

中国水利教育协会 组织



全国水利行业“十三五”规划教材（职业技术教育）

水利水电工程 建筑物

主 编 田明武 何姣云
副主编 张 磊 王晓琴 佟 欣 王世儒
主 审 杨 勇



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国水利教育协会 组织



全国水利行业“十三五”规划教材（职业技术教育）

水利水电工程 建筑物

主 编 田明武 何姣云

副主编 张 磊 王晓琴 佟 欣 王世儒

主 审 杨 勇



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

本书的编制是根据国家“十三五”教育发展规划纲要,结合我国水利行业发展总体规划要求及行业、产业发展现状,按照全国水利行业“十三五”规划教材目录要求,适应现代高职教育培养应用型、技能型人才需求。主要内容包括绪论、岩基上的重力坝、土石坝与堤防、其他坝型及过坝建筑物、水闸、河岸溢洪道、进水建筑物、引水建筑物、泵站建筑物、水电站厂房、水利水电工程枢纽布置。

本书为高职高专水利水电建筑工程、水利工程、工程监理、水利水电工程技术、水利水电工程管理等专业的通用教材,可作为其他专业教材或教学参考书,同时也可作为水利工程技术人员学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程建筑物 / 田明武, 何姣云主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2018.8
全国水利行业“十三五”规划教材. 职业技术教育
ISBN 978-7-5170-6519-7

I. ①水… II. ①田… ②何… III. ①水工建筑物—
高等教育—教材 IV. ①TV6

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第125078号

书 名	全国水利行业“十三五”规划教材(职业技术教育) 水利水电工程建筑物 SHUILI SHUIDIAN GONGCHENG JIANZHUYU
作 者	主 编 田明武 何姣云 副主编 张 磊 王晓琴 佟 欣 王世儒 主 审 杨 勇
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 24印张 569千字
版 次	2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	59.00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

本书的编制是根据国家“十三五”教育发展规划纲要及《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（2011中央1号文件）、《国家中长期教育改革和发展规划纲要》（2010—2020年）等文件精神，以及全国水利行业“十三五”规划教材目录要求，并结合我国水利发展规划及现代水利职业教育的要求。在总结水利类高等职业教育多年教学改革的基础上，本着理论够用，实践突出，体现现代水利新技术、新材料、新理念的原则，本书对水利、水电、防洪、泵站等工程在知识体系上进行有机结合，使专业课程内容结合更紧密、系统更完整，理论课时大幅减少，突出实践性教学环节，结合典型工程图片，能更好地培养学生识读图能力和学习兴趣，体现了教育教学改革“教、学、做一体化”培养高素质、技能型人才的要求。

本书在编写过程中，对所有水利水电工程建筑物进行全面概要介绍，同时又突出以主要水工建筑物基于一般工作过程的项目化教学要求的特点，主次分明，重点突出，力求适应我国高职生源特点及行业产业发展特点，更好地满足现代高职教育教学改革与发展、现代水利发展与水利教育的需要。

本书主要编写人员如下：四川水利职业技术学院田明武编写绪论、项目3、项目10；湖北水利水电职业技术学院何姣云编写项目1、项目9；四川水利职业技术学院张磊编写项目2、项目5；辽宁水利职业技术学院佟欣编写项目4；重庆水利水电职业技术学院王晓琴编写项目6（部分）、项目7；重庆水利水电职业技术学院王世儒编写项目6（部分）、项目8。本书由田明武、何姣云担任主编，张磊、王晓琴、佟欣、王世儒担任副主编，山西水利职业技术学院杨勇主审。

本书在编写过程中，学习和借鉴了很多参考书，同时得到相关兄弟院校的大力支持，在此，对相关作者表示衷心的感谢。对书中存在的不足之处，恳请读者批评指正，多提宝贵意见。

编者

2018年5月



目 录

前言

绪论	1
0.1 我国的水资源及水利水电工程建设	1
0.2 水利水电工程枢纽	4
0.3 水利水电工程建筑物的类型	7
思考题	11
项目 1 岩基上的重力坝	12
任务 1.1 重力坝概述	12
任务 1.2 重力坝基本剖面	15
任务 1.3 重力坝的荷载及其组合	18
任务 1.4 重力坝的稳定分析	26
任务 1.5 重力坝的应力分析	30
任务 1.6 溢流重力坝	39
任务 1.7 重力坝的泄水孔	52
任务 1.8 重力坝的材料及构造	54
任务 1.9 重力坝的地基处理	60
思考题	63
项目 2 土石坝与堤防	65
任务 2.1 概述	65
任务 2.2 土石坝的剖面设计	73
任务 2.3 土石坝细部构造设计与坝体材料选择	77
任务 2.4 土石坝的渗流分析	84
任务 2.5 土石坝的稳定分析	90
任务 2.6 土石坝的坝基处理	96
任务 2.7 堤防与河道整治建筑物	101
思考题	111
项目 3 其他坝型及过坝建筑物	112
任务 3.1 拱坝	112
任务 3.2 橡胶坝	128
任务 3.3 支墩坝	138

