

© 倪伟新 主编

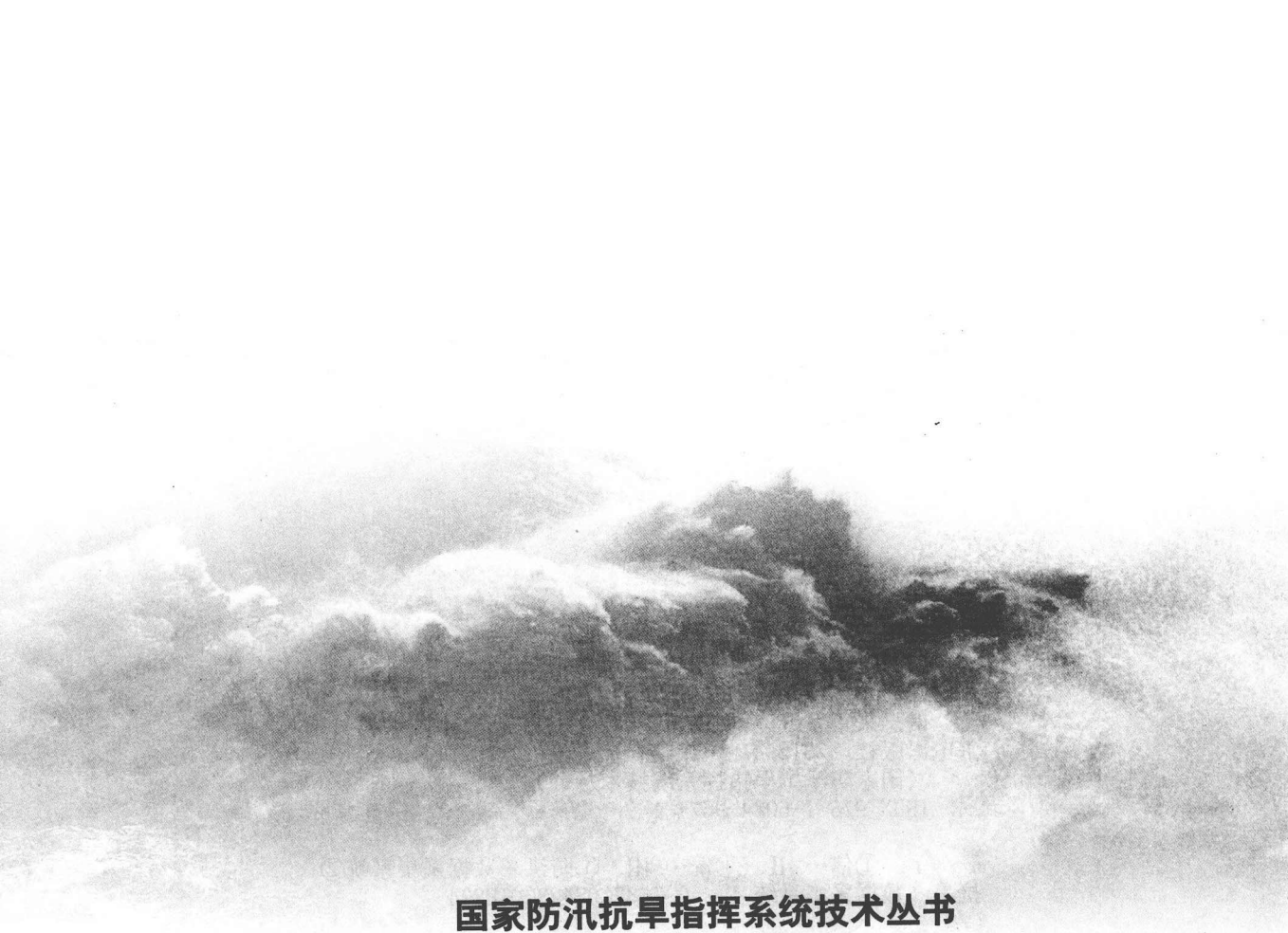
国家防汛抗旱指挥系统技术丛书

信息采集系统

XINXI CAIJI XITONG



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



国家防汛抗旱指挥系统技术丛书

信息采集系统

◎ 倪伟新 主



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书介绍了国家防汛抗旱指挥系统一期工程的重要组成部分——信息采集系统,包括水情、旱情、工情采集系统的基本概念,系统组成,信息流程,系统设计,关键技术,采用设备,数据处理,建设与管理等。本书内容全面、系统、实用性强,可供从事水利信息化研究、设计、开发、建设、运行、维护等各方面工作的工程管理人员和技术人员以及相关专业的院校师生参考,同时对于从事其他工程建设的管理和技术人员,也具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

