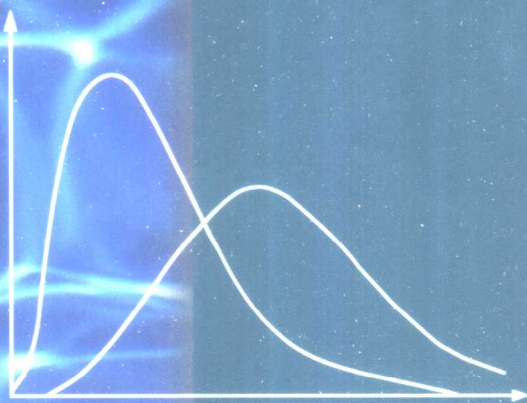


SHUIWEN  
QINGBAO  
YUBAO  
WENJI

水文情报  
预报文集



●王厥谋 著

黄河水利出版社

# 水文情报预报文集

王厥谋 著

黄河水利出版社

## 内 容 提 要

水文情报预报是防汛决策的科学依据,也是一项重要的防洪非工程措施。本文选编了作者于国家业务领导部门 and 世界气象组织工作期间,在国内外刊物和学术会议上发表的有关水文情报预报论文 29 篇,论述了该项工作的重要作用、国内外发展情况和一些技术问题,适用于防洪、水文工作者参阅和有关院校师生参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

水文情报预报文集/王厥谋著. — 郑州:黄河水利出版社,2000.10

ISBN 7-80621-389-9

I. 水… II. 王… III. 水文预报-文集  
IV. P338-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 32891 号

---

责任编辑:郜志峰 武会先

封面设计:谢 萍

责任校对:赵宏伟

责任印制:常红昕

---

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮编:450003

发行部电话:(0371)6302620 传真:6302219

E-mail:yrp@public2.zz.ha.cn

印 刷:河南第二新华印刷厂

---

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:16.75

版 次:2000 年 10 月 第 1 版

印 数:1—3 100

印 次:2000 年 10 月 郑州第 1 次印刷

字 数:447 千字

---

定 价:35.00 元

# 前 言

水文情报预报是防汛斗争的耳目,是防洪决策的科学依据,也是一项重要的防洪非工程措施,它在人类改造和适应自然中发挥很大的作用。随着社会经济的发展,其社会和经济效益将会愈来愈大。

我国地处大陆季风影响下,降雨时间集中,暴雨强度很大,加之地形条件的影响,致使洪涝灾害频繁发生。我国人口众多,且多密集在东部的七大江河中下游地区,但这些地区的地面高程多在江河洪水位以下,主要靠堤防保护安全。因此,洪水问题是我国特有的严重问题,是我国国民经济发展和社会安定的潜在威胁。在相当长的一段时期内,由于科学技术水平以及财力、物力的限制,我们不可能完全驾驭自然,也不可能完全控制洪水,防洪将是我国长期持久的艰巨任务。努力改善和发展水文情报预报技术,更好地满足防洪斗争的需求,这是中国水文工作者的一项历史使命。

作者自 1958 年开始就在国家(中央)防汛(抗旱)指挥部办公室下从事水文情报预报的实际工作,40 年来几乎每年汛期都参与国家一级的防汛决策的参谋工作,度过了数不清的不眠之夜,经历了多次大洪水的考验。每当正确及时的水文情报预报及调度意见被领导决策采纳,看到人民生命财产避免损失时,内心得到欣慰和受到鼓舞;也曾为水文情报预报中的某些失误深感内疚和忧心。这些都鞭策着和鼓励着我们为这一门比较年轻的水文情报预报技术去进一步的探索和创新。

作者针对我国水文情报预报中存在的实际问题探讨了国内外的一些经验教训,先后在国内外正式发表了 60 多篇论文和一些专著,现将一些分散在各处的主要论文汇集成这本文集,奉献给中国的水文情报预报事业,旨在供后人参阅,以少走弯路,促进我国水文情报预报技术的发展,尽快建成具有中国特色的水文情报预报事业,更好地为我国防洪斗争服务。

作者长期在行政管理机关工作,没有从事专门的科研工作,所发表的文章仅是对实际工作中碰到的问题提出了一些粗浅的认识,加之作者知识水平有限,错误缺点在所难免,尚望请读者指正。

作 者

2000 年 5 月

# 目 录

## (一)

应十分重视非工程防洪措施·····	(1)
我国水文情报预报工作的回顾和展望·····	(5)
发展防洪实时信息的收集处理现代化系统·····	(9)
水文预报发展概况·····	(13)
努力做好为防汛决策服务的洪水预报工作·····	(23)
研究水文规律 预测水的变化·····	(26)
努力改善和发展水库的水文预报调度·····	(30)
洪水预报是防洪决策的科学依据·····	(34)
防洪信息系统·····	(38)
菲律宾洪水自动测报系统介绍·····	(50)
日本水文工作概况·····	(58)

