

河工学

RIVER ENGINEERING

徐国宾 著



中国教师发展基金会教师出版专项基金资助

河 工 学

RIVER ENGINEERING

徐国宾 著

中国科学技术出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

河工学 / 徐国宾 著. —北京: 中国科学技术出版社, 2011. 10

ISBN 978-7-5046-5933-0

I. ①河… II. ①徐… III. ①河工学—文集 IV. ①TV81-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 193692 号

河 工 学

徐国宾 著

责任编辑: 周晓慧 高立波

封面印制: 张建农

封面设计: 陈四雄

出版发行: 中国科学技术出版社

社 址: 北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮编: 100081

电 话: 010-62103164 传真: 010-62103109

印 刷: 北京长阳汇文印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 65.5

字 数: 1631 千字

版 次: 2011 年 10 月第 1 版

印 次: 2011 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5046-5933-0/TV·79

印 数: 1—2000

定 价: 258.00 元

版权所有 翻印必究

内 容 简 介

本书系统地归纳总结了国内外有关河工学方面的既有成果经验、文献和资料，共分 6 篇 19 章。第一篇流域侵蚀与河流地貌及河床演变，包括：第一章河流及其流域；第二章河床演变。第二篇冲积河流水力学，包括：第三章河道水流运动基本规律；第四章河流泥沙运动规律；第五章潮汐河口水流泥沙运动规律。第三篇流域防洪及河道整治，包括：第六章流域防洪规划、措施与标准；第七章堤防工程；第八章护岸工程；第九章堤防险情处理；第十章分滞洪工程；第十一章山洪及泥石流防治；第十二章河道整治。第四篇水库与渠首渠系泥沙问题，包括：第十三章水库泥沙；第十四章引水防沙渠首及稳定渠道设计。第五篇水文测验及河流模拟，包括：第十五章河道水文测验与资料整编；第十六章河工数学模型；第十七章河工物理模型。第六篇水库径流调节计算及调度，包括：第十八章水库径流调节计算；第十九章水库调度。

本书特点是：注意理论联系实际，既便于应用，又反映了国内外最新科研成果，而且通俗易懂。读者可以从中比较容易地学到河工学的理论知识和相关的分析计算方法，并且能够根据书中介绍的具体理论和方法，解决工程实际问题；同时读者还可以从中了解到当今这个领域的发展动态。该书虽然是一本学术专著，但也可以放在案头上作为一本工具书使用，具有较高的学术研究和实际应用参考价值。

本书既可供水利水电工程、水文与水资源工程、港口航道与海岸工程、农业水利工程、土木工程、水土保持与荒漠化防治、资源环境与城市规划管理、地理科学等专业的高年级本科生以及研究生学习参考，亦可供从事这些专业的科研、教学、规划设计、施工和管理等方面工作的工程技术人员阅读参考。

序 一

河流有水利的一面，也有水害的一面。要充分利用河流有利的一面，并克服其有害的一面，就必须对河流进行治理。人类在对河流进行治理过程中，不断加深对河流的认识，逐渐形成了河工学这门学科。

河工学是关于河流治理的一门综合性学科，主要包括治河与防洪工程和河流泥沙动力学两大方面的内容，涉及泥沙运动力学、河床演变学、水力学、水土保持学、水文学、河流地貌学、河流生态工程学、河流模拟等诸多学科。天然河道中的径流具有多变性，但可以通过水库调度，合理调节天然径流，来最大限度地满足水资源综合利用和河流综合治理的要求。所以，本书作者把水库调度内容也包括在这本书里了。

本书作者于1982年1月毕业于华北水利水电学院水利水电工程建筑专业，获工学学士学位。后又在天津大学水利水电工程系获工学博士学位。曾先后任职于水利部西北水利科学研究所、水利部天津水利水电勘测设计研究院科学研究所和天津大学水利水电工程系，一直从事河工学领域方面的研究工作。曾主持完成了包括国家自然科学基金项目、省部级科研基金项目和重大水利工程建设应用科研项目等数十项，积累了丰富的理论知识和实践经验，特别是在渠首渠系引水防沙、河道整治工程、河工模型试验、能耗率理论及其应用等方面做了大量深入的研究工作，取得许多研究成果。在此基础上撰写了这本《河工学》专著。

