

山洪灾害靶向预警在州县乡村组“5+2”水文预警中的应用研究

杨钧文¹ 戴华敏² 郭存文¹ 康丽¹ 尹李心洋¹

1. 云南省水文水资源局楚雄分局, 中国·云南 楚雄 675000

2. 云南省水文水资源局, 中国·云南 昆明 650000

摘要: 山洪灾害具有突发性, 水量集中, 破坏力大, 预报预警难的特点, 为提高山洪灾害防控能力, 完善山洪灾害防御体系, 需深入开展暴雨山洪灾害预报预警关键技术研究。本文提出的楚雄州山洪灾害靶向预警系统, 是借助现代通信技术与定位技术、水文监测技术融合, 实现对某一个或多个固定监测断面上游或周边一定区域内发生山洪灾害时的及时预警, 最大限度争取提前转移时间, 打通预警信息报送最后一公里的问题。

关键词: 山洪灾害; 预警阈值; 预警对象; 靶向预警

Application research on targeted warning of mountain flood disasters in the "5+2" hydrological warning of rural groups in counties and prefectures

Yang Junwen¹, Dai Huamin², Guo Cunwen¹, Kang Li¹, Yin Lixinyang¹

1. Chuxiong Branch of Yunnan Provincial Hydrological and Water Resources Bureau, China Yunnan Chuxiong 675000

2. Yunnan Provincial Bureau of Hydrology and Water Resources, China Yunnan Kunming 650000

Abstract: Mountain torrent disasters have the characteristics of sudden, concentrated water volume, great destructive power, and difficult prediction and early warning. In order to improve the prevention and control ability of mountain torrent disasters and improve the prevention system of mountain torrent disasters, it is necessary to carry out in-depth research on key technologies of rainstorm and mountain torrent disaster prediction and early warning. The targeted early warning system for flash floods in Chuxiong Prefecture proposed in this article utilizes modern communication technology, positioning technology, and hydrological monitoring technology to achieve timely warning of flash floods occurring in a certain area upstream or surrounding one or more fixed monitoring sections. It maximizes the transfer time and solves the problem of the last mile of early warning information reporting.

Keywords: Flash flood disaster; Warning threshold; Warning object; Targeted warning

0 引言

山洪灾害是水灾的一种表现形式, 由持续性高强度大暴雨所致, 因发生在山丘区, 故又称之为山洪灾害^[1]。山洪灾害的形成往往与多种因素相互作用的结果, 包括自然环境因素和人类活动因素, 但降雨是最主导、最活跃的因素^[2]。由于山洪具有突发性、历时短、冲刷力强、含沙量大、预报预警难等特点, 局部地区引发通常是毁灭性的^[3]。楚雄州境内地势起伏, 中小尺度天气系统活动频繁, 当水汽丰沛的暖湿气团受到中小尺度的天气系统影响时, 常常形成强度大、总量大、历时短、范围小的单点性暴雨, 引发局部性洪水, 导致洪涝灾害频发^[4]。山洪预警向基层延伸拓展, 提高村镇等基层末端的山洪灾害综合防御能力, 将是山洪灾害监测预警今后的努力方向^[5]。山洪灾害靶向

预警系统借助现代通信技术、定位技术与致灾因子(超定量降雨、水位)监测技术融合, 利用洪水传播时间、致灾因子与受灾群众之间的时间差, 通过预警系统发布预警信息, 落实“叫应”机制, 为提前转移受灾人员赢得宝贵的时间。

1 区域概况

楚雄彝族自治州地处康滇地轴南段的偏西一方, 跨东经 100°~43' ~ 102°~32', 北纬 24°~13' ~ 26°~30' 之间, 属云贵高原西部, 滇中高原的主体部位, 地势大致由西北向东南倾斜。全州国土面积 28438km², 境内多山, 山地面积占总面积的 90% 以上。主要山脉有哀牢山、乌蒙山、白草岭, 最高点为大姚大白草岭的主峰帽台山, 海拔 3657m, 由北向南呈波状起伏下降, 最低点是州境最南端

