



普通高等教育“十二五”规划教材

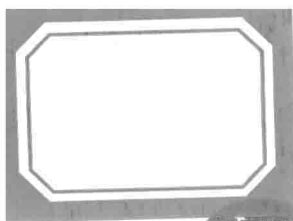
工程水文与水利计算

主 编 范世香

副主编 韩娜娜 刁艳芳 王 刚



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

工程水文与水利计算

主 编 范世香

副主编 韩娜娜 刁艳芳 王 刚



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

该教材以“两个设计”和“两个计算”为核心，系统地介绍了工程水文与水库水利计算中的基本原理和方法。全书共分 15 章，主要内容有：水文现象，水文信息技术，流域产流计算，流域汇流计算，河道汇流计算，水文频率分析计算，设计年径流分析计算，河流泥沙计算，直接法推求设计洪水，间接法推求设计洪水，水库特性，水库兴利调节计算及水库防洪调节计算，还简要介绍了水文预报的相关内容。

本书可作为水利类各专业本科教学使用，也可作为相关专业的教学参考书，还可供其他涉水工程的专业技术人员参考。

图书在版编目（C I P）数据

工程水文与水利计算 / 范世香主编. — 北京：中国水利水电出版社，2013.8
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-1154-5

I. ①工… II. ①范… III. ①工程水文学—高等学校—教材②水利计算—高等学校—教材 IV. ①TV12②TV214

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第187212号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 工程水文与水利计算
作 者	主编 范世香 副主编 韩娜娜 刁艳芳 王刚
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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 21.75 印张 516 千字
版 次	2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	45.00 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

前言

教材改革是教学改革的重要组成部分，其宗旨就是要遵循“传承与创新”的精神和“有所为有所不为”的原则。因此，结合近年来的教学情况及各校学时安排等现状，本教材重点突出了工程水文与水利计算课程的核心内容，即“两个设计”（年径流设计与洪水设计）和“两个计算”（水库的兴利调节计算与防洪调节计算）。在内容安排上，注重实用，结构合理，特色鲜明。书中强化了河道汇流与小流域设计洪水的内容，尤其是河道汇流，不仅在设计洪水分析计算中是非常有用的，而且也是短期洪水预报的重要组成部分，所以将河道汇流计算单独列章编写。同时，由于篇幅所限，淡化了水文预报的内容，并将相关分析、径流过程随机模拟、流域水文模型、河流水质及水库调度等不再编入本书。全书共分 15 章，主要内容包括水文现象、水文信息技术、流域产流计算、流域汇流计算、河道汇流计算、水文频率计算、设计年径流计算、直接法推求设计洪水、间接法推求设计洪水、水库兴利调节计算和水库防洪调节计算等。

本教材在传承经典、采纳成熟内容的基础上，还编入了近年来包括编者在内的最新研究成果，如增加了计算特征河长的新公式，提出并诠释了汇流曲线的定义与因次。另外，作为一种尝试，有关章节采用了新名称更为合理，如第十章“由流量资料推求设计洪水”改为“直接法推求设计洪水”，第十一章“由暴雨资料推求设计洪水”改为“间接法推求设计洪水”。还如，在流域地面净雨汇流计算中，先介绍单位线的定义和使用方法，再介绍直接法推求单位线和间接法推求单位线的内容。

本书由四所农林院校承担本科生“工程水文与水利计算”课程教学任务的几位主讲教师负责编写。具体分工是：第一章、第五章、第六章、第十五章由山东农业大学范世香编写；第三章、第四章、第九章由天津农学院韩娜编写；第十二章、第十三章、第十四章由山东农业大学学习艳芳编写；第二章、第八章由山东农业大学王刚编写；第十章由河北农业大学孟霄编写；第十一章由河北工程大学王金贵编写；第七章及附录由山东农业大学高雁编写。

对书中各章节的审核、完善及统稿工作，由范世香、刁艳芳负责完成。

在编写过程中，我们参考了已出版的许多相关教材或论著，力求在参考文献中详尽地列出，但也可能有所遗漏。在新版《工程水文与水利计算》即将面世之际，我们谨向相关作者，特别是在参考文献中没有列出的作者，表示诚挚的谢意。

