




全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 水工建筑物

文 恒 颜宏亮 主编

 中国农业出版社

欢迎登录:全国农业教育教材网  
<http://www.nongyejiaocai.com>



本书采用出版物数码防伪系统  
刮开涂层将 16 位防伪密码发短信至 95881280  
免费查询 辨别真伪  
详情请查询中国扫黄打非网  
<http://www.shdf.gov.cn>  
防伪、网络增值服务说明见书内“郑重声明”页

明码 9101 9216 4732 0661

密码

封面设计 廖蓉

ISBN 978-7-109-12105-8



9 787109 121058 >

定价: 46.00 元

全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 水工建筑物

文恒 颜宏亮 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

水工建筑物 / 文恒, 颜宏亮主编. —北京: 中国农业出版社, 2008. 7

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-12105-8

I. 水… II. ①文…②颜… 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 (2008) 第 070068 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 彭明喜

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 32.5

字数: 777 千字

定价: 46.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本教材为高等农业院校水利工程类专业的通用教材，基本内容为农业水利工程涉及的水利工程建筑物设计。全书除绪论外，共十三章，包括挡水建筑物、泄水建筑物、输水建筑物、取水建筑物、取水枢纽布置、水利工程总体设计和水工建筑物的安全监测与评价等内容。

为满足教学的需要，本书除增加了部分例题和设计参考资料外，还增加了水工建筑物专业词汇汉英对照表。此书也可供水利工程技术人员在设计和科学研究时参考。

中国农业大学出版社

# 水利、土木工程类专业教材 编审委员会

主任 康绍忠 (中国农业大学)

副主任 王福军 (中国农业大学)

蔡焕杰 (西北农林科技大学)

委员 (按姓氏笔画排序)

文俊 (云南农业大学)

田军仓 (宁夏大学)

成自勇 (甘肃农业大学)

刘福胜 (山东农业大学)

何俊仕 (沈阳农业大学)

张忠学 (东北农业大学)

侍克斌 (新疆农业大学)

郑旭荣 (新疆石河子大学)

郭宗楼 (浙江大学)

姬宝霖 (内蒙古农业大学)

韩会玲 (河北农业大学)

程吉林 (扬州大学)

裴毅 (湖南农业大学)

**主 编** 文 恒 (内蒙古农业大学)

颜宏亮 (山东农业大学)

**副主编** 马永胜 (东北农业大学)

闫 滨 (沈阳农业大学)

**编 者** (以姓氏笔画为序)

马永胜 (东北农业大学)

文 恒 (内蒙古农业大学)

刘建军 (石河子大学)

闫 滨 (沈阳农业大学)

苏艳平 (中国农业大学)

郝志宏 (河北农业大学)

胡必武 (宁夏大学)

唐新军 (新疆农业大学)

颜宏亮 (山东农业大学)

**主 审** 王兴奎 (清华大学)

麦家焯 (清华大学)

(学大工农) 麦家焯

(学大业农内蒙) 麦家焯

(学大业农北西) 麦家焯

(学大业农林) 麦家焯

(学大业农南农) 麦家焯

# 前 言

水工建筑物是水利工程专业的专业课之一，内容包括为满足农业用水、城乡供水而修建的各种功能的水利工程建筑物的规划和设计知识。

本教材是根据农业部、教育部有关精神，按照当前的教学改革要求，组织全国高等农业院校从事水工建筑物研究与教学的专家教授，在总结国内外水利工程建设经验，并学习和借鉴各水利院校《水工建筑物》教材的基础上，结合高等农业院校的实际需要，经过反复研讨共同编写而成的。在编写过程中，编者尽量满足农业水利工程专业所需要的基本理论和专业知识，增加了必要的例题、弹性地基梁计算用表（郭氏表）及水工建筑物专业词汇汉英对照表等相关内容，以方便教师的授课和学生的学习。并在部分章节中介绍了国内外先进的新技术和新成果，以增加学生的知识面和创新意识。此外，我国幅员辽阔，南方、北方的水利条件区别较大，编写时注意了兼顾南北地区的需要。