## (二)

介绍几种简易水库调洪演算方法·····	(65)
对“山口下游洪峰塌缓流量计算方法”的建议·····	(72)
一个新单位线计算方法的建议·····	(76)
洪流演算中的几个问题·····	(89)
产流方式的实验研究·····	(95)
关于《小流域单位线的非线性分析》的讨论·····	(100)
论约束线性系统(CLS)模型·····	(103)
约束线性系统模型及其在汉江流域洪水预报中的应用·····	(115)
丹江口水库防洪优化调度模型简介·····	(129)
综合约束线性系统模型·····	(136)
关于《总径流线性响应模型与线性扰动模型》的讨论·····	(146)
国内外洪水预报技术的进展·····	(148)

## (三)

Hydrological Information and Forecasting in China·····	(155)
The Floods and Flood Forecasting in China 1991·····	(166)
The Synthesized Constrained Linear System Model and Its Application in China·····	(177)
On Methods for Verification of Hydrological Forecast·····	(186)

Models and Methods for Assessing and Forecasting Floods in Tidal Area and  
Storm Surge ..... (199)  
On Recent Trends of Integrated Hydrological Forecasting Systems (IHFSs) ..... (247)

# 应十分重视非工程防洪措施

目前,世界上将防洪措施通常分成两类,一类叫工程防洪措施;一类叫非工程防洪措施。工程防洪措施包括修建水库、滞蓄洪区,修筑堤防,整治河道,开辟分洪道以及修建大型泵站等防洪工程建筑。非工程防洪措施包括洪水预报、警报,洪泛区的划分管理,防洪保险,社会救济等。非工程防洪措施的兴起是由于防洪工程,特别是大型防洪工程占地太多,有些工程占用的土地往往超出了下游保护的面积,另外投资也太大,特别对一些发展中国家,在短期内难以建立起足以控制洪水的防洪工程;就是对一些发达国家也认为现在较好的坝址条件都已建了工程,余下的工程难度大,投资高,移民问题突出,其经济效益值得研究,致使非工程防洪措施日益引起人们的重视,并得到了较快的发展。

## 一、非工程防洪措施是一项适应自然的措施

工程防洪措施是按照人们的要求以工程手段去改变洪水的天然特性,以防治和减少洪水所造成的灾害,可称为改造自然的措施。非工程防洪措施并不去改变洪水的天然特性,而是去力求改变洪水灾害的影响,以达到减少损失的目的,可称为适应自然的措施。

(1)洪水预报、警报。在洪水到来以前发布洪水预报、警报,及时地采取紧急行动来避免洪水灾害,力求洪灾损失减小到最低限度。根据洪水预报、警报,可有计划地采取分洪、蓄洪等措施;可合理地水库进行防洪调度;可及时地进行防洪抢险、逃洪疏散。如1981年7月长江上游大水,重庆市就根据洪水预报,指挥沿江22万居民和一些工厂、机关在洪水到来之前撤到安全地区,大大减少了人民生命财产的损失。

洪水预报、警报的作用大小与其正确性和有效性密切相关。一般来说,预报精度愈高,有效时间愈长,洪灾造成的损失就可愈小。因此,必须努力改进通讯、计算等技术手段,提高测报质量,增长有效预见期。

(2)洪泛区的划分管理。可根据不同的洪水频率及其造成的危害程度来划分洪泛区,并采取相应的对策。国外有的将洪泛区划分成三个区:①严禁区,5年一遇洪水位地区,不准建设永久性建筑物,已建的不准再继续发展;②限制区,5~20年一遇洪水位地区,只允许建设一些经济价值比较小的建筑物,并要这些建筑物有防洪设施(房台、村堰等);③警报区,20~50年一遇洪水位地区,建筑物可不受限制,但要求区内居民保持警惕,收到洪水预报、警报后要采取必要的措施。

目前我国大部分洪泛区,特别是在河滩上,分、蓄洪区内,水库下游的河道上,居民很

多,建筑物林立,而且仍在继续发展,如遇洪水势必造成很大损失。因此,对洪泛区进行恰当地划分并在制度上或法律上明确起来,同时加强严格管理,对减少洪泛区的损失是很有意义的。

