1 边坡地下水监测内容应包括地下水位监测，宜包括地下水压监测和边坡渗水监测，根据工程地质条件和现场需要选择其中一种或多种监测内容进行监测。

6.1.2 地下水位监测宜通过钻孔设置水位监测管，对于存在钻孔测斜孔的边坡，宜与深部位移进行同孔监测。地下水位监测可采用测绳、水位计或地下水多参数自动监测仪等。

6.1.3 地下水压监测内容，应测定岩土体内部地下水压力及变化值。地下水压监测宜采用水压计，不大于 50m 的浅孔，宜采用竖管式水压计，孔深大于 50m 的监测孔，宜采用电气式水压计。

6.1.4 边坡渗水监测可包括渗流浸润线监测和渗流量监测。渗流浸润线监测可采用水位计或孔隙水压计进行。渗水量监测可根据现场实际条件采用容积法进行。

6.1.5 地下水监测的精度、频率等其它相关技术要求应按照 GB 51214 执行。

6.2 地温监测

6.2.1 土质边坡、土石混合体边坡可进行地温监测，获取边坡岩土体冻结深度和周期性冻结温度。

6.2.2 地温监测时长不宜少于 1 个冻-融循环周期，起始监测时间宜选择 9~10 月，终止监测时间宜选择来年的 4~5 月，自动化监测频率宜 1 天/次，人工监测频率不宜大于 7 天一次，在天气温度剧烈变化期，宜根据气象条件适当增加监测频率。

6.2.3 边坡的地温监测不宜小于 3 个测孔，建议在坡顶、坡中和坡角位置处均布置地温监测孔。

6.2.4 地温监测孔角度宜垂直坡面，深度不宜小于 2.0m，每个孔的监测点间距不宜大于 0.5m。

6.2.5 地温监测的精度要求、传感器选择、数据处理等应按照 GB/T 35233 执行。

6.2.6 监测完成后，绘制各个监测孔不同深度处地温的历时曲线。

7 结果整理与报告编制

7.1 结果整理

7.1.1 现场监测数据应记录在统一的监测记录表格中，并应进行相应的边坡状况描述，记录应保持真实、完整、清晰、齐全，有关责任人逐级签署。

7.1.2 边坡监测原始记录、图表、影像资料等以及资料整理、计算分析成果，应建立监测资料数据库，对资料库进行保存与管理。

7.1.3 监测结果资料的整理应符合下列要求：

- a) 结果资料整理应在野外监测和数据处理完成后及时进行，应对现场监测记录及时整理、分析和校核，发现监测数据异常，应及时分析原因、提出纠正措施，必要时进行现场复核或复测；
- b) 结果的整理应按监测的先后次序，分别按水平位移、垂直位移、深部位移、支挡结构应力、锚杆（索）内力、地下水、地温结果等进行；
- c) 图纸资料的整理应能反映监测结果与相关因素的关系。

7.2 报告编制

7.2.1 边坡工程监测应针对不同监测阶段与监测目的分别提交监测报告。工程监测报告宜包括阶段性监测报告（可包括：月报、季报、年报等）、险情监测报告与专项监测报告等。

7.2.2 边坡工程监测报告，除形成纸质版报告外，还应生成通用格式电子文档。

7.2.3 路堑边坡工程监测报告编制内容应包括文字说明、附图、附表和影像资料等。

7.2.4 路堑边坡工程监测报告文字说明宜包括下列内容：

- a) 工程概况；
- b) 监测依据；
- c) 监测方案编制与实施；
- d) 监测仪器设备叙述（包括仪器设备名称、性能、精度、校验等）；
- e) 监测仪器设备安装埋设；
- f) 监测基准点的埋设；
- g) 工程地质条件；
- h) 水文地质条件；
- i) 边坡巡视和监测工作情况说明；
- j) 监测内容与监测结果；
- k) 综合计算与分析；
- l) 结论意见；
- m) 下阶段工作建议。

7.2.5 路堑边坡工程监测报告附图、附表资料数据来源应有据可查、真实可靠；图表清晰美观、结构构架合理；统一分类编号，宜包括下列内容：

- a) 路堑边坡总平面图；
- b) 路堑边坡设计图；
- c) 路堑边坡工程地质图；
- d) 路堑边坡水文地质图；
- e) 被监测边坡剖面图；
- f) 变形监测控制网布设图；
- g) 变形监测监测网布设图；
- h) 位移矢量图（水平位移矢量图、垂直位移矢量图、水平与垂直位移叠加分析图）；
- i) 位移历时曲线图；

