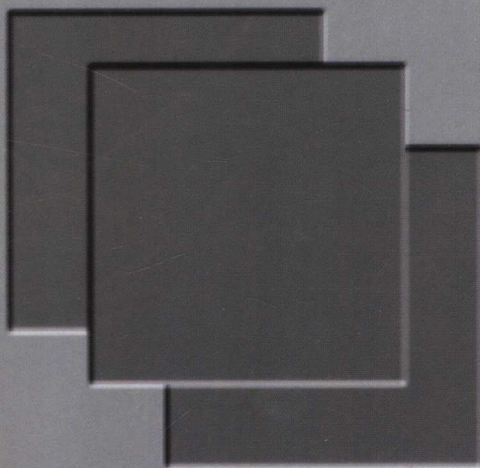




全国高职高专水利水电类精品规划教材

水工建筑物

主 编 汤能见 吴伟民 胡天舒



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专水利水电类精品规划教材

水工建筑物

主 编 汤能见 吴伟民 胡天舒
副主编 卓美燕 汪繁荣 杨 艳
何向红
主 审 陆克芬



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是《全国高职高专水利水电类精品规划教材》中的一本,其内容的深度和难度按照高等职业教育的教学特点和专业需要进行设计和编写。

本书采用了我国最新的设计规范和行业标准,吸收新技术,选用新的大坝资料,针对高职高专教学的特点,从突出先进、实用、适用角度出发,着重讲授理论知识在实践中的应用,培养学生的实践能力。全书共分10章,包括:绪论,重力坝,拱坝,土石坝,水闸,河岸溢洪道,水工隧洞与坝下涵管,过坝建筑物及渠系建筑物,水利枢纽布置,水利工程管理等。

本书除用作高职高专水利水电及相关专业水工建筑物课程的教材外,也可供其他层次职业学校相关专业作为教材或教学参考书,还可供水利水电工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水工建筑物 / 汤能见, 吴伟民, 胡天舒主编. —北京:
中国水利水电出版社, 2005
全国高职高专水利水电类精品规划教材
ISBN 7-5084-3167-7

I. 水... II. ①汤... ②吴... ③胡... III. 水工建
筑物—高等学校; 技术学校—教材 IV. TV6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 093029 号

书 名	全国高职高专水利水电类精品规划教材 水工建筑物
作 者	主编 汤能见 吴伟民 胡天舒
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 16.5 印张 391 千字
版 次	2005 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 2 次印刷
印 数	4001—7000 册
定 价	24.00 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

序

教育部在《2003-2007 年教育振兴行动计划》中提出要实施“职业教育与创新工程”，大力发展职业教育，大量培养高素质的技能型特别是高技能人才，并强调要以就业为导向，转变办学模式，大力推动职业教育。因此，高职高专教育的人才培养模式应体现以培养技术应用能力为主线 and 全面推进素质教育的要求。教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，进行教学活动的基本工具；是深化教育教学改革，保障和提高教学质量的重要支柱和基础。所以，教材建设是高职高专教育的一项基础性工程，必须适应高职高专教育改革与发展的需要。

为贯彻这一思想，在继 2004 年 8 月成功推出《全国高职高专电气类精品规划教材》之后，2004 年 12 月，在北京，中国水利水电出版社组织全国水利水电行业高职高专院校共同研讨水利水电行业高职高专教学的目前状况、特色及发展趋势，并决定编写一批符合当前水利水电行业高职高专教学特色的教材，于是就有了《全国高职高专水利水电类精品规划教材》。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》是为适应高职高专教育改革与发展的需要，以培养技术应用性的高技能人才的系列教材。为了确保教材的编写质量，参与编写人员都是经过院校推荐、编委会答辩并聘任的，有着丰富的教学和实践经验，其中主编都有编写教材的经历。教材较好地贯彻了水利水电行业新的法规、规程、规范精神，反映了当前新技术、新材料、新工艺、新方法和相应的岗位资格特点，体现了培养学生的技术应用能力和推进素质教育的要求，具有创新特色。同时，结合教育部两年制高职教育的试点推行，编委会也对各门教材提出了满足这一发展需要的内容编写要求，可以说，这套教材既能够适应三年制高职高专教育的要求，也适应了两年制高职高专教育培养目标的要求。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》的出版，是对高职高专教材建设的一次有益探讨，因为时间仓促，教材可能存在一些不妥之处，敬请读者批评指正。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》编委会

