



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

清华大学水利工程系列教材

Hydraulic Structures

水工建筑学

张楚汉 主编 王光纶 金峰 副主编



清华大学出版社

内容简介

本书是水利工程专业本科生国家级精品课程“水工建筑学”的配套教材，主要阐述水工建筑物的结构型式、基本设计理论、方法与工程实践以及国内外新的科学技术成就。本书编写人员具有多年的科研经历和一线教学经验，为全书内容的科学性、前沿性和实用性提供了保证。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，也是清华大学水利工程系列教材之一。全书共分11章，包括绪论、水利水电工程引论以及重力坝、拱坝、土石坝等9种类型的水工建筑物。

本书在编写上具有以下几个特点：

第一，反映新成果。本书对当今世界高坝坝型发展中最具特色的三大坝型——200m级碾压混凝土坝、250m级面板堆石坝、300m级双曲拱坝都作了较充分的阐述。

第二，介绍新技术。在水工建筑学的应用基础理论方面，本书对新的计算分析技术和方法，如有限单元法、非线性理论、高速水流消能技术、高坝抗震动力学等进行了较充分的介绍。

第三，体现新理念。本书对影响当今人类、社会、自然的重要课题——水利水电工程与生态环境的关系给予了相当的关注。

第四，培养新思维。在编写过程中，本书尽力注重理论联系实际，启发初学者的学习兴趣与创新思维。

本书可作为水利水电工程、水工结构、河川枢纽、港口航道工程、近海工程等专业的本科生教材，亦可供从事水利水电工程规划、设计、施工、科学研究、运行管理等工作的相关人员参考。

本书相关教学课件等资料可参见“水工建筑学”国家级精品课程网站，网址为 <http://www.jingpinke.com/course/benke>。



与时代同步的优质学习资源

ISBN 978-7-302-25423-2



9 787302 254232 >

定价：69.80元

清华大学水利工程系列教材

Hydraulic Structures

水 工 建 筑 学

张楚汉 主编

王光纶 金峰 副主编



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统阐述水工建筑物的基本设计理论,介绍相关领域国内外最新的科学技术成就。全书共 11 章,包括绪论、水利水电工程引论、重力坝、拱坝、土石坝、水闸、岸边溢洪道、水工隧洞、取水及输水建筑物、过坝建筑物、水工闸门。

本书可作为水利水电工程、水工结构、河川枢纽、港口航道工程、近海工程及其他相关专业的本科生教材,亦可供从事水利水电工程规划、设计、施工、科学研究、运行管理等工作的相关人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

水工建筑学/张楚汉主编. —北京:清华大学出版社,2011.6

(清华大学水利工程系列教材)

ISBN 978-7-302-25423-2

I. ①水… II. ①张… III. ①水工建筑学—高等学校—教材 IV. ①TV6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 077181 号

责任编辑:徐晓飞 何慧凝

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203×253 印 张:35.75

字 数:1075 千字

版 次:2011 年 6 月第 1 版

印 次:2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:69.80 元

产品编号:030000-01

前 言

我国幅员辽阔,山川众多,以调节、开发河川径流为主要目标的水利水电工程及其水工建筑物不仅发展历史悠久,且在地域分布上是星罗棋布。在防洪方面,早在春秋战国时期,就在黄河下游沿岸修造堤防,经历代整修加固,至今已形成了 1600 km 的黄河大堤,千百年来保护了黄河下游人民的生命财产安全,并促进了地区的生产发展;在航运方面,从公元前 485 年开始修造至 1293 年全线通航的南北大运河,南起杭州,北至通州,全长 1800 km,为世界上最长的运河;在引水灌溉方面,公元前 256—前 251 年在四川岷江修造的都江堰灌溉枢纽工程,是至今世界上仍在运行并发挥巨大经济效益、历史最长的无坝引水工程;在水力发电方面,从 1910 年我国云南石龙坝水电站建成发电,至长江三峡水利水电枢纽建成发电,中国水电事业已走过了 100 年的光辉历程。