本书特点是：较系统地归纳总结了国内外在河工学领域的基本理论和方法以及研究成果，并引入国内最新的有关设计规范、规程，注意理论联系实际应用，通俗易懂。读者可以从中比较容易地学到河工学的理论知识和相关的分析计算方法，并且能够根据书中介绍的具体理论和方法，解决工程实际问题；同时读者还可以从中了解到当今这个领域的发展动态。该书虽然是一本学术专著，但也可以放在案头上作为一本工具书使用。因此，我特别推荐给大家，希望能够对大家的工作有所裨益。

中国工程院院士：

韩英为

2011年2月

序 二

徐国宾同志写完本书后，希望我能为这本书作序，我欣然答应。我和徐国宾同志早在水利部天津水利水电勘测设计研究院工作期间就相识了。那时他在院科研所从事河流泥沙与水工模型试验工作，而我经常参加院里的重大工程项目的审查与咨询工作，也经常到科研所了解有关项目的模型试验情况。后来我到天津大学建筑工程学院任教，他也考取了天津大学博士研究生，我成为他的导师之一。他毕业后，学校又安排他担任我的学术助手，我们接触和共事的日子就更多了。据我所知，徐国宾同志早年在西北水利科学研究所从事河流泥沙研究工作，1994年调到天津水利水电勘测设计研究院后继续从事河流泥沙与水工模型试验工作，后又在天津大学水利水电工程系给本科生先后讲授过《水利水能规划》、《水工建筑物》和《水电站》课程；给研究生先后讲授过《水工建筑物安全监测与健康诊断》、《水库优化调度》和《河流动力学专论》课程。所以，他的知识面相当广泛，并有很深的理论和实践水平，从他写的这本书的内容中我们也可以看到这一点。

该书主要论述了流域侵蚀与河流地貌及河床演变，冲积河流水力学，流域防洪及河道整治，水库与渠首渠系泥沙问题，水文测验及河流模拟，以及水库径流调节计算及调度等。我感觉这本书涉及的内容非常广泛，理论与实践结合的也很好，具有较高的学术研究和实际应用参考价值。近年来我国频繁发生的严重水旱灾害，造成重大生命财产损失，暴露出水利基础设施仍然较薄弱，必须大力加强水利工程建设和河道整治，而加强水利工程建设和河道整治离不开科学技术。我相信该书的出版，一定能够给大家提供有益的帮助。

中国工程院院士：

2011年2月

前 言

河流对人类生存和发展所做出的贡献是无与伦比的。自远古以来，河流两岸就一直是人类繁衍生息的主要场所。人类在她的两岸栖息、生存、发展，接受她的恩泽。河流哺育着人类，保证了人们的生活、灌溉、渔业、工业用水，给人们提供廉价的电力能源，航运又是极为方便的交通途径。但河流带来的洪水也常常给人类带来巨大的痛苦和灾难。

洪水是一种自然现象，当洪水超过河道、水库的承载能力时，就会带来洪水灾害。我国历史上是一个洪涝灾害频繁发生的国家，从公元前 206 年至 1949 年的 2155 年间，发生较大洪水的年份有 1092 次，平均约两年一次。在长期与洪水灾害斗争的历史过程中，人类得以不断繁衍，经济得以不断发展，同时也创造了各种各样防御、减轻和适应洪水灾害的对策和措施。远古人类为避开洪水的威胁，以逃避作为防洪手段，即“择丘陵而处之”。随着生产力的日渐发展，人们沿江河两岸定居下来。为了避免洪水肆意泛滥的危害，开始沿河两岸修筑堤防。堤防的修筑大大减少了洪水泛滥的灾害损失。但是，堤防的作用有限，对较大洪水不仅防御不了，而且还存在着溃堤后加重灾害的潜在危险，因而促使人类研究进一步的防洪措施。大禹治水时（约公元前 21 世纪），“随山刊木”，依据“高高下下”的山势、地势和水势，“疏川导滞”，把洪水排入湖泊、海洋的疏导措施，防洪治理又由堤防发展到疏导与堤防相结合的阶段。但限于当时的经济技术条件，对于一条河、一个流域还不能进行综合治理。随着科学技术的进步和社会经济的发展，防洪治理逐步地由局部的治理发展到一条河、一个地区、一个流域的治理。特别是 19 世纪后期开始利用水库防洪以来，防洪工作迅速发展，人们把单一的防洪发展到防洪、发电、航运、排涝、灌溉、水产养殖、旅游等综合开发治理。随后，随着疏浚整治河道、利用分洪区分洪滞洪等各种防洪工程措施不断出现，增强了人类对洪水的防御能力，也丰富了防洪工程措施的内容。20 世纪中期，防洪除采取工程措施外，还提出了非工程措施。防洪非工程措施是一种适应自然而非改变自然的防洪措施，它不能免除洪水灾害，只能减轻和分担洪水损失，减少或避免人身伤亡。自 20 世纪 60 年代以来，防洪非工程措施已在世界范围内得到推广应用。

