

湖南省地方标准

《公路边坡地质灾害智能监测技术规程》

编制说明

湖南致力工程科技有限公司

二零二一年十二月

目录

一、	标准制定背景	2
二、	工作简况	2
1、	任务来源	2
2、	技术路线	3
3、	起草单位、协作单位	3
4、	主要起草人	3
三、	标准编制原则和确定地方标准主要内容的依据	4
1、	标准编制原则	4
2、	确定地方标准主要内容的依据	5
四、	主要试验（分析报告）、相关技术和经济影响论证情况	5
五、	国内外现行相关法律、法规和标准情况	6
六、	重大意见分歧及处理结果	8
七、	主要条款说明	9
1、	标准主要技术内容	9
2、	主要条款说明	11

编制说明

一、 标准制定背景

近年来,地质灾害作业事故多发,教训十分深刻。2019年,全国共发生地质灾害6181起,共造成211人死亡、13人失踪、75人受伤,直接经济损失27.7亿元。全国共成功预报地质灾害948起,涉及可能伤亡人员24478人,避免直接经济损失8.3亿元。湖南省全省共发生地质灾害2449起,造成4人死亡、直接经济损失2.62亿元;成功避让地质灾害574起。与2018年相比,地质灾害发生总数增加2173起,死亡、失踪人数减少6人,直接经济损失增加1.97亿元。截至2019年底,全省已查明地质灾害隐患点共18496处,影响到70.95万人,涉及财产283亿元。这些暴露了目前地质灾害监测以及应用方面还存在着一些急需解决的问题

目前有关于边坡地质灾害的监测与预警的相关规范、标准等主要是针对监测的内容、方法、要求、精度、频率、报警应急措施、安装调试、资料整编与分析、报告内容等进行规定,对于边坡的远程自动化监测、预警、数据分析与安全评估等方面针对性较弱。因此,为指导公路边坡地质灾害远程自动化监测工作,在安全适用、技术先进、经济合理的基础上,制定本标准。

在编制过程中,编制组调查总结了近年来我省及省外相关单位的公路边坡地质灾害及其它领域的自动化监测实施经验,借鉴了国内外相关科技成果,开展了多项专题研究并将专题研究报告成果引用到标准中。本标准的初稿、征求意见稿通过各种方式在全省范围内广泛征求了意见,并经多次编制工作会议讨论反复进行了修改。

二、 工作简况

1、 任务来源

2020年3月31日,经湖南省市场监督管理局《湖南省市场监督管理局关于下达2020年地方标准制修订项目计划的通知》(430S00/2020-030638)审查批准,《公路边坡地质灾害远程自动化监测技术规程》列入2020年湖南地方标准制定(修订)项目计划。

本技术规程的编写将按照《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写》(GB/T 1.1-2009)及湖南省市场监督管理局地方标准相关规定进行。

2、技术路线

(1)资料收集、调查研究

本技术规程起草人员的前期研究工作分为资料调查与研究、工程案例及数据收集检验、总结完善 3 个步骤进行：

- ①调研国内外边坡地质灾害远程自动化监测的实际案例和相关的标准规范、规程及研究成果；
- ②搜集国内及湖南公路边坡地质灾害远程自动化监测的案例及数据资料；
- ③对搜集到的资料进行分类整理和研究，为下一步的规范研究提供必要的指导和技术支撑。

(2)调研总结与现场试验

提炼调研数据并总结经验，在此基础上利用各种边坡地质灾害远程自动化监测技术进行现场试验和对比分析，根据现场试验结果确定本标准的技术要求。

(3)标准编写及研讨

为确保本标准的编写工作有序开展，编写工作组在前期大量的研究工作的基础上，将如期完成《公路边坡地质灾害远程自动化监测技术规程》的编制大纲和工作大纲，并经内部评审讨论后，召开大纲外部评审会，根据大纲评审专家的意见，以修改完善后的大纲作为项目的工作指导，编写工作组将开展标准正式的编写工作，并完成工作组讨论稿。召开工作组讨论稿的讨论会，对讨论稿进行会审，根据会审意见修改后形成征求意见初稿。编写工作组召开征求意见初稿外部评审会，根据评审会专家建议和意见修改完善后形成征求意见稿。

