



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)

工程水文及水利计算

(第二版)

张子贤 主编 拜存有 副主编

Higher Education



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)

工程水文及水利计算

(第二版)

张子贤 主编 拜存有 副主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。主要介绍工程水文及水利计算的基本理论和方法,包括河川径流、水文信息采集与资料收集、水文统计的基本知识、设计年径流、设计洪水、设计暴雨、排涝水文计算、水库的兴利调节计算、小水电水能计算、防洪工程的水利计算、水库调度、Excel在工程水文及水利计算中的应用等内容;同时介绍了新的防洪减灾策略及防洪非工程措施等内容。

本书适用于高职高专水利工程、水利水电建筑工程、灌溉与排水技术、水利水电工程管理、河务工程与管理、水务管理等专业,也可供相关专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程水文及水利计算/张子贤主编. —2版. —北京:中国水利水电出版社, 2008.
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专
ISBN 978-7-5084-5163-3

I. 工… II. 张… III. ①水利工程—水文计算—高等学校—教材②水利工程—水利计算—高等学校—教材 IV. TV12

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第188462号

书 名	普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专) 工程水文及水利计算(第二版)
作 者	张子贤 主编 拜存有 副主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266(总机)、68331835(营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 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	北京市地矿印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 20.25印张 480千字
版 次	1992年6月第1版 2008年1月第2版 2008年1月第9次印刷
印 数	27011—30010册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

第二版前言

本教材是根据普通高等教育“十一五”国家级规划教材编制计划编写完成的，是高职高专水利工程与管理类的通用教材。

本教材分为工程水文和水利计算两大部分。工程水文部分（第一章至第七章）在介绍河川径流、水文信息采集与资料收集、水文统计基本知识的基础上，以推求水利水电工程中所需设计的水文特征值和水文过程为主线，介绍了不同资料条件下的设计年径流及多年平均年输沙量、设计洪水、设计暴雨、设计排涝模数的推求方法；水利计算部分（第八章至第十一章）以调节计算为主线，介绍了径流量的调节计算、水能调节计算、洪水调节计算的方法及其在给水和灌溉、小水电、防洪等工程规划设计与运行管理中的应用。第十二章介绍了Excel在工程水文及水利计算中的应用。本教材涉及面广、内容丰富、示例详实，适用于水利工程与管理类有关专业教学使用，且章节编排合理，便于各院校根据具体情况对内容进行取舍。

《工程水文及水利计算》（第一版）于1992年6月出版至今已15年，此次编写在传承了第一版合理的内容结构、清晰的讲述思路等优点的基础上，对各章内容进行了重新编写，具有如下特点。

(1) 介绍新理念、新技术、新方法、新成果，体现时代特色。介绍了新的防洪减灾策略与防洪非工程措施、水文观测新仪器和新方法、水文遥感等内容；引入了近年来有关方面的最新研究成果，如暴雨等值线图、暴雨点面关系、汇流参数等。

(2) 引用最新规范，体现规范性。本教材涉及领域广，属于综合性的教材。编写过程中，引入了近20本现行规范的内容，使教材内容的方法紧扣当前规范；同时按照GB/T50095—98《水文基本术语和符号标准》、SL26—92《水利水电工程技术术语标准》介绍专业术语，并规范了物理量的符号。

(3) 删减有关理论推导及压缩有关内容，增加例题、新编思考题与习题，体现高职高专教材特色。本教材删减了三点法、小流域设计洪水等有关公式的推导，压缩了可能最大降水等内容，突出针对性、实用性；增加了有关例题，且例题均取材于工程实际，以加强教学内容与生产实际的结合点，突出实践性；新编思考题与习题，使教材便于教和学。