本教材除绪论外，共分为五部分：第一部分是挡水建筑物，重点介绍蓄水枢纽中的拦河坝——重力坝、拱坝、土石坝和水闸，对过船、过鱼、过水、过木等建筑物仅作一般介绍；第二部分是泄水建筑物，着重介绍溢洪道、水工隧洞、涵管及泄水建筑物的消能防冲设计，对泄水建筑物的高速水流要有初步认识；第三部分是渠道系统上的水工建筑物，重点介绍渠道上经常采用的、具有代表性的渡槽、倒虹吸管及涵洞、陡坡与跌水及防护建筑物；第四部分是取水枢纽布置，重点介绍自流取水枢纽布置；第五部分为工程总体设计与管理，在了解了各种水工建筑物功能之后，再通过本部分内容的学习，将各相关的单个水工建筑物组合成一个系统——水利枢纽，再通过对其恰当和合理的调度与管理，发挥水利枢纽的综合能力，实现建设者的一个或多个目的。

本教材第一章由新疆农业大学唐新军编写，第二章、第七章、第八章、第九章、第十章由山东农业大学颜宏亮编写，第三章由宁夏大学胡必武编写，第四章、附录由沈阳农业大学闫滨编写，第五章由中国农业大学苏艳平编写，第六章由河北农业大学郗志宏编写；第十一章由石河子大学刘建军编写，第十二章、第十三章由东北农业大学马永胜编写，绪论由内蒙古农业大学文恒编写。文恒任主编，负责全书统稿工作。

本书特请清华大学博士生导师王兴奎教授和麦家煊教授主审，两位教授进行了逐字逐句的审阅并提出了宝贵意见，非常感谢。

因水平所限，书中难免有不妥之处，恳请读者给予多多指正。

编 者

2004年12月初稿

2008年5月30日终稿



# 目 录

前言	1
绪论	1
第一节 水资源与水利工程	1
第二节 水工建筑物和水利枢纽	3
一、水工建筑物	3
二、水利枢纽	4
第三节 水工建筑物的特点	5
第四节 课程任务和特点	6
第一章 重力坝	8
第一节 概述	8
一、重力坝的工作原理及特点	8
二、重力坝的类型	9
三、重力坝的组成及布置	10
四、重力坝的设计内容	11
第二节 重力坝的荷载及荷载组合	11
一、荷载	11
二、荷载组合	21
第三节 重力坝的抗滑稳定分析	22
一、沿坝基面的抗滑稳定分析	22
二、沿坝基深层的抗滑稳定分析	25
三、岸坡坝段的抗滑稳定分析	27
四、提高坝体抗滑稳定性的工程措施	27
第四节 重力坝的应力分析	29
一、材料力学法的基本假定	29
二、不计扬压力时的边缘应力计算	29
三、计入扬压力作用时的应力计算	31
四、强度指标	32
第五节 重力坝非溢流坝段的剖面设计	33
一、剖面设计原则	33

二、基本剖面 .....	33
三、实用剖面 .....	33
四、剖面设计的程序及步骤 .....	35
第六节 重力坝的溢流坝段和坝身泄水孔 .....	35
一、溢流坝段 .....	35
二、坝身泄水孔 .....	44
第七节 重力坝的材料及构造 .....	46
一、坝体混凝土的特性 .....	46
二、坝体混凝土分区 .....	47
三、坝体分缝与止水 .....	48
四、坝体排水 .....	51
五、廊道系统 .....	51
六、坝顶构造 .....	53
第八节 重力坝的地基处理 .....	53
一、坝基的开挖与清理 .....	54
二、坝基固结灌浆 .....	54
三、坝基帷幕灌浆 .....	55
四、坝基排水 .....	56
五、断层破碎带和软弱夹层的处理 .....	57
第九节 碾压混凝土重力坝 .....	58
一、碾压混凝土坝的特点 .....	58
二、碾压混凝土重力坝的设计 .....	59
三、碾压混凝土筑坝有待于进一步研究的几个问题 .....	61
第十节 其他类型重力坝 .....	61
一、宽缝重力坝 .....	61
二、空腹重力坝 .....	63
三、浆砌石重力坝 .....	63
复习思考题 .....	65
第二章 拱坝 .....	66
第一节 概述 .....	66
一、拱坝的工作特点 .....	66
二、拱坝坝址选择 .....	67
第二节 拱坝的布置 .....	68
一、拱坝的类型 .....	68
二、剖面尺寸的选择 .....	71
三、拱坝布置的步骤 .....	73

