

高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·港口航道与海岸工程

工程水文学

(第四版)

主编 邱大洪 [大连理工大学]

主审 薛鸿超 [河海大学]



人民交通出版社
China Communications Press

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

Gongcheng Shuiwenxue

工程水文学

(第四版)

(港口航道与海岸工程专业)

主 编 邱大洪[大连理工大学]

主 审 薛鸿超[河海大学]

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为高等学校水利学科港口航道与海岸工程专业规范核心课程教材。全书共分八章,内容包括:水循环,河川水文基础知识,河川水文测验,水文统计基础知识,河道工程设计水位及流量推求,海浪,潮汐,以及近岸海流等。

本书为高等学校港口航道与海岸工程专业本科生教材,亦可供本专业研究生、工程技术人员及相近专业的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程水文学/邱大洪主编. —4版. —北京:人民交通出版社, 2011.7
ISBN 978-7-114-09149-0

I. ①工… II. ①邱… III. ①工程水文学—高等学校—教材 IV. ①TV12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 096825 号

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

书 名: 工程水文学 (第四版)

著 作 者: 邱大洪

责任编辑: 钱悦良

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18.5

字 数: 432 千

版 次: 2011 年 7 月 第 4 版

印 次: 2011 年 7 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09149-0

印 数: 0001—2000 册

定 价: 46.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

高等学校水利学科专业核心课程教材 编审委员会名单

主任委员

张长宽(河海大学)

副主任委员

陈 楚(水利部人才资源开发中心)	王国仪(中国水利水电出版社)
彭建民(中国水利教育协会)	余锡平(清华大学)
谈广鸣(武汉大学)	姜 峰(大连理工大学)
练继建(天津大学)	陈建康(四川大学)
周孝德(西安理工大学)	李建林(三峡大学)
刘 超(扬州大学)	刘汉东(华北水利水电学院)

秘 书 长

吴胜兴(河海大学)

委 员

刘建明(水利部黄河水利委员会)	董雅平(水利部长江水利委员会)
任立良(河海大学)	梅亚东(武汉大学)
袁 鹏(四川大学)	吴吉春(南京大学)
唐洪武(河海大学)	马震岳(大连理工大学)
胡志根(武汉大学)	郑金海(河海大学)
王元战(天津大学)	康海贵(大连理工大学)
黄介生(武汉大学)	张展羽(河海大学)
杨培岭(中国农业大学)	蔡焕杰(西北农林科技大学)
王志锋(南昌工程学院)	

港口航道与海岸工程专业教材 编审分委员会名单

主任委员

郑金海(河海大学)

副主任委员

王元战(天津大学)

康海贵(大连理工大学)

秘书长

冯卫兵(河海大学)

委员(排名不分先后)

许锡宾(重庆交通大学)

刘晓平(长沙理工大学)

张小峰(武汉大学)

刘月琴(华南理工大学)

陈一梅(东南大学)

张洪雨(哈尔滨工程大学)

李华军(中国海洋大学)

刘曙光(同济大学)

孙东坡(华北水利水电学院)

孙志林(浙江大学)

王志东(江苏科技大学)

喻国良(上海交通大学)

陈子桑(中山大学)

陈刚(西安理工大学)

序

随着我国水利事业与高等教育事业的快速发展以及教育教学改革的不断深入,水利高等教育也得到很大的发展与提高。与 20 世纪末相比,水利学科专业的办学点增加了将近 1 倍,每年的招生人数增加了将近 2 倍。通过专业目录调整与面向新世纪的教育教学改革,在水利学科专业的适应面有很大拓宽的同时,水利学科专业的建设也面临着新形势与新任务。

在教育部高教司的领导与组织下,从 2003 年到 2005 年,各学科教学指导委员会开展了本学科专业发展战略研究与制订专业规范的工作。在水利部人教司的支持下,水利学科教学指导委员会也组织课题组于 2005 年年底完成了相关的研究工作,制定了水文与水资源工程,水利水电工程,港口航道与海岸工程以及农业水利工程四个专业规范。这些专业规范较好地总结与体现了近些年来水利学科专业教育教学改革的成果,并能较好地适应不同地区、不同类型高校举办水利学科专业的共性需求与个性特色。为了便于各类港口航道与海岸工程专业学校参照专业规范组织教学,考虑到港口航道与海岸工程专业的特殊性和历史延续性,经水利学科教学指导委员会研究决定,由港口航道与海岸工程专业教学指导分委员会与人民交通出版社共同策划,组织编写出版港口航道与海岸工程专业“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

