

中国气象学会学术
会议论文摘要汇编

“75.8”特大暴雨 20 周年回顾 暨暴雨洪水监测预报学术讨论会

河南·郑州 1995.11

中国气象学会秘书处编

中国气象学会学术
会议论文摘要汇编

“75.8”特大暴雨 20 周年回顾
暨暴雨洪水监测预报学术讨论会

河南·郑州 1995.11

中国气象学会秘书处编

前 言

自然界不平衡的现状是：一方面，全世界有 60 多个国家和地区严重缺水，三分之一的人口得不到安全用水。另一方面，世界上各著名季风区暴雨洪水连年成灾，例如近 20 年来我国夏季几乎总是不安宁的。今年一入夏，甚至前汛期的暴雨即已导致湖南、江西洪水泛滥，现在连辽宁、吉林居然亦成了引人注目的洪涝灾区，水灾大有愈演愈烈之势。诚如地球表层学所指出的，地表和大气底层所组成的开放系统越来越朝远离平衡态的方向演变，与人类生存休戚相关的空间正日益组织化而趋于高度非对称。换言之，地球表层频频出现异常大灾乃是这种不断背离平衡态的不重复历史的演变的必然结果，人类面临的防灾抗灾任务必将更趋艰巨而复杂。

统计资料表明，1994 年我国 21 省、市洪、涝、旱及台风风暴潮灾害面积达 7.5 亿亩，严重水旱灾害导致粮食减产 240 亿斤，直接经济损失达 1700 亿元。但去年这样的灾害较之举世震惊的“75.8”特大暴雨所带来的生命财产的损失，真是不能同日而语。值此河南“75.8”特大暴雨 20 周年之际，中国气象学会理事会换届伊始，将《“75.8”特大暴雨 20 周年回顾暨暴雨洪水监测预报学术讨论会》作为其任期内第一个全国性重点学术会议于河南召开，正反映了学会不失时机地通过水文与气象跨学科的努力来解决暴雨洪水监测预报这一具有极大潜在经济效益的课题的信念和决心。

汇编在本文集中的 129 篇论文(摘要)，都是在会议中心议题——暴雨洪水监测预报回顾与展望下组织与展开的，不论是纯学术(技术)性的新观点、新方法、新技术，或是带有决策性的偏于软科学方面的新问题、新进展，可望对暴雨洪水监测预报和防灾减灾诸方面均有所补益。

刘式达 柳崇健

1995 年 8 月

“75.8”特大暴雨 20 周年回顾暨暴雨洪水监测预报学术讨论会

筹备工作领导小组名单

组 长：刘式达	副理事长	中国气象学会
成 员：马鹤年	副 局 长	中国气象局
李泽椿	主 任	国家气象中心
贺兰亭	副 局 长	总参气象局
赵思雄	室 主 任	中科院大气所
柳崇健	教 授	北京气象学院

技术专家组名单

组 长：柳崇健	教 授	北京气象学院
副组长：乐嘉祥	高 工	水利部信息中心
符长锋	正研级高工	河南省气科所
成 员：章 淹	教 授	北京气象学院
赵思雄	研 究 员	中科院大气所
陈家琦	正研级高工	水利水电科学研究院
胡明思	正研级高工	水利水电规划设计总院
刘春葵	正研级高工	水利部水调中心
黄嘉佑	副 教 授	北京大学地球物理系
姚学祥	高 工	中央气象台
庞炳东	副 教 授	北京气象学院

目 录

第一部分:特邀报告

国外水文气象学进展综述	柳崇健	(1)
加强气象与水文协作是提高水工程减灾和兴利效益的保证	陈家琦	(4)
我国致洪暴雨研究的若干进展	符长峰等	(11)
暴雨等中尺度灾害天气系统研究的展望	赵思雄	(12)
“75.8”特大暴雨类似事件的共同特点	章 淹等	(14)

第二部分:大会报告

暴雨洪水预报研究与应用前景展望	刘春蓁	(15)
区域暴雨洪水工作的回顾	胡明思	(16)
“75.8”特大暴雨共性和特性	林敬凡等	(17)
低压系统与河北省区域性特大暴雨	魏文秀等	(19)
淮河流域的旱涝问题及减灾对策	徐 慧等	(20)
有限区预报模式暴雨预报试验	闫之辉等	(21)
淮河“75.8”特大暴雨移置问题分析与讨论	高治定等	(23)

