

GAODENG XUEXIAO JIAOCAI
SHUIGONG JIANZHUWU

高等学校教材

水工建筑物

◎ 主 编 陈胜宏
副主编 陈敏林
赖国伟



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室资助

高等学校教材

水工建筑物

◎ 主 编 陈胜宏
副主编 陈敏林
赖国伟



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

6B1116/03

内 容 提 要

本书为高等学校水利水电工程建筑专业水工建筑物课程的教学用书。全书共分 17 章,包括:绪论,水利水电枢纽工程设计方法,水工建筑物的作用及作用效应组合,水工建筑物上作用效应分析,水工建筑物的设计准则与设计方法,重力坝,拱坝,土石坝,堆石坝,水闸,岸边溢洪道,水工隧洞,水利水电工程岩石边坡,水工闸门,灌排工程建筑物,其他水工建筑物,水工建筑物的管理与老化病害防治。

本书注重基本概念,反映坝工设计最新进展,有助于拓宽读者的工程知识面,并提高综合设计的能力。

本书除可作为水利水电工程建筑专业的教材使用外,还可供其他水利类专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

水工建筑物 / 陈胜宏主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2004

高等学校教材

ISBN 7-5084-1912-X

I. 水... II. 陈... III. 水工建筑物—高等学校—教材 IV. TV6

中国版本图书馆CIP数据核字 (2004) 第005134号

书 名	高等学校教材 水工建筑物
作 者	主编 陈胜宏 副主编 陈敏林 赖国伟
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
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 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 37.5 印张 886 千字
版 次	2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—3100 册
定 价	62.00 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

前 言

由于工程实践的推动，水工建筑科学发展迅速。作为不太年轻的“中青年”教师，深感《水工建筑物》教材编写的重要性和困难程度，其中有些问题不易确切把握。但是在前辈教师的鼓励和学院领导的支持下，我们还是心怀忐忑地承担了本教材的编写任务。在书稿即将付梓之际，编者希望就本教材的编写指导思想 and 特色作一些说明。

注重基本概念。计算分析在《水工建筑物》教材中通常占有很大篇幅，而且各建筑物的计算分析既有共性又有个性，其中温度作用、地震作用、渗流作用的分析便是典型代表。使学生在理解基本概念的基础上合理简化并正确使用各种计算分析手段，进而得出可靠判断以指导设计，是非常重要的。此外有限单元法等数值方法也已经渗透到计算分析的各个方面，也应适当介绍。本教材将有关水工建筑物上的作用、作用效应分析方法等内容独立成章，这样既避免了重复，又便于学生从整体上把握有关计算分析的基本概念。但是，强求统一又觉过犹不及。所以，本教材把围岩压力及弹性抗力，与渗流作用有关的扬压力简化图形、水力学分析、衬砌外水压力等内容，依旧放在相关的建筑物章节内。

反映最新进展。在坝工实践方面，高碾压混凝土坝、高混凝土拱坝和高面板堆石坝的发展非常迅速，这些坝型的设计理论与方法有其独特之处，目前也还不断地在实践中总结。在设计规范方面，基于可靠度理论的分项系数极限状态设计法的设计规范正在编制，有的已经颁布实施，但由于规范编制的难度或行业习惯，属于安全系数设计法的规范也还在使用；基于计算机技术的优化设计和 CAD 设计等现代设计手段近年来也已在大型、中型设计部门推广使用，但成熟的软件体系仍有待于进一步开发。因此，本教材以适当的篇幅对上述这些内容予以介绍，使学生毕业后能尽快适应设计理论与方法的科技进步。

拓宽工程知识面。南水北调工程牵涉到许多灌排工程建筑物的相关问题；西电东送需在高山峡谷地区修筑一批高坝大库，岩石高边坡的变形与稳定已成为水工建筑物设计和施工中的关键技术问题之一；随着水工建筑物数量和服役时间的增加，工程管理与工程老化病害防治技术日显重要。此外，有关堤防抢

险等方面的知识对从事水利工程的人员也是应该具备的。因此,本教材在这些方面新增的章节内容,将会对学生起到拓宽工程知识面的作用。

提高综合设计能力。各单项水工建筑物的设计能力是重要的,但水利水电工程设计的综合性很强,为避免只见树木不见森林,使学生能在更高的层次上全面把握设计工作,本教材增加了有关河流开发规划、设计阶段划分、环境影响评价研究、工程水文研究、工程地质研究、建筑材料研究、经济评价研究、设计研究报告编制等内容。

