

全国水利类高职高专教育统编教材

主 编 邹 冰
副主编 杨振华

水利工程概论

SHUI LI GONGCHENG GAILUN



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国水利类高职高专教育统编教材

水利工程概论

主 编 邹 冰

副主编 杨振华

00



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

水利工程概论 / 邹冰主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2006

全国水利类高职高专教育统编教材

ISBN 7-5084-3727-6

I. 水... II. 邹... III. 水利工程—高等学校: 技术学校—教材 IV. TV

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 035796 号

| | |
|-------|--|
| 书 名 | 全国水利类高职高专教育统编教材 水利工程概论 |
| 作 者 | 主编 邹冰 副主编 杨振华 |
| 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 电话: (010) 63202266(总机)、68331835(营销中心) |
| 经 售 | 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 | 北京市兴怀印刷厂 |
| 规 格 | 787mm×1092mm 16 开本 12 印张 285 千字 |
| 版 次 | 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷 |
| 印 数 | 0001—3000 册 |
| 定 价 | 19.00 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

内 容 提 要

本教材是根据普通高等教育“十五”国家级规划教材的编写要求，并结合高职高专教育特点和人才培养模式及课程体系改革的需求编写的。

全书共分八章，包括：绪论、水利工程的基本知识、水库枢纽工程、水电站与水泵站、水土保持与河道工程、农田水利工程、水利枢纽中的过坝建筑物、水利工程施工等。

本书除可作为全国高职高专院校水利类学科水利工程管理、工程造价管理、水文水资源、工程测绘、水利工程机械等专业的教材外，还可作为其他与水利水电有关专业的入门教材。此外，本书可作为基层水利管理人员的培训教材，也可作为广大水利及相关行业基层干部的自学参考书。

**全国水利类高职高专教育统编教材
编辑委员会**

主任委员 王志锋

副主任委员 陈自强 王国仪

委员 (按姓氏笔画排序)

王 锋 王庆河 刘宪亮 匡会健

孙敬华 孙晶辉 张俊峰 张朝晖

张耀先 陈良堤 欧阳菊根

茜平一 黄世钧

出版说明

为了加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年的时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,我们在组织各参研院校申报的基础上,经过认真遴选,确定了《水工建筑物》等20种教材作为第一批重点建设(其中8种被列为普通高等教育“十五”国家级规划教材)项目,进而在各参研院校和有关单位推荐人员中,遴选了富有高职高专教学经验的教师组成了写作班子,并对主要编审人员进行了集中培训,统一了高职高专教材编写的指导思想,进一步增强了特色和质量意识。在总结各校专业教学改革、课程和教材改革经验的基础上,着手编写教材。

这批教材的出版,集中反映了近年来高职高专水利类院校在专业改革、课程教学和教材建设等方面团结合作、互相配合、共同研究的最新成果。为了适应水利类专业新的形势需要,这批教材中相当部分是首次出版,填补了水利类高职高专教材建设中的空白。虽然有部分教材已经出版过多次,是在前人的基础上重新修订的,这次出版仍注入了大量的新内容、新成果。总之,这批教材的出版,将成为水利类高职高专院校教材建设的里程碑。

这批教材的出版,得到了各参研院校在人力、财力、物力上的大力支持,在此我们表示衷心的感谢。同时,对中国水利水电出版社的领导和编辑们精心组织,认真编排,从形式到内容上严格把关,我们也表示诚挚的谢意。

教育部高等学校水利学科教学指导委员会高职高专教学组
教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系
改革与建设项目计划》第Ⅱ22—1号项目:“高职高专教育水利类
专业人才培养规格和课程体系改革、建设的研究与实践”项目组

2003年11月

前 言

本书是根据普通高等教育“十五”国家级规划教材编写要求，遵循教育部高等学校水利学科教学指导委员会高职高专教学组广州会议精神编写的。针对当前高职高专教育的特点，在教材的内容选取等方面，进行了认真的探索和一定的改革。结合最新的水利水电设计、施工、管理规范等技术要求，以讲解工程的型式、特点、结构、构造和适用条件为主要目的，并尽量介绍目前水利工程设计、施工等方面的新技术、新材料、新方法的应用情况。突出了高职高专教学的实用性和针对性。