信息采集系统 / 倪伟新主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2012.4
(国家防汛抗旱指挥系统技术丛书)
ISBN 978-7-5084-9677-1

I. ①信… II. ①倪… III. ①防洪—数据采集系统②
抗旱—数据采集系统 IV. ①TV87②S423③TP274

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第075827号

书 名	国家防汛抗旱指挥系统技术丛书 信息采集系统
作 者	倪伟新 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市北中印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 13.75印张 326千字
版 次	2012年4月第1版 2012年4月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	53.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

本书编委会

主 任：邱瑞田

副 主 任：蔡 阳 束庆鹏 倪伟新

委 员：刘宝军 胡亚林 黄 静 刘汉宇
郭治清 郝春明 管怀民 金喜来

主 编：倪伟新

副 主 编：郭治清 管怀民

编写人员：（按姓氏笔画排序）

任志华 刘汉宇 苏志诚 李海源
肖艳芳 奉亚辉 赵 凯 赵 琛

■ 前言



水旱灾害是我国频发、面广、损失严重的自然灾害，治理和防御水旱灾害关系到我国社会、经济的可持续发展和生态与环境的改善。经过 60 余年大规模水利建设，我国主要江河基本形成了以水库、堤防、蓄滞洪区或分洪河道为主体的拦洪、排洪、滞洪和分洪相结合的防洪工程体系以及水文自动测报、洪水预报、防洪调度等防洪非工程体系，同时也兴建了大量的蓄水、引水和提水工程，形成了比较完善的抗旱供水保障体系，全面提高了我国的防洪抗旱减灾能力。

国家防汛抗旱指挥系统是我国防汛抗旱体系的重要组成部分，该系统立足于及时、准确掌握全国防汛抗旱信息，着眼于提高国家防汛抗旱指挥决策水平，实现防汛抗旱信息化与现代化，发挥防洪抗旱减灾工程体系综合效能的大型信息化工程。该系统规模庞大、结构复杂，由信息采集系统、通信与计算机网络系统、应用支撑与数据汇集平台、决策支持系统等部分构成，其一期工程覆盖水利部及其所属长委、黄委等 7 个流域机构，全国 31 个省（自治区、直辖市）和新疆生产建设兵团等 40 多个单位，涉及我国水利、气象、农业等相关部门。

国家防汛抗旱指挥系统一期工程在各级建设单位精心管理、数千名建设者艰苦努力下，于 2009 年底全面完工并投入使用，在近年来的防汛抗旱减灾工作中发挥了重要作用，产生了重大社会和经济效益。工程建设所形成的信息资源，建立的数据库，建成的水利信息网络，开发的应用软件，制订的规范和标准等都成为水利信息化的基础设施，也为水利行业其他业务系统建设提供了有力支撑。

为了系统地总结工程建设经验，宣传工程建设成果，更好地为我国防汛抗旱减灾和国民经济建设服务，水利部国家防汛抗旱指挥系统工程项目建设办公室组织了部分参加过一期工程建设的骨干编写了《国家防汛抗旱指挥系统技术丛书》，丛书共分《信息采集系统》、《通信与计算机网络系统》、

《应用支撑与数据汇集平台》、《决策支持系统》等4个分册，对各个系统涉及采用的技术和标准进行了相应总结和介绍，涵盖了国家防汛抗旱指挥系统所涉及的全部技术内容。

《信息采集系统》为《国家防汛抗旱指挥系统技术丛书》的分册之一，全书共分4章，系统介绍了水情、旱情、工情采集系统的基本概念、系统组成、信息流程、系统设计、关键技术、采用设备、数据处理、建设与管理等，是对一期工程的水情分中心建设和旱情、工情试点建设的经验的全面总结。

全书由倪伟新统稿并审定。第1章由郭治清编写；第2章由郭治清、赵凯、李海源编写；第3章由管怀民、苏志诚、奉亚辉、任志华编写；第4章由刘汉宇、赵琛、肖艳芳编写。在本书编写过程中还得到了许多领导、专家、学者的帮助和支持，在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2012年3月