本教材各章节的编写人员是这样安排的:第一章由周建平编写;第二章由周建平、陈胜宏编写;第三章由陈胜宏、赖国伟、田士豪编写;第四章由余成学、何金平、黄劲松、陈胜宏编写;第五章由赖国伟、陈敏林编写;第六章由常晓林编写;第七章由王均星编写;第八章由陈敏林编写;第九章由杨启贵、陈胜宏编写;第十章由田士豪编写;第十一章由王均星编写;第十二章由段亚辉编写;第十三章由陈胜宏编写;第十四章由王长德、冯晓波编写;第十五章由王长德、冯晓波编写;第十六章由李民编写;第十七章由薛桂玉编写。全书最终由主编、副主编进行协调、修改和润色。

本教材由武汉大学熊文林教授任主审。李桂荣参加了本教材的绘图等工作。

本教材在编写的过程中,参考了国内不少名家的相关专著与教材,在各相关章节后都已列出,编者在此一并致谢。

由于编者的能力有限,难免有谬误和不妥之处,请同行专家不吝赐教,以便纠正和改进。

陈胜宏

2003年11月1日

于武汉东湖珞珈山

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 水资源与水能资源.....	1
第二节 水利水电枢纽工程及水工建筑物.....	3
第三节 中国水利水电工程建设成就	10
第四节 21 世纪水利水电工程建设展望	11
参考文献	12
第二章 水利水电枢纽工程设计方法	13
第一节 河流开发规划	13
第二节 环境影响评价	15
第三节 工程水文研究	17
第四节 工程地质研究	19
第五节 建筑材料研究	24
第六节 经济评价	28
第七节 设计阶段划分	31
第八节 设计研究报告的编制	33
参考文献	35
第三章 水工建筑物的作用及作用效应组合	36
第一节 作用的定义与分类	36
第二节 水工建筑物的自重作用	37
第三节 水工建筑物的温度作用	39
第四节 水工建筑物的渗流作用	44
第五节 水工建筑物的流体作用	50
第六节 水工建筑物的地震作用	62
第七节 作用效应组合	66
参考文献	67
第四章 水工建筑物上作用效应分析	68
第一节 概述	68
第二节 物理模拟	69

第三节	数学模拟	73
第四节	监测数学模型	83
参考文献		91
第五章	水工建筑物的设计准则与设计方法	92
第一节	水工建筑物的安全性与可靠性	92
第二节	水工结构设计的优化理论	101
第三节	水工建筑物的 CAD 设计	107
参考文献		111
第六章	重力坝	112
第一节	概述	112
第二节	重力坝的荷载及其组合	116
第三节	重力坝的稳定分析	120
第四节	重力坝的应力分析	127
第五节	重力坝的剖面设计	135
第六节	重力坝的泄水与消能防冲	137
第七节	重力坝的材料与构造	147
第八节	重力坝的地基处理	154
第九节	碾压混凝土重力坝	161
第十节	其他型式重力坝	167
第十一节	软基上的重力坝	176
第十二节	支墩坝	178
参考文献		184
第七章	拱坝	186
第一节	概述	186
第二节	拱坝的荷载及荷载组合	191
第三节	拱坝的应力分析	194
第四节	坝肩岩体稳定分析	209
第五节	拱坝的体形、尺寸和布置	215
第六节	拱坝的泄流和消能	224
第七节	拱坝的材料和构造	230
第八节	拱坝的坝基处理	235
第九节	浆砌石拱坝	243
第十节	碾压混凝土拱坝	245
参考文献		250
第八章	土石坝	251
第一节	概述	251
第二节	土石坝的荷载及荷载组合	256

第三节	土石坝的渗流分析·····	256
第四节	土石坝的稳定分析·····	267
第五节	土石坝的变形分析·····	275
第六节	土石坝的基本剖面·····	281
第七节	筑坝土料及填筑标准·····	285
第八节	土石坝的构造·····	292
第九节	土石坝的坝基处理·····	301
第十节	土石坝与坝基、岸坡及其他建筑物的连接·····	314
第十一节	土石坝的坝型选择·····	317
参考文献	·····	318
第九章	堆石坝·····	319
第一节	概述·····	319
第二节	堆石坝的剖面设计·····	322
第三节	坝用堆石料及填筑标准·····	324
第四节	堆石坝的构造·····	326
第五节	堆石坝砂砾石地基的处理·····	333
第六节	堆石坝的坝型选择·····	335
第七节	混凝土面板堆石坝的发展与关键技术问题·····	336
参考文献	·····	346
第十章	水闸·····	347
第一节	概述·····	347
第二节	水闸的组成及枢纽布置·····	350
第三节	水闸的孔口尺寸·····	352
第四节	水闸的消能防冲·····	356
第五节	闸下的防渗排水·····	364
第六节	闸室的布置与构造·····	374
第七节	闸室稳定分析、沉降分析与地基处理·····	384
第八节	两岸连接建筑物·····	390
参考文献	·····	393
第十一章	岸边溢洪道·····	394
第一节	概述·····	394
第二节	正槽溢洪道·····	396
第三节	其他型式的溢洪道·····	410
第四节	非常泄洪设施·····	417
第五节	溢洪道的布置和型式选择·····	419
参考文献	·····	420
第十二章	水工隧洞·····	421