2005 年 6 月

前

言

《水工建筑物》是水利水电工程专业理论与实践紧密结合的主要必修专业课之一。本书按照教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,并根据 2004 年 12 月在北京召开的《全国高职高专水利水电类精品规划教材》编委会的精神及全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划而编写的。

通过对本课程的基础知识、基本技能的学习,提高处理水利工程技术问题的能力,可为今后从事本专业的技术工作打下坚实的基础。针对高职高专教育的特点,结合教学改革的实践经验,本书在编写中,按照突出实用性、突出理论知识的应用和有利于实践能力培养的原则,并按照水利水电工程的新规范、新标准、新技术要求,对课程内容进行了较大的调整。

本书编写力求做到:基本概念准确;设计方法步骤清楚;各部分内容紧扣培养目标,相互协调,减少重复;文字简练,通俗易懂,不强调理论的系统性,努力避免贪多求全和高度浓缩的现象,以利于读者学习、实践和解决工程问题。为了开拓读者的思路,培养学生的创新能力,在阐述比较成熟的科学技术的同时,适当介绍水工结构发展的最新成果、存在问题和今后发展的方向。

本书由长江工程职业技术学院汤能见、福建水利电力职业技术学院吴伟民、湖北水利水电职业技术学院胡天舒主编,广西水利电力职业技术学院陆克芬主审。全书共分为 10 章,参加本书编写的有:汤能见(第 1、2 章);吴伟民(第 5、10 章);胡天舒(第 4 章);福建水利电力职业技术

学院卓美燕（第7章）；长江工程职业技术学院汪繁荣（第3章）；长江工程职业技术学院杨艳（第6、9章）；长江工程职业技术学院何向红（第8章）。汤能见承担全书的统稿和校订。

本书在编写中引用了大量的规范、专业文献和资料，恕未在书中一一注明出处。在此，对有关作者诚表感谢，并对所有热情支持和帮助本书编写的人员表示谢意。

对书中存在的缺点和疏漏，恳请广大读者批评指正。

编者

2005年6月

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 我国的水资源	1
1.2 河流、水库	2
1.3 水利工程简介	3
1.4 水工建筑物与水利枢纽	5
1.5 水工建筑物的特点	7
1.6 水利枢纽的分等和水工建筑物的分级	8
1.7 我国水利工程建设的发展	10
1.8 本课程的特点和学习方法	11
第 2 章 岩基上的重力坝	12
2.1 概述	12
2.2 重力坝上的作用及作用效应组合	14
2.3 重力坝的可靠度设计原理简介	26
2.4 重力坝的稳定计算与应力分析	29
2.5 重力坝的剖面设计	42
2.6 溢流重力坝	45
2.7 重力坝材料及构造	52
2.8 重力坝的地基处理	59
2.9 其他型式重力坝	62
第 3 章 拱坝	64
3.1 概述	64
3.2 拱坝的体形和布置	70
3.3 拱坝的荷载和应力分析	75
3.4 拱座稳定分析	81
3.5 拱坝泄洪	83
3.6 拱坝的构造和地基处理	90

第 4 章 土石坝	94
4.1 概述	94
4.2 土石坝剖面的基本尺寸	97
4.3 土石坝的构造	100
4.4 土石坝的渗流分析	109
4.5 土石坝的稳定分析	117
4.6 土料选择与填土标准确定	123
4.7 土石坝的地基处理	124
4.8 土石坝与地基、岸坡及其他建筑物的连接	127
第 5 章 水闸	130
5.1 概述	130
5.2 水闸的孔口尺寸确定	133
5.3 水闸的消能防冲设计	137
5.4 水闸的防渗排水设计	141
5.5 闸室的布置与构造	151
5.6 稳定计算及地基处理	155
5.7 闸室结构计算	160
5.8 两岸连接建筑物	165
5.9 闸门与启闭机	168
第 6 章 河岸溢洪道	171
6.1 河岸溢洪道的特点	171
6.2 河岸溢洪道的类型	171
6.3 正槽式溢洪道	174
6.4 侧槽式溢洪道	183
第 7 章 水工隧洞与坝下涵管	188
7.1 水工隧洞的类型和工作特点	188
7.2 水工隧洞的选线与总体布置	190
7.3 水工隧洞各组成部分的形式及构造	192
7.4 隧洞衬砌的荷载及结构计算	200
7.5 坝下涵管	204
第 8 章 过坝建筑物及渠系建筑物	207
8.1 通航建筑物	207
8.2 过木建筑物	213
8.3 渠系建筑物	216
第 9 章 水利枢纽布置	232
9.1 水利枢纽设计的任务和内容	232