3、起草单位、协作单位

湖南致力工程科技有限公司、湖南省交通建设质量安全监督管理局、长沙市公路桥梁建设有限责任公司、中南大学、长沙理工大学、湖南省高速公路集团有限公司、湖南省交通规划勘察设计院有限公司、中交第三公路工程局有限公司。

4、主要起草人

刘山健、朱自强、鲁光银、冯雄辉、张升彪、蒋召杰、胡红波、贺杰军、邓小钊、樊华明、杨龙、何琴、曹全胜、车立刚、曾明、曾智力、白冬鑫、彭德明、陈鹏、侯俊敏、朱红军、黄利芒、杨龙、何琴、罗永杰、梅卫锋。

三、 标准编制原则和确定地方标准主要内容的依据

1、 标准编制原则

(1) 我们在湖南省《公路边坡地质灾害远程自动化监测技术标准》编制过程中遵循以下基本原则:

A. 科学和规范性原则。本标准要求各位编写人员以严谨的科学态度,充分尊重客观事实,总结自动化监测技术的客观规律,按照公路边坡标准规范性的语言和编写方法编制本标准的有关内容。

B. 符合我省工程实际的原则。本标准编制以我省的工程实践为基础,总结经验和教训,拟作为地方性标准指导我省今后在实际工程中的应用。

C. 代表和先进性原则。本标准编制要求总结我省近年来的工程实践成果。

D. 与我国及我省现行有关技术标准相衔接的原则。依据国家及省市法律法规、政策文件、国家标准、行业标准、地方标准等,例如《地质灾害防治条例》、《地质灾害防治工程监理规范》(DZ/T0222-2006)、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T0219-2006)、《泥石流灾害防治工程及设计规范》(DZ/T0239-2004)、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》、《国务院办公厅印发贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作定重点工作分工方案的通知》、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》、《国土资源部突发地质灾害应急响应工作方案》、《国土资源部办公厅关于做好2017年地质灾害防治工作的通知》、《地质灾害治理工程勘查设计施工单位资质管理办法》、《湖南省地质灾害综合防治体系建设方案(2015-2020年)》、《湖南省地质环境保护条例》等。

E. 可操作性原则。本标准编制原则是与工程实际紧密结合,内容涵盖工程实际的方方面面,在具体条文编写上则力求简洁和明确,理解和运用方便。

F. 发展的原则。爆炸置换法处理软基技术作为一项新技术,本标准编制原则是重在以指导为主,在具体条文编写上尽量不作过细的或强硬性的规定,以期在今后的实际运用中得到进一步的改进和完善。

(2) 本标准按 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第1部分:标准的结构和编写规则》、GB/T 20001.5-2017《标准编写规则第5部分:规范标准》要求进行编写。

(3) 本标准适合于地质灾害相关监测,通过制定地质灾害应急调查规范,规定地质灾害应急调查工作程序,统一工作方法和技术要求,规定了地质灾害应急调查事前准备、事中调查、应急处置的工作程序,规定了应急调查中应急监测、应急勘查、灾险情评估、成果编制等主要工作方法和技术要求等,从而实现地质灾害应急调查工作的科学化和规范化,同时还对应急调查安全和资料保密提出了要求。

2、 确定地方标准主要内容的依据

GB/T 18314 全球定位系统(GPS)测量规范

GB 50167 工程摄影测量规范

GB 50026 工程测量标准

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

GB/T 32864 滑坡防治工程勘查规范

GB 50497 建筑基坑工程监测技术标准

GB 6722 爆破安全规程

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术标准

GB/T 21978.2 降雨量观测仪器 第2部分:翻斗式雨量传感器

四、 主要试验(分析报告)、相关技术和经济影响论证情况

“集成 GPS/BD2 的公路滑坡地质灾害远程自动监测关键技术研究”课题研究报告是本标准编制的重要依据。课题主要取得了以下研究成果:

(1) 针对公路滑坡地质灾害(危险源)特点,研制出 BD/GPS 集成变形监测仪,实现了远程自动实时控制的变形数据采集。

(2) 引入 Cholesky 分解构建模糊度搜索空间,提出了一种基于变形检验的 GPS 单历元变形监测数据处理方法,实现了高精度、高可靠性现场实时监测。

(3) 基于运动学理论,构建了公路滑坡地质灾害远程自动实时监测及智能预报模型,能较大地提升数据预警准确率,降低虚警率。

(4) 结合依托工程高速公路边坡现场实践,编制出《高速公路边坡远程实时智能监测技术指南》,形成了 BD/GPS 公路滑坡灾害远程智能监测体系。

运用本课题的研究成果,对公路滑坡地质灾害(危险源)远程实时监测预警,可为施工工程安全管理及已运营高速公路养护提供科学、可靠依据,进而可以大幅降低安全风险,保护生命财产安全,优化设计,降低施工处置费用,维护生产生活和谐稳定,促进社会稳定,将具有巨大的社会效益。