第一节	概述	421
第二节	水工隧洞的布置及线路选择	422
第三节	进口段	425
第四节	洞身段	428
第五节	出口段及消能设施	432
第六节	高流速泄水隧洞的减蚀措施	434
第七节	洞室开挖时的围岩稳定性	437
第八节	隧洞的衬砌计算	440
第九节	隧洞的喷锚支护	455
	参考文献	458
第十三章	水利水电工程岩石边坡	459
第一节	概述	459
第二节	边坡地质勘探	464
第三节	影响边坡稳定的因素	466
第四节	边坡抗滑稳定的极限分析	474
第五节	边坡治理	485
第六节	边坡监测	493
	参考文献	496
第十四章	水工闸门	497
第一节	概述	497
第二节	平面钢闸门	500
第三节	弧形钢闸门	507
第四节	深孔闸门	509
	参考文献	511
第十五章	灌排工程建筑物	512
第一节	绪论	512
第二节	取水枢纽	512
第三节	渡槽和桥梁	520
第四节	倒虹吸管和涵洞	526
第五节	灌区量水	531
	参考文献	535
第十六章	其他水工建筑物	536
第一节	通航建筑物	536
第二节	过木建筑物	546
第三节	过鱼建筑物	551
第四节	排漂建筑物	555
	参考文献	558

第十七章	水工建筑物的管理与老化病害防治	559
第一节	水工建筑物的运行管理.....	559
第二节	水工建筑物的安全监测技术.....	565
第三节	水工建筑物的老化病害检测.....	581
第四节	水工建筑物的老化病害机理评定.....	586
第五节	水工建筑物的老化病害防治.....	587
参考文献		588

第一章 绪 论

第一节 水资源与水能资源

中国幅员辽阔,水系众多,江河密布,径流丰沛。从全国水系和流域区划图(图 1-1)可见,960 万 km^2 的国土上,大江大河源远流长,有长江、黄河、珠江、淮河、海河、辽河、松花江等七大水系,还有雅鲁藏布江、澜沧江、怒江、鸭绿江、图们江、黑龙江、额尔齐斯河、伊犁河、阿克苏河等国际河流。据统计,流域面积在 100km^2 以上的河流有 5 万多条,流域面积在 1000km^2 以上的河流有 1500 多条,全国平均年降雨深为 630mm,降水总量为 $6.19 \times 10^{12} \text{m}^3$;河川径流总量为 $2.72 \times 10^{12} \text{m}^3$,有 17 条河流的年径流量在 500 亿 m^3 以上。

中国水资源总量排在巴西、俄罗斯、加拿大和美国之后。由于中国人口众多,水资源分布不合理,加上利用保护不够,因此,从整体上而言,中国是一个水资源贫乏的国家,人均占有水资源量约 2200m^3 ,仅为世界人均占有量的 $1/4$ 。随着中国国民经济持续快速发展,城市化进程加快,人民生活水平不断提高,水资源短缺、洪旱灾害和环境恶化等问题日益突出。目前,全国 670 座城市中,有 400 多座城市缺水,年缺水量达 60 多亿 m^3 ;全国有近 50% 的河段、90% 的城市水域受到不同程度的污染。

表 1-1 中国水能资源理论蕴藏量及可开发量

流域或区域	水能资源理论蕴藏量		可 开 发 量			
	蕴藏量 (万 kW)	占全国比重 (%)	装机容量 (万 kW)	占全国比重 (%)	年发电量 (亿 kW·h)	占全国比重 (%)
长 江	26801.8	38.8	19724.3	51.6	10275.0	53.1
黄 河	4054.8	5.9	2800.4	7.3	1169.9	6.0
珠 江	3348.4	4.8	2485.0	6.5	1124.8	5.8
海滦河	294.3	0.4	213.5	0.6	51.7	0.3
淮 河	114.9	0.2	66.0	0.2	18.9	0.1
东北诸河	1530.6	2.2	1307.8	3.6	439.4	2.3
东南沿海诸河	2066.8	3.0	1389.7	3.6	547.4	2.8
西南国际河流	9690.2	14.0	3768.4	9.8	2098.7	10.8
西藏诸河	15974.3	23.1	5038.2	13.2	2968.6	15.3
内陆及新疆诸河	3698.6	5.4	996.9	2.6	538.7	2.8
台湾诸河	1500.0	2.2	400.0	1.0	130.0	0.7
全国合计	69074.7	100.0	38190.2	100.0	19363.1	100.0