(3)防洪保险。首先,参加防洪保险可以减缓受灾居民和企业的损失,使其损失不是一次承受而是分期偿付。这对安定居民生活、稳定社会秩序、减轻国家负担会起很好的作用。如1981年四川大水,有210户参加保险的居民受了灾,共得到了保险公司6万多元的赔偿;有1490个工商企业受灾,共得到7728万元的赔偿。

其次,参加防洪保险的居民和单位每年要交纳保险费,使其树立起灾情观念,也就是我们常说的“提高警惕,克服麻痹思想”。这种与经济利益联系起来的“动员”可能比较有效。如能将保险费用的大小与洪泛区的划分联系起来,可能更有效地制止在洪泛区盲目建设。另外,防洪保险的目的不是单纯地消极赔偿,更重要的是防患于未然。它可以动员更多的社会力量来关心防洪事业,促进防洪事业的发展。

(4)社会救济。社会救济是调动社会力量、利用国家力量甚至国际的力量来减少个人和集体由于洪灾造成的损失,以便尽快恢复生产,减少洪灾所带来的影响。

在防洪救灾方面,我国有着比较丰富的经验,“一处受灾,八方支援”,既立足于生产自救,同时国家拨出防灾救灾经费给予扶持、救济,充分发挥了社会主义制度的优越性。这也是我国历年来取得防洪斗争胜利的重要保证。

## 二、工程防洪措施必须与非工程防洪措施 密切配合才能充分发挥作用

我国还有相当大的地区没有工程防洪措施。对这些地区,目前防洪的办法只能是依靠非工程防洪措施,根据洪水预报、警报进行临时抢险和逃洪等应急措施。就是有工程防洪措施的地区,要充分发挥这些工程的作用,也必须密切与非工程防洪措施相配合。

经过30年的艰苦奋斗,我国已兴建了大量的堤防、水库、滞蓄洪区和分洪道等防洪工程,大大提高了江河的防洪能力。但是,防洪标准还不很高,若遇超标准的洪水,目前也只能依靠洪水预报、警报采取临时抢险等应急措施来保证工程的安全和减少洪灾的损失。在日本,水库的防洪设计标准并不高,混凝土坝一般按百年一遇,土石坝按二百年一遇,校核洪水按设计洪水加20%。但他们非常重视在水库的上下游建立水文测报、通讯调度、洪水警报等自动化系统,可以在几分钟内作出洪水预报、警报及其相应的调度措施。这些非工程防洪措施可以起到弥补防洪标准较低的工程措施的不足。

防洪工程的调度运用也必须与非工程防洪措施配合起来才能发挥最大的效益。如水库防洪调度中可根据洪水预报进行提前泄流,以腾出防洪库容减轻后期洪水负担;可根据水库上、下游的洪水预报控制泄流,错开下游洪峰,以保证下游的防洪安全。至于滞、蓄洪区的运用更是如此,是否要运用、什么时间运用、分洪量多少、什么时候停止运用以及滞、蓄洪区居民的提前转移等等,也只有根据洪水预报、警报和水情分析采取相应的行动,以达到最优的效果。否则,即使有了这些防洪工程,仍将会造成损失。



### 三、要注意加强非工程防洪措施的建设

在相当长的一段时期内,由于科学技术水平以及财力、物力的限制,我们不可能完全驾驭自然,也不可能完全控制洪水。所以,在与自然(包括与洪水)的斗争中,我们不仅要研究改造自然的措施,更应高度注意研究适应自然的措施。在今后的防洪建设中,除了根据国民经济的需要和可能继续兴建一些必要的防洪工程外,应更多地注意研究和加强适应自然的非工程防洪措施的建设。

在非工程防洪措施中,有些措施(如洪泛区的划分管理)需要水利部门研究提出合理的办法,由国家颁发明确的法规和制定相应的政策,并要加强管理的权威,严格执法。有些措施(如防洪保险,社会救济等),水利部门要配合其他部门和社会力量共同进行。其中有些措施我国还没有经验,需要摸索试办,逐步推广。但是,洪水预报、警报措施是比较成熟的,这是非工程防洪措施中最重要、作用最大的一项措施,也是目前世界上发展得最快的一项措施。