本教材可作为高等院校水文与水资源工程、给水与排水工程、水利水电工程、农业水土工程等专业的教学用书，也可作为相关专业的教学参考书，还可供水利、交通、给排水及环境保护等专业人员参考。

在编写中我们力求精益求精，但由于水平所限，书中不当之处在所难免，恳请读者提出批评和意见，以便今后进一步完善。

编者

2013年5月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 水资源特点及我国水资源概况	1
第三节 水文现象基本规律与研究方法	3
第四节 水文科学的发展简史	5
第五节 本课程的主要任务与内容	7
第二章 水文现象	9
第一节 水文循环	9
第二节 河流与流域	10
第三节 降水	14
第四节 土壤水与下渗	18
第五节 蒸散发	21
第六节 径流	23
习题	27
第三章 水文信息技术	28
第一节 水文测站与站网	28
第二节 降水与水面蒸发观测	30
第三节 水位观测	33
第四节 流量测验	34
第五节 泥沙测验与计算	40
第六节 水文信息处理	45
第七节 水文调查	52
习题	54
第四章 流域产流计算	56
第一节 流域产流要素计算	56
第二节 降雨径流经验相关法	64
第三节 蓄满产流模型算法	67

第四节	初损后损法	73
第五节	下渗曲线法	77
习题		81
第五章	流域汇流计算	83
第一节	等流时线法汇流原理	83
第二节	汇流曲线	85
第三节	地面净雨汇流计算	89
第四节	直接法推求单位线	91
第五节	间接法推求单位线	98
第六节	地下净雨汇流计算	106
习题		108
第六章	河道汇流计算	110
第一节	河道洪水波	110
第二节	特征河长	114
第三节	线性运动波演算法	117
第四节	线性扩散波演算法	121
第五节	线性特征河长连续演算法	125
第六节	马斯京根演算法	128
习题		132
第七章	水文预报	134
第一节	相应水位（流量）法	134
第二节	合成流量法	141
第三节	中长期水文预报简介	142
第四节	洪水预报精度评定	142
习题		145
第八章	水文频率分析计算	146
第一节	随机变量及其概率分布	146
第二节	水文频率分布曲线	152
第三节	皮尔逊—Ⅲ型分布参数估计	156
第四节	适线法估计参数	158
习题		164
第九章	设计年径流分析计算	165
第一节	年径流分析与设计保证率	165
第二节	资料充分时设计年径流分析计算	169
第三节	资料不足时设计年径流计算	178
第四节	资料缺乏时设计年径流计算	181

第五节 几个相关问题	185
习题	189
第十章 直接法推求设计洪水	192
第一节 概述	192
第二节 设计洪峰流量及设计洪量的推求	195
第三节 设计洪水过程线的推求	204
第四节 分期设计洪水与地区组成	206
第五节 入库设计洪水	208
第六节 古洪水研究及其应用	211
习题	215
第十一章 间接法推求设计洪水	216
第一节 直接法推求设计面雨量	216
第二节 间接法推求设计面雨量	220
第三节 设计暴雨时空分配计算	222
第四节 由设计暴雨推求设计洪水	225
第五节 可能最大暴雨的估算	229
第六节 小流域设计洪水过程线的推求	235
第七节 小流域设计洪峰流量的推求	242
习题	247
第十二章 河流泥沙计算	249
第一节 河流多年平均输沙量计算	249
第二节 输沙量年际、年内变化计算	252
习题	254
第十三章 水库特性	255
第一节 水库基本特征	255
第二节 水库水量损失	258
第三节 死水位的选择与泥沙淤积	260
第四节 水库径流调节分类	262
习题	264
第十四章 水库兴利调节计算	265
第一节 水库兴利调节计算基本原理	265
第二节 年调节水库兴利调节计算	266
第三节 由兴利库容推求调节流量	275
第四节 多年调节水库兴利调节计算	277
第五节 水能利用基本概念	281
第六节 中小型水电站动能指标计算	284