目 录

前言

第 1 章 信息采集系统概述	1
1.1 信息	1
1.2 信息采集历史	5
1.3 信息采集系统建设情况	9
第 2 章 水情信息采集系统	10
2.1 水情信息采集系统目标和内容	10
2.2 水情信息采集系统组成和信息流程	12
2.3 水情信息采集系统设计	15
2.4 水文测验关键技术和设施设备	33
2.5 报讯通信关键技术与设备配置	49
2.6 水情分中心配置	54
2.7 水情分中心施工	59
2.8 水情信息采集系统测试	63
2.9 水情信息采集系统验收	70
2.10 水情信息采集系统特点	72
2.11 水情信息采集系统技术与展望	90
第 3 章 旱情信息采集系统	93
3.1 旱情信息概述	93
3.2 旱情信息采集系统组成与功能	101
3.3 旱情信息采集系统现状	106
3.4 固定墒情采集子系统	113
3.5 移动墒情采集子系统	126
3.6 旱情监测实验站	129
3.7 实时旱情信息采集系统设计及配置	132
3.8 省旱情信息中心	139
3.9 测试验收与应用	145
3.10 旱情信息采集系统维护	147
3.11 旱情信息采集系统展望	147
第 4 章 工情信息采集系统	149
4.1 工情信息概述	149

4.2	工情信息采集系统建设	151
4.3	工情信息采集设备	155
4.4	工情信息上报系统	157
4.5	工情分中心	168
4.6	工情信息采集技术	175
附录	实时工情数据库表结构	187
参考文献		209

第1章 信息采集系统概述

1.1 信息

1.1.1 信息的定义

信息是能够通过文字、图像、声音、符号、数据等为人类获知的知识。一般而言，信息是指与客观事物相联系，反映客观事物的运动状态，通过一定的物质载体被发出、传递和感受，对接受对象的思维产生影响并用来指导接受对象的行为的一种描述。从本质上，信息是反映现实世界的运动、发展和变化状态及规律的信号与消息，是对某个事件或者事物的一般属性的描述。信息总是通过数据形式来表示，加载在数据之上并对数据的具体含义进行解释。因此，也可以说，信息来源于数据，它不随载体的物理形式的改变而改变。信息就是经过加工处理后有价值的数据，它对接收者有用，它对决策或行为有现实或潜在的价值。

1.1.2 防汛抗旱信息

水是人类赖以生存的最重要物质之一，是基础性的自然资源和战略性的经济资源，是经济社会可持续发展和维系生态平衡、环境优美的重要基础。地球上的水并不是静止不变的，而是在不断运动变化和互相转化。在太阳辐射的作用下，水不断从海洋、河流、湖泊等水面和植物表面蒸发成为大气中的水汽，水汽被气流抬升和携带输送到高空和其他地区，在适当的条件下凝结，以雨、雪和雹等形式降落在海洋或陆地上。陆地上的降水一部分被植物截留，一部分在重力的作用下渗入地下补给土壤水和地下水，形成壤中流或地下径流；另一部分形成地面径流流入江河，注入海洋或内陆湖泊；还有一部分又重新蒸发回到空中。其中渗入到地下的地下水，一部分逐渐蒸发，一部分最终流入海洋。水的这种不断蒸发、水汽输送、凝结、降水、下渗、产流、汇流的往复循环过程，称为水文循环。在这个循环过程中，水给人类带来了幸福：灌溉土地，为人类提供了赖以生存的粮食；提供水源，为人类提供了生命和生活必需的饮用水；水力发电，为工农业生产提供了可靠的能源；美化环境，为人类维系着生态的平衡。同时，水也给人类带来了灾难：干旱缺水，威胁着粮食安全和人类的生命安全；洪涝灾害，影响工农业生产和经济社会的发展；水质污染，给生态环境带来负面影响。因此，水旱灾害一直是人类的心腹大患，兴水利、除水害历来是治国安民兴邦的大事。

每当汛期来临，随着降雨的增多，江河水位逐渐上涨。当暴雨发生时，会引起河流水位快速上升，流量增大。此时，雨量、水位、流量等水情信息采集的精度及时效性对做好水文预报工作至关重要。



当大暴雨发生时,有可能导致低洼地发生内涝;也可能致使水库水位急剧上涨;河流水位上涨还有可能发生堤防渗漏、管涌等险情,甚至发生溃堤、决堤等重大险情。为保证大坝安全,水库应加大下泄流量,若与江河洪水发生遭遇,将给江河堤防安全带来很大的压力;一旦发生溃坝决口或蓄滞洪区分洪,将对人民的生命财产安全和工农业生产带来巨大的损失。因此,工情、险情、灾情信息对做好江河、水库的调度指挥、防洪减灾至关重要。

降雨稀少时导致土壤含水量降低,有可能发生干旱,威胁农作物的生长,造成粮食减产甚至绝收。不同区域的气象条件各异,不同农作物的抗旱能力不同,不同地区的水源分布不均,掌握这些信息对防御旱灾,确保我国粮食安全具有重要意义。

