

欧美山洪灾害防治研究进展及实践

孙东亚, 张红萍

(中国水利水电科学研究院, 100038, 北京)

关键词: 欧美; 山洪灾害防治; 研究进展

中图分类号: P426.616

文献标识码: B

文章编号: 1000-1123(2012)23-0016-02

近几十年,山洪灾害已经成为世界各类自然灾害中的一个主要灾种,每年因山洪灾害所造成的人员伤亡和社会经济损失占各类自然灾害的比例居高不下,并呈上升趋势,引起各国政府和世界组织及山丘区居民的普遍关切。据国际气象组织的调查统计,在所调查的139个国家中,把山洪灾害所造成的损失排在各类自然灾害中第一、第二位的国家有105个。包括美国、欧盟各国、日本、韩国在内的一些发达国家,均已经在国家战略层面采取措施,加强山洪灾害防治工作,特别是监测预警系统的研发和建设。但鉴于山洪灾害具有局地性和突发性等特点,山洪灾害防治工作技术难度高,有必要相互借鉴彼此的经验。本文简单介绍美国、欧盟等国的相关技术经验,希望对我国今后山洪灾害防治工作起到一定的借鉴作用。

一、美国山洪预警技术

针对山洪灾害预警预报需求,美国国家水文研究中心(HRC)联合其他机构或单位,提出了基于山洪预警指标FFG(Flash Flood Guide)的预警系统建设思路,并自2004年开始在中美洲7个国家50万km²的山丘区应用。经初步检验该系统预报准确率为65%,误报率为35%,漏报率为3%。

美国的山洪预警指标系统的技术关键有两点:一是基于偏差校正的卫星降雨估算场,二是基于自然过程

的水文模型。在山洪预警业务中,首先,河流预报中心(RFCs)利用降雨径流模型实时模拟当前土壤湿度状态以及在当前土壤湿度条件下可能引发山洪的时段降雨量(FFG),然后根据监测站点的实时降雨观测数据和卫星降雨估算,通过与预警阈值FFG比较,判断本地区发生山洪的可能性,并向有关部门发布预警消息,最后由专业部门统一向公众发布山洪预警。美国基于FFG的山洪预警,是将复杂的水文分析放在了山洪发生之前,并且委托给具有丰富预报经验和能力的河流洪水预报部门完成,而在山洪即将发生时,根据实时降雨情况,通过相对简单的预警阈值比较即可判断是否要向公众发出预警信息。

山洪预警指标FFG是指可引发山洪的时段降雨量,在美国通常是指1、3、6小时三个固定的时间段。需要说明的是,FFG是指预报河流断面上游流域上的平均雨量;由于山洪不仅与当前降雨有关,还与小流域下垫面条件、前期洼蓄量、土壤湿度等因素有关,在不同条件下,导致某一山洪沟发生洪水所需的降雨量也不同,因此FFG不是一个固定值,而是一个需要估算的动态变化值。

在2006年由世界气象组织主办的山洪预报国际研讨会上,与会人员提出开发一套适合全球应用的山洪预警系统。目前,山洪预警系统(FFG system)正在通过一系列区域性项目

在一些国家和地区推广应用。已经实施的项目分布在中美、南非、黑海和中东等地区,一个原型系统已经自2011年在巴基斯坦开始运行。其应用的基础数据是利用美国卫星可获得的卫星降雨估算场、数字高程模型、遥感影像数据和地理信息系统。基于这些数据,可进行小流域基础信息提取和降雨径流分析计算。

二、欧盟山洪预警技术

为加强洪水管理,欧洲一些国家联合资助开展第16个欧盟研究和技术开发项目,项目名称为FLOODsite。在此项目下,设立了山洪灾害防治技术研究项目,并开展流域性示范(Pilot Study Flash Flood Basins),成立山洪灾害防御网络(FF network)。在法国、意大利、西班牙和德国分别选择一个流域,组织水文气象部门、监测服务部门、预测预报中心、研究机构和灾害应急管理机构联合开展山洪灾害防御技术的研究与示范。这四个示范区域的共同特点是具有适宜的水文气象站点密度以及良好可靠的气象雷达覆盖,这些监测站点已经投入运行,并在过去的10年中积累了大量详细的山洪资料。该研究项目于2004年正式启动,2009年年底结束。

该项目的技术关键是山洪预报,欧盟专家清晰地认识到,鉴于山洪的特点,传统的洪水预报方法在应用于山洪灾害防治工作中面临诸多问题,

收稿日期:2012-11-23

作者简介:孙东亚,博士,高级工程师。

突出表现在如下几个方面:

①因为气候模型与山洪形成模型在空间和时间尺度上的不一致所带来的降尺度问题;

②需要在河网区域上进行空间分布预报,而不是简单地仅在个别河道断面上预报;