(4) 增加了年输沙量、堤防、分(蓄)洪工程的防洪计算、Excel在工程水文及水利计算中的应用等有关内容;充实了水利工程管理中水库调度的内容。

(5) 内容叙述力求结构合理,层次分明,逻辑性强,语言简练,行文流畅,便于阅读;有关工程参数的数据详实可靠。

本教材由徐州建筑职业技术学院张子贤教授任主编,杨凌职业技术学院拜存有副教授任副主编。绪论、第三章、第七章至第十一章、第十二章的一、五部分由张子贤编写;第一章、第二章、第四章至第六章、第十二章的第二至第四部分由拜存有编写。全书由张子贤修改并统稿。河北工程技术高等专科学校顾鼎仁任主审,主审人对书稿进行了认真细致的审阅,并提出修改意见,编者在此深表谢意。

本教材编写过程中,参考、引用了有关院校编写的教材和生产科研单位的技术资料和研究成果,除部分已经列出外,其余未能一一注明。在此一并致谢。

在本书的编写过程中,得到了河北水文水资源勘测局刘惠霞、杨志霞、王树峰高级工程师、河北水利水电勘测设计院杨慧英高级工程师、何书会教授级高工的热情帮助,特此表示由衷的感谢。

限于编者水平,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2007年10月

第一版前言

本教材是根据“1990~1995年高等学校水利水电类专业专科教材选题和编审出版规划”以及《工程水文及水利计算》教材编写大纲编写的。

本教材按75学时编写，共分十二章。以讲述水循环及水资源一般概念、水文统计基本知识及方法、设计年径流与设计洪水的推求、水库兴利与防洪计算、小型水电站水能计算为主要内容，并简要介绍水文观测与资料收集、排涝水文计算、用水的调查估算与预测、水库调度等内容。本教材涉及面较广，各校可根据地区水文特点及教学时数酌情取舍。

本教材绪论及第一~八章由江苏水利工程专科学校蒋金珠编写，第九~十二章由河北水利专科学校顾鼎仁编写。蒋金珠主编。山东水利专科学校梁学田主审。

在本教材的编写过程中得到河海大学朱元牲教授的许多热忱帮助和指教，编者在此致以诚挚的感谢。同时，本教材还参考并引用了有关院校编写的教材和生产科研单位的技术文献资料，编者对所有作者也一并致谢。

最后，我们恳切地希望各校师生及其他读者对本教材存在的缺点和错误随时提出批评指正。

编者

1991年7月

目 录

第二版前言

第一版前言

绪论	1
第一节 水资源及其开发利用	1
第二节 工程水文及水利计算的内容、任务和作用	4
第三节 工程水文及水利计算的研究方法	6
思考题	8
第一章 水循环及径流形成	9
第一节 水循环与水量平衡	9
第二节 河流与流域	11
第三节 降水	16
第四节 蒸发	21
第五节 土壤水、下渗与地下水	23
第六节 径流	27
第七节 流域水量平衡方程	32
思考题与习题	33
第二章 水文信息采集与资料收集	35
第一节 水文测站与站网	35
第二节 水位与流量的测算	36
第三节 降水与蒸发的观测	44
第四节 泥沙测算	46
第五节 水文调查与水文遥感	50
第六节 水文资料的收集	53
思考题与习题	54
第三章 水文统计的基本知识	56
第一节 概述	56
第二节 概率的基本概念与定理	57
第三节 随机变量的概率分布及其统计参数	59
第四节 频率计算中样本估计总体的基本问题	64
第五节 水文频率曲线线型	66
第六节 水文频率计算适线法	70

第七节 相关分析	74
思考题与习题	81
第四章 设计年径流与多年平均年输沙量的计算	83
第一节 概述	83
第二节 具有长期实测径流资料时设计年径流的分析计算	85
第三节 具有短期实测径流资料时设计年径流的分析计算	91
第四节 缺乏实测径流资料时设计年径流的分析计算	93
第五节 枯水径流分析计算	96
第六节 河流多年平均年输沙量的分析计算	100
思考题与习题	103
第五章 由流量资料推求设计洪水	104
第一节 概述	104
第二节 设计洪峰流量与设计洪量的推求	108
第三节 设计洪水过程线的推求	118
第四节 设计洪水其他问题	121
思考题与习题	123
第六章 由暴雨资料推求设计洪水	125
第一节 概述	125
第二节 设计暴雨的推求	126
第三节 设计净雨的推求	132
第四节 设计洪水过程线的推求	143
第五节 小流域设计洪水计算	154
第六节 可能最大暴雨与可能最大洪水简介	164
思考题与习题	165
第七章 排涝水文计算	167
第一节 概述	167
第二节 平原地区排涝水文计算	169
第三节 圩区排涝水文计算	174
思考题与习题	176
第八章 水库兴利调节计算	178
第一节 概述	178
第二节 用水部门的需水要求与设计保证率	180
第三节 水库特性曲线与特征水位	185
第四节 水库的水量损失	188
第五节 水库死水位的确定	190
第六节 年调节水库兴利调节计算	191