习题	289
第十五章 水库防洪调节计算	291
第一节 水库的调洪作用	291
第二节 水库调洪计算原理	293
第三节 水库调洪计算列表试算法	294
第四节 水库调洪计算图解法	297
第五节 水库防洪计算	304
第六节 溃坝洪水计算*	310
第七节 水库运行中汛限水位的设置*	314
习题	316
附录 1 瞬时单位线的 S 曲线查用表	318
附录 2 频率格纸	324
附录 3 皮尔逊—Ⅲ型频率曲线离均系数 Φ_p 值表	325
附录 4 皮尔逊—Ⅲ型频率曲线的模比系数 K_P 值表	327
附录 5 三点法 S 与 C_s 关系表	331
附录 6 三点法 C_s 与有关 Φ 值的关系表	333
附录 7 1000hPa 地面到指定高度 (高出地面米数) 间饱和假绝热大气中的 可降水量 (mm) 与 1000hPa 地面露点 ($^{\circ}\text{C}$) 函数关系表	335
参考文献	337

第一章 绪 论

第一节 概 述

水文学是研究地球系统中水的存在、分布、运动和循环变化规律的科学，是地理学的一个重要分支。长期以来，由于水利工程建设需要推动了水文学的发展，水文学的许多实用技术又为水利工程建设提供了有力的支撑，这样就逐步形成了工程水文学，可以说，兴利和除害是工程水文学研究的驱动力。

由此可见，工程水文学是水文学的重要组成部分，属于应用水文学范畴，它是将水文学的基本理论与方法应用于工程建设的一门技术学科，如水利水电工程、城市工矿企业用水工程与排水工程、农田水利工程、公路和铁路的桥涵工程及国防建设工程等，是为防洪排涝、水资源开发利用、桥涵建筑等工程的规划设计、施工及运用提供水文数据的各种水文分析计算的总称。其主要目的是估算工程在规划设计阶段和施工运行期间可能出现的水文设计值及其时空变化情况。

水利计算指的是在水资源的开发和河流的治理中，根据河流的天然水文情况、国民经济各部门的用水需求、径流调节方式及经济论证等，通过水库（工程措施）而进行的分析计算。通过计算获得的成果，可为水工建筑物的设计提供依据，以便确定水工建筑物的规模，同时也为工程的投资与效益、用水部门工作的保证程度和工程修建后的后果等做经济分析、综合论证提供定量依据。

兴利与除害是水利工作的主要任务，也是水利事业发展中的永恒主题。要达到兴利除害的目的，必然要修建各种水利工程。由于水库具有调节径流的作用，所以水库是最常用的水利设施，工程水文与水利计算的最终目标就是为修建水利设施提供各种设计参数，尤其是特指水库，因此也可称为工程水文与水库水利计算。

第二节 水资源特点及我国水资源概况

一、水资源的特点

水资源是一种自然资源，是人类赖以生存和发展以及保障社会经济发展的必不可少的一种资源。水资源的概念随着时代的进步，其内涵也在不断地丰富和发展。到目前为止，其概念的界定也没有达成共识，一般对水资源的定义有广义和狭义之分。广义水资源是指地球上水的总体，包括大气中的降水、河湖中的地表水、浅层和深层的地下水、冰川、海水等。狭义水资源是指与生态系统保护和人类生存与发展密切相关的、可以利用而又逐年能够得到恢复和更新的淡水。对于某一流域或局部地区而言，水资源的含义则更为具体。广义的水资源就是大气降水；狭义的水资源就是河川径流，包括地表径流、壤中流和地下

径流。因为河川径流与人类的关系最为直接、最为密切，故常将它作为研究对象。

如果仅把河川径流作为水资源来看，水资源具有以下普遍特点：

(1) 流动性。水是一种流体，通过水文循环和各种水文过程的相互转化，形成了一个复杂而庞大的系统。

(2) 可恢复性。由于水文循环的作用，各种水体在不断地更新交替，这就是水资源的可恢复性，又称为再生性。这种可恢复性有一定限度，局部地区的总量有限，如果超过限度就会引起用水危机。