第三部份:分会报告

“75.8”特大暴雨严重洪灾与半球间宏观天气系统	李宪之	(24)
北方台风雨的研究进展	蒋尚城	(26)
1994年7月北方大暴雨的诊断分析与模型拟研究	孙建华	(27)
1994年6月华南特大暴雨的分析研究	李玉兰等	(28)
中央气象台暴雨预报的天气学检验	沙文珍	(29)
北方暴雨科研与应用的回顾	游景炎	(30)
“75.8”特大暴雨洪涝灾害与中国减灾战略	王昂生	(31)

“75.8”后中国设计暴雨的综合研究	王家祁	(32)
中国灾害性洪水的特点和规律	骆承政	(33)
“75.8”洪水对我国暴雨洪水计算产生的影响	文 康等	(34)
对淮河“75.8”洪水垮坝主要原因及其引出问题的认识与建议	王国安	(35)
区域性暴雨警报若干问题的讨论	姚学祥等	(36)
河南省暴雨预警服务系统效益评述	鲍向东等	(37)
山西暴雨灾害特征、影响及减灾对策思考	李南声	(38)
黄河大洪水预报 30 年	王涌泉	(39)
牢记“75.8”教训 努力推进治淮	王玉太	(40)
黄河中游防汛重点地域暴雨现场科学、业务试验中		
雷达加密观测技术的评估	刘子臣等	(41)
现代暴雨洪水诊断预警技术的研究与进展	王继志等	(42)
电力行业防灾减灾对策与效能	黄益芬	(43)
“75.8”河南特大暴雨持续的物理机制分析	蔡则怡	(45)
暴雨洪涝监测与预报的若干问题	黄嘉佑	(46)
对称不稳定性分析与黄河北干流突发性洪水暴雨	张克家等	(47)
能量天气分析与“75.8”河南特大暴雨	吴正华	(48)
9406 台风登陆造成鄂东南罕见特大暴雨的机制分析	胡伯威等	(49)
暴雨云团的天气分析和预报	李一寰	(51)
黄河半干旱区突发性暴雨、洪水成因研究	李一寰等	(52)
淮河洪峰与致洪暴雨	李国杰等	(54)
1994 年 7 月 11—14 日我国东部大面积暴雨分析	徐帼英等	(55)
福建前汛期雨量异常的环流对比及长期预报	张淑惠	(56)
甘肃成灾暴雨和暴雨灾害的若干特征	夏建平	(57)
河南地形对暴雨的影响	林敬凡等	(58)
地面加密资料对中尺度雨团反映能力评估	林敬凡等	(59)
利用典型年天、地、生综合因子相似法对中原地区		
超长期旱涝趋势的预测	王 村	(60)
北京地区降水概率预报业务应用研究	吴正华等	(62)
载水数值模式及其汛期降水预报试验	徐幼平等	(63)
关于地形绕流作用的数值模拟	谢 安等	(64)
大范围持续暴雨的中期预报方法的探讨	晁淑懿等	(65)
长江流域致灾暴雨的特点及灾情等级规律研究	刘 宁	(66)

HIRLAM 与 MM4 模式对梅雨暴雨模拟的对比	朱 禾	(67)
葛洲坝水库洪水天气分析	陈良华等	(69)
黄河中游“三花间”两种不同类型暴雨过程的对比分析	程家合等	(70)
暴雨洪涝灾害的致灾过程	姚学祥	(71)
1983 年福建省春涝的谱分析	张瑞桂	(72)
梅雨期暴雨集成预报方法的研究	杨金锡等	(73)
热力扰动区域和中尺度辐合辐散对降水的影响	何宏让等	(74)
一种锋面降水的动力机制—凝结加热与非线性 对称不稳定的研究	张 颖等	(75)
淮河流域主要气象灾害和淮河水系致洪暴雨	陈产贤	(76)
湿位涡与台风致洪暴雨	王淑静等	(77)
变压风散度场在台风暴雨中的作用	周黎明等	(78)
长江上游致洪暴雨的概念模式	郁淑华	(79)
驻马店地区台风致洪暴雨的成因分析与防汛对策	陈天锡等	(80)
登陆台风暴雨天气的大—中尺度热—动力耦合特征分析	刘喜迎等	(81)
中国西北暴雨的水汽来源	刘景涛	(82)
西北太平洋对流热力作用对夏季北半球大气环流的影响 及其与京津冀多雨少雨阶段的关系	胡 欣等	(83)
寻找历史相似暴雨过程的算法研究	刘景涛等	(84)
湿焔平流的垂直分布对台风倒槽和低空急流的影响	尤凤春	(85)
“63.8”暴雨近期在大清河流域重演后果研究	刘克岩	(87)
庐山地形对暴雨分布的影响	王维健	(88)
淮河流域的防洪工程与非工程措施	徐 慧等	(89)
非气态水输送对黄河中游“82.8”大暴雨水量平衡的贡献分析	杨特群	(90)
福建洪水变化趋势分析	许金镜	(91)
“94.6”特大暴雨洪涝灾害的成因与减灾对策	梁必骐等	(93)
福建近六十年洪涝的特点与异常洪涝的成因分析	鹿世瑾	(94)
对灾变研究方法的认识	李贞堂等	(95)
从 91 年江淮暴雨成因看暴雨洪水监测预报	李曾中等	(96)
黄河三门峡—花园口间“82.8”大暴雨期水汽输送分析	饶素秋	(97)
暴雨预报的难点及其突破	任泽君	(98)
济宁短期暴雨分片预报	王建元	(99)
黄河中游切变线暴雨的合成分析	黄 伟等	(100)