目前世界上洪水长期预报还没有过关,还不能作为采取防洪措施的依据。现在还只有依靠短期洪水预报(即根据实际降雨和上游已经出现的水情作出的预报)。但短期洪水预报对一些大暴雨地区、山区,特别是中、小流域,预见期很短,往往不能满足指挥防洪的需要。为了增长洪水预报的有效时间,一些国家在防洪重点地区和重要水利工程上建立了或正在发展洪水测报、通讯调度、洪水警报等自动化系统,采用先进的通讯手段如超短波、微波,有的用通讯卫星来收集各遥测站的雨情、水情和工情的信息以及传递预报、警报和工程调度等信息。鉴于目前水文遥测站的密度还不足以控制流域内的雨情,美、日等一些国家在主要暴雨、洪水地区已开始采用测雨雷达。一个测雨雷达站就可以在室内随时显示或打印出流域内3万多 $\text{km}^2$ 范围内定量的雨量分布(目前可达到相当于200 $\text{km}^2$ 一个雨量站的精度),它可反映出12万多 $\text{km}^2$ 范围内定性的雨量分布。近年来美国已开始利用卫星云图估算更大范围的降雨分布情况。这些对了解降雨在空间和时间上的变化趋势,提高洪水预报的精度,指挥防汛作用很大。有些国家利用这些通讯手段将洪水预报与水利工程自动控制运用以及洪水自动警报系统联结起来。如日本就有107条河流上设有这种自动洪水警报系统。这些系统一般都与电子计算机联机使用,所以对所收集资料的加工处理,预报调度计算非常迅速。一般只需要用几分钟的时间就能完成全部过程。这不仅大大增长了洪水预报的有效性,而且能提高预报的精度。

我国的洪水预报工作,新中国成立以来从无到有、从点到面地迅速发展起来,在历年的防洪斗争中发挥了很大的作用。但洪水预报的技术手段还比较落后,基本上还是使用邮电系统的普通电话、电报来收集水情资料和指挥防汛;用手工进行洪水预报和调度计算,一般都要花四五小时甚至更长的时间才能作出洪水预报和调度计算结果。这样的洪水预报远不能满足防洪斗争的需要,特别是不能满足一些来水较快以及需要采取防洪紧急措施地区的需要。

我国的防洪特点,一是主要江河中下游地区地面高程多在江河洪水位以下,主要依靠16万多 $\text{km}$ 的堤防和很多滞蓄洪区来保护安全。这些地区的洪水威胁很大,其安危涉及

我国国民经济的全局,所以防洪的任务很重,战线很长。二是主要江河中上游的一些关键地区,暴雨洪水很大且来势很猛,对中下游的防洪影响很大。应该根据我国的防洪特点,有计划、有重点地踏踏实实地搞好我国的洪水预报、警报系统。首先我们还是要大量地依靠邮电部门已有的通讯设施,使其在防洪中更好地发挥作用,另外还要充分利用邮电和其他部门近几年搞起来的微波干线。我们水利部门没有必要也没有能力再另搞一套专用干线。但是,对我国主要江河的中下游重点防汛河段如黄河中下游、长江宜昌至汉口段、淮河干流和沂沭河地区、海河中下游等,如果邮电和其他部门没有考虑在这些地区建立微波网的话,水利部门按照水系,对上述重点防汛河段建立微波专用支线是十分必要的。其次,对上述的一些关键防洪地区,应当逐步建立洪水测报和通讯调度自动化系统(最好也能建立测雨雷达),在重点分、蓄洪区试办洪水报警系统。一些重点水库和防洪任务较重的省(市、区)也应有针对性地试办洪水预报和通讯调度自动化系统。这项工作应当列入水利部门长远规划之内,作为一项基本建设来抓。花一定的水利经费来加强这项工作,与工程措施所花经费相比,可以得到以更小代价达到除害兴利的最优效果。

# 我国水文情报预报工作的回顾和展望

我国幅员辽阔,河流众多,由于受季风与自然地理条件的影响,降雨在地区上差异很大,东南沿海及岛屿平均年降雨大于 1 600mm,而西北干旱区则小于 200mm。降雨的年内分配很不均匀,主要集中在 7、8、9 三个月内;年际变化也很大,丰水年与枯水年往往相差七八倍,以致旱涝频繁发生。

我国人口众多,而又多密集在东部平原地区,尤在长江、黄河、淮河、海滦河、辽河、珠江和松花江七大江河的中下游地区 100 多万 km<sup>2</sup> 的面积上,居住着我国半数以上人口。这是我国政治、经济和文化的中心,但这些地区的地面高程多在江河洪水位以下,依靠堤防保护安全,这是我国特有的严重江河洪水问题。因此,作为防汛抗旱斗争耳目的水文情报预报工作,在我国有着极其重大的意义,并为我国水文工作者的一项长期、艰巨的任务。

—

新中国成立以后,为迅速改变历史上给人民带来灾难深重的洪涝、干旱灾害,进行了空前规模的水利建设,与此同时,水文情报预报工作也得到了迅速的发展。

## (一)基本建成了水情站网

全国拍报雨情、水情站由新中国建立初期的 300 多处发展到现在的 8 400 多处,并制定了全国统一的“水文情报预报拍报办法”,基本上能适应江、河、湖、库开展预报调度计算和满足中央、流域机构、省(市、区)、地区以及有关部门掌握水情,指挥防汛抗旱斗争的需要。

