



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

水利水电工程基础

水利水电工程技术专业

主编 陈再平



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

水利水电工程基础

(水利水电工程技术专业)

主 编 陈再平
责任主审 张勇传
审 稿 李承军
康 玲



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要论述水利水电工程基础知识,其内容包括水资源与水利工程,工程水文基础知识,工程地质基础知识,水资源保护与节约,水利事业发展前景。

本书内容比较广泛,综合了水利概论、工程水文和工程地质等方面知识,在编写中突出基础性和应用性。本书除可作为水利类中等职业技术学校“水利水电工程技术”专业教材外,也可作为水利类其他专业的参考书,还可作为水利基层单位职工培训教材和自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程基础/陈再平主编. -北京:中国水利水电出版社,2002
中等职业教育国家规划教材
ISBN 7-5084-1345-8

I. 水… II. 陈… III. ①水利工程-专业学校-教材②水力发电工程-专业学校-教材 IV. TV

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第099816号

书 名	中等职业教育国家规划教材 水利水电工程基础 (水利水电工程技术专业)
作 者	主编 陈再平
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: sale@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部) 全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787×1092毫米 16开本 11.25印张 267千字 2插页
版 次	2003年1月第一版 2003年1月第一次印刷
印 数	0001—4100册
定 价	16.00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

中等职业教育国家规划教材 出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002年10月

前 言

本教材是教育部确定的水利类国家规划教材之一。

1999年，教育部在“面向21世纪职业教育课程改革与教材建设”规划研究开发项目中，批准了“水利水电工程技术”和“农业水利技术”两个专业作为水利类中等职业学校重点建设专业，本教材是“水利水电工程技术”专业专业课教材之一。

本教材教学大纲由全国水利职业教育教学指导委员会主持制定。根据教学大纲要求，本教材综合了水利基础、工程水文和工程地质方面的内容，是水利水电工程技术专业的一门主干专业课教材。通过本课程学习应使学生具备有关水利事业、水环境、水资源、工程水文、工程地质的基本知识 and 相应技能。

水教材的内容体系安排如下：

第一章水资源与水利工程。主要内容有水资源的概念和我国的水资源；水利事业和水利工程；水利事业在我国国民经济和社会发展中的地位与作用；我国水利事业所取得的成就；水利建设中的主要工程技术措施等。

第二章工程水文。主要内容有水文资料的收集与分析；年径流的分析与计算；小流域设计洪水推求；水库兴利及调洪计算等。

第三章工程地质。主要内容有水利工程地质条件；水利工程地质问题；地质图与地质报告的阅读等。

第四章水资源的节约和保护。主要内容有生态平衡的含义及生态环境保护的基本要求，水环境保护；水污染的概念与防治原则，水污染控制的工程技术措施；节水的概念、作用及措施，建立节水型社会等。

第五章水利发展前景展望。

本书除可作为中等职业教育水利水电工程技术专业的教材外，也可作为从事水利事业的基层干部职工学习水利水电工程基础知识的读物。

参加本书编写的有：长江水利水电学校陈再平（第一、四、五章），山西水利职业技术学院张建国（第三章），长江水利水电学校宋

来任（第二章）。全书由陈再平担任主编。

在本书的编写过程中，得到了长江水资源保护局上海分局局长穆宏强博士的大力支持，在此表示衷心感谢。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定，由华中科技大学张勇传院士担任责任主审，华中科技大学李承军、康玲副教授审稿，中国水利水电出版社另聘安徽水利水电职业技术学院李兴旺主审了全稿，提出了许多宝贵的修改意见，在此一并表示感谢。

限于编者水平，差错之处在所难免，敬请同仁指正。

编 者

2002年8月

出版说明	
前 言	
第一章 水资源与水利工程	1
第一节 水资源	1
第二节 水利工程	5
第二章 工程水文	10
第一节 水文基本知识	10
第二节 设计年径流计算	36
第三节 小流域设计洪水计算	43
第四节 水库兴利调节计算	53
第五节 水库防洪调节计算	61
复习思考题	67
练习题	68
附表	70
第三章 工程地质	76
第一节 水利工程地质条件	76
第二节 水利工程地质问题	109
第三节 地质图的阅读与分析	117
复习思考题	123
第四章 水资源保护与节约	125
第一节 水环境保护	125
第二节 水污染防治	136
第三节 水资源节约	146
第五章 水利事业发展前景	163
第一节 水资源的可持续利用	163
第二节 水资源统一管理	165
第三节 水利科技发展	167
参考文献	169