285	第三节 拱坝的应力计算 .....	74
287	一、拱坝的荷载及其组合 .....	74
291	二、拱坝设计的应力控制指标 .....	78
294	三、拱坝应力分析方法简介 .....	79
295	第四节 拱坝的坝肩稳定及重力墩 .....	80
297	一、坝肩稳定 .....	80
298	二、拱坝的重力墩(推力墩) .....	83
298	第五节 拱坝的泄流、材料及构造 .....	83
299	一、拱坝的泄流 .....	83
301	二、拱坝的材料及构造 .....	86
301	复习思考题 .....	87
301	<b>第三章 土石坝</b> .....	88
301	<b>第一节 概述</b> .....	88
301	一、土石坝的工作特点及设计要求 .....	88
301	二、土石坝的类型 .....	90
301	<b>第二节 土石坝的剖面尺寸与构造</b> .....	92
301	一、土石坝的基本剖面 .....	92
301	二、坝的防渗体 .....	96
301	三、坝顶和护坡 .....	99
301	四、坝体排水 .....	101
301	五、反滤层及过渡层 .....	103
301	六、土工合成材料在土石坝防渗和排水反滤中的应用 .....	105
301	七、土石坝的裂缝控制 .....	106
301	八、坝体与坝基、岸坡及其他建筑物的连接 .....	107
301	<b>第三节 土石坝的渗流分析</b> .....	109
301	一、概述 .....	109
301	二、不透水地基上土石坝的渗流计算 .....	110
301	三、有限深度透水地基上土石坝的渗流计算 .....	114
301	四、用流网法解土坝渗流问题 .....	116
301	五、土石坝总渗流量的计算 .....	118
301	六、土坝的渗透变形及其防止措施 .....	118
301	<b>第四节 土石坝的稳定分析</b> .....	120
301	一、土石坝滑动面的形式 .....	120
301	二、荷载及其组合 .....	121
301	三、土料抗剪强度指标的选取 .....	123
301	四、稳定分析方法 .....	124

13	五、提高土石坝坝坡稳定性措施 .....	133
13	<b>第五节 土石坝的筑坝材料</b> .....	133
27	一、土石料选择的一般原则 .....	133
27	二、坝体不同部位对土石料的要求 .....	133
28	三、土石料填筑标准的确定 .....	135
28	<b>第六节 土石坝的地基处理</b> .....	137
28	一、岩石地基的防渗处理 .....	137
28	二、砂砾石地基的防渗处理 .....	137
28	三、细砂、软黏土和湿陷性黄土坝基处理 .....	142
28	<b>第七节 混凝土面板堆石坝</b> .....	143
28	一、概述 .....	143
28	二、坝体剖面与堆石体设计 .....	144
28	三、防渗结构与地基处理 .....	147
28	<b>第八节 土石坝发展概况及坝型选择</b> .....	149
28	一、土石坝发展概况 .....	149
28	二、土石坝的坝型选择 .....	151
28	<b>复习思考题</b> .....	152
28	<b>第四章 水闸</b> .....	154
28	<b>第一节 水闸的类型、组成和设计要求</b> .....	154
101	一、水闸的功能与分类 .....	154
201	二、水闸的组成部分 .....	156
201	三、水闸的工作特点和设计要求 .....	157
201	<b>第二节 闸址选择和孔口设计</b> .....	157
201	一、闸址选择 .....	157
201	二、孔口设计 .....	158
201	<b>第三节 闸室的布置和构造</b> .....	161
211	一、底板 .....	161
211	二、闸墩 .....	162
211	三、闸门 .....	163
211	四、胸墙 .....	163
211	五、交通桥及工作桥 .....	164
211	六、分缝方式及止水设备 .....	165
211	<b>第四节 水闸的消能防冲</b> .....	166
221	一、过闸水流的特点 .....	166
221	二、消能防冲设施 .....	167
221	三、消能防冲的设计条件 .....	174