核心课程是指该课程所包括的专业教育知识单元和知识点,是本专业的每个学生都必须学习、掌握的,或在一组课程中必须选择几门课程学习、掌握的,因而,核心课程教材质量对于保证水利学科各专业的教学质量具有重要的意义。为此,我们不仅提出了坚持“质量第一”的原则,还通过专业教学讨论、提出,专家咨询组审议、遴选,相关院、系认定等步骤,对核心课程教材选题及其主编、主审和教材编写大纲进行了严格把关。为了把本套教材组织好、编著好、出版好、使用好,我们还成立了高等学校水利学科专业规范核心课程教材编审委员会以及各专业教材编审分委员会,对教材编纂与使用的全过程进行组织、把关和监督。充分依靠各学科专家发挥咨询、评审、决策等作用。

本套教材第一批共规划港口航道与海岸工程专业 11 种,计划在 2010 年年底之前全部出齐。尽管已有许多人为本套教材作出了许多努力,付出了许多心血,但是,由于专业规范还在修订完善之中,参照专业规范组织教学还需要通过实践不断总结提高,加之,在新形势下如何组织好教材建设还缺乏经验,因此,这套教材一定会有各种不足与缺点,恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见。本套教材还将出版配套的立体化教材,以利于教、便于学,更希望师生们对此提出建议。

高等学校水利学科教学指导委员会
港口航道与海岸工程专业教学指导分委员会
人民交通出版社
2008 年 7 月

前 言

本书是在 1999 年出版的第三版《工程水文学》课程教材的基础上,由高等学校水利学科教学指导委员会港口航道与海岸工程专业教学指导分委员会与人民交通出版社共同策划,组织编写出版的港口航道与海岸工程专业“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

本书作者长期从事港口航道与海岸工程专业的教学和研究工作,深刻理解学习和掌握好工程水文学方面的知识对港口、航道与海岸工程建设管理的重要性。因此,本书在内容上注重基础理论和基本概念,同时注重理论联系实际。其最大的特点就是,与现行的《海港水文规范》相接轨,指导工程实际应用;注重在不同情况下(具有长期资料、短期资料以及实测水文资料缺乏)各种水文要素设计值的推求原理与方法。

本书内容编排主要包括两大部分,河川水文学和海岸水文学。河川水文学主要包括河川水文基础知识、河川水文测验、水文统计基础知识、河道工程设计水位及流量推求;海岸水文学主要讲解海浪、潮汐、近岸海流等方面的基础知识与设计值的推求方法。在本书修订过程中,主要进行了以下几方面的修改:(1)更新水文、水资源数据;(2)为适应海洋测量方法与技术的迅速发展,增加了对潮位、潮流测量新方法的介绍。(3)在第八章,近岸海流增加了潮流的调和分析部分。

本书由大连理工大学邱大洪主编、河海大学薛鸿超主审。各章编写人都来自大连理工大学:第一、七、八章康海贵;第二~五章王本德;第六章孙大鹏。

本教材的编写得到了大连理工大学 2011 年教材建设出版基金项目的资助,在此表示感谢。

作 者

2011 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 水文循环	1
第二节 河川和海洋资源	3
第三节 水文学	5
第四节 水文学的研究方法	6
第二章 河川水文基础知识	8
第一节 河流和流域	8
第二节 径流形成过程及其主要影响因素	12
第三节 河川水文情势	15
第三章 河川水文测验	18
第一节 水文测站	18
第二节 水位观测	19
第三节 流量测验	23
第四节 水位~流量关系曲线	31
第四章 水文统计基础知识	37
第一节 随机变量及其概率分布	37
第二节 统计参数的估计	49
第三节 水文频率计算求矩适线法	53
第四节 相关分析	61
第五章 河道工程设计水位及流量推求	71
第一节 设计洪水	71
第二节 设计通航水位与设计流量推求	76
第六章 海浪	85
第一节 海浪要素和分类	85
第二节 风况基础知识	88
第三节 海浪观测	101
第四节 海浪要素统计规律	107
第五节 海浪谱基础知识	122
第六节 根据海浪观测推算设计波浪	132
第七节 根据气象资料推算风浪尺度	156
第八节 波浪浅水变形	182
第七章 潮汐	214

