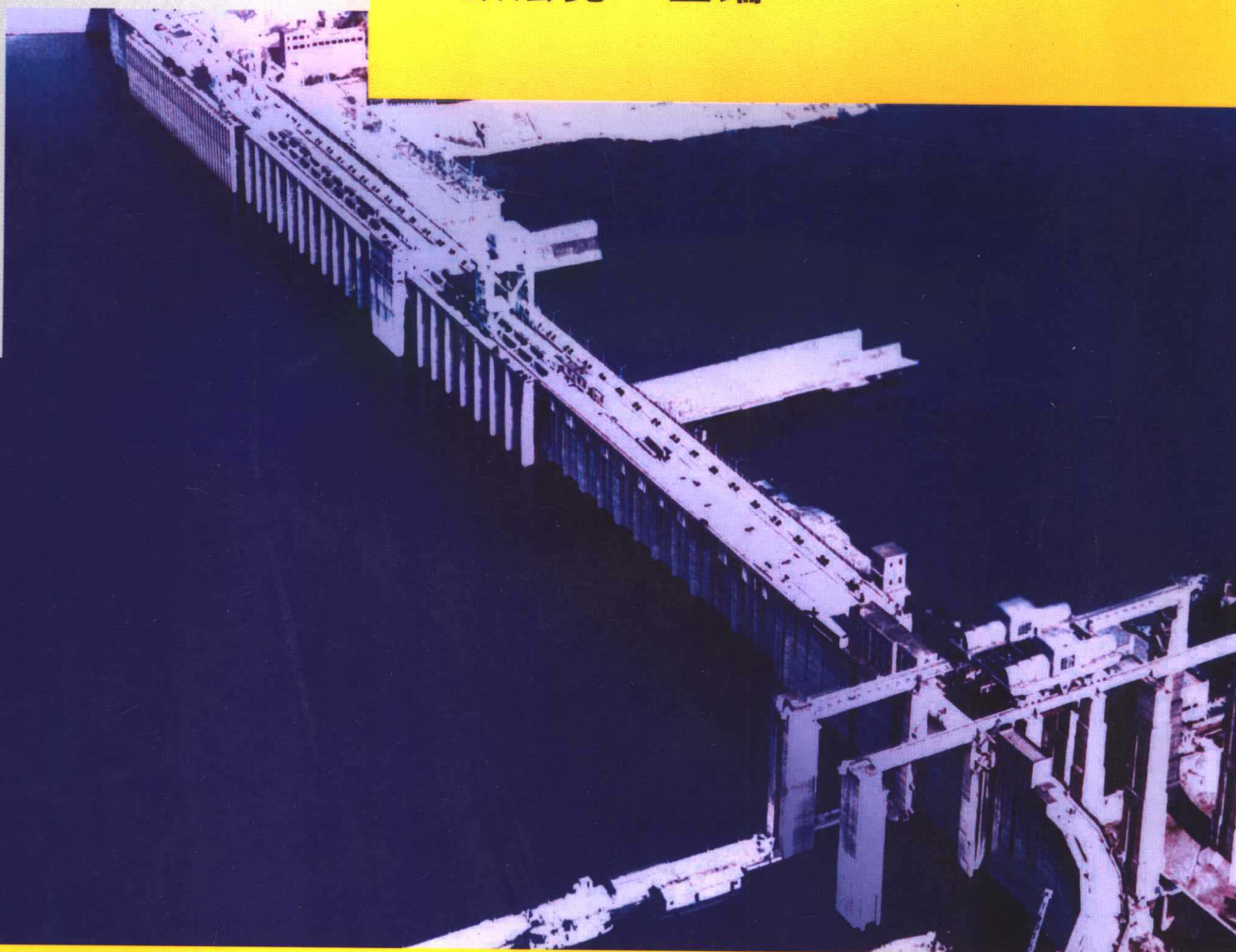


高等学校“十一五”规划教材

SHUIGONG
JIANZHUWU

水工建筑物

■ 颜宏亮 主编



化学工业出版社

高等学校“十一五”规划教材

水 工 建 筑 物

颜宏亮 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

水工建筑物是研究水流与建筑物矛盾的学科,是为治河防洪、发电供水、灌溉排涝、航道港口、水利开发、综合利用、生态水利等专业开设的一门主要专业课。全书除绪论外共分三篇(十二章):第一篇是蓄水枢纽的主要水工建筑物,着重介绍各种坝、溢洪道、隧洞等主要建筑物,还有蓄水枢纽布置;第二篇是取水枢纽的主要水工建筑物,着重介绍水闸等与取水相关的建筑物及枢纽布置;第三篇是输水工程的主要水工建筑物,重点是渠系中常用的渡槽、倒虹吸管及涵洞、陡坡及跌水等建筑物。全书按照“先有感性认识,后有理性认识,理性认识可以指导感性认识”的认知规律,主要采用“先个性后共性,个性与共性相得益彰”的体系编写。

