ICS 编号
CCS 编号

团 体 标 准

T/CTESGS XXX—20XX

长江流域低山丘陵区山洪灾害链监测体系建设技术规范

Technical regulation of monitoring system construction for mountain torrent related disaster chains in low-relief mountain and hilly area within the Yangtze River basin

（报批稿）

20XX-XX-XX 发布　　20XX-XX-XX 实施

长江技术经济学会　　发 布

目　次

前　言 II
引　言 III
1　范　围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 2
4　基本规定 2
5　孕灾要素监测 4
6　数据采集、存储及传输 6
7　监测平台 6
8 运行管理与维护 7
附录 A 9

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。

本文件共8章和1个附录，主要技术内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、孕灾要素监测、数据采集、存储及传输、监测平台、运行管理与维护。

本文件由长江技术经济学会归口，由长江水利委员会长江科学院负责具体技术内容解释。本文件在执行过程中，如有意见或建议，请反馈给长江技术经济学会（地址：湖北省武汉市江岸区黄浦大街23号，邮编：430010，电子邮箱：tb@cjxh.org.cn），以供今后修订时参考。

本文件主编单位：　长江水利委员会长江科学院。

本文件参编单位：　长江水利委员会防御局、江西省水利科学院、湖南省水利水电科学研究院、湖北省水旱灾害防御中心、湖北省水旱灾害防御中心、湖北省水利水电科学研究院、长江勘测规划设计研究有限责任公司。

本文件主要起草人：　唐文坚、董林垚、魏永强、许小华、许田柱、范仲杰、张宏雅、杜　俊、唐　威、徐　驰、孟令胜、刘业伟、周　翀、杨培生、盛　东、李斯颖、吕　倩、许文涛、韩　培、申志高、朱龙辉、谭　军、曾俣杰、贾　琼、邹承钰。

本文件主要审查人：　江炎生、平其俊、周俊、李同录、刘德地、史东华、吕坤。

引　言

本文件针对长江流域低山丘陵区山洪灾害链的形成演化特点和监测体系构建需求，从监测站网布局、数据采集与传输、监测平台构建技术要求，以及监测体系运用、管理和运行维护等方面编写，以期通过布设气象水文和下垫面等多要素山洪灾害链监测的仪器设备，利用自组网/公网/专网等多链路传输监测数据，构建山洪灾害链监测体系，为低山丘陵区山洪灾害链智能化监测、预报、预警、应急抢险和应对处置提供技术支撑与决策支持。

1 范 围

1.0.1 本文件规定了长江流域低山丘陵区山洪灾害链监测体系建设的内容和技术要求，适用于以长江流域低山丘陵区暴雨山洪灾害防治为目的的山洪灾害链监测体系建设。其他山区可参照执行。

1.0.2 长江流域低山丘陵区山洪灾害链监测体系建设主要包括下列内容：

（1）监测体系构成。

（2）孕灾要素监测。

（3）数据采集、存储及传输。

（4）监测平台。

（5）运行管理与维护。

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 50179 河流流量测验规范

GB/T 50138 水位观测标准

GB/T 41368 水文自动测报系统技术规范

SL 21 降水量观测规范

SL 364 土壤墒情监测规范

SL 651 水文监测数据通信规约

SL 675 山洪灾害监测预警系统设计导则

SL 762 山洪灾害预警设备技术条件

SL 767 山洪灾害调查与评价技术规范

SL/T 34 水文站网规划技术导则

SL/T 427 水资源监测数据传输规约

DZ/T 0460 地质灾害自动化仪器监测预警规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.0.1 低山丘陵区 low-relief mountain and hilly area

低山丘陵区指绝对高度在 50m～1000m 之间，相对高度不超过 500m 的区域。

3.0.2 山洪灾害链 mountain torrent related disaster chains

山洪灾害链是指山丘区暴雨形成洪水后，态势进一步发展，引发滑坡、崩塌、泥石流和堰塞坝等对人民生命财产安全造成威胁的链生过程，如暴雨－洪水－滑坡（崩塌）、暴雨－洪水－泥石流、暴雨－洪水－滑坡（崩塌）－泥石流、暴雨－洪水－滑坡－堰塞坝垮塌－洪水等灾害链形式。

