

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL —2026

边坡与地质灾害监测预警物联网系统技术 要求

Technical Requirements for the Internet of Things System for Slope and Geohazard Monitoring and
Early Warning

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间：2026-01-29)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言	III
1 引言	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语和定义	2
4.1 边坡与地质灾害监测预警物联网系统	2
4.2 监测点	2
4.3 监测站	2
4.4 监测预警平台	3
4.5 多源数据融合	3
4.6 预警阈值	3
5 系统架构	3
5.1 总体架构	3
5.2 感知层	3
5.3 传输层	3
5.4 平台层	3
5.5 应用层	4
6 监测内容与指标	4
6.1 地表位移监测	4
6.2 深部位移监测	4
6.3 地下水位监测	4
6.4 土体含水率监测	4
6.5 孔隙水压力监测	5
6.6 降雨量监测	5
6.7 裂缝监测	5
6.8 视频图像监测	5
7 设备与传感器技术要求	5
7.1 通用要求	5
7.2 数据采集单元（监测站）要求	6
7.3 传感器要求	6
8 数据采集与传输技术要求	6
8.1 数据采集	6
8.2 数据传输	6
8.3 数据包与校验	7
9 监测预警平台技术要求	7
9.1 平台基础能力	7

9.2 核心功能要求	7
10 预警模型与阈值	8
10.1 预警模型构建	8
10.2 预警阈值设定	8
11 系统性能与安全要求	9
11.1 系统性能	9
11.2 信息安全	9
12 安装、运维与质量控制	9
12.1 安装与施工	9
12.2 运维管理	10
12.3 质量控制	10
13 附则	10

前 言

本文件依据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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

边坡与地质灾害监测预警物联网系统技术要求

1 引言

为深入贯彻落实国家防灾减灾救灾“两个坚持、三个转变”重要理念，规范全国范围内边坡与地质灾害监测预警物联网系统的设计、建设、运行及维护全流程管理，提升地质灾害风险识别与监测预警的科学性、时效性和精准性，筑牢人民群众生命财产安全保障防线，支撑自然资源、应急管理等行业主管部门依法履行监管职责，促进监测预警技术产业化、标准化、智能化发展，依据《中华人民共和国突发事件应对法》《地质灾害防治条例》等国家现行法律法规及相关标准规范，结合我国边坡工程安全管控与自然地质灾害（滑坡、崩塌、泥石流等）隐患防治实际需求，制定本技术要求。本文件由广西产学研科学研究院提出并归口，作为国家层面边坡与地质灾害监测预警物联网系统建设的统一技术依据，适用于全国范围内相关项目的统筹推进与质量管控工作。

2 范围

明确了边坡与地质灾害监测预警物联网系统的系统架构、监测内容与指标、设备与传感器技术要求、数据采集与传输技术要求、监测预警平台技术要求、预警模型与阈值、系统性能与安全要求、安装运维与质量控制等核心技术条款。适用于全国范围内新建、改建、扩建的边坡工程（含交通、水利、能源、市政等国家重点工程边坡），以及自然山体滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害隐患点监测预警物联网系统的设计、建设、验收、运行及维护工作。其他类似岩土工程安全监测项目，可参照本文件执行。本文件同时为各级行业主管部门开展系统监管、考核评估工作提供技术支撑。

3 规范性引用文件

下列文件为本文件的应用提供必备依据。凡是注日期的引用文件，仅所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（包括所有修改单）适用于本文件，且应符合国家最新战略部署与行业监管要求。

GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 28181-2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 17626.2-2018 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验

GB 50026-2020 工程测量标准

GB 50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB/T 51308-2019 建筑边坡工程鉴定与加固技术标准

DZ/T 0281-2015 地质灾害监测预警通信技术要求

YD/T 1363.1-2014 通信局（站）电源、空调及环境集中监控管理系统第1部分：系统技术要求

JJG 100-2003 全站型电子速测仪检定规程

JJF 1094-2002 测量仪器特性评定

《地质灾害防治条例》（国务院令394号）

《“十四五”应急管理体系规划》

《全国地质灾害风险普查技术要求》

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件，且符合国家地质灾害防治、物联网发展等领域标准术语体系。

4.1 边坡与地质灾害监测预警物联网系统

依托国家物联网战略布局，融合空天地一体化感知技术，通过在边坡或地质灾害隐患体布设各类传感器，自动采集、传输、处理形变、应力、环境等多源监测数据，经智能分析模型研判后实现灾害风险超前预警与精准管控的信息化、智能化系统，是国家公共安全防控体系的重要组成部分。