双柏县与新平县交界的三江口，海拔 556m。

楚雄州属亚热带高原季风气候，夏秋季受来自印度洋面、孟加拉湾气流影响，水气充沛，降水丰富；冬春季受流经北非、中东以及印度次大陆的气流影响，温暖干燥，降水量偏少。受地形影响，气候的区域差异和垂直变化明显，具有立体气候的特点，降水量的地区分布随高程、地形变化明显，降水量年内、年际变化较大。

楚雄州境内无天然湖泊及暗河，境内共有 100km² 以上河流 91 条，有 50km² 以上河流 184 条，分属金沙江及红河水系。分水岭以北为金沙江水系，流域面积为 17043km²，占全州总面积的 58.3%，金沙江水系在州境内的主要支流有：渔泡江、万马河、蜻蛉河、龙川江等河流，在平面上呈树枝状和平行状水系。金沙江在楚雄州境内长约 137km（包括沿边界），沿段天然落差 358m，平均坡降 2.61‰。州境南部为红河水系，流域面积 12215km²，占全州面积的 41.7%；流域主要有礼社江、马龙河、绿汁江以等支流，均从北向南流。

2 系统架构

2.1 预警系统架构

楚雄州暴雨山洪灾害靶向预警系统利用水文、水位站、雨量站等实测超定量水位、雨量监测数据并叠加洪水预报和气象预报三方成果数据，结合流域、自动遥测站等基本资料，通过预警水位、警戒水位、保证水位等级别判定，借助现代通信技术和新媒体，将通信技术与定位技术、致灾因子（超定量降雨、水位）监测技术融合，通过洪水传播时间、致灾因子与受灾群众之间的时间差，利用暴雨山洪灾害靶向预警系统，探索基站、气象、水文大数据的预警精准定向发布服务新模式，减少预警传播环节，使用预警信息发布模块向受影响区域内群众推送预警信息，落实“叫应”机制，解决预警信息发布的“最后一公里”问题。预警系统由数据处理模块、预警处理模块和信息发布模块共同组成。

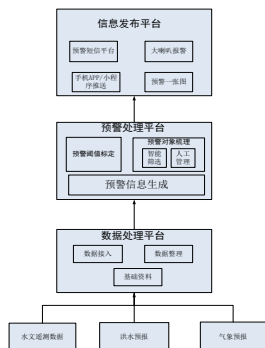


图1 技术路线图

2.2 业务处理层设计

2.2.1 数据处理模块

数据处理模块是汇集水文遥测站数据、洪水预报结果数据和气象预报结果数据，通过数据筛选、整理后入库。数据汇集工作可通过报文接入、http 数据接口、数据库接口等多种方式进行汇集到系统中。

2.2.2 预警处理模块

预警处理模块主要功能是根据提前设置的预警参数，对汇集来的实时遥测数据、洪水预报结果和气象预报结果使用一定算法进行判断是否进行预警信息发布。可根据梳理预警对象对特定人群进行预警工作。

(1) 预警阈值设定。根据河流历年水文资料，结合水利、水文、气象等部门的报警水文阈值，设定各水文、水位站预警依据。

(2) 预警对象筛选。预警对象筛选分为基站筛选和人工筛选两部分，基站筛选主要针对群众，根据预警信息位置和区域情况，获取水文、水位站所在位置信息，将水文、水位站上下游沿河区域作为重点，给可能受灾区域内人员发送预警短信。人工管理主要针对防汛人员，可在系统中配置通讯录，并按州、县、乡、村、村民小组防汛值班人员进行五级管理，实现预警信息向下推送。

(3) 预警信息发布。分为向有关部门、单位发布的专业预警信息和向社会公众发布的预警信息。专业预警信息一般包括预警流域或区域范围、预警时间范围、预警等级和防御建议等。社会公众预警信息一般包括发布单位、发布时间、预警时间范围、预警流域或区域范围、预警等级和防御指南等内容。按照水文、水位站实测水位信息，根据水情预警（红、橙、黄、蓝）发布标准，对受灾范围内居民发布相应等级的洪水预警信息。

2.2.3 信息发布模块

根据确定的预警信息，结合区域情况通过预警简报通知、基站短信发送、手机端软件发布等方式进行预警信息发送。预警模块根据确定的预警信息，结合区域情况分类发送，预警方式包括预警简报通知、基站短信发送、手机端软件发布。

