

水利部农水司推荐

全国中等职业教育农业水利工程类精品教材

全国农村水利员培训新概念规划教材

水工建筑物

刘进宝 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国中等职业教育农业水利工程类精品教材

全国农村水利员培训新概念规划教材

水工建筑物

刘进宝 主 编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是针对中专中职教育及水利行业职工培训的特点编写而成的。全书由基本知识、重力坝与拱坝、土石坝、泄水建筑物、水闸、渠系建筑物等六章组成。与其他同类教材相比，强化了水利工程的基本建设程序、碾压混凝土坝、土工合成材料在水利工程中的应用以及橡胶坝等最新、实用的内容，采用最新规范和行业标准。

本书可作为中等职业学校水利技术专业教材、农业水利技术人员岗位培训教材，也可供有关技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水工建筑物/刘进宝主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2005 (2009 重印)

全国中等职业教育农业水利工程类精品教材. 全国农村水利员培训新概念规划教材

ISBN 978-7-5084-3175-8

I. 水… II. 刘… III. 水工建筑物—专业学校—教材
IV. TV6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 093024 号

书 名	全国中等职业教育农业水利工程类精品教材 全国农村水利员培训新概念规划教材 水工建筑物
作 者	刘进宝 主编
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)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 13.75 印张 326 千字
版 次	2005 年 8 月第 1 版 2009 年 1 月第 2 次印刷
印 数	5001—8000 册
定 价	33.00 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

本丛书编辑委员会

主 任：陈岳军

副主任：徐成章 蒋 屏 丁坚钢

主 编：丁坚钢

副主编：沈 燕 金连根

主 审：蒋 屏

副主审：陈永根 姜海军

委 员：（按姓氏笔画为序）

王经权 任立新 吕志刚 李继忠 刘建林

买买提江 杜平原 吴加宁 陈良堤 余培养

张水根 董 浩

序

我国历来十分重视水利工作，把治水看作治国安邦的基本方略。当前正处于社会体制转型和经济快速发展的新时期，治水思路由工程水利向资源水利、传统水利向现代水利和可持续发展水利转变。水利事业的发展需要一大批具备岗位技能、独当一面的基础人才。广大基层水利技术员，长年累月战斗在水利建设的第一线，是各级水利部门和地方政府的得力助手。他们担负着乡镇区域（流域）内水利工程建设管理、防汛抗旱抢险、水政执法、水资源配置、农田水利实用技术推广等任务，为推动整个水利建设、管理和改革，加快农业农村现代化建设执着奉献。

进一步提高农村防洪排涝能力，保障农村饮水安全、粮食生产安全和农村生态安全，推进水资源的高效利用，促进农业增效、农民增收、农村发展和全面实现小康社会，是新时期赋予农村水利的主要任务。为此，加强以基层水利员为重点的水利行业基础人才专业培训，进一步提高他们的业务素质和专业技能，更好地肩负起历史重任，是新形势下水利职业教育的一项重要工作。

教材建设是职业教育的基础。针对基层农村水利技术人员培训及水利中等职业教育的教材建设相对滞后的现状，浙江省率先组织编写了全国农村水利员培训新概念规划教材，即全国中等职业教育农业水利工程类精品教材。该套教材由15分册组成，各分册在内容的组织和编排上体现了适用基层水利人员中职教育及水利行业职工培训的特点，把握了以应用为目的，以能用、够用为度的原则，并注重介绍和引入目前的新技术、新工艺、新标准和新规范。该套教材有较好的实用性、针对性、适用性，具有一定的创新特点，既可作为基层农村水利技术人员的岗位培训教材、中等职业学校水利工程技术专业通用教材，也可供广大水利技术人员参考阅读。

该套教材的出版，是对水利行业职业教育、教材建设的一次有益探讨，相信它会给新时期农村水利职业技能应用型人才培养和中等职业教育带来帮助。

水利部农村水利司司长



2005年8月

前 言

全国农村水利员培训新概念规划教材，即全国中等职业教育农业水利工程类精品教材是根据水利部对全国农村水利技术人员的培训要求和全国农业水利工程类专业中职教学特点，总结多年教学和行业培训的经验，吸取同类教材的优点，以适应 21 世纪将水利行业的职工技术培训与中职教育融为一体的教育改革新思维编写而成。本套教材针对中职教育、水利行业职工培训和专业人员自学的特点，在内容的选择和编排上进行了认真探索和尝试性改革。编写过程本着“淡化设计，充实图例，突出概念，反映最新”的原则，追求“实用性、针对性、通用性”。本套教材尽量采用最新的行业技术、规范和标准，力求通俗易懂、简单实用，使读者学为所用，学以致用。

