

中等专业学校教材

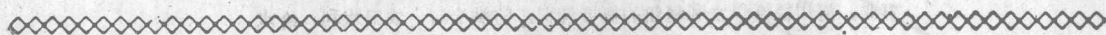
水利工程概论

(第二版)

黄河水利学校 许宝树 主编



中等专业学校教材



水利工程概论

(第二版)

黄河水利学校 许宝树 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

中等专业学校教材 内容提要

本书主要论述水利工程的基本知识，其内容包括：水资源与水利事业，河川径流和水利枢纽的概要知识；防洪治河、农田水利、给水排水、水力发电、水运及渔业等工程的布设概况；土石坝、重力坝、拱坝和水闸等常见水工建筑物的型式和构造，以及勘测、设计、施工和管理方面的一般知识。

本书除可作为水利水电学校工程水文、工程地质、工程测量和工程机械等专业的教材外，也可作为水利水电建筑等有关专业的入门教材。此外，本书还可作为水利基层干部的培训教材，也可供广大水利基层干部作为自学参考用书。

(第二版)

主编 许宝树 黄河水利学校

中等专业学校教材

水利工程概论

(第二版)

黄河水利学校 许宝树 主编

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

北京市密云县印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 14.75印张 332千字

1985年4月第一版

1992年6月第二版 1995年6月北京第五次印刷

印数32911—41250册

ISBN 7-120-01479-X/TV·538

定价 8.40 元

前 言

根据水利部《1990~1995年中等专业学校水利水电类专业教材选题和编审出版规划》，以及1988年10月水利部中专水利水电类专业教研会专业组长扩大会议的决定，适用于水文、地质、工测、工机等专业的《水利工程概论》教材需重新进行编写。我们认真研究了课程的特点，对教材内容进行了重新编排。由于本教材要适应多种专业的教学需要，由于各专业要求讲授的内容与重点有所不同，因此本教材除从知识的深度与广度上满足各专业的教学需要外，并在体系安排上尽可能保持各章节知识面的相对独立性，便于各专业根据自己的情况取舍采用。

本教材的内容体系安排如下：

第一章介绍我国的水资源；我国水利事业的各主要方面，各方面的任务及其在国民经济中的地位和作用；我国水利事业各方面的现状及其发展远景；水利事业各方面的主要的工程技术措施等。这一部分内容是水利水电类专业学生必须具备的总的概念。

第二章介绍河川径流及水利枢纽的一般知识。学习这一章内容是为进一步学习各种水利工程知识，奠定必要的基础。

第三章至第十章分类介绍各种水利工程。重点讲述各种水利工程的目标任务；工程的布设概况及其组成建筑物；建筑物的型式和构造，以及其基本要求。这一部分内容各章相对独立性较强，各专业可根据自己的情况适当取舍。

最后三章分别介绍水利工程建设，在勘测、设计、施工和管理运用等各阶段的主要工作内容及一般知识。

对于多数非建筑类专业没有教学要求的内容，以及例证或偏深的内容，本书用小号字排印，以方便教学。

本书除可作为水利水电类非建筑专业的教材外，也可作为水利水电建筑等专业的入门教材，这样有利于学生扩大知识面，对水利建设全局有概括的了解，避免学生“见木不见林”的现象。

参加本书编写的有：成都水力发电学校涂林海同志（第五、六、十二章），黄河水利学校李玉莹同志（第七、八、九、十三章），黄河水利学校许宝树同志（第一、二、三、四、十、十一章）。全书由许宝树同志担任主编，由辽宁省水利学校陶国安同志担任主审。

本书的编写大纲经黄河水利学校水工教研组全体同志多次讨论修改定稿，并得到胡无畏同志热心帮助，特此表示感谢。

限于编者水平，差错谬误在所难免，敬请同仁指正。

编 者

1991年10月

目 录

前 言

第一章 水资源与水利事业	1
第一节 水资源概况	1
第二节 防洪治河	4
第三节 农田水利	7
第四节 水力发电	9
第五节 水土保持	11
第六节 水源保护	13
第七节 供水排水	16
第八节 水上运输	18
第九节 渔业水利	19
第十节 水资源的综合利用	20
第二章 河川径流和水利工程的基本知识	21
第一节 河流与流域	21
第二节 河流的水文特性	25
第三节 河流泥沙	31
第四节 河床演变	35
第五节 水利工程的分类、特点与等级	39
第六节 水库与径流调节	42
第七节 水库对周围环境的影响	44
第三章 防洪治河工程	47
第一节 堤防工程	47
第二节 分(蓄、滞)洪工程	49
第三节 河道整治建筑物	50
第四节 河道整治的基本方法	53
第四章 农田水利工程	58
第一节 灌排制度与灌排流量计算	58
第二节 灌排渠系的布置	61
第三节 渠道断面设计	64
第四节 渠系建筑物	69
第五章 土石坝蓄水枢纽工程	79
第一节 概述	79
第二节 土石坝的剖面与构造	82
第三节 土石坝的渗流计算	87