近几年来,为提高传输水情的可靠性和时效,在利用邮电部门有线通讯系统的基础上,各地又发展了部分无线报讯通讯网,目前已有无线报话机近万部;在一些防洪重点河段如浙江浦阳江、广东西枝江、黑龙江拉林河、丹江口水库库区、陆浑水库、潘家口水利枢纽和江都枢纽等相继建立了超短波自动测报系统。这些无线通讯设施,在大风大暴雨有线通讯中断的情况下,发挥了很大的作用。

## (二)水文预报技术有了很大提高

新中国成立前水文预报是个空白。1950 年在学习国外预报方法的基础上,就在长江、淮河干流编制了相应水位及流量演算的预报方案,并在 1954 年大洪水预报中不断完

本文原载《水文》杂志 1984 年庆祝建国 35 周年专辑。

善和发展。1955年水利部水文局总结了我国洪水预报的经验,编印、出版了《洪水预报方法》一书,为我国水文预报技术的发展打下了良好的基础。随后,我国广大水文预报工作者根据我国的自然特点,对一些常用的预报方法如相应水位(流量),流量演算和单位线等方法进行了探讨和改进,并提出了一些适合我国情况的新方法和新模型。为确保遍布全国的中小型水库在汛期既能保证安全,又能充分拦蓄洪水,以最大地发挥水库的综合利用的效益,1959年水利电力部工程管理局、水文局编著《中小型水库防汛工作手册》一书,作为各地水库管理养护及控制运用的参考,中小型水库所起的抗旱和防汛作用也因而更为明显。随着预报范围的扩大,开展了对枯季径流、旱情、冰情、泥沙等预报方法的研究,并提出了一些适合我国特点和条件的方法。长江流域规划办公室等单位把水文预报与天气分析、气象预报结合起来,开展了中长期水文预报的研究工作。近年来,不少单位开始应用电子计算机进行编制预报方案、优选参数以及流域水文模型的研究,有的已用于作业预报,这对提高预报精度和增长有效预见期取得了良好的效果。

### (三)在历年防汛抗旱斗争中发挥了重要的作用

在广大水文工作者的共同努力下,特别是战斗在第一线的基层测站同志抢测洪水、及时报汛,有时在十分危急的情况下,不顾个人安危,做到了“测得到,报得出”;广大水文预报人员也是夜以继日地坚守岗位,分析水情,准确及时地作出预报,努力当好各级领导的参谋和耳目。如1975年河南大水,薄山水库根据洪水预报,在洪水位超过坝顶以前及时加高了大坝,保证了大坝的安全;1980年淮河上游洪水,虽然水位超过了濠洼蓄洪区的分洪水位,但根据后期洪水的分析,没有采取分洪措施,避免了1.2万 $\text{hm}^2$ 农田、10万人口的受淹;1981年长江上游大水,重庆市根据洪水预报,指挥沿江22万居民和一些工厂、机关在洪水到来以前撤到安全地区,沙市水位虽然接近分洪水位,但根据当时的雨情、水情分析,决定不用荆江分洪区,避免了3.6万 $\text{hm}^2$ 农田、40万人口受淹。35年来,黄河大堤在伏、秋大汛中从未决口,长江1954年和海河1963年特大洪水,都保证了武汉和天津等城市的安全。这方面的事例举不胜举。实践证明,水文情报预报确实发挥了重要的作用。

## 二

经过35年的努力,我国兴修了成千上万的大小水利工程,虽然解决了常遇的洪旱灾害,但还不能从根本上解除特大洪水的威胁,这仍是一个潜在危险;北方水资源严重不足,管理也较薄弱,抗旱能力不高。展望未来,为实现四个现代化而提供防洪和水资源保证,仍是今后水利、水文工作的一项重要而光荣的任务。加速我国水文情报预报的现代化,不但有利于及时掌握雨情、水情,提高预报精度,作出合理的水利调度,而且对正确地指挥防汛、减免洪水灾害损失和综合利用水资源有着重要的现实意义和经济效益。

为发展水文情报预报自动化系统,必须尽量采用现代先进技术;必须根据我国的国情,尽量利用现有的设备基础;必须由低到高逐步加以发展。

### (一) 利用现代先进技术,更快更多地收集水情信息

目前我国收集水情信息的手段主要依靠邮电部门的通讯系统,随着邮电系统通讯设施的发展,水情信息的传输质量也将提高。这种传输信息的办法,对我国大部分地区能满足要求,将仍是我们今后要充分利用的主要手段。

