

水利电力部 南京水文水资源研究所

水文水资源论文选

1978-1985



水利电力出版社

水利电力部南京水文水资源研究所

水文水资源论文选

1978—1985

水利电力出版社

内 容 提 要

为庆祝我所成立十周年,回顾和检阅取得的科研成果,特编辑了《水利电力部南京水文水资源研究所水文水资源论文选1978-1985》。

本《论文选》包括:综述、水文气象与暴雨、流域产流与汇流、水文统计与历史洪水、水资源评价与水质问题、水资源规划利用与经济、河流计算水力学、水文测验与水文实验、计算机及遥感技术在水文水资源中的应用等方面的内容,共选入55篇,其中9项成果和论文分别获得国家、部委或省级重大科研成果奖。基本上覆盖了水文科学当前发展的主要方面和水资源研究的基本问题,具有一定的学术参考价值。

水利电力部南京水文水资源研究所
水文水资源论文选
1978-1985

*

水利电力出版社出版
(北京三里河路6号)
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
北京昌平建华印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 36印张 850千字
1987年6月第一版 1987年6月北京第一次印刷
印数0001—2000册 定价5.90元
书号15143·6557

前 言

水利电力部南京水文水资源研究所从1978年12月4日成立,已十年了。

十年来,南京水文水资源研究所的科研工作遵照“科学技术必须面向经济建设”的基本方针,在水利电力部的领导和其他部门的支持下,得到蓬勃的发展。全所科技工作者逐渐自觉地把自已的科研工作纳入为祖国“四化建设”服务的轨道,积极选择生产建设中亟需解决的科研课题;同时,在课题研究过程中,也积极注意到学科的发展,写出了160余篇有一定水平的学术论文,其中9项成果和论文分别获得国家、部委或省级重大科研成果奖。为了回顾和检阅这些成果,从前八年的论文中选取了55篇,编印成《水利电力部南京水文水资源研究所水文水资源论文选 1978-1985》(以下简称《论文选》)。

在本《论文选》中,最早的论文撰写于建所初期,最迟的截至1985年。因此,它大体上反映了我所科研工作发展的足迹;其中90%以上的论文是与生产建设密切有关的,涉及到防洪、电力、灌溉、水资源综合开发和利用、水利经济、河口整治、国土规划、环境保护等许多国民经济领域。它们或是直接针对某项重大建设工程,或是为解决某类生产建设中的共同性问题提供带普遍性的理论、方法或数据,因而具有良好的社会经济效益。同时,也反映了科研体制改革带来的成果。

本《论文选》按综述、水文气象与暴雨、流域产流与汇流、水文统计与历史洪水、水资源评价与水质问题、水资源规划利用与经济、河流计算水力学、水文测验与水文实验、计算机及遥感技术在水文水资源中的应用等九类栏目,基本上覆盖了水文科学当前发展的主要方面和水资源研究的基本问题,因而具有一定的学术参考价值。

为了使《论文选》能在建所十周年之际编印出版,只收编了1985年以前的论文。近两年来,所内围绕生产建设开设的一系列新课题的研究成果来不及选入,甚感遗憾。我们期待编辑下一集时,内容将更加丰富、具有更大的社会经济效益和科学价值。

本《论文选》由潘理中、陈凯负责选文与编辑工作。

在《论文选》的编辑出版过程中,国内水文水资源方面的许多专家参加审稿并提出了宝贵意见,对提高论文质量帮助很大;水利电力出版社给予了积极支持和指导,谨此一并深表谢意。

水利电力部南京水文水资源研究所

1986年10月于南京

目 录

1. 综 述

三十五年来我国水文科学发展的回顾与前景.....	华士乾 (3)
工程水文学的新进展及对我国进一步工作的建议.....	华士乾 (7)
实际防汛预报中应注意的问题.....	华士乾 (14)

2. 水文气象与暴雨

中国大陆上空的水汽收支.....	刘国纬	周 仪 (23)
中国大陆上空可降水的时空分布.....	刘国纬	(39)
中国大陆上空湿度极值的空间分布.....	刘国纬	(49)
关于暴雨水汽放大的几个问题.....	刘国纬 董素珍	刘城鉴 (55)
中国短历时点暴雨量统计和时深关系分析.....	王家祁	(65)
中国面暴雨量的统计和面深关系分析.....	王家祁	(79)
特短历时设计暴雨分析.....	顾文燕	(90)
应用电子计算机计算暴雨时面深的研究.....	庾维德	王家祁 (100)