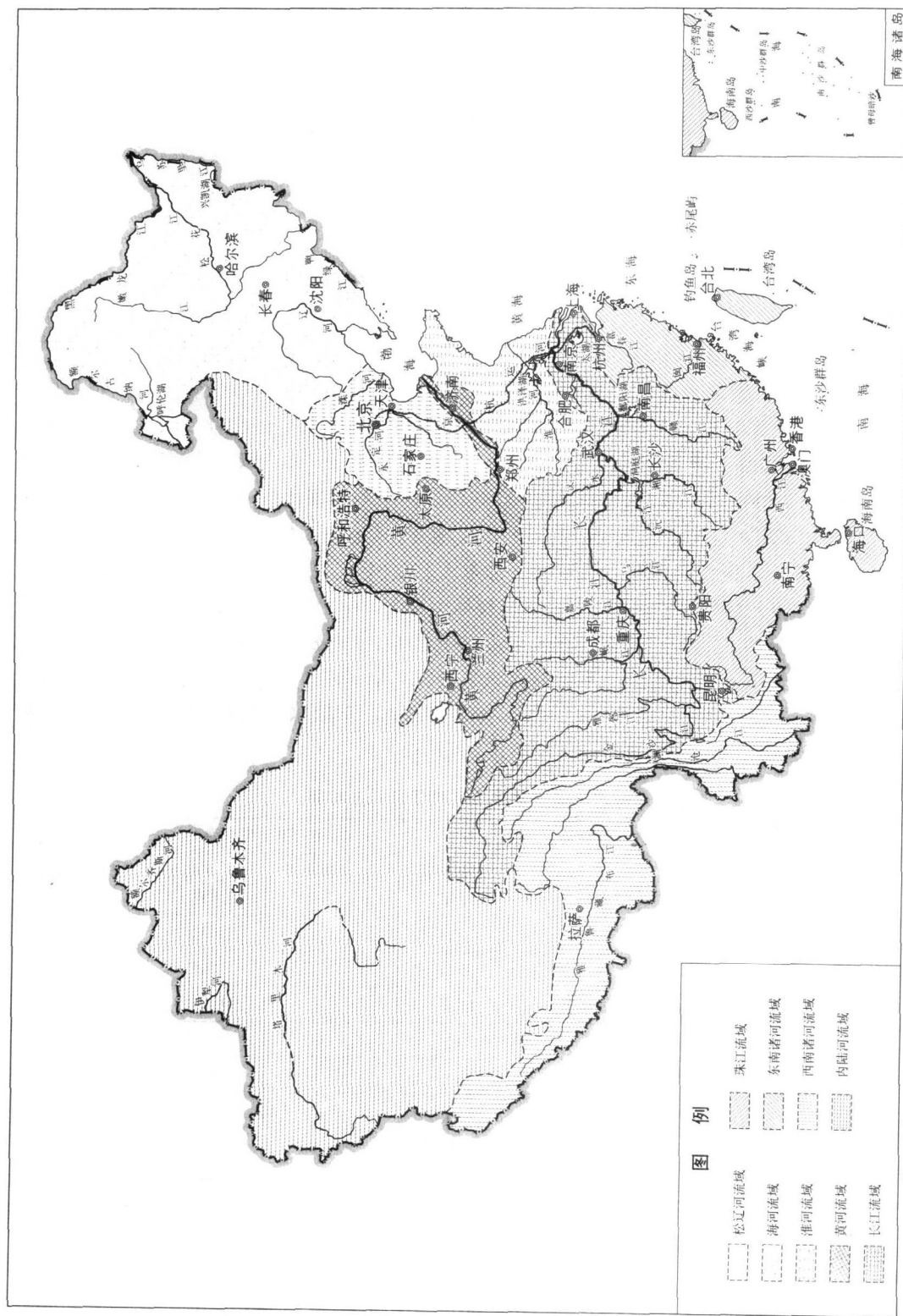


图 1-1 全国水系和流域区划图

鉴于区域发展不平衡,能够进行经济开发的水源不仅受到区域限制,而且开发利用的难度也越来越大,供需矛盾日益尖锐。因此,加强对水资源的管理,合理开发、利用和保护水资源,实现水资源的可持续利用,已经成为中国经济和社会发展的战略问题。

中国水能资源的蕴藏量居世界第一。丰沛的径流和巨大的落差,形成了得天独厚的十分丰富的水能资源,中国大中型水电站约 2000 座,其中百万千瓦级大型水电站约 100 座,25 万 kW 以上中型水电站约 200 座。据 1988 年完成的全国第 3 次水能资源普查,包括台湾省在内,中国水能资源理论蕴藏量约为 6.91 亿 kW,其中可开发的装机容量为 3.83 亿 kW,均占世界首位。按流域(区域)统计的水能资源理论蕴藏量及可开发量如表 1-1 所示。