目前,水电系统已有的无线电报汛网要因地制宜地充实、调整,要与邮电系统的通讯网有机结合,并逐步将话传形式改为数传的形式。

随着我国通讯卫星的发展,在防洪特别重要而且通讯条件又很困难的部分地区和边缘地区,要设立发射平台,利用卫星来传输水情信息。对我国一些重点防洪地区,如黄河三花区间、永定河官厅山峡、长江三峡和淮河上游等地区,要发展自动测报系统和雷达测雨。自动测报系统的信道,可根据具体条件分别利用短波、超短波、流星余迹等通讯手段。雷达测雨可在室内随时得到流域内 3 万多  $\text{km}^2$  的雨量分布情况,并要研究利用卫星云图来估算更大范围的降雨分布情况,这对了解降雨的时、空变化趋势,提高洪水预报精度,指挥防汛作用很大。

我们还应注意收集应用卫星遥感的信息,如利用美国资源卫星收集到的图像,只要借助仪器把洪水时期和平水时期的图像进行叠加,在合成图像上可以清楚地看到洪水漫滩、泛滥的情况;还可以利用洪水期不同日期的图像加色合成后可分析出洪水在河道中向下推进的情况;从这些图像还可以分析出流域的自然特征,以供编制水文预报方案时参考。资源卫星的特点是分辨率高,但要相隔 9 天才能得到同一地区的再次信息,如果碰上空中有云层,地物图像就无法应用;另外我国还没有建立该卫星的接收站,需向国外购买图片或磁带,最快也要一个月后才能得到,所以这些信息目前还难以在防洪中实时应用,但对改进编制水文预报方案还是有价值的。美国发射二颗极轨气象卫星虽分辨率稍低一些,但各地气象部门和不少水电部门都已建立了接收站,一天可以接收四次信息,国内外的经验表明,在无云层条件下的图像经处理后同样可以清晰地分析出洪水漫滩、泛滥和在河道中推进的情况。这些信息将对洪水的分析和实时预报有重要的参考价值。

### (二) 发展水情服务的自动化系统

目前水情服务工作还是停留在手工阶段,从邮电部门由电传收集大量的电报,然后进行人工翻译并加工编制各种图表供有关部门使用,工作量很大,效率不高。我们应尽快地发展水情服务的自动化系统,即将邮电系统、自动测报系统以及电话传来的水情信息直接地输入电子计算机,利用电子计算机来翻译电报、存贮信息、编制各种报表、自动绘图(各种比例尺的雨量图和各种水文过程线图)、屏幕显示以及检索,等等。各级领导和使用部门只要在办公室配有一台终端,就可随时得到所需的任何地点和时间的水情信息。这样既有利于及时掌握分析情况,指挥防汛抗旱斗争,又大大地节省了人力。发展水情服务的自动化系统,各地必须根据收集处理水情信息的数量和要求,配置相应的电子计算机。水文系统的电子计算机机型最好要统一,以便软件的统一开发使用和将来的联机应用。这样才可避免因大量的重复劳动而造成的人力、物力浪费。

随着我国通讯水平的提高,水文系统的电子计算机应当考虑联机应用,组成电子计算

机网络,实现信息资源共享,这就可避免目前这种状况,即各地都重复地收集同样的信息,而全国只要按流域或分成几个大区,各自收集所辖范围内的信息,即可满足全国各部门的需要。

### (三)发展预报调度的自动化系统

目前编制预报调度方案,主要还是依靠人工编制各种图表,供作业预报查算之用。这样就很难使用大量的资料和现代化理论(如系统工程和优化论等)来率定预报调度模型的参数;若用较复杂的预报调度方案进行作业预报时,则所花的时间也太长。

为了进一步提高预报调度方案的精度和增长有效预见期,应加速发展预报调度的自动化系统。这一系统就是应用电子计算机,并建立各种预报调度的应用程序包,一般应包括预报方案(模型)率定和检验程序包,应用输入和存贮在数据库中的历史资料(一般不少于6年)进行参数的率定,并用另外几年(一般不少于2年)资料进行检验;实时预报软件程序包(包括实时修正的软件),应用历史资料率定出的参数和经电子计算机处理的实时水情信息,进行实时的水文预报和随时修正预报;防洪调度程序包,应用系统工程原理和历史或实时预报的洪水过程,根据不同的工程情况来确定最优的调度运用方案,使其达到可能遭受的损失最小;兴利调度程序包,应用动态规划理论和历史水文序列的统计分析,在满足防洪安全和综合利用要求的前提下,进行最优调度方案的抉择,使水资源综合利用的效益最大;洪水分析程序包,应用输入和存贮在数据库中的历史大洪水资料、考证资料、工程资料与实时水情信息,进行综合对比分析。根据实际工作的需要,还可发展其他应用程序包,这些程序包应具有通用性,只要改变某些参变量,可适用于任何流域和工程。使用这一系统不仅作业预报调度非常迅速,而且同时能作出多种调度运用的方案和分析统计成果,便于领导作出正确的决策。随着我国自动化水平的提高,还可以逐步将预报调度的成果直接反馈,实现工程的自动控制和自动警报等。