4.2 监测点

依据地质勘察结果与风险防控需求，在监测对象关键区域布设，安装一个或多个传感器，用于精准获取特定位置监测数据的物理点位，是系统感知网络的基础单元。

4.3 监测站

在监测区域集中设置的现场核心装置，具备数据汇集、暂存、预处理、通信传输及本地应急响应功能，是衔接感知层与传输层的关键节点。

4.4 监测预警平台

部署于国家级、省级、市级三级数据中心或云端节点，具备数据接收、存储、管理、分析、展示、预警信息生成与发布等核心功能的一体化软件系统，支撑跨部门、跨区域协同管控工作。

4.5 多源数据融合

遵循国家数据共享交换标准，将来自不同传感器、不同时空尺度、不同行业领域的监测数据（含地质、气象、水文等）进行关联、互补与整合，形成对监测对象稳定状态全面、准确、立体描述的技术过程。

4.6 预警阈值

结合地质条件、工程特性、历史灾害案例及国家风险管控标准，预先设定的用于判断监测对象稳定状态的监测参数临界值或变化率临界值，是划分预警等级的核心依据。

5 系统架构

5.1 总体架构

系统应采用符合国家新型基础设施建设要求的分层分布式架构，自下而上统筹搭建感知层、传输层、平台层和应用层，实现“感知精准、传输可靠、平台智能、应用高效”的建设目标，支撑三级联动管控机制有效落地。

5.2 感知层

由部署在监测现场的各类传感器、测量设备、数据采集单元（监测站）及现场辅助设施（供电、防雷、防护）组成，核心任务为完成原始物理量的精准感知与标准化数据采集，优先鼓励采用国产化、智能化感知设备。

5.3 传输层

承担感知层数据向平台层可靠、安全传输的核心职责，应构建“有线+无线”冗余组网体系，可采用光纤、电缆等有线传输方式，及4G/5G、NB-IoT、LoRa等无线通信技术；无公网信号区域应优先采用北斗短报文等自主可控通信方式保障数据传输。重点监测区域必须采用主备双通道传输机制，确保极端条件下通信畅通。

5.4 平台层

即监测预警平台，作为系统的核心处理中枢，应部署于符合国家安全等级保护要求的云服务器或本地数据中心，统筹提供数据接入、存储、计算、管理等核心服务，支撑多源数据融合分析与智能预警功能实现。

5.5 应用层

面向国家级、省级、市级行业主管部门，及管理人员、技术人员、应急人员、公众等不同用户群体，提供数据可视化、预警信息发布、统计分析、远程管理、应急指挥、公众服务等差异化应用功能，支撑跨部门协同处置工作有序开展。

6 监测内容与指标

6.1 地表位移监测

6.1.1 监测内容：重点监测地表三维绝对位移（X、Y、Z方向）及相对位移，覆盖边坡坡体、灾害隐患体关键变形区域，确保全面捕捉变形特征。

6.1.2 监测指标：核心指标包括累计位移量、位移速率、位移加速度；地表水平位移监测精度不应低于 $\pm 2.5\text{mm}$ ，垂直位移监测精度不应低于 $\pm 3.0\text{mm}$ ，需达到国家一级监测精度标准，保障变形趋势精准捕捉。

6.2 深部位移监测

6.2.1 监测内容：聚焦边坡或滑坡体内部不同深度的相对位移，精准识别滑动面位置及发展演变趋势。

6.2.2 监测指标：包括钻孔内各测点相对于孔口的位移量、位移深度曲线、滑动面深度；测斜仪灵敏度不应低于 $\pm 0.02\text{mm}/500\text{mm}$ ，确保精准感知深部变形特征。

6.3 地下水位监测

6.3.1 监测内容：实时监测监测孔内水位埋深，精准掌握地下水动态变化规律。

6.3.2 监测指标：核心指标为水位高程、水位变化量、变化速率；水位监测分辨率不应低于 1cm ，精度不应低于 $\pm 0.5\%FS$ ，数据采集需同步关联气象降水信息，为水致灾害风险研判提供支撑。

6.4 土体含水率监测

6.4.1 监测内容：监测边坡土体体积含水率，为土体稳定性分析提供数据支撑。

6.4.2 监测指标：包括实时含水率、饱和度；监测精度不应低于 $\pm 2.5\%$ ，确保数据满足土体稳定性评估核心需求。

6.5 孔隙水压力监测

6.5.1 监测内容：监测土体中孔隙水压力分布及变化情况，预判坡体失稳风险。

6.5.2 监测指标：核心指标为孔隙水压力值、超静孔隙水压力；监测精度不应低于 $\pm 0.5\%FS$ ，确保数据支撑风险精准研判。

6.6 降雨量监测

6.6.1 监测内容：实时监测降雨强度及累计降雨量，实现与国家气象观测网络的数据衔接。

6.6.2 监测指标：包括分钟降雨量、小时降雨量、日降雨量、过程累计降雨量；降雨量监测分辨率不应低于0.2mm，精度不应低于 $\pm 3\%$ ，数据需与气象部门数据互联互通，支撑降雨诱发灾害预警工作。

