

SHUIGONGJIANZHUWU

SHUIGONGJIANZHUWU

水工建筑物

(第三版)

P.Novak A.I.B.Moffat C.Nalluri R.Narayanan(英) 著
谢遵党 杨顺群 马黔 于立新 申相水 译



黄河水利出版社

水工建筑物

(第三版)

P. Novak A.I.B. Moffat (英) 著
C. Nalluri R. Narayanan

谢遵党 杨顺群 马 黔 译
于立新 申相水

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

水工建筑物:第三版/(英)诺瓦克(Novak,P.)著;
谢遵党等译. —郑州:黄河水利出版社,2006.12
书名原文:Hydraulic Structures:Third Edition
ISBN 7-80734-178-5

I. 水… II. ①诺… ②谢… III. 水工建筑物
IV. TV6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 165241 号

Reprinted 2003

ISBN 0-415-25071-4(pbk)

ISBN 0-415-25070-6(hbk)

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:30.75

字数:710 千字

印数:1—1 000

版次:2006 年 12 月第 1 版

印次:2006 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80734-178-5/TV·493

定价:70.00 元

著作权合同登记号:图字 16-2006-41

译者前言

英国纽卡斯尔大学土木工程系 Novak、Moffat、Nalluri 和曼彻斯特大学理工学院土木工程系 Narayanan 编写的《水工建筑物》,从 1990 年第一版出版,到 2003 年第三版,已经随着科学研究与工程实践的发展进行了多次修订。本书不但内容广泛,而且具有相当的深度,对从事与水有关工作的工程技术人员有较高的参考价值。本书在英国、美国、加拿大等国家很受欢迎,还在巴西被翻译成西班牙文出版。本书英文版出版的目的是为高年级本科生及研究生提供教材,同时也满足了有关技术人员作为参考资料的要求,对中国从事水利工程的科研、教学、设计、施工和运行管理的技术人员均有较高的参考价值。与中国的水工建筑物书籍内容不同的是,它不仅包括了水坝、水闸等内容,还涉及河道工程、泵站、水电开发、内河航运、海岸防护和近海工程、河道交叉建筑物等内容,属于大水利范畴。作者以国际视野总结了全世界,尤其是西方国家水利界在科学研究和工程实践中取得的最新成果,理论概念清晰,论述介绍系统,还附有大量的实用公式、图表和数据,是一本全面学习了解当今世界水工建筑物方面先进理论和实用技术的不可多得的著作。本书部分初译稿是第一译者谢遵党在英国诺丁汉大学访问期间翻译的,回国后根据合作者的专业特长分工合作完成了全书翻译。在此,对资助第一译者出国学习的黄河水利委员会、黄河勘测规划设计有限公司表示衷心的感谢!

译者 谢遵党 杨顺群 马 黔 于立新 申相水

2006 年 10 月

前 言

与前两版一样,编写本书的主要目的是为高年级本科生和研究生提供一本教科书,同时也为从事水利水电工程研究、设计和运行管理的人员提供一本有益的参考书。

从本书第二版底稿完成至今已经将近六年了,本次改版我们改正了原书中存在的少量错误,并根据最新的参考资料进行了全面的修订。近几年水工建筑物领域取得了一些重大进展,因此对有些章节进行了重写、扩充或重新编排。希望第二版的读者能注意以下的主要变动:

对与大中型水库工程相关的环境与社会问题进行了较深入的论述。

增加一节专门讨论小型土石坝和堤防,并扩充了地震和地震分析方面的内容。

扩充了关于设计洪水的计算、水库防洪标准、溢洪道水流掺气和明流隧洞等方面的内容;增加了对台阶式溢洪道的论述。

增加了防潮闸和防浪闸门的内容;扩充了作用在闸门上的力的内容;增加了一个新例题。

扩充了水库灾害分析和水坝破坏洪水方面的内容。

关于闸底板设桩基情况下的水压力分布增加了一段,并增加了一个实例。

以前版本中的第14章“海岸和近岸工程”被分成:第14章“波浪和近岸工程”和第15章“海岸工程”,因此所有的内容被重新编排。第14章中增加了波浪和水流中圆柱体上作用力。第15章中增加了防浪墙的波浪漫顶、防浪堤稳定和关于海岸管理的简短讨论。第16章(原第15章)增加了对水工建筑物计算机模拟的讨论。