第二节 水利水电枢纽工程及水工建筑物

一、水利水电枢纽工程及其类型

水利水电枢纽工程是由不同类型的水工建筑物组成的综合体,用以控制和调配水流。水利水电枢纽工程中大坝、泄水建筑物、发电引水系统及发电厂房是其主要建筑物。为完成电力输送任务,需要有变压器场、开关站等;在多泥沙河流上,为了减少水库淤积,防止有害泥沙进入水轮机和淤堵进水口,需要设置冲沙、排沙建筑物;在通航、漂木河流上还需要设置过坝设施,如船闸、升船机、过木道等;在有回游鱼类的河流上,需要设置过鱼设施,如鱼道、升鱼机等。这些都属于专门性建筑物。另外,在施工过程中,还需要有导流建筑物,如围堰、导流洞、导流明渠等临时建筑物。

水利水电枢纽工程可以集中水流的落差,具有发电、泄洪、蓄水、供水、排沙以及过船、过木、过鱼等功能。根据水资源综合利用要求,水利水电枢纽工程还可兼顾防洪、灌溉、城镇和工业供水、航运及其他综合利用要求。以抽水蓄能发电为目的的建筑物群也属于水电枢纽范畴。抽水蓄能电站枢纽有上、下两个水库,抽水发电厂房位于上、下水库之间,上水库和下水库由引水系统连接。在引水式发电枢纽工程中,如引水隧洞或尾水隧洞过长,按照要求,需要设置上游调压井或下游调压井,以保证水轮发电机组安全运行。

枢纽功能确定之后,枢纽建筑物布置是水利水电枢纽工程设计研究的首要内容。水利水电枢纽工程的布置研究要因地制宜、扬长避短、协调紧凑,既要满足枢纽的各项任务和功能的要求,又要适应枢纽工程区的自然条件,有利于施工布置、节省投资和缩短工期。除此之外,枢纽布置研究还要注意以下几个方面:

(1) 在大江大河上,首先要选择好泄洪和导流的布置方式,这往往是确定枢纽布置的重要影响因素。

泄水建筑物的布置既要使其有足够的泄水能力,还要有利于上、下游泄洪水流与河道水流的衔接,能够妥善解决泥沙淤积及下游消能、防冲和回流淤积等问题,避免对岸坡和其他建筑物的安全和正常运行造成不利影响。

枢纽布置研究中,要考虑导流建筑物与永久水工建筑物布置上的协调,尽可能对导流建筑物加以利用,包括导流建筑物改建为枢纽永久建筑物。枢纽永久建筑物的布置也要尽量结合施工导流和度汛的需要。

(2) 发电厂房宜布置在对外交通和出线方便的地方。混凝土坝枢纽,发电厂房宜布置

在河床混凝土坝段下游。当河床没有足够的宽度或为了减少施工干扰和导流的困难，以及为了更多地利用水头等目的，也常常采用岸边厂房或地下厂房。

(3) 过坝设施宜布置在对上、下游航道和停泊区有利的一岸，并尽量与发电厂房进水口或尾水出口分开布置，避免在运行中相互干扰。

(4) 冲沙建筑物要结合泥沙淤积研究成果，并考虑建筑物防淤的要求加以布置，冲沙孔要能冲走电站进水口前的淤沙，尽可能减轻泥沙对水轮机的磨损。对汛期多泥沙河流，为了减少水库淤积，泄水建筑物的布置要能保证水库在汛期低水位运行。

枢纽各建筑物有时可以相互结合或重叠布置，如一洞多用，兼做泄洪、导流、放水、冲沙、发电引水或尾水等；泄水建筑物与发电厂房重叠布置，可以克服因坝址狭窄，布置水工建筑物前缘不足的困难，并可减少工程量，但使导流、度汛较复杂，施工干扰较大。

水电站分为常规水电站和抽水蓄能电站两类，相应常规水电站枢纽和抽水蓄能电站枢纽。常规水电站枢纽有坝后式、引水式和混合式 3 类枢纽布置型式。抽水蓄能电站枢纽的布置型式，按照发电厂房的布置，可分为地下式、井式、地面式等。

(一) 常规水电站枢纽

1. 坝后式水电站

按坝型分为混凝土坝、土石坝以及土石坝与混凝土坝的混合坝型 3 类。坝后式水电站枢纽建筑物一般集中在坝址区。

(1) 混凝土坝枢纽。坝身可布置泄水、发电进水口、冲沙孔等建筑物，枢纽中泄水建筑物和发电厂房的位置和型式有各种不同的组合。混凝土坝枢纽典型布置如图 1-2、图 1-3 所示。