第一章 水资源与水利工程

第一节 水资源

一、水资源及其特性

(一) 水的作用

水是人类生活、生产中最重要物质之一。

人的生命离不开水。现代科学告诉我们，人体中水的重量约占到人体总重量的61.6%。生命离开水是不能存活的。农业离不开水。农作物对水的需要，远远大于对其他养料的需要。而且，农作物需水量十分巨大，是人类用水最大的一项。工业离不开水。水在工业上的用途非常广泛，几乎所有的工业门类都需要水，所有的工业产品在生产中都要耗水。随着社会经济的发展，水对工业的重要性与时俱增。生活，尤其是城市生活也离不开水。随着人口增长，生活水平提高，城市用水增长特别快，远远超过了城市人口增长的速度。总之，水与人类生活、生产须臾不可分离。

(二) 地球上的水

我们所居住的地球，海洋面积占地球总面积的71%。在人们的印象中，水似乎是取之不尽、用之不竭的。的确，地球水圈中水的总量多达13.86亿 km^3 。如果把地球水圈中所有的水均匀地分布在整个地球表面，水深平均可达约2800m！这么多的水还能取尽用竭吗？

其实不然。地球的总水量中，97.47%是含盐量很高的海水。从水量利用（而不是水而、水域和水能）角度而言，海水对人类的生活、生产基本上是“无用”的。对人类真正有用的水是分布在陆地上的淡水。而这部分水仅占地球总水量的2.53%。

在整个淡水储量中，99%以上是两极冰川和深层地下水等，目前人类还几乎无法开发利用。仅有约不到0.4%左右是可能被人类开发利用的。这部分淡水约为13.5万 km^3 。

(三) 水资源

如上所述，地球上可利用的淡水是十分稀缺的。其中，对人类真正有用的、可年复一年长期利用的淡水，是每年可恢复和更新的淡水。据统计，全世界这部分淡水每年约4~5万 km^3 。人均不到10000 m^3 。

在目前的科学技术水平下，我们所称的水资源，就是每年可恢复和更新的、人类能长期利用的那部分淡水。

关于水资源的准确定义，目前尚无公认。有专家统计，有关水资源的“定义”，竟有四五十种之多。这也正说明了水资源问题的广泛性、重要性、复杂性。随着科学技术的发展，关于水资源的涵义也会不断更新。

(四) 水资源的特性

水资源具有如下基本特性。

1. 可恢复性和可更新性

水资源是由于水循环才得以存在的。当年水资源的耗用或流逝，又可为来年的大气降水所补给，形成了水资源消耗和补给间的循环性，使得水资源不同于石油、煤炭等矿产资源，而具有可恢复性，是可再生的资源。另外，水资源不仅具有量的可恢复性，还具有质的可更新性。每年的降水不仅恢复了水量，还更新了水质。

2. 有限性

水资源虽然由于水循环得以年复一年永远存在下去，但在某一特定时空范围内，降水总是有限的，因而决定了在该区域范围内水资源的有限性。水资源的超量开发消耗，或动用该区域范围内可能还存在着的不参与水循环的静态淡水储量，必然造成超量部分难以恢复，甚至不可恢复，从而破坏自然环境的平衡，给人类带来难以估量的不利影响。

3. 时空变化的不均匀性和随机性

由于降水在时间和空间上的不均匀性和随机性，就导致了水资源在时空上的不均匀性和随机性。丰水期和枯水期。丰水区和枯水区的差别往往是很大的，再加上难以控制的随机性，使人类在开发利用水资源方面存在着许多困难。