6.7 裂缝监测

6.7.1 监测内容：监测地表裂缝的开合度、错动、沉降变化，及时捕捉早期变形迹象。

6.7.2 监测指标：核心指标为裂缝宽度变化量、变化速率；监测精度不应低于 $\pm 0.1mm$ ，确保早期变形精准识别与风险预警。

6.8 视频图像监测

6.8.1 监测内容：实时监测边坡地表宏观形变、植被覆盖、坡面渗水、溜渣等表观信息，为人工巡查与风险研判工作提供辅助支撑。

6.8.2 监测指标：视频流畅度、图像清晰度、抓拍联动响应时间；视频编码应符合GB/T 28181-2022标准要求，支持与国家公共安全视频监控联网平台对接。

7 设备与传感器技术要求

7.1 通用要求

7.1.1 设备应适配野外极端恶劣工作环境，防护等级不应低于IP65，满足高低温、湿热、暴雨、风沙等复杂工况下的稳定运行要求。

7.1.2 设备应具备完善的防雷、防潮、防腐蚀、防电磁干扰能力，金属外壳应可靠接地，符合GB 50343-2012标准相关要求。

7.1.3 工作温度范围宜为 $-20^{\circ}C \sim +60^{\circ}C$ ，工作湿度范围宜为0%RH~95%RH（非冷凝），可根据高寒、高湿等特殊区域实际需求优化指标参数。

7.1.4 平均无故障工作时间（MTBF）不应小于25000小时，核心设备不应小于30000小时，保障系统长期稳定运行。

7.2 数据采集单元（监测站）要求

7.2.1 应具备多通道、多协议数据接入能力，支持模拟量、数字量、RS-232/485、SDI-12等接口类型，兼容各类主流传感器。

7.2.2 应具备本地大容量数据存储功能，存储容量需满足通信中断情况下连续存储不少于30天原始数据的需求，数据存储格式应符合国家相关标准。

7.2.3 应具备灵活的电源管理功能，支持市电、太阳能、蓄电池等多种供电方式；无市电条件下，纯蓄电池供电应保障系统正常工作不少于30天，太阳能供电系统应满足阴雨天连续工作7天以上要求。

7.2.4 应具备远程配置、诊断、升级和重启功能，支持远程故障排查与维护，降低现场运维成本。

7.3 传感器要求

7.3.1 精度、量程、分辨率必须满足第6章对应监测指标要求，核心参数应达到国家计量标准，优先鼓励采用国产化高精度传感器。

7.3.2 输出信号应稳定、抗干扰能力强，便于数据采集单元标准化接入，支持数据异常自检与报警功能。

7.3.3 安装前必须经具备相应资质的计量机构检定或校准，取得合格证书并在有效期内使用；运行期间应按规定周期开展复核校准，确保数据有效性。

8 数据采集与传输技术要求

8.1 数据采集

8.1.1 采集频率应支持远程灵活配置，适配不同监测场景需求；正常情况下，位移、地下水位、孔隙水压力等参数采集频率宜为1次/1小时~1次/24小时，降雨量宜为实时采集或1次/1分钟~1次/10分钟，视频图像可按定时、触发或远程指令方式采集。

8.1.2 应建立动态采集频率调整机制，当监测数据达到预警阈值、气象部门发布暴雨等灾害预警信息，或现场出现异常情况时，系统应自动提高相关监测参数的采集频率，确保风险精准捕捉与及时预警。