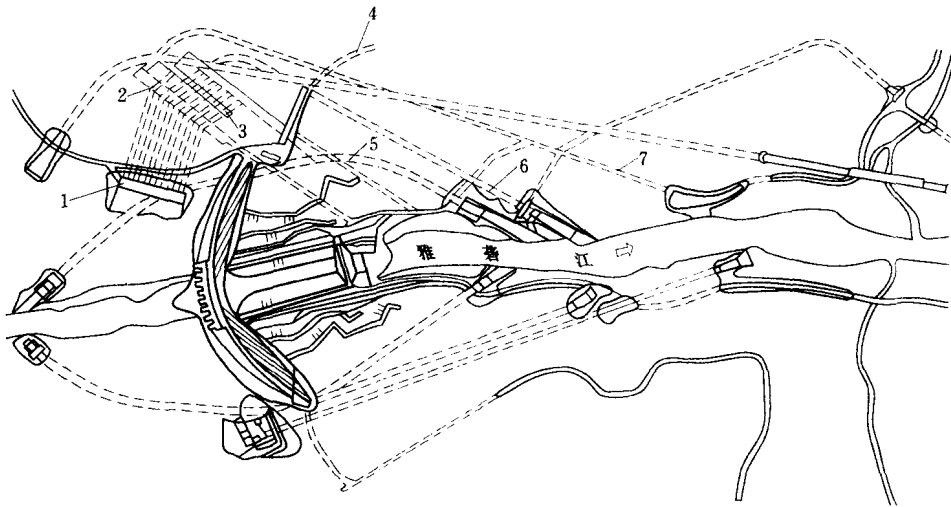


图 1-2 混凝土坝枢纽典型布置 (二滩水电站)

1—厂房进水口；2—主厂房；3—主变室；4—左岸公路；
5—2 号尾水洞；6—1 号尾水洞；7—进厂交通洞

长江三峡水利枢纽是开发和治理长江的关键性骨干工程，大坝坝址位于西陵峡中的湖北省宜昌市三斗坪镇，枢纽总体布置方案为：泄洪坝段位于河床中部，即原主河槽部位，两

侧为电站坝段和非溢流坝段；水电站厂房位于两侧电站坝段坝后，另在右岸留有后期扩机的地下厂房位置；永久通航建筑物均布置于左岸。

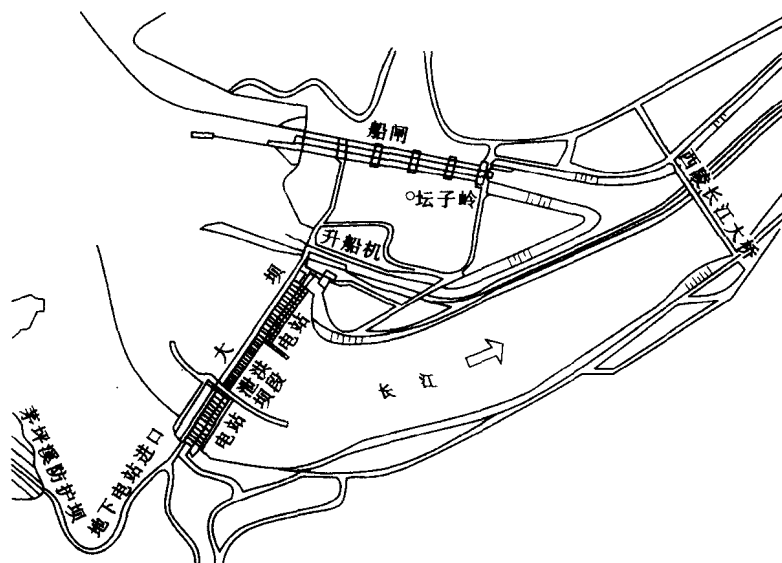


图 1-3 混凝土坝枢纽典型布置（三峡水利枢纽）

(2) 土石坝枢纽。按照所处河段位置分为顺直河段上的枢纽和弯曲河段上的枢纽，代表性工程分别有小浪底水利枢纽、甘肃碧口水电站及四川东西关水电站。前者泄水建筑物和发电厂房等沿岸顺河布置，一般导流、泄水、引水系统等建筑物线路较长，枢纽建筑物布置比较拥挤，在地质条件允许时多采用地下厂房；后者利用河弯形成的河间地块布置引水发电或泄水、导流建筑物。土石坝枢纽典型布置如图 1-4 所示。

(3) 土石坝与混凝土坝的混合坝枢纽。适合于宽河谷坝址，利用河床混凝土坝段布置泄水建筑物、引水系统、发电厂房等，例如巴西伊泰普 (Itaipu) 水电站、江西万安水电站、海南大广坝水电站。土石坝和混凝土坝的连接有关混凝土翼墙和混凝土刺墙等方式。土石坝与混凝土坝的混合坝枢纽典型布置如图 1-5 所示。