4. 利害双面性

水资源虽然是人类生活、生产不可或缺的最重要资源之一，但若来水量过大而造成洪水泛滥，则将直接危害人类的生活、生产，给人类造成巨大的损失。事实上，自有人类以来，洪水问题就一直困扰着人类，这就是水资源的利害双面性，这也是水资源不同于其他资源的一个特性。

5. 多功能性

水资源不仅具有量的多少，还具有其他属性。如水面可用于通航和形成景观；水域可用于水产养殖，还是影响生态环境的最重要的因素之一；水能可用来发电或作其他动力。因此，水资源的开发利用应该是多方面的、综合的。

二、我国的水资源及其特点

(一) 水资源总量

我国的水资源评价工作，从20世纪80年代初期开始。当时就将评价的对象定为只参与水循环和平衡活动中的动态水量。深层地下水，长期不融化的冰川，储存在湖泊和沼泽地中的静态水（指不参与水循环的那部分水），因长期储水稳定，故不预考虑。

浅层地下水与河川径流有互渗互补的复杂关系，要扣除重复计算量。因此，我国的水资源总量即为河川径流量加浅层地下水量再减去两者间的重复计算水量。

根据水利部门20世纪80年代初所做的水资源评价工作得到的估算结果：我国多年年平均河川径流量为27115亿 m^3 ；多年平均地下水水资源为8288亿 m^3 ；二者之间的重复计算水量为7279亿 m^3 ；扣除重复水量后，全国多年年平均水资源总量为28124亿 m^3 。居世界第6位。水资源总量排名前5位的国家依次为巴西、俄罗斯、加拿大、美国、印度尼西亚（亦有资料表明，中国的水资源总量排在第4位，居美国、印度尼西亚之前）。

中国各流域片水资源量情况如表1-1。

表 1-1

中国分区水资源量情况

分 区	面积 (km ²)	年降水 (m ³)	河川年 (m ³)	年地下 (m ³)	年水资源 (m ³)	单位面积 (m ³)
黑龙江流域片	90.3	4476	1166	431	1352	15.0
辽河流域片	34.5	1901	487	194	577	16.7
海滦河流域片	31.8	1781	288	265	421	13.2
黄河流域片	79.5	3691	661	406	744	9.4
淮河流域片	32.9	2830	741	393	961	29.2
长江流域片	180.8	19360	9513	2464	9613	53.2
珠江流域片	58.1	8967	4685	1115	4708	81.1
浙闽台诸河片	24.0	4216	2557	613	2592	108.1
西南诸河片	85.1	9346	5853	1544	5853	68.7
内陆诸河片	332.2	5113	1064	820	1200	3.6
额尔齐斯河	5.3	208	100	43	103	19.5
全 国	954.5	61889	27115	8288	28124	29.5

(二) 水资源特点

1. 人均水资源量少

我国水资源总量虽然居世界第 6 位，但我国人口众多，人均占有量仅 2220m³，不到世界人均水资源占有量的 1/4。与德国、印度相近，仅相当于日本的 1/2，美国的 1/4，俄罗斯的 1/12，巴西的 1/20，加拿大的 1/44。从相对意义上来讲，我国也属于水资源短缺国之一。

2. 时空分布不均

我国东南和西南地区降水多，东南沿海部分地区年降水超过 1600mm；而广大北方地区降水普遍较少，特别是西北地区，属干旱带，有些地方年降水仅 50mm 左右。我国的降水在时间分布上也不均匀，南方多集中在 4~8 月，北方多集中在 6~9 月。这样，使得我国水资源分布在时空上很不均匀。此外，我国的降水在年际间差别也很大。丰水年与枯水年的水量有时可以相差 10 倍，经常造成洪灾与旱灾。

3. 水土匹配差

我国水资源与耕地、人口的分布不匹配。南方水多耕地少，北方水少耕地多。长江流域及以南地区年径流量占全国总径流量的 82%，而耕地只占全国的 35%；华北、东北及西北内陆诸河流域，耕地占全国的 65%，但径流量只占全国的 18%。特别是黄、淮、海流域，水量合计只占全国的 5%，而耕地占全国的 37%，人口占全国的 30%，人均和亩均水资源量均远低于全国平均水平。