3. 流域产流与汇流

流域产流计算的数学模型.....	文 康	李蝶娟	金管生	李 琪 (113)	
流域产流模型的分析研究.....	文 康	李蝶娟	阚贵生	金管生	李 琪 (127)
分层超渗产流模型探讨.....		李蝶娟	金管生	崔信民 (141)	
分层径流一维水动力学模型.....		温灼如	张瑛玉	刘 培 (148)	
论流域汇流的数学模型.....			华士乾	文 康 (163)	
在可能最大降水条件下的流域产流、汇流计算问题.....				华士乾 (184)	
流域汇流计算的分散模式.....			陈诚坤	崔信民 (188)	
关于确定性水文数学模型的几个问题.....				文 康 (196)	
全国《暴雨径流查算图表》中若干技术问题的讨论.....					
.....	文 康	李 琪	陆卫鲜	刘舒舒 (203)	
用模拟方法计算灌区灌水和排水过程.....			郑梧森	顾 颖 (216)	

4. 水文统计与历史洪水

梯级水库下游洪水情势的概率描述.....	宋德敦	雷时忠	胡四一	王锐琛 (227)
洪水频率分析中设计值置信区间的确定.....				胡四一 (241)
历史洪水洪峰流量的估算.....				骆承政 (252)
我国最大洪水及其地域分布.....			骆承政	沈国昌 (262)
水文资料的多站生成方法.....				问德溥 (273)

5. 水资源评价与水质问题

我国水资源分布的特点及其开发利用中的问题.....	华士乾 (283)
我国西北干旱地区水资源若干问题研究.....	崔玉琴 (290)
平原水资源及其相互转化关系的估算.....	张世法 宋克强 (298)
黄淮海平原地区“三水”转化流域水文模型.....	
..... 山东省邓集试验场 水利电力部南京水文水资源研究所第二室 (312)	
推求岩土给水度的水文学方法.....	张世法 汪静萍 (320)
五道沟井排的有限差分计算及成果的初步讨论.....	宋克强 (334)
应用游程理论分析农业干旱的初步研究.....	阚贵生 孙荣强 耿雷华 (343)
形成京津冀平原地区主要农作物干旱之天气气候分析.....	陈文言 (354)
✓中国河流水化学特征和评价.....	卫光玠 杨菊芳 赵海瑞 陈 齐 (360)
苏州水网城市暴雨径流污染的研究.....	
..... 温灼如 苏逸深 刘小靖 曾桂菊 莫庆源 姚静华 万绍基 (372)	

6. 水资源规划利用与经济

应用随机动态规划进行水电站水库的最优调度.....	
..... 谭维炎 黄守信 刘健民 方淑秀 (383)	
多维随机动态规划的参数迭代解法及在库群优化调度中的应用.....	问德溥 (390)
两个水电站水库联合优化调度随机模型的严格解法.....	刘健民 问德溥 (400)
黄河下游北岸潘庄引水工程供水经济分析.....	刘城鉴 许志云 (406)
江苏省现有江水北调工程的综合经济效益分析.....	华士乾 李鸿业 (413)

7. 河流计算水力学

明渠一维不恒定流计算程序包MYBC.....	谭维炎 (425)
明渠一维不恒定流计算(隐式)程序包MYBC/Y ₁ 及应用.....	
..... 庾维德 赵小霞 黄 菊 (437)	
二维浅水方程组.....	谭维炎 赵棣华 (446)
二维浅水渐变不恒定明流的有限元算法及其与差分法的结合.....	谭维炎 赵棣华 (458)
二维浅水不恒定明流的线性同伦网格差分算法.....	赵棣华 谭维炎 (471)
长江口南支二维潮流计算.....	赵棣华 谭维炎 (482)

8. 水文测验与水文实验

小河测流建筑物量水方法.....	顾慰祖 (493)
核方法土壤蒸发测验.....	顾慰祖 陆家驹 (502)
论实验水文学领域和途径.....	顾慰祖 (507)
人工降雨条件下土柱入渗的实验研究.....	唐海行执笔 (516)
一维下渗的数值计算和试验.....	唐海行 沈光强 张和平 (527)