第四节	土石坝的稳定分析	89
第五节	土石坝的筑坝材料	92
第六节	土石坝的地基处理	93
第七节	河岸式溢洪道	95
第八节	水工隧洞	97
第六章	重力坝与拱坝蓄水枢纽工程	102
第一节	重力坝的特点与类型	102
第二节	重力坝的荷载及其组合	105
第三节	非溢流重力坝的剖面与受力条件	108
第四节	重力坝的构造与地基处理	110
第五节	溢流重力坝	114
第六节	重力坝的泄水孔	117
第七节	拱坝	118
第七章	取水枢纽工程	124
第一节	自流取水枢纽的布置	124
第二节	平原地区水闸的结构型式和工作特点	127
第三节	水闸孔口型式与轮廓尺寸	129
第四节	闸室的布置和构造	132
第五节	水闸的消能防冲及防渗排水设施	136
第六节	闸室稳定分析与地基处理	141
第七节	水闸与两岸联接建筑物	144
第八节	水泵与抽水机站	145
第八章	水力发电工程	150
第一节	水能开发方式及水电站基本类型	150
第二节	水电站的主要机电设备	154
第三节	水电站建筑物	161
第四节	水电站厂区枢纽	164
第九章	给水与排水工程	168
第一节	给水工程系统	168
第二节	给水工程建筑物	172
第三节	排水工程	175
第四节	污水的处理和利用	176
第十章	水运及渔业工程	178
第一节	水上运输的特点及通航条件	178
第二节	人工水道及港口码头	179
第三节	通航建筑物	181
第四节	过木、过鱼建筑物	184
第五节	养殖建筑物	187
第十一章	水利工程的勘测设计	190
第一节	水利工程的基本建设程序	190

第二节	水利工程的可行性研究	191
第三节	勘测调查工作	194
第四节	设计与试验	197
第十二章	水利工程施工	199
第一节	水利工程施工的特点	199
第二节	导流与截流	199
第三节	基坑基本工作、抽水与降低地下水位	204
第四节	水工混凝土与水工砂浆	206
第五节	水利工程建设中的主要工种	210
第六节	施工组织设计的内容与要求	217
第十三章	水利工程管理	220
第一节	工程管理的任务与工作内容	220
第二节	水工建筑物的检查与观测	221
第三节	水工建筑物的养护、修理与改建	224

第一章 水资源与水利事业

水是一种宝贵的自然资源，是人类生存和社会生产必不可少的物质资源。人们的生产和生活都离不开水，无论在工业生产、农业生产、交通运输以及日常生活方面，水都是不可或缺的。地球上任何一种生命都离不开水，可以说：没有水便没有生命。

水利事业是对自然流域进行控制和改造，除水害、兴水利，开发、利用和保护水资源的国民经济事业。为了对水利事业有比较概括的全面了解，我们必须先了解我国的水资源概况，从而才能正确认识我国水利事业的各个主要方面。

第一节 水资源概况

一、地球上的水

地球上海洋的面积比陆地的面积大得多，估计地球表面的总面积为 $5.0987 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，其中海洋面积为 $3.61059 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占地球总面积的70.8%；陆地面积为 $1.48811 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占29.2%。

地球上水量虽多，却有97.5%是人类不能饮用的咸水和矿化地下水。根据最新的资料，地球上水的总量为 $1.386 \times 10^9 \text{ km}^3$ ，其中海水 $1.338 \times 10^9 \text{ km}^3$ ，占96.5%。天然淡水仅有 $3.5 \times 10^7 \text{ km}^3$ ，只占2.5%。并且，绝大部分天然淡水还处于人类难以实际利用的状态。例如，天然淡水的约73%处在极地冰盖和高山冰川中（有人推算出，如果极地冰盖融化，海洋水面将上升66.3m）。另外30%的淡水是地下水，处在地下含水层中，13.5%是800m以上的深层地下水，取出来并不那么容易。

对人类来说，利用江河湖泊的水最为方便。自古以来，人们就利用江河湖泊的水流进行农田灌溉、水上运输和水利做功。近代则进一步利用江河湖泊水流进行水力发电，并供应工业和城市居民生活用水。然而，由表1-1可以看出，世界上江河湖泊等地表淡水总量为 $1.046 \times 10^5 \text{ km}^3$ ，仅占淡水总量的0.3%，特别是河流的淡水，只占全球淡水的0.006%。