本书重点考虑了所涉及的水工建筑物设计方面的规范问题,按照新的《水利技术标准汇编》保留的有关规范内容进行了规范。另外,对成熟、稳定、可靠、先进的技术内容尽量介绍清楚、具体,给出适用的实用性公式和数据。

本书可供高等院校水利类工程及相关专业师生作教材使用,也可供水利工程等领域的科研人员、工程技术人员学习或培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

水工建筑物/颜宏亮主编. —北京:化学工业出版社,
2007.2

高等学校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-00002-6

I. 水… II. 颜… III. 水工建筑物 IV. TV6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第022894号

责任编辑:刘兴春

文字编辑:张绪瑞 张燕文

责任校对:陶燕华

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张22¼ 字数605千字 2007年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.80元

版权所有 违者必究

《水工建筑物》编写人员

主 编 颜宏亮 (山东农业大学水利土木工程学院)

副主编 胡必武 (宁夏大学土木水利工程学院)

闫 滨 (沈阳农业大学水利学院)

参编者 (按姓氏笔画排序)

刘建军 (新疆石河子农业大学水利与建筑工程学院)

闫 滨 (沈阳农业大学水利学院)

苏艳平 (中国农业大学水利土木工程学院)

胡必武 (宁夏大学土木水利工程学院)

颜宏亮 (山东农业大学水利土木工程学院)

主 审 罗建群 (山东大学水利土建工程学院)

前 言

社会发展，教育先行。党中央明确提出“以人为本、构建和谐社会、建设创新型国家”的奋斗目标，做出“建设社会主义新农村”、“大力发展职业技术教育”的决定，并作为“十一五”规划的主要任务。水是国民经济的命脉，也是人类发展的命脉。水利建设关乎国计民生，水工建设是最重要的基础建设。新中国成立以来，以已经基本建成的三峡水利枢纽为世界水利建设水平的标志，我国水利工程建设取得了巨大的成就。我国水利工程建设正处在高潮时期，规模之大，矛盾之多，技术之难，举世瞩目；经济可持续发展与生态环境保护的责任，任重道远；人与社会、自然的和谐共处，需要大家共同努力去创建。

本书是根据2003年10月全国高等农业院校“十五”规划教材水利类系列教材编写会议的精神，针对“应用本科”培养的需要，兼顾专科（高职）的知识衔接，在1991年水利电力出版社《水工建筑物》教材长期使用的基础上，在改革开放二十多年来水利标准化工作得到了很大发展的条件下，在水利部以现行有效的水利技术标准为主体2002年以后出版的《水利技术标准汇编》的规范下，又作为校内教材在“十五”期间试用、完善的过程中组织编写的，特别注意了作为教材的实用性、科学性、先进性。

《水工建筑物》是研究水流与建筑物矛盾的学科，是为治河防洪、发电供水、灌溉排涝、航道港口、水利开发、综合利用、生态水利等专业开设的一门主要专业课。全书除绪论外共分三篇（十二章）：第一篇是蓄水枢纽的主要水工建筑物，着重介绍坝、溢洪道、隧洞等主要建筑物及蓄水枢纽布置；第二篇是取水枢纽的主要水工建筑物，着重介绍水闸等取水建筑物及枢纽布置，对沉沙池等防沙建筑物仅作简略介绍，过船、过鱼、过木等建筑物作为选学内容；第三篇是输水渠系工程的主要水工建筑物，重点是渠系中常用的渡槽、倒虹吸管及涵洞，对陡坡及跌水等建筑物仅作简单介绍。至于水工建筑物的管理、养护和检查、观测等内容，由其他课程介绍。

专业课要帮助学生完成在校应当完成的“三个过渡”（普通基础课向专业基础课的过渡；专业基础课向专业课的过渡；专业课向生产实际的过渡）中的后两个过渡。本教材的要点是：建筑物的工作特点及设计要求，形式及适用性，工程布置、基本尺寸和构造、材料；作用于建筑物上的基本荷载和特殊荷载及其组合；设计条件的选择；水力、水工计算和建筑物的强度、稳定、配筋等问题。重点是建筑物的工作特点及设计要求、基本形式和工程布置、基本尺寸的拟定、设计的方法步骤。

水工建筑物功能多样，形式各异，种类繁多。若按种类讲全各种形式及功能，则面面俱到要占用大量篇幅。虽然担负不同任务的不同材料建造的水工建筑物具有不同的个性，但担负相同任务的水工建筑物又具有许多共性。为了合理地节约篇幅和课堂理论教学时间，现行的《水工建筑物》教材体系，一般为先共性后个性和先个性后共性两种类型。按照“先有感性认识，后有理性认识，理性认识可以指导感性认识”的认知规律，本教材主要采用“先个性后共性，个性与共性相得益彰”的编写理念及教材体系。