第七节 多年调节水库兴利调节计算	201
思考题与习题	206
第九章 小型水电站水能计算	208
第一节 水能利用的基本知识	208
第二节 电力系统的负荷及其容量组成	212
第三节 水能调节计算方法	214
第四节 水电站保证出力和多年平均年发电量计算	217
第五节 水电站装机容量的选择	228
思考题与习题	230
第十章 防洪工程的水利计算	233
第一节 洪水灾害与防洪措施	233
第二节 水库调洪计算的原理	235
第三节 水库调洪计算的方法	238
第四节 水库防洪水利计算	248
第五节 堤防、分(蓄)洪工程的防洪计算	253
第六节 防洪非工程措施简介	259
思考题与习题	261
第十一章 水库调度	263
第一节 年调节灌溉水库兴利调度	263
第二节 水库防洪调度	270
第三节 中小型水库抗洪能力图	277
思考题与习题	280
第十二章 Excel 在工程水文及水利计算中的应用	282
附表	295
附表一 皮尔逊Ⅲ型曲线的离均系数 Φ_P 值表	295
附表二 皮尔逊Ⅲ型曲线的模比系数 k_P 值表	297
附表三 三点法用表—— S 与 C_s 关系表	302
附表四 三点法用表—— C_s 与有关 Φ 值的关系表	303
附表五 瞬时单位线 S 曲线查用表	304
参考文献	310

绪 论

第一节 水资源及其开发利用

一、水资源的定义与地球上的水资源

早期的非常广义的水资源的定义,是指地球表面、岩石圈内、大气层中、生物体内储存着的各种形态(气态、液态、固态)的水体。地球上各种水体的分布和储量见表1。

表 1 地球上各种水体的储量

水体种类	水 量		咸 水		淡 水	
	万亿 m ³	%	万亿 m ³	%	万亿 m ³	%
海洋水	1338000	96.54	1338000	99.04	0	0
地表水	24254.1	1.75	85.4	0.006	24168.7	69.0
冰川与冰盖	24064.1	1.736	0	0	24064.1	68.7
湖泊水	176.4	0.013	85.4	0.006	91.0	0.26
沼泽水	11.47	0.0008	0	0	11.47	0.033
河流水	2.12	0.0002	0	0	2.12	0.006
地下水	23700	1.71	12870	0.953	10830	30.92
重力水	23400	1.688	12870	0.953	10530	30.06
地下冰	300	0.022	0	0	300	0.86
土壤水	16.5	0.001	0	0	16.5	0.05
大气水	12.9	0.0009	0	0	12.9	0.04
生物水	1.12	0.0001	0	0	1.12	0.003
全球总储量	1385984.6	100	1350955.4	100	35029.2	100

由表1可见,全球总水量约为1385984.6万亿m³,其中淡水(含盐量小于1g/L)35029.2万亿m³,占全球总水量的2.5%;咸水1350955.4万亿m³,占全球总水量的97.5%。而在淡水中,有68.7%分布在冰川与冰盖中,有30.92%蓄存在地下含水层和永冻土层中,而湖泊、河流、土壤中分布的淡水只占0.316%。