作者 P. Novak A.I.B. Moffat C. Nalluri R. Narayanan

纽卡斯尔,2000年8月

第二版前言

与第一版一样,本书的主要目的是为高年级本科生和研究生提供一本教科书,同时也为从事水工建筑物研究、设计和运行管理的人员提供一本实用的参考资料。

我们利用再版的机会改正了所有已发现的错误,对文字和参考资料进行了全面的更新。同时,针对收到的批评和审查意见及本领域的一些新进展,重写或是扩充了部分章节。希望第一版的读者注意以下的主要改动:

对坝址评价部分进行了扩充。

对基础处理方面进行了扩充,例如增加了一段关于土质心墙性能指数的内容;再如增写了土工织物一节(2.10)。

在碾压混凝土坝部分增加了一段(3.7.3),介绍碾压混凝土施工方面的进展情况。

扩充了论述设计洪水估算、水库泥沙淤积,及溢洪道上干涉波和掺气的内容,增加了关于台阶型溢洪道的小节(4.7.6)

扩充了关于溢洪道下游冲刷的内容。

增写了溢洪道安全闸门的章节(6.2.8)。

扩写了水库下游风险评价的内容。

增加了关于多级渠道、土工织物、跌水堰计算等方面的内容,增加了一节论述洪水演进。

增写了关于鱼道的内容,并增写了一节(9.1.6)论述拦河闸对水质的影响。

扩充了渠道进水口和对桥、排水沟出口冲刷方面的内容。

第13章关于水泵支墩增加了一小节(13.7)

第14章将标题由“海岸工程”改为“海岸与离岸工程”,与之相配套,增写了一节(14.7)介绍河流入海口和浅海区波浪对管线的作用力。

第15章将标题由“水利工程试验模型”改为“水利工程模型”,以便讨论水利工程的数值模型。同时也增加了一小节(15.2.4)描述地震反应模型。

本书作者对审查者的建设性意见表示由衷的感谢,同时感谢出版人提供了第二版的机会。

作者 P. Novak A.I.B. Moffat C. Nalluri R. Narayanan

纽卡斯尔,1994年12月

第一版前言

本书是在纽卡斯尔大学土木工程系开设的水工建筑物课程基础上,经过多年积累编写而成的。水工建筑物课程为高年级本科生和博士/硕士研究生开设,要求学生具备水力学、土力学和工程材料方面的良好基础。

关于本书所涉及的各个专题的好书很多,但还没有一本综合了本学科各个方面并具有一定深度的书,所以我们产生了根据课程讲义出一本书的想法。水工建筑物课程通常是团队合作的成果。尽管 Novak 教授多年来一直协调本课程,但他和他的同事们只负责他们能够根据自己的职业经历作出个人贡献的部分。尤其是 Moffat 先生承担了本课程非常重要的部分的编写任务,编写了所有岩土工程方面的内容。在实际授课过程中,本书中的一些内容被省略了,同时其他内容,特别是案例研究(包括它们的环境、社会和经济影响的讨论),可能会被扩充,并随着有关学科的发展而不断更新。

我们非常清楚编写这样一本书很容易变成泛泛地罗列学科资料。为了免于陷入这种境地,书中附有计算实例和参考文献目录,以便读者深入理解书中涉及的内容。

尽管我们希望研究人员、设计人员和水工建筑物的运行人员也能从中受益和用做参考资料,但本书不是一本研究专著,也不是一本设计手册,本书的主要目的是为高年级本科生和研究生提供教材。

本书共分两个部分:第一部分是水坝工程,第二部分是其他水工建筑物。A. I. B. Moffat 先生编写了第 1、2、3 章和第 4 章及 15.2 节;C. Nalluri 博士编写了第 9、10、12 章和第 13 章,以及 8.4、8.5 节。曼彻斯特大学理工学院的 R. Narayanan 博士应邀在纽卡斯尔大学讲了两年海岸工程,并编写了第 14 章。本书其他部分由 P. Novak 编写(第 4、5、6 章和第 8 章(8.4、8.5 节除外)、第 11 章及 15.1 节),并编辑了全书。

作者 P. Novak A. I. B. Moffat C. Nalluri R. Narayanan

纽卡斯尔, 1989 年

致 谢

我们非常感谢下列慷慨允许我们复制版权资料的个人和机构(括号中为图号):