9.2 水利枢纽设计的阶段	232
9.3 水利枢纽布置	234
9.4 蓄水枢纽设计	235
第 10 章 水利工程管理	241
10.1 水工建筑物的监测	241
10.2 水工建筑物的养护和维修	247
参考文献	252

第 1 章 绪 论

1.1 我国的水资源

水是生命的源泉,是生态环境中最活跃、影响最广泛的因素,它是工农业生产过程中不可替代的重要资源。水作为一种资源,主要表现在水量、水质和水能三个方面。自然界的水虽然很多,但大部分是不能直接用于生活、工业及农田灌溉的海水。从保护自然环境和维持生态平衡的角度看,一般不宜动用静态储量,而只能取用逐年可以得到恢复和更新的动态水量,即参加水循环的水量,它们是河川径流、浅薄浅层地下水和土壤水。全球陆地上的循环水量平均每年只有 $1.19 \times 10^{14} \text{ m}^3$, 人类各种耗水量只有不超过这个数量,水才能成为取之不尽,用之不竭的自然资源。随着人口的增长,经济的发展和人民生活的不断提高,水的问题日益为世界各国所重视。为了更好地满足人民生活和经济发展的需要,我国于 1988 年 1 月 21 日公布了《中华人民共和国水法》,以法律手段切实保障水资源的开发、利用、保护和管理。我国多年平均水资源总量为 $2.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 其中河川多年平均年径流总量 $2.7 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 居世界第六位。全国河流的水能理论蕴藏量总计出力为 6.76 亿 kW, 居世界第一位, 其中便于开发的为 3.78 亿 kW, 年发电量可达 $1.9 \times 10^{12} \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

由于我国人口众多,按人口平均计算,我国水资源并不丰富。按 1998 年底人口总数为 12.481 亿计算,我国人均年占有水量为 2500 m^3 , 仅相当于世界人均占有水量的 $1/4$ 。低于多数国家,约居第 110 位,已经被联合国列为 13 个贫水国家之一。

我国幅员辽阔,自然条件相差悬殊,水资源在地区上和时间上的分配也很不均匀,降水总趋势是由东南沿海向西北内陆递减。南方水多地少,北方地多水少。例如,长江及其以南地区,耕地面积占全国的 38%, 而河川径流量占全国的 83%; 黄、淮、海、辽四河流域内耕地面积占全国的 42%, 但河川径流量只占全国的 8%, 水资源总量只占全国的 9%。降水及河川径流在季节和年际上分布不均匀的情况,北方甚于南方,枯水季节或枯水年,雨量很小,往往不能满足用水要求,而丰水季节或丰水年,雨量又很大,可能泛滥成灾。例如,清光绪三年到五年(1877~1879)晋、冀、鲁、豫连续三年大旱,仅饥饿而死者达 1300 万人。1931 年夏,长江流域普降暴雨,水灾遍及湘、鄂、浙、赣、豫、皖、苏 7 省 206 县,淹没农田 5000 余万亩,灾民 800 多万,其中被洪水夺去生命的即达 14.5 万人,死于饥饿、瘟疫者不计其数。历史的经验和 1998 年的大水告诉我们,在我国不搞水利或少搞水利,靠天吃饭是没有出路的。

由于我国的水利资源并不丰富,因此,无论是发展农业、工业,还是进行城市规划,都应首先考虑水资源的现状和开发的可能性,不能不顾水资源条件而盲目发展。水资源是国家的财富,属全民所有,不受行政区划和部门的干扰。对水资源的开发,一定要统一规划、综合治理、综合利用、综合经营,为整个国民经济的发展服务,这是兴办水利事业的



基本原则。对发电、防洪、灌溉、水运、给水等方面要统筹规划，全面安排，按照各部门的需要，制定最优开发方案，尽量统一它们之间的矛盾，最大限度地照顾各方要求，使水利资源得到最有效的利用，使国民经济所得到的总效益为最大。