(3) 时空分布的不均匀性。由于水文循环的路径不同，水资源在地区分配上存在较大的差异；又由于水文循环受大气环流的影响，水资源在时程上分配上也变化很大。

(4) 利害两重性。水资源是一切生物包括人类赖以生存的基本物质，但由于受大气环流等不确定性因素的影响，有时降雨量过分集中，常造成洪涝灾害。

(5) 随机性。在水文循环中由于受到天气系统的影响，各地的水文现象有周期性规律可循，但大多也表现出随机性，难以预料。

(6) 一水多用性。水资源作为人类不可或缺的重要资源，具有一水多用性，例如，发电的水还可用来航运、灌溉、养殖等。

从水资源的特点可以看出，兴利和除害两者并举，可望实现变水害为水利的最高目标。也正是由于水资源的这几个特点，才为水文科学的发展提供了源动力。

二、我国水资源概况

1. 水资源总量多而人均少

水资源通常指平均每年可以得到的淡水量（包括洪水资源），而大气降水量则是它的主要补给来源（或毛水资源量）。据估计，我国多年平均年降水量约 61889 亿 m^3 ，折合平均年降水深为 648.4mm。我国平均年水资源总量 28124 亿 m^3 ，其中河川平均年径流量 27115 亿 m^3 ，地下水量 8840 亿 m^3 。我国还有年平均融水量近 500 亿 m^3 的冰川以及近 500 万 km^3 的近海海水。我国河川平均年径流量相当于全球陆面年径流总量的 5.7%，居世界第 6 位，仅次于巴西、俄罗斯、加拿大、美国和印度尼西亚。但按人口、耕地面积平均，则处于较低的水平。我国人均水资源量只有 2710 m^3 ，相当于世界人均水资源量的 1/4；亩均水资源量只有 1770 m^3 ，约为世界亩均水资源量的 3/4。因此，我国的水资源并不富裕。

2. 水资源时空分布不均匀

我国水资源的地区分布很不均匀，南多北少，相差悬殊。长江流域及其以南的珠江流域、东南诸河和西南诸河等南方四片，平均年径流深都在 500mm 以上，其中东南诸河片平均年径流深超过 1000mm。北方六片中，淮河流域片 225mm，略低于全国均值，黄河、辽河、松花江四片平均年径流深仅有 100mm 左右，西北内陆河流域平均年径流深仅有 32mm。

我国水资源年内、年际分配极不均匀，是造成水、旱灾害频繁的重要因素。1950～1983 年的统计资料表明，平均约每三年发生一次较为严重的水、旱灾害。

3. 水土资源组合极不平衡

全国有 45% 的国土处于年降水量少于 400mm 的干旱少水地带。长江流域及其以南地

区的径流量占全国的 81%，耕地只占全国的 35.9%；北方黄淮海及东北地区，径流量只占全国的 14.4%，而耕地却占全国的 58.3%，南北水土资源组成相差十分悬殊。

4. 水土流失和水质污染严重

随着人口和工农业的发展，致使水土流失和水质污染的问题也日益突出。目前全国水土流失面积约为 150 万 km^2 ，占国土面积的 1/6 左右，平均每年流失泥沙 50 亿 t。1980 年对全国 451 条河流进行水质综合评价，表明其中受到较严重污染的有 141 条，占 31.3%。例如黑龙江流域，有机物污染河长达 62.7%；黄河干流汞、酚、砷、铅四种剧毒物质在鱼体中的残留量已接近或超过食用标准。因此，合理使用水量、防止水质污染已是水资源工作的重要任务。

5. 水能资源丰富

全国水能资源蕴藏量为 6.29 亿 kW，其中可供开发利用的量为 3.81 亿 kW。我国的水能资源居世界第一位，到 2010 年，我国水电装机达到了 1.25 万 kW，占电力总装机容量的 28%。到 2015 年，我国水电装机将达到 1.5 亿 kW，水能资源开发程度将达到 40%，成为名副其实的水电大国。