9. 计算机及遥感技术在水文水资源中的应用

对实时水文信息收集处理系统中若干问题的探讨···	高泽宇 唐海行 崔信民 (541)
水文及水资源遥感地面基础试验·····	陈丙咸 潘之棣 (549)
应用遥感技术研究上海海滩 (南汇至漕泾) 淤积及近海悬浮泥沙分布···	
·····	潘之棣 陆家驹 李士鸿 陈 鸣 王国兴 (557)

10. 建所以来在国内外正式出版物上

刊登过的文章目录 (1979-1986)

1979年 (4 篇) ······	谭维炎等 (567)
1980年 (2 篇) ······	骆承政等 (567)
1981年 (4 篇) ······	谭维炎等 (567)
1982年 (7 篇) ······	张世法等 (567)
1983年 (2 篇) ······	顾慰祖等 (568)
1984年 (15篇) ······	华士乾等 (568)
1985年 (9 篇) ······	王家祁等 (568)
1986年 (12篇) ······	文 康等 (569)

综 述



三十五年来我国水文科学发展的回顾与前景*

华 士 乾

一、回 顾

1. 水利部水文局成立前。1949年前,旧水利部下属中央水利实验处内设有水文研究所,负责当时已建立的为数很少的水文站的资料收集及行政管理工作,但对已收集的历年水文资料都未进行整编。解放后,中央水利实验处改为华东水利部南京水利实验处,谢家泽教授出任水文研究所所长,立即筹划中国水文工作的蓝图。第一件事抓历史水文资料的整编工作,以水文研究所力量为骨干成立了华东水利部水文资料整理委员会,谢家泽同志任主任委员,开始进行长江、淮河、黄河、珠江、海河等历史水文资料的整编工作。同时,开始系统收集国外有关水文科学的论文和书籍,组织力量进行翻译,传播先进的水文科学理论知识,培养了一批新生骨干力量,为成立水利部水文局作了技术骨干力量的储备。

2. 1950年10月,中央水利部成立水文局,谢家泽同志担任第一任局长,从此中国的水文事业开始蓬勃发展。现在扼要地从以下几个方面回顾一下该时期水文工作的发展概况。

(1) 站网建设方面。在积极推动全国水文机构建立的同时,开始进行水文站网规划工作,使水文站网的设置更加符合防汛洪水预报、水利枢纽工程设计及流域水利规划的需要。在不断提高水文测验方法及仪器设备的条件下,制定了全国水文测验规范;全面完成了历史水文资料的整编、刊印,并出版了《水文资料整编方法》。以上工作的完成,为我国水文事业的发展打下了牢固的基础。

(2) 洪水预报方面。编制了全国七大江河的洪水预报方案,并在1952年汛期初次收到实效,在1954年长江、淮河特大洪水时发挥了显著作用。1955年初出版了《洪水预报方法》一书,进一步推动洪水预报工作向中、小河流及边远省区发展,洪水预报精度也日益提高,成为各级防汛领导机构的耳目和参谋。为报讯需要,五十年代初编制了“报讯办法”,之后逐年修订,使内容日趋完善。

(3) 水文计算方面。为建国初期大型水库设计提供了设计洪水及年径流调节计算;为大江、大河的流域规划如淮河、黄河、长江流域提供了水文、水利计算成果。这些成果为流域内工程的合理布局及建设规模提供了科学依据。同时,亦为大型综合利用水利枢纽的规划提供了合理开发利用的依据。

总之,整个五十年代及六十年代初,我国水文工作的发展及科学技术水平的提高都是非常迅速的。

* 本文完成于1984年。

3. 1956年,水利科学研究院成立水文研究所,谢家泽同志调任水利局副局长兼水文研究所所长。当时水文研究所研究工作人员不多,但完成了许多有价值的工作。例如在中国水文图集的编制,洪水频率计算的研究,设计洪水规范的制定,小流域推理公式的改进和设计洪水计算等方面都作出了贡献。

4. 从1954年开始,在华东水利学院内成立了水文系,刘光文教授任系主任,开始为新中国源源不断地输送专门水文技术人材,为我国水文事业的持续发展和不断提高科学水平创造了条件。

二、我国水文科学技术水平与国外先进水平的差距

从“文化革命”前、后两个阶段来谈谈不成熟的看法。

1. “文化革命”前,我国水文科学技术以较快的速度向前发展,与国外先进水平的差距是在迅速缩小。到文革开始前,我国与国外先进水平的差距总的来说是不大的。试就以下几个主要方面加以讨论。

