

一杆通岸坡土体监测系统技术规范

Specifications for the one-pole slope monitoring system

（征求意见稿）

本稿完成日期：2026 年 8 月 6 日

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国测绘学会 发布

目次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 基本要求 2

6 系统构成 2

 6.1 一般要求 2

 6.2 感知系统 3

 6.3 供电系统 3

 6.4 数据采集系统 4

7 准备及方案设计 4

 7.1 资料收集 4

 7.2 现场踏勘 5

 7.3 方案设计 5

8 系统建设 6

 8.1 一般要求 6

 8.2 感知系统安装 6

 8.3 供电系统安装 7

 8.4 系统调试与验收 7

9 数据采集分析 8

 9.1 数据采集 8

 9.2 数据分析 8

10 监测预警 9

11 系统运行维护 9

12 证实方法 9

附录 A（资料性）现场踏勘记录表 11

附录 B（资料性）一杆通系统感知系统安装埋设示意图 12

附录 C（资料性）一杆通系统感知系统安装埋设考证表 13

附录 D（资料性）一杆通系统验收表 14

参考文献 15

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。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件起草单位：*****。

本文件主要起草人：*****。

一杆通岸坡土体监测系统技术规范

1 范围

本文件规定了一杆通岸坡土体监测系统的基本要求和系统构成、准备及方案设计、系统建设、数据采集分析、监测预警、系统运行维护等内容，描述了对应的证实方法。

本文件适用于岸坡土体分层水平位移、沉降、地下水位、渗压、温度、含水率等参数的原位同步监测。

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 3411.1—2009 大坝监测仪器 孔隙水压力计 第1部分：振弦式孔隙水压力计
GB/T 11828.2—2022 水位测量仪器 第2部分：压力式水位计
GB/T 21440.2—2008 大坝监测仪器 沉降仪 第2部分：电磁式沉降仪
GB/T 28418—2012 土壤水分（墒情）监测仪器基本技术条件
GB/T 33705—2017 土壤水分观测 频域反射法
GB/T 38204—2019 岩土工程仪器 测斜仪
GB 50054—2011 低压配电设计规范
GB 55017—2021 工程勘察通用规范
DZ/T 0221—2024 崩塌、滑坡、泥石流监测规范
SL/T 427—2021 水资源监测数据传输规约
SL/T 651—2014 水文监测数据通信规约

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一杆通岸坡土体监测系统 one-pole slope monitoring system
一杆通系统

由感知系统、供电系统和数据采集系统组成，将与堤防岸坡稳定性相关的分层水平位移、沉降、地下水位、渗压、温度、含水率等参数的传感器集成于一杆之内，实现堤防岸坡多要素同步监测的集成监测系统。

3.2

分级预警 graded early warning

依据岸坡失稳的严重程度和紧急程度，将堤防岸坡失稳险情预先划分为若干等级，并针对不同等级启动相应级别的应急处置措施与资源调配方案的工作机制。

3.3

多参数联合分析 multi-parameter joint evaluation

利用两个或两个以上与堤防岸坡稳定性相关的参数，综合分析参数间的关联性与协同变化规律，评估岸坡土体稳定性的行为。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- RS232 RS-232串行通信接口 Recommended Standard 232
- RS485 RS-485串行通信接口 Recommended Standard 485
- CAN bus 控制器局域网总线 Controller Area Network bus
- Wi-Fi 无线局域网 Wireless Fidelity
- NB-IoT 窄带物联网 Narrowband Internet of Things
- ZigBee ZigBee无线个域网 ZigBee Wireless Personal Area Network
- LoRa 长距离低功耗无线通信 Long Range Radio
- 4G 第四代移动通信技术 Fourth Generation Mobile Communication Technology
- 5G 第五代移动通信技术 Fifth Generation Mobile Communication Technology