1.2 河流、水库

1.2.1 河流的形成与演变

河流是流水侵蚀和地质构造作用的产物。陆地从露出海面的时候起，便接受降水形成的地表径流的冲刷，起伏不平的地形提供了地表径流集中的条件。径流越集中，冲刷力越强，久而久之，小沟变大沟，不断向长、深、宽方向发展。如果冲沟一旦切入到潜土层，得到地下水的补给时，便成了终年有水的河流。继续发展，小河变大河，接受两旁的支流，形成一个大河系。河流把泥沙带到下游，沉积在河口，随着泥沙越积越多，使海洋变成陆地，形成广大的冲积平原。我国黄河入海口淤积的泥沙呈40km宽的扇形面积向前推进，1949~1951年的三年推进了10km。

水流具有挟带泥沙的能力，流速愈大，挟沙力愈大。如果来砂量等于水流挟沙能力，河床不产生冲淤变化。否则，河床将产生冲刷或淤积。由于河道水量、泥沙的变化以及各河段的地形、地质情况不同，所以，不冲不淤的平衡状态是相对的、暂时的，冲淤变形是绝对的、长期的，即河道的演变是无止境的。河流的变形甚至改道影响着河流的开发利用。

1.2.2 山区河流与平原河流的特点

河流一般可分为山区河流与平原河流两大类型。对于较大的河流，其上游段多为山区河流，而下游段多为平原河流，位于上下游之间的中游段则往往兼有山区河流与平原河流的特性。

山区河流流经地势高峻、地形复杂的山区，所以岸线极不规则，宽度变化很大，水流急，多险滩瀑布、洪水猛涨猛落。河谷断面多为V字形或U字形。河床由岩石组成，水流的切削作用进行缓慢，河道基本上是稳定的。但在岩石风化严重，植被很差的地区，暴雨时可能发生危险很大的泥石流。山区河流水力资源丰富，但对航运不利。

平原河流地形平缓，泥沙容易沉积，在两岸形成自然堤。堤岸较高，使地表径流不易流入河中，低洼地容易形成内涝。河谷较宽，水量比较丰富，对航运和灌溉提供了有利条件。但平原河流的河床土质抗冲能力小，极易产生变形、弯曲、浅滩等，使深槽位置变化不定，需要采取整治措施来稳定河床。

1.2.3 水库

水库是一种蓄水工程。它由拦河坝截断河流，形成一定容积的水库。在汛期可以拦蓄洪水，消减洪峰，减除下游洪水灾害，蓄于水库的水量可以用来满足灌溉、发电、航运、城市给水和养鱼的需要。所以，修建水库是解决来水和用水在时间上的矛盾，并能综合利用水资源的有效措施。水库的总库容由死库容、兴利库容和调洪库容三部分组成。死库容是根据发电最小水头或灌溉引水的最低水位确定的，同时考虑泥沙淤积、养殖及环境卫生等要求；兴利库容是根据灌溉、发电等需要确定的，它是确定水库效益和投资的重要依

据；调洪库容是根据防洪标准由调洪演算确定的。如果能利用一部分兴利库容兼作调洪库容，则可减少水库总库容，降低工程造价。

水库的形成，使库区内造成淹没，村镇、居民、工厂及交通等设施需要迁移重建；水库水位的升降变化可能引起岸坡大范围滑坡，影响拦河大坝的安全；在地震多发区，有可能引起诱发地震；水库水质、水温的变化使库区附近的生态平衡发生变化。

水库改变了河道的径流，水库下流河道的流量产生了变化。在枯水期，如果电站和灌溉用水，下游流量增加，对航运、河道水质改善、维持生态平衡等方面均有利。如不放水，将使河道干涸，两岸地下水位降低，生态平衡受到影响。另外，下泄的清水易冲刷河床，将影响下游桥梁、护岸等工程的安全。

某些水库上游河道的入库处，容易发生淤积，使河水下泄不畅，库上游河道容易发生泛滥。

水利工作者在进行水利规划和水库设计时，应认真研究和解决这些问题，充分利用有利条件，避免或减轻不利影响。

1.3 水利工程简介

为了控制和利用天然水资源，达到兴利除害的目的，就必须采取各种措施，包括工程措施和非工程措施，而各种措施的综合就形成了国民经济中一项十分重要的事业——水利事业。水利事业的范围很广，若按其目的和采用的工程措施，可分为以下几项。