3.0.3 孕灾要素 hazard factors

可能形成山洪及其链生灾害的要素，包括气象要素、水文要素和下垫面要素等。

3.0.4 山洪灾害链监测平台 monitoring platform of mountain torrent related disaster chains

汇集展示孕灾要素监测数据，具备防灾减灾决策支撑和应急抢险应对处置等功能的互动平台。

4 基本规定

4.1 监测内容

山洪灾害链的主要监测内容包括但不限于气象水文（雨量、水位、流量、含沙量等）和下垫面（土壤含水率、位移、沉降、倾斜度、震动、泥水位等）要素。

4.2 监测体系构成

4.2.1 监测体系由监测设备、传输链路和监测平台构成，应具备完备的数据采集、存储及传输功能，并保障数据的安全性。

4.2.2 监测设备包含气象水文监测设备、下垫面监测设备等，采用的监测设备应符合相关行业标准并通过有检测资质的专业机构测试。

4.2.3　传输链路可采用自组网/公网/专网等多链路方式。

4.2.4　监测平台应具有数据展示与分析、用户管理及设备运行情况监测等功能，并具有预报、预警、信息发布、防灾减灾决策支撑等可扩展功能，可支持网络端和手机端互动操作。

4.3　监测工作要求

4.3.1　一般原则

4.3.1.1 连续性原则：尽可能在同一个监测点位进行持续监测，设备检修和更新后宜及时在原点位复原安装。

4.3.1.2　代表性原则：监测点位应合理布设、具有代表性。气象要素和下垫面要素的监测应该选择在小流域主要集雨区内，保证对降雨和下垫面的全面监测；水文要素的监测宜选择在小流域防护对象的上游，以保证监测内容对灾害预警有充分的时效性。

4.3.1.3　可行性原则：在确保达到监测目的、保证采样精度和样本量的前提下，要兼顾监测采样的可实施性。

4.3.1.4　先进性原则：应积极、慎重选用先进技术、工艺和设备。

4.3.1.5　安全性原则：监测点位的布设应保障监测设备与运维人员的安全。

4.3.2　前期调查

4.3.2.1　前期调查应包括自然地理、气象水文、社会经济、历史灾害、相关工程及设施等。

4.3.2.2　调查小流域自然地理情况，收集地理位置、地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质和土壤特性等资料。

4.3.2.3　调查小流域气象水文情况，全面掌握降雨、水位、流量和水沙等变化情况。

4.3.2.4　收集小流域山洪威胁对象社会经济情况，如监测区百年一遇洪水淹没范围内或极端暴雨洪水事件下可能暴露的人口、财产和房屋等脆弱性信息。

4.3.2.5　收集与调查小流域历史山洪灾害及链生灾害资料，包括灾害发生时间和地点、过程和时段降雨量、洪水及泥石流/滑坡/崩塌等灾害和灾害损失情况、下垫面情况资料等。

4.3.2.6　调查影响小流域行洪安全的桥涵、公路和塘坝等相关工程及设施。

4.4 监测频次

4.4.1　监测需要充分考虑小流域气象水文、下垫面情况和监测目的、资源投入等，合理设置监测频次。

4.4.2　全年不间断连续监测。

5 孕灾要素监测

5.1 气象水文监测

5.1.1 气象水文监测包括监测雨量、水位、流量、含沙量等要素指标，主要设备有雨量计、水位计、流速仪、浊度计等仪器。

5.1.2 雨量监测分为点雨量监测和面雨量监测。

5.1.2.1 监测范围应覆盖整个小流域，点雨量监测应保证足够的站网密度，站点应布设在防灾对象上游区域。

5.1.2.2 低山丘陵区需考虑地形对降雨过程的影响，点雨量站布设应考虑海拔梯度差异，一般以海拔间隔 200～400m 设置为宜。

5.1.2.3 设备应选择地基稳定、开阔无遮挡位置安装，确保安装基础牢固，能够承受设备的重量和风雨的考验。

5.1.2.5 安装地点土地利用类型，宜选择裸地类型，如在林/草地布设须注意植物遮挡截留。

5.1.2.6 选择耕地（裸地无此限制）处安装时，要符合国家耕地相关管理规定，并进行防护处理，以防止人为损坏。

5.1.3 水文监测包括水位、流量、含沙量等要素监测。

5.1.3.1 控制断面宜选址于县、乡政府驻地或人口密集区、重要工矿企业和基础设施区域的上游，且应选择在河道顺直、河床稳定、主流不易改道的位置，并应避开回水和受水工建筑物的影响。