2. 引水式水电站

枢纽建筑物包括首部建筑物和厂区建筑物两部分。一般首部建筑物与厂区建筑物相距较远，中间由引水建筑物（引水隧洞、引水明渠、引水明管）连接。首部建筑物一般包括拦河闸坝、进水口、冲沙闸、沉沙池等建筑物。厂房区建筑物包括调压井（或压力前池）、压力管道（隧洞）、发电厂房、变压器场、开关站、尾水渠（隧洞）等。引水式水电站枢纽，按引水建筑物内水流为有压流或明流，分为有压引水式和无压引水式两类。

(1) 有压引水式。引水隧洞内为有压水流，在它们的末端设调压室，下接压力管道（隧洞）。首部建筑物分为有水库调蓄和无水库调蓄两种。前者多建有较高的拦河坝，上游形成有调蓄能力的水库，不需设沉沙池，进水口附近设有冲沙底孔，例如鲁布革水电站；后者多建拦河闸坝或较低的溢流坝，上游不能形成有调蓄能力的水库，一般设有沉沙池，进水口附近设有冲沙闸，如渔子溪一级水电站的首部枢纽。

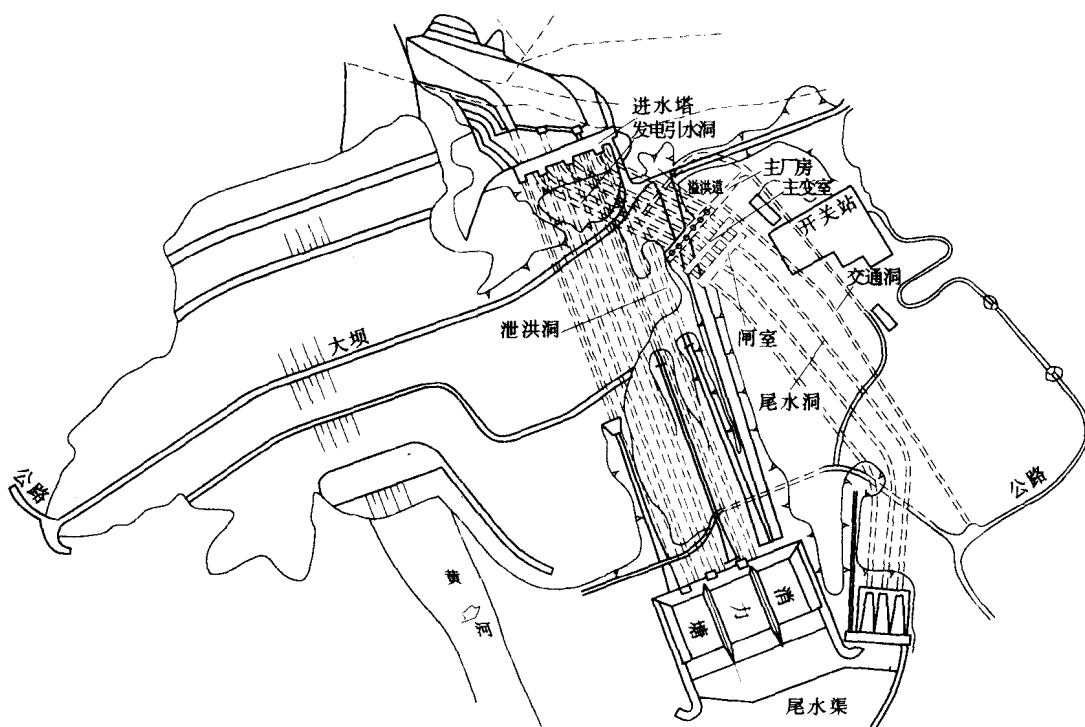


图 1-4 土石坝枢纽典型布置 (小浪底水利枢纽)