(1) 预警简报通知。对州、县、乡、村、组五级防汛人员按照防汛级别进行预警简报通知，也可电话提醒。

(2) 基站短信发送。根据预警信息位置和区域情况，获取水文、水位站所在位置信息，将水文、水位站可能受灾区域内群众手机发送预警短信。

(3) 手机端软件发布。动员预警区域人员关注小程序

和安装 APP, 接收信息采取强制震动、语音提醒等功能。

3 系统设计

3.1 系统开发

“5+2”水文预警系统主要是提供自动遥测数据的预警发布、数据查询分析等功能, 包括预警发布软件、信息查询软件、水雨情查询手机 APP、暴雨山洪灾害靶向预警系统等模块; 系统软件采用 B/S 和 C/S 相结合的模式。

3.2 功能实现

(1) 信息查询分析。信息查询分析软件应用 WebGIS 技术。采用 B/S 结构, 部署在服务器中, 用户通过客户端浏览器即可方便快捷地访问软件。软件数据呈现方式丰富, 包括 GIS 地图展示、实时数据监视、数据查询、数据报表、统计分析、工况信息、数据维护、系统设置等功能。

(2) 水雨情查询手机 APP。软件采用 C/S 架构, 源程序部署在服务器端。手机 APP 软件具有雨情信息、水情信息、工况信息、告警信息、测站地图、卫星云图 6 个功能模块的查询。

(3) 短信预警发布。结合短信息模块向相关人员发送短信, 短信内容包括固定报讯信息、预警加报信息、人工自定义短信息等。固定报讯信息是人工事先订阅水雨情信息, 系统根据订阅情况固定时刻给订阅人发送相关信息; 预警加报信息是根据设定的雨量、水位报警阈值自动生成的预警信息。

(4) 预警阈值设定和预警对象筛选。可对各水文、水位站预先设定好预警判断依据, 预警系统根据洪水情况进行判别。系统采用智能筛选和人工筛选两种方式进行人员筛选, 决定用什么方式发送预警信息。

(5) 信息发布。系统管理员根据预警范围和预警信息, 审核后向预警对象发送相应的预警信息。

(6) 数据处理。数据处理方法汇集水文遥测站实时水雨情数据、洪水预报结果和气象预报结果, 通过人工筛选、整理入库。数据汇集工作可以通过报文接入、http 数据接口、数据库接口等多种方式进行。对报文解析中出现的异常数据, 如乱跳变、冒大数(打包)等异常数据进行校验拦截, 提示管理人员进行检查处理。关联相关站点的数据并计算出该站点数据的合理性, 对于超出合理性范围的数据, 由管理员来判断信息是否入库。

(7) 关注服务。基于位置信息的自动预警用户识别与覆盖, 已满足大部分场景的需求。针对位置信息获取失败或覆盖范围盲区的场景, 系统引导用户主动关注其所在区域或站点, 关注后用户将被系统识别为区域及站点的覆盖

范围。系统支持多站点、多层次区域的关注, 提高了预警覆盖范围的灵活度。

(8) 缓存服务。系统根据站点的位置覆盖用户集和关注用户集, 通过并集运算, 由站点信息快速识别相关用户, 筛选出影响范围内的人群信息, 避免用户的遗漏和重复预警。

(9) 消息服务。系统可覆盖整个楚雄州, 用户量较大, 用户的位置更新、关注等操作可能产生一定的峰值调用, 在预警推送时, 也可能产生大量的推送消息。为避免对系统的正常运行产生影响, 系统调用各模块并行、分片处理, 提高系统的处理能力, 实现系统的稳定性和预警推送的及时性。系统支持关注区域选择、地图信息、预警信息查看、灾情上报等功能。