1.3.1 河道整治与防洪工程

河流是水利的源泉，也是洪水泛滥的来源。要兴水利、除水害，首要的任务就是治河防洪。

河道整治主要是通过整治建筑物和其他措施，防止河道冲蚀、改道和淤积，使河流的外形、水流形态和演变过程都能满足防洪、航运、工农业用水等方面的要求。一般防治洪水的措施是，采用“上拦下排，两岸分滞”的工程体系。

“上拦”就是在山地丘陵地区进行水土保持，拦截水土，有效地减少地面径流；在干、支流的中上游兴建水库拦蓄洪水，调节径流，控制下泄流量不超过下游河道的过流能力。上拦是一种防治洪水的治本措施，不仅有效地防治洪水，而且可以综合地开发利用水土资源。

“下排”就是疏浚河道，修筑堤防，提高河道的泄洪能力，减轻洪水威胁。这是治标的办法，不是“长治久安”之道。但是，在上游拦蓄工程没有完全控制洪水之前，筑堤防洪仍是一种重要措施，而且可以加强汛期的防护工作，确保安全。

“两岸分滞”是在沿河两岸适当地点，修建分洪闸、引洪道、滞洪区等，将超过河道安全泄量的洪峰流量，经分洪闸、引洪道分流到该河道下游或其他水系，或者蓄于低洼地区（滞洪区），以保证河道两岸保护区的安全。为了减少滞洪区的损失，必须做好通讯、交通、安全措施等工作，并且作好水文预报，只有万不得已时才运用分洪措施。

1.3.2 农田水利工程

水利是农业的命脉。为使农业稳产高产，可以通过建闸修渠，形成良好的灌、排系



统,使农田旱可灌,涝可排,实现农田水利化。农田水利工程一般包括以下几部分。

1. 取水工程

灌溉水源主要有河流、湖泊、水库和地下水等。为了从水源适时适量地取水灌溉,就需要修筑取水工程。在河流中引水灌溉时,取水工程一般包括抬高水位的拦河坝(闸),控制引水量的进水闸和防止泥沙入渠的冲沙闸、沉沙池等建筑物。河中流量大、水位高,能满足引水要求时,也可不建拦河坝。当河水位很低又不宜建坝时,可建机电排灌站提水灌溉。

2. 输水配水工程

为了将水输送并分配到每个地块,就需要修筑各级固定渠道及渠道系统上的各种建筑物,如涵洞、渡槽、交通桥、分水闸等。

3. 排水工程

包括各级排水沟(渠)及沟道上的建筑物。排水工程的作用是将田间多余水量排往容泄区(河流、湖泊、洼地等)。当容泄区的水位高于排水干沟出口的水位时,还应在干沟出口建排水闸控制河水倒灌或建抽水站用机械排水。

1.3.3 水力发电工程

水能是一种最理想的永续能源。油、气、煤源有时尽,水能绵绵无尽期。它不消耗水量,也不污染环境,所以水力发电是我国能源建设的长远战略方针。

水能利用的基本原理,是将获得巨大能量的水流通过高压管道去推动水轮机,使水能转变为机械能,水轮机再带动发电机,将机械能又转变为电能。

开发利用水能,必须对天然河流的不均匀径流和分散的落差进行调节和集中。常用的水能开发方式是拦河筑坝形成水库,它即可调节径流又能集中落差,但有一定的淹没损失,故多用于山区河段。在坡度很陡或有瀑布、急滩、河湾的河段,而其上游又不允许淹没时,可沿河岸修建纵坡很缓的引水建筑物(渠道、隧洞等)来集中落差开发该河段的水能。

1.3.4 给水与排水工程

随着工业的发展和人民生活水平的提高,城市供水与排水日益紧迫,现在不少城市由于缺水影响生产和人民生活;水质污染问题也很严重,它不仅加剧了水资源的供需矛盾,而且恶化了环境。

城市给水对水质、水量以及供水可靠性上都有较高的要求。因此,必须将由水源引取的水量,经过沉沙、净化设施处理后,再由输水、配水管道将水送至用水部门。

排水是排除废水、污水及可能的暴雨积水。工矿企业排出的污水常含有毒的化学物质,必须通过排水沟道将污水、废水集中处理后,再回收利用或由排水闸、排水站排至容泄区(河道),以免引起水质污染。

1.3.5 航运工程

航运包括船运与筏运(木、竹浮运)。河流是人类历史上最早的交通要道。它运费低,运量大,今后必将大力发展。内河航运有天然水道(河流、湖泊等)和人工水道(运河、河网、水库及渠化河流等)两种。