河流还是一种宝贵的自然资源，可以被用于航运、灌溉、发电、排涝、水产养殖、生活和工业用水等。远古时代，人类就已学会利用河流来为自己服务。航运是水利中最古老的一个部门。在河流上利用船舶运送货物常比用其他运输工具运送经济便宜。航运远在铁路出现以前就已开始发展，至今仍在发挥着重要作用。我国是航运资源比较丰富的国家之一，江河纵横、湖泊棋布，其中能通航的河流就达 5200 余条之多。自古以来，人们就学会了利用河水来灌溉农作物。为此，建造了许多引水工程，把河水引进农田灌溉。引水灌溉在我国具有悠久的历史。据史书记载，早在公元前 246 年由秦朝水工郑国在陕西省的关中平原主持修建完成了郑国渠。该工程引泾河水东至洛河，全长 300 余里，“于是关中沃野，无凶年，秦以富强，卒并诸侯”。在公元前 250 年，秦朝蜀郡太守李冰在今四川省都江堰市主持修建了著名的都江堰引水工程，迄今已经两千多年，仍在发挥作用。水力发电具有成本低、运行灵活、效率高、管理简便、适于调峰和调频、对环境不造成污染等优

点。所以, 世界各国的水电容量都在不断增加, 水电容量在电力系统中的比重也不断提高。我国于 1910 年在云南省昆明市螳螂川上游开工修建第一座水电站——石龙坝水电站以来, 经过 100 年的发展, 目前已建成世界上最大水电站、总装机容量达 2250 万 kW 的长江三峡水电站。

为了防洪、发电、航运、灌溉、引水及河岸洲滩的合理利用等目的, 人们开始对河道进行整治。河道整治的具体任务是: 根据整治的目的, 结合不同类型河道特性及演变规律, 采取相应的工程措施, 保护堤岸免遭冲刷, 改善河流的行洪、航运、引水等条件, 减轻水库泥沙淤积, 使水利枢纽与上下游的天然水流平顺地衔接。对城市河道进行整治时, 还要充分考虑城市要求。居高近水是人们理想的居住环境。城市内河道本来就少, 而河道又往往集航运、排水、游览于一身。营造有序而美化的河道布局, 构筑舒适的休闲岸线, 改善城市环境面貌, 是城市河道整治的目标。

为了合理而有效地整治河道, 就必须掌握河床演变的规律以及河流生态学。河床演变是以泥沙运动为纽带进行的。冲积河流的河床边界组成物质为松散沉积物, 具有可冲刷性, 在水流作用下会发生冲淤变形, 它的河床几何形态是水流和河床相互作用的结果。一方面水流作用于河床, 改变了河床几何形态; 另一方面河床几何形态的变化又反过来影响水流运动, 进而又对河床变化过程产生新的影响。这是一个动力反馈过程, 即河床演变的结果又会影响到河床演变过程本身。水流和河床的这种相互作用, 是通过泥沙运动来表现出来的。河流中的泥沙来源于地表和组成河床边界的物质。在一定的水流和河床边界条件下, 水流所携带的泥沙数量恰好使河床不冲不淤, 此时水流中的含沙量称为水流挟沙力。如果水流的实际含沙量大于水流挟沙力, 就会有泥沙淤积, 使河床升高或束窄。如果水流的实际含沙量小于水流挟沙力, 就会产生冲刷, 使河床下降或展宽。由此可见, 河床冲淤变形的根本原因在于河流输沙不平衡。