托马斯·特尔福特(4.1、4.2);美国垦务局(4.3、4.7、4.15、4.16、5.6、5.7);埃尔舍维尔科学出版社(4.5、4.12、4.13、5.5、5.8、5.10、11.1、11.2、11.10、11.11、11.16、11.17、11.18、12.17);英国水力机械研究会(4.11、13.6、13.9);水和环境管理协会(4.18);ICOLD(国际水坝协会)(4.19、4.20);图 4.12、图 6.3、图 6.4 由约翰·威利和桑斯公司授权引用,摘自 H·H·托马斯,《水坝工程》C 1976;《水力发电与水坝建设》(6.21);C·D·史密斯(6.6、6.7);MMG 土木工程系统有限公司(8.20);E·莫逊尼(9.12、9.13、12.17);荷兰国际陆地垦殖与改良协会(10.14、10.15);摩根-格拉姆皮恩出版社(11.1、11.5);德尔福特水力学所(11.7);马克米兰(14.12);C·A·M·金(14.13);C·夏皮(11.2)。

封面照片经英格特克 S·A·哥伦比亚(A·马鲁兰大博士)的允许。

译者

2006 年 10 月

主要符号表

a	常数;闸门开度;压力波敏捷度;波幅
A	横截面积
b	宽度;渠道宽;常数;波峰长度
B	水面宽度
$\bar{B}$	孔隙水压力系数
c	表面张力;系数;常数;单位剪切强度;浪敏捷度
C	谢才系数;系数;浓度
C_d	泄流系数
C_D	阻力系数
C_v	固结系数;速度系数
d	深度;直径;泥沙颗粒尺寸
D	直径;船舶沉降量
E	(心墙)截渗效率;能量;杨氏模量
e	能量损失;管壁厚度
f	修正系数;频率;函数;拉压沉降系数
F	安全系数;取得率;力;函数
F_D	拉动力
Fr	弗雷德数
FSL	设计供水位
g	重力加速度
GWL	地下水位
h'	扬压力水头
h	水头;水泵淹没深度;基准面以上水面高度;水位
H	总能量(水头);水头(溢洪道等上);浪(堤坝)高度
H_s	渗透水头;有效浪高;静扬压力
HFL	高洪水位
i	水力坡度
I	入流量;影响系数;惯性矩
k	(渗透)系数;有效管道粗糙度,波浪数
K	体积模量,渠道输水量;系数
K_c	丘里根-卡彭特数
l	长度

L 长度;波长
 m 质量
 m_v 体积压缩性系数
 M 弯矩
 n 曼宁粗糙度系数
 N 水力代表转速
 N_d 流网势能增量数
 N_f 流网线数
 N_s 比速率
 NWL 正常水位
 O 出流量
 p 电极数;压强
 p_v 蒸汽压力
 P 力;功率;湿周
 q 单宽流量
 Q 流量
 Q_s 排水量
 r 系数
 r_u 孔隙压力比率
 R 水力半径;电阻;结果;半径
 Re 雷诺数
 R_s 结构冲刷深度
 S 最大剪阻力;坡度
 S_c 临界坡度
 S_f 摩擦坡度
 S_0 基面坡度
 Sh 斯超赫尔数
 SWL 静水位
 t 厚度;时间
 T 吃水深度;时间;波周期
 u 局部速度(x 方向)
 u_w 孔隙水压力
 U 风速
 U_* 剪切速度
 v 速度(总速度);速度(y 方向)
 V 断面平均流速;容积;体积
 V_c 临界速度

w 湿度;速度(z 方向)
 w_s 泥沙沉降速度
 W 系统宽度;重量
 x 距离; x 坐标
 y 水流深度; y 坐标
 y' 静水池深度
 y^+ 截面 A 质心深度
 y_c 临界深度
 y_m 平均深度($= A/B$)
 y_s 最大冲刷(局部)深度;水轮机安装高程
 z 深度;相对高程; z 坐标
 α 角度;常数;能量(科里奥利)系数;(地震)系数;浪峰角
 β 角度;动量(保新尼斯科)系数;坡度;角度
 γ 比重($= \rho g$)
 δ 边界层厚度;安装偏差
 δ' 薄亚层厚度
 Δ 水中泥沙相对密度($(\rho_s - \rho)/\rho$)
 ϵ 应变
 η 面积收缩系数;效率因数
 θ 角度;速度系数
 λ 达西-魏斯巴克摩擦系数;流网比例传递系数
 μ 水的动黏滞系数
 ν 水的运动黏滞系数;泊桑比
 ξ (水头)损失系数;参数
 ρ 水的密度
 ρ_s 泥沙颗粒的密度
 σ 空化数;传送率;安全系数;应力
 $\sigma_{1,2,3}$ 最大、中间和最小主应力
 σ' 有效应力;安全系数
 τ 剪应力;时间间隔
 τ_c 临界剪应力
 τ_0 边界剪应力
 ϕ 抗剪角或内摩擦角;函数;泥沙传输参数;速度系数
 Ψ 流量系数
 ω 角速度(rad/s)