4. 多数河水含沙量较高

我国水土流失严重，造成多数河水含沙量高。其中，含沙量最高的黄河，平均含沙量达 37kg/m³。由于泥沙淤积，黄河和长江的部分河段的河床已高出地面，全赖堤防挡水。

当然，我国水资源除了具有上述特点外，也具有自己的优势：其一，可利用性较高。我国水资源量虽然偏少，人均拥有量更少，但是水资源的可利用程度较高。世界上许多大河，如著名的亚马逊河，大都流经人烟稀少的地区，所以，利用性很差。而我国利用性较

差的河流，如雅鲁藏布江等，年径流量只占全国的 12.2%，我国大多数河流均可开发利用。其二，地下水赋存条件好。我国少水的北方平原，许多地区地下水赋存条件好，有利于降水入渗，形成相对丰富的地下水资源。这些地区的地下水，只要开采适量，就可以长期利用。

三、我国的水能资源

(一) 水能资源及理论蕴藏量

由于地球重力作用，河水从高处向低处流动，形成一定能量，这就是水能。水能能够为人类所利用，因此，水能是一种资源，我们称之为水能资源。水能资源借助于水循环而长期存在，是可再生的能源，虽然数量是有限的，但永不会枯竭。此外，水能在利用过程中，不产生污染，是一种清洁能源。

将某一河段的多年年平均流量与该河段的天然落差相乘，再乘以单位换算系数 9.81，便得出该河段的水能理论蕴藏量，通常以 kW 计。全河各河段的水能理论蕴藏量之和就是全河的水能理论蕴藏量。某一区域内各河流的水能理论蕴藏量就是该区域的水能理论蕴藏量。通常称为理论装机容量，以 kW 计。

用某一区域所有河流的理论装机容量乘一年的 8760h，便得该区域所蕴藏的水能资源的理论年发电量，以 kW·h 计。

(二) 我国的水能资源

我国水能资源极为丰富。据统计，我国水能资源的理论蕴藏量为 6.76 亿 kW，理论年发电量为 59220 亿 kW·h，居世界第一位。但所蕴藏的水能资源在开发利用时会受到技术上和经济上的制约，不是所有落差和流量都能得到利用，也不是在所有时间内都能发电。其中可能被利用的部分，一般只占理论蕴藏量的 40%~60%，称为可能开发的装机容量和可能开发的年发电量。据统计，我国水能资源中可能开发的装机容量为 3.78 亿 kW，对应的年发电量为 19233 亿 kW·h。

现将我国各大流域可能开发的装机容量及年发电量列在表 1-2 中。

表 1-2 我国各大流域可能开发的水能资源

号次	流域	装机容量 (万 kW)	年发电量	
			亿 kW·h	占全国 (%)
1	长江	19724	10275	53.4
2	黄河	2800	1170	6.1
3	珠江	2485	1125	5.8
4	海滦河	214	52	0.3
5	淮河	66	19	0.1
6	东北诸河	1371	439	2.3
7	东南沿海诸河	1390	547	2.9
8	西南国际诸河	3768	2099	10.9
9	雅鲁藏布江及西藏其他河流	5038	2969	15.4
10	北方内陆及新疆诸河	997	539	2.8
	全国	37853	19233	100.0

从表 1-2 可以看出,我国的水能资源以长江流域最丰富,占全国的一半以上。

我国水能开发截至 1990 年,仅为 3530 万 kW,只占可开发量的 9.3%。我国的水电开发事业大有可为。

第二节 水 利 工 程

一、水利

(一) 中国当代水问题

我国水资源的特点如前述。由于特殊的自然地理环境,我国自古以来水旱灾害频繁。到了当代,抗御水旱灾害的能力虽然有了极大提高,但仍未从根本上解决问题,其中,水资源短缺问题还日益严峻。另外,随着我国人口的增长和社会经济的发展,我国的水土流失和水污染问题也日益突出。