5 基本要求

- 5.1 一杆通系统应配备可实时监测分层水平位移、沉降、地下水位、渗压、温度、含水率的传感器。
- 5.2 一杆通系统传感器应根据监测方案设计所需的监测精度与量程范围选择，且一杆通系统应具备全自动监测与数据实时回传功能。
- 5.3 监测实施前，应依据监测目的、要求、前期有关资料及现场踏勘成果完成监测方案设计，监测系统建设完成后，即可开展监测工作，进行数据采集与分析，并形成监测报告。一杆通系统建设流程见图1。

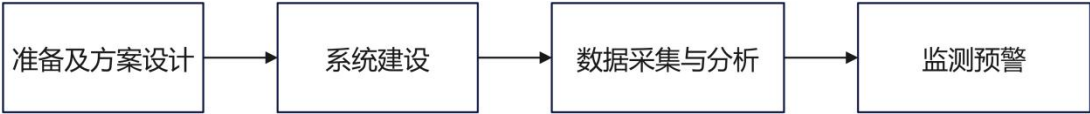


图1 一杆通系统建设流程

6 系统构成

6.1 一般要求

- 6.1.1 一杆通系统由感知系统、供电系统及数据采集系统组成，系统构成见图2。



图2 一杆通系统构成

6.1.2 各监测参数应采用统一的时间基准，确保多参数同步采集与记录的时序一致性。

6.1.3 应具备数据自动采集、存储、传输及远程状态监控功能。

6.2 感知系统

6.2.1 感知系统应具备分层水平位移、沉降、地下水位、渗压、温度、含水率等参数的同步监测能力，宜包括变形监测传感器、压力传感器和土体温/湿度传感器。

6.2.2 变形监测传感器包括测斜仪、沉降仪等，主要用于测定岸坡土体水平位移和沉降。

a) 测斜仪应满足下列要求：

——宜采用微电子式倾角传感器或同等精度传感器；

——测量范围： $\pm 15^\circ \sim \pm 60^\circ$ ；

——宜在测斜仪安装埋设全部完成至少 7 天后才可正常测读；

——测量精度及适用环境等要求应符合 GB/T 38204—2019 相关规定。

b) 沉降仪应满足下列要求：

——宜选用适用于长期沉降监测的振弦式沉降仪或磁环式沉降仪；

——测量范围：0m~150m；

——沉降管宜以最深部稳定测点为基准，最深部测点无法设置到稳定部位时，也可以顶部测点为基准；

——测量精度及适用环境等要求应符合 GB/T 21440.2—2008 等相关要求。

6.2.3 压力传感器包括孔隙水压力计、压力式水位计等，用于测定岸坡土体地下水位、渗压等参数。

a) 孔隙水压力计应满足下列要求：

——宜选用振弦式孔隙水压力计，适用于岸坡渗压的长期埋设监测；

——测量范围：0kPa~10000kPa；

——测量精度及适用环境等要求应符合 GB/T 3411.1—2009 相关规定。

b) 压力式水位计应满足下列要求：

——宜选用适用于长期水位变化监测的投入式压力水位计；

——测量范围：0m~100m；

——应具备抗泥沙、水体浑浊及生物附着影响的能力；

——测量精度及适用环境等要求应符合 GB/T 11828.2—2022 相关规定。

6.2.4 土体温度传感器应满足下列要求：

a) 宜采用热电阻、热敏电阻或数字温度传感器等测温元件，并适用于长期埋设监测；

b) 测量范围： $-20^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ；

c) 土体温度传感器测试精度及适用环境等要求应符合 GB/T 28418—2012 相关规定。

6.2.5 土体湿度传感器应满足下列要求：

a) 宜采用电容式、频域反射（FDR）或时域反射（TDR）等测量原理的设备，且所选设备应适用于不同土质条件下含水率的长期埋设监测；

b) 测量范围：体积含水率 0%~100%；

c) 测量精度及适用环境等要求应符合 GB/T 33705—2017 等相关规定。

6.3 供电系统

6.3.1 供电系统应采用主、备电源双路供电方式，主电源可采用交流电源或直流电源，备用电源宜采用蓄电池。

6.3.2 交流电源供电系统应满足以下要求：

- a) 采用符合国家标准的交流供电电源，电压等级为 $220V \pm 22V$ ，频率 50Hz；
- b) 具备稳压与抗电压波动能力，保证输出电源稳定可靠；
- c) 具备过压、过流及短路保护功能，并配置必要的漏电保护措施。