目前,我国已建成各类水库 8.54 万座,其中大型水库 397 座,总库容 6345 亿 m^3 ;各类水闸 3.16 万座,其中大型水闸 340 座;重要分蓄洪区 98 处,总蓄洪量 1000 多亿 m^3 ;大型灌区 145 处,全国有效灌溉面积达 8.6 亿亩;大中型水电站 4.5 万座,2010 年水电装机容量已突破 2 亿 kW;新世纪宏伟的南水北调工程也正在实施中,我国的水利水电工程及其水工建筑物在数量、规模以及工程技术方面都已经达到世界先进水平。总结已有成就,提高理论和工程技术水平,为培养新世纪水利水电工程技术人员服务是编写这本《水工建筑学》教材的初衷。

《水工建筑学》课程原名为《水工建筑物》,2007 年,该课程正式列为“国家级精品课程”,并易名为《水工建筑学》,目的是期望课程能更好地反映现代水工建筑物设计理论的系统知识,提高课程的科学性与实践性。

《水工建筑学》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,旨在为水利水电工程专业的水工建筑学课程提供一本教学用书,同时也可作为从事水利水电工程规划、设计、施工、科学研究、运行管理等方面的工作人员参考书。因此,在本书编写过程中努力做到:①尽量反映国内外水工建筑物发展的最新成就,以及我国在这方面具有的特色,例如对当今世界高坝坝型发展中最具特色的三大坝型——200 m 级碾压混凝土坝,250 m 级面板堆石坝,300 m 级双曲拱坝在书中都给予了较充分的阐述;②在水工建筑物的应用基础理论方面,对新的计算分析技术和方法,如有限单元法、非线性理论、高速水流消能技术、高坝抗震动力学以及岩石力学与工程等方面也给予了较充分的介绍;③对影响当今人类、社会、自然的重要课题——水利水电工程与生态环境的关系也给予了相当的关注。同时,在编写过程中,还尽力注重理论联系实际、启发初学者的学习兴趣与创新思维。

本书共分 11 章,其中,第 1 章绪论、第 2 章水利水电工程引论由张楚汉编写,第 3 章重力坝由王光纶编写,第 4 章拱坝由金峰、王光纶编写,第 5 章土石坝、第 6 章水闸由麦家煊、王光纶编写,第 7 章岸边溢洪道由聂孟喜编写,第 8 章水工隧洞由李仲奎编写,第 9 章取水及输水建筑物、第 10 章过坝建筑物由聂孟喜编写,第 11 章水工闸门由麦家煊编写。全书由张楚汉主编,王光纶、金峰担任副主编。在编写本书的过程中,我们充分汲取了兄弟院校编写同类教材的经验,如天津大学林继镛教授主编的《水工建筑物》、武汉大学陈胜宏教授主编的《水工建筑物》等;同时也进一步传承了清华大学老一辈教师,如张光斗院士、张宪宏教授、吴媚玲教授等当年讲授《水工建筑物》课程的精华。李广信教授、于玉贞教授在本书编写过程中提供了宝贵的支持,张兆琪编审认真审阅全书,责任编辑细致的编辑工作,武明鑫、辛海丽同学协助本书出版的附图和校对工作,对他们为本书付出的辛勤劳动或给予的大力协助,在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平与学识有限,书中错误与不足之处在所难免,诚恳地欢迎来自广大读者的批评指正。

谨以此书献给清华大学建校 100 周年(1911—2011)。

编 者

2011 年 4 月于清华园

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 水资源与水能资源	1
1.1.1 水资源	1
1.1.2 水能资源	2
1.2 水利工程	4
1.2.1 防洪工程	4
1.2.2 农村水利工程	4
1.2.3 水力发电工程	5
1.2.4 航道工程	6
1.2.5 跨流域调水工程	7
1.2.6 水土保持	8
1.2.7 生态水利工程	8
1.3 水工建筑物与水利枢纽	9
1.3.1 水工建筑物分类	9
1.3.2 水工建筑物的特点	9
1.3.3 水利枢纽	10
思考题	12
第 2 章 水利水电工程引论	13
2.1 水利水电工程等级与设计准则	13
2.1.1 水利水电工程分等	13
2.1.2 水工建筑物分级	14
2.1.3 设计准则	15
2.2 水工建筑物的工作条件、荷载(作用)效应与设计方法	16
2.2.1 水工建筑物的工作条件	16
2.2.2 水工建筑物的重力作用	16
2.2.3 水流对水工建筑物的作用	17
2.2.4 水工建筑物与地基相互作用	17
2.2.5 水工建筑物的温度作用	18
2.2.6 地震对水工建筑物的作用	19
2.2.7 荷载作用效应组合与设计方法	21
2.3 水工建筑物的安全性、耐久性与风险管理	23
2.3.1 水工建筑物的安全性	23
2.3.2 水工建筑物的耐久性	24
2.3.3 水工建筑物安全风险管理	25