考虑到目前国内外市场上公路地质灾害(危险源)远程实时监测预警系统及设备存在硬件成本高、监测精度低、可视卫星少、传输不稳定、缺乏相应标准等缺陷,本项目研究成果将极大的提高公路建设领域的安全风险控制水平。

本项目研究成果市场需求巨大,市场竞争能力强,可广泛应用于公路、铁路、城建、水利、国土等领域潜在滑坡地质灾害(危险源)防控等工程建设领域,优化设计、指导施工处置,同时研制的软硬件产品产业化前景广阔。

该项目符合国家绿色环保政策与国家产业政策导向,具有良好的生态和经济效益,在现有技术条件下,通过进一步的技术完善,预期可以实现项目成果的规模化推广,具有较强的行业竞争力和较好的投资效益。

五、 国内外现行相关法律、法规和标准情况

1、国内:

- ① 《地质灾害防治条例》(国务院令第 394 号);
- ② 《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》(国发[2011]20 号);
- ③ 《国务院办公厅印发贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作定重点工作分工方案的通知》(国办函[2011]94 号);
- ④ 《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》(国土资发[2004] 69 号);

⑤ 《国土资源部突发地质灾害应急响应工作方案》(国土资发[2009] 49 号);
《国土资源部关于开展地质灾害群测群防“十有县”建设的通知》(国土资发[2009]46 号);

⑥ 《国土资源部办公厅关于做好 2017 年地质灾害防治工作的通知》(国土资厅发[2017]12 号);

⑦ 《地质灾害危险性评估单位资质管理办法》(国土资源部令第 29 号, 自 2005 年 7 月 1 日起施行);

⑧ 《地质灾害治理工程勘查设计施工单位资质管理办法》(国土资源部令第 30 号, 自 2005 年 7 月 1 日起施行);

⑨ 《地质灾害治理工程监理单位资质管理办法》(国土资源部令第 31 号, 自 2005 年 7 月 1 日起施行)。

⑩ 《国家突发地质灾害应急预案》(2006 年 3 月 16 日实施)

⑪ 《尾矿库事故灾难应急预案》(安监总应急[2007]109 号)

⑫ 《矿山事故灾难应急预案》(安监总应急[2006]229 号)

⑬ 《地质灾害治理工程监理单位资质管理办法》(2005. 5. 20) (2019. 7. 16 修正)

⑭ 《地质灾害危险性评估单位资质管理办法》(2005. 5. 20) (2019. 7. 16 修正)

⑮ 《地质灾害治理工程勘查设计施工单位资质管理办法》(2005. 5. 20) (2019. 7. 16 修正)

本标准编制主要参考了我国关于地质灾害防治的最高条例《地质灾害防治条例》(国务院令 第 394 号)。《地质灾害防治条例》规定了以下五项主要的法律制度:

一是地质灾害调查制度。由国务院国土资源主管部]会同国务院建设、水利、铁路、交通等部门结合地质环境状况组织开展全国的地质灾害调查。县级以上地方人民政府国土资源主管部]会同同级建设、水利、铁路、交通等部门结合地质环境状况组织开展本主管区域的地质灾害调查, 在调查的基础上编制相应的地质灾害防治规划。

二是地质灾害预报制度。预报内容主要包括地质灾害可能发生的时间、地点、成灾范围和影响程度等。地质灾害预报由县级以上人民政府国土资源主管部门会同气象主管机构发布。任何单位和个人不得擅自向社会发布地质灾害预报。

三是地质灾害易发区工程建设地质灾害危险性评估制度。在地质灾害易发区内进行工程建设应当在建设项目可行性研究阶段进行地质灾害危险性评估，并将评估结果作为可行性研究报告的组成部分；可行性研究报告未包含地质灾害危险性评估结果的，不得批准其可行性研究报告。

