

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM XXXX—2026

滑坡监测设备自诊断与健康状态评估规范

Specification for self-diagnosis and health status assessment of
landslide monitoring systems

（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。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

目 次

前 言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 健康状态指标体系 3

5 自诊断方法 4

6 健康状态评估 4

7 结果输出 6

附 录 A （资料性） 设备类型代码表 7

附 录 B （资料性） 异常代码表 8

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，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：湖北省地质局第三地质大队、中国地质大学（武汉）、重庆大学、河南省地质研究院、中国地质调查局长沙自然资源综合调查中心、武汉鑫华兴建设工程有限公司、武汉大势智慧科技有限公司、湖北高通空间技术有限责任公司。

本文件主要起草人：邹浩、吴川、毛帅、陈兵、蔡恒昊、张俊荣、张永权、吴斐、王虎、文龙、葛明峰、甘金强、袁青松、吕笑、曹斌。

本文件为首次发布。

滑坡监测设备自诊断与健康状态评估规范

1 范围

本文件规定了滑坡监测系统自诊断与健康状态评估的指标体系、诊断方法、评估规则及结果输出要求。

本文件适用于滑坡地质灾害监测项目中GNSS接收机、裂缝计、地表倾斜仪、雨量计、土壤含水率传感器等监测设备的自诊断功能设计、健康状态评估与运行维护。

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 4208-2017 外壳防护等级(IP代码)

T/CMSA 0015-2020 隔离式防雷与接地保护装置及系统技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

在线率 online rate

监测设备在统计周期内保持与监测平台正常通信的时间占比。

3.2

数据完整率 data integrity rate

监测设备实际采集存储的有效数据量与理论应采集数据量的比值。

3.3

外部激励测试 external excitation test

向设备施加已知标准激励信号，检测其响应是否满足预期性能的诊断方法。

4 健康状态指标体系

4.1 核心性能指标

4.1.1 核心性能指标包括准确度、零漂及分辨率。

4.1.2 准确度、零漂及分辨率偏离设计允许范围时应触发报警。

4.2 供电系统指标

4.2.1 供电系统指标应包括电压及剩余电量。

4.2.2 电压及剩余电量异常均应触发报警。

4.3 通信状态指标

4.3.1 通信状态指标应包括信号强度、误码率、丢包率及在线率。

4.3.2 信号强度、误码率、丢包率及在线率异常均应触发报警。

4.4 数据采集与存储指标

4.4.1 数据采集与存储指标应包括存储余量及数据完整率。

4.4.2 相邻采样点差值或滑动窗口均值偏离超出合理范围时应判定为采集异常。

4.4.3 存储余量低于阈值时应报警。

4.5 环境适应性指标

4.5.1 环境适应性指标应包括防护等级、绝缘电阻及防雷接地状态。

4.5.2 防护等级应符合 GB/T 4208-2017 的规定。

4.5.3 绝缘电阻及防雷接地应符合 T/CMSA 0015-2020 的规定。

4.6 故障编码

4.6.1 设备异常应采用统一编码标识。编码结构为 6 位数字：第 1~2 位为设备类型代码，第 3~4 位为指标分类代码，第 5~6 位为异常类型代码。

4.6.2 设备类型代码应按附录 A 的规定执行。

4.6.3 异常代码表应符合附录 B 的规定。

5 自诊断方法

5.1 内置自检

5.1.1 内置自检应覆盖下列内容：

- a) 处理器及存储器；
- b) 传感器通路；
- c) 数据采集通道；
- d) 通信接口；
- e) 供电状态。

5.1.2 关键故障应经多次检测确认后方可判定。

5.2 外部激励测试

5.2.1 外部激励测试应在下列场景执行：

- a) 设备首次安装验收；
- b) 运行期定期检测；
- c) 设备维修后复检。

5.2.2 激励源精度等级不应低于被测试设备。

5.2.3 测试频次应按设备类型、服役环境及重要性确定。

5.3 数据一致性校验

数据一致性校验应包括下列内容：

- a) 时间序列校验：对同一传感器时序数据进行趋势分析，相邻采样点差值或滑动窗口均值偏离异常时判定为异常；
- b) 空间相关校验：同一监测断面内关联传感器数据应进行一致性比对；
- c) 冗余数据校验：具备冗余测量能力的设备应进行冗余数据源比对。

5.4 通信链路诊断

5.4.1 通信链路诊断应采用心跳包机制。

5.4.2 平台连续多次未收到心跳包时应判定为通信中断。

6 健康状态评估

6.1 评估方法

评估应采用多指标加权评分法，满分100分。

6.2 单项指标评分

6.2.1 各指标应按实测值所处区间计分，区间划分及对应分值应符合下列规定：

- a) 正常区间：指标值在设计允许范围内，计100分；
- b) 注意区间：指标值超出设计允许范围但未达到报警阈值，计60～99分；
- c) 异常区间：指标值达到或超过报警阈值，计0～59分。

6.2.2 各指标的设计允许范围和报警阈值应由设备制造商在技术文件中明确。

6.3 权重分配

6.3.1 各指标权重应按表 1 的规定执行。

表 1 指标权重分配

指标名称	权重
准确度	0.25
零漂	0.15
电压	0.10
剩余电量	0.15
信号强度	0.10
在线率	0.10
数据完整率	0.15
合计	1.00

6.3.2 权重可根据设备类型、服役环境及监测重要性适当调整。

6.4 评分计算

6.4.1 综合健康评分应按公式（1）计算：

$$S = \sum (P_i \times W_i)$$
 (1)

式中，S为综合健康得分；P_i为第i项指标的单项得分；W_i为第i项指标的权重。

6.4.2 计算结果保留整数。

6.5 健康等级划分

6.5.1 健康等级应按综合评分划分，见表 2。

表 2 健康状态等级划分

综合评分	健康等级
≥90	健康
75～89	亚健康
60～74	堪用
<60	故障

6.5.2 出现下列严重故障情形之一时，应直接判定为故障状态：

- a) 核心功能模块失效；
- b) 供电系统完全失效；
- c) 通信链路完全中断。

7 结果输出

诊断完成后应输出诊断结果，按以下顺序排列：

- a) 故障代码；
- b) 综合健康评分；
- c) 报警等级，报警等级应按表3的规定执行。

表 3 报警等级划分

报警等级	对应健康状态	对应代码
紧急报警	故障	00
重要报警	堪用	01
一般报警	亚健康	02

附 录 A
(资料性)
设备类型代码表

代码	设备类型
01	GNSS接收机
02	裂缝计
03	地表倾斜仪
04	雨量计
05	土壤含水率传感器
06	供电系统
07	通信系统
08	数据采集与存储系统
09	防护系统

附 录 B
(资料性)
异常代码表

异常代码	异常名称	异常描述
010101	准确度超差	GNSS 接收机精度超差
010201	零漂超限	GNSS 接收机零漂超限
020101	准确度超差	裂缝计测量误差超差
020201	零漂超限	裂缝计零漂超限
030101	准确度超差	倾斜仪测量误差超差
030201	零漂超限	倾斜仪零漂超限
040101	准确度超差	雨量计测量误差超差
050101	准确度超差	土壤含水率传感器测量误差超差
060101	电压异常	供电电压超出工作范围
060201	剩余电量过低	蓄电池剩余电量低于阈值
070101	信号强度过低	信号强度低于通信门限
070201	通信中断	通信链路中断
080101	数据完整率过低	数据完整率偏低
080201	存储余量不足	存储余量低于阈值
090101	绝缘电阻过低	绝缘电阻低于安全限值
090201	接地电阻超标	接地电阻超限