为了解决水资源供需矛盾、减轻水灾害，我国开展了以防洪减灾和水资源综合利用为主要目标的大规模水利工程建设。截止到 2000 年，全国已建成大中小型水库 8.5 万多座，塘坝等工程 585 万座，蓄水工程总库容达 5756 亿 m^3 ，兴利库容 3134 亿 m^3 ；已建各类堤防 27 万余 km，其中主要堤防 7.7 万 km；开辟临时分蓄洪区约 100 处，可分蓄洪水 1000 多亿 m^3 ；大多数流域已形成了包括堤防、水库、分蓄洪工程、河道整治工程的防洪工程体系。

第三节 水文现象基本规律与研究方法

一、水文现象的基本规律

地球上的水在太阳辐射和重力的作用下，以蒸发、降水和径流等方式周而复始地循环，这些现象称为水文现象。这些水文现象在时间变化上与其他自然现象一样，具有必然性和偶然性，在水文学中通常称前者为确定性，后者为随机性。此外，水文现象在空间变化上，还具有地区性规律。

(1) 水文现象的确定性规律。河流每年都具有丰水期和枯水期的周期性交替规律，冰雪水源的河流则具有以日为周期的流量变化规律，产生这些现象的根本原因是地球公转、自转和周期性变化。再如，在流域上降落一场暴雨，相应地就会出现一次洪水。如果暴雨强度大、历时长、笼罩面积广，产生的洪水就大；反之，则小。显然，暴雨与洪水之间存在着因果关系。由此说明水文现象都具有客观发生的原因和具体的形成条件，从而存在确定性的规律，也称为成因规律。

(2) 水文现象的随机性规律。影响水文现象的因素错综复杂，其确定性规律常常不能完全用严密的数理方程表达出来，于是，在一定程度上又表现出非确定性，称随机性。例如根据暴雨洪水的成因规律进行洪水预报，尽管能取得较好的效果，但由于计算中忽略了一些次要的偶然因素的干扰，从而使预报成果表现出某种程度的随机误差。河流某断面每

年出现最大洪峰流量的大小和它们出现的具体时间各年不同,也具有随机性,即未来的某一年份到底出现多大洪水是不确定的。但通过长期观测可以发现,特大洪水和特小洪水出现的机会很少,中等洪水出现的机会多,多年平均值则是一个趋于稳定的数值,洪水大小和出现机会形成一个确定的概率分布,这就是所说的随机性规律,因为要掌握这种规律,常常需要统计学的知识,由大量的资料分析出来,故又称统计规律。

(3) 水文现象地区性规律。某些水文现象受分区性的气候因素,如降水、蒸发、气温等影响,而这些气候因素是具有地区性规律的,所以这些水文现象也在一定程度上呈现出地区性规律。例如我国的多年平均降水量自东南沿海向西北内陆逐渐减少,从而使多年平均河川径流深也呈现出同样的地区性变化,它综合地反映了确定性规律和统计规律。

二、工程水文研究方法

根据水文现象的基本规律,其研究方法相应地也分为以下3种:

(1) 成因分析法。如上所述,水文现象与其影响因素之间存在着成因上的确定性关系,通过对实测资料和实验资料加以分析研究,可以从水文过程形成的机理上建立某一水文现象与其影响因素之间确定性的定量关系,这样,就可以根据过去和当前影响因素的状况,预测未来的水文现象。这种利用水文现象确定性规律来解决水文问题的方法,称为成因分析法,它在水文分析计算中得到广泛应用。

(2) 数理统计法。根据水文现象的随机性,以概率理论为基础,运用频率计算方法,可以求得某水文要素的概率分布,从而得出工程规划设计所需要的设计水文特征值。利用两个或多个变量之间的统计关系(相关关系),进行相关分析,以展延水文系列使其更具有代表性。

(3) 地区综合法。根据气候要素和其他地理要素的地区性规律,可以按地区研究受其影响的某些水文特征值的地区变化规律。这些研究成果可以用等值线图或地区经验公式表示出来,如多年平均径流深等值线图、洪水地区经验公式等,称为地区综合法。利用这些等值线或经验公式,可以求出资料短缺地区的水文特征值。