四是对从事地质灾害危险性评估的单位实行资质管理制度。从事地质灾害危险性评估的单位，必须经省级以上人民政府国土资源主管部门对其资质条件进行审查合格，并取得相应等级的资质证书后，方可在资质等级许可的范围内从事地质灾害危险性评估业务。

五是与建设工程配套实施的地质灾害治理工程的“三同时”制度。即经评估认为可能引发地质灾害或者可能遭受地质灾害危害的建设工程，应当配套建设地质灾害治理工程。地质灾害治理工程的设计、施工和验收应当与主体工程的设计、施工、验收同时进行。配套的地质灾害治理工程未经验收或者经验收不合格的，主体工程不得投入生产或者使用。本标准是在《地质灾害防治条例》规定的法律制度框架下编制，和规定的法律制度不冲突。

本标准引用的现有规范包括国家、行业、团体相关标准，本标准或引用上述规范的条款。

2、国外；

如意大利 1989/183、1998/180 和 1998/267 号法令，都是有关地灾调查、风险区划和地灾防范的国家法律，以国家法律的形式确定了滑坡灾害的防治战略。法国自 1935 年制定了第一部地灾防治法（淹没土地规划法(PSS)后，在到 1995 年共 60 年的时间里，数次增加地灾预防法令。1995 年颁发的法国滑坡风险预防规划(95/101 号法令)，要求对受滑坡灾害影响的地区进行滑坡风险预防规划。瑞士 1991 年颁布新的森林和洪水保护法，1997 年又颁布法令，要求全国编制自然灾害图，开展滑坡调查和危险区划。美国在土地开发方面有较严密的立法，规定了严格的斜坡场地开发的限制条件。日本国的地灾防治立法历史最长，法律条文最为完善严密。该国自 1987 年颁布首部自然灾害防治法以来，陆续颁布了滑坡防治法、陡坡崩塌防治法、土沙灾害防治法、灾害对策基本法等多部法律。在防灾组织机构上，则建有从中央到市、町、村的防灾组织体系。

六、 重大意见分歧及处理结果

本标准共征求 10 余位专家意见反馈，分别为周应麟（湖南路桥建设集团有限公司）、何现启（湖南省交通规划勘察设计研究院有限公司）、陈宾（湘潭大学土木工程与力学学院）、唐新辉（湖南宏特试验检测有限公司）、段合（湖南大学设计研究院有限公司）、胡能勇（湖南省自

然资源事务中心）、李键（湖南有色工程勘察研究院有限公司）、侯运秋（湖南省城陵矶高速公路建设开发有限公司）杨天春（湖南科技大学）、陈洁金（长沙理工大学土木工程学院）。

本标准按各专家的意见进行修改完善。感谢各位专家的宝贵意见和建议。

七、 主要条款说明

本标准共分 11 章。含范围、规范性引用文件、术语、符号、基本规定、监测测项与布置、传感器、设备的安装与运行维护、数据采集、传输与存储、数据处理、分析与预警、成果资料等。

本标准由湖南省市场监督管理局及湖南省交通运输厅负责管理,由湖南致力工程科技有限公司负责具体技术内容解释,本标准涉及 5 项发明专利及 6 项软件著作权、相关科研成果 1 项。

为保证标准的全面性和针对性,立项申请的标准名称为“湖南省公路边坡地质灾害远程自动化监测技术规程”,计划申请的标准名称为“湖南省公路边坡地质灾害远程智能监测技术规程”。本标准名称一方面界定了其应用范围为湖南省的公路边坡,另一方面限定了其应用对象为智能监测技术。

1、 标准主要技术内容

（1）总体要求

本标准对公路边坡地质灾害智能监测的内容及工作开展原则进行了阐述,并对设备进行了规定。

（2）监测测项与布置

监测内容的选择应满足安全预警与评估的要求。针对各类边坡失稳的影响因素和变形特征,合理选择监测参数,探讨不同地质环境下的监测内容的确定方法。

监测点的选择应遵循“代表性、实用性、经济性、少而精”的选择原则,监测点的空间布局应能够充分反映边坡变形状态。监测点的安装应以保证传感器监测数据的准确性和日常维护的方便性为第一要求,探索建立标准化的安装流程。

（3）传感器

传感器的选型直接关系到数据质量，进而决定了监测预警效果，应综合考虑传感器监测精度、量程、稳定性、寿命、性价比等等指标，探索满足监测要求的传感器技术参数最佳范围是本项目研究的重点。