我们通常所说的水资源，是指在目前的技术经济条件下，可为人类利用的河流、淡水湖泊和可开采的地下水等水量。这些与人类关系密切的淡水资源，科学界称作狭义水资源。

二、自然界水的循环

水资源是一种能由大气降水补给的自然资源。

地球表面的热量主要受太阳辐射的影响。由于太阳辐射的热力作用，使地球上的水面、土壤表层和植物叶面中的水分不断蒸发，化为水汽上升空中，受气流的作用而运动，在适当的条件下遇冷凝结为水滴，以雨雪的形式降落至地面，这种现象称为降水。降落到地表的水，一部分渗入地下成为地下水，一部分流入江河汇流入海，还有一部分重新蒸发回到空中。地下水，一部分通过毛细管的作用上升地表而逐渐蒸发，一部分补给河川径流

表 1-1

地球上水体分布情况

项 目	总 水 量 (10^6km^3)	占 百 分 比	淡 水 量 (10^6km^3)	占 百 分 比
世界总水量	1385.98461	100	35.02921	100
海 水	1338.0	96.5		
地 下 水	23.4	1.7	10.53	30.06
土 壤 水	0.0165	0.001	0.0165	0.05
冰雪总量	24.0641	1.74	24.0641	68.7
其中: 南 极	21.6	1.56	21.6	61.7
格陵兰岛	2.34	0.17	2.34	6.68
北 极	0.0835	0.006	0.0835	0.24
山 岳	0.0406	0.003	0.0406	0.12
冰地下水	0.3	0.022	0.3	0.86
地 表 水	0.18999	0.014	0.10459	0.30
其中: 湖 泊	0.1764	0.013	0.091	0.26
沼 泽	0.01147	0.0008	0.01147	0.03
河 川	0.00212	0.0002	0.00212	0.006
大气中水	0.0129	0.001	0.0129	0.04
生物内水	0.00112	0.0001	0.00112	0.003

流入海洋, 还有一部分直接渗流入海。海洋水经蒸发变成水汽, 受季风的影响输送至大陆, 再遇冷凝结成水滴形成降水, 又以地面径流和地下径流的形式汇入海洋。这种循环过程叫做自然界水的循环, 参见图 1-1。它表明了地表水、地下水和空中水的转化关系。

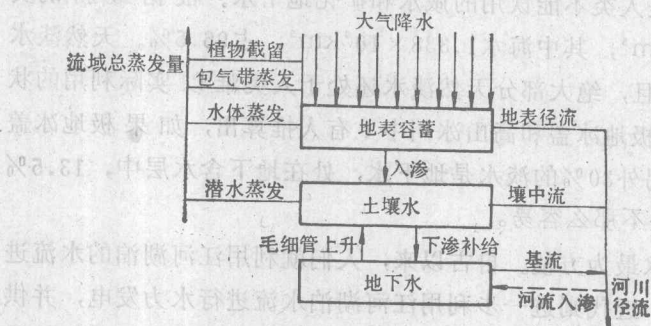


图 1-1 自然界水分循环转化关系图

我国地处西伯利亚冷气团和太平洋暖气团进退交锋地区。一年内水汽输送和降水量的变化, 主要取决于太平洋暖气团进退的早晚, 西伯利亚冷气团的强弱变化, 以及七、八月间太平洋西部的台风情况。

我国的水汽主要来自东南方海洋, 并向西北方向移动。首先在东南沿海地区形成较多的降水, 越向西北水汽量越小。来自西南方向印度洋的大量水汽, 主要引起我国西南地区降水, 但由于山岭阻隔, 水汽很难深入内陆腹地。来源于西风环流的大西洋水汽, 和借强劲北风而来的北冰洋水汽, 由于所含水汽量少, 引起的降水量不多。东北方的鄂霍次克海的水汽, 随东北风到达我国东北地区, 对该地区的降水起着较大的作用。

我国径流的输出口, 主要在东部沿海注入太平洋; 小部分经怒江、雅鲁藏布江等流入

印度洋；还有很小一部分经额尔齐斯河注入北冰洋。

三、我国的水资源

我国地域辽阔，国土面积 $9.6 \times 10^6 \text{km}^2$ 。全国大小河川总长度约 $4.2 \times 10^5 \text{km}$ ，流域面积在 100km^2 以上的河流有5000多条，其中流域面积 1000km^2 以上的河流将近1600条。天然湖泊面积在 1km^2 以上的约有2800多个，其中面积在 100km^2 以上的约有130多个，全国湖泊总面积约 $7.56 \times 10^4 \text{km}^2$ 。此外，还有许多大小冰川，总面积约有 $5.7 \times 10^4 \text{km}^2$ 。

我国平均年降水量630mm，水资源总量约 $2.81 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，其中河川年径流总量 $2.71 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。我国的水资源总量仅次于巴西、苏联、加拿大、美国和印度尼西亚，居世界第六位。可是，由于我国人口众多，人均占有水量只有 2500m^3 ，是苏联的1/7，美国的1/5，退居到世界的第88位，只相当世界人均水量 10930m^3 的1/4。

