

陕西省地方标准

DB 61/T ***—2025

在役公路地质灾害自动化监测技术规范

Technical Specification for Geologic Hazard Monitoring of Highway in Service

征求意见稿编制说明

2025 - ** - **发布

2025-**-**-**实施

陕西省市场监督管理局

发布

目 录

一、工作概况	3
1、任务来源	3
2、目的意义	3
3、主要工作过程及工作内容	4
4、承担单位及编制组任务分工	5
二、标准编制原则和标准主要内容	6
1、标准的编制原则	6
2、标准主要内容	7
2.1 公路地质灾害的范畴	7
2.2 关于公路地质灾害风险评价	7
2.3 监测等级划分	8
2.4 监测体系	8
2.5 预警等级和预警方法	9
2.6 关于附录的内容	10
三、实证研究	11
四、知识产权说明	12
五、采标情况	12
六、重大分歧意见的处理结果和依据	14
七、本标准的实施建议	14
八、其他应说明的事项	15

一、工作概况

1、任务来源

陕西省地方标准《在役公路地质灾害自动化监测技术规范》制修订项目由陕西省公路局提出申请，依据陕西省市场监督管理局相关管理办法，由陕西省交通运输标准化技术委员会下达任务，立项编号为SDBXM 072-2024。标准由陕西省公路局主编，参编单位有：长安大学，西安市公路局。

该项目于 2024 年获批立项，计划于 2025 年完成。

2、目的意义

根据 2022 年《陕西省第一次自然灾害综合风险公路承灾体普查报告》，陕西省公路自然灾害风险点 24127 处，其中地质灾害类型以崩塌、滑坡为主，占比达 76%。陕西省公路自然灾害中地质灾害数量多、类型全、危害大。为确保公路安全运营，对重大、较大风险的公路边坡实施自动化监测，实现灾害风险的可管可控。然而，陕西省开展公路地质灾害监测起步较晚，仅在安康、汉中等少数地区开展了重大危险高边坡监测试点，目前在监测内容、监测方法、监测数据分析等方面缺乏统一标准，存在不规范性，难以实现公路安全状态评估和有效预警。因此编制《在役公路地质灾害自动化监测技术规范》具有紧迫性和重要性。

全面指导在役公路地质灾害自动化监测工作，通过监测分级限定不同灾害类型的监测内容、监测方法，全面指导方案制定、施工安装、监测系统功能、数据分析、预警方法、监测报告编制等工作，实现“监

测方案规范合理，监测数据可靠统一，监测预警科学精准”。

该规范的编制对陕西省相关地区的公路地质灾害自动化监测具有重要的指导意义。统一可靠的监测数据和科学精准的预警将有效助力公路交通安全运营和应急处置，保障公路路产及人民群众生命财产安全。同时标准的编制将推进全国此类行业标准的制订和完善，助于推动我国公路边坡自动化监测的发展，提高公路服务水平。

3、主要工作过程及工作内容

标准编制中本着为公路建设服务作为基本宗旨，坚持求真务实的科学态度，对研究成果进行切实、有效、可行的转化。

（1）调研、验证、标准起草

2024年9月1日-2024年4月30日，项目任务下达后，编制人员根据任务分工进行了资料收集和调查研究工作，收集国内国外相关的技术标准和参考文献，了解国内外地质灾害监测方面的相关要求，搜集近几年全国公路地质灾害成功监测预警实例。在前期研究的基础上完成标准草案，经征询相关专家意见后作出修改，并在西安、汉中、安康、铜川等地区验证，效果较好。

（2）初稿并征求意见

2025年1月1日到2025年2月28日，编写组在草案的基础上，进一步借鉴全国公路边坡监测预警方面的成果，整理分析陕西省已有边坡监测数据，全面总结成果经验，分工编写了标准的初稿，经主编统稿后分发至各参编单位进行讨论，提出意见，然后召开了编写组讨论会。讨论会后由主编单位研究各单位意见，并修改制定出征求意见