本套教材首批推出 15 分册，本书为《水工建筑物》。该书由基本知识、重力坝与拱坝、土石坝、泄水建筑物、水闸、渠系建筑物等六章内容组成，其中包含了水利工程的基本建设程序、碾压混凝土坝、土工合成材料在水利工程中的应用、橡胶坝等水利行业最新、实用的规范、技术和方法。

本书由刘进宝主编，并编写第一章至第四章及第五章第九节；焦爱萍、原平新编写第五章前八节和第六章。本书由王英华审稿。

本套教材在编写过程中，得到了水利部农水司、浙江省水利厅有关处室、浙江水利水电高等专科学校、贵州省水利水电学校、吉林省水利水电学校、云南省水利水电学校、新疆水利水电学校、河南省郑州水利学校等单位的领导和同志们的指导和帮助，在此表示深深的谢意。同时，得到了相关教材、专著的专家们的帮助与指教。对所有参考引用文献的作者（包括因时间及其他原因联系不上的作者），表示衷心的感谢，并欢迎联系和交流。

由于编写时间仓促，编者水平有限，本套教材在内容选择、文字表述、图文体例等各方面可能存在疏漏。热忱欢迎读者批评指正。

编 者

2005 年 8 月

【目 录】

序

前言

第一章 基本知识	1
第一节 我国的水资源及水利事业	1
第二节 水工建筑物与水利枢纽	3
第三节 水利工程的基本建设程序	8
第四节 本课程的性质、内容及学习方法	9
第二章 重力坝与拱坝	11
第一节 概述	11
第二节 重力坝的剖面及布置	13
第三节 重力坝的荷载及其组合	23
第四节 重力坝的抗滑稳定分析	30
第五节 重力坝的应力分析	34
第六节 重力坝的材料、构造及地基处理	41
第七节 拱坝	50
第八节 碾压混凝土坝	55
第三章 土石坝	58
第一节 概述	58
第二节 土石坝的剖面与构造	62
第三节 土石坝的渗流分析	70
第四节 土石坝的稳定分析	76
第五节 土石坝的筑坝材料	82
第六节 土石坝的地基处理	83
第七节 面板堆石坝	86
第八节 土工合成材料在水利工程中的应用	89
第四章 泄水建筑物	99
第一节 概述	99
第二节 河岸式溢洪道	99
第三节 水工隧洞	107
第四节 坝下涵管	114

第五章 水闸	119
第一节 概述	119
第二节 闸孔设计	122
第三节 水闸的消能防冲设计	126
第四节 水闸的防渗与排水设计	135
第五节 闸室的布置与构造	141
第六节 闸门与启闭机	147
第七节 水闸的稳定验算与结构计算	149
第八节 水闸的地基处理及两岸连接建筑物	160
第九节 橡胶坝	167
第六章 渠系建筑物	175
第一节 概述	175
第二节 渡槽	176
第三节 倒虹吸管与涵洞	193
第四节 渠道上的桥梁	202
第五节 跌水与陡坡	206
参考文献	209



第一章 基本知识

第一节 我国的水资源及水利事业

一、我国的水资源及其特点

水是人类生存和发展中不可或缺的宝贵资源，是自然资源的重要组成部分，也是实现社会和经济可持续发展的重要物质基础。地球上的总水量很大，有 13.86 亿 km^3 。但绝大部分是海洋中的咸水，陆地上的水仅有 0.48 亿 km^3 ，占总水量的 3.5%。在陆地水量中，扣除地下矿化水和地表湖泊咸水后，天然淡水只有 0.35 亿 km^3 ，占总水量的 2.53%，并且绝大部分天然淡水还处于极地冰盖、高山冰川和冻土之中，人类实际上难以利用。我们通常所说的水资源，是指在目前的技术经济条件下，可供人类利用或者可能被利用，具有一定数量和质量的淡水资源，科学界称作狭义的水资源。

我国的水资源具有如下突出特征：

(1) 水资源总量多，人均、亩均占有量少。我国河流、湖泊众多，水资源总量比较丰富。多年年平均水资源总量约为 2.81 万亿 m^3 ，其中多年年平均河川径流总量为 2.71 万亿 m^3 ，居世界第六位。水能资源蕴藏量达 6.76 亿 kW，其中可开发利用的为 3.79 亿 kW，均居世界首位。但由于我国人口众多，人均水资源占有量仅为 2163.4 m^3 ，相当于世界人均占有量的 1/4，居世界第 121 位；若按耕地面积计算，我国亩均水资源占有量仅为 1900 m^3 ，约为世界平均水平的 80%。因此，我国是严重贫水的国家。