“先个性”是在各章中分别介绍各种水工建筑物的结构类型和构造形式、工作特点及设计要求、设计原理和设计标准、设计思路和设计步骤、荷载作用和计算方法、工程布置和尺寸拟定、材料选择和有效利用等许多个性的内容。而且注意各有所重，使每章的重点突出，也有助于分散难点。

“后共性”是对于各种水工建筑物的共性问题，放在与其关系密切的章节中详细介绍。注意

在后篇中讲到与前篇中讲过的担负相同任务的或担负不同任务但形式相同的水工建筑物时，加以联系，再横向相互对比在共性问题（如稳定、强度、刚度、沉陷、渗流、冲刷、温变、老化、地震）的异同，进一步加深认识个性并触类旁通。如大体积建筑物的稳定分析，都是算出危险滑动面的阻滑力与滑动力的比值，与抗滑稳定安全系数比较，重力坝的底面稳定、水闸的浅层和深层稳定、拱坝的坝肩稳定、土坝的坝坡稳定，均是如此验算。建筑物的渗流分析，均是确定渗流压力、渗流坡降、渗流流速三个要素，处理的原则均是上堵下排，前滞后导。每个建筑物都有力学、水力学、构造问题。

“个性与共性相得益彰”是注意在讲个性的内容时也减少重复赘述，而是根据其在水利枢纽中的常用性归入篇中，前篇中详细讲过的内容，后篇中不再赘述，而是做好链接和补充。另外，注意在认识各种水工建筑物个性内容的基础上，在每篇讲整体布置和有机结合等问题时，注意分析建筑物个性在枢纽中的扬长避短。

近十余年，水利科学技术有了许多新的发展。此次编写对新成就、新动态、新发展，在教材中结合各章内容进行简介，重点是考虑本教材所涉及的水工建筑物设计方面的规范问题。本教材均按照新的《水利技术标准汇编》保留的有关规范内容进行修订。另外，对成熟、稳定、可靠、先进的技术内容，尽量介绍清楚、具体，给出适用的实用性公式和数据（比如土工膜防渗土石坝的抗滑稳定分析）。

本书的绪论、第一章、第四章、第五章、第六章、第十章、第十一章、第十二章由颜宏亮编写；第二章由颜宏亮、胡必武编写；第三章由胡必武编写；第七章、水工建筑物专业词汇汉英对照表由闫滨编写；第八章由刘建军编写；第九章由苏艳平编写。本书由山东农业大学水利土木工程学院颜宏亮主编，宁夏大学土木水利工程学院胡必武副主编，沈阳农业大学水利学院闫滨副主编，新疆石河子农业大学水利与建筑工程学院刘建军参编，中国农业大学水利土木工程学院苏艳平参编。最后由山东大学水利土木工程学院罗建群教授担任主审。

限于编者的水平，书中难免存在不足之处，在使用过程中敬请读者给予批评和指正。

编 者
2006 年 10 月

目 录

绪论	1
第一节 我国的水利建设	1
一、水利建设的重要性	1
二、水利工程及任务	1
三、水工建设的成就	2
第二节 水工建筑物和水利枢纽	2
一、水工建筑物	2
二、水利枢纽	3
三、水利工程的分等和水工建筑物的分级	4
第三节 水利工程设计的程序	7
一、水工建筑物的特点	7
二、水利工程建设程序	7
三、水利工程规划设计的任务	9
第四节 教学任务、课程内容、教学体系、研究方法	10
一、教学任务	10
二、课程内容	10
三、教学体系	10
四、研究方法	11

第一篇 蓄水枢纽的主要水工建筑物

第一章 重力坝	13
第一节 概述	13
一、重力坝的工作特点和剖面形式	13
二、重力坝的类型	14
第二节 重力坝的荷载及其组合	14
一、作用在坝体上的荷载	15
二、荷载组合	27
第三节 重力坝的稳定分析	28
一、重力坝稳定分析的原理	28
二、抗滑稳定计算公式及参数选择	29
三、保证坝体抗滑稳定性的节省措施	32
第四节 重力坝的应力分析	33
一、材料力学方法分析重力坝坝体应力的理论说明	33
二、计算实体重力坝应力的基本公式	35
三、坝体应力计算时还应考虑的问题	39
四、等应力线和应力轨迹线	40
五、重力坝应力控制标准	40
六、实体重力坝实用强度计算的简化	41
第五节 非溢流重力坝的剖面设计	43
一、基本剖面的拟定	43