稿，在全省公路交通行业范围内征求设计、养护、管理、信息化等单位及相关专家意见。

4、承担单位及编制组任务分工

主编单位：陕西省公路局

参编单位：长安大学

西安市公路局

主要参加人员：

编写组人员及主要任务划分

姓 名	单 位	性别	技术 职称	专业	分工
涂静	陕西省公路局	女	高级	道路与桥梁	主编
李家春	长安大学	男	副高级	防灾减灾	技术负责
张玉婷	长安大学	女	副教授	交通工程	应急对策
李胜利	西安市公路局	男	高级	道路与桥梁	监测分级
张杰	陕西省公路局	男	工程师	桥梁工程	监测分级
王宣懿	陕西省公路局	女	工程师	道路工程	监测系统
赵菲	西安市公路局	男	高级	信息化	监测系统，分组 预警
朱钰	陕西省公路局	男	正高级	道路与桥梁	监测分级
张艳杰	长安大学	女	副教授	道路与铁道工程	监测方案
齐洪亮	长安大学	男	副教授	道路与铁道工程	监测方法

赵浩锦	长安大学	男	研究生	岩土工程	监测技术研究
孙思萌	长安大学	女	研究生	防灾减灾工程	预警技术研究
田龙	长安大学	男	研究生	岩土工程	预警技术研究
董浩阳	长安大学	男	研究生	岩土与隧道工程	预警技术研究
王洪玲	长安大学	女	研究生	岩土与隧道工程	预警技术研究
王浩宇	长安大学	男	研究生	岩土与隧道工程	预警技术研究

二、标准编制原则和标准主要内容

1、标准的编制原则

本标准在编制上总体遵循“标准统一，数据可靠，科学合理，客观公正”的原则。

（1）全面贯彻执行国家的有关法律、法规和方针政策。

（2）编制工作坚持科学性、先进性和实用性原则，做到技术先进、经济合理、安全适用。

（3）以行之有效的实践经验和可靠的科学研究成果为依据。对已经鉴定且实践检验的技术上成熟、经济上合理的科研成果，应纳入规范。

（4）满足当前国家标准，与行业有关标准相协调一致，并参考了部分单位、符号、用语的相关标准，保障了标准文本编写的规范性。

（5）结合陕西省公路边坡地质灾害特点，提炼共性规律和经验，考虑全国的适用性和专业性。

2、标准主要内容

《公路水毁防治规范》共分 12 章，包括：前言，引言，范围，规范性引用文件，术语和定义，总则，监测分级，监测内容与方法，监测频率，监测方案设计，监测设备安装、运行与维护，监测信息系统功能，预警等级与响应，数据分析与监测报告，附录 A ，附录 B。下面就编制过程中的几个主要内容加以说明。

2.1 公路地质灾害的范畴

按照我国《地质灾害防治条例》(2003 年 11 月 19 日国务院第 29 次常务会议通过)，地质灾害，包括自然因素或者人为活动引发的危害人民生命和财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。

2006 年交通运输部公路局开展公路地质灾害治理试点工作，公路地质灾害单列为一个灾种，明确了公路地质灾害类型为滑坡、崩塌、泥石流、路基沉陷及塌陷等。

结合陕西省公路边坡地质灾害发生情况，本规范规定了陕西省公路地质灾害类型中常见的崩塌、滑坡、泥石流和塌陷/沉陷自动化监测内容。

2.2 关于公路地质灾害风险评价

因公路地质灾害治理资金有限，针对大量灾害风险点提出分级分类处置，对策包括：巡查、警示及预防性养护，自动化监测，治理工

程等。

(1) 监测分级：对公路地质灾害主要类型滑坡、崩塌、泥石流、沉陷/塌陷，根据危险性和安全等级划分监测等级，对不同灾害类型各监测等级的监测内容作出标准化规定，以实现监测的科学性和经济适用性。