(1) 站网方面。我国国土辽阔,国民经济发展的重点在东部地区;就当时我国东部地区水文站网的密度,测验方法和仪器设备,水文技术标准等各个方面衡量,不比先进国家落后,并具有我国的特色。

(2) 水文情报预报方面。我国不仅在全国范围内开展了洪水预报,而且开展了冰情预报、枯水预报及为大、中型工程施工服务的施工预报,服务面广且预报精度也较高,能够为大江大河防汛、防凌及大水库非汛期的洪水预测及优化调度提供服务。只是国外在文革前已应用数字电子计算机于预报作业,我国人大常委会也已将人大代表有关在预报中使用电子计算机的提案送交水电部,只因文革开始而未果。

(3) 设计洪水方面。充分发挥我国历史悠久、文献记录长及现存大量洪痕碑刻的优势,对历史洪水调查、文献考证及利用历史洪水提高洪水频率计算精度方面达到了国际先进水平。在频率曲线线型研究和中、小河流设计洪水计算方面与国外先进水平的差距也很小。

总之,作为一门应用科学,文革前我国水文科学技术水平与国外先进水平相比,差距是很小的。

2. 十年动乱中,正值国外水文科学大发展时期,使我国与国外的差距拉大了。主要在以下几个方面拉大了差距:

(1) 数字电子计算机广泛应用于水文领域,由参数水文学演变成成的水文数学模型可以模拟简化后的流域水文过程,在水文预报中开展了联机预报,从而缩短了预报作业时间和提高了精度。

(2) 遥测、遥感技术得到迅速发展,雷达测雨、卫星遥感图像分析技术以及利用卫星传递信息技术都有很大发展,从而使广大区域内面上信息的取得,以及信息的快速而有保证的传输都有了长足的进步。

(3) 六十年代初,由系统理论及运筹学方法结合而产生的系统分析方法开始应用于水文、水资源领域,从而使优化控制技术进入水文领域。

(4) 随机水文学的发展,使本来属于随机性质的水文系列有了较好的数学描述方法,

并已开始在水资源系统规划、设计、管理和运用中应用。

这些主要的差距,估计要花十五年以上的时间才能赶上,也就是说要到1990年才可能达到国外八十年代的先进水平。

三、前 景

现代科学技术进展的特点是信息论、系统论和控制论向各个学科的渗透,水文学亦不例外。具体到水文工作,估计将在下述几个方面产生深刻的变化。

1. 站网方面

(1) 站网规划。将利用系统论和控制论的基本原理,结合水文资料系列的代表性及误差分析,考虑到经济目标的最大效益,应用优化技术进行新的水文站网规划及调整工作。

(2) 通过水位~流量关系误差分析,精简测次。通过流域数学模型再现流域水文系统的方法,精简定位流量观测站点,或增设巡回测验的站点代替定位观测站点。

(3) 在西北及西南边远山区,保留现有把口站外,尽可能利用卫星遥感图像分析,结合地面调查的流域自然地理特征,建立遥感流域数学模型,估算各种水文特征值。

(4) 应用遥测远传技术(包括卫星传送),将信息直接输入电子计算机存储、整编及与预报方案结合进行运算及预报。

(5) 应用核技术研究土壤水文、河流泥沙运动及岩溶地区的地下水运动等。

2. 水文预报方面

除上述远传联机预报将逐步推广外,应用卡尔曼滤波进行实时校正,还有结合流域系统已建大型工程的调度运行图进行流域的水量优化调度等。结合地下水及含水层数学模型,开展对城市生活及工业用水的供水预报。

3. 水文计算方面

(1) 进一步研究数理统计理论,研究水文极值(洪水及枯水)的概率密度分布曲线线型、实际工程风险率及计算成果的置信限,进一步提高水文极值的设计成果。

(2) 研究水文系列的随机特性,人工系列生成中的问题,改进水资源系统分析中对未来长期水文系列进行描述的方法。

(3) 研究人类活动对径流以及水文环境的影响,以提高对未来时期内来水的预测精度,这在水资源系统规划、设计、管理运行中是十分重要的。

4. 为其他部门服务

水文是为国民经济各部门服务的,因此,除了为水利、水电服务外,还要考虑扩大为其他国民经济部门服务,并发展其应用水文的分支学科。

(1) 工程水文学。除了为水利、水电建设服务外,还应考虑为城乡建设、环境保护、铁道、交通等部门工程建设中的水文问题服务。因而发展都市水文学、河口水文学及环境水文的研究和咨询是必要的。