用云天气学方法作河南暴雨落区预报·····	夏立新等	(101)
长江中上游致洪暴雨中期集成预报法·····	陈德群等	(102)
雨季暴雨落区强度多级相似预报方法·····	王 睿等	(103)
“指示性超极地过程”与怀化地区的降水及大一暴雨		
过程预报的统计概率法·····	李贞堂等	(105)
武汉大暴雨的监测分析与预报·····	谢齐强	(106)
淮河中上游致洪暴雨的天气模型及其预报·····	谢重阳	(107)
浙江东风暴雨天气的一种诊断统计预报方法·····	滕卫平等	(108)
东风暴雨 0—6 小时雨量等级监测预报 ·····	杜惠良等	(109)
上海地区热带气旋倒槽大暴雨的分析和预报·····	邓之瀛	(110)
西北地区东部暴雨预报系统·····	徐建芬	(111)
日最大降雨量的估算与预测·····	黄秋红等	(112)
短期天气客观相似预报法·····	王双平	(113)
预报水库来水量的均生函数模型·····	刘宗秀等	(114)
行星非线性波与长期区域连续性大一暴雨		
预报问题的探讨·····	李贞堂等	(115)
1994 年抗洪天气预报的几点体会 ·····	刘延辉	(116)
致洪暴雨业务化系统 ·····	李国杰等	(117)
容易致洪的圆团外形雷达回波·····	王忠范等	(118)
预估暴雨强度的新思路·····	许焕斌等	(119)
海滦河流域区域性特大暴雨合成分析·····	孙寿全	(120)
西昌卫星发射场区雨季大一暴雨的分析和预报·····	赖顺来等	(121)
利用 NOAA/AVHRR 资料监测洪水方法的研究 ·····	陆文杰等	(122)
用 REM 对 1994 年华北首场暴雨过程的预报模拟分析 ·····	王业桂等	(123)
聚类分析在暴雨落区预报和形势客观分型中的应用 ·····	汤桂生等	(124)
自动化技术在丹江口水利枢纽暴雨洪水监测预报中的应用·····	李治安	(125)
暴雨加密资料数据库及应用·····	刘桂枝	(126)
运用红外线云图资料定量测量降水及暴雨监测·····	傅德胜	(127)
利用数值产品资料预报淮阴暴雨天气过程·····	苏永清等	(128)
应用 GMS 卫星云图预报梅汛期暴雨和		
特大暴雨的几点体会·····	栗运华	(130)
用数值预报产品作淮阴市 7 月区域性短期大到暴雨和		
短时暴雨预报方法·····	杨庆苹	(132)

1988 年嫩江抗洪抢险的气象“五环对策”分析	王忠范	(133)
大—暴雨过程预报是发电防洪的决策依据	贾宝清	(134)
一次暴雨过程中云图与回波特征的分析	王维健	(135)
“93.8” 济宁特大暴雨分析与预报	王健元	(136)
异常洪涝长期预报成功两例	卢楠秋	(137)
“81.7” 长江上游大暴雨分析及预报	周 瑾	(138)
“94.6” 华南特大暴雨洪水中顺德市的雨洪监测运作	徐海亮	(139)
9406 号台风暴雨的中尺度 β 类对流云团的分析	杜青文等	(140)
“94.7” 北京大暴雨形势分析	李廷福等	(141)
1915 年和 1994 年两次特大暴雨洪涝的对比分析	梁必骐等	(142)
“75.8”、“92.7” 暴雨短历时监测	王涌泉	(143)
暴雨、洪水世界纪录与海河石门“88.8” 特大洪水	冯 焱等	(144)
“94.7” 北京特大暴雨数值分析	周 兵等	(145)
从太空看一九九一年江淮暴雨洪水	郑新江等	(146)
福建 1994 年 6 月中旬连续性暴雨的初步分析	张瑞桂等	(147)
1993 年 7 月 2—6 日皖南、赣北致洪暴雨过程分析	杨金锡等	(148)
一次华北暴雨的诊断分析	黄文根	(149)
一次台风倒槽暴洪天气过程的三维等熵分析	符长锋等	(150)
50(10) 热带气旋所造成的华北洪水	赵亚民	(151)