可见,信息是人类科学决策的重要依据。在现代社会,决策是否科学,是否符合客观规律,关键在于是否能够获取及时、准确、全面的信息。只有准确地掌握信息,正确地使用信息,才能大大提高各级部门领导决策的科学化、民主化水平。在国家防汛抗旱指挥系统工程中,建设水情、工情、旱情信息采集系统,就是为了及时、准确、全面地掌握我国防汛抗旱指挥所需的各种信息,为水文预报预测、防洪调度指挥的科学决策提供科学依据,不断提高我国防灾减灾的能力和水平,为推动我国的现代化作出新的贡献。

1.1.3 防汛抗旱指挥信息的分类

根据我国防汛抗旱指挥的实际情况,防汛抗旱指挥所需的信息大致可以分为以下3类。

1.1.3.1 水情信息

水情信息采集的内容主要有降雨量、水位(潮位)、流量、含沙量、水库进出库流量、蓄水量,闸门开启尺寸和下泄流量等要素。

其中降雨量、水位(潮位)、流量、含沙量、水库进出库流量等主要由各地水文部门负责采集,蓄水量、闸门开启尺寸和下泄流量等要素主要由水库或水电站管理部门负责采集。

1.1.3.2 旱情信息

旱情信息主要包括气象、水文、农业、水资源、水利工程、遥感、墒情、社会经济和政策法规等,它是制定防旱抗旱减灾对策、合理采取抗旱减灾措施的重要依据。准确、及时、全面、可靠的旱情信息采集是取得抗旱减灾胜利的重要保障。

根据旱情信息的性质和来源情况,旱情信息可分为抗旱基础信息、实时旱情信息、抗旱统计信息和旱情综合信息等四大类。

1. 抗旱基础信息

抗旱基础信息由各级防汛抗旱指挥部办公室在日常工作中收集整理,主要包括以下内容:

(1) 历史灾情主要为辖区内历年来农业受旱、人畜饮水困难、城市干旱缺水等情况的统计数据。

(2) 自然地理信息包括地形地貌、河流水系、水文气象等。

(3) 社会经济信息包括人口、国内生产总值等社会经济信息。



(4) 水资源及水利工程建设情况。

(5) 农业信息包括耕地总面积（包括水田、旱地面积）、有效灌溉面积（包括水库及河湖灌溉面积、井灌面积）、农作物种植结构及耕种和灌溉制度等。

(6) 供用水信息包括用水定额、供水量、用水量等。

(7) 管理信息包括抗旱组织机构、抗旱政策法规、抗旱预案、抗旱服务组织、抗旱物资储备等。

2. 实时旱情信息

实时旱情信息由气象、水文、墒情等监测站点监测和上报，主要包括气象、水情、土壤墒情、水质和农情等信息。

(1) 气象信息包括降水、气温以及历史特征值等数据。

(2) 水情信息包括地表水和地下水实时信息。地表水信息重点是水库湖泊水位、蓄水量、入库（湖）流量和下泄流量，城镇和农业取水口水位、流量，江河控制性工程和控制断面实时流量、水位，地下水信息重点是地下水埋深、可利用水量。

(3) 土壤墒情信息。农田耕作层不同深度的土壤含水量。

(4) 水质信息包括江河、湖泊、水库、湿地、地下水、重要水量调度控制站水质等信息。

(5) 农情信息包括在田农作物类别及生长状况等信息。

3. 抗旱统计信息

抗旱统计信息由各级防汛抗旱指挥部办公室抗旱统计员按照《水旱灾害统计报表制度》、《抗旱统计制度（试行）》（办旱一〔2010〕18号）的要求逐级统计汇总并上报，主要包括农业统计报表、人饮困难统计报表和城市缺水统计报表。农业统计报表包括农业旱情动态统计表、农业抗旱情况统计表、农业旱灾及抗旱效益统计表、作物受旱及抗旱浇灌专题分析表；人饮困难统计报表包括人饮困难及解困专题分析表；城市缺水统计报表包括城市干旱缺水及水源情况统计表、城市干旱缺水及抗旱情况统计表、干旱缺水城市基本情况及用水情况统计表、干旱缺水城市供水水源基本情况统计表。

4. 旱情综合信息

各地防办在发生旱情并启动抗旱应急响应期间，除通过抗旱统计系统报送有关报表数据外，还应根据工作要求和旱情发展趋势以文字形式及时上报当前旱情和抗旱工作等情况，主要包括以下内容：

(1) 气象和水文情况。

(2) 当前旱情及形势分析。当前旱情应描述旱情起因、主要表现、同期对比情况等，并总结出主要特点；形势分析要从水源情况、抗旱工程设施情况、气象预测情况、需水情况等方面深入分析旱情的发展形势，必要时还应报送图片和视频材料。