6.3.3 直流电源供电系统的太阳能板应满足以下要求：

- a) 在年日照时数 $\geq 1200h$ 地区，功率应 $\geq 80W$ ；在年日照时数 $< 1200h$ 地区，功率应 $\geq 100W$ ；
- b) 具备抗紫外线、抗冰雹、抗大风能力；
- c) 采用支架式安装，适配监测区域日照角度。

6.3.4 备用供电系统的蓄电池应满足以下要求：

- a) 选用锂电池或铅酸免维护电池，寒区采用低温型锂电池；
- b) 电池容量应 $\geq 100Ah$ ，保证连续 7 天阴雨天无日照情况下设备正常工作。不同地区可根据气象条件与项目实际需求，适当增加备用电源容量、延长无日照运行天数；
- c) 应具备过充、过放、短路、反接和过温保护功能；
- d) 使用寿命应 ≥ 5 年，或循环充放电 ≥ 2000 次。

6.4 数据采集系统

数据采集应满足以下要求：

- a) 支持多通道（ ≥ 8 通道）同步采集；
- b) 时钟同步精度 $\leq 1ms$ ，与标准时间同步；
- c) 可接入模拟量、数字量信号；
- d) 数据传输规约应符合 SL/T 427—2021 和 SL/T 651—2014 相关规定
- e) 平均无故障时间： $\geq 6300h$ ；
- f) 数据采集缺失率（未能测得的有效数据个数与应测得的数据个数之比） $\leq 2\%$ ；
- g) 瞬态电位差 $\leq 1000V$ ；
- h) 测量装置掉电运行时间 $\geq 72h$ ；
- i) 数据存储：内置存储容量 1GB 以上，存储数据容量 1000 测次以上，可存储 ≥ 3 个月原始监测数据，支持 U 盘外接扩展存储；
- j) 接口标准：通信接口应符合国际通用标准，支持 RS232、RS485、以太网、CAN bus 等有线通信方式，并兼容蓝牙、Wi-Fi、NB-IoT、ZigBee、LoRa 及 4G/5G 等无线通信标准；
- k) 接地电阻： $\leq 50\Omega$ ；
- l) 具备数据预处理、异常数据标记、断点续传功能，并采用确保数据传输安全的加密算法。

7 准备及方案设计

7.1 资料收集

7.1.1 开展岸坡土体监测前，应收集监测区域工程地质、水文气象、历史险情及既有监测成果等基础资料，并结合现场条件进行综合分析。

7.1.2 工程地质资料应反映岸坡地形地貌特征、地层结构、岩土体工程性质及水文地质条件，主要包括：

- a) 岸坡地形图、纵横断面资料及岸线变化情况；
- b) 工程地质剖面图、各岩土层分布及厚度等；
- c) 土体类型、天然含水率、密度、渗透系数、压缩性指标及抗剪强度参数等；
- d) 地下水类型、水位埋深、动态变化规律及渗流条件等。

7.1.3 水文气象资料应涵盖降雨、水位、流量、流速及极端天气事件等资料。相关资料宜具有连续性和代表性，资料年限不宜少于 1 年，具体包括：

- a) 连续降雨过程及年降雨量、最大日降雨量等统计特征；
- b) 水位变化过程，多年平均水位、最高水位、最低水位、水位变幅及涨落速率等特征；
- c) 日尺度流量过程，年平均流量、最大流量及洪峰流量等特征；
- d) 岸坡附近流速变化特征；
- e) 暴雨、持续降雨、干旱等异常气象事件及其发生时间、持续时间和影响情况。