第一节	潮汐现象及其成因·····	214
第二节	潮位观测与潮汐预报·····	225
第三节	海岸工程设计潮位推算·····	232
第四节	风暴潮·····	243
第八章	近岸海流·····	251
第一节	近岸海流系统及其生成原因·····	251
第二节	海流观测与资料分析·····	256
附录	·····	262
附表 1	$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$ 表 ·····	262
附表 2	皮尔逊 III 型累积频率曲线的离均系数 Φ_p 值表·····	264
附表 3	皮尔逊 III 型累积频率曲线的模比系数 k_p 值表 ·····	268
附表 4	第 I 型极值分布律的 λ_{pn} 值表 ·····	275
附表 5	泊松—耿贝尔复合极值分布 β 值表 ·····	277
附表 6	正态概率积分表 ·····	279
附表 7	二项—对数正态复合极值分布的 x_R 值表 ·····	281
附表 8	浅水波高、波速和波长与相对水深的关系表 ·····	282
参考文献	·····	284

第一章 绪 论

第一节 水文循环

地球上遍布着水,其准确数量较难估计,特别是海洋水量和地下潜存的水量。根据联合国2009年《世界水资源发展报告》统计数据,地球上共有积蓄水约13.86亿 km^3 ,其中海洋水约13.38亿 km^3 ,占96.5%,陆地水约4798万 km^3 ,占不足3.5%,大气水约1.3万 km^3 ,只占近0.001%。陆地水中,数量最大的是冰盖和冰川积蓄的水量,有2436万 km^3 ,占陆地水的50.8%,其中80%位于南极地区。可供人类直接利用的河流和淡水湖泊水量仅9.31万 km^3 ,而地下淡水量有1053万 km^3 ,为河流和淡水湖泊水量的113倍。

存在于海洋中的水,在太阳辐射下,从其表面蒸发至大气中形成水蒸气,随着移动的气团运动,在适宜的条件下,凝结成雨云,形成雨、雪或冰雹降落到地面或海洋中。落到地面的水体,受到地心引力的作用,相当部分经过地面和表土层汇集入河流,形成地面径流;部分渗入地面以下,除少量可暂时存留在落点附近的土壤中,经蒸发和植物散发仍将返还大气外,仍将在地下继续流动汇集至水分饱和的地下水层中,形成地下径流,也称为地下水。大量地面径流和地下径流经河川流入海洋,组成地球上的部分水体从海洋到大气再回到海洋的循环运动,这部分水体称为流动水,而这种复杂的水循环体系则称为水文循环,见图1-1。太阳是循环的总能源,而太阳辐射和地心引力则是运动的动力,循环的源与汇都是海洋。

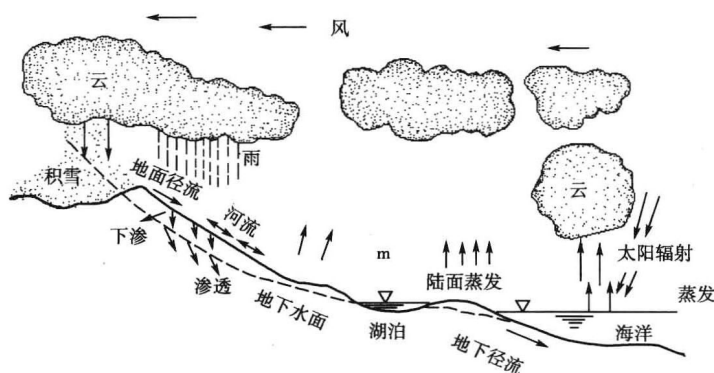


图 1-1 水文循环示意图

实际上,地球上水的循环远比上述过程复杂得多:一是,上述大循环还可以包含许多小循环,例如,从陆地上蒸发的水蒸气凝结成降水后仍回落到地面上,形成的地下径流汇入湖泊或河川后也会有蒸发—降水过程。二是,循环的强度、频率因地理纬度和气候情况而不同,在局