(3) 抗旱工作措施及成效。抗旱行动情况主要从采取的主要安排部署、具体抗旱措施、主要成效、存在的主要问题等方面总结前期抗旱工作。

(4) 下一步意见。针对当前旱情形势，结合存在的主要问题，提出有针对性的下一步



工作意见。

(5) 林业、牧业、水产养殖、水运交通、水力发电、乡镇企业等方面因旱造成的损失，应在抗旱工作阶段总结、年终总结中加以反映。

1.1.3.3 工情信息

工情信息包括工程运行状况、工程险情信息，山洪灾害和水库安全监测预警信息，以及防汛抗旱管理涉及的应急预案、应急响应、值班会商、电子公文、指挥调度、应急保障、灾害现场等各类信息。

工情信息采集包括基础工情和实时工情两类。

1. 基础工情信息

各类防洪工程的基础信息包括河道、堤防、海堤、水库、水闸、蓄滞洪区、圩垸、治河工程、测站等防洪工程的基础信息，还包括上述工程的各类设计、实际指标，平面布置图、剖面图以及图片、影像等资料。各工情分中心负责组织所辖各县（单位）整编资料、录入防洪工程数据库，并按要求及时更新。

2. 实时工情信息

实时工情信息分为工程运行状况信息、工程险情信息和防汛抗旱动态信息三类。

(1) 工程运行状况信息。工程运行状况信息按工程类别可分为堤防工程、水库工程、水闸工程、治河工程、蓄滞（行）洪区等五大类信息，以图片加文字说明或影像加声音或文字的形式反映在当前水位下工程的运行状况以及工程各部位的完好状况，以方便决策者从总体上掌握当前的防洪形势。其中，堤防工程包括河堤、湖堤、海堤、圩堤和穿堤建筑物等；水库工程包括大坝、泄水建筑物等；水闸工程包括拦河闸、分水闸、泄水闸等；治河工程包括控导工程及护岸工程等；蓄滞（行）洪区包括圩堤、撤退道路、分洪设施、排水设施、通信预警设施、避水救生设施等。

堤防运行状况用于记录河堤、湖堤、圩堤或海堤等工程实时运行情况的信息。主要内容包括工程名称、采集时间、水文控制站代码、采集点经度坐标、采集点纬度坐标、采集点地名、采集点桩号、水位、流量、水位状态、水位状态持续时间、水面距堤顶高差等。

水库运行状况表用于记录大坝、泄水建筑物等的运行状况。主要内容包括工程名称、采集时间、大坝安全等级、水位、水位状态、水位状态持续时间、库容、现有防洪库容、入库流量、出库流量等。

水闸运行状况表用于记录闸门及其附属设施的运行情况。主要内容包括工程名称、采集时间、闸上水位、闸上水位距闸门顶距离、闸下水位、过闸流量、开启孔数、闸上水势、闸下水势等。

治河工程运行状况表用于记录控导工程、护岸工程等运行情况信息。主要内容包括工程名称、采集时间、所在岸别、水流状况、河势状况等。

蓄滞（行）洪区运行状况表用于记录蓄洪区的当前行蓄洪情况。主要内容包括工程名称、采集时间、分蓄洪控制站名称、分蓄洪控制站水位、蓄洪水位、蓄洪水量、转移人口、剩余蓄洪库容等。



(2) 工程险情信息。工程险情信息包括决口、漫溢、管涌、陷坑、滑坡、裂缝、崩岸、滑动、闸门破坏、渗水、淘刷、溃坝、倾覆、坍塌、控导工程冲毁、堰塞湖和其他险情信息。

(3) 防汛动态信息。防汛动态信息分为抢险动态信息、防汛简报信息、防汛动态信息等3类,防汛动态信息由地(市)级防汛办公室综合、统计后上报。

抢险动态信息表用于描述某一险情的抢险投入和抢险进展情况。主要内容包括采集时间、抢险开始时间、抢险方案、人员投入、动用设备、消耗物资、折合资金、进展情况及结果等。

防汛简报信息表用于描述各级防办在防汛过程中的简报信息。主要内容包括编号、标题、填报单位、采集时间、期号、正文、编辑人、签发人等。

防汛动态信息表用于描述针对某一区域开展的防汛工作状态以及对该区域现有险情和抢险状态、进展的统计。主要内容包括编号、填报单位、标题、工程调度情况、防守情况、人员转移情况、险情综述、灾情、折合资金等。

工情信息由各地水利部门和防汛抗旱部门负责采集、收集和统计。

1.2 信息采集历史

防汛抗旱信息包括水情信息、工情信息和旱情信息。工情信息和旱情信息的采集相对历史较短,将在后面章节中叙述,本节主要介绍水情信息采集的历史。

降水量、水位、流量是水情信息采集的主要要素。纵观我国水情信息采集的发展史,从技术的先进程度、信息传输的自动化、计算机网络化应用看,大致可分为常规的水情信息观测记录(1975年大水前)、水文自动测报系统建设(1975年大水后至1998年大水发生前)和国家防汛抗旱指挥系统水情分中心建设(1998年大水发生后)三个重要的时期。