该教材以增加可读性为基本宗旨，尽量采用通俗的语言和图表说明问题，使学生能够较容易地理解专业术语和内涵，以便较好地适应非水利类相关专业学生使用。

本教材的编写大纲由全体编委集体讨论并进一步修改、完善。本教材由浙江水利水电专科学校邹冰任主编，杨凌职业技术学院杨振华任副主编。其中第一章、第八章由邹冰编写，第二章由王海兴编写，第三章由杨振华编写，第四章由蔡高堂编写，第五章由宋春发编写，第六章、第七章由丁春梅、邹冰编写。全书由邹冰统稿并定稿，由黄河水利职业技术学院刘宪亮教授主审。刘教授提出了一些具体修改意见，提高了本书的质量，在此表示衷心感谢。

在本教材整个编写过程中，得到王英华教授、郭雪莽教授的大力帮助和指导，王英华教授对全书做了大量细致的工作，在此表示衷心的感谢。编写中参考和借鉴了有关教材和科技文献资料的内容，编者在此一并表示感谢。

因编者水平所限，难免有不妥和疏漏之处，敬请各位专家和读者批评指正。

编 者

2005年12月

目 录

出版说明

前言

| | |
|----------------------------|-----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 水资源与水利工程 | 1 |
| 第二节 水利工程的建设和发展 | 7 |
| 第三节 水利工程建设程序及管理 | 11 |
| 第二章 水利工程的基本知识 | 17 |
| 第一节 河流与流域 | 17 |
| 第二节 降水与径流 | 19 |
| 第三节 径流调节 | 24 |
| 第四节 水利枢纽及水利工程 | 26 |
| 第三章 水库枢纽工程 | 30 |
| 第一节 重力坝 | 30 |
| 第二节 拱坝 | 50 |
| 第三节 土石坝枢纽工程 | 56 |
| 第四章 水电站与水泵站 | 74 |
| 第一节 水能开发方式及水电站类型 | 74 |
| 第二节 水电站的主要机电设备 | 77 |
| 第三节 水电站建筑物 | 82 |
| 第四节 水电站厂区枢纽 | 86 |
| 第五节 水泵的类型与特点 | 90 |
| 第六节 水泵站建筑物 | 92 |
| 第五章 水土保持与河道工程 | 97 |
| 第一节 水土保持工程 | 97 |
| 第二节 堤防工程 | 100 |
| 第三节 河道整治工程 | 105 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 第六章 农田水利工程 | 107 |
| 第一节 灌溉制度与灌排流量 | 107 |
| 第二节 灌排系统布置及渠道设计 | 110 |
| 第三节 节水灌溉工程 | 115 |
| 第四节 取水枢纽工程 | 122 |
| 第五节 渠系建筑物 | 127 |
| 第六节 水闸 | 140 |
| 第七章 水利枢纽中的过坝建筑物 | 150 |
| 第一节 通航建筑物 | 150 |
| 第二节 过木建筑物 | 155 |
| 第三节 过鱼建筑物 | 157 |
| 第八章 水利工程施工 | 160 |
| 第一节 水利工程施工的任务及特点 | 160 |
| 第二节 施工导流和截流 | 161 |
| 第三节 水利工程施工技术 | 167 |
| 第四节 施工组织设计 | 174 |
| 参考文献 | 183 |

第一章 绪 论

第一节 水资源与水利工程

一、水与水资源

(一) 水的作用

在地球表面上，从浩瀚无际的海洋，奔腾不息的江河，碧波荡漾的湖泊，到白雪皑皑的冰山，到处都蕴藏着大量的水。水是地球上最为普通也是至关重要的一种天然物质。

水是生命之源：水是世界上所有生物的生命源泉。考古研究表明，人类自古就是逐水而徙，择水而居，因水而兴。人类发展史与水是密不可分的。

水是农业之本：水是世间各种植物生长不可或缺的物质。在农业生产中，水更是至关重要，正如俗话说：“有收无收在于水，多收少收在于肥”。一般植物绿叶中，水的含量占80%左右，苹果的含水量为85%。水不但是植物的主要组成部分，也是植物的光合作用和维持其生命活动的必需的物质。在现代农业生产中，对灌溉的依赖程度更高，农业灌溉用水量数量巨大。据统计，当今世界上农业灌溉用水量约占世界总用水量的65%~70%。因此，农业灌溉节水具有广泛而深远的意义。