2.4	水利水电工程规划设计概要	27
2.4.1	河流综合开发利用规划	27
2.4.2	水利水电枢纽工程设计	27
2.4.3	水利水电工程水文研究	28
2.4.4	水利水电枢纽工程地质与建筑材料勘测研究	29
2.4.5	水库淹没与移民安置	30
2.4.6	环境影响评价与保护措施	30
2.4.7	经济评价	30
2.4.8	水工建筑物设计要点	30
2.4.9	施工组织设计要点	31
2.4.10	水利水电枢纽工程的运行与管理	31
2.5	水利水电工程对环境与河流生态的影响	32
2.5.1	水利水电工程对环境与河流生态的有利影响	32
2.5.2	水利水电工程对环境与河流生态的不利影响	33
2.5.3	实现水利水电工程的理想目标——环境友好与可持续发展	37
2.6	水工建筑物的前沿科学技术问题	37
2.6.1	概述	37
2.6.2	高坝建设的主要前沿科学技术问题	38
2.6.3	结语与展望	41
	思考题	41

第3章 重力坝

3.1	概述	42
3.1.1	重力坝的工作条件与特点	42
3.1.2	重力坝的建设发展历程	43
3.1.3	重力坝的分类和主要设计内容	45
3.2	作用荷载及其组合	46
3.2.1	作用荷载	46
3.2.2	荷载的组合	54
3.3	重力坝的应力分析	55
3.3.1	应力分析方法综述	55
3.3.2	材料力学法	56
3.3.3	有限元法	58
3.3.4	影响重力坝应力的主要因素	64
3.4	重力坝的抗滑稳定分析	68
3.4.1	沿坝基面的抗滑稳定分析	69
3.4.2	坝基深层抗滑稳定分析	72
3.4.3	坝体与厂房联合作用的抗滑稳定分析	75
3.4.4	岸坡坝段的抗滑稳定分析	75
3.4.5	抗滑稳定分析的有限单元法	76
3.4.6	提高坝体抗滑稳定性的工程措施	77

3.5	重力坝的剖面设计	79
3.5.1	重力坝的基本剖面	79
3.5.2	重力坝的实用剖面	81
3.5.3	重力坝体形的优化设计	81
3.6	重力坝的极限状态设计	84
3.6.1	重力坝的承载能力极限状态设计	84
3.6.2	重力坝的正常使用极限状态设计	85
3.7	泄水重力坝	86
3.7.1	重力坝的泄水布置	86
3.7.2	溢流重力坝	87
3.7.3	坝身泄水孔	95
3.7.4	泄水重力坝下游的消能防冲设计	99
3.7.5	泄水重力坝的高速水流问题	108
3.8	重力坝的地震反应分析和抗震设计	113
3.8.1	拟静力法地震反应分析	113
3.8.2	动力法地震反应分析	113
3.8.3	库水附加质量的计算	118
3.8.4	重力坝的抗震措施	120
3.9	重力坝的材料	120
3.9.1	混凝土材料的性能和配合比	121
3.9.2	坝体混凝土材料的分区	125
3.10	重力坝的裂缝及温度控制	127
3.10.1	裂缝的种类和防止措施	127
3.10.2	坝体温度场的计算	127
3.10.3	坝体温度应力的计算	130
3.10.4	坝体混凝土温度控制的标准	132
3.10.5	温度控制的措施	133
3.11	重力坝的分缝分块和坝体构造	134
3.11.1	重力坝的分缝分块	134
3.11.2	重力坝的坝体构造	138
3.12	重力坝的地基处理	141
3.12.1	坝基处理的目的和要求	141
3.12.2	坝基处理的内容	142
3.13	其他类型的重力坝	152
3.13.1	浆砌石重力坝	152
3.13.2	堆石混凝土重力坝	153
3.13.3	宽缝重力坝	154
3.13.4	空腹重力坝	156
3.13.5	预应力锚索重力坝	157