目 录

译者前言	
前言	
第二版前言	
第一版前言	
致谢	
表格目录	
主要符号表	

第一部分 水坝工程

第 1 章 水坝工程的组成	(1)
1.1 综述	(1)
1.2 水坝工程入门	(1)
1.3 土石坝的类型和特点	(9)
1.4 混凝土坝的类型和特点	(11)
1.5 溢洪道、泄洪孔和附属建筑物	(14)
1.6 坝址评估和坝型选择	(16)
1.7 作用在水坝上的荷载	(24)
参考文献	(26)
第 2 章 土石坝工程	(29)
2.1 概述	(29)
2.2 工程土的性质与分类	(29)
2.3 土的工程性质	(32)
2.4 土石坝的设计原则	(39)
2.5 材料和施工	(46)
2.6 渗流分析	(48)
2.7 稳定和应力	(52)
2.8 沉降和变形	(61)
2.9 堆石坝堆石料	(63)
2.10 小型土石坝和防洪堤	(65)
2.11 土石坝中的土工合成物	(66)
例题解答	(67)
参考文献	(71)

第3章 混凝土坝工程	(75)
3.1 荷载:概念和标准	(75)
3.2 重力坝分析	(82)
3.3 支墩坝分析	(96)
3.4 拱坝分析	(98)
3.5 设计构造和施工	(102)
3.6 水坝混凝土	(106)
3.7 碾压混凝土重力坝	(109)
例题解答	(112)
参考文献	(117)
第4章 泄水工程	(120)
4.1 概述	(120)
4.2 设计洪水	(120)
4.3 洪水演算	(122)
4.4 自由超高	(123)
4.5 水库中的泥沙	(126)
4.6 空化	(128)
4.7 溢洪道	(130)
4.8 底孔	(147)
例题解答	(148)
参考文献	(153)
第5章 消能	(157)
5.1 概述	(157)
5.2 溢洪道上的消能	(158)
5.3 静水池	(160)
5.4 跌水池	(167)
5.5 底孔消能	(167)
例题解答	(168)
参考文献	(170)
第6章 闸门和阀门	(172)
6.1 概述	(172)
6.2 露顶闸门	(172)
6.3 高水头闸门和阀门	(176)
6.4 挡潮闸和防浪闸	(178)
6.5 作用在闸门上的动水压力	(180)
例题解答	(182)
参考文献	(184)
第7章 水坝安全:仪器和监测	(186)

7.1 概述	(186)
7.2 仪器	(187)
7.3 观测	(194)
7.4 水坝安全法规	(195)
7.5 水库失事危害性和失事风险评价	(197)
参考文献	(199)

第二部分 其他水工建筑物

第8章 治河工程	(205)
8.1 概述	(205)
8.2 明渠流的一些基本原理	(205)
8.3 河流形态学和体系	(209)
8.4 河流测量	(211)
8.5 流量测量建筑物	(216)
8.6 河流洪水演算	(217)
8.7 河道整治	(220)
例题解答	(227)
参考文献	(233)
第9章 引水工程	(236)
9.1 拦河坝和水闸	(236)
9.2 进水口	(255)
9.3 鱼道	(268)
参考文献	(272)
第10章 交叉建筑物和跌水建筑物	(274)
10.1 渠道进口和出口	(274)
10.2 涵洞、桥和漫水桥	(281)
10.3 跌水建筑物	(296)
参考文献	(304)
第11章 内陆水道	(307)
11.1 概述	(307)
11.2 定义、分类和其他水道	(308)
11.3 水道的综合利用	(311)
11.4 内陆水道上的运输	(312)
11.5 渠化和航道	(314)
11.6 船的阻力	(316)
11.7 作用在河岸上的浪	(317)
11.8 船闸	(318)