水是工业的血液：水在工业上的用途非常广泛，从电力、煤炭、石油、钢铁生产，到造纸、纺织、酿造、食品、化工等行业，各种工业产品均需要大量的水。如炼1.0t钢或石油，需水200t；生产1.0t纸需水约250t；而生产1.0t人造纤维，则需耗水1500t左右。在某些工业生产中，水是不可替代的物质。据2000年统计，世界各国工业需水量约占总需水量的25%。

水是自然生态的美容师：地球上，由于水的存在、运动和变化而形成了许多赏心悦目的自然景观。如变幻莫测的彩虹、雾凇、海市蜃楼；因雨水冲淤而成的奇沟险壑、九曲黄河；水在地下的运动作用塑造了千姿百态的喀斯特地貌，从而有了云南石林、桂林山水等美景。另外，水的流动与自然地貌相结合形成了潺潺细流的小溪、波涛汹涌的江河、美丽无比的湖泊、奔流直下的瀑布等，这些自然景观，丰富了人类的精神文明生活。

(二) 水资源及其特性

1. 水资源

水对人类社会的产生和发展起到了巨大的作用。所以人们认识到，水是人类赖以生存和发展的最基本的生产、生活资料。水是一种不可或缺、不可替代的自然资源；水是一种可再生的有限的宝贵资源。

广义上的水资源,是指地球上所有能直接利用或间接利用的各种水及水中物质,包括海洋水、极地冰盖的水、河流湖泊的水、地下及土壤水。其总储量达 13.86 亿 km^3 ,其中海洋水约占 97.47% 。目前,这部分高含盐量的咸水,还很难直接用于工农业生产。

陆地淡水存储量约为 0.35 亿 km^3 ,而能直接利用的淡水只有 0.1065 亿 km^3 ,这部分水资源常称为狭义的水资源。

一般来讲,当前可供利用或可能被利用,且有一定数量和可用质量,并在某一地区能够长期满足某种用途的并可循环再生的水源;称为水资源。

水资源是实现社会与经济可持续发展的重要物质基础。随着科学技术的进步和社会的发展,可利用的水资源范围将逐步扩大,水资源的数量也可能会逐渐增加。但是,其数量还是很有限的。同时,伴随人口增长和人类生活水平的提高,随着工农业生产的发展,对水资源的需求会越来越多,再加上水质污染和不合理开发利用,使水资源日渐贫乏,水资源紧缺现象也会愈加突出。

2. 水资源的特性

一般情况下,陆地上的淡水资源具有以下特性:

(1) 再生性:在太阳能的作用下,水在自然界形成周而复始的循环。即太阳辐射到海洋、湖泊水面,将部分水汽蒸发到空中。水汽随风漂流上升,遇冷空气后,则以雨、雪、霜等形式降落到地表。降水形成径流,在重力作用下又流回到海洋、湖泊,年复一年地循环。因此,一般认为水循环为每年一次。

(2) 时间和空间分布的不均匀性:在地球表面,受经纬度、气候、地表高程等因素的影响,降水在空间分布上极为不均,如热带雨林和干旱沙漠、赤道两侧与南北两极、海洋和内地差距很大。在年上和年际之间,水资源分布也存在很大差异。如冬季和夏季,降雨量变化较大。另外,往往丰水年形成洪水泛滥而枯水年干旱成灾。

(3) 水资源的稀缺性:地球上淡水资源总量是有限的,但世界人口急剧增长,工农业生产进一步发展,城市的不断膨胀,对淡水资源的需求量也在快速增加。再加之水体污染和水资源的浪费现象,使某些地区的水资源日趋紧缺。

(4) 水的利、害双面性:自古以来,水用于灌溉、航运、动力、发电等,为人类造福,为生活、生产做出了很大贡献。但是,暴雨及洪水也可能冲毁农田、淹没家园、夺人生命,如果对水的利用、管理不当,还会造成土地的盐碱化、污染水体、破坏自然生态环境等,也会给人类造成灾难。正所谓,水能载舟,亦能覆舟。

(三) 我国的水资源

我国地域辽阔,河流、湖泊众多,水资源总量丰富。我国有河流 4.2 万条,河流总长度达 40 万 km 以上,其中流域面积在 1000km^2 以上的河流有 1600 多条。长江是中国第一大河,全长 6380km 。我国的主要河流及径流特征见表 1-1。