3.13.6	土基上的重力坝	158
3.14	碾压混凝土坝	159
3.14.1	概述	159
3.14.2	碾压混凝土重力坝的材料设计和分区	160
3.14.3	碾压混凝土重力坝的构造设计	162
3.14.4	碾压混凝土重力坝的施工	164
3.14.5	碾压混凝土坝今后的发展	165
3.15	支墩坝	166
3.15.1	支墩坝的特点和类型	166
3.15.2	大头坝	167
3.15.3	平板坝	169
3.15.4	连拱坝	170
	思考题	173
第4章	拱坝	174
4.1	概述	174
4.1.1	拱坝的特点	174
4.1.2	拱坝对地形、地质条件的要求	175
4.1.3	拱坝的类型	177
4.1.4	拱坝的发展简况	179
4.1.5	我国拱坝枢纽布置的特点	182
4.2	拱坝的荷载及其组合	185
4.2.1	自重	186
4.2.2	温度荷载	186
4.2.3	水荷载	188
4.2.4	地震荷载	188
4.2.5	拱坝的荷载组合	189
4.3	拱坝的体形设计和布置	189
4.3.1	拱坝体形设计的步骤	190
4.3.2	拱坝拱端的布置原则	193
4.3.3	拱坝坝体倒悬的处理	193
4.3.4	拱坝体形的评估	193
4.4	拱坝的体形优化设计	195
4.4.1	给定参数和设计变量	195
4.4.2	体形优化设计的目标函数	197
4.4.3	拱坝体形优化的约束条件	197
4.4.4	拱坝体形优化求解方法	198
4.4.5	拱坝体形优化设计的展望	198
4.5	拱坝的应力分析	198
4.5.1	拱梁分载法	199
4.5.2	拱坝应力的有限元法分析	216

4.5.3	拱坝设计的应力控制指标	217
4.6	拱坝的抗滑稳定分析	218
4.6.1	刚体极限平衡法	218
4.6.2	拱坝坝肩抗滑稳定的有限元法分析	227
4.6.3	拱坝坝肩抗滑稳定非连续介质应力应变分析	228
4.6.4	地质力学模型试验	230
4.6.5	拱坝设计的抗滑稳定指标	230
4.7	拱坝的地震动力法反应分析和抗震措施	231
4.7.1	有限元法的地震动力反应分析	231
4.7.2	拱梁分载法的地震动力反应分析	234
4.7.3	拱坝的抗震措施	237
4.8	拱坝的材料与构造	237
4.8.1	拱坝的材料	237
4.8.2	常规混凝土拱坝的构造	237
4.8.3	碾压混凝土拱坝的特殊构造	243
4.8.4	浆砌石拱坝	245
4.9	拱坝的建基面与基础处理	247
4.9.1	坝基的开挖	248
4.9.2	固结灌浆与接触灌浆	249
4.9.3	帷幕灌浆	249
4.9.4	坝基排水	250
4.9.5	断层破碎带和软弱构造面的处理	251
4.9.6	工程高边坡的处理	252
4.10	拱坝的坝身泄水建筑物	252
4.10.1	表孔泄流	253
4.10.2	坝身泄水孔泄流	258
4.10.3	拱坝泄洪的消能防冲	262
4.10.4	高拱坝泄流的高速水流问题	265
4.11	拱坝破坏实例的分析和启示	268
4.11.1	拱坝破坏、失事的典型实例	268
4.11.2	拱坝破坏、失事实例对设计工作的启示	273
	思考题	274

第5章 土石坝 275

5.1	概述	275
5.1.1	土石坝的类型	275
5.1.2	土石坝的新发展及其特点	276
5.1.3	土石坝设计的基本要求	278
5.2	土石坝的基本剖面、构造及筑坝土石料	278
5.2.1	土石坝的基本剖面	278
5.2.2	土石坝的构造及筑坝材料	280