1.2.1 常规水情信息观测记录

1. 降水量观测

我国的雨量观测,可追溯到公元前11世纪以前的商代,甲骨文中有关降雨的定性描述,如细雨、大雨和骤雨等。清雍正二年(1724年),北京开始记录逐日天气和降雨。1841年,北京开始用近代雨量器观测和记录降水量。

近代雨量观测,19世纪多用8in(1in=2.54cm)雨量器,用木尺量取雨量。从1955年开始,统一使用20cm口径雨量器,器口高出地面0.7m,用专用量筒人工计量降雨。其观测结果一般作为其他自记仪器的比测依据。在20世纪70年代前,虹吸式自记雨量计作为唯一的雨量自记仪器被广泛应用于各个水文站和气象站中,但它只能是日记式的纸质记录,不能产生电信号,只能是人工观测,不能用作雨量的自动测报。20世纪80年代后,随着翻斗式雨量计的发展,虹吸式自记雨量计被逐渐替代。翻斗式雨量计由于其具有结构简单可靠、易于使用、性能稳定、信号输出简单适合自动化、数字化处理和价格低廉、易于维护等优点成为雨量自动测量的首选仪器,在水文自动测报系统和国家防汛抗旱指挥系统工程的水情信息采集系统建设中得到了广泛的应用。



2. 水位观测

我国最早的水位观测可追溯到公元前 251 年的战国时代，秦朝李冰在岷江上修建了都江堰引水灌溉工程，立三石人于三水中测量水面的高低。我国历代沿河居民把罕见的最高和最低水位及其出现的时间记在石崖上，留下了宝贵的记录。近代系统观测记录江河水位的，则始于长江汉口，清同治元年（1862 年），汉口海关设立水尺。进入 20 世纪后，我国的各主要河流、湖泊陆续开展水位观测。新中国成立后，水位观测才得到了迅速的恢复和发展。

近代对水位进行人工观测，多用直立式水尺，即将有刻度的水尺板固定在垂直的靠桩上。

从 20 世纪 50 年代开始，水位自记技术在我国得到了广泛的应用。50 年代末，水位计实现了日记型自记化。70 年代开始生产使用有线浮子式遥测水位计和长期自记水位计。80 年代后，由于水文自动测报系统的建设和发展，带动了多种国产编码水位计的成熟和普遍应用。浮子式水位计具有测量准确性好、工作稳定可靠，结构简单、容易掌握、价格较低廉等特点，目前仍是我国最主要的水位自记仪器，特别是可以建设水位测井的地方，都优先考虑使用浮子式水位计。由于浮子式水位计需要修建水位测井，投资较大，在有些修建测井困难的地方，很难应用。因此，不需要修建水位测井的压力式水位计、气泡式水位计、超声波水位计逐渐得到了应用。近年来，微波水位计、雷达水位计、激光水位计、电子水尺等也开始应用。

在水位观测中，自记井是关键设备。我国的自记井大部分是岛式和岸式，配备浮子式自记水位计和水位编码器。对不宜建井的测站，视水情特点配备压力式、气泡式、超声式（分气介式和液介式两种）等自记水位计。

3. 流量测验

战国时代，在开始水位观测的同时，中国人对流量就有了初步的认识。近代的流量测验，开始于 1904 年，当年 5 月天津海河德国码头站开始测流。从 20 世纪 50 年代起，流量测验主要用船，随后逐步发展水文缆道和水文缆车，80 年代中，逐渐兴起桥测设备。

流量测验的主要方式有以下几种：

（1）缆道测流。缆道是跨河架设而在岸上操纵进行流量、泥沙测验作业的设备，缆道测流是我国主要的测流方式之一。目前，测流缆道主要是机电动缆道，并实现了动力行进和升降；部分测站在现有缆道技术的基础上，应用计算机测控技术、无线通信技术、变频等技术进行了改造，实现了缆道测流自动化，它能自动显示起点距、水深、流速等测量参数，水上、水下多种信号传递的可靠性大大提高。特别是有的水文站配备了计算机控制的全自动化测流缆道及装置，可以自动完成整个断面的测流过程，并完成全部数据计算，直接将测验成果从计算机上输出。

（2）水文缆车。在北方一些河流（黄河中上游及其支流）上，由于河流流速大，漂浮物多，不宜使用悬索缆道的测站，将水文缆车悬吊在过河索上，人在车中悬空，通过缆车的升降，进行流量的测验。