国外水文气象学进展综述

柳崇健

(北京气象学院, 北京, 100081)

水文气象学是一门交叉学科。在相当长的一段学科发展史内,气象学者和水文学者意识到有许多共同感兴趣的问题有合作或互补的内在需要。(例如)在研究陆面水文过程时必须将降水和风以及辐射一类的气象因素考虑进去,而(一个数值天气预报)模式中的气象过程需要蒸散或蒸腾以及土壤水分和径流等的的数据作为输入。事实上,我们需要广泛的水文和气象之间的跨学科协作。美国气象学会传统上正是有机地将有关的海洋科学和水文科学包括在它的学术活动范围之内的。1995年在达拉斯召开的美国气象学会(AMS)“钻石纪念会”还在AMS下设的水文学委员会主持下专门召开了一次水文学大会,集中反映了近年水文气象学的最新成果和进展。本文拟以此次盛会为主线,结合欧美进入90年代以后发表的主要论文对国外水文气象学的最新发展作一简单回顾。

AMS第75届年会水文学大会的重点是跟地-气耦合及水文和大气参数与过程尺度确定有关的问题。确定过程尺度问题涉及到遥感,高级天气监视和地理信息系统技术,这些都导致了观念和方法上的革新。本届水文学大会论文(计74篇)被组织成七个分会和两个联席会议,其内容按分会主题可大致归纳成:

- (1) 耦合的地-气过程。例如,土壤水分时空定标的分析和地-气相互作用的模式;
- (2) 降水观测和估计,包括雷达降雨率场的反演和地面雨量器资料;
- (3) 局地 and 区域尺度水文循环的地面和地下水分支;
- (4) 罗伯特·霍顿(Robert Horton)讲座,担任此讲的是德克萨斯 A&M 大学土木系的 I. Rodriguez-Iturbe 教授,他的选题跟本届大会总主题中水文气象学和水文气候学有关;
- (5) 大气数值模式中地面过程的表示及地貌变异对区域和全球气候的潜在影响;

(6) 遥感在估计地-气通量和参数中的应用,包括遥感在定量确定陆面特征非均匀性上的应用,后者是将水文循环耦合到气候中去的关键;

(7) 水文业务中的河流和暴雨预报;

(8) 水文气象学中的概率统计;

(9) 水文气象学动态和未来机遇等。

· 本届大会突出地反映出这样一种认识,即地-气相互作用或耦合已不仅仅限于闭系的范围,而且深入到开系的领域;地气之间除了有能量交换之外尚有质量交换。诚如本届水文学大会两主席(D. Entehabi 和 W. P. Kustas)所指出的那样,陆面水文过程控制着大气贴地层能量和水份配分,而大气中发生的运动和物理过程又受制于差异加热的空间分布形式和土壤释放热与水份随时间的变化规律。大气现象的动力学就是这样被地面水文过程影响着,观测记录和物理模式均指出这种耦合可有足够的强度来影响大气过程的可预报性,对处于变化中的大气成份的物理响应和气候年际变异的长期预报亦大大受到大气贴地层状况偏移的影响。

需要着重提一下的是,随着计算机技术的巨大进步和卫星观测系统的日益完善。水文气象数值模拟和数值预报正吸引着人们越来越多的注意,大气模式中陆面过程参数化及其对天气气候的冲击业已成为水文气象学的热点课题,关于这个研究方向此次大会提交的论文广泛涉及到运用气候模式来评估区域性气候变化对水资源的影响;用现场资料对于干旱地区生物圈模式进行检测;陆面非均匀性对边界层发展的作用;应用区域模式研究大陆尺度水文过程;土壤水文学及其次网格非均匀性对气候的影响;暖季内陆土壤水份的反馈;用全球模式确定水份距平及其持续性;地-气相互作用的确定;土壤水份变异的区域尺度调研;深对流对土壤水份和分维植被的敏感性以及用区域模式模拟地貌变异和空间尺度对大陆尺度水文-气候相互作用的影响等。

事实上,现在在完全耦合的全球地-气模式中,已借助气象卫星资料确定的大尺度水文气象参数,将流域的地面水和地下水过程作为其有机的组成部分;有的工作甚至(例如)将湖泊能量收支参数化,通过近地面大气的不稳定度而作为大气环流模式的一个输入。另一方面,很重要的一项工作就是改进次网格尺度水文变易的表示。科学和技术合作组织(COST)的 COST-73 天气雷达资料库给水文气象学家提供了一个极好的机会去研究大范围时间尺度的大陆尺度降水场。现在这批资料将很可能继续进行业务存档。根据 1986 年建立的欧洲共同体委员会 COST-73 天气雷达网络工程,即时雷达综合图像在欧洲西北部以 5 公里的格点分辨率每小时提供一次;位于联合王国、爱尔兰、法国、荷兰、瑞典和比利时的资料亦已用上。这个资料库可在大气环流模式内用以开发更有效的陆面水文过程参数化方案。