部地区的干旱时期,循环似乎处于停止状态,而洪涝时期,循环的强度和频率又显著增大。

从较长时期来看,地球上的水循环是处于相对平衡状态的。例如,海洋多年的平均水面高程基本上变化甚微,大陆上的总水量也趋于不变,只是不同年份之间有一定差别,因此可以假设,自然界水的总量是一个常值。

对于地球而言,可以写成两个等式:

$$\text{海洋方面} \quad Z_{oc} = X_{oc} + Y \quad (1-1)$$

$$\text{陆地方面} \quad Z_{con} = X_{con} - Y \quad (1-2)$$

式中: Z_{oc} 、 Z_{con} —— 海洋与陆地多年平均蒸发量;

X_{oc} 、 X_{con} —— 海洋与陆地多年平均降水量;

Y —— 多年平均入海径流量。

合并以上两式得

$$Z_{oc} + Z_{con} = X_{oc} + X_{con} \quad (1-3)$$

此式说明,就多年平均而论,地球上的总蒸发量等于地球上的降水量。具体地说, Z_{oc} 为 $4.25 \times 10^5 \text{ km}^3$, Z_{con} 为 $0.71 \times 10^5 \text{ km}^3$, X_{oc} 为 $3.85 \times 10^5 \text{ km}^3$, X_{con} 为 $1.11 \times 10^5 \text{ km}^3$, 而流入海洋的多年平均径流量 Y 为 $0.397 \times 10^5 \text{ km}^3$ 。

对于一个闭合流域(即地面分水界与地下分水界相重合的流域),1 年中的水量平衡方程式可写为

$$X + U_1 = Y + Z + U_2 \quad (1-4)$$

式中: X —— 年降水量;

Z —— 年蒸发量;

Y —— 年径流量;

U_1 、 U_2 —— 该流域年初和年终的蓄水量。

应用上式,在 n 年中流域内各年的水量平衡方程式可写为

$$\begin{aligned} U_0 + X_1 &= Y_1 + Z_1 + U_1 \\ U_1 + X_2 &= Y_2 + Z_2 + U_2 \\ &\dots\dots \end{aligned} \quad (1-5)$$

$$U_{n-1} + X_n = Y_n + Z_n + U_n$$

以上各式中, U_0 为第 1 年开始时流域的蓄水量, U_1 为第 1 年末和第 2 年初流域的蓄水量, 其余类推, U_n 为第 n 年末流域蓄水量, X_n 、 Y_n 、 Z_n ($n = 1, 2, \dots, n$) 分别为第 n 年流域的年降水量、年径流量和年蒸发量。

把以上各式相加,可得流域 n 年的水量平衡方程如下

$$U_0 + \sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n Y_i + \sum_{i=1}^n Z_i + U_n \quad (1-6)$$

如令: $X_0 = (\sum_{i=1}^n X_i)/n$ —— 流域多年平均降水量;

$Y_0 = (\sum_{i=1}^n Y_i)/n$ —— 流域多年平均径流量;

$Z_0 = (\sum_{i=1}^n Z_i)/n$ —— 流域多年平均蒸发量。

则多年的水量平衡方程可写为

$$X_0 = Y_0 + Z_0 + \frac{U_n - U_0}{n} \quad (1-7)$$

在多年平均的情况下,流域蓄水量的变化项 $(U_n - U_0)/n$ 甚小,可忽略不计,则闭合流域的最后的多年平均水量平衡方程可写为

$$X_0 = Y_0 + Z_0 \quad (1-8)$$

上式表明,对于一个闭合流域,多年(长期)的平均降水量同多年的平均径流量和蒸发量的关系处于一个平衡状态,这种水量平衡实质上是质量守恒原理的一种表现形式,水量平衡方程可广泛地应用于任何隔离水体,在水文分析计算中是一个有力的工具。

以上分析表明,在一个闭合流域内,运动的水量既然保持平衡,则该流域内的蓄水量,如单就自然元素而言,虽然会有年变化,但就长期而言,在多年内可基本保持不变。但是,由于人为因素,如过度地开采地下水,将会导致流域特性的改变从而打破其原有的平衡状态。