对于有条件的监测现场，可以直接使用长期稳定可靠的 220V 外接交流电源，但是大多数监测坡体不具备这种条件，对于此类边坡，探索利用太阳能、风能和蓄电池的组合供电方式，保证在极端天气条件下的设备最大续航。此外，设备应具有防水、防潮、康雷电、防磁等性能。

（4）设备安装与运行维护

对设备的安装及运行维护及联机调试等进行规定。

对于有条件的监测现场，可以直接使用长期稳定可靠的 220V 外接交流电源，但是大多数监测坡体不具备这种条件，对于此类边坡，探索利用太阳能、风能和蓄电池的组合供电方式，保证在极端天气条件下的设备最大续航。此外，设备应具有防水、防潮、康雷电、防磁等性能。

（5）数据采集、传输与存储

数据采集频率应可以远程调节，探索监测对象在正常状态和非正常状态情况下的最佳采集频率。监测系统应实现与监测仪器设备之间的双向通信，通信网络目前主要分为有线和无线两种方式，项目将研究两种通信方式下的技术要求与通信协议的标准化，

监测系统应能满足大批量传感器高并发数据解析处理、分布式存储等需要，数据的管理应以安全为第一要务，尤其是云环境下的数据安全规范的制定。

（6）数据分析、处理与预警

监测数据的分析与告警是整个规范标准的核心，包括监测数据的成图、异常数据的识别与标记、数据去噪、数据回归分析、数据的关联与对比分析等等。

（7）成果资料

监测边坡在不同的阶段进行阶段性评估并生成阶段性的评估报告、主要分为周报、月报、季报和总结报告，报告应结合地质情况对阶段性监测成果进行评估，得出阶段性监测结论。

2、主要条款说明

第 4.1.1 条 条文说明

施工期监测是判断边坡变形状况、可能的滑动面位置及边坡稳定状态，指导施工和优化调整设计的重要依据。运营期监测应结合施工安全监测进行，监测结果用于检验边坡的防治效果，评判防治工程实施后边坡的稳定状态和工程安全性。

第 4.1.2 条 条文说明

考虑到智能监测技术目前处于逐步推广使用的阶段，本条对于何种条件下采用智能监测技术进行了推荐性说明。主要建议以下几种情况下优先采用智能监测技术。

a) 监测频率要求较高的监测项目，即监测频率不低于一天一次；b) 人工方式监测难以实施的监测项目，此处“难以实施”即包含第一条因频率过高导致的难以实施，也包含虽监测频率不高，但项目地偏僻或周边环境过于复杂、人工作业不便或人工作业辅助成本不经济等情况；c) 边坡工程安全等级为一级的边坡，以及虽然达不到一级边坡标准，但是临近有地铁、重要建筑、保护文物等重要建（构）筑物、设施、保护对象的边坡。d) 其他便于实施的情况是在以上 3 种情况以外，经综合比对认为智能监测更加可靠、便捷、技术与经济更优的情况。

第 4.1.3 条 条文说明

对稳定性状态为欠稳定及不稳定、风险较高的边坡，影响区内有重要建筑物及村庄和学校等有特殊要求的边坡，监测工作应延续到运营期。因此，施工期边坡监测在布置监测网、监测测线和监测点时，要考虑与运营期监测工作合理衔接、利用，优化布置。

第 4.1.4 条 条文说明

监测前应根据业主、设计、施工与监理方的要求，按边坡地质灾害的类型及特点，明确监测目的与要求；监测方案的制定应考虑监测目的、灾害体特点（新建或既有，支护形式等），设计文件及监测要求确定监测期，结合现场及周边环境条件选择监测测项及合适的监测方法，并根据监测期、监测测项及方法选取合适的监测设备；方案中应针对不同测项提出具体实施措施及相应的预警阈值。

第 4.1.7 条 条文说明

监测预警是边坡地质灾害智能监测的主要目的之一，是预防工程事故发生、确保结构及周边环境安全的重要措施。监测预警阈值是监测工作的实施前提，是监测期间对边坡正常、异常和危险等不同状态进行判断的重要依据，应分级制定监测预警阈值。

第 4.1.8 条 条文说明

智能监测系统有可能涉及区域安全性的敏感资料，应设有数据保护措施，目前云端服务器对数据保护力量较弱，有条件的监测机构应设立专用的监测数据服务器，对监测数据进行保护。