我国自然降水在地区分布上很不均匀，东南多、西北少，华南多、华北少。东南沿海平均年降水量在1600mm以上，淮河、秦岭以南大于800mm，华北和东北大部在400~800mm之间，西北广大地区则少于250mm，少雨地区的面积约占全国面积的一半。而且降雨季节性强，约70%的雨水集中在夏秋季的三、四个月，并多以暴雨形式出现，其他月份则雨量稀少。此外，我国降水量年际变化也很大，丰水年和枯水年的水量悬殊。例如，北京1959年降水1405mm，1921年降水仅256mm，相差近5倍。由于降水量的年际和年内变化很大，所以容易形成水旱灾害。

我国水资源的地区分布与人口、耕地的分布极不相适应，水土资源的配合很不均衡，见表1-2。如黄、淮、海三大流域，地表水资源只占全国的5.25%，而耕地面积却占全国的35.9%，这是我国北方地区极易闹水荒的一个原因。

表 1-2

全国及部分江河水土资源简况

流域或地区	年径流量 (亿 m^3)	耕地面积 (亿亩)	人口 (亿人)	亩均水量 ($\text{m}^3/\text{亩}$)	人均水量 ($\text{m}^3/\text{人}$)
全 国	27115	14.4	10.81		2500
黄 河 流 域	628	1.82	0.92	345	683
淮 河 流 域	611	1.85	1.42	330	430
海 滦 河 流 域	288	1.70	1.10	169	262
长 江 流 域	9280	3.52	3.79	2636	2449
珠 江 流 域	3360	0.70	0.82	4800	4098
松 花 江 流 域	733	1.57	0.51	467	1437
辽 河 流 域	126	0.66	0.34	191	371

注 摘自《中国水利》1990年第3期第33页，人口数是1988年底资料。

进入80年代后，我国约有144个城市先后出现不同程度的缺水，日缺水水量高达800多万t。尤其是华北地区较为严重，而这一地区是我国小麦、棉花的集中产区，也是煤碳、石油、钢铁、重化工业的重要基地。中国北半部日甚一日的喊“渴”声，迫使人们对水资源进行重新认识。水资源虽处在不断循环补给过程中，但它是有限的，而又是不可替代的自然资源。水资源是宝贵的社会财富，是国民经济发展的制约因素，随着我国社会主义现代化建设的发展，用水量将急剧增加，参见表1-3。

表 1-3

我国工农业用水增长情况 (亿m³)

项 目	1949年	1957年	1965年	1979年
农 业	1001	1938	2545	4195
工 业	20	79	119	263
火 电	4	17	62	260
城市生活	6	14	18	49
合 计	1031	2048	2744	4767

注 本表摘自《现代中国水利建设》(1984年9月,水利电力出版社)。

四、要树立全方位的“水意识”

目前全世界有100多个国家缺水,其中严重缺水的有40多个。随着世界人口和经济的快速增长,缺水的问题将越来越严重。联合国发出了警告:“石油危机之后的下一个社会危机便是水”。

水是立国生存之本,是人类生存和社会发展的一项基本条件。随着我国国民经济的发展,工农业生产,城市、农村建设和人民生活等各方面,对于水资源的需求量将不断增长。但是,我国的水资源并不富裕,而且水资源的地理分布与人口,耕地的分布极不适应,时空分布也很不平衡。诸多不利的自然因素,注定了我国是一个严重的缺水国家。惊人的浪费和人为污染,则又加重了水资源危机。

面对这个巨大的难题,专家们提出了加强对污废水的处理利用,提高农业用水的有效率,推广各项节水措施等对策。然而,任何一个对策的实现过程,都离不开一个至关重要的因素,那就是要使全体人民,具有惜水节水、防洪抗旱、保持水土、防治污染、综合利用等多方面的全方位水意识。

水利工作的基本任务是除水害、兴水利,开发、利用和保护水资源,为工农业生产和人民的物质、文化生活创造必要的条件。任务是艰巨的,也是光荣的,周恩来同志在建国之初就曾说过,把水的事情办好了,其功不在禹下。

第二节 防 洪 治 河

一、防止洪水灾害的重要性

防止洪水灾害,保护人民生命财产的安全,自古以来就是关系国计民生的头等大事。远在四千多年以前石器时代的“大禹治水”,凿龙门,疏九河,导流入海,说的就是防洪治河。历代治河都注重防洪,直至今日,防洪也一直是治河的首要任务。

在我国960万km²国土中,有112万km²的冲积平原,处于各大江河的中下游,地面高程大都在汛期洪水位以下,都依靠两岸堤防和其他工程设施来保护防洪安全,并都发生过大大小小、不同程度的洪水灾害。防洪问题是我国各大江河流域普遍存在的一个至关重要的问题。