第二节 河川和海洋资源

在第一节的分析中可以看到,就全球的水循环而言,海洋上的蒸发量大于海洋上的降水量,而陆地上的蒸发量小于陆地上的降水量,从而形成了从陆地向海洋的径流量,这个径流量中的绝大部分是通过河流流入海洋的,就多年平均而言,它们之间是平衡的。

就一个闭合流域而言,其多年平均的降水量、径流量和蒸发量也保持相对平衡,这样可以在每一个流域中保持着一定的蓄水量。这些陆地上的动态水和静态水都是人类赖以生存的重要资源。

根据《2009 年中国统计年鉴》数据,到 2009 年止我国多年平均年径流总量为 26377.0 亿 m^3 ,多年平均地下水资源量为 8122.0 亿 m^3 ,扣除两者之间重复计算的水量 7064.7 亿 m^3 后,全国多年平均年水资源总量为 27434.3 亿 m^3 。世界各国都把河川的年径流总量作为反映水资源数量的特征,我国的多年平均径流总量居世界第六位,因此,从世界范围看,我国的河川年径流总量还是比较丰富的。但由于我国人口众多,人均年占有径流量仅为 2071.1 m^3 ,为世界人均量的 1/4。由此可见,一方面,就人均占有量而言,我国仍然是一个水资源短缺的国家。另一方面,我国的水土资源组合也很不平衡,全国约有 45% 的国土位于降水量小于 400mm 的干旱少水地带。长江流域和长江以南地区径流量占全国总径流量的 83.4%,但国土面积只占全国的 36.5%,耕地面积约占全国的 38%,黄河、淮河、海河三大流域总径流量只占全国的 6.2%,国土面积占全国的 15.1%,而耕地面积却占全国的 40%。此外,我国水资源在时间分布上变化也很大,年际和年内分配都很不均匀,最大与最小年径流量的比值,长江以南的中等河流在 5 以下,北方河流都在 10 以上。连续 4 个月径流量占年径流量的比例,长江以南及云贵高原以东地区为 60% 左右,多出现在每年的 4~7 月;长江以北为 80% 以上,海河平原高达 90%,多出现在 6~9 月;西南地区为 60%~70%,出现于 6~9 月或 7~10 月。我国水资源在南北空间分布上和年际、年内的时间分布上的极不均匀现象都是造成我国水旱灾害和农业生产不稳定的自然因素,这些特点给水资源



源的利用带来许多特殊问题。

我国地形极为复杂,西南地区的青藏高原有世界屋脊之称,是世界上最高的地区,此处产生的许多自西向东的河流具有较大的落差与水能资源。由国家发改委 2005 年发布的《2005 全国水力资源复查成果报告》,我国水力资源理论蕴藏量年发电量为 60829 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$,平均功率为 69440 万 kW ;可开发装机容量 54164 万 kW ,年发电量 24740 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$;经济可开发装机容量 40180 万 kW ,年发电量 17534 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$,居世界首位,可见我国有着极为丰富的水能资源,但按人口平均计算,则每人年发电量为 1897 $\text{kW} \cdot \text{h}$,仅为当时世界平均的每人年发电量 2723 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的 69.66%。因此也可以说,相对地,我国的水能资源并不十分丰富。