二、修改为实用剖面	45
第六节 溢流重力坝	46
一、溢流孔口的设计	46
二、溢流重力坝的剖面设计	47
三、溢流重力坝的消能设计	49
四、溢流重力坝的泄水孔	51
第七节 重力坝坝体构造及建材	51
一、重力坝坝体的构成及建材	51
二、重力坝坝体材料分区与选用	53
三、重力坝坝体分缝及止水	54
四、坝体防渗、排水设施与溢流坝面保护	56
第八节 岩石体地基的处理	58
一、岩基的加固及防渗处理	58
二、坝体坝基的廊道布置	59
三、坝基排水	60
四、两岸的处理	61
第九节 宽缝重力坝简介	61
一、宽缝重力坝的特点	61
二、坝体剖面尺寸	61
三、稳定和应力计算特点	62
第二章 拱坝	63
第一节 概述	63
一、拱坝的工作特点	63
二、拱坝坝址选择	63
第二节 拱坝的布置	65
一、拱坝的类型	65
二、剖面尺寸的选择	68
三、拱坝布置的步骤	69
第三节 拱坝的应力计算	70
一、拱坝的荷载及其组合	70
二、拱坝设计的应力指标	73
三、拱坝应力分析方法简介	74
第四节 拱坝的坝肩稳定、重力墩	75
一、坝肩稳定	75
二、拱坝的重力墩	78
第五节 拱坝的泄流、材料及构造	78
一、拱坝的泄流	78
二、拱坝的材料和构造	80
第三章 土石坝	82
第一节 概述	82
一、土石坝发展概况	82
二、土石坝的优缺点	83
三、土石坝的类型	84
四、碾压式土石坝的类型	85
五、坝型选择	86
第二节 工作特点及设计要求	87

一、稳定方面	87
二、渗流方面	88
三、冲刷方面	88
四、沉陷方面	89
五、其他方面	89
第三节 土石坝的剖面尺寸与构造	89
一、坝顶高程	90
二、坝顶构造	93
三、坝坡构造	93
四、坝体防渗设施	96
五、坝基防渗设施	98
六、坝体与坝基、岸坡、非土质建筑物的接合及其防渗要求	100
七、土坝排水设施	103
八、反滤层和过渡层	105
九、土工合成材料在土石坝防渗和排水反滤中的应用	107
第四节 筑坝材料的选择	108
一、土石料选择的一般原则	108
二、坝体不同部位对土石料的要求	108
三、土石料填筑标准的确定	110
第五节 土坝的渗透计算	111
一、不透水地基上的土坝渗透计算	112
二、有限深透水地基土坝的渗透计算	115
三、土坝总渗流量计算及渗透计算情况	117
四、用流网法分析土坝渗流问题	117
五、土坝的渗透变形及其防止措施	118
第六节 土坝的稳定计算	119
一、土石坝滑动面的形式	119
二、荷载及其组合	120
三、土体抗剪强度指标及分析方法的选用	122
四、土石坝的稳定分析方法	123
五、提高土石坝坝坡稳定性的措施	131
第四章 河岸溢洪道	132
第一节 开敞式正槽溢洪道	132
一、位置选择	132
二、洪水标准	133
三、正槽式溢洪道各组成部分的布置和构造	134
四、防空蚀设计	141
五、泄槽底板的稳定分析及增加稳定性的工程措施	143
第二节 侧槽式溢洪道	143
一、侧槽中的水流形态及对侧槽水力设计的要求	145
二、侧槽中水面曲线计算的方程式	145
三、侧槽的布置	146
第三节 非常溢洪道	148
一、漫顶自溃式	148
二、引冲自溃式	149
三、爆破引溃式	149

第五章 水工隧洞与坝下涵管	150
第一节 概述	150
一、类型及布置原则	151
二、工作特点及设计要求	151
第二节 隧洞与涵管的进出口建筑物	152
一、进口建筑物	152
二、出口建筑物的形式和布置	157
第三节 隧洞与涵管的线路选择与工程布置	158
一、进、出口布置	158
二、轴线选择	159
第四节 隧洞洞身的形式、尺寸与构造	160
一、隧洞洞身形式及尺寸	160
二、洞室支护及衬砌的作用及类型	162
三、衬砌的构造和灌浆	166
第五节 涵管的形式、尺寸与构造	167
一、涵管的形式、材料和尺寸	167
二、涵管的铺设方式与构造	168
第六节 作用在隧洞衬砌和涵管管身上的荷载	169
一、作用在隧洞衬砌上的荷载	169
二、作用于隧洞上荷载的组合	175
三、作用在涵管管身上的荷载及其组合	175
第七节 隧洞和涵管的结构计算	180
一、圆形有压隧洞衬砌（涵管）的结构计算	180
二、无压隧洞（涵管）衬砌的结构计算	181
第六章 蓄水枢纽布置	182
第一节 坝址及坝型选择	182
一、坝址选择	182
二、坝型选择	183
第二节 枢纽的工程布置	184
一、枢纽布置的原则	184
二、枢纽布置方案的选定	185
三、蓄水枢纽布置实例	185