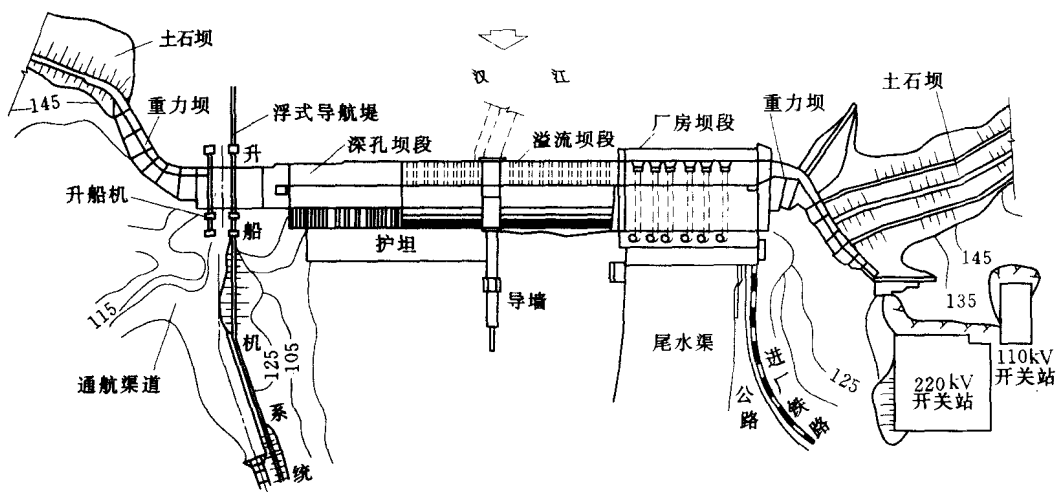


图 1-5 丹江口水利枢纽工程布置图

(2) 无压引水式。引水明渠或引水隧洞内的水流为明流，在它们的末端设有压力前池，下接压力管道。首部建有拦河闸或较低的溢流坝，进水口一般为开敞式。一般设有沉沙池，如南桡河二级水电枢纽。

3. 混合式水电站

枢纽首部一般与厂房区相距不很远，多利用河弯修建引水隧洞取得一定水头。首部建有相对较高的拦河坝，不设沉沙池。

(二) 抽水蓄能电站枢纽

抽水蓄能电站枢纽建筑物，从上游向下游依次为：①上水库；②进（出）水口；③引水道和上游调压室；④压力管道；⑤抽水发电厂房；⑥尾水管道（隧洞）和尾水调压室；⑦出（进）水口；⑧下水库。

上、下水库一般在河流或沟谷筑坝形成。除设有进（出）水口外，还设有泄水、冲沙等建筑物。当水库集雨面积较小、洪水径流不大时，也可不设泄水、冲沙建筑物。上、下水库需根据地质条件做好坝基、库坡和库底的防渗处理。上游调压室及尾水调压室的设置，根据抽水蓄能电站对水力机械过渡过程条件的要求确定。

抽水蓄能电站厂房的布置形式多为地下式，如广州抽水蓄能电站、天荒坪抽水蓄能电站、十三陵抽水蓄能电站等。除上、下水库设在地面外，整个引水系统及厂房均布置在地下。变压器场及开关站也多布置在主变洞内。为了防止空蚀，抽水蓄能电站机组淹没在水下的深度很大。因此当地质条件适宜时，发电厂房布置在地下，常常是比较有利的。按厂房在引水系统中的位置（靠近上水库、中部或靠近下水库），可分为首部式、中部式、尾部式3种厂房布置类型。

当地形、地质条件允许时，抽水蓄能电站也可布置在靠近下水库的竖井中或地面上，分别称为井式和地面式。

二、水工建筑物及其特点

水利水电枢纽工程中受水作用的建筑物统称水工建筑物。作用在水工建筑物上的水体或静止或流动，或有侵蚀性或无侵蚀性。水的作用主要为力的作用，包括静水压力、动水压力、浪压力、冰压力、渗透压力、浮托力等。此外还有其他物理的和化学的作用，包括水流的空蚀、磨蚀、冲刷、水的冻融、渗流对岩土内部的冲刷和化学溶蚀及淤塞、侵蚀性水对建筑物的侵蚀作用等。水工建筑物还承受自重、土压力、温度、地震等作用。

水工建筑物按其用途可分为一般性（通用性）水工建筑物和专门性水工建筑物。一般性（通用性）水工建筑物按其功能又可分为：具有拦截水流、壅高水位功能的壅（挡）水建筑物，如坝、水闸、河床式水电站厂房及堤防等；控制或无控制地泄放具有势能的水流的泄水建筑物，如溢流坝、岸边溢洪道、泄洪隧洞等；承担从水源取（引）水的取（引）水建筑物，如进水闸、电站引水系统（坝身引水或管道引水）、引水隧洞等；由水源向电站厂房、城镇、工矿企业、农田等用水部门输送水流的输水建筑物，如渠道、隧洞、涵洞、管道等；还有河道整治建筑物，如护岸工程、导流堤、丁坝等。专门性水工建筑物有水力发电建筑物、航运建筑物、灌溉建筑物、防洪建筑物、渔业建筑物等。

水工建筑物按其使用期限可分为永久水工建筑物和临时水工建筑物。前者在工程运用期间长期使用，后者只在永久建筑物施工或检修期间使用。永久建筑物按其工程中的重要性又可分为主要建筑物和次要建筑物，前者失事后将造成下游灾害或严重影响工程效益，如大坝、发电厂房等；后者失事后不致造成下游灾害或对工程运行造成严重影响。

水工建筑物按其主要建筑材料可分为混凝土、砌石、土石、金属材料等类型。