显然,可供人类开发利用的水资源应不包括水质不合要求的水体(例如海水)、现有条件尚不能利用或一旦开采很难恢复的水体。通常将某类水体的静态储量与该水体一年内的动态补给量之比称为更替周期。计算表明,永冻地带的水体更替周期为1万年;深层地下水更替周期为1400年。因此,1988年联合国教科文组织和世界气象组织给出水资源的定义为:“作为资源的水应当是可供利用或有可能被利用,具有足够数量和可用质量,并可适合对某地为对水的需求而能长期供应的水源。”^[4]此定义被广泛采用。我国GB/



T50095—98《水文基本术语和符号标准》给出的水资源的定义为“地球表层可供人类利用又可以更新的气态、液态或固态的水。通常指较长时间内保持动态平衡，可通过工程措施供人类利用，可以恢复和更新的淡水”。

水资源作为一种动态资源，一般以一年内可以恢复和更新的水量来表示。地球上水资源的数量常用全球水循环可以不断获得更新补充的淡水来表示，这个量的多年平均值即是自然界水循环中平均每年由海洋向大陆净输送的水汽量或由大陆（包括由地表和地下）注入海洋的河川径流量，其水量为 47 万亿 m^3 ，这个量是地球上的河流水的静态储量 2.12 万亿 m^3 的 22 倍，也就是说，河川径流平均每 16d 恢复更新一次。

二、水资源的特点

水资源不同于土地资源和矿产资源，有其独特的特点，只有充分认识它的特点，才能合理、有效地利用。概括起来，水资源具有如下特点。

1. 水利和水害的两重性

众所周知，江河水流既能为国民经济建设服务，也会带来洪水、旱涝等自然灾害；对水资源开发利用不当，也会造成人为灾害，如垮坝事故、土壤次生盐渍化、水体污染、海水入侵和地面沉降等。因此，水资源开发利用，应达到兴利、防害的双重目的。

2. 循环性和有限性

由于水循环，使得地表水和地下水不断得到大气降水的补给，适度开发利用后可以恢复和更新，使水资源成为可再生性资源。但是，在一定时段内各种水体的补给量是不同的和有限的，因此那种认为水资源是取之不尽、用之不竭的资源是错误的。为了可持续发展，多年平均利用量不应超过多年平均补给量。

3. 时空分布不均匀性

水资源在时间上年际年内变化大，地区分布上也很不均匀。时间分布的不均匀性，表现为有时暴雨倾盆，江河横溢；有时干旱少雨，河流干涸。地区分布的不均匀性，表现为降水多的地区，淡水资源比较充足；反之，淡水资源则很贫乏。这一特点给开发利用带来许多困难。

4. 用途广泛性和不可替代性

在国计民生中，水资源的用途十分广泛，万物生存、各行各业都离不开水。水不仅用于农业灌溉、工业生产和城乡生活，而且还用于水力发电、航运、水产养殖、旅游娱乐等。许多用途，如生活用水、工业用水、灌溉用水等具有不可替代性，因此使得这些用途又具有较强的竞争性。随着人们生活水平的提高、国民经济和社会的发展，用水量不断增加是必然趋势，不少地区出现了水资源不足的紧张局面，水资源短缺问题已成为当今世界面临的重大难题之一。

三、我国水资源的主要特点

我国由于人口众多，疆域辽阔，地处中低纬度、海陆位置以及季风气候的降水等特点，使我国水资源具有以下主要特点。

1. 人均、亩均水资源量少

我国水资源总量约为 2.8 亿 m^3 ，居世界第六位，但我国人口众多，按 1997 年人口统



计,我国人均水资源量为 2220m^3 , 约为世界人均水量的 $1/4$ 。我国单位耕地面积上的水资源量也较少, 约为世界水量的 $2/3$ 。水资源短缺已成为制约我国经济社会发展的主要因素。

2. 地区分布十分不均匀

我国水资源的地区分布由东南向西北递减, 且与人口、耕地的分布不相适应。黄河、淮河、海河三流域耕地面积占 39% , 人口占 35% , GDP 占 32% , 而水资源量仅占 7.7% , 人均约 500m^3 , 约为全国人均值的 $1/4$, 是我国水资源最为紧张的地区。长江流域耕地面积占全国的 24% , 人口占 34% , GDP 占 33% , 水资源量占 34% , 人均水资源量约 2289m^3 。而西南诸河流域耕地面积仅占全国的 1.8% , 人口占 1.6% , GDP 占 0.7% , 但水资源量却占 21% , 人均水资源量约 29427m^3 , 是我国水资源最为丰富的地区。

