防汛抗旱信息化建设与未来发展思考

丁留谦

(1.中国水利水电科学研究院,北京100038;2.水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心,北京100038)

摘　要:我国防汛抗旱信息化建设从国家防汛抗旱指挥系统建设到全国山洪灾害防治非工程措施建设,大大提升了防汛抗旱监测预报预警和调度及决策指挥的支撑能力。介绍了我国防汛抗旱信息化建设取得的主要成果与防汛抗旱业务应用系统典型案例,提出了及时跟踪并充分利用网络信息技术、扎实建设综合数据库、进一步提升决策支持业务化应用的深度和广度、及时修订完善或者新编技术标准等对未来防汛抗旱信息化发展的思考与建议。

关键词:防汛抗旱;信息化;减灾

中图法分类号:P426.616;TV877　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1673-9264(2017)03-08-03

DOI:10.16867/j.cnki.cfdm.2017.03.003

我国防汛抗旱信息化建设从国家防汛抗旱指挥系统建设到全国山洪灾害防治非工程措施建设,大大提升了防汛抗旱监测预报预警和调度及决策指挥的支撑能力,取得了巨大成就。本文对我国防汛抗旱信息化建设取得的主要成果、典型案例进行了介绍,对未来发展进行了思考并提出了一些建议。

1 防汛抗旱信息化建设里程碑项目

1.1 国家防汛抗旱指挥系统

国家防汛抗旱指挥系统一期工程从2005年开始到2011年建成,二期工程从2014年开始,预计到2018年结束,总投资约20亿元,实施范围主要是水利部、七大流域机构和31个省(自治区、直辖市)及新疆生产建设兵团。主要建设内容包括4个方面:雨情、水情、旱情、工情、灾情信息采集传输系统,高速宽带通信、计算机骨干网络、视频会商系统及移动应急指挥平台,数据汇集、综合数据库及应用支撑平台,决策支持业务应用系统 。

国家防汛抗旱指挥系统项目的建设和应用,大大提升了信息采集、传输、存储、交互、汇集和决策支持应用的能力和水平,取得了巨大的社会效益和经济效益,在技术标准体系、人才队伍培养等方面,为水利信息化打下了很好的基础,是水利信息化的龙头和骨干工程,带动了水利信息化的发展,可谓防汛抗旱信息化建设的第一个里程碑项目。

1.2 全国山洪灾害防治非工程措施建设项目

全国山洪灾害防治非工程措施项目从2010年开始建设,覆盖全国30个省级、305个地市级、2 058个县级行政区的3.2万个乡(镇)。主要建设内容包括山洪灾害调查评价、监测预警系统和群防体系建设。

山洪灾害调查评价完成投资约32亿元,确定防治区面积386万 km^2(其中重点防治区120万 km^2)、行政村19.7万个、人口约3亿人,基本查清了山丘区53万个小流域单元的基本特征、下垫面条件、暴雨特性及25万座涉水工程的情况,对16万个重点沿河村落的防洪现状进行了评价、划定危险区52万多处、绘制危险区图60多万张、分析确定预警指标14万组。调查评价数据包括表格数据40类、空间数据20类、图像数据14类、文档资料5类,再加上基础地理、土地利用、土壤类型、土壤质地及高清影像,总数据量达150 TB,为山洪灾害预警、防御及进一步提高防御水平奠定了坚实的基础,极大地丰富了防汛抗旱指挥系统的数据库建设。

监测预警系统建设目前完成投资约176亿元。建设自

收稿日期:2017-03-29

作者信息:丁留谦,男,主任、教授级高级工程师,E-mail:dinglq@iwhr.com。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

动雨量站4.1万个，站点密度平均71 km^2/站，重点地区达到50 km^2/站。建设自动水位站2.1万个。这些监测设施，为山洪及山丘区中小河流的洪水监测预报预警奠定了坚实的基础，弥补了短板。计算机网络、通信和视频系统从省（自治区、直辖市）逐级延伸到地、县和重点乡（镇），建成了覆盖防治区2 058个县的山洪灾害监测预警系统，同时建设了地级、省级和国家级的山洪灾害监测预警信息管理系统。

通过全国山洪灾害防治非工程措施项目建设，实现了防汛指挥系统向地、县、乡（镇）的延伸，基层防汛信息化能力建设取得了质的飞跃，有效减少了山洪灾害的人员伤亡。据统计，2011～2016年因山洪灾害导致的人员伤亡比2000～2016年年均减少666人。这是防汛抗旱信息化建设的又一个里程碑项目。