(2) 危险性评估

危险性是指公路地质灾害发生的可能性。如果可能性大，无论公路等级如何，均应采取措施进行预防，防患于未然。

本规范根据岩土体类型与结构、坡高、坡度等评价指标将危险性划分为四级：极高、高、中、低。

(3) 危害性评估

危害性是指公路地质灾害可能对人员、交通、基础设施等造成的危害程度。如果危害性大，意味着灾害发生造成的损失大，应采取措施加以预防和治理。

本规范根据公路等级、交通量、暴露程度等评价指标将危害性划分为四级：极严重、严重、中等、轻微。

(4) 风险分级

结合危险性和危害性分级，确定公路地质灾害风险等级。本规范风险等级划分为四级：一、二、三、四级。详见规范表 5.2-1。

2.3 监测等级划分

监测等级是指依据地质灾害体类型、灾害危险性和危害性确定的不同监测等级。分类分级监测目的是有效指导科学合理监测项目投资。

目前全省需要监测的公路地质灾害数量巨大，为合理使用有限的资金，根据隐患点灾害类型、规模、危险性不同，规定对应监测目的、内容、监测设备数量，明确各类型不同等级“应、宜、可”监测的项目。

本规范将公路地质灾害监测等级划分为 A、B、C 三级，见表 5.2-2。

A：专业监测是由专业技术团队，采用高精度仪器、标准化流程及科学分析方法，对隐患地质体进行系统连续的数据采集、处理与评估预警。

B：普适性监测是通过设置成本较低、广泛适用的传感器、物联网设备及智能化技术，数量和精度满足基本监测需要的自动化监测。

C：巡查监测是通过人工目测或用简易观测仪器设备对风险点进行的传统监测。

2.4 监测体系

分级分类监测体系：对公路滑坡、崩塌、泥石流、沉陷/塌陷四种地质灾害类型、四个风险等级的风险点实现全覆盖的监测，实现地质灾害风险的可知、可管、可控，防范重大灾害事件。

规范从各类地质灾害的监测内容、精度及频率要求、监测方案等方面作出了技术规定。

2.5 预警等级和预警方法

根据公路地质灾害的发展阶段、紧急程度、变形趋势、以及可能

造成的危害程度，预警等级分为四级，一级、二级、三级、四级，依次用红色、橙色、黄色、蓝色标示。

对于缓变形地质灾害，如滑坡、路基沉陷，根据变形破坏模式、宏观变形迹象，经监测数据特征分析确定变形阶段，当变形速率明显增大，将加速变形阶段再划分为：初加速、加速、加加速 3 个阶段，各阶段划分可参考切线角 α 指标。对应的预警等级见表 11.2-1。

对于利用单点监测数据确定预警等级的情况，可根据灾害体规模、发育程度、设备安装点位、监测数据特征等综合分析确定。在监测初期数据积累较少时，可参考表 11.2-2 设置阈值。

对于采用多参数综合预警的情况，应通过多个指标判据组合来综合确定灾害发生的可能性，预警模型应基于灾害隐患的地质特征、影响因素及发展变化趋势，在综合分析变形与破坏特征的基础上确定，并根据机理认识与监测数据及时调整。

2.6 关于附录的内容

为利于监测项目管理，避免监测方案不完整、针对性不够等问题制定附录 A 自动化监测方案编写提纲，以规范监测方案内容、数量，实现有效预算控制。

为规范监测报告内容，增强可操作性，实现标准化，制定监测报告编写提纲，以附录 B 呈现。

三、实证研究

本规范能有效指导陕西省公路地质灾害自动化监测工作，提高监测预警水平，避免或减少地质灾害对公路交通及基础设施的危害，可产生巨大的社会效益、经济效益。

本标准的制订，主要参考了长安大学李家春团队监测预警相关研究成果，该团队开发的系列预警模型和方法已应用于全国多省份边坡、地质灾害监测，预警准确率超过 90%，相关成果均具有自主知识产权。其中的监测技术 2024 年列入交通运输部《道路高边坡监测预警与应急实用技术汇编（第一批）》。

陕西省公路局、长安大学、西安市公路局组成的编制团队长期从事地质灾害监测预警研究和实践，先后承担了十余项相关科研项目，积累了大量研究成果，逐步形成了一套“自然灾害防治综合技术”，与监测预警相关的科研项目体系，例如：“黄土地区公路边坡降雨灾害预警技术”，提出有效雨量和抗灾雨量指标，建立边坡降雨灾害预警模型；西部交通建设科技项目“路基灾害防治技术推广及应用示范”，依托十个省干线公路灾害治理工程试点，为交通运输部干线公路灾害治理提供技术支撑，2011 年被列入交通部推广目录；陕西省公路局项目“陕西省公路灾害防治技术”，建立了陕西省干线公路地质灾害数据库，评估灾害风险，提出管养对策，编著《陕西省公路灾害防治技术指南》和标准图集；陕西交通科技项目“地震公路次生地质灾害调查”，编制了陕西省公路地震灾害危险性分区图，提出公路线位选择、路基及结构物方案、应急抢险等方面的对策；2015 年，