3. 年际和年内变化大, 水旱灾害频繁

我国大部分地区降水量的年际和年内变化很大, 而且干旱地区的变化一般大于湿润地区。南部地区最大年降水量一般是最小年降水量的 $2\sim 4$ 倍; 北部地区一般是 $3\sim 6$ 倍。全国大部分地区连续最大四个月降水量占全年降水量的 70% 左右。南部地区最大年径流量一般为最小年径流量的 $2\sim 5$ 倍; 北部地区一般是 $3\sim 8$ 倍, 但有些河流可达十几倍。由于年内降雨集中, 使得我国水资源量中, 大约有 $2/3$ 左右是洪水径流量。降水量和径流量在年际和年内间的剧烈变化, 是水旱灾害频繁的根本原因。据 $1950\sim 1990$ 年统计, 全国平均每年受水灾面积约 800 万 hm^2 , 受旱面积约 2000 万 hm^2 。如 1954 年、 1998 年长江大洪水, 1998 年松花江大洪水, 1954 年、 2007 年淮河大洪水; $1959\sim 1961$ 年连续 3 年全国范围的严重干旱, 都给当时的工农业生产、人民生活 and 国民经济发展带来困难。同时, 水资源年际和年内变化大的特点, 增加了水资源开发利用难度。

此外, 我国水资源还存在污染比较严重, 水土流失、河流泥沙含量大、造成泥沙淤积等问题。这些对水资源开发利用均是不利的, 前者加剧了供需矛盾, 后者加重了江河防汛的困难。

四、水资源的开发利用

上述水资源特点和问题, 使得天然来水过程, 往往与国民经济的需水过程不相适应而出现矛盾以至发生水旱灾害, 必须通过对水资源的开发利用加以解决与治理。即通过各种措施对水资源加以控制、调节、保护和管理以及流域间、地区间调配, 以满足国民经济用水需要。

水资源开发利用措施有工程性的和非工程的。工程性措施通过蓄水、引水、提水、调水、挡水、排水等兴利、防洪、排涝水利工程, 对天然水资源进行时空再分配, 以解决水资源供需之间的矛盾和治理水旱灾害。非工程措施包括制定各种有关水资源开发利用、保护管理及防洪等法规, 推行节水措施, 植树造林、调整作物布局与耕作制度, 实行洪泛区管理, 推行防洪保险, 加强洪水预报与警报工作等。

随着时代发展, 我国水资源开发利用和治水方略从工程水利向资源水利转变; 从传统水利向可持续发展水利转变; 从控制洪水向管理洪水转变。资源水利是指把水资源与国民经济和社会发展紧密联系起来, 进行综合开发、科学管理, 具体概括为水资源



的开发、利用、治理、配置、节约、保护六个方面。水资源可持续发展是指水资源供求长期处于良性循环,不致造成可利用水量日益减少或水体水质下降丧失使用价值。洪水管理是指人类按可持续发展原则,以协调人与洪水的关系为目的,理性规范洪水调控行为与增强自适应能力等一系列活动的总称。既要适度控制洪水,改造自然,又要主动适应洪水,与自然和谐相处,给洪水留有足够的空间和出路。这些新的理念,绝不意味着从工程措施转向非工程措施,忽视工程措施,而是两者的有机结合,是通过综合运用非工程措施,使工程措施的建设与调度运用,更有利于人类与自然和谐共处。在未来 20 年,是我国大规模基础设施建设的黄金时期,工程体系建设在我国水资源开发利用中,仍将占据主导地位。

