

山洪灾害监测预警技术研究及发展趋势综述

李裕春

甘肃省天水市清水县水务局

摘要: 随着经济和各行各业的快速发展,山区城市化进程加快、生态环境恶化、极端水文事件增加造成山洪灾害日益严重,已成为制约山丘区社会经济发展的重要因素。针对当前山洪灾害监测预警技术研究现状,综述了山区暴雨洪水过程模拟、山洪灾害监测预警技术研究和防灾减灾模式构建的最近进展。

关键词: 山洪灾害; 监测预警; 发展

引言

我国位于东亚季风气候区,暴雨频发,地形地貌环境复杂,加之人类活动剧烈,导致我国山洪灾害频发。据统计,1949-2015年,全国发生山洪灾害场次为53000多次,累积死亡约6万人,占洪涝灾害死亡人数70%以上。随着全球气候变化和人类活动的影响,山区城市化进程加快、生态环境恶化、极端水文事件频发造成山洪灾害日益严重。针对我国山洪灾害问题日益突出的问题,以《全国山洪灾害防治规划》为依据,全国(2007-2015)累计投入289.4亿元,经历“规划批复,方案制定”——“试点建设”——“县级非工程措施项目”——“全国山洪灾害防治项目”——“监测预警体系升级改造”5个阶段,基本建成了适合中国国情的专群结合的山洪灾害防治体系,实现了山洪灾害监测预警系统在全国2138县(市、区)386万km²的全覆盖,自动雨量监测站和水位监测站的布设密度达到50km²/个和100km²/个。

一、山洪灾害监测预警研究现状

(一) 山洪过程模拟

暴雨山洪是一种陡涨陡落的洪水,过程具有随机性和偶然性,因此,山区暴雨洪水过程模拟具有一定不确定性制约了山洪灾害精准预警。山洪过程模拟技术主要分为统计学方法和水文学水力学方法。在早期对山区暴雨洪水研究中,频率分析(Frequency analysis)是估算小流域设计洪水的常用方法,但不同地区的特大洪水研究揭示了频率计算的局限性,促进了对可能最大洪水的研究。近年来国内外对洪水抽样方法、频率曲线选型、频率公式、参数估算、时间序列分析等进行了广泛的研究,上述方法和成果也被应用到无资料地区小流域洪水计算中。推理公式法(Rational method)和单位线法(Unit hydrograph method)是早期利用暴雨资料间接推算小流域洪水最大流量的方法。随着上述方法的推广,许多水文学家将地区暴雨洪水特性和推理公式法/单位线法相结合,对基本公式进行修正,提高方法的适用性,上述方法现在仍是各省市《水文手册》和《暴雨洪水查算手册》建议使用的方法。随着数学物理方法和计算机计算的发展,水文模型逐渐成为小流域洪水计算中的重要手段,SCS模型是最早用于小流域洪水计算的模型之一,随后,以SWAT模型、IHACRES模型和TOPMODEL模型为代表的分布式水文模型也应用于小流域山洪过程模拟。

(二) 监测预警技术

目前,国内外山洪灾害监测预警通常是采用先进的监测和预报技术,实时监视暴雨山洪情况,预测山洪发生的时间和危害程度,做出准确的山洪预报,并发布预警信息。建设山洪灾害监测预警系统是减少和避免山洪灾害导致人员伤亡和财产损失的重要举措。山洪灾害监测预警体系主要包括水雨情监测系统和预警系统。当前水雨情监测系统以山洪灾害易发区雨量监测为主,辅以必要的水位和流量监测。水雨情监测站主要分为简易监测站、人工监测站和自动监测站,按照优先满足预报和预警需求的原则布设。预警系统通常以信息汇集与预警平台的形式工作,通过信息

汇集、查询、预报、决策和预警等模块实现山洪灾害实时预警。

二、山洪灾害监测预警发展趋势

(一) 监测预警关键技术需求

纵观国内外研究现状,尽管目前山洪灾害监测预警关键技术的研发取得了一定进展,但由于山区暴雨洪水形成、致灾方式机理还不甚清楚,导致监测预报预警技术体系建设上存在问题,主要表现为:监测预警设施适应性实用性差,预报不准,数据传输漏报、迟缓,预警不及时,应急抢险处置时效不高等。因此,研发构建适应山区环境、实用、先进的山洪立体监测和动态预警技术体系,构建区域稳定、适用的山洪灾害防灾减灾救灾模式,是十分必要和迫切的。长江水利委员会长江科学院承担的十三五重点研发计划“山洪灾害监测预警关键技术与集成示范”,拟通过多学科交叉融合、宏观和微观结合、野外定位观测、室内实验及数值模拟等技术,从过程机理研究—技术研发—模式构建—应用示范4个层面开展山洪灾害监测预警关键技术科研攻关与应用示范,为提升国家防灾减灾救灾能力、保障山丘区人民生命财产安全提供了科技支撑。

(二) 物联网技术在监测预警中的应用

物联网是集合无线传感器和射频识别技术(Radio Frequency Identification)发展起来的新型网络技术,其体系主要由感知层、传输层、处理层和应用层组成。在山洪灾害监测预警过程中,感知层利用无线传感器和射频识别技术对雨量、地表变化信息进行实时采集;传输层通过多渠道将采集的信息传输到数据处理层;处理层对数据进行全面分析处理,为决策提供支撑;应用层与用户交互,发布预警信息。当前物联网技术在山洪灾害监测预警中的应用研究主要集中在传统雨量、水位、土壤水监测仪器改造,自组网通信技术在信息传输的应用以及监测预警云平台设计中。由于物联网技术具有泛在感知、可靠传送和智能处理等优点,其在山洪灾害防治关键技术的创新与实施,能有效实现山洪多要素实时动态监测、信息多链路应急传输以及多指标动态预警。

(三) “自然—社会”二元灾害防治范式

气候变化和人类活动是影响流域水文循环过程的两大驱动因素,气候变化通过影响降雨、温度等水循环要素来影响小流域暴雨—洪水过程,人类活动则通过改变下垫面条件影响小流域产汇流机制。小流域暴雨径流过程是山洪灾害发生的直接原因,其时空变化特征决定了山洪灾害的时空分布情况。近年来,全球气温升高引起高纬度地区降雨增加,短时暴雨和雨强增大,导致我国水文极端事件频发;同时人类活动引起流域下垫面改变,增加小流域不透水性,造成面雨量汇集能力加大,使山洪洪峰量增加。上述因素造成山洪灾害突发性增强,使山洪灾害防治难度增加。

结语

当前国内外在山区暴雨洪水过程模拟、监测预警技术研究和防灾减灾模式建设方面取得了诸多成果,但在小流域非线性山洪过程模拟、坡面产流与河道洪水传播过程耦合、临界雨量计算不确定性、山洪要素实时监测与稳定传输等方面仍显不足,制约了山洪灾害防御体系完善。

参考文献

- [1] 郭良, 张晓蕾, 刘荣华, 等. 全国山洪灾害调查评价成果及规律初探[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(12): 1548 - 1556.
- [2] 刘楷瀚, 程维明, 孙东亚, 等. 中国历史山洪灾害分布特征研究[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(12): 1557 - 1566.