任务 3.4 过坝建筑物	141
思考题	153
项目 4 水闸	154
任务 4.1 概述	154
任务 4.2 水闸的孔口尺寸确定	159
任务 4.3 水闸的消能防冲设计	163
任务 4.4 水闸的防渗排水设计	173
任务 4.5 闸室的布置与构造	187
任务 4.6 闸室稳定计算及地基处理	192
任务 4.7 闸室结构计算	200
任务 4.8 水闸的两岸连接建筑物设计	208
任务 4.9 闸门与启闭机	213
思考题	222
项目 5 河岸溢洪道	224
任务 5.1 概述	224
任务 5.2 正槽溢洪道设计	226
任务 5.3 侧槽溢洪道设计	237
任务 5.4 非常溢洪设施	241
思考题	243
项目 6 进水建筑物	244
任务 6.1 概述	244
任务 6.2 无压进水口	245
任务 6.3 有压进水口	249
思考题	257
项目 7 引水建筑物	258
任务 7.1 渠道工程	258
任务 7.2 渡槽	262
任务 7.3 倒虹吸管	266
任务 7.4 涵洞	272
任务 7.5 水工隧洞	274
思考题	278
项目 8 泵站建筑物	279
任务 8.1 概述	279
任务 8.2 泵房	280
任务 8.3 泵房布置与尺寸的确定	284
任务 8.4 泵房整体稳定分析	292

任务 8.5 泵站进出水建筑物	296
任务 8.6 管道	303
思考题	311
项目 9 水电站厂房	312
任务 9.1 概述	312
任务 9.2 立式机组地面厂房布置	318
任务 9.3 立式机组厂房布置	331
任务 9.4 卧式机组厂房的布置	338
任务 9.5 水电站厂房的布置	341
思考题	344
项目 10 水利水电工程枢纽布置	345
任务 10.1 水利水电枢纽设计的任务及阶段	345
任务 10.2 拦河坝水利枢纽的布置	347
任务 10.3 取水枢纽布置	358
任务 10.4 水电站厂区枢纽布置	364
思考题	372
参考文献	373

绪 论

学习要求：理解掌握水利水电工程的基本概念和基本任务、水利水电枢纽的工程分等及主要建筑物的分级方法；熟悉水利水电工程建筑物的组成与分类；了解我国水利水电工程建设与发展情况。

0.1 我国的水资源及水利水电工程建设

0.1.1 水资源

水是生命之源、生产之要、生态之基。兴水利、除水害，事关人类生存、经济发展、社会进步，历来是世界各国治国安邦的大事。地球上的总水量约为 14.50 亿 km^3 ，其中约 97.0% 的地球水是海洋中的咸水。通过大气循环，以降水、径流方式在陆地运行的淡水相对就很少了。淡水资源只占总水量的 3.0% 左右，在这 3.0% 中又有 87% 是人类难以利用的两极冰川、高山冰川和永冻地带的冰雪等。人类能够利用的只是江、河、湖、泊以及地下水的一部分，仅仅不到地球总水量的 0.30%。就是这些水支撑着人类的生存、繁衍和发展，支撑着地球上万事万物的运动。

全球年径流总量为 470000 亿 m^3 ，按 50 亿人口计，平均每人拥有 9400 m^3 ，这是最重要的一部分水。但这部分水在时间和空间上的分布极不均衡：巴西、俄罗斯、加拿大、中国、美国、印度尼西亚、印度、哥伦比亚和刚果等 9 个国家的淡水资源就占了世界淡水资源总量的 60%。

我国幅员辽阔，河流也不少（流域面积超过 1000 km^2 的大河有 1598 条），年径流总量约 27800 亿 m^3 ，而按人口平均则仅约相当于全球平均数的 1/4。所以，从人均占有量来看，我国的水资源并不丰富，而降水、径流在时间和地域上的分布相对更不均衡，南方一日雨量可远超过西北地区全年降水量，同一地区，一次暴雨可超过多年平均年降水量，这就导致我国各地历史上洪、涝、旱灾频发。