二、我国历史上的洪水灾害

黄河下游河道是一条地上“悬河”，洪水危害最为严重，是举世闻名的“中国之忧患”。黄河历史上灾害频繁。自周定王五年（公元前602年），至公元1938年花园口扒口的2540年中，黄河决口泛滥的年份有543年，一年之内甚至决溢多次，共决溢1590余次。黄河决口造成的灾情都是十分严重的。唐玄宗开元十四年（公元755年），黄河决于河北沧县、河间一带，淹死100多万人；明成祖永乐八年（公元1401年），洪水冲入开封城，4万余户受灾，700万亩农田受淹；1933年黄河大洪水，南北两岸决口50余处，淹没冀、鲁、豫三省67个县，受灾面积达11000km²，灾民364万人，死亡18000余人，据估计这次灾害损失折合银元2.3亿多元。更有甚者，还有封建统治者的人为决溢，给人民带来毁灭性的灾难。明崇祯十五年（公元1642年），镇守开封的周王和巡抚高名衡，为了水淹闯王大军，派人在朱家寨（今开封黑岗口）、马家口决开黄河大堤，洪水直冲开封城，城内37万居民淹死34万，造成全城覆没的历史悲剧；1938年蒋介石下令在花园口扒开黄河大堤，使河南、江苏、安徽三省44个县市，5.4万km²土地一片汪洋，受灾人口1250万，300多万人背井离乡，89万人死于非命。

由于黄河决口，洪水把大量泥沙带入淮河流域，淤塞淮河干支流和湖泊，致使淮河流域连年发生水灾。1950年淮河大水，由于河道淤塞，排洪不畅，整个淮北沦为泽国，河南、安徽两省受灾人口达1340万，淹没耕地4350万亩。

1931年长江宜昌站出现63600m³/s的洪峰，上自沙市，下至上海，沿江城市全部被水淹没，南京也未幸免，武汉一片汪洋，受淹百日之久。鄂、湘、皖、赣、苏、浙、豫等七省205个县、5000多万亩农田、2855万人口受灾，死亡14.5万人。1935年汉江洪水，农田2264万亩、人口1003万受灾，死亡14.2万人。

淮河1931年洪水，淹没了蚌埠市，越过津浦铁路，淹地7700万亩，死亡7.5万人。

海河1917年洪水，淹地2500万亩，635万人受灾，天津市被淹；1939年洪水，农田5000万亩、人口800万受灾，冲毁铁路160km，天津市再次被淹。

珠江1915年洪水，淹没广州市，珠江三角洲一片汪洋，450万亩农田、300万人口受灾。

1932年松花江洪水，冲进哈尔滨市，12万人流离失所，淹没农田8325万亩，冲毁铁路多处。

我国历史上洪涝灾害频繁，举不胜举，洪水灾害是中华民族生存和发展的一大威胁。

三、建国后抗洪斗争的成就

建国后，党和政府非常重视水利事业，还处在国民经济的恢复时期，就作出了治理淮河、修建长江荆江分洪工程和官厅水库的决定。四十年来，我国修建了大量的防洪、排涝等工程，整修新修堤防、圩垸、海塘16.5万km，疏浚整治了排水河道，并开辟了海河和淮河的排水出路；修建了各类水库8.6万多座，初步控制了一般性的洪涝灾害。对洪水问题比较严重的河流，如黄河、长江、淮河、海河、珠江、辽河和松花江等，都进行了不同程度的治理，改变了建国前江河连年决口成灾的局面。

人民治黄以来，从1947年到1991年，已连续取得了40多年伏秋大汛不决口的胜利，保

卫了黄淮海大平原的安全，促进了我国社会主义建设事业的顺利进行。

四、当前防洪存在的问题

值得指出的是，我们对主要江河流域虽然进行了初步治理，控制了一般性的洪水灾害，但还远远没有得到根治，还难以抗御较大洪水的袭击。我国各江河堤防，目前能达到的防洪标准普遍偏低，大多数只能防御10~20年一遇的洪水，重点堤防的防洪标准也只有50年一遇左右，很少能达到100年一遇的防洪标准。

例如长江中、下游及湖区堤防仅能防御10~20年一遇的洪水，若遇1954年型洪水（40年一遇）仅能保荆江大堤和武汉市安全。倘若荆江大堤决口，即将造成毁灭性灾害，不仅淹没江汉平原，而且可能造成长江改道、航运和铁路中断、威胁武汉市的安全。

黄河防洪形势更为严峻，黄河下游河道已是华北平原的“屋脊”。由于泥沙大量淤积，河床不断抬高，目前下游河床仍继续以平均每年10cm的速度淤积抬高。现在下游河道设防水位在沁河口上下高出背河堤脚地面6~7m，高出新乡市区地面30m。在柳园口附近，滩面高出开封市区地面7m左右，设防水位高出开封市区地面13m。目前，黄河下游堤防的设防水位，是按照花园口站流量 $22000\text{m}^3/\text{s}$ 的标准设防。这就是说，黄河下游堤防是以防御1958年花园口站 $22300\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水为目标的，只相当于60~70年一遇的洪水标准，和它所保障的任务相比显然偏低。历史上黄河曾发生的大洪水远远超过这个标准，例如，1843年洪水在陕县（三门峡）洪峰流量为 $36000\text{m}^3/\text{s}$ ；1761年洪水在开封黑岗口洪峰流量为 $30000\text{m}^3/\text{s}$ 。若按可能最大暴雨推算，还可能出现 $4.6\text{万}\text{m}^3/\text{s}$ 的大洪水。如发生超标准洪水，黄河下游堤防一旦决口，南乱江、淮，北乱海河，其后果将不堪设想。