(2) 水资源时空分布很不均匀。我国幅员辽阔，自然地理条件相差悬殊，水资源在时间和空间上分布很不均匀。从时间上看，一年内大部分地区夏、秋雨水多，全年降水的 70%~80% 都集中在 6~9 月四个月，且降雨强度大、时间集中，易造成洪涝灾害；而冬、春降水少，易出现干旱缺水。同时，水资源的年际变化也很大，丰水年往往洪水泛滥，而枯水年则干旱成灾。从空间上看，我国南北气候悬殊，水资源分布总的趋势是由东南沿海向西北内陆递减，这与降水的空间分布趋势是一致的。长江流域和长江以南地区，水资源占全国总量的 82%，而黄、淮、海三大流域的水资源仅占总量的 8%，南方一日降水量可远超过西北全年的降水量。另外，我国的水资源分布与人口、耕地的布局严重失调。长江以南地区，人均水资源占有量为 4170 m^3 ，亩均水资源占有量为 4170 m^3 ，是全国平均值的 2.3 倍；而淮河以北地区人均水资源占有量仅为全国平均值的 1/3，亩均水资源占有量为全国平均值的 1/4。

(3) 我国的多数河流含沙量高、水体污染严重。黄河是我国输沙量最大的河流，多年平均含沙量为 36.9 kg/m^3 ，年输沙总量为 16.1 亿 t。长江的多年平均含沙量为 0.53 kg/m^3 ，虽然就全国而言不高，但因其年径流总量很大，年总输沙量可达 5 亿 t 以上（宜昌站），仅次于黄河，居全国第 2 位。河流中一部分泥沙被洪水挟带入海中，使河流向大海

迅速伸展；一部分沉积在下游河道、湖泊及水库中。河道泥沙的沉积使河床抬高，甚至有河流（黄河最为突出）在下游发育成“地上悬河”，威胁沿岸地区的防洪安全。水库泥沙的淤积导致水库库容减少，水库寿命缩短，使库区水生态环境恶化。近些年来，随着我国工业化发展和农业现代化的不断推进，大量的生活污水、造纸、化工等工业废水等排入河道，导致水体污染严重，水环境不断恶化。据统计，2003 年我国七大水系 407 个重点监测断面中，Ⅰ～Ⅲ类水质仅占 38.1%，Ⅳ、Ⅴ类水质占 32.2%，劣Ⅴ类水质占 29.7%。江河湖泊的污染状况已到了令人堪忧的程度，保护水资源不受污染，已是一项刻不容缓的使命。

二、我国水利工程建设成就与发展

为了达到兴水利、除水害，开发、利用和保护水资源的目的，人类必须采取各种措施对自然界的水进行有效控制和合理调配，这些措施长期积累并发展就形成了现代国民经济中一项十分重要的事业——水利事业。为了兴水利、除水害，控制和支配水流而兴建的工程称为水利工程。现代社会常用的水利工程措施有：防洪工程、河道整治工程、农业水利工程、水力发电工程、供水与排水工程、航运及港口工程、环境水利工程及综合利用的水利工程等。

我国治水历史悠久，古代劳动人民曾为治理水患、开发水利进行了长期、艰苦的奋斗，取得了辉煌的成就，积累了宝贵的经验，一些水利工程至今仍在发挥着效益。如自汉、晋时期开始，我国就已利用水碾、水磨等碾米和磨面。公元前 256 年，李冰主持修建的四川灌县都江堰分洪灌溉工程；纵贯祖国南北，连接海河、黄河、淮河、长江和钱塘江五大水系，长达 1794km 的京杭大运河；以及郑国渠、秦渠、汉渠等；都是我国古代劳动人民的智慧结晶，堪称中华民族的骄傲。但是，由于旧中国长期受封建社会制度的束缚，严重阻碍了社会生产力的发展，水资源不仅未能很好地开发利用，而且使广大劳动人民长期饱受水的旱涝灾害之苦。如 1931 年长江大洪水，沿江鄂、湘、皖、豫、苏、浙、赣等七个省（市）的 5000 多万亩农田、2855 万人受灾，14.5 万人死亡。1933 年黄河大洪水，南北两岸堤防先后决口 50 余处，淹没冀、鲁、豫三省 67 个县，受灾面积共达 1.1 万 km^2 ，造成 1.8 万人死亡，364 万人无家可归。1915 年珠江洪水，造成 450 万亩农田、300 万人口受灾，淹没广州市，珠江三角洲一片汪洋。