我国的水资源虽然不丰富，但是由于大多数河流沿程落差巨大，可用于发电的水能资源十分丰富。全国水能理论蕴藏量达 6.8 亿 kW ，其中技术可开发的也达 4.9 亿 kW ，年发电量可达 19100 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 以上，这些数字均居世界首位。因此，利用我国这一优势，大力发展水力发电，对解决我国社会建设发展过程中的能源问题具有决定性意义。

随着近年来世界范围内环境问题日趋严重以及能源短缺、不平衡问题突出，全世界对水这一基本无污染、可循环利用的资源的认可度越来越高。为有效促进我国社会国民经济发展、社会稳定、资源保护、环境保护，国家近年来出台了一系列文件、政策法规来推进水资源保护以及水资源有效、高效、安全利用，推动循环经济、低碳经济的发展。因此，



大力发展治河防洪、水利水电事业是我国经济社会发展的根本需要。

0.1.2 水利水电工程

水利工程是指以除害兴利为目的兴建的对自然界地表水和地下水进行控制和调配的工程。

按水利工程对水的作用不同，可分为蓄水工程、排水工程、取水工程、输水工程、提水工程、水质净化和污水处理工程等。

按水利工程承担任务不同，可分为防洪工程、农田水利工程、水力发电工程、供水和排水工程、航运工程、环境水利工程等。

0.1.2.1 防洪工程

防洪工程是指建立“上蓄下排”的防洪工程体系。

“上蓄”就是拦蓄水流，调节进入下游河道的流量。主要措施有：在山地丘陵地区实施有效水土保持措施，拦截水土，有效减少地面径流；在干、支流的中上游兴建水库拦蓄洪水，调节下泄流量保证下游河道安全过流。由于拦蓄水流，使水库水位抬高、形成水库，可以用来进行灌溉、发电、供水、航运、淡水养殖和旅游等。

“下排”就是疏浚河道，修筑堤防，提高河道泄洪能力，减轻洪水威胁。筑堤防洪是一种重要有效的工程措施，同时也需要加强汛期的防护、管理、监督等非工程措施，以确保安全。

此外，还可以采用“两岸分滞”的措施，在河道两岸适当位置修建分洪闸、滞（蓄、泛）洪区等，将超过河道安全泄量的洪峰流量通过分洪建筑物分流到该河道下游或其他水系或滞（蓄、泛）洪区，以保证河道两岸保护区的安全。滞（蓄、泛）洪区的规划与兴建，应根据当地经济发展状况、人口因素、地理情况和国家的需要，由国家统一安排。

0.1.2.2 农田水利工程

农田水利工程是通过修闸建渠等工程措施，构建灌、排系统，调节和改变农田水分状态和地区水利条件，使之符合农业生产发展的需要。农田水利工程一般包括以下几项内容。

(1) 取水工程。从河流、湖泊、水库、地下水等水源适时适量地引取水量的工程称为取水工程。河流取水工程一般包括拦河坝（闸）、进水闸、冲沙闸、沉沙池等建筑物。当河流流量较大、水位较高能满足引水灌溉要求时，可以不修建拦河坝（闸），直接引水灌溉。当水源水位较低时，可建提灌站（泵站），提水灌溉。

(2) 输水配水工程。将一定流量的水流输送并配置到田间的建筑物的综合体称为输水配水工程，如各级固定渠道系统及渠道上的涵洞、渡槽、分水闸等。

(3) 农田排水工程。将暴雨或农田内多余水分排泄到一定范围之外，使农田水分保持适宜状态，以适应农作物的正常生长的工程称为农田排水工程。它包括各级排水渠及渠系建筑物。农田排水工程也需要考虑化肥农药残渣的污染问题。

0.1.2.3 水力发电工程

将水流的能量通过水轮机转换为机械能，并通过发电机将机械能转换为电能的工程称



为水力发电工程。

落差、流量是水力发电的基本要素。为了能够利用天然河道的水能，需要采用工程措施集中落差，输送水量，使水流符合水力发电工程的要求。在山区常用的水能开发方式是拦河筑坝，形成水库，它既可以调节径流又可以集中落差。在坡度很陡或有瀑布、急滩、弯道的河段，可以沿河岸修建引水建筑物（渠道、水洞）来集中落差。有条件的可以同时采用拦河坝和引水建筑物方式来开发水能。