我国湖泊总面积 71787km^2 ,天然湖面面积在 100km^2 以上的有 130 多个,全国湖泊贮水总量 7088 亿 m^3 ,其中淡水贮量 2260 亿 m^3 。

我国多年平均年降水总量约 61889 亿 m^3 ,多年平均年河川径流总量约 27115 亿 m^3 ,地下水资源量约 8288 亿 m^3 ,两者的重复计算水量为 7279 亿 m^3 ,扣除重复水量后得到水资源总量约为 28124 亿 m^3 ,居世界第六位。

表 1-1 中国主要河流

| 序号 | 河流名称 | 注入海 (湖) 域 | 流域面积 (km^2) | 河流长度 (km) | 年平均流量 (m^3/s) | 年径流总量 (亿 m^3) |
|----|-------|--------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 长江 | 东海 | 1808500 | 6211.3 | 30933 | 9755 |
| 2 | 珠江 | 南海 | 435690 | 2197 | 10654 | 3360 |
| 3 | 黑龙江 | 鄂霍茨克海 | 1620170 | 3474 | 8600 | 2709 |
| 4 | 雅鲁藏布江 | 孟加拉湾 | 240480 | 2057 | 5245 | 1654 |
| 5 | 澜沧江 | 南海 | 167486 | 2198 | 2410 | 760 |
| 6 | 怒江 | 孟加拉湾 | 137818 | 1540 | 2229 | 703 |
| 7 | 闽江 | 台湾海峡 | 60992 | 577 | 1995 | 629 |
| 8 | 淮河 | 黄海 | 269282 | 1000 | 1937 | 611 |
| 9 | 黄河 | 渤海 | 752443 | 5464 | 1785 | 563 |
| 10 | 钱塘江 | 东海 | 42156 | 484 | 1154 | 364 |

中国河流的水能资源十分丰富，理论蕴藏量达 6.76 亿 kW，其中可开发利用的约 3.78 亿 kW，均居世界首位。其中，长江流域可开发量占总量的 53.4%。这是一个巨大而洁净的能源宝库。

我国水资源的特性：

(1) 水资源相对缺乏。虽然我国水资源总量较丰富，但我国人口占世界总人口的 22%，人均水资源占有量仅为 2163m^3 ，是世界人均水资源占有量的 1/4，居世界第 121 位，属于严重的贫水国家。

我国的耕地面积为 9600 万 hm^2 ，平均每公顷土地占有的水资源量为 28300m^3 ，亩均水量约 1771m^3 ，约为世界平均水平的 80%。

(2) 水资源时空分布严重不均。从空间分布上，我国幅员辽阔，南北气候悬殊，东南沿海地区雨水充沛，水资源丰富；而华北、西北地区干旱少雨，水资源严重缺乏。

在时间分布上，降水多集中在汛期的几个月，汛期降雨量占全年的 70%~80%，往往是汛期抗洪、非汛期抗旱。同时，年际变化很大，丰水年洪水泛滥，而枯水年则干旱成灾。

(3) 水资源分布与耕地人口的布局严重失调，长江以南地区水资源总量占全国的 82%，人口占全国的 54%，人均水量 4170m^3 ，是全国平均值的 1.9 倍；亩均水资源量为 4134m^3 ，是全国平均值的 2.3 倍；而淮河以北地区人口占全国的 43.2%，水资源总量占全国的 14.4%，人均水量仅为全国平均值的 1/3，亩均水资源量为全国平均值的 1/4。这种水土资源与人口分布的不合理，加剧了水资源短缺，更进一步恶化了水环境。特别是西北、华北的广大地区，已形成严重的水危机。

(4) 水质污染和水土流失严重。近年来，水污染在全国各地普遍发生，特别是淮河、海河流域，污染尤为严重，使原本紧缺的水资源雪上加霜。一度曾导致沿岸部分城镇饮水困难，影响了社会的和谐及稳定。长江、黄河、珠江、松花江等流域，虽水质污染尚未超过其自身的净化能力，但某些河段或支流的水质也受到不同程度的污染，水质状况令人