传统的河道整治工程在防洪、航运、灌溉、供水等方面给人们带来了直接的经济效益, 而往往忽视了河流作为一个生态系统为人类所带来的长远利益, 更难于看到因整治工程改变了河流形态多样性, 而对人类利益造成的长远损害。在重视生态环境保护的今日, 河道整治也已并非传统意义上的河道整治, 已经赋予“生态的”或“自然的”河道整治新含义。例如, 在河道整治过程中, 在不影响行洪和航运的前提下, 尽量保留河流中接近自然状态的部分, 如湿地、浅滩、深潭等; 尽量保持河道的自然弯曲形态; 尊重河流原有的自然断面形态, 保持河流断面形状的多样性; 护岸材料尽量采用透水材料。进而营造出接近自然的河流形态, 以满足河流形态多样性要求。

水库的兴建为发展发电、灌溉、供水等兴利事业提供了巨大的机会。但是, 通过水库大量引水, 常导致下游河道断流, 而河流的生命在于水的流动, 干涸的河道会使河流死亡, 河流生态环境遭受破坏。河流生态环境的破坏直接影响到水资源的可持续开发利用。所以, 在水库调度中须考虑下游河流生态环境需水量。河流生态环境需水量是指维持河流生命健康所需的临界水量。

人类为了自身利益, 对河流进行治理开发, 是不可避免的。在现代社会, 几乎没有一条河流不受到人类的影响。但随着现代人类对经济效益最大化的过度追求, 对河流进行大规模、甚至过度的治理开发, 对河流的自然生态环境破坏甚大, 使我们不得不面对河流萎缩、干涸、污染, 以及某些水生物种减少或灭绝的危机。因此, 对河流的治理开发, 一定要“适度”。这个“适度”如何定? 答案是, 应以维持河流生命健康为“适度”。如果因河

流的治理开发,使河流生命健康出现问题,就应放弃这些治理开发工程。对于已经过度治理开发或污染的河流,当务之急是改善河流水质,恢复维持河流生态功能所需的最小用水量;最终目标是满足河流形态多样性要求,恢复河流生命健康。河流是有生命的,善待河流,就是善待生命,也就是善待我们人类自己。无论我们如何对河流进行治理开发,但着眼点就是要维持人与河流的和谐相处,不能以牺牲河流的生命健康为代价,来一味追求最大经济效益。

河流在自然情况下以及在修建工程后所发生的演变过程,又会对人类的日常活动产生巨大的影响,因此有必要对这一演变过程做出研究预测,以此作为制定整治工程规划并进一步控制演变过程的依据。而研究预测的方法不外乎以下3种:①野外及实际工程观测资料的采集与分析;②数学模型计算与分析;③物理模型试验与分析。在这3种研究方法中,第1种研究方法是最基本的,也是最根本的。因为人们对河床演变过程的认识,往往是从野外实际观测开始的,它不仅本身具有独立解决问题的价值,而且还能为数学、物理模型提供验证资料。实际工程观测资料,尤其是类似工程的观测资料分析,对研究工作具有重要的指导意义,可以避免因忽略重要影响因素而造成失误,也可对研究工作的合理性进行检验。第2种研究方法,数学模型计算,由于周期短、费用省,而且不存在比尺效应,在现阶段,已在河道整治及水利工程建设中得到相当广泛地应用。第3种研究方法,物理模型试验是建立在相似理论基础之上的。由于水流运动规律非常复杂,一个复杂河道整治设计方案,在目前还不能完全依靠理论计算,得到满意的结果,而是必须在理论计算的基础上通过模型试验来确定设计方案是否合理,并对不合理的方案进行修改,以满足设计要求。与数学模型相比,物理模型试验优点是轻而易举地避开了一切数学处理上的困难,即使是复杂的三维问题,在这里也不难解决。而缺点是周期长、费用高而且存在比尺效应。无论是数学模型计算成果,还是物理模型试验成果,都要进行判断分析,不可盲目地应用到工程上。以上3种研究方法是相辅相成的,在解决具体工程问题时,究竟采用那几种方法,视问题的复杂性而定。