新中国成立以后，党和政府非常重视水利事业。50 多年来，我国的水利工程建设取得了前所未有的巨大成就。兴建了一大批防洪兴利工程，使长江、黄河、淮河、海河等大江大河的洪水灾害基本得以控制，农业灌溉面积大大提高，基本满足了工业和城镇生活用水需求。目前，已建成各类水库 8.61 万座，总库容 4677.5 亿 m^3 ，灌溉面积已达 7 亿多亩；水电装机容量已达 1 亿 kW，年发电量 2080 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ；修建和加固堤防 20 多万 km，初步建立起了防洪除涝保障体系。这些水利工程建设，对我国抗御水旱灾害、保障人民生命财产安全和工农业生产、促进国民经济发展及提高人民生活水平发挥了重要作用。随着水利事业的发展，我国在水利工程建设方面积累了许多成功的经验，理论和技术水平也在迅速提高。可以预见，在当前高拱坝、面板堆石坝、碾压混凝土坝等建坝新技术的基础上，通过三峡工程、小浪底工程及南水北调工程等世界大型水利工程的建设，我国的水利事业将达到一个更新更快的发展阶段。



然而,我国的水资源依然面临着洪涝旱灾频发、干旱缺水、水环境恶化三大突出问题。

在 21 世纪,我们要树立科学的发展观,在总结过去治水经验,深入分析研究当前社会经济发展需求的基础上,必须正确认识并处理好水资源状况、国民经济发展和水利工程建设规模的关系,实现从工程水利向资源水利的转变,合理开发水资源,科学、高效地利用水资源,依法管理和保护水资源,为我国构建和谐社提供持久的物质资源,以水资源的可持续利用保障社会、经济的可持续发展。

第二节 水工建筑物与水利枢纽

一、水工建筑物及其分类

水利工程中的建筑物称为水利工程建筑物,简称水工建筑物。水工建筑物可从以下两个方面分类。

(一) 按建筑物的用途分类

(1) 挡水建筑物。用以拦截河水、壅高水位或形成水库的建筑物,如各种闸、坝和堤防等。

(2) 泄水建筑物。用以宣泄水库的多余水量,以保证工程安全的建筑物,如各种溢洪道、泄洪洞、泄水闸等。

(3) 输水建筑物。用以满足灌溉、发电和供水的需要,从水源向用水地点输水的建筑物,如输水隧洞、渠道、渡槽、引水管等。

(4) 取水建筑物。用以从水库或河流引取各种用水的建筑物,即输水建筑物的首部建筑,如各种进水闸、水泵站、取水隧洞、坝下涵管等。

(5) 整治建筑物。用以调整河道,改善水流条件、防止水流对河床产生破坏作用而修建的建筑物,如护岸、顺坝、丁坝、导流堤等。

(6) 专门建筑物。为灌溉、水力发电、过坝、供水等某种特定单项任务而兴建的建筑物,如电站厂房、船闸、升船机、鱼道、筏道、滤水池、沉沙池等。

需要指出的是,有些建筑物的作用并非单一,在不同的工况下,可能有不同的作用,如泄洪洞,既可泄洪又可引水;拦河闸,既可挡水又可泄水。

(二) 按建筑物的使用时间长短分类

(1) 永久性建筑物。是指在工程运行期间长期使用的建筑物。根据其在整体工程中的重要性又可分为主要建筑物和次要建筑物。前者是指在失事以后将造成下游灾害或严重影响工程效益的建筑物,如闸、坝、泄水建筑物、水电站厂房等;后者是失事后不致造成下游灾害、对工程效益影响不大且易于修复的建筑物,如挡土墙、导流墙、工作桥及护岸等。

(2) 临时性建筑物。是指仅在工程施工期间使用的建筑物,如施工围堰、导流建筑物等。

二、水利枢纽及类型

为了综合利用水资源,往往要将几种不同用途的水工建筑物集中修建在一起,各建筑

物协同运行,控制和支配水流,发挥综合效益,这种水工建筑物的有机综合体称为水利枢纽。一般的水利枢纽均包括挡水建筑物、泄水建筑物和取水建筑物三个主要部分,通常称为水库的三大件。有的还包括发电和航运等专门建筑物。