我国是一个海洋大国,海岸线绵延曲折,长达 18000 余公里,沿海岛屿星罗棋布,有许多优良的海湾。渤海是我国的内海,面积约为 7.7 万 km^2 。我国的近海有黄海、东海和南海,管辖海域总面积 300 多万 km^2 ,都是太平洋的边缘海,由此可通向世界各国,是我国富饶的海疆。在我国的海岸带和近海海域内都具有各种丰富的资源。从 1980 年开始,我国进行了大规模的海洋带和海涂资源综合调查,历时 6 年,完成了这一规模巨大的考察工作。其后又进行了全国岛屿资源的调查。我国近海海域还蕴藏着丰富的石油和天然气资源。据 2008 年国土资源部和石油有关部门的估计,海洋石油资源量约为 240 亿 t ,天然气资源量 14 万亿 m^3 。我国的海洋能源也很丰富,海洋能通常指海水中蕴藏的可再生自然能源,主要为潮汐能、波浪能、海流能(潮流能)、海水温差能和盐差能。更广义的海洋能源还包括海洋上空的风能、海洋表面的太阳能以及生物质能等。究其原因,潮汐能和潮流能源于太阳和月亮对地球的引力变化,其他均源于太阳辐射。其中,潮汐能、潮流和波浪为机械能,海水温差为热能,海水盐差为密度能。我国可开发的海洋能资源极为丰富,可开发装机容量为 200 kW 以上的潮汐能源坝址共有 424 处,总装机容量为 2179 万 kW ,年发电量约 624 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$;波浪能理论平均功率为 1285 万 kW ;潮流能 130 个水道的理论平均功率为 1394 万 kW ;我国的温差能资源蕴藏量大,在各类海洋能源中占居首位,主要分布在南海和台湾以东海域,据初步统计,南海温差能资源实际可利用装机容量达 13.21 亿 ~ 14.76 亿 kW ;盐差能为 1.1 亿 kW ,主要集中在各大江河的出海处;近海风能资源是陆上风能资源的 3 倍,预计达到 7.5 亿 kW 。海洋资源的开发,传统的海洋产业如海洋渔业、海洋运输业和海水制盐业等在新中国成立后有了很大的发展;而新兴的海洋产业,如海洋石油、海水资源利用工业和海洋旅游业等也有了很快的发展,至于未来的海洋产业,如海洋能利用、海底锰结核的勘察开发等也有了良好的开端,并进行了卓有成效的工作。

港口航道与海岸工程是为开发海洋运输业服务的。新中国成立以来,在恢复原有港口的基础上,迅速新建和改建了一批港口。特别是改革开放以来,我国港口建设进入了一个新时期。《国民经济和社会发展第十一个五年计划》提出国家积极发展水路运输,完善沿海沿江港口布局,重点建设集装箱、煤炭、进口油气和铁矿石中转运输体系,扩大港口吞吐能力。改善出海航道、提高内河通行条件,建设长江黄金水道和长江三角洲、珠江三角洲高等级航道,推进江海联运。根据《2009 年中国港口年鉴》数据,到 2008 年全国港口完成货物吞吐量 70.22 亿 t ,其中沿海港口完成 44.89 亿 t ,内河港口完成 25.33 亿 t 。10 万吨级以上泊位 142 个,货物吞吐量超过亿吨的港口有 16 个。到 2009 止,全球前十个集装箱大港我国便占有 6 席,我国是世界上港口吞吐量、集装箱吞吐量增长最快的国家。在世界十大集装箱年吞吐量超过千万标箱的

港口中,我国就占据了5席,港口货物吞吐量连续6年居世界第一,上海成为世界第一大港。在我国沿海港口不断发展完善的同时,我国内河航道、港口建设也取得显著增长,内河货运量持续增长,运输船舶大型化、标准化趋势明显。根据2006《全国内河航道与港口布局规划》,我国将建成高等级航道1.9万km(约占全国航道里程的15%),其中三级及以上航道14300km、四级航道4800km,分别占75%和25%。

总之,我国的河川和海洋都蕴藏着丰富的资源,有待于去综合开发和利用。所有这些水资源的开发利用,都需要进行相应的工程建设,包括河川工程和海岸及近海工程,为此需要了解和掌握这些工程环境中各方面的资料,其中水文资料和数据以及各种水文现象的成因和可能变化的预测是在进行工程建设时必须充分了解和掌握的。

第三节 水 文 学

水文学探讨的是地球上各种水体(江、河、湖、海)的存在、循环和分布,化学和物理性质以及它们对环境的影响。水文学是地球物理学的一个分支。

应用于实际工程的水文学称为工程水文学,包括有关控制或利用河川和海洋资源所建造的工程,其规划、设计、施工与运行管理所需要的水文学知识。

工程水文学的应用范围很广:水利水电、交通运输、农业灌溉、城市建设、核能利用、海上油气勘探与开发、渔业生产和环境保护等,都需要各种水文数据和资料作为工程规划、设计、施工与运行管理的依据。