0.1.2.4 供水和排水工程

供水工程是指从天然河道、水库等水源取水，经过净化、加压后通过配水管网供给城市、工矿企业等用水部门用水的工程。城市供水对水质、水量及供水可靠性的要求很高。

城市排水工程是指与工矿企业及城市排出的废水、污水和地面雨水相关的工程。排水必须符合国家规定的污水排放标准。

0.1.2.5 航运工程

航运包括船运与筏运（木、竹浮运）。发展航运对物质交流、繁荣市场、促进经济和文化发展是很重要的。它运费低廉，运输量大。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、渠化河流等）两种。

利用天然河道通航，必须进行疏浚、河床整治、改善河道的弯曲状态，设立航道标志，以建立稳定的航道。当河道航运深度不足时，可以通过拦河建闸、坝的措施抬高河道水位；或利用水库进行径流调节，改善水库下游的通航条件。

在航道上如建水闸、坝等拦河建筑物时，应同时修建通航建筑物。通航建筑物主要有升船机、船闸、木道等。

0.1.2.6 环境水利工程

环境水利工程指为改善和保护环境而修建的一系列工程或工程措施。包括以下内容。

(1) 水资源保护。可分为水质和水量两个方面。前者包括水质监测、水质调查与评价、水质管理、水质规划、水质预测等。后者包括节约用水和污水重新利用等。

(2) 水利工程的环境影响监测评价措施。

(3) 流域（区域）、城市环境水利。包括流域（区域）、城市环境水利规划，水污染综合防治和环境水利经济等。

0.1.3 我国水利水电工程建设的发展

我国是水利大国，特殊的自然地理条件决定了除水害、兴水利历来是我国治国安邦的大事。水利兴则天下定、百业兴。历代善治国者均以治水为重。1949年前，水利基础设施非常薄弱，水旱灾害十分频繁。中华人民共和国成立后，党和政府对水利高度重视，领导全国各族人民进行了大规模水利建设，取得了举世瞩目的成就。从1949年到2017年，水利事业得到了前所未有的发展，取得了辉煌的成就。

中华人民共和国成立后，按照“蓄泄兼筹”和“除害与兴利相结合”的方针，对大江大河进行了大规模的治理。全国已建成江河五级以上堤防 29.60 万 km，累计达标堤防 19.27 万 km，全国已建成各类水库 97800 余座，水库总库容 8394 亿 m³。其中，大型水库 697 座，总库容 6617 亿 m³，全国主要江河初步形成了以堤防、河道整治、水库、蓄滞



洪区等为主的工程防洪体系，以及预测预报、防汛调度、洪泛区管理、抢险救灾等非工程防护体系，使我国主要江河的防洪能力有了明显的提高。

在农田水利事业方面，我国设计灌溉面积大于 2000 亩及以上的灌区共 22448 处，总面积 5.10 亿亩，50 万亩以上灌区 176 处，30 万~50 万亩大型灌区 280 处。截至 2014 年年底，全国耕地灌溉面积 9.68 亿亩，占全国耕地面积的 53%。全国已累计建成日取水大于等于 20m^3 的供水机电井或内径大于 200mm 的灌溉机电井共 469.1 万眼。全国已建成各类装机流量 $1\text{m}^3/\text{s}$ 或装机功率 50kW 以上的泵站 90982 处，其中大型泵站 366 处，中型泵站 4139 处，小型泵站 86477 处。全国除涝面积累计达 3.36 亿亩，节水灌溉面积已达 4.50 亿亩。

水力发电已成为我国日益重要的能源供应。我国水能资源丰富，理论蕴藏量为 6.76 亿 kW，技术可开发资源为 4.93 亿 kW，均占世界第一位。经过 60 年的开发建设，一大批举世闻名的水利水电枢纽工程已经建成或正在建设。

1910 年 8 月，中国内地第一座水电站——石龙坝水电站在昆明开工建设。中华人民共和国成立初，全国水电装机容量仅为 36 万 kW，年发电量 12 亿 kW·h。到 2016 年年底，全国已建水电站装机容量 3.37 亿 kW，预计 2030 年将突破 4.0 亿 kW。在水电建设中，农村水电已经成为一支重要力量。截至 2014 年年底，全国共建成农村水电站 47073 座，装机容量 7322 万 kW，占全国水电装机容量的 24.3%。全国农村水电年发电量 2281 亿 kW·h，占全国水电发电量的 21.4%。