担忧。

由于西北地区水土流失严重，地面植被覆盖率低，风沙较大，使黄河成为世界上罕见的多泥沙河流，年含沙量和年输沙量均为世界第一。每年大量泥沙淤积，使河床抬高影响泄洪，严重时则会造成洪水泛滥。因此，必须加强对黄河及相关流域的水土保持，退耕还草、植树造林，减少水土流失，保证河道防洪安全。

二、水利工程与水利事业

为防止洪水泛滥成灾，扩大灌溉面积，充分利用水能发电等，需采取各种工程措施对河流的天然径流进行控制和调节，合理使用和调配水资源。这些措施中，需修建一些工程结构物，这些工程统称水利工程。为达到除水害、兴水利的目的，相关部门从事的事业统称为水利事业。

水利事业的首要任务是消除水旱灾害，防止大江大河的洪水泛滥成灾，保障广大人民群众的生命财产安全。第二是利用河水发展灌溉，增加粮食产量，减少旱涝灾害对粮食安全的影响。第三是利用水力发电、城镇供水、交通运输、旅游、生态恢复和环境保护等。

（一）防洪治河

洪水泛滥可使农业大量减产，工业、交通、电力等正常生产遭到破坏。严重时，则会造成农业绝收、工业停产、人员伤亡等。如1931年武汉地区特大洪水，武汉关水位达28.28m，造成武汉、南京至上海各城市悉数被淹达百日之久，5000万亩农田绝收，受灾人口2855万人，死亡14.5万人，损失惨重。

在水利上，常采取相应的措施控制和减少洪水灾害，一般主要采取以下几种工程措施及非工程措施。

1. 工程措施

（1）拦蓄洪水控制泄量。利用水库、湖泊的巨大库容，蓄积和滞留大量洪水，消减下泄洪峰流量，从而减轻和消除下游河道可能发生的洪水灾害。如1998年特大洪水，武汉关水位达到29.43m，是历史第二高水位，由于上游的隔河岩、葛洲坝等水库的拦洪、错峰作用，缓解了洪水对荆江河段及下游的压力，减小了洪水灾害的损失。

在利用水库来蓄洪水的同时，还应充分利用天然湖泊的空间，囤积、蓄滞洪水，降低洪水位。当前，由于长江等流域的天然湖泊的面积减少，使湖泊蓄滞洪水的能力降低。1998年大洪水后，对湖面日益减少的洞庭湖、鄱阳湖等天然湖泊，提出退田还湖，这对提高湖泊滞洪功能和推行人水和谐相处的治水方略具有积极作用。

另外，拦蓄的洪水还可以用于枯水期的灌溉、发电等，提高水资源的综合利用效益。

（2）疏通河道，提高行洪能力。对一般的自然河道，由于冲淤变化，常常使其过水能力减小。因此，应经常对河道进行疏通清淤和清除障碍物，保持足够的断面，保证河道的设计过水能力。近年来，由于人为随意侵占河滩地，形成阻水障碍、壅高水位，威胁堤防安全甚至造成漫堤等洪水灾害。

2. 非工程措施

（1）蓄滞洪区分洪减流。利用有利地形，规划分洪（蓄滞洪）区；在江河大堤上设置分洪闸，当洪水超过河道行洪能力时，将一部分洪水引入蓄滞洪区，减小主河道的洪水压力，保障大堤不决口。通过全面规划，合理调度，总体上可以减小洪水灾害损失，可有效

保障下游城镇及人民群众的生命、财产安全。

(2) 加强水土保持,减小洪峰流量和泥沙淤积。地表草丛、树木可以有效拦蓄雨水,减缓坡面上的水流速度,减小洪水流量和延缓洪水形成历时。另外,良好的植被还能防止地表土壤的水土流失,有效减少水中泥沙含量。因此,水土保持对减小洪水灾害有明显效果。

(3) 建立洪水预报、预警系统和洪水保险制度。根据河道的水文特性,建立一套自动化的洪水预测、预报信息系统。根据及时准确的降雨、径流量、水位、洪峰等信息的预报预警,可快速采取相应的抗洪抢险措施,减小洪水灾害损失。