利用天然河流通航时,往往需要对河流进行疏浚和整治,以改善航运条件,建立稳定的航道。如果河道枯水期水深太小不能满足航运要求时,可建拦河闸坝以抬高天然河道的

水位，这叫河流渠化；或者修建水库调节径流，改善水库下游的航行条件。

运河是人工开挖的渠道，如果运河两端水位差较大，则需要用船闸等建筑物把运河分成若干个航段，使每个航段里的水位是平的。

由于航运是利用水的浮力而不消耗能量，航运事业通常是结合其他水利事业的需要，综合利用水利资源。例如，利用灌溉渠道通行船只和利用运河供给两岸农田城镇用水。

在通航的河道或渠道上建造闸坝等挡水建筑物时，应同时修建过船建筑物。如船舶不多，货运量不大时，可建立码头转运货物；如来往船舶较多，货运量较大时，则宜采用升船机、船闸、筏道等建筑物，使船只、木排直接通过。在葛洲坝水利枢纽中布置了三个船闸来满足长江航运的需要。

船闸的工作原理如图 1-1 所示。

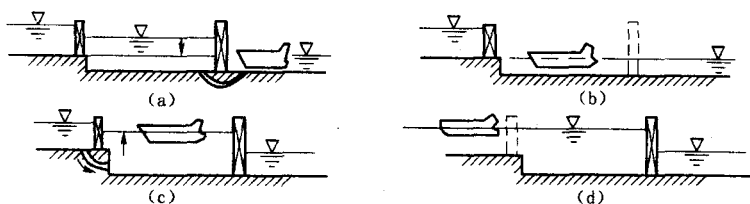


图 1-1 船闸工作原理图

1.4 水工建筑物与水利枢纽

1.4.1 水工建筑物

在水利事业中采取的工程措施称为水利工程。工程中的建筑物称为水利工程建筑物，简称水工建筑物。按照建筑物的用途，可分为一般水工建筑物和专门水工建筑物两大类。

一、一般水工建筑物

- (1) 挡水建筑物：用以拦截水流、壅高水位或形成水库，如各种闸、坝和堤防等。
- (2) 泄水建筑物：用以从水库或渠道中泄出多余的水量，以保证工程安全，如各种溢洪道、泄洪隧洞和泄水闸等。
- (3) 输水建筑物：从水源向用水地点输送水流的建筑物，如渠道、隧洞、管道等。
- (4) 取水建筑物：它是输水建筑物的首部，如深式取水口、各种进水闸等。
- (5) 河道整治建筑物：为调整河道改善水流状态，防止水流对河床产生破坏作用所修建的建筑物，如护岸工程、导流堤、丁坝、顺坝等。

二、专门水工建筑物

- (1) 水力发电建筑物：如水电站厂房、压力前池、调压井等。
- (2) 水运建筑物：如船闸、升船机、过木道等。
- (3) 农田水利建筑物：如专为农田灌溉用的沉沙池、量水设备、渠系及渠系建筑物等。
- (4) 给水、排水建筑物：如专门的进水闸、抽水站、滤水池等。



(5) 渔业建筑物：如鱼道、升鱼机、鱼闸、鱼池等。

水工建筑物按使用的时间长短分为永久性建筑物和临时性建筑物两类。

永久性建筑物：这种建筑物在运用期长期使用，根据其在整体工程中的重要性又分为主要建筑物和次要建筑物。主要建筑物系指该建筑物在失事以后将造成下游灾害或严重影响工程效益，如闸、坝、泄水建筑物、输水建筑物及水电站厂房等；次要建筑物系指失事后不致造成下游灾害和对工程效益影响不大且易于检修的建筑物，如挡土墙、导流墙、工作桥及护岸等。

临时建筑物：这种建筑物仅在工程施工期间使用，如围堰、导流建筑物等。

1.4.2 水利枢纽

水利工程往往是由几种不同类型的水工建筑物集合一起，构成一个完整的综合体，用来控制和支配水流，这些建筑物的综合体称为水利枢纽。

正在建造中的三峡水利枢纽是当今世界上最大的水利枢纽（见图 1-2）。三峡枢纽的主要建筑物由大坝、水电站、通航建筑物三大部分组成。拦河大坝为重力坝，最大坝高 181m。大坝的泄洪坝段居河床中部，共设有 23 个深孔和 22 个表孔。表孔和深孔都采用鼻坎挑流消能，全坝最大泄洪能力为 $11.6 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ 。水电站采用坝后式，分设左、右两组厂房。左、右岸分别安装水轮机组 14 台和 12 台。全电站机组均为单机容量 70 万 kW 的混流式水轮发电机组，总装机容量为 1820 万 kW，年平均发电量为 $846.8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。通航建筑物包括船闸和升船机。船闸为双线五级连续梯级船闸，升船机为单线一级垂直提升式。