5.3	土石坝的渗流分析	290
5.3.1	土石坝中的渗流特性	290
5.3.2	二维渗流分析的基本方程和主要分析方法	291
5.3.3	土坝的渗流变形及其防护	299
5.4	土石坝的稳定分析	301
5.4.1	稳定分析方法	301
5.4.2	碾压式土石坝稳定分析标准	306
5.4.3	抗剪强度指标的测定和选择	307
5.5	土石坝的应力应变分析	310
5.5.1	非线性弹性体模型	310
5.5.2	弹塑性模型	313
5.6	土石坝的沉降与裂缝分析	318
5.6.1	沉降分析	318
5.6.2	土石坝的裂缝控制	320
5.7	土石坝的地基处理	324
5.7.1	岩基处理	324
5.7.2	砂砾石坝基处理	325
5.7.3	细砂、软黏土和湿陷性黄土坝基处理	331
5.8	土石坝的抗震设计	332
5.8.1	土石坝的地震震害	332
5.8.2	土的动力特性和液化判断	334
5.8.3	土石坝的抗震稳定分析	335
5.8.4	土石坝的抗震措施	338
5.9	现代堆石坝	339
5.9.1	堆石坝的特点	339
5.9.2	混凝土面板堆石坝	340
5.9.3	其他型式的堆石坝	349
5.10	土石坝的坝型选择	350
	思考题	352
第6章	水闸	353
6.1	概述	353
6.1.1	水闸的功能、分类和等级	353
6.1.2	水闸的组成部分及其主要作用	355
6.1.3	水闸的工作特点	356
6.1.4	水闸设计的主要内容和所需的基本资料	356
6.2	闸址及闸孔型式和尺寸的选择	356
6.2.1	闸址的选择	356
6.2.2	闸孔型式和尺寸的选择	357
6.3	水闸的地下轮廓和防渗、排水设计	360
6.3.1	水闸的地下轮廓布置	360

6.3.2	水闸地下轮廓的渗流计算	361
6.3.3	地下轮廓的构造	365
6.3.4	水闸的侧向绕渗及其防渗、排水设施	367
6.4	闸室的布置和构造	369
6.4.1	底板	369
6.4.2	闸墩与闸门	371
6.4.3	胸墙	372
6.4.4	交通桥及工作桥	372
6.5	闸室的结构分析	373
6.5.1	底板的结构计算	373
6.5.2	闸墩的结构计算	377
6.5.3	胸墙的结构计算	379
6.5.4	工作桥与交通桥的结构计算	380
6.6	水闸的抗滑稳定和沉降分析	380
6.6.1	水闸承受的荷载及其组合	380
6.6.2	闸室的抗滑稳定分析	381
6.6.3	水闸地基的沉降计算	384
6.7	水闸的地基处理	385
6.8	水闸的消能防冲设计	389
6.8.1	过闸水流的特点	390
6.8.2	底流水跃消能设计	390
6.8.3	海漫	393
6.8.4	防冲槽及末端加固	395
6.8.5	土工合成材料在水闸工程中的应用	395
6.9	水闸与两岸的连接建筑物	396
6.9.1	连接建筑物的型式和布置	396
6.9.2	连接建筑物的破坏形式和稳定计算内容	398
6.10	其他型式的水闸	398
6.10.1	装配式水闸	398
6.10.2	橡胶袋水闸	399
6.10.3	灌注桩水闸	400
6.10.4	浮运水闸	401
6.10.5	水力自控翻板水闸	403
6.10.6	岩基上的水闸	403
	思考题	405
第7章	岸边溢洪道	406
7.1	概述	406
7.1.1	岸边溢洪道的主要型式	406
7.1.2	岸边溢洪道的适用条件	406
7.1.3	岸边溢洪道的发展趋势及问题	408