另外,我国应参照国外经验,利用现代保险机制,建立洪水保险制度,分散洪水灾害的风险和损失。

(二) 农田水利

在我国的总用水量中约70%的是农业灌溉用水。农业现代化对农田水利提出了更艰巨的任务,一是通过修建水库、泵站、渠道等工程措施提高农业生产用水保障;二是利用各种节水灌溉方法,按作物的需求规律输送和分配水量。补充农田水分不足,改变土壤的养料、通气等状况,进一步提高粮食产量。

(三) 水力发电

水能资源是一种洁净能源,具有运行成本低、不消耗水量、环保生态、可循环再生等特点,是其他能源无法比拟的。

水力发电,既在河流上修建大坝,拦蓄河道来水,抬高上游水位并形成水库,集中河段落差获得水头和流量。将具有一定水头差的水流引入发电站厂房中的水轮机,推动水轮机转动,水轮机带动同轴的发电机组发电。然后,通过输变电路,将电能输送到电网的用户。

(四) 城镇供、排水

随着城镇化进程的加快,城镇生活供水和工业用水的数量、质量在不断提高,城市供水和用水矛盾日益突出。由于供水水源不足,一些重要城市只好进行跨流域引水,如引滦入津、引碧入大、京密引水、引黄济青等工程。特别是正在建设中的南水北调工程,引水干渠全长1300km,投资近2000亿元人民币,每年可为华北地区的河北、山东、天津、北京等省市供水200亿 m^3 。

由于城市地面硬化率高,当雨水较大时,在城镇的一些低洼处,容易形成积水,如不及时排放,则会影响工、商业生产及人民群众的正常生活。因此,城市降雨积水和渍水的排放,是城市防洪的一部分,必须引起高度重视。

(五) 航运及渔业

自古以来,人类就利用河道进行水运。如全长1794km,贯通浙江、江苏、山东、河北、北京的大运河,把海河、淮河、黄河、长江、钱塘江等流域连接起来,形成一个杭州到北京的水运网络。在古代,京杭大运河是南北交通的主动脉,为南北方交流和沿岸经济繁荣做出了巨大贡献。

对内河航运,要求河道水深、水位比较稳定,水流流速较小。必要时应采取工程措施,进行河道疏浚,修建码头、航标等设施。当河道修建大坝后,船只不能正常通行,需

修建船闸、升船机等建筑物，使船只顺利通过大坝。如三峡工程中，修建了双线五级船闸及升船机，可同时使万吨客轮及船队过坝，保证长江的正常通航。

由于水库大坝的建设，改变了天然的水状态，破坏了某些回游性鱼类的生存环境。因此，需采取一定的工程措施，帮助鱼类生存、发展，防止其种群的减少和灭绝。常用的工程措施有鱼道、鱼闸等。

(六) 水土保持

由于人口的增加和人类活动的影响，地球表面的原始森林被大面积砍伐，天然植被遭到破坏，水分涵养条件差，降雨时雨水直接冲蚀地表土壤，造成地表土壤和水分流失。这种现象称为水土流失。

水土流失可把地表的肥沃土壤冲走，使土地贫瘠，形成丘陵沟壑，减少产量乃至不能耕种。而雨水集中且很快流走，往往形成急骤的山洪，随山洪而下的泥沙则淤积河道和压占农田，还易形成泥石流等地质灾害。

为有效防止水土流失，则应植树种草、培育有效植被，退耕还林还草，合理利用坡地。并结合修建坝坝、蓄水池等工程措施，进行以水土保持为目的的综合治理。

(七) 水污染及防治

水污染是指由于人类活动，排放污染物到河流、湖泊、海洋的水体中，使水体的有害物质超过了水体的自身净化能力，以致水体的性质或生物群落组成发生变化，降低了水体的使用价值和原有用途。

水污染的原因很复杂，污染物质较多，一般有耗氧有机物、难降解有机物、植物性营养物、重金属、无机悬浮物、病原体、放射性物质、热污染等。污染的类型有点污染和面污染等。

水污染的危害严重并影响久远。轻者造成水质变坏，不能饮用或灌溉，水环境恶化，破坏自然生态景观；重者造成水生生物、水生植物灭绝，污染地下水，城镇居民饮水危险，而长期饮用污染水源，会造成人体伤害，染病致死并遗传后代。