8.2 数据传输

8.2.1 传输网络应稳定可靠，满足国家物联网数据传输安全要求；重点监测区域、高风险隐患点必须采用主备双通道传输机制，确保数据传输不中断。

8.2.2 应具备断点续传功能，通信中断恢复后，系统应自动补传中断期间的监测数据，确保数据完整性。

8.2.3 监测站至中心平台的端到端数据平均传输延时不应超过30秒,紧急预警信息传输延时不应超过10秒,保障预警信息发布的时效性。

8.2.4 数据传输协议应标准化、开放化,鼓励采用MQTT、HTTPS等通用物联网协议,符合国家数据共享交换标准,支撑跨平台互联互通。

8.3 数据包与校验

8.3.1 传输数据包应包含设备唯一编号、采集时间戳、参数数值、数据质量标识、校验码等核心信息,数据格式应标准化,便于平台解析与管理。

8.3.2 必须采用循环冗余校验(CRC)或其他符合国家信息安全标准的校验机制,确保数据传输过程中不丢失、不篡改,保障数据完整性与真实性。

9 监测预警平台技术要求

9.1 平台基础能力

9.1.1 应支持高并发数据接入与处理,具备横向扩展能力,满足全国范围内多区域、多站点监测数据接入需求,适配监测规模动态扩容。

9.1.2 应具备海量监测数据(时序数据、空间数据、视频数据等)的高效存储、管理与查询能力,数据存储期限不应低于3年,核心监测数据需永久留存,符合国家数据归档管理要求。

9.1.3 应提供标准化数据接口(API),支持与国家级、省级应急管理平台、自然资源平台、气象平台等跨部门平台进行数据共享与交换,支撑协同管控工作。

9.2 核心功能要求

9.2.1 数据可视化管理:应提供基于电子地图的监测点分布、实时数据、历史曲线、视频画面、预警信息等综合展示功能,支持二三维一体化展示,实现监测对象状态直观呈现。

9.2.2 智能分析与预警:具备多源数据融合分析能力,可整合地质、监测、气象、水文等多领域数据开展综合研判;内置或支持接入专业预警分析模型(位移-时间曲线分析、深部位移矢量分析、多元信息综合判别模型等),鼓励采用机器学习、深度学习等智能算法,结合历史数据持续优化模型精度;支持国家级统一标准的四级预警阈值管理与动态调整,适配不同区域、不同类型灾害风险特征;预警分析触发响应时间不应超过5分钟,确保预警信息快速生成。

9.2.3 预警信息发布:支持通过平台界面、短信、语音、App推送、微信公众号、应急广播、国家公共预警信息发布平台等多渠道发布预警信息,实现向相关责任人和受威胁群众精准推送;预警信息内

容应符合国家统一规范，明确包含预警等级、灾害位置、发生时间、可能影响范围、防范措施、应急联系方式等核心要素；应建立严格的预警发布审核与追溯机制，确保预警信息发布规范、可追溯，杜绝虚假预警与误报。

9.2.4 统计与报表：应具备自动化报表生成功能，可自动生成日报、月报、年报及专项分析报告，支持数据导出与打印，满足监管考核与决策支撑需求。

9.2.5 系统管理：应具备完善的用户权限管理、设备全生命周期管理、日志管理、系统配置管理功能，支持分级授权、操作追溯，保障系统安全规范运行。

10 预警模型与阈值

10.1 预警模型构建

10.1.1 应结合监测点地质条件、灾害变形机理、历史监测数据、典型灾害案例，科学选择或构建适配的预警分析模型，确保模型具有针对性和实用性。

10.1.2 鼓励采用机器学习、深度学习等智能技术，利用全国范围内历史监测数据、灾害案例数据训练并优化预警模型，提升预警准确性与泛化能力，支撑全国统一预警模型体系建设。

10.1.3 预警模型必须经过典型案例验证和国家级专家论证，符合国家地质灾害预警技术规范要求后，方可投入实际应用。

10.2 预警阈值设定

10.2.1 预警阈值分为监测值阈值和变化率阈值，应依据地质勘察资料、工程设计文件、数值模拟结果、类似工程经验、国家风险管控标准及模型分析结果综合确定，确保阈值设定科学合理。

10.2.2 预警等级严格遵循国家统一标准，分为四级：蓝色预警（注意级）：监测参数接近或达到注意值，坡体或隐患体处于稳定临界状态初期，需加密巡查频次，密切关注变化趋势；例如，位移速率连续3天超过2mm/d；黄色预警（警示级）：监测参数达到或超过警戒值，变形呈现加速趋势，风险等级升高，需立即组织专业排查并采取针对性防范措施；例如，位移速率连续2天超过5mm/d，或深部位移曲线出现明显拐点；橙色预警（警戒级）：监测参数达到或超过行动值，变形明显加速，灾害发生可能性高，需立即启动应急预案，组织受威胁人员转移避让；例如，位移速率超过10mm/d，或地表出现贯通性裂缝；红色预警（警报级）：监测参数达到或超过危险值，变形急剧加速，灾害即将或已经发生，需立即组织抢险救援，全面落实应急处置措施；例如，位移速率骤增超过20mm/d，或深部滑动面完全贯通。