此外,关于降水-径流过程和流域预报方面的水文气象研究,由于具有极其重要

的科学和社会经济意义,欧美各国已经开展了大量的工作,这其中以下几个方面是值得提一下的:

(1) 大气环流型和洪水;

(2) 基于气象资料输入进行的流域水文模拟,特别是在河流预报模式中计及降水输入;

(3) 天气雷达在水文学中的应用,特别是雷达资料在径流模拟中的作用;

(4) 云催化和径流增强研究;

(5) 流域流量和降水距平场研究。

以下拟举几个具体例子来阐明它们的原理和应用细节。

(1) 根据亚利桑那一个个例研究,大尺度大气环流型每日出现的资料显示出其跟洪水的部分持续系列有某种联系。若对洪水出现、观测到的洪水出现前的大气环流型与大气环流型纯随机计数之间进行概率统计找出其统计规律即可作出预报。

(2) 在北美洲太平洋沿岸的许多山区,降水冲击雪原往往会引起大洪水,这或许是急流区和运河形态学改变的最大单因子致洪现象之一。

(3) 科罗拉多融雪—径流模式(SRM)可用以模拟气候变化对水流量的影响,有人曾对科罗拉多州的里奥格兰德(Rio Grande)流域做过试验,结果表明在温度升高 5°C 并适当调整SRM参数后,该流域四至五月平均流量增加260%而六至七月平均减少60%。

(4) 关于根据降水来调整的实时洪水预报方面,可以举出瑞典一个流域的预报检验作为例子。若能将预报时间以前的实际降水采用四维同化处理技术计入模式,或者将预报时段内的降水预报事先作出并将其作为模式输入去改进实时洪水预报,必将使模式预报精度得到提高。瑞典一个流域的预报例子正是说明综合信息的运用比单独由上游水文站绘出的流量作为输入的结果要好得多。

总之,从最近的研究进展可以看出,水文科学和大气科学之间的边缘研究已发展成一个既定领域。如所周知,两门学科的交叉处往往是新理论的生长点。迄今水文气象学工作者一般来自气象界和水文界;在高等学校里也并没有一个正式的水文气象学那样的独立的学科专业存在。气象学者和水文学者为了解决本质上是水文气象学问题或气象水文学问题不断地互补各自欠缺的专业知识,这是一方面。另一方面,一类与多学科概念不同,但其方法论适用于多门学科的所谓横断科学,例如突变理论和耗散结构理论及混沌理论,其思想与处理技巧已不断渗透进各门现代科学,水文气象学正首当其冲。自从1963年洛仑兹开创现代混沌动力学以来,谈论复杂性已成为一种科学时髦,而气象学和水文学被公认为属于最复杂的自然科学分支之列,因为它们的研究对象同属多体系统而又互相耦合在一起。根据热力学第二定律,任何一个多体

系统的自发演变方向将不可逆地导致熵增加,换言之,导致无序或混乱,如果不叫混沌的话。良田不经耕作会自发演变成沙漠,相反的过程决不会自动发生。作为一个例子,中国每十年有三个英国那么大的面积被沙漠化,因此干旱气象学问题是一个直接面向人类生存空间的重大课题,这也是为什么水文气象学受到多门学科前沿学者日益关注的重要原因。

加强气象与水文协作是提高水工程

减灾和兴利效益的保证

陈家琦

(中国水利水电科学研究院,北京车公庄西路 20 号,100044)