(3) 测船测流。测船测流也是我国主要的测流方式之一。目前,主要用于大江大河的流量测验。在一些中小河流上,将测船以缆索和行车联结于过河主索上,操纵船舵,实现横渡和定位。定位方法采用六分仪、辐射桩、极坐标交会、断面索等方法。

(4) 桥测。利用机动车辆,装备有伸缩悬臂的测流设备,利用现成桥梁进行测流作业。

(5) 浮标测流。在山溪性河流的水文站上,还配备浮标投放器,利用过河索将浮标运到预定地点,在大洪水时投放浮标测流。

20世纪70年代之前,我国水情信息的采集主要采取常年驻测、人工观测、纸质记录、通过水情电报或有线电话的方式进行水情信息的传送。由于当时经济、人力和自然环境的限制,信息采集站点稀,信息量少,加之通信手段落后,水情信息传输时效性差,远远不能满足我国防汛抗旱的需要。

1.2.2 水文自动测报系统建设

我国是一个洪水灾害频繁的国家,能够及时准确地收集水情信息的水文自动测报系统,对于提高水文预报的精度、增加洪水有效预见期、及时准确地为防汛和水利水电调度提供科学依据,充分发挥水利水电工程的防洪减灾效益,合理开发利用水资源具有十分重要的意义。随着科学技术的进步和国民经济以及社会发展的需要,通过应用遥测、通信和计算机等先进技术来实现水文数据自动采集、传输、处理和预报,建立水文自动测报系统逐步提上了议事日程。

1975年大水后,我国少数重点防洪地区和大型水库、水电厂,陆续建设了一批水文自动测报系统,从最初的引进国外技术到自主开发适合我国国情的水文自动测报系统;从最初的示范试点,到大面积的推广实用;从低功耗的系统设备的研制到数据处理软件的开发,经过20多年的发展,我国的水文自动测报系统的建设和技术有了巨大的进步。根据水利部水文局的调查统计,截至1999年4月,全国已建和在建的水文自动测报系统达482处,由843个中心站(含分中心站)、1460个水文站(含雨量及水位等参数)、1197个水位站、4612个雨量站组成。总投资约6.18亿元。属于水利系统管理使用的394处,占总数的81.8%(其中属水文系统管理的50处,占10.4%);属电力系统管理的86处,占17.8%;属其他部门管理的2处,占0.4%。482处水文自动测报系统中投产使用情况良好的353处,占73.2%;使用情况一般的96处,占19.9%;较差的21处,占4.4%;另12处在建。

除台湾省未统计外,全国各省(自治区、直辖市)及流域机构都建有水文自动测报系统,其中福建、山东、湖北、浙江四省最多,分别为58处、53处、46处和41处。

水文自动测报系统数据传输方式有超短波、短波、微波、有线、卫星及混合组网等。本次统计的482处水文自动测报系统中,超短波传输的455处,占94.4%;短波和微波传输的4处,占0.8%;有线传输的4处,占0.8%;卫星传输的9处,占1.9%;混合组网的10处,占2.1%。已建系统已与省、地、市级防汛部门联网的有52处,占全国水文自动测报系统总数的10.8%。



这些系统的建设,在防汛减灾中发挥了重要的作用。已建的 482 处水文自动测报系统中, 93.1%能够正常运行,并能够及时、准确地收集水情数据,为防汛和水利水电调度提供科学依据,取得了明显的社会效益和经济效益。例如,江西景德镇昌江流域水文自动测报系统,自 1993 年 4 月 1 日投入运行以来情况良好,1999 年 6 月 23~26 日,昌江流域平均降雨量达 401mm,造成了特大洪水,致使供电中断,但由于遥测系统采用了太阳能供电系统,水情人员连续 4 天 4 夜监视水情变化,保证了水情信息的畅通,并提前 32h 发布了洪水预报。1993 年、1994 年和 1995 年减少洪灾损失分别为 1.6 亿元、1.5 亿元和 2.5 亿元,安全转移人数分别为 6.6 万人次、5.2 万人次和 6.6 万人次。据统计分析,1993~1999 年,该系统为防洪抗灾减少直接经济损失达 15 亿元。1996 年 7 月湖北漳河水库出现新中国成立以来最高水位,根据水文自动测报系统提供的漳河雨水情信息,做出不使用分洪区的调度方案,避免经济损失 2.4 亿元。同一时间下游沮漳河水文自动测报系统的水文预报,使河库合理调度,避免了谢古垸、芦河垸、木闸垸行洪,直接减灾效益约为 1.43 亿元。新安江水电厂 1994~1996 年连续三年遭受特大暴雨袭击,由于水文自动测报系统比往常提前 3 小时提供数据,争取了时间和主动,通过合理调度,使下泄洪峰流量分别减少 65.5%、65.3%和 80.3%,1995 年合理调度多发电 1 亿 kWh,仅 1996 年减少下游经济损失就达 18 亿元以上。云南鲁布革水电厂 1996 年、1997 年和 1998 年分别多发电 0.8 亿 kWh、1.6 亿 kWh 和 1.15 亿 kWh;长江陆水水库自动测报系统、甘肃武威南营水库水文自动测报系统,湖南酒埠江水库水文自动测报系统等由于质量可靠、管理完善,有效运行多年,社会经济效益十分显著。