③山洪易发区往往无监测设施,导致这些无资料或少资料小流域的模型无法得到有效验证。

针对上述问题,为有效开展山洪预报,开展了两方面的研究工作:一是检验论证分布式或半分布式降雨径流模型,二是评估美国山洪预警系统在欧洲应用的可行性。从山洪预报实际情况出发,欧盟选择的半分布式降雨径流模型有6个,在结构上相当简单(4~8个参数)。这些模型在法国中南部的卢瓦尔(Loire)河流域中的11个小流域应用检验。这些小流域的面积为20~3 234 km²,降雨监测站点密度为80 km²/站,所采用的时间序列资料为2~8年。从实际检验的成果来看,预报模型的性能不尽如人意,即使模型已经被率定,对于3小时预报结果,只有20%~30%降雨径流过程被模型所揭示。这类问题一方面受模型本身所限制,另一方面主要受其他各类不确定因素的影响,特别是实际降雨量的不确定性。对于较大流域,洪水过程还受到降雨时空模式的影响。从欧盟项目研究成果看,若基于超前预报进行山洪预警,将存在很大的不确定性,对人们的防灾意识产生消极影响。

在预警指标确定方面,欧盟一些国家还开展了贝叶斯降雨阈值方法(The Bayesian Rainfall Thresholds methodology)的研究。该方法考虑了流域饱和状况对径流形成过程的影响,基于贝叶斯损失函数的最小化确定临界降雨指标。该临界降雨指标对应于某个河道断面的临界水位,当洪水水位高于此值时,可形成灾害。采用该方法有两种技术途径,即蒙特卡洛模拟(Monte-Carlo simulations)和正态

分位数转化(Normal Quantile Transform),其区别在于对数据的要求,即是否有降雨和径流时间序列资料。

以意大利山洪预警系统为例,欧盟一些国家所建设的山洪预警系统主要包括三方面的内容:一个可视化的便于操作的平台;具有不同功能的模块,包括服务器优化计算分析模块,实时数据接收和存储模块,雷达数据管理和处理模块;综合形成预警信息的决策信息生成系统。在监测预警系统建设中,欧盟非常重视基础工作,例如建立相对比较详细的自然和社会经济数据库,开展降雨与流量的耦合监测和分析,进行山洪灾害事件现场调查和数据整编入库等。

三、小结与建议

山洪灾害问题已经引起世界各国和组织的普遍关注,近年,在山洪灾害防治方面所开展的工作不断深入,在科研、示范、监测预警系统建设、风险管理等方面均取得了很大进展。借鉴欧美等发达国家的经验,结合我国山洪灾害防治工作现状和实际需求,建议在今后继续组织开展如下几个方面的工作,把我国山洪灾害防御工作推向一个新的高度。

①加强基础信息的调查和整编。组织开展山区小流域基础资料的调查和分析整理,包括水文气象、地形、社会经济等方面的内容,为研究降雨——径流动力学过程、建立山洪预报模型和进行洪水预报提供基础支撑。同时,要充分利用新建小流域监测站点的监测数据,不断率定和完善山洪预报模型。

②加强示范区建设。借鉴欧盟经验,对一些重大技术难题,如降雨——径流分析、临界预警指标的确定方法、预警信息发布等,宜选择具有不同自然地理特征的小流域,建立山洪灾害防治小流域示范区,开展专项研究,并作为一项长期任

务持续开展下去。通过不断探索,提出上述重大技术难题的解决方案,完善后向全国推广。

③加强基于实时降雨监测的山洪预警系统建设。从欧美国家的研究成果和实践来看,基于天气状况的山洪预报具有很大的不确定性,须根据实时降雨监测数据,考虑前期降雨量以及通过降雨雷达观测所获得的降雨场信息,结合小流域特征,综合生成预警信息。为提高时效性,需开发小流域分布式或半分布式水文模型,提前开展不同降雨情景下保护区位置的洪水计算,据此建立临界预警指标及其阈值数据库。在此基础上针对实际降雨和天气情势,通过快速综合研判生成预警信息,提高山洪预警可靠性和时效性。 ■

参考文献:

- [1] WMO Commission for Hydrology. Implementation of a Flash Flood Guidance System[R]. 2007.
- [2] Konstantine Georgakakos. Modern operational flash flood warning systems based on flash flood guidance theory: Performance evaluation[C]. International Conference on Innovation Advances and Implementation of Flood Forecasting Technology, 2005.
- [3] Institute for the Protection and Security of the Citizen. Guidelines on Flash Flood Prevention and Mitigation [M]. Brussels: European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and the Security of the Citizen, Technological and Economic Risk Management Natural Risk Sector, 2002.
- [4] APFM. Guidance on Flash Flood Management: Recent Experiences from Central and Eastern Europe[R]. 2007.
- [5] Marco Borga. Real time guidance for flash flood risk management [J]. Technical Report 2009(3).

责任编辑 杨 轶