黄河下游两岸的黄淮海大平原，土地面积 $30\text{万}\text{km}^2$ ，耕地3亿多亩，人口2亿多。平原上城镇密集，工厂林立，是我国重要的工农业基地。京广、京沪、陇海三条铁路干线，纵横贯穿平原的东西、南北，是沟通全国、连接内陆与海洋运输的大动脉。黄河下游一旦决口，造成的直接经济损失将以百亿元计。并且，黄河决口水沙俱下，河渠淤塞，良田沙化，几十年治理淮河和海河的巨大成果将毁于一旦。加上城镇淹没，铁路中断，输水受阻，人员伤亡等间接经济损失和政治影响，则是无法估量的。

由此可见，抗洪斗争形势严峻，防洪安危是关系我国经济建设大局的重要问题。

五、防洪措施

防止洪水灾害的技术措施主要有如下几类：

1. 修筑堤防与整治河道 修建堤防防止洪水漫溢；疏浚和整治河道，提高河段的泄流能力。

2. 分洪、蓄洪、滞洪和开挖减河 在重点保护对象以上或其邻近的下游，利用适当的地形，设分（蓄、滞）洪工程，配合堤防运用可以进一步提高保护堤段的防洪标准；开挖减河可以扩大泄洪出路，可减少减河入口以下干流河段的流量。

3. 水库拦洪 兴建水库拦蓄洪水，其作用比较显著，并且可以取得综合利用效益。应根据具体情况，统一部署干支流水库的联合运用。

4. 山区小河综合治理与水土保持 除一般水土保持措施蓄水保土外，在小河上修筑拦沙坝和梯级坝，是有效的蓄水拦沙手段之一。有的工程还可取得综合利用的效益。

第三节 农田水利

一、农田水利的重要性

农业是国民经济的基础，是任何社会不可缺少的生产部门。实现农业现代化也是我国国民经济现代化建设的重要环节。农田水利事业的目的是，通过工程设施来调节和改变农田水分状态和地区水利条件，使之符合发展农业生产的需要，促进农业生产的发展。

自古以来，农田水利就是人类与水旱灾害作斗争、发展农业生产的重要措施。农田水利不仅要为粮棉增产服务，还要为林、牧、副、渔业和多种经济服务。对水土资源要进行综合利用，要合理用水、科学用水，对盐碱、沼泽和干旱荒漠地要合理开发利用。农田水利事业的发展，不仅是农业的发展进步，而且也是社会文化进步的标志。

一些科学技术较先进的国家，不仅采用一些新的灌排技术，而且已把治水扩大到大气层，实行人工催雨以增加降雨量，用人工化云以减轻暴雨威胁。原子能、电子计算技术、宇宙航测技术已开始在农村灌排中应用，有的灌排工程已用现代工业技术实现自动化。因此，我们必须认真总结我国农田水利的成就，借鉴国外的经验，积极开展农田水利工作，为我国社会主义现代化作出贡献。

二、我国古代的农田水利成就

我国是世界上农业生产发展最早的国家之一，我国的农田水利也有其极悠久的历史。相传在夏商时代，在黄河流域就已出现了“沟洫”，即古代用作灌溉、排水的渠道。春秋战国时期，我国农田水利事业有了很大的发展，公元前6世纪楚国人民兴建了芍陂（今安徽寿县南），它是利用原有的湖泊形成周围约50km的水库，引蓄淝河的水来进行灌溉，这是我国有历史记载的最早的蓄水灌溉工程。公元前4世纪魏国的西门豹和人民一起在邺（今河北临漳）修建了12条渠道，引漳水灌溉，这是早期引水灌溉的典型。秦国（公元前3世纪）李冰父子领导人民在四川兴建了我国古代最大的水利工程都江堰。这项工程2200多年来，一直为农业生产服务，至今仍灌溉着成都平原10余县600多万亩农田。此外，我国古代较大的水利工程还有：引泾水灌溉的郑国渠（公元前246年），宁夏的秦渠、汉渠、唐徕渠，浙江的镜湖灌溉区（公元140年）等。其他如遍布江南的塘坝工程，华北各省的水井、水车，西北地区的坎儿井、天车等，都是我国古代劳动人民与干旱作斗争的重要创造。

但是，漫长的封建社会阻碍了我国农田水利事业向前发展，从唐朝中叶至清朝中叶的一千多年，发展速度十分缓慢，水利技术也长期陷于停滞不前的状态。1949年建国前，我国16亿亩耕地中，灌溉面积仅有2.4亿亩。