- j) 位移与深度关系曲线图；
- k) 地下水动态与时间关系曲线图；
- l) 地下水监测记录表；
- m) 各变形监测记录表；
- n) 边坡巡视记录表；
- o) 其他图表。

7.2.6 路堑边坡工程监测报告影像资料来源应真实可靠、影像清晰、分别标明拍摄时间与方位等，宜包括下列内容：

- a) 路堑边坡原始地形地貌的影像资料；
- b) 边坡影响范围内出现裂缝的影像资料；
- c) 边坡巡视影像资料；
- d) 公路建设运营阶段，边坡形成的影像资料；
- e) 路堑边坡发生滑坡前、后时的影像资料；
- f) 其它影像资料。

附 录 A
(规范性附录)
边坡工程安全风险分级

A.1 根据边坡存在的病害形式,把边坡安全风险划分为三个级别: I 级(低度风险)、II 级(中度风险)、III 级(高度风险)。

A.2 不同安全风险级别的含义如下:

- 1) I 级表示边坡发生失稳破坏的可能性较小,或若发生失稳破坏,破坏范围较小;
- 2) II 级表示边坡存在失稳破坏的可能性,或若发生失稳破坏,破坏范围较大;
- 3) III 级表示边坡发生失稳破坏的可能性很大,或若发生失稳破坏,破坏范围很大。

A.3 破坏范围的含义如下:

破坏范围较小表示坍塌区范围不会超过高速公路路肩;

破坏范围较大表示坍塌区范围部分超过高速公路路肩;

破坏范围很大表示坍塌区范围覆盖整个高速公路路面。

A.4 边坡的病害形式根据严重程度分为三类:一般病害、中度病害和重大病害,三类病害表现形式如下:

a) “一般病害”有:

- 1) 边坡表面冲沟发育;
- 2) 岩质边坡出现局部掉块、坠落现象;
- 3) 植被死亡或剥落;
- 4) 拱形骨架或六菱块局部断裂、掉块;
- 5) 浆砌片石结构表面出现点状或线状渗水现象,片石勾缝出现脱落;
- 6) SNS 防护出现兜石;
- 7) 挡土墙的勾缝脱落;
- 8) 边沟、平台排水沟、急流槽、截水沟堵塞或开裂变形;
- 9) 坡面的泄水孔、深层泄水口堵塞;
- 10) 其它不会造成显著破坏的病害现象。

b) “中度病害”有:

- 1) 土石混合体边坡表面碎石不断掉落,局部塌陷;
- 2) 基座式边坡上部松散土层局部塌陷或底部风化导致局部凹陷塌落;
- 3) 岩质边坡持续不断出现掉块现象,且规模呈现逐渐增大趋势;
- 4) 岩质边坡的节理或层面呈贯通状态且主要节理或层面的产状直立或倾向坡外,节理面张开或充填物强度较低;
- 5) 浆砌片石出现长大裂缝、倾斜、空鼓现象;
- 6) 喷射混凝土护面出现鼓胀裂缝、剥落破坏,锚杆出现松动、裸露;
- 7) 防护网的锚固桩出现松动或防护网出现破裂;
- 8) 挡土墙墙身破损出现裂缝、墙背填土沉陷、底部基础冲刷掏空、沉降缝伸缩缝变形破损;
- 9) 锚杆挡土墙的锚杆松动、肋柱与面板贴合不紧密,并出现较大张开缝隙;
- 10) 其它可能导致较大风险的病害现象。

c) “重大病害”有:

- 1) 边坡顶部、台阶出现多条平行于边坡走向的裂缝,且延伸较远,或出现圈椅状裂缝;
- 2) 土质边坡前缘发生丘状鼓起、斜坡上出现局部沉陷;

- 3) 基座式边坡上、下层分界面倾角较大，渗水并出现强度软化；
- 4) 危岩体后缘被张开裂缝切割，前缘不断出现掉块现象；
- 5) 挡土墙出现墙身整体滑移、倾覆或沉陷；
- 6) 锚杆挡墙的肋柱倾斜变形开裂、面板鼓胀变形开裂；
- 7) 抗滑桩出现明显倾倒、偏移现象或抗滑桩内侧出现多条垂直抗滑桩轴向的裂缝；
- 8) 其它可能导致重大风险的病害现象。

A.5 边坡分级的初步判定标准如下：

I级（低度风险）：边坡无病害或出现一般病害时可认为处于低度风险状态；

II级（中度风险）：边坡出现中度病害时可认为处于中度风险状态；

III级（高度风险）：边坡出现重大病害时可认为处于高度风险状态。