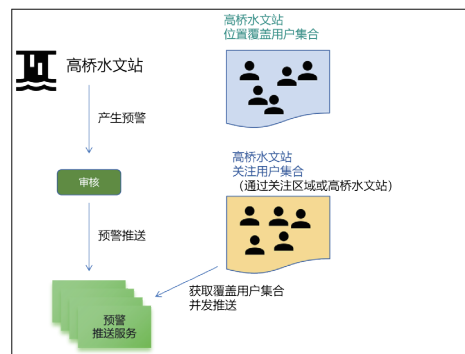


图2 预警并发推送图

4 “5+2” 预警机制及实现效果

4.1 预警机制

(1) 预警阈值: 用户手工对各水文/水位站按照预警水位、警戒水位、保证水位和历史最高水位等设置与之相对应的预警阈值。

(2) 我的关注: 可通过我的关注页面选项卡切换关注的地区和站点数据。点击添加关注调起添加关注组件, 下方可显示已关注的地区和站点情况, 点击确定可提交新增关注的地区/站点, 点击“清除已选”按钮可清空已选项。

(3) 关注公众号: 关注“楚雄州暴雨山洪灾害靶向预警”服务号。用户关注同一主体下服务号后, 灾情发生时, 可根据相应模板主动、及时推送洪水警报和相关信息。

4.2 实现效果

(1) 测站地图: 可标注站点位置, 显示站点最近的预警等级、站点名称。点击右下方按钮可定位用户当前位置。

(2) 预警信息: 预警信息包括“预警信息”和“我的预警”, 可通过选项卡切换。“预警信息”按照实测水位, 根据水情预警(红、橙、黄、蓝)发布标准进行预警。“我的预警”展示当前用户关注地区、站点推送的预警信息和

当前用户附近站点推送的预警信息。预警信息包括站点名称、预警等级、水位、预警时间等内容。

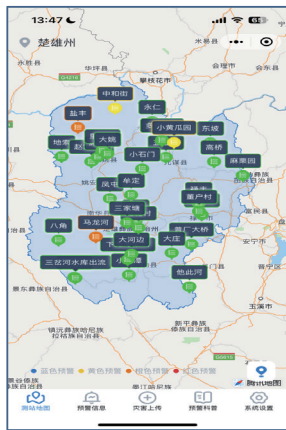


图3 预警预警等级标注图



图4 预警信息图

(3) 灾情上传; 灾情上传列表可展示用户上传的灾情信息, 点击按钮可进入灾情上传表单页, 通过灾情上传选项选择灾情地点、时间, 上传灾情描述、图片等信息。

5 结语

(1) 采用山洪灾害靶向预警系统, 可提升预警信息的时效性和覆盖面, 实现“州—县—乡(镇)—村(居委

会)—组(村民小组)”五级预警信息服务是可行的。

(2) 通过开发楚雄水文手机 APP, 实现移动端水雨情信息查询、预警, 为州、县政府、水利部门或应急部门提供水雨情信息决策支撑。

(3) 预警信息较山洪灾害实际发生时间前发出, 可提高山洪灾害预警预报的预见期, 为群众争取有效的转移避险时间, 预警意义重大。

(4) 靶向预警小程序相较于 APP 具有更易于推广、占用资源少、管理维护方便的优势, 但需要用户注册和关注微信公众号 / 小程序才能接收预警信息, 且需用户保持手机位置定位功能开启状态才能发挥作用, 预警人员无法做到全覆盖。

(5) 靶向预警系统目前仅开发了微信公众号、微信小程序、短信等预警方式, 因资金投入有限, 雨量预警、短信基站发送等方面还未开发完成, 目前预警手段还略显单一。

参考文献:

[1] 云南省水文水资源局云南省山洪灾害调查评价培训教材 2014 2-3.
 [2] 王文川, 和吉, 邱林. 我国山洪灾害防治技术研究综述[J]. 中国水利, 2011(13):35-37.
 [3] 李红霞, 覃光华, 王欣等. 山洪预报预警技术研究进展[J]. 水文, 2014,34(5):12-16.
 [4] 孙立明. 楚雄州近 30 年洪水一般特性分析及灾害防御思考[J]. 云南水文水资源, 2022, 12(4):29-35.
 [5] 刘昌东. 山洪灾害监测预警系统标准化研究[D]. 北京: 中国水利水电科学研究院, 2013.

作者简介: 杨钧文 (1988.09-), 男, 云南楚雄人, 工程师, 大学本科学历, 研究方向: 主要从事水文水资源调查与分析、水文情报预报、水文信息技术应用研究工作。