7.1.4 既有监测成果应包括历史监测数据、险情记录及工程运行资料，具体包括：

- a) 水平位移、沉降、裂缝、地下水位、渗流压力、含水率等相关参数历史监测数据；
- b) 历史崩岸、滑坡、塌陷等险情事件的发生时间、位置、规模、影响范围及处置情况；
- c) 岸坡防护、河道整治、调度运行及周边工程活动等资料。

7.2 现场踏勘

7.2.1 现场踏勘内容应包括岸坡地形地貌、岸坡稳定状态、周边环境、施工条件以及监测设备安装条件等内容。

7.2.2 现场踏勘应符合 GB 55017—2021 的有关规定，并结合资料收集成果开展现场调查。

7.2.3 现场踏勘资料应形成记录，并作为监测方案编制、设备安装及运行维护的依据。

7.3 方案设计

7.3.1 根据资料收集与现场踏勘成果，将岸坡分为一般岸段和重点岸段。

- a) 一般岸段监测宜涵盖下列情形：
 - 岸坡整体稳定性较好、无明显崩岸风险的河段；
 - 河道顺直、水流平缓的河段；
 - 河床冲淤基本稳定、岸坡冲刷较轻的河段；
 - 以稳定性较好的硬质岩土体为主的岸坡。
- b) 重点岸段宜涵盖下列情形：
 - 历史崩岸频发的河段；
 - 邻近重要保护目标的河段，如城镇、重要工矿企业、大型桥梁、码头及取水口等；
 - 河道急弯段、迎流顶冲段及河床冲淤变化剧烈的河段；
 - 重点险工险段。

7.3.2 应按岸段类别及具体监测目标、监测要求，进行监测方案差异化设计，明确不同岸段的监测范围、监测断面布设、监测深度及监测频次。

7.3.3 监测范围（沿水流方向的布设）应根据岸线变化、历史险情、岸坡稳定性及保护目标等因素确定，并应满足以下要求：

- a) 监测范围宜覆盖存在崩岸、滑坡、变形异常及其他稳定性风险的岸段；
- b) 重点监测岸段宜根据地质条件、历史险情、岸坡变形特征及河段保护需求综合确定；
- c) 重点岸段监测断面间距宜不大于 0.2 倍河宽；