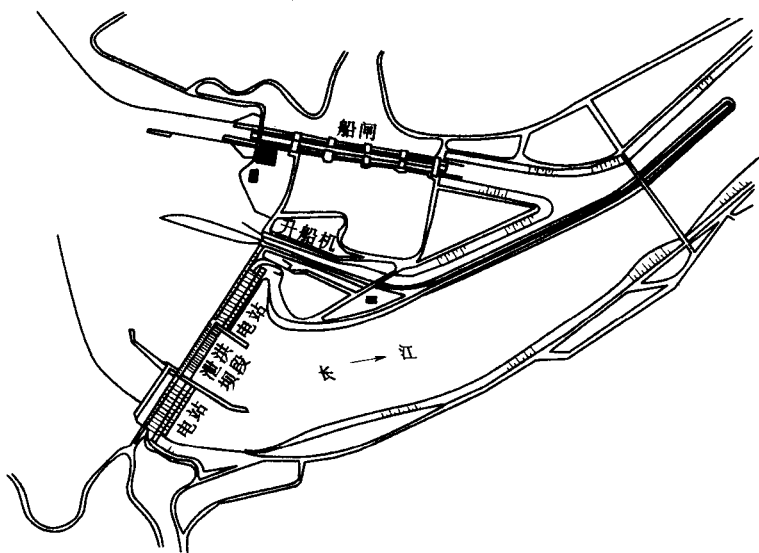


图 1-2 三峡水利枢纽布置示意图

三峡枢纽建成后将有巨大效益：防洪控制流域面积可达 100 万 km^2 ；水库防洪库容为 221.5 亿 m^3 ，可使荆江河段防洪标准从 10 年一遇提高到 100 年一遇或更大的洪水，配合分洪、蓄洪工程的运用，防止荆江大堤溃决，减轻中下游洪灾损失和对武汉市的洪水威胁，并为洞庭湖区的根治创造条件。但是，三峡水库也存在对环境、生态等不利影响和移

民、淹没损失等问题。

图 1-3 为一种有坝取水枢纽的布置示意图。其主要建筑物为溢流坝（闸）、进水闸、冲沙闸。溢流坝一般较低，不起调节流量的作用，仅解决天然来水与用水在高程上的矛盾。

图 1-4 所示为近 2300 年前秦朝李冰父子领导当地劳动人民修建的都江堰（四川灌县）取水枢纽。灌溉渠道的进水口位于宝瓶口，系开山而成，金刚堤是用竹笼内填卵石及木桩建筑而成，起分水导流作用，将岷江分为内江和外江。洪水期，内江的多余水量由飞沙堰泄走；枯水期，由外江闸（原为“杓槎”截流，1974 年建闸）控制，保证内江引进灌溉所需水量；百丈堤的作用是引导水流，保护河岸。由于全部工程布置合理，一直沿用至今，这充分表明了我国古代人民具有很高的智慧和科学技术水平。