5.1.3.2 布设地点应考虑预警时效、影响区域和控制范围等因素综合确定。

5.1.3.3 水文要素监测设备布设应参照《水位观测标准（GB/T 50138）》等相关规范。

5.2 下垫面监测

5.2.1 下垫面监测包括土壤含水率、地表变形和滑坡/崩塌/泥石流过程等，主要设备有土壤湿度计、测斜仪、位移计、微震动仪等。

5.2.2 土壤湿度计监测土壤含水量率。

5.2.2.1 布设范围主要针对重点防治区内人口较为稠密、有较重要工矿企业或基础设施的潜在边坡不稳定区域。

5.2.2.2 根据当地的实际情况（灾害及经济等情况）加密站网密度。

5.2.2.3　考虑海拔对降雨过程的影响，布设需要体现出海拔梯度，一般以海拔间隔 200～400m 设置为宜。

5.2.3　测斜仪和位移计监测地表变形。

5.2.3.1　设备布设的密度应综合考虑小流域地质灾害发育特征及变形特征，设备与数据主机之间距离不宜超过 500m，如在密闭的森林布设距离需控制在 100～200m。

5.2.3.2　设备应布设在威胁保护对象的潜在不稳定坡体上。

5.2.3.3　设备应避开地势低洼、易积水淹没、埋有地下管线、位置隐蔽和信号不佳处，宜设围栏避免人畜易扰动破坏处。

5.2.3.4　设备应与岩土体固定牢固，基础应埋入地表以下约 50cm 处，立柱需与基础牢固连接，数据采集器及电池放置于数据采集箱内。

5.2.4　微震动仪监测滑坡、崩塌和泥石流的运动过程。

5.2.4.1　设备应布设在滑坡、崩塌和泥石流引起震动明显的位置，优先选择震动信号比较集中的部位。

5.2.4.2　在设置安装子机时，需要平整地基，然后固定水泥砖与地基。

5.2.4.3　基础嵌入稳定地基，监测设备与基础连接牢固，震动过程中不能有松动。

5.2.4.4　设备布设需确保人员和设备安全，远离隐患部位。

5.3　其他监测

其他监测包括视频、图像等，监测设备主要有摄像头、移动终端等，用于监控现场的实时影像数据等。宜与雨量、水位、流量、土壤含水率、变形和震动监测要素配套布设。

5.4　安装调试

5.4.1　施工队伍和人员。施工队伍应具备专业资质，施工人员应掌握必要的专业知识、有相关的工作经验和设备调试的技能。

5.4.2　设备安装。设备安装场地、防雷接地及辅助设施等土建工程应满足设备安装和防雷安全要求，并满足设计技术要求。

5.4.3　设备调试。应完成基本参数测试与配置、设备间连接测试、功能检测和模拟运行等。

5.4.4　设备测试。设备安装调试结束后，应按相关规范要求及时进行雨量传感器的滴定试验、水位传感器的数据比测、数据采集-传输-存储的一致性等相关测试，确保数据采集的准确性和传输的稳定性。

5.4.5　安全施工。山洪灾害链监测体系建设涉及河流、不稳定边坡、野外作业等因素，应做好施工人员的安全防护，保障人员安全。

5.4.6　文明施工。施工过程中应严格遵守国家有关环境保护的法规，采取必要的防尘、降噪措施，及时清理施工过程中产生的各种废弃物。同时，应遵守尊重当地的乡规民约、风俗习惯，以保证工程施工顺利进行。

6　数据采集、存储及传输

6.1　数据采集

6.1.1　雨量数据应采用实时触发采集方式，水位、流量等应采用在线实时采集方式，土壤含水率、地表变形、滑坡/崩塌/泥石流运动过程观测数据可根据监测预警需求和监测设备特点灵活设置采集频次。

6.1.2　监测设备具有传感器和电池状态等工况数据的自动采集上传功能。

6.1.3　监测设备具有支持本地和远程设置、读取设备参数的功能。

6.2　数据存储

6.2.1　数据本地存储应保证不少于1年的数据记录。

6.2.2　存储数据能远程提取。

6.2.3　存储设备的工作状态可远程查询。

6.3　数据传输

6.3.1　雨量和水文监测通信协议满足《水文监测数据通信规约》SL651的要求。

6.3.2　采用多链路传输方式，保障全时段特别是灾害发生时能及时将监测数据传输到监测平台。具体方式为LoRa/自组网/不低于4G公网智能切换进行传输，北斗卫星传输方式为备用信道。