归纳起来,当前我们面临的水问题主要有以下几方面:①水多。降水过多会造成洪涝灾害,轻者使工农业生产遭受损失;重者冲毁城镇、村庄,造成人员伤亡。②水少。降水过少会导致干旱,同样会破坏生产,妨碍生活。在中国许多地方,缺水问题已成为影响当地经济建设的主要制约因素之一。③水浑。由于过度开荒,破坏了原始植被,造成大量水土流失,不仅使清澈的江河水变浑,给城市用水带来麻烦,还在河道、湖泊、水库里形成泥沙淤积,减少了蓄水和行洪能力,更易造成洪水泛滥。④水脏。水污染是伴随现代文明而出现的怪病。水体本身具有自净能力,但污染物一旦超过水体的自净能力,水体就变质了,严重时会造成恶果,直接影响到人类的生存环境。

(二) 水利范畴

上述水问题有些是长期存在的,有些是在近现代才逐渐出现的。人类为了自身的生存和发展,就必须采取许多措施对自然界的水进行控制、调节、治理和开发利用,以达到减轻或消除水旱灾害,治理水土流失和水污染,充分利用水资源,保护水环境,适应人类生产和满足人类生活需要的目的。这些为了治理江河和开发水资源而兴办的各项事业都称之为水利。例如:江河的防洪和治涝、农业灌溉和排水、城乡供水、水力发电、跨区域调水、水土保持等,都属于水利这个范畴。由于水资源的多功能性,有时也将治河通航、水产养殖、水库旅游等纳入水利范畴。

在中国,水利历史悠久。最初,汉代史学家司马迁赋予“水利”一词以治河修渠的专业意义,近代水利先驱李仪祉先生领导创建的中国水利工程学会进一步提出,“水利范围应包括防洪、排水、灌溉、水力、水道、给水、污渠、港工八种工程在内。”直到现代,将水土保持、水污染防治、水环境保护、水资源优化配置等纳入水利范畴,可见,水利的内涵是随着时代的发展而不断更新、日益丰富。

(三) 水资源综合利用

水资源具有多种功能。除了最基本的水量外,水面可供通航,水域可供养殖和改善环境,水能可供发电。因此,对水资源的开发利用一定要考虑到综合性,即水资源的综合利用。

由于资源的有限性,人类对所有资源几乎都有综合利用的要求,但由于水资源本身的

特性，对水资源的综合利用，内涵更丰富，情况更复杂。既要考虑除害与兴利并举，又要考虑一水多用，还要考虑水资源优化配置和可持续利用。就单一水利工程而言，我们将水利工程常常称之为水利枢纽，原因就是水利工程要实现综合利用，必须有不同功能的建筑物，这些建筑物群体组成了一个枢纽，通过控制该水利枢纽，达到综合利用水资源的目的。

要实现水资源的综合利用，做好流域水资源综合规划是前提。流域综合规划，不是简单累加和组合，而是在准确把握流域水资源状况的基础上，对该流域水资源进行优化配置、科学管理的总体规划。

新中国成立以来，我国就逐步按流域组建了七大流域规划管理机构，他们是：长江水利委员会，黄河水利委员会，海河水利委员会，淮河水利委员会，珠江水利委员会，松辽水利委员会和太湖流域管理局。这些流域管理机构担负着所辖流域水资源的统一规划管理工作，对水资源的综合利用从组织上起到保障作用。

二、水利与社会经济发展的关系

(一) 水利是国民经济和社会发展的基础设施

人类在远古时期对水的认识，只是本能地就地取用，一旦遇到洪水，也是本能地躲避。随着人类文明的发展，也相应展现了人类开发利用水资源的历史进程。早在人类进入农业文明时期，人们引河水灌溉农田，在洪水冲积而成的土地上耕种，由于在农业中采用灌溉技术，促进了农业增产，推进了人类文明的发展。到了工业文明阶段，特别是工业革命以后，能源需求增加，这时水能的开发利用逐步发展起来，建成了一大批水电站。伴随着人类迈开现代文明的步伐，人类开发利用水资源的历史又掀开了新的一页。社会经济的日益发展，对水资源的需求也日益增加，这就要求对水资源进行优化配置，以使水资源分布与国民经济布局相适应。以水资源的可持续利用，保证国民经济的可持续发展。由于对水资源重要性认识的日益加深，使水利事业在国民经济和社会发展中的地位与作用也日益提高。