11.9	节水船闸·····	(325)
11.10	升船机和斜面·····	(326)
11.11	船闸接近段·····	(328)
11.12	内陆港口·····	(329)
	例题解答·····	(329)
	参考文献·····	(330)
第 12 章	水能开发·····	(333)
12.1	概述·····	(333)
12.2	世界水电发展综述·····	(333)
12.3	电力供应和需求·····	(333)
12.4	几个基本概念·····	(334)
12.5	水电开发的类型·····	(335)
12.6	水电站的水头分类·····	(337)
12.7	水电潜能评价的基本水文数据·····	(337)
12.8	水轮机和水轮机选型·····	(339)
12.9	水电站的其他组成部分·····	(349)
12.10	调压室·····	(354)
12.11	小水电开发·····	(357)
12.12	可再生能源·····	(357)
	例题解答·····	(360)
	参考文献·····	(370)
第 13 章	泵站·····	(371)
13.1	概述·····	(371)
13.2	水泵及其分类·····	(371)
13.3	泵管设计·····	(375)
13.4	泵站和引水口的分类·····	(377)
13.5	泵池设计·····	(379)
13.6	拦污装置·····	(379)
13.7	排沙沟·····	(381)
13.8	波动·····	(381)
13.9	泵站和管线的一般设计问题·····	(383)
	例题解答·····	(385)
	参考文献·····	(389)
第 14 章	波浪和离岸工程·····	(391)
14.1	概述·····	(391)
14.2	波浪运动·····	(391)
14.3	线性理论的有效范围·····	(397)
14.4	波浪接近海岸·····	(398)

14.5	波浪破碎·····	(399)
14.6	波浪反射·····	(401)
14.7	水池振荡·····	(402)
14.8	波浪衍射·····	(403)
14.9	波浪预报·····	(404)
14.10	波浪统计 ·····	(407)
14.11	作用在圆柱形结构上的力 ·····	(409)
14.12	旋涡引起的振动 ·····	(415)
14.13	圆柱体在浪中的振动 ·····	(419)
	例题解答·····	(420)
	参考文献·····	(424)
第 15 章	海岸工程 ·····	(427)
15.1	概述·····	(427)
15.2	海岸防护·····	(428)
15.3	浪对海岸建筑物的作用力·····	(431)
15.4	浪撞击·····	(434)
15.5	浪漫顶流·····	(436)
15.6	碎石防浪堤·····	(438)
15.7	海岸排污口·····	(442)
15.8	海岸管理·····	(448)
	例题解答·····	(448)
	参考文献·····	(453)
第 16 章	水利工程中的模型 ·····	(456)
16.1	水力模型·····	(456)
16.2	结构模型·····	(462)
	例题解答·····	(464)
	参考文献·····	(465)

表格目录

1.1	世界注册大坝统计	(4)
1.2	英国、美国和中国水坝数量统计	(5)
1.3	最高的水坝	(5)
1.4	体积最大的水坝	(5)
1.5	库容最大的水坝	(6)
1.6	100m 高水坝的基础应力	(21)
1.7	坝型选择:类型与特点	(23)
2.1	土的代表性物理特性	(32)
2.2	黏土的坚固性	(36)
2.3	几种土的代表性工程特性	(39)
2.4	土石坝破坏机制和预防措施	(42)
2.5	心墙土料的特性	(46)
2.6	压实土料的代表性工程特性	(47)
2.7	指导性安全系数:有效应力稳定分析	(54)
2.8	地震加速度系数 α_h 和地震烈度水平	(59)
3.1	地震压力系数	(80)
3.2	指定荷载组合	(81)
3.3	抗剪参数的范围	(84)
3.4	基础岩石剪切强度特性	(84)
3.5	抗剪强度降低的例子	(85)
3.6	推荐的剪摩系数 F_{sf}	(87)
3.7	比较滑动稳定系数;三角形重力断面	(88)
3.8	容许抗压强度	(92)
3.9	系数 K_0 的示意性值	(96)
3.10	水坝大体积混凝土特性	(108)
3.11	水坝碾压混凝土的特点	(111)
4.1	不同等级水坝的洪水、风和浪标准	(121)
7.1	1959~1993 年主要水坝灾难选	(186)
7.2	主要观测仪器和它们与可能存在缺陷的关系	(188)
7.3	代表性观测频率	(194)
8.1	堰的种类	(218)
9.1	淹没(非模态)流修正系数	(248)
9.2	平行流的 β 值	(258)