我国水资源开发利用至今已有 5000 多年历史。古老的都江堰和京杭大运河铭记着我国水利史上的辉煌。新中国成立后,党和政府领导全国人民进行大规模的水利建设,取得了举世瞩目的成就。据 2005 年水利统计公报数据,截止 2005 年底,全国水库已从 20 多座增加到 85108 座,总库容 5624 亿 m^3 ;农田有效灌溉面积从 1600 万 hm^2 扩大到 5656.2 万 hm^2 ;水土流失综合治理面积 94.7 万 km^2 ;已建成江河堤防 27.75 万 km ,初步控制了大江大河常遇洪水;水电装机 1.1 亿 kW。目前三峡工程的建成运营、正在建设中的南水北调工程则展示了我国现代水利建设的更加宏伟的篇章。然而,由于水资源年际年内变化剧烈这一自然特性决定了水旱灾害将是长期威胁我国经济稳定发展的主要自然灾害。兴修水利、治理江河,抗干旱、防洪涝将始终是我国人民的一项艰巨任务。

第二节 工程水文及水利计算的内容、任务和作用

一、工程水文及水利计算的研究内容

实施水资源开发利用的各种措施(包括工程与非工程措施),都必须是在充分研究水体的变化规律的基础上制定和实施的。

水文学是研究自然界中水的分布、运动和变化规律,以及水与环境的相互作用等规律的一门科学。它属于自然科学中地球物理科学的分支。按其研究的水体不同,水文学可划分为水文学气象学、河流水文学、湖泊水文学、沼泽水文学、冰川水文学、河口水文学、海洋水文学和地下水水文学等。河流与人类的关系最为密切,河流水文学发展最快。按其研究内容不同,分为水文测验、水文预报、水文计算等许多分支学科,它们研究的主要内容分别是:

水文测验——通过适当的水文观测手段,准确及时地测量各种水文要素,并对观测资料进行整编,为防汛抗旱、水源保护等提供情报,为水利工程规划设计和管理运用等提供资料;

水文预报——在研究水文规律的基础上,预报未来(几小时或几天)实时的水文情势(指水文要素在时空变化的态势和趋势),为防汛抗旱服务;

水文计算——研究天然水体的变化规律,预估(概率预估)未来长时期内(几十年到百年以上)可能出现的水文情势,为水资源开发利用措施的规划、设计、施工和运用提供



水文数据。

工程水文学是为水资源开发利用工程（或称为水利水电工程，下同）和其他有关工程的规划、设计、施工、管理、运用提供水文依据的学科。它研究与工程（指与自然界水体有关的工程，下同）的规划、设计、施工、管理、运用中有关的水文问题，既属于自然科学范畴，又属于工程技术科学的范畴。其内容包括河川径流、水文测验、水文统计等基本知识和水文计算等。其中水文计算是工程水文学的核心内容。

水利计算是指水资源开发和治理中，对江河等水体的径流情况、用水需求、径流调节方式、技术经济论证等问题进行的分析和计算，以便对水利工程的规模及其工作情况，作出经济合理的决策。

综上所述，工程水文及水利计算是结合工程建设的需要，综合多门学科，逐渐形成和发展的一门应用技术。它不受水体所处位置的限制，但主要是研究陆地上的水体，尤其是河流水体。工程水文及水利计算的应用范围很广，除为水利、水电建设服务外，还为林业、城乡建设、航运、铁路、公路交通等部门的工程建设服务。

二、工程水文及水利计算的任务和作用

对于每一项水利水电工程的实施，都可以划分为规划设计、施工、管理运用三个阶段。每一个阶段都需要进行水文水利计算。而每个阶段水文水利计算的任务有所不同。

(1) 在规划设计阶段，水利水电工程主要是通过对比不同方案的投资和效益，选定最优方案。此阶段工程水文的任务是为工程规划设计提供设计水文数据，包括设计水文特征值及水文过程等，如设计年平均流量及设计年径流、设计洪峰流量及设计洪水、输沙量等。水利计算的任务是根据设计水文数据，通过调节计算、经济论证、环境效应分析等环节，合理地确定工程枢纽参数（如正常蓄水位、设计洪水位等）、工程规模（如坝顶高程、溢洪道尺寸、引水渠道尺寸等）、工程效益（供水量、灌溉面积、发电量等）等。显然，水文计算的设计水文数据不合理，则会导致水利计算成果不合理。工程规模定得过大，将会造成投资上的浪费；定得过低又会使水利资源不能得到充分的利用，造成资源浪费，或需水量得不到保证，影响社会经济发展。对于防洪措施，还可能造成工程失事，甚至给人民的生命财产带来巨大损失。