中国共产党十四届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标的建议》，和中国共产党十五届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十个五年计划的建议》均将水利与能源、交通并列为国家的基础设施建设，要与国民经济和社会发展相适应。纵观我国历史，以党的文件把水利摆上如此重要的位置，是前所未有的。这是全党、全社会在水资源开发利用过程中，根据国情、水情的实际，逐步形成的对水利认识的升华，是新世纪兴水安邦的重大战略决策。

(二) 水利作为基础设施建设必须超前发展

一个国家是否拥有良好且雄厚的基础设施，是一个国家综合实力的具体体现。基础设施支撑着整个国家的经济建设和社会发展。基础设施适度超前发展将有力地保证国民经济健康持续地发展。

水利作为我国基础设施之一，在“九五”后期获得了快速发展。1998年那场惊心动魄的特大洪水之后，党中央、国务院决定把加固大江大河大湖堤防作为投资重点。自1998年底至2001年底，已投入资金576亿元。加固大江大河大湖堤防3万km；总长3385km的长江干堤达标堤段达80%以上；长江沿岸完成移民建镇200万人，增加行蓄洪

面积近 3000km²；完成 390 余座病险水库的除险加固工程。

1999 年，长江再次遭受特大洪水，长江中下游出现的高水位仅次于 1998 年，是历史上第二高水位。因为加大了长江堤防建设投资力度，极大地增强了抗御洪涝灾害能力。沿江堤防出现的险情比 1998 年减少 82%，动用抢险的人力不到一半，消耗的各种抢险物资不到 1/4。这也正说明了作为基础设施之一的水利建设，在国民经济整个建设过程中所起到的基础保障作用。

(三) 新中国水利建设的主要成就

中国自古以来就是一个水利大国，水利建设成就令世人瞩目。如著名的都江堰灌溉工程，京杭大运河等，集中反映了我国古代水利建设成就。中华人民共和国成立以来，中国的水利建设事业更取得了空前未有的成绩：心腹之患的黄河，半个世纪以来安澜无恙；农业灌溉面积比解放前增加了近 3.5 万倍；修建了新安江、葛洲坝等一大批水电站，中国还是世界上小水电建设的中心；梦寐以求的长江三峡工程终于在 20 世纪 90 年代开工了；规模空前的南水北调工程正在积极准备中。表 1-3 给出了中国水利建设所取得的主要成绩。

表 1-3 中国水利建设主要成绩

项 目	单 位	1949 年	1999 年
堤防	万 km		25
水库	座		84837
	亿 m ³		4583
其中：大型	座	6	397
	亿 m ³	276	3267
中型	座	17	2634
	亿 m ³	4.6	729
小型	座		81806
	亿 m ³		587
水闸	座		31697
灌溉面积	万 hm ²	0.16	5595
灌区	处		5579
其中：大灌区	处		77
中灌区	处		115
小灌区	处		5387
机电排灌面积	万 hm ²	25.2	1233
改良盐碱地	万 hm ²		561
治理水土流失	万 km ²		78
机电井	万眼		11.5 (1960)
水电站	座	(大型) 2	49421
装机容量	万 kW	36	6400
年发电量	亿 kW·h	12	2080
供水量	亿 m ³	1000	5566 (1997)
其中：农业			4191
工业			1124
生活			251
内河运输通航里程	万 km	7.36	10.78 (1984)

三、水利工程

对天然水资源进行控制、调节、治理和开发利用，以达到减轻或消除水旱灾害，治理水土流失和水污染，充分利用水资源，保护水环境目的而修建的工程称为水利工程。按照水利工程所承担的任务，一般可将其分为：防洪工程、蓄水工程、农田灌排工程、水力发电工程、引水工程、供排水工程，以及水土保持工程、水运工程、渔业工程、水处理工程等。下面就主要水利工程分述如下。