就港口与航道工程专业的工程技术人员而言,必须了解和掌握建设港口和航道所需的各种水文的和自然的原始资料,其中水文资料和数据乃是十分关键的资料。

为了在河流上建设港口与航道,需要了解和掌握的有关河川水文的知识主要有:根据工程建设所在河段的河流水文特性,提供最高洪水位,设计最低通航水位、设计洪水流量等,以作为码头、船闸、引航道、跨越航道建筑物(如桥梁)、航道整治、疏浚等高程设计和渠化枢纽溢洪建筑物尺寸设计的依据;根据所在河段演变的历史状况、水沙运动特点和今后可能发展的趋势,提供有关资料和数据,作为港址选择、航道选线和码头岸线布置的依据;在综合利用水资源时,需要了解有关年径流及其在年内的分配情况,以便协调各用水部门的要求,保证航运的需要;在工程的施工、运行管理中还需要了解洪、枯水预报,以便组织施工和制订运行方案,其中水文预报本身一般是由专门的水文机构发布的。

为了在沿海建港,需要了解和掌握的海岸水文知识主要有:建港所在海岸地段及其附近海域的海浪、潮汐、近岸海流和泥沙运动的历史状况以及今后可能发展的趋势,提供设计海浪要素、各种设计水位、设计海流流速和流向、海岸演变和泥沙运动的趋势和强度等水文资料和数据,作为沿海港址选择、港口总平面布置、航道选线 and 设计、码头和防波堤等建筑物和构筑物设计等的依据。

进行观测、收集、掌握和整理分析本专业所涉及的河川和海岸水文资料,就是本门课程所要解决的主要任务。其内容包括:①水文现象变化规律的研究;②水文资料的测验和收集方法;③水文资料的整理、分析、统计和计算方法。

《工程水文学》课程教材共分八章:第一章绪论,第二章至第五章河川水文,第六章至第八



章海岸水文。教材内容是根据教学要求和教学时数而选定的。需要说明的是:河流、河口及海岸地区的泥沙运动对港口和航道建设来说是一个需要研究的十分重要的问题,也是一种重要的水文现象。但根据 1997 年交通部高等学校港口及航道工程教学指导委员会的商定,有关这部分知识将在本专业的另外两门课程《河流动力学》和《海岸动力学》中讲授,因此本教材中不涉及这方面的内容。此外,有关水资源综合利用及其相应的水文知识也将在本专业或相近专业的其他课程中讲授,本教材中也未列入这方面的内容。

本教材第一章绪论,主要介绍水文循环的基本概念,我国河川和海洋资源概况,《工程水文学》课程的基本内容以及水文学研究方法的特点。第二章河川水文的基础知识,主要讲述河流和流域的特征,径流形成过程及其主要影响因素,以及河川水文情势的基本概念。第三章讲述河川水文测验的基本方法,资料的整理和分析。第四章水文统计基础知识,主要讲述有关水文资料,作为一种随机变量,如何进行统计和分析,以便得出可供工程应用的水文频率计算和进行相关分析的方法。第五章讲述推求设计洪水、设计通航水位和设计流量的方法。第六章海浪,主要讲述海浪结构的特征,其要素的统计规律及有关海浪谱的基础知识,重点在如何根据观测资料来推断工程设计所需要的海浪尺度,以及深水波浪进入浅水后的变化。第七章潮汐,主要讲述潮位的变化规律,对其变化进行量的统计和推求,并简单地介绍风暴潮的成因和推算方法。第八章扼要讲述近岸海流的基础知识及其观测分析方法。

第四节 水文学的研究方法

水文现象是一种物理现象。水文现象及其影响因素之间存在着一定的确定性关系,可以用数学物理方法来研究水文问题。这种方法在水文学中称为成因方法,这是本专业技术人员在学习物理学和力学等课程中常用的和熟悉的方法。

但是,水文现象是一个在各种因素综合作用下不断变化的过程,而各种因素的出现和组合都存在着一定的偶然性,如果全凭成因方法去研究它,往往无法用严格的数学物理方法得到确定的结果,这种带有偶然性的水文现象,在水文学中称为随机现象。