水污染的防治任务艰巨，首先应全社会动员，提高对水污染危害的认识，自觉抵制水污染的一切行为，全社会、全民、全方位控制水污染。第二是加强水资源的规划和水源地的保护，预防为主、防治结合。第三是做好废水的处理和应用，废水利用、变废为宝，花大力气采取切实可行的污水处理措施，真正做到达标排放，造福后代。

(八) 水生态及旅游

(1) 水生态。水生生态系统是天然生态系统的主要部分。维护正常的水生生态系统，可使水生生物系统、水生植物系统、水质水量、周边环境良性循环。一旦水生态遭到破坏，其后果是非常严重的，其影响是久远的。水生态破坏后的主要现象为：水质变色变味，水生生物、水生植物灭绝；坑塘干涸、河流断流；水土流失，土地荒漠化；地下水位下降，沙尘暴增加等。

水利水电工程的建设，对自然生态具有一定的影响。建坝后河流的水文状态发生一定的改变，可能会造成河口泥沙淤积减少而加剧侵蚀，污染物滞留，改变水质。对库区，因水深增加、水面扩大，流速减小，产生淤积。水库蒸发量增加，对局部小气候有所调节。筑坝对回游性鱼类影响较大，如长江中的中华鲟、胭脂鱼等。在工程建设中，应采取一些

可能的工程措施（如鱼道、鱼闸等），尽量减小对生态环境的影响。

另外，水库移民问题也会对社会产生一定的影响，由于农民失去了土地，迁移到新的环境里，生活、生产方式发生变化，如解决不好，也会引起一系列社会问题。

(2) 水与旅游。自古以来，水环境与旅游业一直有着密切的联系，从湖南的张家界，黄果树瀑布、桂林山水、长江三峡、黄河壶口瀑布、杭州西湖，到北京的颐和园以及哈尔滨的冰雪世界，无不因水而美丽纤秀，因水而名扬天下。清洁、幽静的水环境可造就秀丽的旅游景观，给人们带来美好的精神享受，水环境是一种不可多得的旅游、休闲资源。

水利工程建设，可造就一定的水环境，形成有山有水的美丽景色，形成新的旅游景点。如浙江新安江水库的千岛湖，北京的青龙峡等。但如处理不当，也会破坏当地的水环境，造成自然景观乃至旅游资源的恶化和破坏。

第二节 水利工程建设与发展

一、我国古代水利建设

几千年来，广大劳动人民为开发水利资源，治理洪水灾害，发展农田灌溉，进行了长期的大量的水利工程建设，积累了宝贵的经验，建设了一批成功的水利工程。大禹用堵、疏结合的办法治水获得成功，并有“三过家门而不入”的佳话流传于世。

我国古代建设的水利工程很多，下面主要介绍几个典型的工程：

1. 四川都江堰灌溉工程

都江堰坐落在四川省都江堰市的岷江上，是当今世界上历史最长的无坝引水工程。公元前 250 年，由秦代蜀郡太守李冰父子主持兴建，历经各朝代维修和管理，其主体基本保持历史原貌；虽经历 2000 多年的使用，至今仍是我国灌溉面积最大的灌区，灌溉面积达 1000 多万亩。

都江堰的布置如图 1-1 所示，工程巧妙地利用了岷江出山口处的地形和水势，因势利导，使堤防、分水、泄洪、排沙相互依存，共为一体。孕育了举世闻名的“天府之国”。枢纽主要由鱼嘴、飞沙堰、宝瓶口、金刚堤、人字堤等组成。鱼嘴将岷江分成内江和外江，合理导流分水，并促成河床稳定。飞沙堰是内江向外江溢洪排沙的坝式建筑物，洪水期泄洪排沙，枯水期挡水，保证宝瓶口取水流量。宝瓶口形如瓶颈，是人工开凿的窄深型引水口，既能引水，又能控制水量。处于河道凹岸的下方，符合无坝取水的弯道环流原理，引水不引沙。2000 多年来，工程发挥了极大的社会效益和经济效益，史书上记载，“水旱从人，不知饥馑，时无荒年，天下谓之天府也”。新中国成立后，对都江堰灌区进行了维修、改建，增加了一些闸坝和堤防，扩大了灌区的