（一）防洪工程

防止洪水灾害是水力的首要任务。当河水超过了河道的泄水能力，造成河水泛滥，就形成了洪水灾害。

防洪对河道的要求大致有两个方面：一是河道必须能安全宣泄可能发生的洪水流量；二是要防止水流冲刷，致使河岸崩塌，毁坏堤防，危及两岸人民生命财产安全。一般来说，解决一条河流的防洪问题，需要多种防洪措施配合运用。如加固堤防，整治河道，以增加河道的行洪能力；在河道某一合适位置修建水库拦蓄部分洪水，以减少洪水下泄量；建立分洪区，根据设计要求人工分洪，以确保重要地区的安全。因此，防洪工程也是多方面的，有堤防工程，水库工程和分（滞）洪工程等。

（二）蓄水工程

天然情况下，河水来水完全取决于降水。而降水在各年间及一年内都有较大的变化，它与人们在某一时空范围内的用水需求往往存在着矛盾，解决这种矛盾的主要措施就是兴建蓄水工程——水库。水库在来水多时把水蓄起来，然后根据各部门用水要求适时适量地供水。

水库在汛期还可以拦蓄洪水，起到削减洪峰，减少河道下泄流量，减除灾害的作用；通过水库的蓄水可以抬高水位，可利用水库上下游的水位差来发电；宽广平静的库面有利于通航；水库的水域可用来从事水产养殖；水库还美化了山水环境，可供人们旅游、休闲。因此，兴建水库是综合利用水资源的有效措施。

（三）农田灌排工程

水利是农业的命脉。为了取得农作物丰收，必须进行适时适量的灌溉和排水，而天然的降水和蒸发经常做不到这点。这就需要修建农田灌排工程。

不同地区、不同作物、不同年份、不同的自然条件和栽培技术，所要求的灌溉制度和排水制度是不相同的。灌溉制度是指在一定的自然条件和耕作条件下，某种作物在整个生长过程中需要的灌溉次数，每次灌溉适宜的时间，以及每次灌溉需要的水量。同样，排水也要有相应的排水制度。通过修建农田灌排工程，可以根据科学的灌溉制度和排水制度，适时适量地进行灌溉和排水，以保证农作物的稳产、高产。

（四）水力发电工程

我国水能资源极为丰富，居世界首位。目前我国已开发的水能资源仅占可开发水能资源的 9.3%，约 3530 万 kW（统计至 1990 年）。水力发电工程，就是利用水能生产电能的工程。

水头和流量是水力发电能力的两个基本要素。为了有效地利用水能，一要形成水头，二要调节流量。这也是水力发电工程所要解决的基本任务。为了充分有效地利用天然河流

的水能，就要修建能形成水头和调节流量的建筑物，即水力发电站。

水电站主要有下述三种基本类型：①坝式水电站。在河流峡谷处筑坝，抬高水位，形成集中落差。坝式水电站的水头取决于坝高，坝愈高，水电站的水头也就愈大。②引水式水电站。在某些河段上，天然落差较大，又由于地形、地质或其他技术经济条件等原因，不宜采用坝式开发，此时可以修建取水和输水建筑物（如明渠、隧洞等），来集中河段的自然落差。一般在河流的上、中游，坡度比较陡峻的河段上，常采用引水式水电站。③混合式水电站。在一个河段上，同时利用拦河坝和引水道两种方式集中河段落差。混合式水电站常常建在上游有良好的坝址适宜建库，而紧接水库以下的河道坡度较陡。它的水头一部分由坝集中，一部分由引水道集中，因此，具有坝式水电站和引水式水电站两方面的特点，故称混合式水电站。

（五）引水工程

为从水源引取符合一定要求的水流，以满足人类生产、生活的需要，就要在水源处兴建引水工程。因引水工程总是在人工引水渠道的渠首，也称引水工程为渠首工程。

在天然河流上兴建引水工程，一般分为无坝引水和有坝引水两大类。当河道最低水位和流量均能满足引水需要时，不必在河床上修建拦河建筑物，只需选择适宜地点开渠并修建必要的建筑物引水，这种引水工程称为无坝引水工程。无坝引水工程不能控制河道的水位和流量，枯水期引水可靠性差。当河道水位较低不能自流引水，或在枯水期需引取河道大部以至全部来水时，需修建拦河壅水建筑物来抬高水位自流引水，这种引水工程称为有坝引水工程。有坝引水工程可不受季节影响，引水保证率较高。