01	第五节 水闸的防渗、排水设计 .....	175
015	一、水闸的防渗长度及地下轮廓的布置 .....	175
015	二、渗流计算 .....	177
015	三、防渗及排水设施 .....	188
01	第六节 闸室的稳定分析和地基处理 .....	190
015	一、荷载及其组合 .....	191
015	二、表层抗滑稳定验算 .....	194
015	三、基底应力和闸室沉降的验算 .....	196
015	四、地基处理 .....	197
01	第七节 闸室结构计算 .....	199
015	一、底板的结构计算 .....	199
015	二、闸墩的结构计算 .....	211
015	三、胸墙的结构计算 .....	213
01	第八节 水闸与两岸的连接建筑物 .....	213
015	一、连接建筑物的作用 .....	213
015	二、连接建筑物的形式和布置 .....	214
015	三、侧向绕渗及防渗、排水设施 .....	216
01	第九节 闸门及启闭机 .....	218
015	一、闸门的组成和分类 .....	218
015	二、平面钢闸门 .....	219
015	三、弧形钢闸门 .....	220
015	四、自动翻倒闸门(水力自动平面旋转闸门) .....	221
015	五、水力自动弧形闸门 .....	222
015	六、启闭机 .....	223
01	第十节 其他形式的水闸 .....	223
015	一、灌注桩水闸 .....	223
015	二、装配式水闸 .....	224
015	三、浮运水闸 .....	225
015	四、橡胶水闸 .....	225
015	五、水力自控翻板闸 .....	227
015	复习思考题 .....	228
01	第五章 过坝建筑物 .....	229
01	第一节 通航建筑物 .....	229
015	一、船闸 .....	229
015	二、升船机 .....	238
01	第二节 过木建筑物 .....	240

551	一、筏道 .....	240
551	二、漂木道 .....	242
551	三、过木机 .....	242
558	第三节 过鱼建筑物 .....	243
561	一、鱼道 .....	243
561	二、过鱼闸 .....	245
561	三、升鱼机 .....	246
560	复习思考题 .....	247
571	第六章 河岸溢洪道 .....	248
580	第一节 开敞式正槽溢洪道 .....	248
581	一、引水渠 .....	249
582	二、控制段 .....	250
583	三、泄槽 .....	253
585	四、消能防冲设施及出水渠 .....	259
591	第二节 侧槽溢洪道及非常泄洪设施 .....	262
592	一、侧槽溢洪道 .....	262
592	二、非常泄洪设施 .....	265
594	复习思考题 .....	266
602	第七章 水工隧洞与坝下涵管 .....	267
610	第一节 概述 .....	267
610	一、类型及布置原则 .....	268
612	二、工作特点及设计要求 .....	269
618	第二节 隧洞与涵管的进出口建筑物 .....	269
619	一、进口建筑物 .....	269
620	二、出口建筑物的形式和布置 .....	275
625	第三节 隧洞与涵管的线路选择与工程布置 .....	276
625	一、进、出口布置 .....	276
625	二、轴线选择 .....	277
628	第四节 隧洞洞身的形式、尺寸与构造 .....	278
628	一、隧洞洞身形式及尺寸 .....	278
629	二、洞室支护、衬砌的作用与类型 .....	280
629	三、衬砌的构造与灌浆 .....	284
632	第五节 涵管的形式、尺寸与构造 .....	286
632	一、涵管的形式、材料与尺寸 .....	286
632	二、涵管的铺设方式与构造 .....	287

第六节 作用在隧洞衬砌与涵管管身上的荷载	289
一、作用在隧洞衬砌上的荷载	289
二、作用于隧洞上荷载的组合	293
三、作用在涵管管身上的荷载及其组合	293
第七节 隧洞和涵管的结构计算	299
一、圆形有压隧洞衬砌(涵管)的结构计算	299
二、无压隧洞(涵管)衬砌的结构计算	299
复习思考题	300
<b>第八章 渡槽</b>	301
第一节 渡槽的组成与类型	301
第二节 梁式渡槽的槽身及支承结构	302
一、槽身纵向支承形式与跨度	302
二、槽身横断面形式与尺寸	303
三、槽墩与槽架	304
第三节 拱式渡槽的槽身及支承结构	307
一、拱上结构及槽身	307
二、主拱圈结构	310
三、槽墩与槽台	318
第四节 桁架拱式渡槽的槽身与支承结构	321
一、桁架拱结构及其特点	321
二、桁架拱渡槽的类型及造型	322
三、桁架拱片间的横向联系与槽身结构	323
四、桁架拱结构与墩台的连接	323
第五节 斜拉渡槽的槽身与支承结构	324
一、斜拉渡槽的组成及特点	324
二、斜拉渡槽支承结构的形式	324
三、斜拉渡槽槽身的断面形式	326
第六节 渡槽的基础	328
一、浅基础	328
二、深基础	329
三、基础的埋置深度	330
第七节 渡槽的细部构造	331
一、渡槽与两岸的连接	331
二、渡槽的伸缩缝及止水	331
三、梁式槽身的支座	333
四、渡槽进出口渐变段的形式与长度	334