7.2	正槽式溢洪道	408
7.2.1	引水渠	408
7.2.2	控制段	409
7.2.3	泄槽	412
7.2.4	出口消能段及与下游河道的衔接	421
7.3	侧流式溢洪道	423
7.3.1	侧流式溢洪道的断面设计	424
7.3.2	侧槽的水力计算	426
7.3.3	侧流式溢洪道的设计步骤	426
7.3.4	侧流式溢洪道的泄槽、消能及与下游衔接的布置	427
7.4	其他型式的溢洪道	427
7.4.1	井式溢洪道	427
7.4.2	虹吸式溢洪道	428
7.4.3	非常溢洪道	430
7.5	岸边溢洪道的总体布置及型式选择	431
7.5.1	地形、地质条件	431
7.5.2	总体布置及安全运行管理	431
7.5.3	施工条件	432
	思考题	432

第8章 水工隧洞 433

8.1	概述	433
8.1.1	水工隧洞的类型和功能	433
8.1.2	水工隧洞的特点	433
8.1.3	水工隧洞的组成	434
8.1.4	水工建筑物中的洞群	435
8.2	水工隧洞的布置	436
8.2.1	水工隧洞总体布置及要求	436
8.2.2	水工隧洞中的闸门布置	437
8.2.3	多用途隧洞的布置	438
8.2.4	隧洞群的布置	440
8.3	水工隧洞进口建筑物	441
8.3.1	进水口的型式和计算要点	441
8.3.2	进口建筑物的组成	444
8.4	水工隧洞洞身结构	446
8.4.1	洞身断面形式	446
8.4.2	洞身断面尺寸	446
8.4.3	洞身的支护与衬砌	447
8.5	水工隧洞的出口建筑物及消能设施	450
8.5.1	出口建筑物布置	450
8.5.2	消能设施	450

8.6	高流速泄水隧洞的空蚀及减蚀措施	453
8.6.1	脉动压力、空化与空蚀	453
8.6.2	减蚀措施	454
8.7	水工隧洞围岩的应力和稳定分析	457
8.7.1	岩体与围岩的基本概念	457
8.7.2	岩体初始应力场	458
8.7.3	隧洞开挖后的洞周围岩应力	459
8.7.4	影响隧洞围岩稳定的主要因素	462
8.7.5	隧洞围岩失稳的主要形式	463
8.7.6	隧洞围岩稳定的分析方法	465
8.7.7	小结	467
8.8	水工隧洞衬砌计算	467
8.8.1	荷载及其组合	468
8.8.2	衬砌的内力和应力计算	471
8.9	新奥法与隧洞的喷锚支护	474
8.9.1	新奥法的基本原理	474
8.9.2	喷锚支护的作用与类型	475
8.9.3	喷锚支护设计	476
8.9.4	水工隧洞喷锚支护设计中的几个问题	478
	思考题	479

第9章 取水及输水建筑物 480

9.1	取水建筑物	480
9.1.1	无坝取水枢纽	480
9.1.2	有坝取水枢纽	482
9.1.3	取水防沙设施	486
9.2	输水建筑物	490
9.2.1	渡槽	490
9.2.2	渠道	493
9.2.3	倒虹吸管	496
9.2.4	涵洞	500
9.2.5	跌水与陡坡	502
	思考题	504

第10章 过坝建筑物 505

10.1	通航建筑物	505
10.1.1	船闸	505
10.1.2	升船机	510
10.1.3	通航建筑物的规划布置及型式选择	512
10.2	过鱼建筑物	513
10.2.1	过鱼建筑物的分类	513

10.2.2	鱼道	513
10.2.3	鱼闸	516
10.2.4	升鱼机及人工孵化场	517
10.2.5	鱼类的下行问题	518
10.2.6	过鱼建筑物在水利枢纽中的布置	518
10.3	过木建筑物	518
10.3.1	筏道	519
10.3.2	漂木道	520
10.3.3	过木机	521
10.3.4	过木建筑物型式的选择	521
	思考题	521
第 11 章	水工闸门	522
11.1	概述	522
11.1.1	水工闸门的组成和类型	522
11.1.2	闸门的设计要求	525
11.2	平面闸门	525
11.2.1	平面闸门的组成、布置与提升方式	526
11.2.2	平面闸门结构受力计算	527
11.2.3	平面闸门的行走支承	530
11.2.4	平面闸门的止水	534
11.2.5	平面闸门的启闭力	536
11.2.6	闸门启闭机	536
11.2.7	反钩门——一种新型的平面闸门	538
11.3	弧形闸门	539
11.3.1	总体布置	539
11.3.2	结构选型及结构计算	540
11.3.3	支承铰	540
11.3.4	止水和止水座埋件	541
11.3.5	启闭机、吊耳	544
11.3.6	启闭力	545
11.4	平面闸门与弧形闸门的比较与选用	545
11.5	阀门	548
11.5.1	高压平面滑动阀门	548
11.5.2	蝴蝶阀	549
11.5.3	锥形阀	549
11.5.4	空注阀	550
	思考题	551
	参考文献	552