d) 一般岸段监测断面间距宜为 0.5 倍~1 倍河宽。

7.3.4 监测断面布设（垂直于水流方向的布设）应根据岸坡地形地貌、岸坡结构特征及主要失稳模式确定，并应满足以下要求：

a) 一般岸段监测断面宜布设在岸坡坡脚；

b) 受水位涨落影响明显的重点岸段，监测断面宜同时布设于坡脚和坡顶。

7.3.5 监测深度与分层布设应根据地层结构、岩土体性质、地下水条件及潜在变形范围确定，并应符合以下规定：

a) 监测深度宜根据历史最高洪水位和常年枯水位之间的水位变幅确定，覆盖主要影响区域；

b) 监测层位及层间距宜根据岩土体结构、变形特征及监测参数需求确定，土体变化明显或变形敏感区域宜适当加密；

c) 各监测传感器分层布设应满足以下要求：

——应根据岸坡地质条件与监测目标，沿杆体纵深方向划分物理层位；

——各类型传感器应按设计层位安装，避免不同原理传感器在无屏蔽条件下混装于同一密闭舱室；

——各类传感器应采用独立的模块化封装，壳体防护等级应满足水下或潮湿环境使用要求；

——不同类型传感器模块之间应设置物理隔断或保持有效间距（>20cm），防止因土体挤压或变形导致的机械接触与相互干扰。

7.3.6 监测参数与频次应根据岸坡失稳影响因素、风险等级及预警需求确定，并应满足以下要求：

a) 监测参数可根据岸坡实际情况和监测需求选择配备位移、沉降、地下水位、孔隙水压力、含水率、水位、降雨等与岸坡稳定性相关的参数监测传感器；

b) 监测频次应根据岸坡稳定状态和环境变化情况确定，正常情况下宜采用常规监测频次（1 小时/次~2 小时/次）；

c) 在暴雨、水位快速涨落、持续干旱或监测指标异常变化期间，应加密监测频次（不宜高于 30 分钟/次）；

d) 监测频次的确定与调整应满足异常识别和预警响应需求。

8 系统建设

8.1 一般要求

8.1.1 机械结构、零部件及元器件选择、装配方式以及电路设计等，宜采用标准化，并宜采用成熟的标准结构件。

8.1.2 一杆通系统布设间距应根据岸坡稳定状况、崩岸风险等级和监测需求，确定一杆通系统沿河段的布设间距。

8.1.3 为确保系统正常运行，采集系统及数据分析系统应布置于历史洪水位以上，并采取防淹措施。

8.2 感知系统安装

8.2.1 感知系统安装的钻孔作业应满足以下要求：

a) 钻孔尺寸需严格根据管孔尺寸进行确认，确保孔径符合安装要求；

b) 钻孔前，应在钻孔点位周边开挖专用坑洞，用以存放钻孔产生的沙土，避免泥沙堆积造成孔洞堵塞；

c) 钻孔过程中需关注孔内土质变化，若发现钻孔点位存在较大坍塌可能性，应暂停作业，并考虑更换安装点；

d) 钻孔作业应优先采用履带式地质勘探钻机。当钻孔深度较浅时，亦可选用其他小型钻孔设备，以满足后续系统安装及监测需求；

e) 钻孔完成后，应立即对孔洞深度及直径进行测量，确认尺寸误差不超过允许范围，以保证后续安装作业的正常进行。

8.2.2 感知系统传感器的安装埋设各部件相对位置见附录 B，应满足以下要求：

a) 渗压计安装前，应将其表面捆扎土工布后浸入水中不少于 2 小时。取出后待读数稳定，连续三次采集的测值基本相同时，取三次测值的平均值作为基准值。宜重复上述操作两次，若测值基本相同，则基准值准确。安装时，将渗压计缓慢下放至监测孔底部。

b) 将一杆通系统主体缓慢下放至监测孔指定位置，下放到位后，采用专用夹具固定管体，保持其垂直状态，随即开展回填作业。回填材料宜采用原土回填，原土回填量不足时可采用细砂等较易回填材料进行回填。

8.2.3 感知系统安装考证表见附录 C。

8.3 供电系统安装

8.3.1 供电系统的设计、安装与验收应符合 GB 50054—2011 及现行相关标准的规定。

8.3.2 供电系统应设置完善的保护措施，包括但不限于接地保护、防雷保护、过流保护、短路保护及漏电保护等，接地电阻应满足相关规范要求。

8.3.3 电缆及线路敷设应符合安全及耐久性要求，宜采用防水、防腐、抗老化性能良好的电缆材料，敷设路径应避开滑塌区、冲刷区及机械损伤风险区域，必要时应采取防护措施。

8.3.4 供电系统应满足监测设备长期连续稳定运行要求，供电可靠性设计应结合岸坡风险等级及监测重要性确定。

8.3.5 供电系统安装完成后应进行系统调试与验收，内容包括供电稳定性测试、保护功能检测及连续运行试验等，确保系统运行安全可靠。

8.4 系统调试与验收

8.4.1 各系统调试主要包括：

- a) 各传感器数据采集正常，输出信号稳定，无异常值，测量范围和精度符合本文件要求；
- b) 总线采集仪能实现多通道同步采集，无线传输模块能正常传输数据；
- c) 供电功能正常，能满足设备工作需求；充电控制器保护功能正常。

8.4.2 基准值测试应在设备安装稳定后进行，连续观测 3 次~5 次，每次观测间隔 24 小时，观测时间宜选择环境条件稳定的时段。应采用 3 次~5 次观测数据的平均值作为监测点位及传感器的初始基准值，并录入监测平台建立基准数据库，作为后续监测数据分析、变化评价及预警判定的基础。