枢纽的合理布置对工程的安全运行和经济效益起着决定性的作用,应根据枢纽组成建筑物的形式、功能和运行方式研究各建筑物的相互位置,拟定若干可能的布置方案,从设计、施工、运行、经济等方面进行论证,综合比较,选择最优的布置方案。

水利枢纽按其作用可分为蓄水枢纽和取水枢纽。

(一) 蓄水枢纽

蓄水枢纽的特征是在天然河道上拦河筑坝，形成水库，利用水库的库容蓄水拦洪，满足防洪、灌溉、发电、供水等用水要求。拦河坝常见的坝型有重力坝、拱坝和土石坝，以它们作为挡水建筑物的蓄水枢纽工程分别称为重力坝蓄水枢纽工程、拱坝蓄水枢纽工程和土石坝蓄水枢纽工程。拦河坝的坝型不同，相应枢纽的泄水建筑物的型式也可能不同。

图 1-1 是位于浙江省建德市的新安江水利枢纽布置图。这是一个以发电为主，兼有防洪、灌溉、养殖、旅游等综合效益的大型水利枢纽工程。由于其主要特征是拦截上游来水，并把它蓄积起来加以综合调配和利用，所以它是一座蓄水枢纽工程。枢纽的主要建筑物有挡水坝段（挡水建筑物）、溢流坝段（泄水建筑物）、水电站取水系统及厂房（水电站建筑物）、通航建筑物。由于河谷狭窄，泄洪量大，为了解决枢纽中各建筑物布置困难的问题，该枢纽采取了将溢流坝与厂房重叠的布置方式。

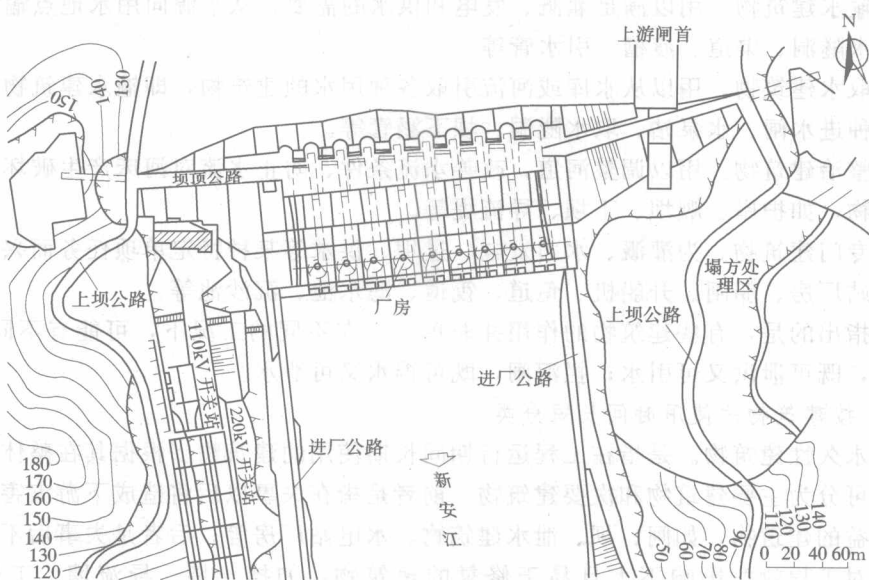


图 1-1 新安江水利枢纽布置图

(二) 取水枢纽

取水枢纽的作用是把河流中的水引入渠道,以满足灌溉、发电、工业及生活用水等需要,并防止粗粒泥沙进入渠道。取水枢纽一般位于引水渠道首部,又称渠首工程。根据是



否有拦河闸（坝）又分为有坝取水枢纽和无坝取水枢纽。

无坝取水枢纽是一种最简单的引水方式，当河流的水位和流量都能满足引水要求时，在河岸上选择适宜的地点，布置取水口并建引水渠，直接从河道侧面引水，而不需修建拦河建筑物，所建工程称为无坝渠首。无坝渠首通常由进水闸、沉沙池、泄水排沙渠等建筑物组成，如图 1-2 所示。无坝取水枢纽的优点是工程简单、施工方便、投资省、收效快，且对河床演变的影响较小。缺点是受河道的水位变化影响大，枯水期引水保证率低；在多泥沙河流上引水时，还会引入大量的泥沙，使渠道发生淤积，影响渠道的正常工作；当从河流侧面引水时，因水流转弯，易产生横向环流，导致引水口的上唇受到泥沙淤积，下唇受到水流冲刷。