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Water Resources and Hydropower	1
1.2 Hydraulic Engineering	4
1.3 Hydraulic Structures and Hydro-complex	9
Questions	12
Chapter 2 Introductory Remarks for Water Resources and Hydropower Engineering	13
2.1 Ranking and Design Criteria of Water Resources and Hydropower Engineering	13
2.2 Working Conditions, Load Effects and Design Methods of Hydraulic Structures	16
2.3 Safety, Durability and Risk Management of Hydraulic Structures	23
2.4 Planning and Design Outline for Water Resources and Hydropower Engineering	27
2.5 Environmental and River Ecological Effects of Water Resources and Hydropower Engineering	32
2.6 Science and Technological Frontier Issues of Hydraulic Structures	37
Questions	41
Chapter 3 Gravity Dams	42
3.1 General	42
3.2 Acting Loads and Their Combinations	46
3.3 Stress Analysis of Gravity Dams	55
3.4 Stability Analysis against Sliding of Gravity Dams	68
3.5 Profile Design of Gravity Dams	79
3.6 Limit State Design of Gravity Dams	84
3.7 Overflow Gravity Dams	86
3.8 Earthquake Analysis and Aseismic Design of Gravity Dams	113
3.9 Construction Materials of Gravity Dams	120
3.10 Cracking and Temperature Control of Gravity Dams	127
3.11 Joints, Blocks and Details of Gravity Dams	134
3.12 Foundation Treatment of Gravity Dams	141
3.13 Other Types of Gravity Dams	152
3.14 Roller Compacted Concrete Dams	159
3.15 Buttress Dams	166
Questions	173

Chapter 4 Arch Dams	174
4.1 General	174
4.2 Loads and Their Combinations	185
4.3 Shape Design and Layout of Arch Dams	189
4.4 Shape Optimization Design of Arch Dams	195
4.5 Stress Analysis of Arch Dams	198
4.6 Stability Analysis against Sliding of Arch Dams	218
4.7 Earthquake Analysis and Aseismic Measures of Arch Dams	231
4.8 Construction Materials and Details of Arch Dams	237
4.9 Interface and Foundation Treatment of Arch Dams	247
4.10 Overflow and Orificed Arch Dams	252
4.11 Case Study of Arch Dam Failures and Enlightenments	268
Questions	274
Chapter 5 Earth and Rockfill Dams	275
5.1 General	275
5.2 Basic Profile of Earth and Rockfill Dams	278
5.3 Seepage Analysis of Earth and Rockfill Dams	290
5.4 Stability Analysis of Earth and Rockfill Dams	301
5.5 Stress and Deformation Analysis of Earth and Rockfill Dams	310
5.6 Settlement and Cracking Analysis of Earth and Rockfill Dams	318
5.7 Foundation Treatment of Earth and Rockfill Dams	324
5.8 Aseismic Design of Earth and Rockfill Dams	332
5.9 Modern Rockfill Dams	339
5.10 Selection of Types of Earth and Rockfill Dams	350
Questions	352
Chapter 6 Sluices	353
6.1 General	353
6.2 Selections of Sites, Types and Dimensions of Sluices	356
6.3 Seepage Profile, Anti-seepage and Drainage Design of Sluices	360
6.4 Layout and Details of Sluice Chambers	369
6.5 Structural Analysis of Sluice Chambers	373
6.6 Stability and Settlement Analysis of Sluices	380
6.7 Foundation Treatment of Sluices	385
6.8 Design of Energy Dissipation and Scour Prevention of Sluices	389
6.9 Connecting Structures of Sluices with Banks	396
6.10 Other Types of Sluices	398
Questions	405