0.2 水利水电工程枢纽

0.2.1 基本概念

为防洪、灌溉、发电、供水和航运等多个目的，需要组合兴建多种不同类型的建筑物，形成一个相互联系的整体，共同控制和分配水流，满足国民经济发展的需要，由此构成的综合体称为水利枢纽，其组成建筑物称为水利水电工程建筑物。例如，都江堰水利工程（图 0.1），主要由鱼嘴、金刚堤、飞沙堰、宝瓶口等组成；三峡水利枢纽工程（图 0.2）主要建筑物自右岸往左岸依次是右岸大坝及电站、泄洪坝段、左岸大坝及电站、升船机、双线五级船闸。



图 0.1 都江堰水利枢纽

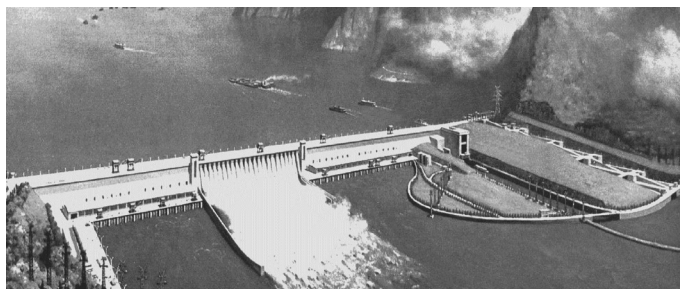


图 0.2 三峡水利枢纽工程

0.2.2 水利水电工程分等和水利建筑物的分级

为了科学合理地确定水利水电工程建设标准，应根据水利水电工程的类型、规模、重要性、效益和国民经济发展水平等因素，制定水利工程枢纽和建筑物的建设标准。水利水电工程建设标准包括水利水电工程的等别、水利建筑物的级别和其他技术指标的分级。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2017)、《防洪标准》(GB 50201—2014)，水利水电工程等别见表 0.1。综合利用的水利水电工程，当按其各项用途分别确定的等别不同时，应按其中的最高等别确定整个工程的等别。

表 0.1 水利水电枢纽工程等别

工程等别	工程规模	水库总库容 / 亿 m ³	防洪			治涝	灌溉	供水		发电
			保护人口 / 万人	保护农田 / 万亩	保护区当量经济规模 / 万人	治涝面积 / 万亩	灌溉面积 / 万亩	供水对象重要性	年引用流量 / 亿 m ³	装机容量 / MW
I	大(1)型	≥10	≥150	≥500	≥300	≥300	≥150	特别重要	≥10	≥1200
II	大(2)型	<10, ≥1	<150, ≥50	<500, ≥100	<300, ≥100	<200, ≥60	<150, ≥50	重要	<10, ≥3	<1200, ≥300
III	中型	<1.0, ≥0.10	<50, ≥20	<100, ≥30	<100, ≥40	<60, ≥15	<50, ≥5	比较重要	<3, ≥1	<300, ≥50
IV	小(1)型	<0.10, ≥0.01	<20, ≥5	<30, ≥5	<40, ≥10	<15, ≥3	<5, ≥0.5	一般	<10, ≥0.3	<50, ≥10
V	小(2)型	<0.01, ≥0.001	<5	<5	<10	<3	<0.5		<0.3	<10

注 总库容是指水库最高水位以下的静库容；治涝面积和灌溉面积均指设计面积。

水利建筑物的级别要根据其所在工程的等级及其重要性来确定，见表 0.2。

失事后损失巨大或影响十分严重的水利水电工程的 2~5 级主要永久性水利建筑物，经论证并报主管部门批准，可提高一级。失后果不严重的水利水电工程的 1~4 级主要永久性水利建筑物，经论证并报主管部门批准，可降低一级。