二十年前,即 1975 年 8 月,在淮河上游发生的特大暴雨洪水“75.8”,由于伴随着两座大型水库和一些中小型水库的垮坝失事,冲毁下游许多城镇村庄和大片农田,人员伤亡惨重,京广铁路和一些主要公路被冲断停运^[1]。这种因水库失事造成的毁灭性灾害震动了全国,更震动了水利界。为防止类似事故再发生,主管部门采取了一系列补救性措施,例如加强并改进全国水情和防汛指挥通讯系统,以提高在紧急情况下通讯的可靠性并缩短信息传递时间,重新审定了水库防洪安全标准,再次开展了全国性的水库安全复核,并对水库的设计洪水重新核算,着手进行对所有病险水库的除险加固工作等。三十二年前,即 1963 年 8 月,在海河流域的南系也发生了特大暴雨洪水“63.8”,使一座中型水库垮坝,冲毁了农村和耕地,河北平原尽成泽国。这场暴雨洪水也引起了各方重视,事后也开展了水库安全检查行动,一些水库为此加高了大坝或开挖非常泄洪道。由于正式规定把历史调查洪水加入设计洪水计算,许多已建工程修改了原定设计洪水数据,不得不加大或扩建泄洪设施。在工作中也提出了对大坝工程应当有紧急保坝措施的建议。而六十年前,即 1935 年 7 月,在长江支流清江上也发生过一场特大暴雨洪水“35.7”,但由于当时在清江上没有水库工程,沿清江也无重要城镇,那时的政府又无暇无力顾及此事,这场特大暴雨洪水并未引起什么反应,直到解放后的 1968 年才对这场长江中游包括澧水、清江、汉江等流域当年的洪水进行调查,并调查到五峰是这场特大暴雨中心。以上三场已经发生的特大暴雨在量级上属于同一个档次,是国内有记录以来的首几位,形成的洪水在同类面积上已接近世界纪录,

且都是发生在中国大陆大地势上第二级阶梯向第三级阶梯的过渡带上。“35.7”暴雨偏南,“63.8”暴雨偏北,而“75.8”暴雨则居二者之中。这个过渡带也正是近四十年来修建的许多大中型水库工程所在,研究这个地带上的暴雨洪水,也就刻不容缓。

修建水库工程的目的是为了减轻水库下游的洪水灾害,并发挥水资源的发电、供水、水运、环境等经济和社会效益。总起来说,就是为了改善水环境,造福于人类。但是,如果在修建这些水库工程时不能正确对待洪水问题,则有可能事与愿违,不但造福不成,或虽造一点福,但却有可能在一旦发生特大暴雨洪水时垮坝失事,带来巨大的毁灭性灾害。为此我们必须认真研究对策,防止这类惨剧的重演,并尽可能提高水库的经济效益。关键的技术问题有:在设计水库工程时应合理采用洪水设计标准及代表该标准的设计洪水,当水库建成后应制定可行的洪水调度准则以安全渡过每个汛期每场洪水,又能不失时机地把部分洪水蓄留于水库内以增加兴利效益。这里的核心问题是:正确预估在未来一个时期内可能发生的特大洪水,和在每年汛期洪水即将到来前预报即将来临的洪水具有怎样的量级和过程。而对付以上两种情况的正确决策,都需要气象和水文的密切协作,不断提高技术水平和提出可信成果给以支持。

1. 水库的洪水设计标准和设计洪水

各国都按照其经验和各自的条件,制定了本国的水库工程洪水设计标准。虽然标准各有不同,但主要可分为两大类。一类是以数理统计法为根据,即以“若干年一遇”的洪水为标准;而另一类则是采用可能最大洪水(PMF)为标准。数理统计法计算设计洪水是以水文实测资料系列为根据进行统计处理,并采用一定的频率曲线线型为根据,用以估计不同发生频率的设计洪水各要素如峰值和时段洪量值等。这种方法在二十世纪初开始引入到工程水文计算,沿用至今。可能最大洪水的根据是可能最大降水(PMP),是根据气象要素首先确定可能发生的最大暴雨,再利用暴雨径流转换关系以计算可能最大洪水。这种方法于二十世纪30年代在美国出现。由于在一套计算方法中先用气象方法计算暴雨,再用水文方法计算洪水,因而也被称为水文气象方法,水文气象一词也由此而生。这样计算出来的可能最大洪水,也被承认作为一种设计洪水的标准。

基于数理统计理论的频率分析法,虽然从理论上可以估计某个指定频率的洪水要素代表值,但这种方法明显地受特定地点实测资料系列的制约,因实测资料系列长短及代表性的不同,而使计算所得某指定频率的代表值与理论上要求的数据间有差异,且在很大程度受所采用的频率线型所影响。因而从这种方法问世迄今,一直受到许多人的反对和责难。但是,这种方法以实测资料系列为基础,可以容纳较多的信息,又有一套比较成熟的计算程序,比较少受计算者主观干扰,因而又是多数国家所乐于采用,在工程实践中应用较广的方法。PMF的方法最初是为了摆脱数理统计法因资