在水库中引水，或通过泵站在河道或湖泊中抽水，也属于引水。

此外，由于水资源分布不符合人类生产、生活需要，为解决缺水地区用水问题，我们有时还需要跨流域调水，这种远距离调水，从性质上来讲，仍然属于引水工程，只是比通常所称的引水工程要庞大、复杂得多。

（六）给排水工程

随着城镇化建设的加速发展，城镇用水需求越来越大。城市给排水工程是一项集城市用水的取水、净水、输送，城市污水的收集、处理、综合利用，城市降水的汇集、处理、排放，以及城区御洪、防涝、排渍为一体的系统工程，是保障城市经济社会活动的生命线工程。

城市给水工程是以保证城市所需的水量、水质、水压为目标，选择和寻求城市水源，确定取水和净水方式，布置和建设各类取水、净水、输配水等工程设施和管网系统；城市排水工程是以合理处理和综合利用城市污水、安全排放城市内各类废污水、消除城市水患为目标，确定城市排水体制，布置和建设各类污水的收集、输送、处理等工程设施和管网系统，布置和建设城市降水的收集、输送、排放等工程设施和管网系统，以及城市御洪工程设施等。

第二章 工程水文

水资源的合理开发利用和水害的防治是国民经济建设中非常重要的任务，它与国民经济各部门息息相关，直接影响工农业生产发展和人民生活水平的提高。而水资源的开发利用和水害的防治以及水利工程的管理，都必须是在充分掌握水体的水情变化规律的基础上，水文学是研究自然界各种水体运动变化规律的科学，而工程水文学是运用水文学的基本原理和方法解决工程当中的水文问题。本章主要介绍水文的基本知识与工程水文计算的基本原理与方法。

第一节 水文基本知识

一、水循环

水是自然界分布最广的物质之一，它以气态、液态和固态三种形态存在于海洋、湖泊、江河、地下、空气中与动、植物有机体内，其中以海洋水最多。

在太阳辐射的作用下，水分由海洋、江河、湖泊等水体表面和土壤表面、植物叶面，不断蒸发成水汽，上升到空中，被气流带到各处，在适当的条件下凝结成雨雪，以降水的形式返回地面，降水一部分形成径流，经江河流入海洋，另一部分又重新蒸发到空中。水分这种循环往复的过程，称为水循环，如图 2-1 所示。

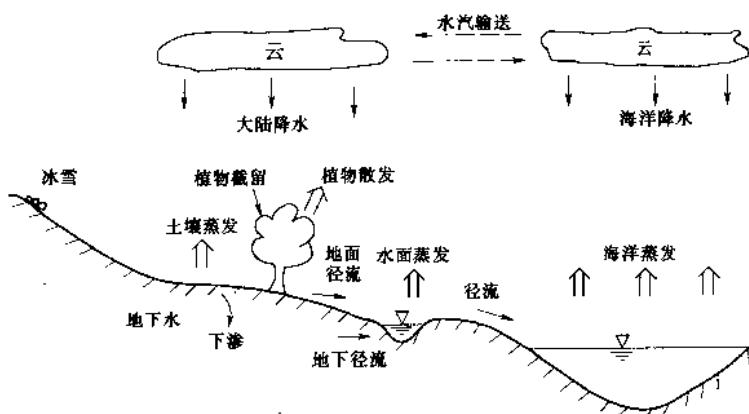


图 2-1 水循环

自然界的水循环，一般要经过蒸发、降水、下渗和径流等环节。根据水循环的整体性和局限性，水分循环可分为大循环和小循环两种。海洋与大陆之间的水分交替过程称大循环。陆地上的水分在没有流回海洋之前又蒸发到空中，或海洋上蒸发的水分没有被吹回陆地，就在空中凝结成水，降落到海洋上称小循环。