表 0.2 水利水电工程永久性建筑物的级别

工程等别	建筑物级别	
	主要建筑物	次要建筑物
I	1	3
II	2	3
III	3	4
IV	4	5
V	5	5



水库大坝的 2 级、3 级永久性水工建筑物，坝高超过规定指标时其级别提高一级，但防洪标准可不提高。

当永久性水工建筑物基础的地质条件特别复杂或采用实践经验较少的新型结构时，对 2~5 级建筑物可提高一级设计，但防洪标准可不提高。

对于水库大坝按表 0.2 规定为 2 级、3 级的永久性水工建筑物，如坝高超过表 0.3 中数值者可提高一级，但洪水标准不予提高。

水闸应根据其所属工程的等别及水闸自身的重要性，按照表 0.2 确定水闸的级别。

表 0.3 水库大坝提级指标

坝的原级别	坝 高/m	
	土石坝	混凝土坝、浆砌石坝
2	90	130
3	70	100

供水工程利用现有河道输水时，河道堤防级别应根据供水工程的等别、现有河道堤防的级别、输水水位抬高可能造成的影响等因素综合确定，但不得低于现有河道堤防级别（表 0.3）。

灌溉渠道或排水沟，以及与灌排有关的水闸、渡槽、倒虹吸管、涵洞、隧洞等建筑物级别，应根据现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288—1999）的有关规定确定。

0.2.3 水利水电工程永久性水工建筑物的防洪标准

永久性水工建筑物所采用的防洪标准分为正常运用（设计情况）和非常运用（校核情况）洪水标准。

水库工程水工建筑物的防洪标准根据建筑物级别、坝型按表 0.4 确定。

表 0.4 水库工程水工建筑物的防洪标准

项 目			水工建筑物级别					
			1	2	3	4	5	
洪水重 现期 /年	山区、 丘陵区	设计情况	1000~500	500~100	100~50	50~30	30~20	
		校核 情况	土石坝、堆石坝	可能最大洪水 (PME) 10000~5000	5000~2000	2000~1000	1000~300	300~100
			混凝土坝、 浆砌石坝	5000~2000	2000~1000	1000~500	500~200	200~100
	平原区、 滨海区	设计情况	300~100	100~50	50~20	20~10	10	
		校核情况	2000~1000	1000~300	300~100	100~50	50~20	

土石坝一旦失事将对下游造成特别重大灾害时，1 级建筑物的校核洪水标准应取可能最大的洪水或 10000 年一遇洪水。2~4 级建筑物可提高一级设计。

对于混凝土和浆砌石坝，如果洪水漫顶时将造成严重损失的 1 级建筑物，校核洪水标准需经过专门论证并报主管部门批准，可取可能最大的洪水或 10000 年一遇洪水。

水电站工程的挡水、泄水建筑物防洪标准按照表 0.4 确定。

水电站厂房的防洪标准，应根据其级别按照表 0.5 确定。河床式水电站厂房作为挡水建筑物时，其防洪标准应与主要挡水建筑物防洪标准一致。



抽水蓄能电站的上下游水库水工建筑物防洪标准，可按照表 0.4 确定。

拦河闸工程水工建筑物防洪标准，应根据建筑物级别并综合考虑所在流域防洪规划规定的任务，按照表 0.6 确定。

表 0.5 水电站厂房防洪标准

水电站厂房 级别	防洪标准（洪水重现期）/a		水电站厂房 级别	防洪标准（洪水重现期）/a	
	设计	校核		设计	校核
1	200	1000	4	50~30	100
2	200~100	500	5	30~20	50
3	100~50	200			

表 0.6 拦河水闸工程水工建筑物的防洪标准

水工建筑物 级别	防洪标准（洪水重现期）/a		水工建筑物 级别	防洪标准（洪水重现期）/a	
	设计	校核		设计	校核
1	100~50	300~200	4	20~10	50~30
2	50~30	200~100	5	10	30~20
3	30~20	100~50			

灌溉与排水工程、供水工程中的调蓄水水库工程的防洪标准，按照表 0.4 确定。

灌溉与排水工程中，供水工程的引水枢纽、泵站等主要建筑物的防洪标准，应根据其级别，按照表 0.7 确定。

表 0.7 引水工程、输水工程、泵站等主要建筑物防洪标准

水工建筑物 级别	防洪标准（洪水重现期）/a		水工建筑物 级别	防洪标准（洪水重现期）/a	
	设计	校核		设计	校核
1	100~50	300~200	4	20~10	50~30
2	50~30	200~100	5	10	30~20
3	30~20	100~50			