三、建国后农田水利的发展

建国后，国家对农田水利建设一直是重视的，花费了大量人力、物力和财力，修建了大量的防洪、灌溉、排涝等工程设施，每年平均发展灌溉面积1500万亩，灌溉面积由建国初的2.4亿亩，发展到7.2亿亩。建国初期，水稻田3.4亿亩，有灌溉设施的不到2.0亿亩，可以说大部分没有水源保证。现在水稻田增加到3.8亿亩，绝大部分靠灌溉设施保证供水。

全国旱地水浇面积，由1949年4800多万亩，增加到3.4亿亩。农田水利建设为农业生产的发展提供了水利保证，我国粮食总产量，从1949年的1100多亿kg，增加到4074.5亿kg；棉花由4.45亿kg增加到37.9多亿kg（1989年统计公报）。

应当指出，我国农田水利建设还远远不能满足现代化建设的需要。目前，还有半数以上的农田没有水利设施，已有的灌溉设施标准还不够高，真正保灌的面积只有5亿亩。许多农田水利设施已经“老化”，需逐步更新、改造；工程除险、配套任务还很重；尚有1亿亩的盐碱地、冷浸田等低产田有待改造；有些易涝区尚未进行治理。总之，农田水利事业仍是任重而道远。

四、不同水利条件的地区划分

我国地域辽阔，各地自然条件不同，发展农业生产的水利条件也不同，综合气候和水文等方面的特点，可将我国大体上划分为干旱地区、半干旱地区和水分充足地区三种类型。

1. 干旱地区 包括新疆、青海、甘肃、宁夏、陕西北部、内蒙古西北及东北大部、西藏雅鲁藏布江以西、云贵高原西部等地方。干旱地区属沙漠和半沙漠性气候，降水量在250mm以下，土壤盐碱化普遍而严重。本地区主要是牧区，灌溉水源主要靠高山积雪融解的水流，也有少部分地区有地下潜流可以使用。

2. 半干旱地区 包括华北平原、黄河中游黄土高原、东北松辽平原、淮北平原以及内蒙古的南部和东部。这些地区大部分的年平均降水量在500~700mm之间。这些地区的降水量，虽然在平均数量上可基本满足作物的需要，但由于降水量的年变差大和年内分布不均衡，因而经常出现干旱年份和干旱季节，时常春旱秋涝、此旱彼涝、涝中有旱、涝后又旱。此外，黄河两岸冲积平原及滨海地区有相当面积的盐碱土地；东北平原还有部分沼泽土地；许多地区地下水位高，地下水矿化度大，土壤盐碱化威胁严重；在黄河及海河上中游的黄土地带，还存在着严重的水土流失现象。

3. 水分充足地区 包括苏南、浙江、皖南、福建、广东、广西、湖南、湖北、江西、云南、贵州、四川、海南及台湾等省区。本地区雨量充沛，年降雨在800mm以上，是我国主要水稻产区。但由于降雨的分布与水稻生长季节的田间需水不相适应，仍多有旱象发生，因此，仍需要发展灌溉。此外，长江中下游平原低洼地区、太湖流域老河网地区及珠江三角洲等地，汛期外河水位经常高于田面，内水不能外排，洪涝威胁也很严重。

五、农田水利措施

农田水利措施包括改变地区水情和调节农田水分状况两个方面。改变地区水情是一项大而复杂的工作，不仅要考虑农业生产，还应考虑其他用水部门的要求，即对水资源必须进行全面规划、综合利用。既要为农业生产创造有利的环境，为调节农田水分状况奠定必要的基础，又要为国民经济的全面发展创造有利的条件。因此，改变地区水情必须在当地区域规划的基础上进行。

改变和调节农田水分状况是农田水利的基本任务，其措施一般有下列两种。

1. 灌溉措施 按照作物的需要有计划地将水量输送和分配到田间，以补充农田水分的不足，改变土壤中的养料、通气、热状况等，达到提高土壤肥力和改良土壤的目的。

2. 排水措施 借修建排水系统将农田内多余水分排泄至一定范围以外,使农田水分保持适宜状态,满足通气、养料和热状况的要求,以适应农作物的正常生长。在盐碱化地区,排水同时具有降低地下水位和排除盐分的作用。

最后必须指出,为有效地改变和调节农田水分状况及其相关的养料、通气、热状况,不断提高土地的肥力,还必须考虑采取水利和农、林等相结合的综合措施。

第四节 水力发电

一、水电建设的重要作用

利用水流能量进行电力生产,是水资源开发利用的一项重要内容,也是解决我国能源问题的有效途径之一。电力工业建设对于建立现代化技术基础,推进工业发展,实现农业的技术改造,全面提高人民物质、文化生活水平,具有十分重要的作用。