6.3.3　气象水文监测数据和下垫面监测数据主要采用自报式、召测式和数据补报三种传输方式。当因网络故障出现数据未上报时，系统会在网络恢复后自动补报。

6.3.4　雨量监测数据自报时间间隔应设置为5至10分钟，水位、流量等水文监测数据和下垫面监测数据自报时间间隔可根据监测预警需求设置。

7　监测平台

7.1　平台设计原则

平台设计应遵循简便实用、安全可靠、可扩展兼容和用户体验良好的原则。

7.2 平台架构

7.2.1 山洪灾害链监测平台具备气象水文传感数据和下垫面传感数据等多种感知设备数据接入。

7.2.2 平台具备高吞吐量、低延时性能。支持多用户并发访问；平台整体一般页面响应时间不超过 3 秒，统计类页面平均响应时间不超过 5 秒，需上传、下载的交互性页面响应时间不超过 5 秒，大量数据复杂查询响应时间不超过 10 秒。

7.2.3 平台通过 Mqtt/http 协议接入多种监测设备，对于接入的设备按监测区域及类型进行分组管理，实时采集传感设备数据，进行数据的整理与清洗，清洗完成后进行数据集成与管理。

7.2.4 数据信息组织架构：平台基于移动端开展山洪灾害数据信息采集、处理、更新、建模和计算。可扩展部分结合预警、决策分析、安全评估、应急指挥等智能管控技术方法，实现面向管理人员与社会公众的信息管理与服务。

7.2.5 平台数据库建设：山洪灾害监测平台开发从内容分类上包括基础地理信息库、动态监测数据库、监测预警模型库、元数据库和系统管理数据库。

7.3 平台包括 4 大功能模块：基础地理信息查询模块、灾害监测信息查询模块和系统管理模块，以及山洪三维展示模块、预警模块、灾害信息发布模块等扩展模块。

7.4 平台应具备高度的协同性和扩展性，在形成一个有机整体的基础上，可以快速方便地扩展出新的应用。

7.5 平台应具有高的安全性，可防止对系统的非法访问。对合法访问的非常规操作，能够告警提示并记录备查。根据实际情况，平台应符合信息系统安全二级等保及以上的要求。对合法用户的越权使用进行告警提示。

7.6 平台应具备故障可恢复性，平均故障恢复时间 MTTR 不大于 30 分钟。

7.7 平台部署要面向县级和乡镇防汛管理、技术和服务人员用户提供山洪灾害链监测综合能力服务。平台部署应包括电脑端和手机端。

8 运行管理与维护

8.0.1 运行管理与维护的对象为监测设备和监测平台。

8.0.2 运行主管部门应制定运行管理与维护的制度和工作规范。

8.0.3　运行管理与维护的主要工作为监测设备工作环境的修整、供电系统检查、定期校核数据准确度、定期和不定期对监测站设备的运行状态进行全面检查和测试，发现和排除故障，保障设备平台功能正常等。

8.0.4　运行维护宜考虑专业团队长期统一运营维护，以保证设备使用效率和稳定性。

8.0.5　山洪灾害链监测设备应根据需求进行定期巡检、日常维护和应急抢修。

8.0.6　定期巡检是指在汛前、汛中、汛后三个时间节点，对辖区内山洪灾害链监测设备和监测平台的系统性维护。

8.0.7　日常维护包括维护、校准和缴费。维护是对监测设备进行外观检查，确保没有明显的破损或故障。检查设备是否正常工作，如发现异常应及时处理。当设备出现故障时，应及时进行故障排除。

8.0.8　校准是根据监测设备运行要求，对设备进行校准，以确保数据的准确性。校准过程中，应按照操作规程进行，避免对设备造成不必要的损害。

8.0.9　缴费是对监测设备进行通信费用的缴纳，确保不出现因欠费导致通信中断等问题。

8.0.10　应急抢修是指通过平台实时监测设备情况，及时对离线、数据不准、位置偏移等非正常运行设备进行应急抢修。

8.0.11　新设备和共享数据应及时接入山洪灾害链监测体系。

附录 A
（资料性）
标准用词说明

表 A.1　标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做