488	五、渡槽的超高 .....	334
495	第八节 渡槽的总体布置与设计步骤 .....	334
495	一、渡槽设计的基本资料 .....	334
495	二、渡槽轴线及槽身起止点位置的选择 .....	335
495	三、渡槽的形式选择、分跨与纵剖面布置 .....	336
497	四、渡槽的水力设计 .....	337
499	五、渡槽的荷载及其组合 .....	339
499	六、渡槽及其地基的稳定性验算 .....	343
501	七、槽身的结构计算 .....	347
501	八、主拱圈结构计算 .....	348
501	九、槽墩及槽台结构计算 .....	348
503	十、渡槽的设计步骤 .....	349
503	复习思考题 .....	349
508	第九章 倒虹吸管及涵洞 .....	351
508	第一节 倒虹吸管 .....	351
508	一、概述 .....	351
508	二、倒虹吸管的布置及构造 .....	351
508	三、倒虹吸管的水力设计 .....	358
508	四、倒虹吸钢管身的结构计算 .....	360
508	第二节 涵洞 .....	365
508	一、概述 .....	365
508	二、涵洞的工作特点和类型 .....	365
508	三、涵洞的构造 .....	368
508	四、涵洞的布置与水力计算 .....	369
508	五、涵洞的结构计算 .....	370
508	复习思考题 .....	370
508	第十章 跌水和陡坡 .....	371
508	第一节 跌水 .....	371
508	一、单级跌水 .....	371
508	二、多级跌水 .....	372
508	第二节 陡坡 .....	372
508	一、等底宽陡坡 .....	373
508	二、变底宽陡坡 .....	374
508	三、菱形陡坡 .....	374
508	第三节 其他形式的陡坡和跌水 .....	375



一、压力管式陡坡 .....	375
二、悬臂式跌水 .....	376
复习思考题 .....	377
<b>第十一章 取水枢纽布置</b> .....	<b>378</b>
<b>第一节 概述</b> .....	<b>378</b>
一、取水枢纽的作用和类型 .....	378
二、取水枢纽的工作特点 .....	379
三、枢纽布置的一般要求 .....	380
四、渠首位置选择的一般原则 .....	381
<b>第二节 无坝取水枢纽的布置</b> .....	<b>381</b>
一、无坝取水枢纽位置选择 .....	381
二、无坝取水枢纽的布置形式 .....	382
<b>第三节 有坝取水枢纽的布置</b> .....	<b>386</b>
一、沉沙槽式渠首 .....	386
二、人工弯道式渠首 .....	390
三、底栏栅式渠首 .....	396
四、分层取水式渠首 .....	400
五、两岸引水式渠首 .....	403
六、少泥沙河流综合利用枢纽布置 .....	405
<b>第四节 取水工程河段的整治</b> .....	<b>406</b>
一、整治的目的和原则 .....	406
二、河道演变及河相关系 .....	407
三、枢纽河段整治建筑物布置 .....	410
四、整治建筑物 .....	411
<b>第五节 沉沙池</b> .....	<b>416</b>
一、沉沙池的作用与类型 .....	416
二、直线形沉沙池 .....	418
三、曲线形沉沙池 .....	424
四、沉沙条渠 .....	428
五、其他排沙设施 .....	428
复习思考题 .....	430
<b>第十二章 水利工程总体设计</b> .....	<b>431</b>
<b>第一节 水利工程设计阶段划分</b> .....	<b>431</b>
<b>第二节 水利工程建设程序</b> .....	<b>432</b>
<b>第三节 水利工程设计和基本资料</b> .....	<b>434</b>