水力发电是利用水的能量发电。水在自然界周而复始地循环,水资源可由自然循环补给,因而水能资源是一种再生资源,不象煤和石油等是不可再生资源。并且,水力发电不会污染环境,发电成本比火力发电低得多。世界各国都尽量开发本国的水能资源,有些国家水力发电所占比重相当高。例如,挪威99.6%,巴西96.2%,冰岛94.3%,新西兰77%,加拿大62%,哥伦比亚78.2%,奥地利61%,瑞士80%,瑞典55%,澳大利亚74.5%。一些较发达的工业化国家水电总装机容量都较大,例如,美国6628万kW,苏联4052万kW,日本2485万kW。

二、我国的水能资源及开发情况

我国有着丰富的水能资源,表1-4是我国水能资源的统计表。由此表可见,我国水能的理论蕴藏量为 6.76×10^8 kW,其中可开发的为 3.79×10^8 kW,可开发的年发电总量为

表 1-4

全国及各分水系水能资源统计表

水 系	水 能 蕴 藏 量			可能开发水能资源		
	功 率 (万kW)	年 能 量 (亿kW·h)	占 全 国 (%)	装机容量 (万kW)	年发电量 (亿kW·h)	占 全 国 (%)
全 国	67604.71	59221.8	100	37853.24	19233.04	100
长 江	26801.77	23478.4	39.6	19724.33	10274.98	53.4
黄 河	4054.80	3552.0	6.0	2800.39	1169.91	6.1
珠 江	3348.37	2933.2	5.0	2485.02	1124.78	5.8
海、滦 河	294.40	257.9	0.4	213.48	51.68	0.3
淮 河	144.96	127.0	0.2	66.01	18.94	0.1
东北诸河	1530.60	1340.8	2.3	1370.75	439.42	2.3
东南沿海诸河	2066.78	1810.5	3.1	1389.68	547.41	2.9
西南国际诸河	9690.15	8488.6	14.3	3768.41	2098.68	10.9
雅鲁藏布江及 西藏其他河流	15974.33	13993.5	23.6	5038.23	2968.58	15.4
北方内陆诸河 及新疆诸河	3698.55	3239.9	5.5	996.94	538.66	2.8

注 表中未包括台湾省。

$1.92 \times 10^{13} \text{kW} \cdot \text{h}$ 。我国的水能资源居世界首位。其中近期可开发的水能资源为1.03亿kW，年发电量为4300亿kW·h。

1949年，我国水力发电全国装机容量仅为16万kW，发电量仅为7.1亿kW·h。至1988年水电装机容量已达到3270万kW，为1949年的205倍；水电发电量达到1092亿kW·h，为1949年的154倍。水电设备容量在总发电容量中的比重，已由8.6%提高到28.3%；水电发电量比重已由16.5%提高到20%。目前，开发利用率为5.68%。

统计到1983年底，全国已建成大、中、小型水电站近9万座，其中2.5万kW以上的大、中型水电站81座。此外，在建的大型水电站有14座，其发电容量有1000多万kW。正在规划设计的有181个项目，共有7300万kW，年发电量3260亿kW·h。其中，已完成初步设计和可行性研究的大中型水电站有30项，共计3056万kW。展望未来，我国的水电建设，前程似锦，大有可为，摆在我们面前的任务是十分光荣和艰巨的。

三、水能计算的基本公式

从物理学我们知道：一个质量 $G(\text{kg})$ 的物体，从高处下落 $H(\text{m})$ ，它所作的功 E 是

$$E = GgH \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

其中 g 是重力加速度， $g = 9.81 \text{m/s}^2$ 。

江河中的水，川流不息地从高处向低处流，也就是不断地在作功。天然河流的水能，基本上消耗在水流内部的紊动摩擦、冲刷河床和搬运泥沙等方面。水力发电就是利用河流这种水能来发电。

水流发电能力的基本计算公式是

$$N = 9.81HQ\eta \quad (1-1)$$

式中 N ——水电站出力，kW；

H ——水头，即上下游水位差，m；

Q ——流量， m^3/s ；

η ——水电站效率。

利用水能发电，不可避免地要损失一部分能量，例如水流阻力和机械摩擦等。所以，水流发电能力的基本计算公式中，要引入水电站效率 η 。它的大小和水轮机、发电机的类型、水电站的布置等有关。粗略地说，大中型电站 $\eta = 0.85 \sim 0.95$ ；中小型电站 $\eta = 0.65 \sim 0.85$ 。

电能的单位通常用kW·h（即千瓦时）来计算，即

$$E = N \cdot T \quad (1-2)$$

式中 E ——电能，kW·h；

N ——水电站出力，kW；

T ——持续时间，h。

四、水力发电措施

水头和流量的数值，直接决定着水能的大小。瀑布、河流急滩段等落差集中的地点，是建造水电站的有利地形。如我国有名的贵州黄果树大瀑布，就蕴藏着大量的水能。

·对于天然河流，若须利用它的水能进行发电，必须对它进行控制和改造。这是因为：