(2) 在施工阶段，工程水文及水利计算的任务是提供施工期的设计洪水，合理确定施工期需修建的临时性水工建筑物，如围堰、导流隧洞等的规模和尺寸。显然，施工期设计洪水的大小关系到施工建筑物的造价与安全。

在编制施工详图阶段，水利计算的任务一般是拟订枢纽运行计划，主要是编制枢纽初期运转调度图。另外；随着枢纽主体工程——大坝的逐步完成，还需研究水库的初期充蓄问题。

(3) 在管理运用阶段，需要编制工程调度运用方案，以充分发挥现有工程的效益。例如，对于具有兴利防洪任务的水库，需要编制汛期防洪调度方案，以便在工程安全度汛的前提下，更有效地减轻下游洪水灾害以及多蓄水兴利。在工程建成以后，流域自然情况有所变化，随着观测资料的增多，有时还要复核和修改设计阶段的水文水利计算成果。必要时需对工程进行改建。譬如，有的工程因原设计标准偏低，不得不在建成后再扩建溢洪道或加固工程；有的工程因供水目标发生变化，需要重新进行水文水利计算，并研究运行



方案。

总之，工程水文及水利计算是每一项水利水电工程在规划设计、施工、管理运用中的一个经常需要的重要环节，是实现水利工程措施的有机组成部分。兴建并管好各种水利工程，都必须应用水文水利计算的原理和方法，以及其他有关的水文知识。本课程的知识既是学习后续职业技术课程的基础，又是水利、水资源领域实际工作中经常应用的知识，因此学好该课程对后续课程的学习以及今后从事水利工作具有重要的意义。

三、工程水文及水利计算内容组成与逻辑关系

工程水文及水利计算这门学科的研究范围很广、内容丰富，并且还在不断发展中，有些问题尚需进一步探索。本教材针对生产实际中常用的内容进行编写，第一章至第七章为工程水文部分；第八章至第十一章为水利计算部分。内容组成与逻辑关系见图 1。

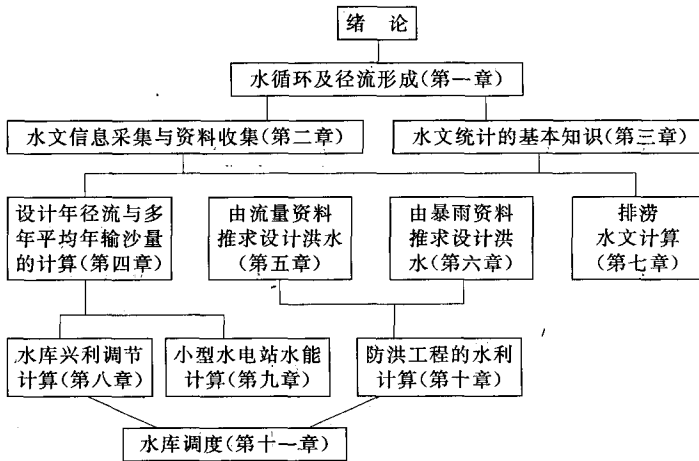


图 1 工程水文及水利计算内容组成与逻辑关系

第三节 工程水文及水利计算的研究方法

一、水文现象的基本规律

水文现象，即水文要素在时空上的变化现象，一方面受气候因素的影响，另一方面受下垫面即地理特征和河系特征，如地形、地貌、水文地质、土壤、植被等因素的影响以及人类活动的影响，情况十分复杂。其基本规律可以归纳为下列几个方面。

1. 确定性与随机性

确定性即必然性。水文现象的确定性规律一方面表现为各种水文要素或现象之间存在必然性联系，例如，暴雨与洪水的必然联系；另一方面表现为水文现象的变化具有以年为周期的汛、枯交替。