第二篇 取水枢纽的主要水工建筑物

第七章 水闸	190
第一节 水闸的类型、组成和设计要求	190
一、水闸的功能与分类	190
二、水闸的组成部分	191
三、水闸的工作特点和设计要求	192
第二节 闸址选择和闸孔设计	193
一、闸址选择	193
二、闸孔设计	193
第三节 闸室的布置和构造	195
一、底板	195
二、闸墩	196

三、闸门	198
四、胸墙	198
五、交通桥及工作桥	199
六、分缝方式及止水设备	199
第四节 水闸的消能防冲	200
一、过闸水流的特点	200
二、消能防冲设施	201
三、消能防冲的设计条件	207
第五节 水闸的防渗、排水设计	207
一、水闸的防渗长度及地下轮廓的布置	208
二、渗流计算	209
三、防渗及排水设施	214
第六节 闸室的稳定分析和地基处理	217
一、荷载及其组合	217
二、表层抗滑稳定验算	219
三、基底应力和闸室沉降的验算	221
四、地基处理	221
第七节 闸室结构计算	223
一、底板的结构计算	223
二、闸墩的结构计算	227
三、胸墙的结构计算	230
第八章 取水枢纽布置	231
第一节 概述	231
一、取水枢纽的作用和类型	231
二、取水枢纽的工作特点	231
三、取水枢纽布置的一般要求	233
四、渠首位置选择的一般原则	233
第二节 无坝取水枢纽的布置	233
一、无坝取水枢纽位置选择	233
二、无坝取水枢纽的布置形式	234
第三节 有坝取水枢纽的布置	237
一、沉沙槽渠首	238
二、人工弯道式渠首	241
三、底栏栅式渠首	247
四、分层取水式渠首	251
五、两岸引水式渠首	254
六、少泥沙河上综合利用枢纽的布置	257
第九章 过坝建筑物	260
第一节 通航建筑物	260
一、船闸	260
二、升船机	265
第二节 过木建筑物	267
一、筏道	267
二、漂木道	268
三、过木机	268
第三节 过鱼建筑物	268

一、鱼道	268
二、过鱼闸	269
三、升鱼机	269

第三篇 渠系中的主要水工建筑物

第十章 渡槽	270
第一节 渡槽的组成及类型	271
第二节 梁式渡槽的槽身及支承结构	271
一、槽身纵向支承形式与跨度	271
二、槽身横断面形式和尺寸	272
三、槽墩和槽架	273
第三节 拱式渡槽的槽身及支承结构	275
一、拱上结构及槽身	276
二、主拱圈结构	278
三、槽墩和槽台	285
第四节 桁架拱式渡槽的槽身及支承结构	288
一、桁架拱结构及其特点	288
二、桁架拱渡槽的类型及造型	288
三、桁架拱片间的横向联系和槽身结构	289
四、桁架拱结构与墩台的连接	290
第五节 斜拉渡槽的槽身及支承结构	290
一、斜拉渡槽的组成及特点	290
二、斜拉渡槽支承结构的形式	291
三、斜拉渡槽槽身的断面形式	292
第六节 渡槽的基础	294
一、浅基础	294
二、深基础	295
三、基础的埋置深度	296
第七节 渡槽的细部构造	297
一、渡槽与两岸的连接	297
二、渡槽的伸缩缝及止水	297
三、梁式槽身的支座	298
四、渡槽进出口渐变段的形式与长度	299
五、槽沿的超高	299
第八节 渡槽的总体布置与设计步骤	299
一、渡槽设计的基本资料	300
二、渡槽轴线及槽身起止点位置的选择	300
三、渡槽的形式选择、分跨和纵剖面布置	301
四、渡槽的水力设计	302
五、渡槽的荷载及其组合	304
六、渡槽及其地基的稳定性验算	307
七、槽身的结构计算	309
八、主拱圈结构计算	310
九、槽墩及槽台结构计算	310
十、渡槽的设计步骤	311
第十一章 倒虹吸管及涵洞	312

第一节 倒虹吸管	312
一、概述	312
二、倒虹吸管的布置及构造	312
三、倒虹吸管的水力设计	318
四、倒虹吸管管身的结构计算	319
第二节 涵洞	323
一、概述	323
二、涵洞的工作特点和类型	323
三、涵洞的构造	325
四、涵洞的布置和水力计算	326
五、涵洞的结构计算	327
第十二章 跌水和陡坡	328
第一节 跌水	328
一、单级跌水	328
二、多级跌水	329
第二节 陡坡	329
一、等底宽陡坡	329
二、变底宽陡坡	330
三、菱形陡坡	331
第三节 其他形式的陡坡和跌水	331
一、压力管式陡坡	331
二、悬臂式跌水	332
附录一 《水利技术标准汇编卷目》	334
附录二 水工建筑物专业词汇汉英对照表	335
参考文献	343