堤防工程的防洪标准，应根据其保护对象的防洪保护区的防洪标准以及流域规划的要求确定。

堤防工程上的闸、涵、泵站等建筑物及其他构筑物的设计防洪标准，不应低于堤防工程的防洪标准，并应留有安全裕度。

0.3 水利水电工程建筑物的类型

0.3.1 水工建筑物的分类

0.3.1.1 按建筑物用途分类

(1) 挡水建筑物。用以拦截江河、形成水库或壅高水位、调蓄水量的建筑物。如各种坝和闸，以及为防御洪水或挡潮，沿江河岸修建的堤防等。

(2) 泄水建筑物。用于排泄水库、湖泊、河渠等的多余水量，或为人防、检修等而放



空水库，以保证枢纽安全的建筑物。如溢流坝、泄水闸、溢洪道、泄水隧洞等。

(3) 输（引）水建筑物。输送河水或库水以满足灌溉、发电或工业用水等需要的建筑物。如输水洞、引水管、渠道、渡槽等。输水建筑物还分为有压输水（引水）和无压输水（引水）建筑物两类。

(4) 进（取）水建筑物。直接从天然河流、水库、湖泊中取水的建筑物。输水建筑物的首部建筑物如进水闸、泵站等。

(5) 整治建筑物。用于加固河堤、整治河道、改善河道水流条件的建筑物。如丁坝、顺坝、导流堤、护岸等。

(6) 专门水工建筑物。专门为灌溉、发电、供水、过坝等需要而修建的建筑物。如水电站厂房、沉砂池、船闸、升船机、鱼道、筏道等。

同一种水工建筑其功能并非单一，有时也兼有多种功用，所以难以严格区分其类型，如溢流坝和泄洪闸都有挡水和泄水功能。

0.3.1.2 按建筑物使用期限分类

水工建筑物按使用时间的长短，分为永久性建筑物和临时性建筑物两类。

(1) 永久性建筑物。在枢纽运行期间使用的建筑物。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。主要建筑物是指该建筑物失事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；次要建筑物是指失事后不致造成下游灾害或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。

(2) 临时性建筑物。仅在工程施工期间使用的建筑物，如围堰、导流建筑物等。有些水工建筑物在枢纽中的作用并不是单一的，如溢流坝既可挡水又能泄水；水闸既可挡水又能泄水，还可作为取水之用。临时导流建筑物可与永久性建筑物相结合发挥作用，如龙抬头布置的隧洞。