(2) 农业水文学、林业水文学、渔业水文学等应用分支学科是为农业、林业、渔业服务的,也须要进行必要的研究工作和开展咨询服务。

此外,核水文学可以确定地下水年龄,亦有助于地质部门的地下水研究。

5. 发展边缘学科的研究, 提高总的水文科学水平

地球上的水循环, 包括空气中的水、陆地表面上的水, 包气带土壤中的水、地下饱和含水层中的水以及海洋中的水。要进一步提高水文科学(一门研究地球上水分的分布及运动的科学)水平, 必然要提高各边缘学科的水平才能实现。因此, 水文气象学、水文地质学、土壤水文、河口(潮汐)水文等边缘学科也须组织力量进行研究。因此, 进一步充实水文研究力量来开始边缘学科的研究, 从长期效益来看是非常必要的。

笔者虽然经历了新中国三十五年来水文工作的全部过程, 但在回顾中也可能与当时实际情况有出入之处, 对未来前景的瞻望则纯属个人的意见, 不当之处, 请同志们批评指正。

工程水文学的新进展及对 我国进一步工作的建议*

华 士 乾

一、前 言

近三十年来,随着工、农业的发展,城市居民的进一步集中,大量未经处理的污水排入河流,引起了严重的水质污染。因此,工程水文学面临的现实迫使它不仅要求研究水量的分析与计算,而且要研究水质的分析和计算。在发达国家,对水质的物理污染(如热污染)、化学污染及微生物污染的研究方兴未艾,所以凡以水为介质的污染问题已被列入工程水文学研究的范畴。

五十年代以来,随着水资源系统工程的发展,规划、设计与管理运行已成为多用途(如防洪、灌溉、发电、航运及旅游等)和多工程目标的流域系统开发问题,为了配合水资源系统分析,随机水文学,流域的和河流的水文模型,河流、水库的水质模型,地下水模型等相继得到了发展。

在工程水文学与水资源的合理开发利用紧密结合起来之后,对工程水文学者已不仅要求具有水文学及水利工程学方面的知识,且要求具有社会经济及环境科学的知识。例如我们必须分析、计算水文情势的变化(包括地表水和地下水)对整个国民经济、地方以及当地群众的经济效益产生的影响,并须估计其对流域内环境质量产生的影响。

综上所述,可见现代工程水文学的范围已经明显扩大,对国民经济建设的作用也愈来愈重要。

近三十年来,大量新技术被引进工程水文学领域。随着电子计算机容量的扩大与计算速度的提高,新的工程水文计算程序包不断出现,大大提高了工程水文的计算效率,并便于对各种计算方法作比较。遥感技术以及核技术等被引进工程水文学领域,使工程水文学的内容也得到了充实。此外,在水文信息系统中,对信息网的调整,信息传递、储存、分析的自动化和计算机化,以及利用轨道同步卫星传递信息等方面,都大大方便了工程水文计算,特别是实时的水文预报及水库调度工作。

由此观之,三十年来工程水文学无论在研究范围的扩大及内容的丰富上都是变化很大的。但是,也应该看到,一切理论上带根本性的水文学问题至今尚少突破性的进展,理论与实际应用之间的差距也缩小不多。这些都是今后工作中努力的方向。

*本文于1985年5月完成。

二、水文信息系统

水文信息是工程水文学发展的基础。一切工程水文计算和预报的实施,都是以收集到的水文信息为依据。直到今日,如果没有充分的水文信息,各种理论及其计算方法都是“无米之炊”,不可能有精度的保证。用数学方法生成人工系列,仍然要依靠实测水文系列的信息,才能定出统计参数,从本质上说,人工生成系列并未增加水文信息量。为了提高工程水文学在解决实际应用问题时的能力,必须调整、充实现有水文信息网,加强历史水文信息的收集和研究,适当开展水文实验室工作以取得实验水文信息,开展水文遥感以取得空间水文信息,这些都是今后必须强调的基本工作。