此外,人们对于这种水文随机现象的了解总是存在着时间上和空间上的局限性,而且我们的任务不仅是要从它的历史发展过程中去发现它变化的规律性,更重要的是要推断其未来可能的发展进程,以便给工程建设提供可靠的科学依据。例如,河流的最高洪水位就是一个非常复杂的水文现象,它受到河流洪水、河槽冲淤的影响,而洪水又受到暴雨的影响,暴雨又受到天气系统,如气温、气压、湿度等要素的控制,这样众多的因素,常常无法用成因方法去预测未来若干年内可能出现的最高水位和最大洪水。又如,海浪也是一个十分复杂的水文因素,它的起因主要是由风场引起的,而风场在时间上和空间上的变化与其他的气候系统的变化又密切相关,海浪在风的作用下的发生、发展以及传播还受到水深、海岸形态、海底土质等地理、地貌、地质因素的影响,也无法完全用成因方法去预测某一海域在未来若干年内可能出现的最大海浪及其分布特征。

在认识和掌握这些随机现象的规律以及预测其未来的发展进程时,通常需要应用概率论和数理统计方法来进行研究,这是水文学中广泛使用的方法。学习本课程时应当予以充分的重视。

必须指出,成因方法和数理统计方法在水文学的研究中各有各的用途,是相辅相成的,不应互相排斥。由于学习《工程水文学》的目的是要了解水文现象的历史和预测其未来,因此必须充分认识到现场调查和收集积累资料的意义,以及运用历史唯物主义和辩证唯物主义的观点对资料进行分析处理的重要性。在这方面,我们要学会运用“实践、认识、再实践、再认识”这一认识客观世界的规律,去收集、整理、分析和统计各种水文现象,以便使我们的估算比较切合实际,尽量减少它与实际可能性之间的差异,从而作出比较正确的推断。这一点必须在教学中予以强调。

第二章 河川水文基础知识

第一节 河流和流域

一、河流

1. 河流的形成和分段

降水扣除损失以后剩余的水体,在重力作用下,经地面与地下沿着一定方向和路径流动,最初水流侵蚀地面,冲成沟壑,形成小溪。许多小溪汇集成小河,河水流经的谷地称为河谷,河谷底部有水流的部分称为河床,河水在顺流而下的过程中,不断切割和冲刷河床,并向两侧侵蚀,使河床逐渐扩大。若干小河又汇合成为大的江河,最后流入海洋或内陆湖泊。

这些脉络相通的大小河流所构成的系统,称为水系(或河系)。水系中直接流入海洋或湖泊的河流部分称为干流。汇入干流的河流叫做一级支流;汇入一级支流的河流叫做干流的二级支流,等等。水系通常用干流的名称来称呼它,如长江、黄河、珠江、黑龙江水系等。

一般天然河流,按照河谷和河床情况,冲淤程度,水情变化等特点,分为河源、上游、中游、下游和河口五段。

河源是河流最初具有水流的地方,它可能是溪涧、泉水、冰川、湖泊或沼泽等。

上游是紧接河源的河流上段,多处于深山峡谷中,坡陡流急,河谷下切强烈,流量小而水位涨落急剧,常有急滩或瀑布,河底纵断面多呈阶梯形。

中游是河流的中间段,两岸多丘陵,常有滩地,河床坡度较平缓,冲淤不明显。

下游是河流的下段,一般处于平原区,河槽宽阔,流量大,流速小,坡底缓,淤积明显,浅滩和河湾较多。

河口是河流流入海洋或湖泊的河段。有的河流消失在沙漠里,称为瞎尾河,即没有河口。一般河口流路突然扩大,流速锐减,泥沙大量沉积,形成沙洲或拦门沙浅滩。

2. 河流的基本特征

河流的基本特征,一般用河流断面、河流长度及河流比降来描述。

(1) 河流断面。河流断面有横断面和纵断面。垂直于水流方向的断面称为河流横断面,其一般形状如图 2-1 所示。横断面内,自由水面用某一水准基面的高程标定,称为水位。水位变化时,断面面积随着变化,通常过水断面能反映其径流量大小;而遭遇设计标准洪水(或可能最大

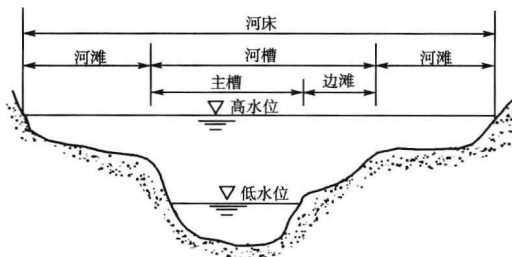


图 2-1 河流横断面的一般形状