陕西省公路上边坡风险评估方法及标准研究，提出上边坡崩塌滑坡风险评估方法，并形成地标 DB61/T 1533-2022《公路上边坡崩塌滑坡灾害风险评估指南》；2020 年，陕西省干线公路水毁防治实用技术指南，出版《陕西省普通公路常见水毁防治实操手册》（人民交通出版社，2024）；2022 年，陕南浅层滑坡普适型监测应用技术研究，为陕南 3 个地市提供区域降雨预警模型和近 1000 个滑坡自动化监测提供抗灾雨量预警模型。

团队还根据监测中发现的问题开发了部分监测装置，并申报了专利。

本标准的编制，还吸收“陕西省公路承灾体监测试点项目”成果总结，该项目选择了包括滑坡、崩塌、泥石流、沉陷灾害类型的 6 处风险点进行监测试点，制定了不同的监测方案。监测试点成果的吸收有利于指导今后的监测工作。该项目由陕西省公路局负责组织，长安大学参与，因此相关成果也具有自主知识产权。

四、知识产权说明

本标准编制参考了国内外学者长期以来对公路地质灾害方面的研究，主要依托的成果来自本标准的编写单位和人员，不存在其他知识产权问题。

五、采标情况

目前，国内外尚没有关于公路地质灾害自动化监测的标准，相关

主要标准规范及其与本规范的关系说明如下：

[1] GB/T 37697-2019，露天煤矿边坡变形监测技术规范[S].

该规范服务于露天煤矿边坡变形监测，与公路边坡相比，露天煤矿边坡规模大、允许变形量大，规范规定了传统测量监测方法和自动化监测，其中自动化监测方法与本规范相似。但公路边坡监测为保障交通安全，在方案设计、监测目的、设备选型、数据分析、预警等级划分及预警方法等方面有明显差异。

[2] GB/T 33697-2017，公路交通气象监测设施技术要求[S].

该标准制订了应用于公路交通的气象监测设施技术要求，未涉及边坡监测。

[3] GA/T 961-2011，公路车辆智能监测记录系统验收技术规范[S].

该标准制订了车辆智能监测相关内容，未涉及边坡监测。

[4] DZ/T 0221-2006，崩塌、滑坡、泥石流监测规范[S].

该标准中的崩塌、滑坡有时也发生在公路边坡上，规范中根据地质灾害危害性、受灾人口、潜在经济损失划分监测等级，并对不同等级简要作出原则规定。

本标准不同之处首先是服务于公路交通，在边坡监测等级划分时主要考虑危险性和交通流量。其次本标准对自动化监测全过程提出了技术要求，内容更多、更全面，而且预警方法也体现了最新应用成果。

[5] ISO 18674 Geotechnical investigation and testing

-Geotechnical monitoring by field instrumentation.
International Organization for Standardization,
10/01/2017.

该标准为国际标准组织发布的岩土工程野外调查与测试中，现场监测仪器安装的标准（包括总则，测斜仪，延伸仪，压力计），侧重于设备安装，未对监测方案、预警方法作出规定。

[6] AASHTO R 45-13 (2021) Standard Practice for Installing, Monitoring, and Processing Data of the Traveling Type Slope Inclinator. American Association of State and Highway Transportation Officials, 2013.

该标准为美国联邦公路运输局制订，内容为边坡监测中倾角计/测斜仪的安装、监测、数据处理。未对监测方案、预警方法作出规定，本标准更系统全面。

六、重大分歧意见的处理结果和依据

无。

七、本标准的实施建议

本标准在编制过程中，充分吸收了相关的现行法律、法规和强制性国家标准，与既有法律、法规及标准体系不存在冲突。在尊重现行法律、法规和强制性国家标准的同时，充分吸收了已有成熟的研究成果和养护经验，使之满足公路养护中水毁防治的技术规范化需求。

八、其他应说明的事项

无