1. 调整、充实现有水文信息网

这不是单纯增加信息量,而是要求以最少的国家投资来满足收集水文信息的各项要求。无论社会制度如何,国家水文站网的投资及年费用都是由国家提供的,因此,讲究经济效益是建立水文站网的重要依据。为此,当研究水文信息网络系统中某站是否需要时,应以该站提供的水文信息对水文计算、水文预报及其他服务精度的改善程度来衡量其对国民经济的效益,对比该站的基建、仪器设备投资及年运行费,评定设置该站在经济上的合理性。在确定建站后,还要通过地区水文分析以判定该站是否需要长期观测或是在观测几十年后即可满足要求而撤消。合理调整信息站网,充足信息量显然不足的地区站网,将为改善这些地区水资源规划、设计与管理水平打下良好基础。

2. 历史水文信息的收集与研究

我国是具有古代灿烂文化的国家,历史文献及档案十分丰富。查考历史文献和档案,可以了解历史上已经发生的洪水的定性描述及发生日期等重要水文信息,再通过历史洪水调查可以确定洪峰流量,这些历史信息可以起到增加信息量和展延水文系列的作用。近年来有些国家,利用沿河被洪水冲倒后继续生长的树木年轮的变化以及淤泥的沙波来确定流速,并用放射性同位素测定淤泥年份等方法来论证历史洪水信息,都是为了增加历史洪水信息量。由于实测水文系列的年份一般较短,所以历史水文信息在工程水文学中具有十分重要的意义。今后的研究工作应以确定和缩小历史水文信息在定量计算中的误差为主,以扩大历史水文信息在实际工程水文问题中的作用。

3. 实验室水文信息

在人工控制条件下进行室内或室外水文实验,可以提供十分重要的水文信息。在这些实验小流域内,设有高精度的自动化量测设备,有自电子计算机控制的人工降水或入流设备,有可变坡面坡度及糙率,有人工模拟的水库等等,在室外的闭合天然小流域还可用核技术测定土壤含水量及地下水径流的流速、流向等。在实验条件下还可以做到只改变某一因素而保持其他因素不变,进行重复的试验而得到一组不同的信息,从而为研究该变动因素的单一影响提供了可能。五十年代后期明歇尔用不同强度的人工降水在径流场进行重复试验,求出了单位线因雨强不同而产生变化的实验水文信息,为非线性汇流的研究提供了信息来源。流域内由人类活动产生的水文效应的信息,目前主要依靠的是水文实验信息。

4. 遥感水文信息

遥感技术在工程水文上的应用, 提供了一种新的收集在同一时刻的水文信息空间分布特征的手段。遥感水文信息不仅信息量大, 而且可应用遥感求得地理网络上的空间信息以建立遥感水文模型。虽然目前其精度尚受限制, 但可以预料今后将随着遥感信息量的增加, 地物光谱分析的深入, 遥感分辨率的进一步提高, 图像分析技术的完善, 利用遥感技术所获得的信息, 可以为估算各种水文特征值及实时水文预报带来巨大的好处。

可以确认, 只有增加信息量, 取得更多的在空间及时间上分布的水文信息, 工程水文学才有可能取得新的突破。

三、工程水文学的新进展

近三十年来, 工程水文学取得了新的进展。归纳如下:

1. 水文极值的频率分析方面

主要在线型的选择和统计参数的地区分析方面做了大量工作, 研究了置信限、期望概率及风险率, 还对水文特异值(特大及特小值)的识别及其对频率分析的影响以及由于原始数据的误差对频率分析计算结果的影响等。美国陆军工程师团所属的工程水文学中心已将美国频率计算规范中的方法制定了电算程序包, 应用时十分方便。在随机水文学方面, 对月、日径流的人工模拟进行了研究, 并制定了人工生成水文系列的电算程序包, 供水库设计中水量调节计算应用。

2. 在流域系统模拟和优化技术方面

通过对模型参数的优选, 简单的模型如河流不稳定流计算模型, 流域降雨径流模型和地下水模型等确定性模型的计算精度有了提高。在复杂的水文系统分析方面也有新的进展。例如地表水与地下含水层的联合调度模拟模型, 多用途的水库优化调度的数学模型都有新的进展, 从而帮助决策者作出正确的决定。通过对水文系统的分析, 还可以提出工程兴建后对环境质量的评价。