2 防汛抗旱业务应用系统典型案例

（1）广东省三防决策支持业务应用系统。广东省2004～2010年先后投资1.8亿元，与国家防汛抗旱指挥系统基本同步建成了省三防决策支持系统，该系统按照“三防”业务流程进行架构设计和功能组织，将综合监视、信息服务、防汛、防风、防旱、会商支持、三维电子沙盘等子系统集成于一体，便捷、易学、实用，已成为广东省省、市、县三防部门网络化、业务化应用的工作平台。该系统总体水平位于全国前列，获得国家地理信息协会《优秀工程金奖》和水利行业第一个《应用示范单位》的荣誉称号，先后有多个省份前去学习借鉴。

（2）江西省洪水预报调度和防汛辅助决策支持系统。该系统于2014年建成并投入使用，覆盖了江西省境内鄱阳湖及赣、抚、信、饶、修五大江河流域，用户包括江西省防办、水文局、水利信息中心、11个地（市）防办、9个水文分局及其他授权用户。该系统实现了“实时汛情监视告警、防洪形势分析、洪水预报、防洪调度、灾情评估、三维仿真、会商决策、防汛调度”等业务的综合、网络化、分布式应用和同步信息交互，是第一个真正将洪水预报调度和防汛辅助决策有机融为一体的网络化、业务化深度应用系统，大大提升了洪水预报调度和防汛决策支持的工作效率和专业化能力水平，引领了省级防汛决策支持系统建设的发展方向。

（3）陕西省中小河流洪水预报预警系统。该系统是陕西省中小河流防汛能力建设项目的重要内容之一，包括预报方案编制、实时预报、预报成果管理、辅助工具和系统管理5大模块，在省地级水文部门实现了网络化业务应用。预报方法库包括新安江模型、混合产流模型、陕北模型、推理公式、神经网络模型、退水曲线、相关图方法、相应水位流量方法、单位线方法、一维水动力学模型、马斯京根分段连续演算法等27个种类，并可以实现组合定制应用，成功实现了在干旱地区利用模型方法进行超渗产流的实时预报作业。同时，模型参数采用基于GPU加速和CPU并行计算全局自动智能优选技术，效率提高了100余倍。

（4）国家山洪灾害监测预警服务系统。结合全国山洪灾害防治项目建设，完成了全国山丘区小流域单元划分和基本特征提取及数据库建设，研发了超渗、蓄满时空自动转换的小流域产流计算通用模型，大大提高了产流的计算精度，采用考虑雨强非线性影响的分布式单位线方法提高了汇流计算精度，研发了多源降水数据融合结合蒸散模型的土壤含水量动态模拟预报产品。在此基础上，基于七大流域、60个二级水系、55个二级水文分区，研发了由3 000个分布式水文模型和60个流域连接模型构成的200个模型集群，实现了全国山洪模拟与动态预警服务。

（5）城市内涝预警系统。上海、佛山等城市先后建设了城市内涝预警系统，采用地面、管网、河湖水系联合水动力学计算模型，实时接入雨水情信息，实现了自动触发、滚动模拟、实时预警并自动制作简报的功能。

（6）洪水风险实时分析系统。结合近几年实施的全国重点地区洪水风险图编制项目建设，中国水利水电科学研究院研发了具有完全自主知识产权的洪水风险图编制通用技术平台，包括洪水分析软件、损失评估软件、风险图绘制系统和管理应用系统，总体上达到国际同类技术先进水平。在该平台的基础上，研发了洪水风险实时分析系统。以江西赣抚大堤防洪保护区洪水风险实时分析系统为例，可以实时接入水情，根据实时险情及可能溃口或已发生溃口，可以很方便地设置溃口参数并快速进行洪水淹没分析、影响评估和制图，为应急决策指挥提供实时技术支持。

（7）水利部旱情遥感监测系统。该系统是国家防汛抗旱指挥系统二期的建设内容之一，系统包括多种旱情遥感监测模型：基于植被指数、温度指数等方法的全国旱情遥感监测模型，基于温度植被干旱指数（TVDI）、表观热惯量（ATI）、植被供水指数（WSVI）的区域旱情监测模型，水体