以上三种研究方法,在实际工作中经常结合使用,相辅相成,互为补充,以期计算成果合理可靠。

三、水利计算方法

水利计算是在工程水文学的基础上,主要利用水量平衡原理进行研究,但它涉及的内容较多,并与其他学科发生交叉,综合性较强。

(1) 水量平衡法。水量平衡法就是质量守恒定律的具体应用。在水库的水量兴利调节计算中,主要是利用计算时段的来水、用水与水库的蓄水变化进行水量平衡分析,确定调节库容和蓄水变化过程;在中小型水电站的水能计算中,也用到水量平衡方法确定水库的蓄水(水位或水头)变化情况。在水库的调洪计算中,也必须根据水库水量平衡方程与蓄泄方程(或称蓄泄曲线)联合求解,才能确定水库防洪需要的各种特征值,可见水量平衡原理贯穿整个水利计算的全部内容。

(2) 多科学交叉法。仅依靠水量平衡法难以完成水利计算目标,必须有其他学科的紧密配合才能达到研究目的,如数理统计学、水力学、水利经济学、水能学等。因此,与其他学科一样,从事水利计算研究时,必须具有扎实的相关学科的知识。虽然水利计算是多

学科相互交融的一门技术科学，但水量平衡原理起主导地位，所以将水利计算归类为应用水文学范畴也在情理之中，并得到许多专家学者的认可。

第四节 水文科学的发展简史

一、水文科学发展简介

1. 萌芽时期

公元前 3000 年到 300 年，古埃及人就开始了在尼罗河的水位观测；公元前 450 年至 350 年，希腊人初次提出了水文循环的臆说；公元前 250 年，我国在四川都江堰设立石人观测水位。公元 100~200 年，东汉王充在《论衡》一书中论述了水文循环的概念；公元 1425 年我国颁布了测雨器制度；公元 1452 年意大利人采用了浮标法测流速，并通过观测数据论证了水循环。这一时期，被认为是水文学的萌芽时期，一些水文学基本概念与原理开始形成。

这一时期，中国的水文知识居于世界领先的地位。

2. 奠基时期

公元 1400~1900 年期间，水文实验兴起，一些水文观测仪器制造成功并开始使用，如毕托管、流速仪等，这一时期，科学家们提出了伯努利方程、谢才公式、达西定律等。特别是 1674 年法国人贝罗特在巴黎出版了《泉之源》一书，从数量上进行了水文循环的描述，通过对塞纳河三年的观测，计算出塞纳河伯格底以上流域的年径流量占年降水量的 $1/6$ ，这一结论的公布被认为是现代水文学的开始。

在这一时期，基本形成了以水文水利计算为主的新的分支学科，即应用水文学，但中国的水文科学在这一时期的进展比较缓慢。

3. 应用水文学兴起时期

1900 年至 1950 年各国逐渐建立起雨量站、水文站，以便更深入地了解和探讨水文规律，水文理论有了长足的进步，并开始应用于生产实践，应用水文学得到了很大发展。由于科学技术的进步，涉水工程大量开发，迫切需要解决工程建设中的许多实际水文问题。随着水文站网的发展及实测水文资料的逐年增加，促进了水文分析计算工作。这一时期，不仅出现了许多水文经验公式，还出现了许多基于成因分析的推理公式、合理化公式及水文预报方法，如 1932 年的谢尔曼单位线、1940 年的霍顿下渗公式等。与此同时，数理统计理论也开始应用于水文分析计算，这一时期被称为水文学的实践时期。