10.2.3 应建立预警阈值动态评估与修正机制，根据累积监测数据、边坡或隐患体状态变化、灾害防治效果，定期开展阈值评估与优化调整，确保预警准确性。

11 系统性能与安全要求

11.1 系统性能

11.1.1 平台应支持7×24小时不间断运行，全年平均可用性不应低于99.5%，重大灾害应急处置期间可用性需不低于99.9%，满足应急处置工作需求。

11.1.2 平台界面主要操作平均响应时间不应超过3秒，复杂查询响应时间不应超过10秒，视频调取响应时间不应超过2秒，保障操作高效、便捷。

11.1.3 系统应能支持不少于1000个监测站的并发接入，具备动态扩容能力，可满足大规模监测网络建设需求。

11.2 信息安全

11.2.1 系统网络安全保护等级应符合GB/T 22239-2019中二级及以上要求，核心区域应达到三级保护要求，严格落实国家网络安全法律法规。

11.2.2 应建立严格的用户身份认证与访问控制机制，采用多因素认证、分级授权管理模式，杜绝未授权访问，确保系统与数据安全。

11.2.3 监测数据在传输、存储、使用全过程中应采用加密措施，传输加密符合国家密码管理相关标准，存储加密确保数据不泄露、不篡改。

11.2.4 应建立完善的数据备份与灾难恢复机制，重要数据备份周期不应超过24小时，具备异地容灾备份能力，

11.2.5 建立系统安全日志管理机制，所有操作行为全程追溯，日志保存时间应不低于1年，满足安全审计与监管要求。

12 安装、运维与质量控制

12.1 安装与施工

12.1.1 监测点布设方案应由具备相应资质的地质或岩土工程技术单位编制，结合风险普查结果、地质勘察报告科学确定，确保布设位置能有效捕捉变形与风险信息，方案需经行业主管部门审核备案后方可实施。

12.1.2 传感器安装必须严格遵循规范要求，做到安装规范、固定牢固、定位精准，安装后应立即进行初始值读数（基准值）并记录存档，初始值需经复核确认无误。

12.1.3 所有线缆应采取穿管保护措施，做好清晰标识，敷设过程中避免损坏传感器与线缆，确保设备正常运行。

12.1.4 施工过程中建立完善的质量管控体系，关键工序需经监理单位验收合格后方可进入下一工序，施工资料应完整归档备查。

12.2 运维管理

12.2.1 各级行业主管部门应制定详细的运行维护管理制度和应急预案，明确运维责任主体、运维流程、应急处置措施，保障系统长期稳定运行。

12.2.2 建立定期现场巡检机制，每季度至少开展一次全面巡检，重点检查设备运行状态、供电保障、通信链路、安装稳固性及周边环境，及时排查并整改故障隐患。

12.2.3 建立设备全生命周期管理台账，定期对传感器、采集单元等核心设备进行检定或校准，校准周期不超过12个月，确保设备性能持续达标。

12.2.4 系统软件应定期更新和维护，及时修复安全漏洞，优化功能性能，软件更新前需进行充分测试验证，确保更新后系统稳定运行。

12.3 质量控制

12.3.1 系统建设完成后，需开展不少于1个月的试运行工作，试运行期间系统主要性能指标、核心功能需全部达标，并组织至少一次全流程预警演练，验证系统预警与应急处置能力。

12.3.2 系统验收应依据设计方案、招标文件、本技术要求及国家相关标准规范开展，验收资料应齐全完整，包括施工资料、设备校准证书、试运行报告、预警演练报告等，验收合格后方可正式投入运行。

12.3.3 建立持续质量改进机制，各级行业主管部门应定期对系统运行情况、预警实效进行评估，结合地质条件变化、技术发展趋势，及时对系统进行优化升级，持续提升监测预警能力，支撑国家地质灾害防治能力现代化建设。

13 附则

本标准由广西电子商务企业联合会负责解释。本标准自发布之日起试行，试行期为一年。试行期满后，根据实施反馈情况进行修订和完善。各相关单位可依据本标准制定具体的实施细则。若本标准与国家新颁布的法律法规或强制性标准有不一致之处，应以国家法律法规和强制性标准为准。本标准所引用的规范性引用文件如有更新，其最新版本适用于本标准。广西电子商务企业联合会将根据技术发展和应用需求，适时组织对本标准的复审与修订工作，以保障其持续的先进性和适用性。本标准的有效实施，有赖于各级医疗机构、主管部门、技术服务商和各相关方的共同努力，通过规范智慧医院数据互联互通共享技术，推动医疗健康数据资源有效整合与安全共享，提升医疗服务质量和效率，促进智慧医院建设规范化发展，为推进健康中国建设提供技术支撑。