8.4.3 外观检查工作主要包括：

- a) 安装牢固，杆体无倾斜、松动，垂直度偏差 $\leq 1\%$ ；
- b) 防护罩密封良好，无破损、漏水，防盗锁安装到位；
- c) 混凝土基座浇筑密实，无裂缝、塌陷，警示标志和设备编号标识清晰、牢固；
- d) 回填土平整，无塌陷，传感器周围回填处理符合要求；
- e) 供电系统安装牢固，线缆连接规范，无裸露、破损。

8.4.4 参数验证主要包括：

- a) 对比一杆通系统与现场实测的变形、渗压、温度、含水率数据，偏差满足变形 $\leq 5\text{mm}$ 、压力 $\leq 2.5\%\text{FS}$ 、温度 $\leq 1^\circ\text{C}$ 、含水率 $\leq 3\%$ ；
- b) 安装验收首次验证，运行首年每季度 1 次，稳定后每年 1~2 次，数据异常或传感器更换后及时验证；
- c) 验证合格设备正常使用，精度不达标设备进行校准/更换。

8.4.5 系统调试与验收合格后，应形成完整的验收文件，归档保存，系统调试与验收表见附录 D。

9 数据采集分析

9.1 数据采集

9.1.1 采集数据应通过专用传输模块完整、安全传输至数据平台，传输过程应采取加密措施以防止数据丢失或篡改。

9.1.2 数据应包含完整的时间、点位及设备标识信息，并保持连续性。

9.1.3 数据接收后宜在 10 分钟内完成预处理，对数据格式、采集时间及点位信息进行校核，剔除异常或不匹配数据，并对超出量程或存在逻辑异常的数据进行标记处理。

9.2 数据分析

9.2.1 单指标分析应满足以下要求：

- a) 应针对分层水平位移、沉降、地下水位、渗压、温度、含水率等单个监测指标，进行趋势分析和异常识别，明确指标变化特征，相关分析方法应符合 DZ/T 0221—2024 的规定。
- b) 地下水位应分析水位高程及其变幅，评价其动态变化特征，并对异常升降情况进行判定。
- c) 渗压分析应分析渗透压力变化过程，评价渗流状态变化特征，并对是否存在异常变化作出判定。
- d) 水平位移分析应分析分层水平位移量及位移速率，评价岸坡平面变形特征。
- e) 沉降分析应分析分层累计沉降量及沉降速率，评价岸坡垂向变形特征。
- f) 土体温度及含水率分析应以分层温度及含水率变化为基础，评价土体各层温度及含水率状态变化特征，对异常变化作出判定。

9.2.2 多参数联合分析应满足以下要求：

- a) 应开展多参数关联分析，重点分析含水率与地下水位、渗透压力之间的关系，以及分层水平位移与沉降、渗透压力及地下水位变化之间的关系。
- b) 宜采用数据融合方法对多源监测数据进行综合处理，提高分析结果的完整性与可靠性。
- c) 应结合多参数变化趋势对岸坡稳定性进行综合评价。当出现异常变化或指标组合异常时，应进行复核与研判，必要时开展现场核查。
- d) 岸坡稳定性综合评价方法应符合 DZ/T 0221—2024 的相关规定。

9.2.3 一杆通系统应定期生成监测报告，报告内容应完整、清晰、准确，主要包括以下内容：

- a) 采集数据量、数据完整性、数据质量达标情况，以及运行状态；
- b) 各监测指标的变化趋势、异常数据情况及原因分析，指标变化是否符合预期；
- c) 各指标之间的关联性、综合评估结果，岸坡土体稳定性判断；
- d) 对于数据处理、分析过程中发现的问题，结合数据分析结果，提出针对性的防控、管理建议。

10 监测预警

10.1 一杆通监测系统的监测数据出现以下情况时应分析判断潜在隐患：

- a) 监测参数突破预警阈值；
- b) 监测参数在短时间内出现非线性加速变化；
- c) 监测参数与历史同类条件下经验值或模型预测值差异显著。

10.2 岸坡稳定性各项监测指标的预警阈值应根据岸坡实际稳定性状况及监测需求确定。各监测指标应明确阈值来源、更新频率、调整条件及授权责任人，并应建立相应管理与记录机制，以确保预警结果的可追溯性和责任明晰。阈值设定可采用以下方法：