进入 20 世纪，特别是经过两次世界大战的破坏后，各国都致力于经济的恢复与发展，迫切需要解决城市建设、交通运输、工农业用水和防洪等水利工程中的一系列水文问题，进而促进了水文科学的迅速发展。在这一时期，水文站网扩大，实测资料积累丰富，为水文分析研究提供了有利的条件，应用水文学取得了许多新进展。1935 年，美国的 GT 麦卡锡提出了马斯京根方法，简化了河道洪水演算。1914 年海森首先设计并使用了正态频率格纸选配流量频率曲线。1924 年，HA 福斯特完整地提出了皮尔逊-III 型频率曲线的分析方法，同时，W 韦伯尔提出了经验频率计算公式，将概率论与数理统计理论引进了水文学。

这一时期,许多应用水文学著作出版,标志着水文学进入了成熟期。

4. 现代水文学的发展

1950 年以后,水文科学的深度和广度又得到发展。一是表现在水文科学理论的深入研究向相关学科的渗透,促使水文分析计算和预报出现了许多新方法;二是表现在计算机的普及、应用和 3S 技术大大改善均推动了水文学的发展,如水文系统的自动测报、实时水文预报方法等。在这一时期,许多水文学新分支也相应的出现了,如随机水文学、城市水文学、农业水文学、森林水文学、环境水文学、生态水文学等。

调查、考证和分析历史洪水资料,以弥补资料系列的不足和代表性差的问题,也是这一时期的新特点。除了广泛调查历史洪水外,90 年代又发展了古洪水研究,利用放射性同位素碳 14 获得全新世(约距今 1 万年)以来的古洪水信息,为我国大型水利工程的洪水设计提供了有重大意义的成果。

二、我国水文事业的发展

1. 水文信息技术方面

新中国在 1949 年刚成立时,全国仅有 148 个水文站,203 个水位站,2 个雨量站。而到了 1978 年,全国水文站发展到 2922 个,水位站发展到 1320 个,雨量站发展到 13309 个,水质站 800 个,各种水文实验站 33 个。到 2008 年,全国已有水文测站 37436 个,水位站 1244 个,雨量站 14602 个,水质站 5668 个,地下水监测站 12683 个,蒸发实验站 17 个,径流实验站 51 个。在测站现代化建设方面也取得新成就,如建成测流缆道 2162 座,水文测船 849 艘,专用测车近 300 辆,配备多普勒测流仪 341 台,全站仪 481 个,卫星全球定位系统 486 套,水文自动测报系统 300 余处,自记水位站 2000 余处(其中能够遥测的水位站有 1000 多处),固态储存雨量设备有 7000 多个。目前,全国已建成了覆盖主要江河水系、布局合理、功能比较完善、项目比较齐全的水文站网体系。

水文观测资料也已按流域进行了整编刊印,到 1989 年共计刊印水文年鉴 2277 册。调查整理了 6000 多个河段的历史特大洪水资料并由各省汇编成册出版,较好地满足了水利建设和经济社会发展对水文信息的需求。

2. 水文实用技术方面

多年来,水文、规划设计及科学研究等多部门共同协作,进行了大量的水文统计工作,全国各地都编制出了水文特征值统计表、水文手册或水文图集等。1981 年颁布了《水利水电工程设计洪水计算规范》,1983 颁布了《水利电力工程水利动能设计规范》,1975 年 8 月河南驻马店大暴雨(简称“75.8”大暴雨)发生后,全国范围内开展了可能最大暴雨的普查研究,编制了《全国 24h 可能最大暴雨等值线图》及《暴雨洪水查算图表》等。1980 年开始,开展了全国水资源综合评价与合理利用研究,分别于 1987 年和 1989 年出版了《中国水资源评价》及《中国水资源利用》。在此基础上,2000 年又开始了第二次全国范围的水资源调查与评价工作。2005 年起,为解决水库防洪与兴利的矛盾,实现洪水资源化,在许多大型水库又开始了汛限水位的设置与控制运用研究,在确保水库安全的条件下,大大提高了已建成水库的综合利用效益。

新中国成立以来,水文预报工作从无到有,也已经逐步发展起来。目前,全国建立了水情中心 125 个、自动测报站 6385 个,占报讯站总数的 80%。全国 7 大流域机构和各省