绪 论

从本课程与社会经济、国家发展、人民生活、个人能力之间的关系入手，建立几个重要的概念，使读者获得感性认识，引起专业兴趣，树立专业思想，产生荣誉之感，增强责任之心，坚定科学态度。

第一节 我国的水利建设

一、水利建设的重要性

水以各种形态存在于自然界，是一种各类物种生存和发展所需要的重要物质。如果没有水，就没有生命。水是生命的源泉，是生态环境中最活跃的基本要素，是人类生存和社会发展不可或缺的一种极其宝贵的自然资源。

水的问题，不仅是技术问题，也是经济问题，更是政治问题。因为，水是国民经济的命脉，也是人类发展的命脉。

水涝成灾，始终是人类的心腹大患，全球缺水，正导致世界的致命危机，水资源短缺成为社会经济发展的制约因素，并造成生态恶化。所以说，水利是伟大、永久的事业，水工建设是最重要的基础建设。

二、水利工程及任务

由于人口的增长、生产的发展和生活水平的不断提高，人们对水的需求也在日益增长。但因气候等自然因素的影响，水量在地区和年际、年内分布极不均匀，常出现来水与用水之间的矛盾，洪水期会泛滥成灾，枯水时又会出现干旱。虽然洪涝灾害频发，人们依然喜欢靠水而居。为了控制和调节地面及地下水，造福人类，人们发挥聪明才智、想方设法，采取各种措施兴水利、除水害，而通过兴建水工建筑物控制水的做法是其中的工程性措施。所以说，水利工程是为兴水利、除水害而修建的工程，是对自然界的水采取的各项工程措施的统称。按承担的任务分类如下。

① 治河防洪工程 保护农田、工矿和城市等免受洪水危害的工程（拦蓄、分洪、约束、疏导、排水等）。

② 农业水利工程 为农、林、牧、副、渔提供必需水量和排除废水的工程（蓄水、引水、提水、输水、排水等）。

③ 水力发电工程 利用水能发电（水库式、闸坝式、引水式）、蓄能的工程。

④ 航道港口工程 为船只的航行和停靠修建的工程（船闸、码头、升船机、疏浚、人工航道等）。

⑤ 生态水利工程 以水资源优化配置为主要手段，使水资源可持续利用的工程（水土保持工程、环境保护工程等）。

⑥ 供水排水工程 为城镇、企业、生活提供必需水量和排除废水的工程（引水、机井、提水、输水、排水等）。

⑦ 综合利用工程 同时担负多种任务的工程（常为枢纽工程）。

三、水工建设的成就

新中国成立以来,人民当家作主,我国水利工程建设取得了巨大的成就(2005年搜集的数据)。^①治河防洪,50年代初开始对淮河、黄河等进行全面的规划和治理,以后又陆续对长江、海河等骨干河道,进行了综合整治,到目前已修建加固堤防26万千米,修建水库8.5万座(总库容4504亿立方米,占年均径流量27115亿立方米的16.6%),我国主要江河已基本形成了以水库、堤防、蓄滞洪区或分洪河道为主体的拦、排、滞、分等措施相结合的防洪工程体系,提高了防洪能力,初步保证了各主要河道中、下游的安全,防洪减灾效果明显。^②灌排供水,修建万亩以上灌区6000多处(现有5600处),其中100万亩(1亩=666.67平方米,下同)以上的大型灌区20余处,打机井400万孔,灌溉面积由2.4亿亩增至8亿亩(占全国耕地面积18.37亿亩的43.55%),粮食年产量达到5亿吨。^③水力发电,已建水电装机容量从36万千瓦增至8300万千瓦,位居世界第二;建成一大批百万千瓦以上的大型水电站,水电年发电量从12亿千瓦时增加到2611亿千瓦时;抽水蓄能电站已建7座,总装机552万千瓦,占水电总装机的8%;在建水电规模3851万千瓦,水电成为中国电力的重要组成部分。^④坝工建设,我国目前已建成的三峡大坝是世界上最大的混凝土浇筑实体重力坝,坝高181m,坝长2335m,混凝土2715万立方米。已建成的二滩混凝土拱坝坝高240m,在建的小湾混凝土拱坝坝高292m,待建的溪洛渡混凝土拱坝坝高278m。自1986年我国建成第一座碾压混凝土坝到现在,已建、在建的有43座,其中坝高超过100m的5座;设计待建的21座,其中坝高超过100m的8座;是世界上建设碾压混凝土坝最多的国家,红水河龙滩坝坝高192m,为该坝型世界最高。目前已建、在建混凝土面板堆石坝74座,其中100m坝高以上的有12座;已建最高的广西天生桥一级坝高178m;在建的水布垭坝高232m,为该坝型世界最高;完成设计待建的坝高100m以上的还有19座;南水北调西线的通天河引水与大渡河引水方案,需建面板堆石坝,坝高296~348m,还位于强地震区。^⑤调水工程,正在建设的南水北调工程,西线可调水量200亿立方米,中线可调水量145亿立方米,东线可调水量145亿立方米,是我国最大的调水工程。