随机性则突出表现为水文现象的变化过程每年不会重复。例如河流某一年的流量变化过程，实际上不会和另一年的完全一样；每年的最大与最小流量的具体数值、发生时间是随机的。



2. 相似性与特殊性

相似性也称为地区性。不同流域所处的地理位置如果相近,气候与地理条件也相似,那么,由相类似的气候及地理条件综合影响而产生的水文现象,在一定程度上就具有相似性。例如,在湿润地区的河流,其水量丰富,年内分配相对均匀;而在干旱地区的大多数河流,则水量不足,年内分配不均匀。又如,同一地区的不同河流,其汛期与枯水期都十分相近,径流变化过程也都十分相似。

特殊性指相邻流域所处的地理位置与气候因素虽然相似,但由于地形、地质等条件的差异,从而会产生不同的水文变化规律。例如,在同一地区,山区河流与平原河流,其洪水运动规律就各不相同;地下水丰富的河流与地下水贫乏的河流,其枯水水文动态就有很大的差异。事实上,任一河流都有它独特的水文变化规律。因此水文现象的相似性是相对的,特殊性则是绝对的。

二、水文计算的主要研究方法

由上述水文现象的特点决定了对水文现象的研究,必须以实测的观测资料或实验资料为依据。前已叙及,水文计算的任务是预估未来长时期内(几十年到百年以上)可能出现的水文情势,其任务之一是推求设计水文特征值。根据实测资料的多少以及不同问题,水文计算的主要研究方法有成因分析法、数理统计法、地理综合法三类。

1. 成因分析法

根据水文观测资料或实验资料,从物理成因出发,研究某一水文要素与其主要影响因素之间的定量关系。这样,就可根据当前影响因素的状况,确定或预测该水文要素未来的数值。这种解决问题的方法称为成因分析法。例如,研究洪水问题的途径之一是由暴雨推求洪水,在研究洪水与暴雨之间的必然联系时,通常采用成因分析法。

2. 数理统计法

在具有充分的实测资料情况下,现行水文计算方法主要采用数理统计法研究水文特征值的统计规律,进而求得设计水文特征值。当实测资料较短时,若能设法延长资料,同样可采用数理统计法。

3. 地理综合法

基于水文现象的相似性规律,可以利用具有充分实测资料地点的水文分析成果,建立水文特征值的地区性经验公式、绘制水文特征值或其参数的等值线图,这些统称为区域水文分析成果。在缺乏实测资料情况下或具有短期资料而无法插补延长时,采用区域水文分析成果解决设计水文特征值的推求问题,这就是地理综合法。

在解决实际问题时,以上三类方法常常同时使用,它们应该是相辅相成、互为补充的。应根据工程所在地的地区特点,以及可能收集到的资料情况,采用合适的方法。并遵循“多种方法,综合分析,合理选定”的原则,以便为工程规划设计提供可靠的水文依据。

在本课程学习过程中注意领会上述各种方法,对课程内容的理解与掌握将大有裨益。

三、水利计算的主要研究方法

水利计算的主要研究方法是采用基于水量平衡原理的调节计算方法。按照研究的对象



和特点, 调节计算可分为兴利调节(指调节水量)、洪水调节、水能调节(既调节水量, 又调节水头)。通过对工程的不同方案调节计算, 研究工程规模与效益之间的关系, 为合理确定工程规模、效益提供依据。因此, 调节计算方法是水利计算的核心内容, 掌握调节计算方法是学习水利计算的关键。

思 考 题

1. 如何理解水资源的定义? 水资源有哪些特点?
2. 我国水资源有哪些特点? 这些特点对开发利用有何影响?
3. 水资源开发利用措施有哪些?
4. 工程水文及水利计算研究的内容是什么? 它在水利工程规划设计、施工、管理运用的各个阶段的任务和作用是什么?
5. 水文计算的主要研究方法有哪些? 依据是什么? 水利计算的主要研究方法是什么?
6. 如何理解资源水利、水资源可持续发展、洪水管理等概念?