当前世界正在酝酿着一场新的技术革命,新技术的发展和突破,必将给水文情报预报工作带来新的飞跃。我们必须加快步伐,迎头赶上,为我国的四化建设作出新的贡献。

# 发展防洪实时信息的收集处理现代化系统

经过多年努力,我国虽然解决了江河常遇洪水灾害,但是还不能根本解除特大洪水威胁,这仍是一个潜在危险。确保防洪安全仍是我国水利工作的一项长期而又艰巨的任务。加速发展我国防洪实时信息的收集处理现代化系统,有利于及时掌握雨情、水情和工情,提高洪水预报精度,增长有效预见期和及时作出合理调度方案,这对正确地指挥防汛,减免洪水灾害,具有很重要的现实意义和经济效益。

防洪实时信息的收集处理现代化系统一般由四个分系统组成:一是防洪实时信息收集分系统;二是防洪实时信息处理分系统;三是预报调度分系统;四是防洪指挥通讯分系统。这四个分系统必须尽可能采用现代电子技术、自动化手段和系统工程的方法使其构成一个有机联系、协调发展的整体。这一系统的发展必须从我国实际情况出发,充分应用我国已有的设备基础,根据我国的财力和技术力量,由低到高逐步发展完善。

## 一、防洪实时信息收集分系统

防洪实时信息收集分系统,是将分散在各地的有关防洪实时信息正确及时地收集到各级防汛指挥部门来。防洪实时信息包括水情、雨情和工情信息,天气信息,洪水泛滥区及其受灾信息,防洪现场信息,等等。

### (一)雨情、水情和工情信息

这是我国防汛部门目前所要收集的主要信息。全国水电系统共有 8 000 多个河道、水库和闸坝报讯站,主要报雨情、水情和部分工情(闸门启闭、堤防决口和河道堵坝等)。这些信息的收集,目前主要靠邮电部门的通讯设施,一般收集时间要花 2~3 小时。这对我国大部分地区基本上能满足防洪的要求。这仍是我们今后收集信息的主要通讯手段。但对我国一些防洪重要地区,为提高收集信息的时效和可靠性,则应有计划地发展水文遥测系统和测雨雷达等先进设施。近年来,我国已从国外引进了丹江口水库库区和陆浑水库的试验性遥测系统,并且自己也研制了浙江浦阳江、广东西枝江、黑龙江拉林河、永定河官厅山峡以及潘家口水库等遥测系统。这种遥测系统收集信息的时间一般只需几分钟。测雨雷达站可以在室内随时显示或打印出流域内 3 万  $\text{km}^2$  范围内定量的雨量分布情况,能定性地反映 12 万  $\text{km}^2$  范围内的雨量分布情况。这对了解降雨空间和时间上的变化趋势,正确地指挥防洪斗争有重要作用。目前联合国计划开发署正在援助湖北省气象局建

立测雨雷达站,有关防汛部门应充分利用这一信息资源。我们应很好地总结现有遥测系统和测雨雷达的实践经验,以便在我国逐步发展推广。另外,近年来水电系统已配置了上万台无线电电话机,要充分发挥这些设备在收集水情、雨情和工情信息中的作用。在有条件的地区要逐步将目前的(讲)话传方式改为数(字)传方式。随着我国通讯卫星的发展,要逐步应用它来收集特别重要地区和地面通讯困难地区(如边远地区)的水情、雨情和工情的信息。

## (二)天气信息

近年来,各流域机构及重要水库,为搞好暴雨的监视和预报,直接接收中央气象台、欧洲气象中心和日本等台站发布的天气图、气象传真图以及日本同步气象卫星传播的云图。根据这些天气信息能及时对防洪重点地区的暴雨大小和变化趋势作出正确的判断,这对防汛指挥部门争取更长的时效有重要意义。各级防汛部门要充分利用气象部门收集的信息,加强对形成各流域灾害性洪水的暴雨,结合工程实际运行情况,进行更仔细地监视和预报。