目前我国水利工程建设正处在高潮时期,规模之大,矛盾之多,技术之难,举世瞩目;经济可持续发展与生态环境保护的责任,任重道远;人与社会、自然和谐共处,需要大家共同努力去创建。

第二节 水工建筑物和水利枢纽

一、水工建筑物

水利工程中采用的各种建筑物统称为水工建筑物。其功能多样,形式各异,种类繁多。为了便于研究,合理确定设计标准,要根据水工建筑物的用途及作用、使用期限及重要性进行分类。

1. 按用途及作用分类

水工建筑物按用途可分为多种用途的一般建筑物和专门用途的专门建筑物两大类。

(1) 一般建筑物 按作用分类有:①挡水建筑物,用以拦截水流、壅高水位、调蓄水量的各种水工建筑物,如各种坝、闸和堤防等;②泄水建筑物,用以宣泄水库或河渠的多余水量,以确保工程安全的各种水工建筑物,如各种溢洪道、泄洪隧洞、涵管和泄水闸等;③取水建筑物,用以从水库或河流放水、引水、提水的各种水工建筑物,是输水建筑物的首部,如进水闸、抽水站、各类深式取水口等;④输水建筑物,用以将水流输送到用水地点的各种水工建筑物,如河渠中的隧洞、涵洞、渠道、渡槽、倒虹吸管等;⑤整治建筑物,为改善水流状态,防止水道冲淤破坏的各种水工建筑物,如丁坝、顺坝、导流堤、防浪堤、护岸、护底等。

(2) 专门建筑物 按作用分类有：用于供水、输水、排水的专用建筑物、抽水站；用于水力发电的厂房、调压井（塔）；用于航运的船闸、升船机；用于漂木、过鱼用的筏道、鱼道；施工用的导流围堰；进行泥沙处理的沉沙池；进行环境水处理的净化池；城市的专用给水、排水建筑物等。

2. 按使用期限及重要性进行分类

按建筑物的使用期限分类，可分为永久性建筑物和临时性建筑物。

(1) 永久性建筑物 是指运行期间长期使用的建筑物。依其重要性又分为：①主要建筑物，是工程的主体建筑物，其失事将造成灾害或严重影响工程效益，如挡水坝（闸）、泄洪建筑物、取水建筑物及电站厂房等；②次要建筑物，是指其失事后不致造成灾害或对工程效益影响不大、易于修复的附属建筑物，如挡土墙、分流墩及护岸等。

(2) 临时性建筑物 是指工程施工期间使用的建筑物，如施工围堰、导流建筑物、临时房屋等。

水工建筑物分类的重要性在于，确定了工程（枢纽）的建筑物组成后，要根据其功能先定工程（枢纽）等别，再定各建筑物级别。级别不同则相应的水利工程设计七个主要方面的安全要求（①洪水标准；②安全超高；③稳定与强度；④防火；⑤抗震；⑥抗冰冻；⑦劳动安全）等均不同。建筑物级别是工程设计的根本依据。