- a) 依据 DZ/T 0221—2024 等相关规范确定预警阈值上下限；
- b) 基于历史监测数据统计分析确定预警阈值上下限；
- c) 结合人工干预或平台建议值，对预警阈值进行设定与动态调整。

10.3 一杆通系统预警等级划分见表 1。

表 1 预警等级划分

预警等级	风险特征	颜色标识	预警提示内容	触发条件
I 级	岸坡处于临界失稳状态或已发生明显变形破坏	红色	提示启动应急准备	监测数据超过预警阈值的 80%
II 级	岸坡稳定性较差，存在明显的失稳前兆	橙色	提示加强巡查	监测数据超过预警阈值的 60%
III 级	岸坡基本稳定，但存在潜在崩岸风险因素	黄色	提示关注	监测数据超过预警阈值的 30%

11 系统运行维护

11.1 系统运行维护管理应包括日常巡检、设备维护、故障处理、设备更换与升级及档案管理等内容。

11.2 日常巡检应根据设备运行状态和环境条件开展。正常情况下，巡检频次不宜低于每月 1 次；汛期或特殊气象条件下，巡检频次不宜低于每周 1 次。

11.3 应定期开展设备标定校准、防雷及防水性能检查；在极端天气、设备异常运行或监测数据异常情况下，应及时开展专项检查和维护。

11.4 应建立故障响应与处理机制。故障发生后，应及时开展故障诊断与处理，响应时间不宜超过 48h，并采取措施排除异常。

11.5 设备出现性能下降、精度不能满足要求、损坏或无法正常运行等情况时，应及时进行更换或升级，设备更换后，应开展安装调试、功能检查及数据连续性校核，更换设备性能不应低于原设备要求。

11.6 应建立设备全生命周期档案，记录设备安装、调试、巡检、维护、校准、故障处理、更换及升级等信息。

12 证实方法

12.1 采用存入和调取一杆通系统运行数据样例、数据技术报告、数据质量报告等方式，验证感知系统采集数据的准确性、完整性与一致性。

12.2 通过一杆通系统建设文件、检测报告、证明材料查阅或平台运行数据分析，核实系统现场运行状态，对建设完成的系统进行一致性测试。

12.3 建立一杆通系统数据管理台账，监测数据使用及交换共享情况，记录软硬件配置与运行状态，生成系统运行日志，验证系统运行环境及安全保障措施的有效性。

12.4 依据一杆通系统技术设计报告、技术测试报告、验收报告、系统维护记录等文件，验证系统的验收合规性与日常维护落实情况。

附录 B
(资料性)