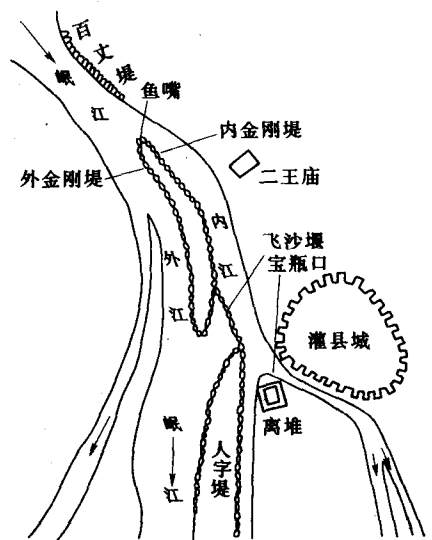


图 1-1 都江堰布置示意图

面积，现正朝着可持续发展的特大型现代化灌区迈进。

2. 灵渠

灵渠位于广西兴安县城东南，建于公元前 214 年。灵渠沟通了珠江和长江两大水系，成为当时南北航运的重要通道。灵渠由大天平、小天平、南渠、北渠等建筑物组成（图 1-2），大、小天平为高 3.9m，长近 500m 的拦河坝，用以抬高湘江水位，使江水流入南、北渠（漓江），多余洪水从大小天平顶部溢流进入湘江原河道。大、小天平用鱼鳞石结构砌筑，抗冲性能好。整个工程，顺势而建，至今保存完好。灵渠与都江堰一南一北，异曲

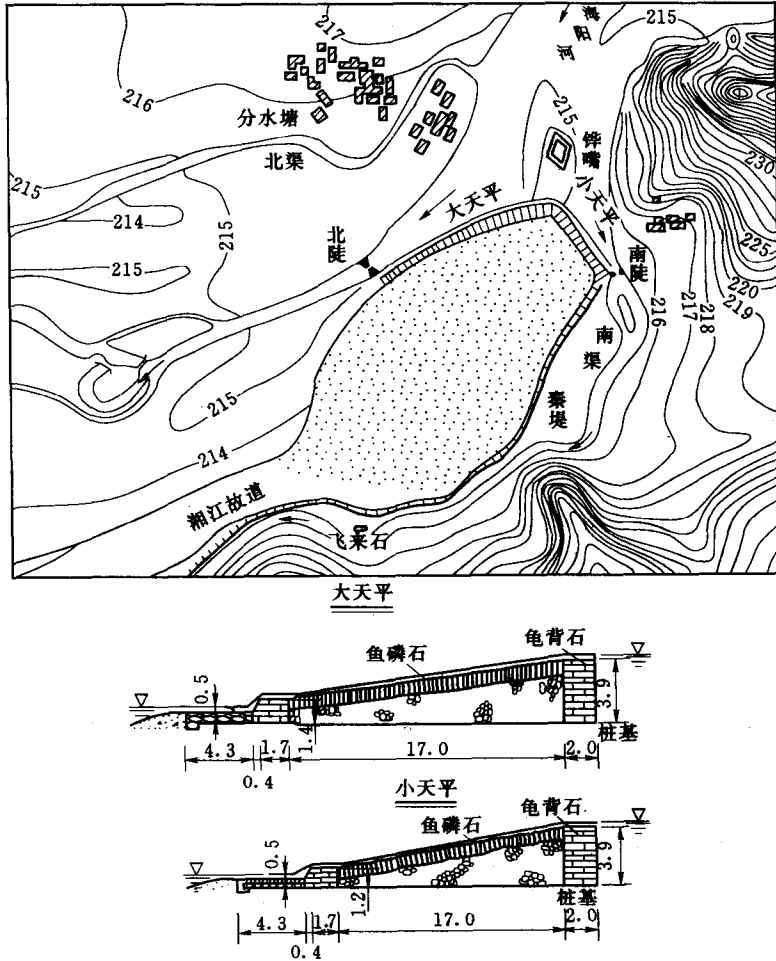


图 1-2 灵渠布置示意图

同工，相互媲美。

另外，还有陕西引泾水的郑国渠；安徽寿县境内的芍陂灌溉工程，引黄河水的秦渠、汉渠，河北的引漳十二渠等。这些古老的水利工程都取得过良好的社会效益和巨大的经济效益，有些工程至今仍在发挥作用。

在水能利用方面，自汉晋时期开始，劳动人民就已开始用水作为动力，带动水车、水