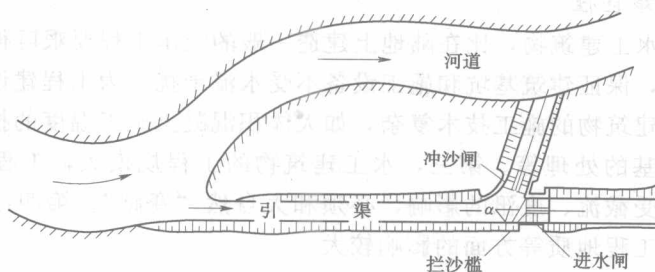


图 1-2 引水渠式无坝渠首工程布置图

当河道水量比较丰富，但水位较低，不能自流灌溉，或引水量较大，无坝引水不能满足要求时，则应修建拦河坝（闸），以抬高水位，保证引取灌溉所需的流量，这种引水方式称有坝取水枢纽或有坝渠首。有坝取水枢纽常采用侧面引水、正面冲沙的布置形式，通常由溢流坝（亦称壅水坝）或拦河闸、进水闸、防沙冲沙设施、船闸、闸道、鱼道、电站等组成，如图 1-3 所示。有坝取水枢纽的优点是引水保证率高，而且不受引水率限制。缺点是工程量大、造价高，且破坏了天然河道的自然状态，改变了水流、泥沙运动的规律，尤其是在多泥沙河流上，会引起渠首附近上下游河道的变形，影响渠首的正常运行。

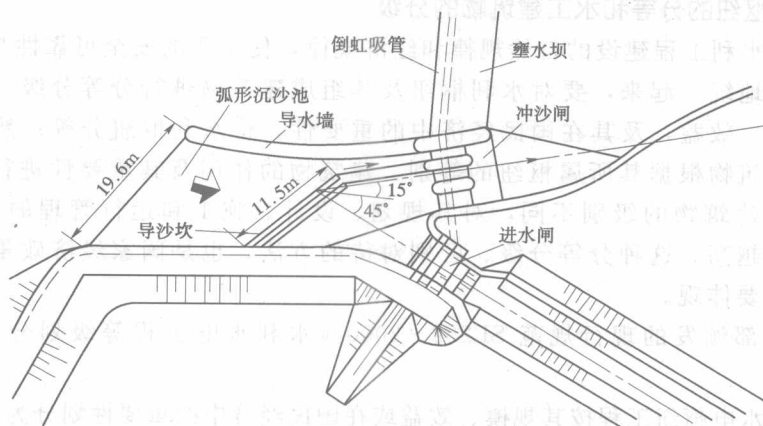


图 1-3 具有弧形沉沙池的渠首工程布置图



三、水工建筑物的特点

水工建筑物一般都在水的作用下工作。因受水的作用和影响,水工建筑物与其他建筑物相比有以下特点。

1. 工作条件的复杂性

水作用于水工建筑物将产生各种作用力,对其工作条件不利。建筑物挡水时,作用有静水压力、浮托力、风浪压力、渗透压力、冰压力、地震动水压力等荷载,对建筑物的稳定性不利。同时,水流渗入建筑物内部及地基中,还可能产生渗透破坏和侵蚀;建筑物泄水时,将在建筑物的过水部位产生动水压力及磨蚀作用,高速水流还可能对建筑物产生空蚀、振动作用,也极易造成对河床及河岸的冲刷作用。

2. 施工建造的艰巨性

在河道上建造水工建筑物,比在陆地上建造一般的土木工程要艰巨得多。首先,要解决好施工导流问题,保证建筑基坑和施工设备不受水流干扰,为工程建设创造良好的施工空间。其次,水工建筑物的施工技术复杂,如大体积混凝土施工温度的控制、高边坡深基础的开挖及复杂地基的处理等。第三,水工建筑物的工程规模大,工程量大,施工工期长,施工进度往往受截流、度汛的影响,必须和大自然“赛跑”。第四,水工建筑物的施工受气候、水文、工程地质等方面的影响较大。

3. 对国民经济及社会的影响巨大性

一个综合性的大型水利枢纽工程,往往集防洪、发电、灌溉、供水、航运及改善当地环境等作用于一身,其建成运行后将会产生巨大的经济效益和社会效益。但是,工程的建设运行将对库区及沿河的生态环境造成一定的不利影响;由于水位的抬高,造成库区淹没和泥沙淤积,需要移民迁建,会对当地的自然景观、文物古迹、矿产资源等产生不利影响。另外,在地震多发区建水库后可能产生诱发地震。水工建筑物一旦失事,将会给下游造成巨大灾害,后果不堪设想。因此,在水工建筑物的设计、施工和管理过程中,一定要以对国家、对人民及子孙后代高度负责的态度,严肃认真,一丝不苟,实事求是,尽可能减少对周围环境的不利影响,在确保工程安全的前提下尽量降低造价,追求安全与经济的高度统一。