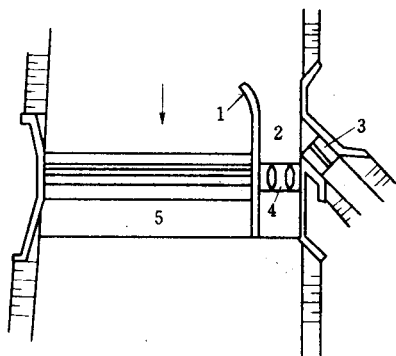


图 1-3 有坝取水枢纽布置示意图

1—导水墙；2—沉沙槽；3—进水闸；
4—冲沙闸；5—溢流坝

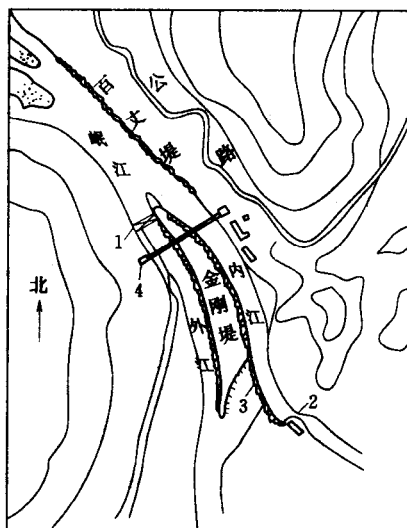


图 1-4 都江堰取水枢纽布置示意图

1—外江闸；2—宝瓶口；3—飞沙堰；4—索桥

1.5 水工建筑物的特点

由于水的作用和影响，与其他建筑物相比，水工建筑物有以下特点。

1. 工作条件复杂

水工建筑物经常承受着水的作用，产生各种作用力，对其工作条件不利。挡水建筑物承受着一定的静水压力、风浪压力、地震水压力、冰压力、浮力以及渗流产生的渗透压力，对建筑物的稳定性影响极大；水流渗入建筑物内部及地基中，还可能产生侵蚀和渗透破坏；泄水建筑物的过水部分，还承受着水流的动水压力及磨蚀作用，高速水流还可能对建筑物产生空蚀、振动以及对河床产生冲刷。由于水的某些作用力难以用计算方法确定，所以进行水工建筑物设计时，往往按理论和经验拟定建筑物的尺寸、构造和外形后，还须



借助模型试验进行验证和修改,并在实际工程上进行观测研究,以提高设计理论和控制工程运用。

2. 施工条件复杂

在河床中修筑建筑物,需要解决施工导流的问题,避免建筑物基坑及施工设施被洪水淹没。根据河道情况,在施工期还要保证航运和木材浮运不致中断。要进行很深的地基开挖和复杂的地基处理,常需水下施工。因此,水工建筑物的施工比陆地上的土木工程复杂得多。再加上工程量庞大,要在较短时间内完成,故需要采用先进的施工技术、大型施工机械和科学的施工组织与管理体制。

3. 对国民经济的影响巨大

一个综合性的大型蓄水枢纽,不仅可以免除洪水灾害,还可以发电、改良航道、变沙漠为良田、调节当地气候、美化周围环境。举世闻名的长江三峡工程建成后,将使三峡下游五省一市免受洪水灾害,将充足的电力输送致华中、华东、华北的城市和农村,并获得灌溉航运之利。但是,拦蓄巨大水量的挡水建筑物如果失事,将会给下游带来巨大的灾害,其损失远远超过建筑物本身的价值,并使以该水利枢纽为基础而建立起来的经济事业处于瘫痪状态。因此,水工建筑物的设计工作必须充分重视勘测、试验和研究分析工作,以高度负责的精神,精心设计、精心施工、加强管理,确保工程安全。

1.6 水利枢纽的分等和水工建筑物的分级

安全和经济是水利工程建设中必须妥善解决的矛盾。为使工程的安全性与其造价的经济合理性适当地统一起来,应将水利工程及其所属建筑物按工程规模、效益大小及其在国民经济中的重要性划分成不同的等级。不同的等级规定不同的设计标准,等级高的设计标准高,等级低的设计标准相应地降低。这种分等分级区别对待的方法,是国家经济政策和技术政策在设计中的重要体现。

我国《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》规定,水利水电枢纽工程按其规模、效益和在国民经济中的重要性划分为五等,如表 1-1 所示。

表 1-1 水利水电枢纽工程的分等指标

工程 等级	工程规模	分 等 指 标				
		水库总库容 (亿 m ³)	防 洪		灌溉面积 (万亩)	水电站装机容量 (万 kW)
			保护城镇及工矿区	保护农田面积 (万亩)		
一	大(1)型	>10	特别重要城市、工矿区	>500	>150	>75
二	大(2)型	10~1	重要城市、工矿区	500~100	150~50	75~25
三	中 型	1~0.1	中等城市、工矿区	100~30	50~5	26~2.5
四	小(1)型	0.1~0.01	一般城镇、工矿区	<30	5~0.5	2.5~0.05
五	小(2)型	0.01~0.001			<0.5	<0.05

- 注 1. 总库容指校核洪水位以下的水库库容。
2. 分等指标中有关防洪、灌溉两项系指防洪或灌溉工程系统中的重要骨干工程。
3. 灌溉面积系指设计灌溉面积。