3. 在实时水文预报方面

应用实时联机预报及将卡尔曼滤波方法应用于弱非线性及时变系统的最优估计, 增长了水文预报的预见期, 预报的精度也有所提高。

4. 在电子计算机的应用方面

随着电子计算机容量的增大及速度的提高, 软件技术的日趋完善, 大量的工程水文学程序包已应运而生。以美国陆军工程师团的工程水文学中心(HEC)为例, 目前已拥有九十多个程序或程序包, 不仅在美国, 且在世界上四十多个国家已被采用。程序包已包括水文统计、流域模型、河流及洪泛平原水力学、泥沙输送及河道冲淤、大坝失事及安全分析、水力发电、都市水文学、洪水预报、多目标水库群的优化调度、河流及水库的水质分析、洪灾经济分析、非工程防洪措施、供水、水资源规划及地理信息系统等。这些程序包可以进行大量的工程水文学计算工作, 对各种水资源工程方案进行比较, 提出全国的水电开发清单, 制定大坝安全分析(不包括结构部分)、防洪紧急措施及大坝失事等规范, 并可进行大城市的水量和水质分析计算工作。

5. 核技术的应用

在工程水文学中引用核技术可以观测到用常规方法难以观测到的水文现象,从而为工程水文计算创造新的方法提供了有利条件。利用放射性元素的穿透性,可以测定积雪深度、洪水期河床高程变化、水库及河流的悬移质和河床质,土壤含水量及植物容根层的入渗率等;利用放射性元素的随时间函数呈指数方次衰变的特性,可测定水的年龄以区分古代储存水和近期的降水补给以及回灌水等;利用放射性元素的微量可探性,可以作为示踪剂,测定河流畅流期及封冻期水流的流速与流向;测定地下水的流速、流向及地下含水层的参数,如扩散系数、渗透系数、给水度及越流补给系数等;测定岩溶区地下河系分布、流速及流向;测定渠道、水库及湖泊的渗漏状况,降雨入渗锋面位置及坡面汇流的流速等;在河口淡水与咸水中放入不同的示踪剂,可用来测定淡水与咸水的界面及潮水的作用和历时等;此外,利用大部分化学元素有被中子辐射后产生放射性的活性作用,可以找到水内存在的微量乃至痕量级的元素成分,从而为测定水流中的化学成分及水质污染物的累积情况创造了条件。核技术在水文中的应用,也有助于检验现有的流域降雨径流及地下水模型,并为建立新的水质模型创造有利条件。

6. 遥感技术在工程水文学中的应用

近年来这方面取得了重要的进展。在可见光及近红外波段,根据水体对太阳光不同波长反射强度不同的特性,利用多波谱摄影获得的图像信息,可用来研究各种水体的形态及分布特征,积雪覆盖面积及雪线高度以及洪水泛滥的范围等,这些信息不仅可用来对流域水系进行勘测和制图,也可用作对下游发布洪水预报或警报的依据;通过对不同日期的图像的对比分析,可以研究水体的动态变化及河道冲淤变化,发现新的污染源等。在远红外波段,根据水体温度与其发射电磁波的辐射强度的关系,使用红外扫描仪或红外辐射计获得的水体热图像信息,可以研究水体表面及深部的热状况,研究土壤水及地下水运动,也可用来进行水污染监测。在微波波段,根据水体表面微波发射率不同的特点,利用微波辐射计可探测土壤水分、水土流失及河流水污染。利用微波雷达可以测定降水量级、雨区范围及其移动速度。根据遥感测到的自然地理参数可以与水文数学模型的参数建立相关关系,从而可对无资料地区的水文要素作出估算。国外正在研制的“数字地形模型”,就是企图直接将遥感信息送入电子计算机进行流域的水文模拟,对于空间分布有重大作用的水文要素如降水、植物截留及下渗等的模拟,将具有更好的空间完整性。可以预见,这种模型在站网稀疏的地区或无资料地区的水资源开发工程的规划、设计及管理起到十分重要的作用。

四、工程水文学理论与实际应用中存在的差距

不可否认,直到现在,工程水文学理论的发展与更好地解决实际水文问题之间还存在着差距。现择要加以说明如下:

1. 设计洪水

由于洪水样本系列总是太短,其统计分布及总体是未知的。用几十年的资料为基础,分析出来的统计参数总是具有不确定性。在各个国家的设计洪水规范中都规定了自己的各不相同的线型,但这种线型都是利用大量的短系列资料为基础,从其拟合程度判定的,在理论上