四、水利枢纽的分等和水工建筑物的分级

为了遵循水利工程建设自然规律和经济规律,使工程的安全可靠性与其造价的经济合理性适当地统一起来,要对水利枢纽及其组成建筑物进行分等分级。即先根据枢纽工程的规模、效益,及其在国民经济中的重要性,将水利枢纽分等;然后再对枢纽中的各组成建筑物根据其所属枢纽的等别、建筑物的作用及其重要性进行分级。枢纽工程的等别、建筑物的级别不同,对其规划、设计、施工和运行管理的要求也不同,等级越高要求越高。这种分等分级、区别对待的方法,也是国家经济政策和技术政策在工程中的重要体现。

我国水利部颁发的现行规范 SL252—2000《水利水电工程等级划分及洪水标准》规定:

(1) 水利水电枢纽工程按其规模、效益或在国民经济中的重要性划分为五等,分等指标见表 1-1。



表 1-1

水利水电枢纽工程分等指标

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
			保护城镇及工矿 企业的重要性	保护农田面积 (万亩)	治涝面积 (万亩)	灌溉面积 (万亩)	供水对象 重要性	装机容量 (万 kW)
一	大(1)型	≥10	特别重要	≥500	≥200	≥150	特别重要	≥120
二	大(2)型	10~1.0	重要	500~100	200~60	150~50	重要	120~30
三	中 型	1.0~0.10	中等	100~30	60~15	50~5	中等	30~5
四	小(1)型	0.10~0.01	一般	30~5	15~3	5~0.5	一般	5~1
五	小(2)型	0.01~0.001		<5	<3	<0.5		<1

注 1. 总库容是指水库最高水位下的静库容。

2. 治涝面积和灌溉面积均为设计面积。

对综合利用的水利枢纽工程，当按各综合利用项目的分等指标确定的等别不同时，其工程等别应按其中最高等别确定。

(2) 枢纽中的永久性水工建筑物根据其所属工程的等别及其重要性分为 5 级，见表 1-2。

表 1-2 永久性水工建筑物的级别划分

工程等别	主要建筑物	次要建筑物
一	1	3
二	2	3
三	3	4
四	4	5
五	5	5

表 1-3 水库大坝级别划分

级 别	坝 型	坝 高 (m)
2	土石坝	90
	混凝土坝、浆砌石坝	130
3	土石坝	70
	混凝土坝、浆砌石坝	100

采用表 1-2 确定永久性水工建筑物的级别时，应注意以下几点：

1) 失事后损失巨大或影响十分严重的水利水电工程的 2~5 级主要永久性水工建筑物，经过论证并报主管部门批准，可提高 1 级；失事后造成损失不大的水利水电工程的 1~4 级主要永久性水工建筑物，经过论证并报主管部门批准后，可降低 1 级。

2) 水库大坝按表 1-2 规定为 2、3 级的永久性水工建筑物，如坝高超过表 1-3 的规定指标，其级别可提高 1 级，但洪水标准可不提高。

3) 当永久性水工建筑物基础的工程地质条件复杂或采用新型结构时，对 2~5 级建筑物可提高 1 级设计，但洪水标准可不提高。

(3) 水利水电工程施工期间使用的临时性挡水和泄水建筑物的级别，根据保护对象的重要性、失事后果、使用年限和临时性建筑物的规模按表 1-4 确定。

当临时性水工建筑物根据表 1-4 指标分属不同级别时，其级别应按其中最高级别确定。但对 3 级临时性水工建筑物，符合该级别规定的指标不得少于 2 项。

表 1-4 临时性水工建筑物的级别划分

级别	保护对象	失 事 后 果	使用年限	临时性水工建筑物规模	
				高度 (m)	库容 (亿 m ³)
3	有特殊要求的 1 级永久性水工建筑物	淹没重要城镇、工矿企业、交通干线或推迟总工期及第一台 (批) 机组发电, 造成重大灾害和损失	>3	>50	>1.0
4	1、2 级永久性水工建筑物	淹没一般城镇或影响总工期及第一台 (批) 机组发电, 造成较大经济损失	3~1.5	50~15	1.0~0.1
5	3、4 级永久性水工建筑物	淹没基坑但对总工期及第一台 (批) 机组发电影响不大, 经济损失较小	<1.5	<15	<0.1