一杆通系统感知系统安装埋设示意图

一杆通系统安装埋设示意图见图 B.1。

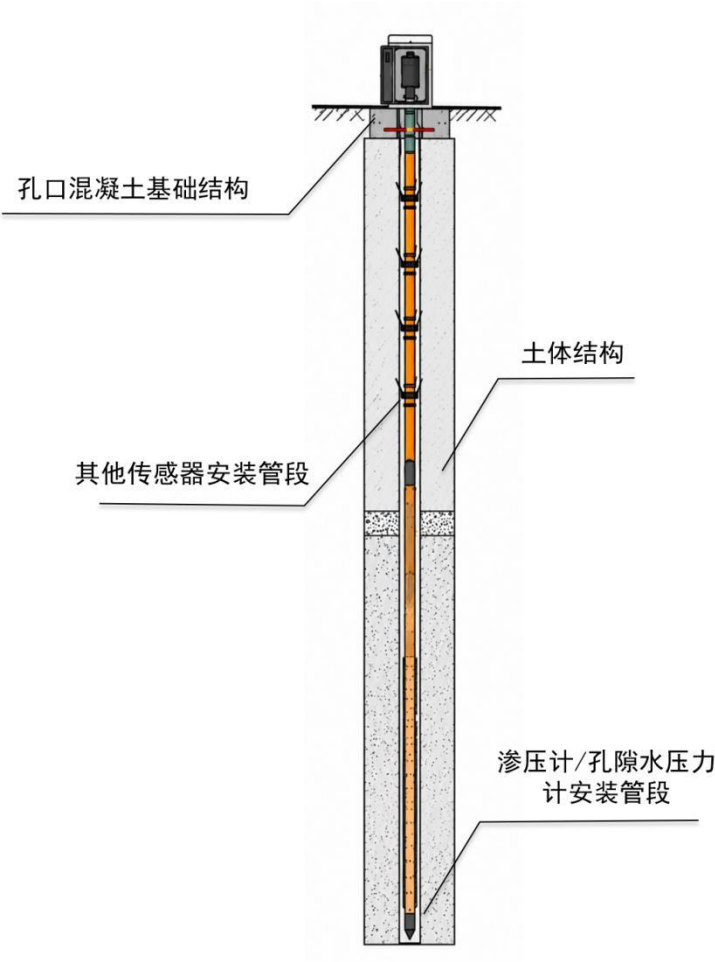


图 B. 1 一杆通系统感知系统埋设示意图

附录 C
(资料性)

一杆通系统感知系统安装埋设考证表

表 C.1 给出了一杆通系统感知系统安装埋设考证内容。

表 C.1 一杆通系统感知系统安装埋设考证表

一、设备基本信息						
设备类型		仪器型号				
生产厂家		出厂编号				
二、安装与结构参数						
埋设方式						
钻孔直径		钻孔深度				
孔口高程		孔底高程				
回填材料及结构说明						
三、埋设前后测值						
埋设前测值			埋设后测值			
地下水位		地下水位				
渗压		渗压				
水平位移		水平位移				
沉降		沉降				
土体温度		土体温度				
土体含水率		土体含水率				
四、现场环境与过程记录						
上游水位		下游水位		天气		
埋设示意图及说明						
埋设时段						
安装及填表人：	校核人：	技术负责人：	年	月	日	
监理工程师：				年	月	日

附录 D
(资料性)
一杆通系统验收表

表 D.1 给出了一杆通系统验收内容。

表 D.1 一杆通系统验收表

设备名称		设备型号	
生产日期		设备编号	
技术参数或性能（配置）要求			
安装位置		安装时间	
验收项目		验收记录	
1. 外观完好程度（有无损伤、损坏或生锈等）			
2. 设备性能及技术指标是否达到要求			
3. 附件、备件是否齐全			
4. 使用说明书、技术资料是否齐全。			
5. 设备名称、型号规格配置是否符合要求			
6. 其它（以上未注明的项目）			
验收结论（“合格”或“不合格”）及处理意见（“同意入库”或“退货、更换”等）			
验收人（签字）：			
验收单位（章）： 负责人（签字）： 年 月 日			
登记日期		经手人	
备 注			

参考文献

[1] GB/T 2887—2011 计算机场地通用规范

[2] GB/T 17626—2018 电磁兼容 试验和测量技术系列标准

[3] GB/T 13606—2007 土工试验仪器 岩土工程仪器 振弦式传感器通用技术条件

[4] GB/T 30291—2013 物联网 传感器网络 第 1 部分：体系结构

[5] GB/T 32746—2016 岩土工程仪器信号与接口

[6] GB 50021—2009 岩土工程勘察规范

[7] GB 50052—2009 供配电系统设计规范

[8] DL/T 5178—2016 混凝土坝安全监测技术规范

[9] SL 31—2003 水利水电工程钻孔压水试验规程

[10] SL 364—2015 土壤墒情监测规范

[11] SL 436—2008 水利工程质量检验与评定规程

[12] SL/T 794—2020 堤防工程安全监测技术规程

[13] SL 876—2026 崩岸抢护技术导则

[14] IEEE 1451.0-2024 智能传感器接口标准

[15] ISO 18674-1:2015 岩土工程监测 第 1 部分：通用规则

[16] ISO 18674-4:2020 岩土工程监测 第 4 部分：孔隙水压力测量