二、水利枢纽

相对集中布置的若干个作用不同、运行中彼此配合的建筑物组成的综合运用体，称为水利枢纽。按作用及其组成分类如下。

1. 蓄水枢纽

为解决天然来水与用水在时间和水量分配上存在的矛盾，修建的以挡水建筑物为主体的建筑

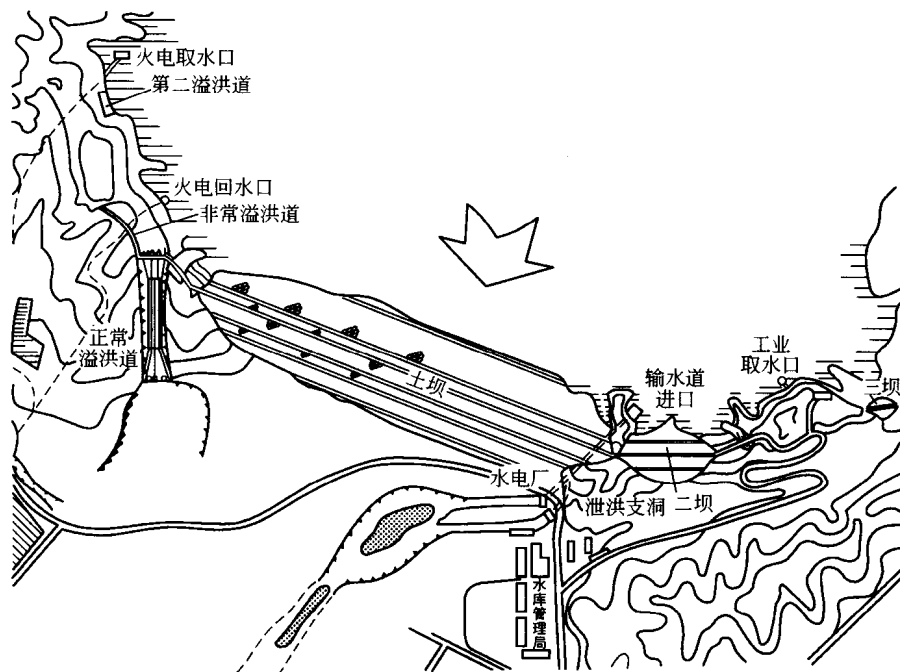


图 0-1 大伙房水库枢纽

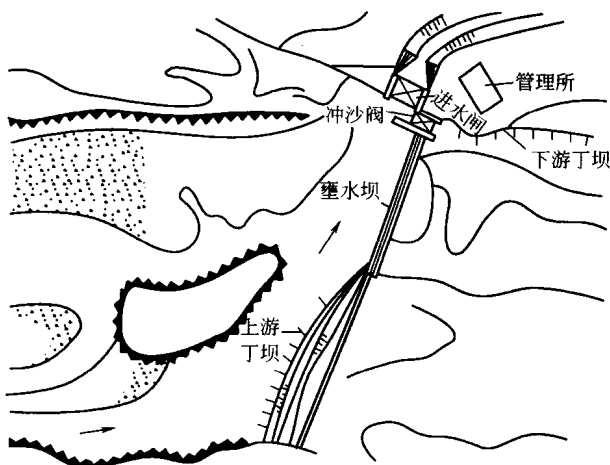


图 0-2 渭惠渠渠首平面布置图

渠渠首有坝取水枢纽。

(2) 无坝取水 水源原水位满足自流输送情况下，由进水闸、防沙及冲沙设施等组成的建筑物综合运用体。例如 2200 多年前，秦朝李冰父子依靠当地劳动人民所建造，使用至今的四川灌县都江堰无坝取水枢纽，系由百丈堤、金刚堤等分水导流堤、飞沙堰、泄水槽及宝瓶口取水口等建筑物所组成（见图 8-1），位置合理，布局紧凑，相互调节，自动起到分水、泄洪、引水和防沙作用。

(3) 泵站取水 将低水高提再自流输送，由泵站和水闸等组成。如山东平阴田山引黄电灌站。

3. 排水枢纽

排除地区积水的建筑物综合体，以泵站和各种闸为主体的建筑物综合体，如江苏的江都排灌站。

那么，水利工程、水工建筑物、水利枢纽三者之间是什么关系呢？相对集中布置、协调作用的多种水工建筑物组成水利枢纽。水工建筑物、水利枢纽都是水利工程。

三、水利工程的分等和水工建筑物的分级

进行水利工程的设计，首先要确定其等级。其等级划分及设计标准，关系到工程效益和下游人民生命财产的安全，对工程造价和建设速度等各方面也会产生巨大影响，是建设的依据，也是一项重要的技术标准。所以，要先搞清楚为什么制定、怎样确定各项水利工程标准。

（一）水利工程标准

1. 意义

既安全又经济是工程建设的基本要求。但安全与经济是一对矛盾，过分安全会造成浪费，而过分节省会导致更大浪费。两者既矛盾又互相联系，是矛盾统一体的两个方面。为妥善解决这个矛盾，用水利工程标准把水利工程及其所属的水工建筑物，划分成不同的等级，这样就可以在保证安全可靠、经济合理的前提下，区别对待。进而确定工程的规划设计标准（如洪水标准），勘测工作的精度、广度，结构设计中应采用的强度、稳定和安全系数及挡水建筑物的安全超高等设计依据。

物综合运用体，或称水库枢纽。一般由挡水、泄水、放水及某些专门性建筑物组成。如图 0-1 所示大伙房水库枢纽。该枢纽可防洪、发电、灌溉，并兼有航运、给水、养鱼、旅游等综合效益。

2. 取水枢纽

引取来水量满足一定需要的水源的建筑物综合运用体，又称渠首工程。按取水口有无拦河壅水坝（闸），又分为如下几类。

(1) 有坝取水 需壅高水位才能自流输送情况下，由壅水坝（或拦河闸）、进水闸、冲沙闸和某些专门建筑物等组成的建筑物综合运用体。图 0-2 所示是陕西渭惠