第 5.3.2 条 条文说明

监测测线布置应统筹兼顾、突出重点，根据隐患点类型、发育分布特征及发展演化趋势，结合监测场地条件和监测预警工作需要统一规划、统筹部署。以隐患变化明显因素和主要控制因素为主要监测内容，以明显变形区段和块体为关键监测部位，并兼顾承灾体的分布情况。其布置方式可采用“十”字型，也可根据监测需求扩展为“卅”字型、“卅”字型、“#”字型或“丰”字型等型式。

第 5.3.3 条 条文说明

边坡现场环境对监测点位的选取、设备传输及发送信号、施工难度等有一定的影响，在布置监测点时，在综合考虑边坡变形地段、块体、组合特征及通视条件等条件下，选取合适的监测测项及数量，以满足设计及稳定性分析要求；对于已形成滑坡或潜在不稳定斜坡的监测，在滑坡体的前缘、中部、后缘等位移变化大的位置应布设深部位移监测点，当查明滑坡潜在滑动面时，应在滑坡主滑方向上布设深部位移监测点；根据不同变形块体和变形方位选择控制性监测断面，对地表变形剧烈及稳定性起关键作用的地段和块体、支护结构物、桥隧地段，应重点控制，并加密监测点。

第 5.3.4 条 条文说明

基准点的选位对于整个监测结果有直接影响，选位须设置于施工影响范围以外（公路边坡开挖深度 3 倍范围以外且不受施工及行车影响的稳定区域），地质条件好的位置，基准点标石（标志）的设置也应当埋设牢固，避免碰撞，基准点在整个监测期间应保持稳定，及时复测更新基准点坐标。

水平位移观测时由于视线遮挡，宜采用后方交会的设站方式，观测时应同时观测至少 3 个监测网点，往往受制于监测现场环境，仪器架站位置很难同时观测到 3 个基准点，因此这里的监测网点可以是基准点，也可以是工作基点。当选用监测网点有工作基点参与时，应及时对监测网进行人工复测。

第 7.2.14 条 条文说明

振动传感器安装在岩石表面时，应清理干净岩石表面，并使之与传感器形成紧密（刚性）链接；安装在岩体内部时，应采用与被测介质波阻抗一致的材料填充密实；安装在土层表面时，应清除表面浮土，并使传感器安装于密实土层中。

第 7.4.1 条 条文说明

维护巡检是指定期对监测设备及设施进行检查，对监测系统进行维护，以确保监测系统的正常运行及耐久性；巡检频次应根据边坡稳定性状态、设备离线及天气情况综合确定，正常情况下应不少于每月 1 次，强台风、暴雨等特殊天气后宜进行 1 次全面检查、维护。

第 9.1.1 条 条文说明

监测数据采集完成后应及时计算或换算监测对象的累计变化值和变化速率值，以分析判断监测对象的安全状态及发展变化趋势。监测数据的时程曲线可直观、形象地反映监测对象的位移或内力的发展变化趋势及过程，依此判断监测对象的稳定安全状态和发展变化情况，了解不同监测部位之间的相互联系及内在规律，对整体分析工程安全起着很好的作用。

第 9.1.3 条 条文说明

边坡地质灾害监测预警的一个重要方面就是临灾预警，是指用于判定边坡灾害体进入临界失稳状态的指标，可根据各监测点的变形速率及临界降雨强度等作为预警指标，以及边坡灾害类型、变形特征、发展趋势、危害对象及程度等，合理确定临界失稳状态前的预警阈值。

第 9.4.2 条 条文说明

边坡地质灾害智能监测预警分析方法较多，常规的预测模型和方法可参考附录 D，但目前尚无成熟、通用的预警模型，对任一边坡的定量预警模型仅能代表某一类型或某一阶段的边坡监测预警。对同一个边坡，采用不同的预警模型也可能会得出差别较大的预警结果。因此，边坡监测预警时，既要选择合适的预警模型，也要重视对边坡地质灾害体宏观变形破坏迹象和变形破坏前

兆的信息研究，与边坡监测数据有机结合，采取定量与定性相结合的综合预警方法，判断坡体变形破坏的成因机制、变形演化阶段、稳定性状态等状况，推测坡体发生失稳破坏的大概时间，对监测边坡的现状做出综合判断。