## (三)洪水泛滥区及其受灾信息

目前我们收集这部分信息主要靠逐级统计、电话上报或用飞机实地察看等手段,这既不及时,又不经济。美国、巴基斯坦等国已开始用美国资源卫星的信息来分析洪水泛滥区及其受灾情况的信息,只要把洪水泛滥时期的遥感图像与平水期的遥感图像进行配准叠加,在合成图像上就可清楚地看到洪水泛滥区及其造成的损失,可量测受灾面积和区分轻、重灾区等。美国资源卫星的优点是分辨率较高。但是要相隔9天才能得到同一地区的又一次信息。如果正碰上天空中有云层,地物图像模糊便无法使用。另外,我国目前还不能直接接受资源卫星的信息,需向外国购买磁带或图片,最快也要一个月以后才能得到。所以资源卫星的信息目前还很难在我国防洪斗争中实时应用。现在美国有两颗极轨气象卫星,虽然分辨率稍低一些,但一天可以收集同一地区的四次信息,在天空无云层情况下,经过处理以后,同样可以清晰地看到洪水泛滥区及其遭受损失的情况。而且水电部和所属部分流域机构以及各地气象部门都已建立了地面接收站,能直接收到这部分信息。目前我国正在研究这部分信息的处理技术,可望很快提供给防汛部门使用。另外,利用机载侧视雷达同样可以监测洪水的泛滥情况,而且不受天空中是否有云层的影响。目前正在研究将这些信息实时长距离传输的问题。

## (四)防洪现场的信息

目前水电部和黄委会已引进了静止图像传输设备。这套设备只要用一般的电话线路就可将防洪抢险、工程隐患和工程运行现场实况的图像传输到防汛指挥部门,约30秒显示一幅图像,经过试用,效果还比较好。这些设备应在今后的防汛斗争中充分应用,逐步推广。



## 二、防洪实时信息处理分系统

防洪实时信息处理分系统是为实现信息处理计算机化。目前我国各级防汛部门处理雨情、水情和气象等信息仍主要靠人工,这样工效低,时效差,不便使用。近年来,水电部水文水利调度中心等单位已逐步开始将所收集的信息直接输入计算机,利用计算机来翻译各类电报,储存信息,编制各种图表,自动填图(天气图和雨量图等),并能实现模拟屏显示、终端显示和检索等功能。各级领导和使用部门只要在办公室配一台终端就可随时得到所需的任何时间和地点的信息。这样,既有利于及时掌握分析情况,指挥防洪斗争,同时,也可大大节省人力。这一处理系统的实现,将是我们防汛水情服务工作的一项重大革新。

要建立信息处理系统,各地必须根据收集和处理信息的数量和要求配置计算机。一般情况,流域机构至少要配置高档小型机,各省(自治区、直辖市)至少要配置高档的微型机。全国防汛部门应考虑配置相同或兼容机型的计算机,以便于软件的开发使用,避免重复劳动。随着我国计算机和通讯水平的提高,全国防汛部门的计算机还应当联机,组成网络,实现信息资源共享。这可避免各地重复收集相同信息,只需分几个区或按流域收集所管辖范围的信息,而后供全国各地和各部门统一使用。

至于处理从卫星收集的洪水泛滥区及其受灾情况的信息,需要配置专用的计算机和设备。目前只能在有条件的地区和部门(如水电部遥感中心)进行,以后再逐步发展。

## 三、预报调度分系统

预报调度分系统是要建立各种预报调度方案和洪水分析的计算机应用软件程序包,一般应包括:

(1)预报模型(方案)率定和检验的程序包。应用输入和存贮在数据库中的历史水文资料(一般不少于6年)进行模型参数的率定,并用另外的若干年(不少于2年)的资料进行检验。

(2)实时预报程序包(包括实时修正的程序)。利用率定出的模型参数和收集到的实时雨情、水情信息,进行实时的洪水预报和随时进行修正。

(3)防洪调度程序包。根据系统工程和优化原理以及实际洪水情况,对防洪工程运行进行决策(包括水库下泄流量、分蓄洪水过程,等等),使可能遭到的损失最小。

(4)兴利调度程序包。根据系统工程和优化原理以及历史水文资料序列的统计分析,对水利水电工程进行最优调度方案的选择,使其达到水资源综合利用的效益最大。

(5)洪水分析程序包。根据存储在数据库中的历史上大洪水资料、防汛考证资料和工程资料,与实时水情进行综合对比和统计分析。这一系统的实现,可以提高预报的精度,缩短预报作业时间,作出各种不同情况下的调度方案和各种统计分析成果,以供领导更好地决策。

1983年,水电部水文水利调度中心与意大利洛蒂公司合作,已研制了一套SP644(相