料不足带来的估计上的缺陷,通过形成暴雨的气象因子的组合放大来寻求特大暴雨,最初以为是找到了一种可求得“极限大暴雨”的途径,那时也曾把用这种方法求得的特大暴雨称为“极限暴雨”或“最大可能暴雨(MPP)”。后来发现这种叫法不妥,因为无法证明真是找到所谓的极限值,于是改称目前的叫法“可能最大暴雨”,其定义不再是极限,而是“在当地条件下可能发生的,又很难被超过的暴雨。”^[2]这样的定义带有很大的模糊性,因为“很难被超过”并没有可以度量的量级,即如何能从定量上说明这个“很难”的程度。因此,将 PMF 作为一级标准对待,从严格的科学角度,并不是很清楚的。从现行的方法来看,求得的 PMP“很难被超过”的程度,实际上决定于采用的当地包括由邻近地区移置的原型大暴雨本身的发生机遇,以及在方法中使用的其他气象因素如露点、风速等在当地或在邻近地区已经测到的最大值的发生机遇。这些原型大暴雨及其他有关因素的发生机遇对于不同地点来说,当然是很不一样的。特别是如果这些资料的获得常常都是在一个非常有限的时期内,就更不一样。即由于各地的情况不同,实际可得到的上述各种因素都带有较大的偶然性,因而不能保证按照一定方式将上述各类因素组合起来并经过计算所得的降水,就能达到如可能最大降水的定义所说的那样“很难被超过”的性质,从而使其所代表的标准也带有不稳定的一面。但尽管如此,在各国的工程实践中上述的数理统计法和水文气象法仍然是在确定设计洪水标准和设计洪水本身时用之最广的方法,并也通用于我国水行业有关工程。这是因为,迄今仍未研制出更加合理实用的方法。虽然上述两种途径都有一定缺陷,但都还是可行的。重要的是使用者和决策者要认识这些途径的缺陷,除了在计算过程中十分注意每个计算环节中选用参数的合理性外,还应注意其最终结果的合理性,并从多方面进行检查论证。

各国都根据本国的经验和国情制定各自的水工程等级划分和设计标准,国际上并设有公认的统一标准。中国自二十世纪 50 年代,主要借鉴当时的苏联经验,制定了中国水工程等级划分和设计标准,并对每一级工程都规定了设计洪水标准和校核洪水标准,或称为正常运行标准和非常运行标准,其中最高一级的校核洪水标准是万年一遇洪水,用于总库容大于 10 亿 m^3 的水库,其余按水库库容大小再分 4 个等级,校核洪水标准和设计洪水标准都依次递减,直到最低一级设计洪水标准为 20 年一遇洪水。“75.8”大水后,重新审定水库的设计和校核洪水标准,把可能最大洪水 PMF 也列入最高一级的校核洪水标准,并和 10000 年一遇或 5000 年一遇洪水并列,就是说可以用 PMF,也可用数理统计法分析的 10000 年或 5000 年一遇洪水。^[3]这种并列的办法实质上带有一定的权宜性,因为并无从证明它们是等级的。这在实际上也带来一些麻烦,即如果两种途径计算结果相差不多,处理起来比较好办,也容易为人接受,但如果相差太远怎么办呢?一种是各自做检查,能不能找出计算中的漏洞,是否检查的

结果会使双方“靠近”而不是相距更远,会不会各说各有理而相持不下,等等。但是实际上这种情况出现不多,因为计算人员往往经验丰富,对于一个地点的“最高级”设计洪水(或校核洪水)的大约量级基本能估个八九,计算中难免有所导向。有的情况下,也难免两种计算途径的计算有“陈仓暗渡”或“灵犀一点通”的问题。在我国的实践中,曾总结出“多种途径、分析论证、合理选用”的确定设计洪水的经验,其中心思想是提倡在估算设计洪水时采用不同途径以使用较多的各类资料和信息,以相互补充,更恰当地反映当地洪水特性,对比各种途径的计算结果,便于查明各种方法的各计算环节上是否出现误差,经过比较论证和判断,从中选取比较合理的结果。这样做的另一个目的,就是防止在计算设计洪水过程中,只是简单根据所掌握的资料,套用现成的方法,象做习题一样计算出结果就拿去应用,这样常常会带来严重后果。

从“63.8”和“75.8”大水中垮坝的惨痛教训中,使人思考只有水库的设计洪水标准和校核洪水标准,是否就足够了?据各国大坝失事原因统计,因发生超过大坝设计洪水而致漫顶失事的,约占失事总数的1/3,其中有的是由于原定设计洪水标准不高,也有的就是因为原来计算的设计洪水实际上并没有真正达到规定的标准所致。这就提醒人们不能盲目满足于所设计的大坝已经是按规定的标准设计的,还要看到既可能出现超标准洪水,又可能原计算设计洪水数据偏小,从而存在漫顶失事垮坝的风险。因此,事先准备好一套保坝措施,防止突然垮坝造成下游的毁灭性灾害,似是非常必要的。为此研究了混凝土坝顶过水而不倒坝、过水土坝、自溃坝段、非常泄洪道等技术措施。但这样又提出新的问题,即对这些保坝措施的设计,是否还要提出不同于校核洪水且应更高的洪水标准,是迄今尚未解决的问题,因而至今并未能把保坝措施作为一级标准并采取工程手段来实现。