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

动态监测及基于水体面积变化的旱情遥感监测模型等。实现了全国旱情遥感监测逐周产品、区域旱情1～3 d应急快速监测产品以及逐月区域水体监测产品的生产。2016年，开展全国旱情监测、近实时监测20多次，对东北三省和北京、天津、河北、山西及内蒙古等地的旱情进行了重点监测，为抗旱决策提供支撑。

(8)旱情监测预警与旱灾风险评估系统。该系统根据降雨距平指数、标准化降水指数、土壤相对湿度、遥感干旱指数和水库蓄水距平等，采用分布式网格化旱情综合监测分析技术，实现了对旱情监测评估的“一张图”表达。进而根据未来降雨预报和作物生长模型进行旱灾风险动态评估，为抗旱决策提供技术支持。

3 对防汛抗旱信息化未来发展的思考

网络信息技术将带来生产力质的飞跃，引发生产关系的重大变革，为此，我国在2015年、2016年先后发布了《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》《促进大数据发展行动纲要》以及《国家信息化发展战略纲要》。面对网络信息技术的迅猛发展，未来防汛抗旱信息化的规划建设，应及时跟踪并充分利用宽带移动、“互联网+”、高性能计算和云服务、大数据和3S技术及公共数据资源，做好顶层设计，进一步弥补信息获取及共享中存在的短板，扎实建设综合数据库，进一步提高各级防汛抗旱业务应用的深度、广度以及公共服务的能力和水平。

信息是信息化的基础和前提，首先要解决信息不够、不准、不及时的问题，包括：中小河流水库电站水文数据(图像)的自动采集全覆盖；山丘区控制性多要素气象站，墒情站及融合遥感监测、蒸散发模型的土壤含水量监测预报产品；基础工情数据库、农业及灌区数据库等的完善，社会经济数据库向更小单元延伸；水情、险情、灾情的应急监测；与其他部门间数据共享渠道和共享设施建设，水利系统内部数据信息互联共享机制建设；等等。

进一步提升决策支持业务化应用的深度和广度，包括：洪涝灾害遥感快速监测评估业务应用系统，旱情旱灾遥感监测评估、预警系统，基于灾情遥感监测评估和地理信息系统的全国报灾系统，融合地面水、地下水、土壤水、降雨预报、作物生长及遥感监测评估等多源信息的抗旱决策支持业务应用系统，防汛抗旱资源应急调度业务系统，全国中小河流及山洪灾害预报预警系统，大江大河防洪工程体系联合实时调度系统及超标准洪水非常调度决策支持系统，城市内涝监测预警及应急管理系统，等等。

在技术标准方面，应及时修订完善或者新编技术标准，以适应新形势下防汛抗旱信息化建设的需要。

责任编辑 凌永玉

(上接第03页)降雨分布、考虑低水情况、考虑下游的顶托、考虑历史上发生的种种情况等。

5 结 语

(1)我国防汛抗旱指挥系统工程由四大系统组成，涵盖了信息资源、信息传输、信息处理与管理、信息应用与服务的全过程，实际上是信息系统工程，是水利信息化的龙头工程，该工程的实施，促进了水利信息化的快速发展，为水利信息化提供重要的基础设施和技术引领。

(2)防汛抗旱指挥系统总体设计原则是先进实用的，一期工程的技术体系和方案是当时主流的信息技术，也是先进实用的。

(3)近些年，信息技术快速发展，信息传输、网络、软件开发和信息服务等方面的技术有了很大的发展，防汛抗旱指挥系统工程的技术体系需要做必要的调整，未来的系统建设和升级改造中应尽可能应用最新和成熟的信息技术，但总体技术架构仍是适用的。

(4)防汛抗旱指挥系统工程应该根据我国水旱灾害的新特点，拓展其内涵，将城市洪涝防治、山洪地质灾害监测预警、沿海地区防洪防风暴潮应对措施等纳入防汛抗旱指挥系统的重要内容。

参考文献

[1] 国家海洋局．2016年中国海平面公报[EB/OL]．(2017-03-22)http://www.sea.gov.cn/zwgk/hygb/.

[2] IPCC. Climate Change 2014:Synthesis Report [M]. Cambridge:Cambridge University Press,2014.

[3] 周洪波．云计算：技术、应用、标准和商业模式[M]．北京：电子工业出版社，2011.

责任编辑 凌永玉

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net