第三节 水利工程的基本建设程序

水利工程一般投资多, 建设工期长, 影响范围广, 牵涉因素多, 受自然条件影响大。因此, 水利工程建设必须严格按照科学的基本建设程序进行。水利工程基本建设程序, 一般划分为流域规划、项目建议书、可行性研究报告、初步设计、施工详图设计和施工准备、施工、竣工验收和后评价等几个工作阶段。

1. 流域规划阶段

流域规划阶段是根据流域的水资源及自然条件, 结合国家长远经济发展及本地区人民生活、工农业生产的需要, 考虑水利工程对社会和自然环境的影响, 提出该流域综合治理与开发的宏观方案。

2. 项目建议书阶段

项目建议书阶段是在流域规划的基础上, 由投资者对准备建设的工程项目作出轮廓性设想和建议, 提出项目建设的必要性和经济性, 编写书面报告, 报请国家规定的有关部门批准后方可实施下一步工作。

3. 可行性研究阶段

可行性研究阶段是在项目建议书的基础上, 通过勘测、调研等, 对拟建项目技术上是否安全可行、经济上是否合理等进行科学的分析论证, 并提出可行性研究报告和设计任务书, 作为项目决策、筹措资金、初步设计等工作的基础和依据。

4. 初步设计阶段

初步设计阶段是在可行性研究报告批准后, 项目法人选择具备相应资质的勘测设计单位, 以批准的设计任务书为依据, 进行工程项目勘测, 并对主要建筑物和设备的布置、结构形式、控制性尺寸、施工方案、移民安置及工程量计算等作初步设计, 并提出相应的设计文件。

5. 施工详图设计和施工准备阶段

施工详图设计和施工准备阶段是在初步设计的基础上进行结构及地基的详细设计, 定



出所有建筑物的详细构造与尺寸；提出施工、安装的技术要求，绘制详细的施工图，进行施工组织设计。同时，要进行施工场地的施工、设备采购、主体工程施工招标等施工准备工作。

6. 施工阶段

施工准备就绪后，经主管部门批准后即可开工兴建。开工后，承包单位应严格按照承包合同和设计要求施工，确保工程质量，按时完成施工任务；施工过程中，可根据现场实际情况对设计进行修改或补充。

7. 竣工验收阶段

在工程竣工试运行，并达到是设计标准后，由主管部门对其进行全面检查和考核，若满足各项要求，就可办理移交手续，交付使用。

8. 后评价阶段

后评价是工程项目交付使用一段时间后，对项目立项决策、设计、施工、竣工验收、生产运行等全过程进行系统评价，包括影响评价、经济效益评价、过程评价等。

上述是水利工程建设程序的一般性工作阶段，对于规模较小、重要性较低的工程，可减少、合并一部分工作阶段。例如，对小型水利工程，可将可行性研究报告与初步设计阶段合并，相应内容也可从简。

第四节 本课程的性质、内容及学习方法

一、本课程的性质和内容

水工建筑物是一门综合性和实践性很强的专业课。该课程的主要内容包括：

(1) 作用于一般性水工建筑物上的主要荷载及其组合。这部分内容在第二章介绍作用于重力坝的荷载时，对各种主要荷载的概念和计算方法作了一般性阐述。在以后章节中，对相同荷载的详细计算方法不再赘述，仅根据其他水工建筑物所受荷载的特点作补充性说明。

(2) 几种常见水工建筑物的工作原理、结构类型和特点。

(3) 各水工建筑物的基本尺寸的确定和一般性工程布置。

(4) 各水工建筑物的材料、构造和地基处理方法。

(5) 水工建筑物的结构强度、稳定性及渗透分析的原理、常用方法及改善措施。

二、本课程的学习方法

由于水工建筑的种类繁多，工作条件复杂，影响因素多变。作为课程的理论学习，不可能全部罗列，面面俱到。只能通过对几种典型水工建筑物的学习，了解其规律性，进而学会和掌握其设计、施工、管理的原则及方法。同学们在学习过程及今后的实际工作中，要注重联系实际，多观察、勤思考、多总结，举一反三，逐步锻炼和提高分析、解决工程实际问题的能力。在本课程的学习中应注意以下几个方面：

1. 联系已学知识，看懂基本概念

水工建筑物是一门综合性很强的课程，在学习上要密切联系到已学专业基础课程（如工程力学与建筑结构、水力学、土力学、工程水文学与水利计算、建筑材料等）和其他相