有的国家只采用一级设计洪水标准,不设校核洪水标准。例如美国虽没有全国统一的水工建筑物设计洪水标准,但基本上都只采用一级标准。对于大型的、重要的和万一失事会造成巨大损失和人身伤亡的工程,多采用PMF为设计洪水标准。对于一般工程虽采用的设计洪水标准较低,但很强调设立非常泄洪设施以渲泄可能出现的超标准洪水,并称这类措施为保证工程本身安全的“保险丝”。

上述这些风险,都决定于能否较有把握地估计各类标准的设计和校核洪水。由于水文和气象观测资料的有限性,很难保证在估计洪水时已经包括了特大暴雨和洪水的信息,所估计的设计或校核洪水可能达不到规定的标准,从而出现超过该估计值的风险更大。因此努力充实特大暴雨和洪水的信息量和研究特大暴雨的形成机制,是进一步提高设计洪水精度并使估计值更接近于代表规定的标准的关键。

2. 水库防洪调度和洪水预报

水库建成后,如承担对下游某特定目标(如城市、农田等)的防洪任务,则应按照

在设计阶段给定的防洪调度原则,以上游实时发生的入库洪水为对象,并以下游按防洪目标规定的河道安全泄量为约束,利用水库已经备有的防洪库容,对入库洪水进行调蓄以消减洪峰流量,实现防洪调度的目标。在设计阶段拟定防洪调度原则的根据是设计洪水,通常是以已经发生过的某次大洪水为典型,并按设计标准进行峰量放大而得的。由于下游各种防洪保护对象的标准各有不同,例如在中国对城镇的防洪标准共分4级,由一般城镇到特别重要的大城市,防洪标准由防御20年一遇洪水到防大于200年一遇的洪水,对乡村包括耕地按人口多少和所保护耕地面积大小,防洪标准也分4级,由防10年一遇洪水到防100年一遇洪水,等等。水库的防洪作用就是要把入库的较高洪水峰值,通过水库调蓄,使水库下泄流量不超过允许的安全流量,这样就提高了防护对象的安全标准。但是,任何水文现象,例如一次洪水的过程,从来不会完全一致地重演的,因此每年汛期在洪水到来之前,并不知道将要来临的洪水过程包括峰量是怎样的,不能事先就较早地安排好如何具体调度即表现在泄洪闸门的启闭程度上。在没有洪水预报条件下,只有等洪水入库、库水位上涨才知道来水的势头。有了洪水预报,就可以早一点安排调度方式,但也要根据实时修正预报或实际入库洪水再加以适当调整。因此,及时地并比较准确地预知即将来临的洪水信息,对掌握防洪调度主动权是非常重要的。这就有如战争中了解敌情的重要性一样。对敌情很难百分之百掌握,要利用一切手段去获取情报,并加以判断,以制定战役的计划。在防汛工作中对将要来临的洪水也是一样。因此,提高洪水预报的精度和延长预见期是做好防洪调度的关键技术问题。对于较大的河流,对某个地点的洪水预报可以从在上游已经在河中出现的洪水向下游的传播时间,做为洪水的预见期,并可根据其向下游的演进,来预报其达到预报地点的洪峰洪量大小。当上游出现洪峰地点与预报点之间没有区间支流加入的情况下,这样预报是比较有把握的;但如果有区间洪水加入,由于区间支流一般是源短流急,等河中出现洪水再修正预报值,时间上已经来不及,这就要靠暴雨预报来争取延长预见期。对于中小河流上的洪水预报,更要靠暴雨预报来争取预见期。因此,暴雨预报和洪水预报的结合,是提高河道防汛和水库防洪调度安全度的保证。

准确和及时的暴雨和洪水预报,对提高水库的兴利效益也有很大作用。每年汛期为迎接大洪水的到来,水库蓄水位都要事先降低到汛限制水位以腾出防洪库容,只有到确认汛期已过,没有再来大洪水可能时,才把水库蓄水位提高到正常高水位,以保持库内的蓄水量,使水库能正常发挥兴利效益。但有的年份,虽然汛期未过,但在汛期后期却不再来洪水,致使已经腾空的防洪库容无水可蓄,汛后蓄不到正常高水位,这就大大影响水库的兴利效益。如果能根据气象和水文预报,知道是否还会有大洪水的发生,就可以及时决策,抓住时机拦蓄本年汛期最后一次洪水“尾巴”,以提高水库