市的水雨情信息均可通过宽带传达到国家防汛抗旱总指挥部办公室，极大地提高了水文信息的时效性，实现了防洪抗旱异地会商、洪水预报的自动测报和优化决策。水文预报理论和方法也有很大发展，基本形成了符合我国国情的一整套水文预报方法，1985 颁发、2000 修订的《水文情报预报规范》，有力地促进了我国水文预报工作向着国际先进水平发展。

在水利计算方面，我国也相应地提出了设计规范，如 1995 年水利部颁布的《水利工程水利计算规范》(SL—95) 等，另外，在技术手段上，从过去的手工绘图、解算发展到目前的编程电算化。

2011 年中共中央、国务院发出的 1 号文件《关于加快水利改革发展的决定》中指出“水是生命之源、生产之要、生态之基。兴水利、除水害，事关人类生存、经济发展、社会进步，历来是治国安邦的大事。”由此可见，我国的水利建设事业在未来将会有较大的发展，工程水文与水利计算也将在水利建设中发挥着越来越重要的作用。

第五节 本课程的主要任务与内容

一、本课程的主要任务

水利工程从兴建到运用，一般要经历规划设计、施工和运行管理三个阶段，而每个阶段都离不开工程水文与水利计算的理论和技术方法，因此，本课程的主要任务是：

(1) 规划设计阶段。这个阶段主要是确定工程的位置、规模。例如一条河流，在何处布置工程合适，工程的规模，如库容、装机容量等选择多大为宜。要使它们确定得经济合理，关键在于正确预计将来工程运行期间可能出现的各种水文情况，比如设计水库时，若把河流和洪水估算过大，据此设计的库容就会偏大，从而造成浪费；反之，洪水估计过小，设计的库容量小了，将来危及工程本身和下游的安全。另外，合理的估算出洪水大小后，还要知道采用多大的防洪库容才合适。在规划设计阶段，工程水文与水利计算的主要任务是为工程设计提供水文数据，如设计年径流、设计洪水等，在此基础上再通过调节计算确定工程规模。

(2) 施工阶段。此阶段需要确定临时性水工建筑物，如围堰、导流隧洞和明渠等，为此要求计算施工期设计洪水，经调洪演算定出围堰高度和导流洞或渠道的断面尺寸。

(3) 运行管理阶段。随着工程运行期间水文资料的不断积累，还要经常地复核和修正原来计算的水文数据，通过调节计算检验工程是否达到设计标准，以便改进调度方案或对工程实行扩建、改建和除险加固等。

工程水文不仅对水利水电工程建设有巨大的作用，而且对国民经济许多部门也是非常重要的。例如道路桥涵、船运码头、城市排水等，在规划设计和管理中都要用到由水文分析计算提供的数据，在防汛和洪水预报中也是不可缺少的。所以，水文学科在国民经济建设中的作用将越来越重要。水利工作的主要目标是兴利除害，而工程水文学的作用就是为实现这一目标而解决工程上遇到的实际问题。

二、本课程的内容

本课程的主要内容有两部分：一是工程水文；二是水库水利计算。

1. 工程水文的主要内容

工程水文的主要内容，是在了解水文现象相关知识（第二章）及水文频率分析计算（第八章）的基础上，重点阐述了进行“两个设计”的分析计算，即年径流设计（第九章）与洪水设计（第十章、第十一章）。而洪水设计又分为由洪水资料直接推求设计洪水与由暴雨资料间接推求设计洪水。在“两个设计”中，又涉及水文资料的来源（第三章）、流域产流（第四章）、流域汇流（第五章）及河段汇流计算（第六章）等内容。另外，还介绍了河流泥沙计算（第十二章）并简要叙述了水文预报（第七章）。

2. 水库水利计算的主要内容

水库水利计算主要介绍基本知识。主要内容是在了解水库基本特性（第十三章）与工程水文提供的年径流与洪水设计成果的基础上，阐述了水库的“两个计算”，即水库的兴利调节计算（第十四章）与水库的防洪调节计算（第十五章）。在兴利调节计算中，既阐述了径流的兴利调节计算，也简要叙述了中小型水电站的水能兴利调节计算。