0.3.2 水电站的分类

在对河道中的水能资源进行水电开发时，按集中落差形成水头的方式不同，可将水电站分为坝式、引水式和混合式3种。

0.3.2.1 坝式水电站

主要依靠拦河筑坝（或闸）抬高水位、集中落差形成水头的水电站，称为坝式水电站。坝式水电站有河床式（图 0.3）、坝后式（图 0.4）和河岸式（图 0.5）等类型。

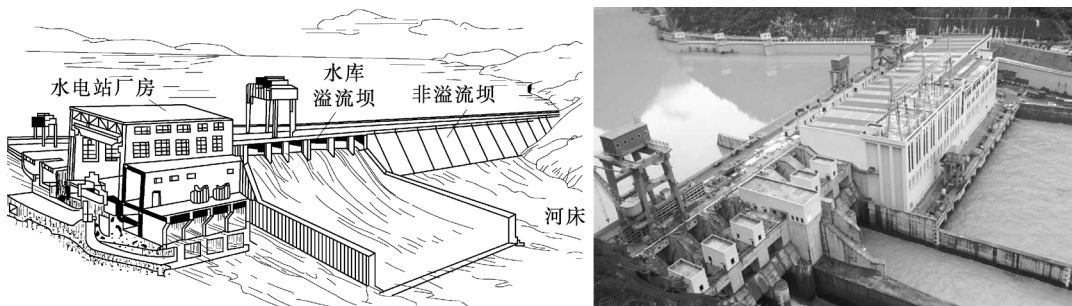


图 0.3 河床式水电站



图 0.4 坝后式水电站

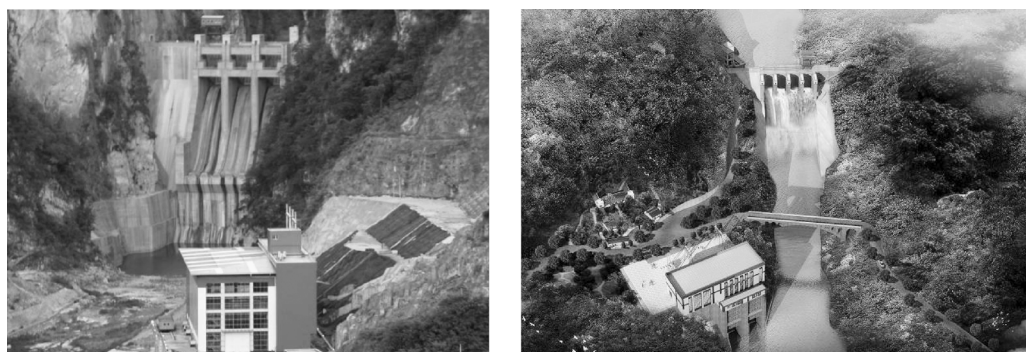


图 0.5 河床式水电站

当水头不大时，水电站厂房本身能承受上游水压力，可作为挡水建筑物的一个组成部分，这种坝式水电站称为河床式水电站。河床式水电站多建于河流的中、下游，且水头较低，一般小于 30~40m。

当水头较大时，水电站厂房难以独立承担上游水压力，因此厂房不能起挡水作用。水电站厂房一般布置在挡水建筑物下游，这种坝式水电站的厂房称为坝后式厂房。坝后式水电站多建于河流的中、上游，并具有一定的水库库容，可对水能水量进行重新分配。

0.3.2.2 引水式水电站

引水式水电站是在河段上游筑闸或低坝（无坝）取水，经引水道引水至河段下游来集中落差形成水头的水电站，见图 0.6 和图 0.7。

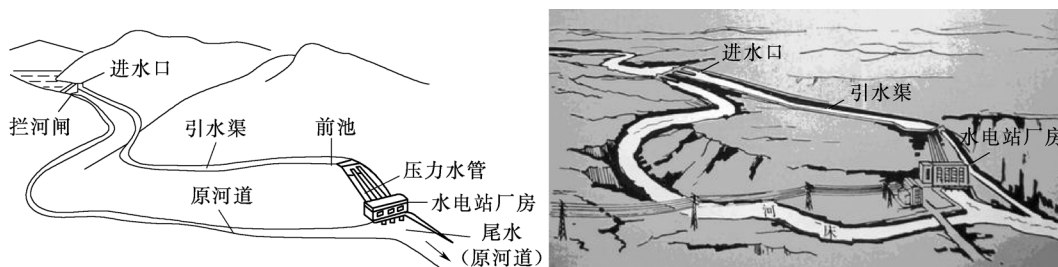


图 0.6 无压引水式水电站

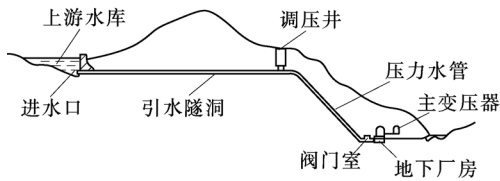


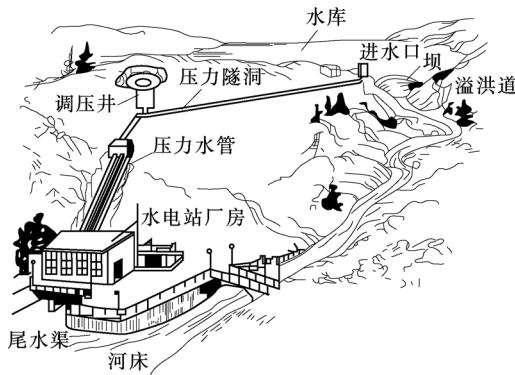
图 0.7 有压引水式水电站

这类水电站的水头主要依靠引水道来形成，多建于河流的中、上游，河道坡陡流急或有跌水，有时也修建于河流中、下游有大弯段的河段，利用裁弯取直集中水头。

引水道可以是无压的（如明渠、明流隧洞等），也可以是有压的（如有压隧洞、压力水管等）。

0.3.2.3 混合式水电站

通过拦河筑坝集中部分落差，再通过有压或无压引水道集中另一部分落差而形成总水头的水电站，称为混合式水电站，见图 0.8。



(a) 有压引水道



(b) 无压引水道

图 0.8 混合式水电站

当上游河段有良好筑坝建库条件且下游河段坡降大时，适于建混合式水电站。混合式水电站大多为中、大型水电站以及平原地区低水头水电站。常见的还有抽水蓄能电站、潮汐电站等，见图 0.9 和图 0.10。

0.3.3 水电站建筑物的组成

水电站建筑物一般包括挡水建筑物、泄水建筑物、进水口建筑物、引水建筑物、平压建筑物、冲沉沙建筑物、厂区枢纽建筑物（压力管道、厂房、变电站、开关站等）等。