水文自动测报系统在大雨滂沱、暴雨集中,危及大坝、河堤安全,对人民生命财产即将造成损失的关键时刻,显示出巨大的优越性。不少系统都不同程度地自动记录到 50 年一遇和 100 年一遇的特大暴雨、越限水位,并能及时发出警报并记录在案;它提供的可靠、准确、及时的水情信息和据此做出的准确水文预报,采取的预先开闸放水腾空库容或错峰调度等有力措施,减轻了下流的防洪压力,减少了灾害损失;同时也使各级领导及时掌握了一手资料,作出科学决策,其明显的社会效益和经济效益,使不少系统都获得部或所在省、市、地区的科技进步奖。这些都记载了水文自动测报系统的功劳,体现了各级领导部门的关怀与支持,凝聚了科研人员的心血与智慧,是水文战线广大职工辛勤劳动的结晶。

水文自动测报系统的建设经历了 20 多年的发展过程。系统通信方式由最初的超短波发展到利用短波、超短波、微波、卫星、有线公用网组网的通信方式,以支持更加复杂的组网模式和自报/应答或兼容的工作方式;系统的稳定性和可靠性有了很大提高,随着元器件质量的提高和计算机技术的发展,其关键设备遥测终端的质量也大幅度提高,平均无故障工作时间 (MTBF) 已从原来 1000~3000h 上升到 8000h,有的设备已突破 30000h,其他设备的质量也得到不同程度的提高;系统的功能也由最初的单雨量、水位信息,发展到可满足传输水位、雨量、流速、流量、蒸发量、水质、闸门开度、风速、风向、温度、湿度、气压等多种参数的丰富的传感器接口 (包括多种数字式、模拟式、智能式的传感器



接口)。用户不仅可以进行硬件现场编程,也可进行远程控制,极大地方便系统维护,中心站软件支持用户进行二次开发,可以生成各种符合用户要求的图形系统和报表系统,部分系统采用 NT 网络方式,利用流行的数据库查询软件,可以方便地与用户信息管理系统连接。这时期我国所建设的水文自动测报系统,从总体技术来说,已接近 20 世纪 90 年代国际先进水平。

1.2.3 国家防汛抗旱指挥系统水情分中心建设

2003 年 6 月,经国务院同意,国家发展和改革委员会批准国家防汛抗旱指挥系统一期工程的建设。早在 1998 年底和 1999 年初国家计划委员会先后安排国家防汛指挥系统项目经费 1.52 亿元,开始了项目建设的有关前期准备工作及水情分中心示范区建设。从 2000 年开始,先后安排了 23 个水情分中心示范区的建设,涉及 2 个流域机构(黄委榆次,长委宜宾、丹江口、汉口)、15 个省(自治区)(浙江绍兴,吉林长春,湖南湘潭、常德,江西抚州、景德镇,陕西汉中,四川雅安,河南驻马店,黑龙江齐齐哈尔,广西南宁,湖北宜昌,河北石家庄,安徽阜阳、芜湖,山东临沂,江苏徐州、连云港,西藏拉萨)的 23 个水情分中心,建设范围包括 404 个中央报讯站,其中 102 个雨量站、43 个水位站、259 个水文站。由于各级领导高度重视,系统建设目标明确,经费落实到位,建设管理规范,经过各地的共同努力,23 个水情分中心在 2005 年 6 月一期工程全面开工之前已全部建成并投入运行,为地方的防汛抗旱减灾、水资源管理等都发挥了显著的作用,实现了示范区建设的预定目标,取得了很大的成绩,而且也初步设计审批后水情分中心的大规模建设提供了可供借鉴的经验。

1.3 信息采集系统建设情况

一期工程信息采集系统的主要任务是在 5 个流域机构、19 个重点防洪省(自治区、直辖市)中央报讯站进行测验、报讯设施建设,完成 125 个水情分中心的系统建设,同时开展实时工情采集试点及早情信息采集试点建设。