综上所述,河工学是关于河流治理的一门综合性学科,主要包括治河与防洪工程和河流泥沙动力学两大方面的内容,涉及泥沙运动力学、河床演变学、水力学、水土保持学、水文学、河流地貌学、河流生态学、河流模拟等诸多学科。天然河道中的径流具有多变性,但可以通过水库调度,合理调节天然径流,来最大限度地满足水资源综合利用和河道综合治理的要求。所以,河工学还应该包括水库调度。

本书是在归纳总结了国内外有关河工学方面的成果经验、文献和资料的基础上编写而成的,其中也包括了作者在这方面几十年研究成果。在编写过程中,内容尽量简明和实用,并力求能够反映出国内外最新科研成果,以及国内最新的有关设计规范、规程。书中系统地阐述了河工学的基本原理和方法,共分6篇19章。第一篇流域侵蚀与河流地貌及河床演变,包括:第一章河流及其流域;第二章河床演变。第二篇冲积河流水力学,包括:第三章河道水流运动基本规律;第四章河流泥沙运动规律;第五章潮汐河口水流泥沙运动规律。第三篇流域防洪及河道整治,包括:第六章流域防洪规划、措施与标准;第七章堤防工程;第八章护岸工程;第九章堤防险情处理;第十章分滞洪工程;第十一章山洪及泥石流防治;第十二章河道整治。第四篇水库与渠首渠系泥沙问题,包括:第十三章水库泥沙;第十四章引水防沙渠首及稳定渠道设计。第五篇水文测验及河流模拟,包括:第十五章河道水文测验与资料整编;第十六章河工数学模型;第十七章河工物理模型。第六

篇水库径流调节计算及调度,包括:第十八章水库径流调节计算;第十九章水库调度。其中部分内容曾作为研究生课程《河流动力学专论》和《水库优化调度》讲授,又根据学生们的反映,进行了修改。本书在编写过程中参阅了大量的国内外文献资料,借鉴了同行们的研究成果,在此表示衷心的感谢!

本书写作大概始于1997年,当时工作不太忙,时间相对富余一些,我就想把我多年积累的研究成果总结一下,并成书出版。而且当时手头上也积累了不少资料,这其中有我认为对我工作有帮助的各种资料复印件,还有我的一些读书笔记及平时工作中记录下来的心得体会,这些资料对我后来的写作非常有帮助。大约写了本书内容的1/3后,因到天津大学读博就搁笔了。后来我到天津大学建筑工程学院任教,前前后后给本科生和硕士生讲授过6门课。每门课我都要查很多资料写讲义,这样除了讲义外,我手头上又积累不少文献资料。我把这些讲义中的部分内容改写后加到我原来写作的那本书里,并调整结构,继续补充了一部分内容,才形成了这本书的初稿,根据书中内容,取名《河工学》。最后临出版前又根据国内外最新的科研成果进行了补充和修改,才定稿。因作者曾在科研、设计和教学3类不同性质的单位工作过,通常情况下,科研强调创新,设计强调按规范、规程做,而学生或初学者既要学习已有知识、又要了解国内外最新研究动态。所以,在写作中,注意对已有知识重新改写,将其归纳分类条理化、简明扼要实用化,同时引入国内最新的有关设计规范、规程;而对国内外的最新科研成果注意归纳总结有甄别地选择收入。

本书完稿后承蒙曹楚生、韩其为两位德高望重的院士作序,韩其为院士还为全书的结构布局提出了非常宝贵的意见,在此深深表示感谢!我作为天津大学的一员,在工作中得到了崔广涛教授、钟登华院士、练继建教授、冯平教授、白玉川教授和武永新教授等各位的一贯支持与帮助,白玉川教授在我完成初稿后还不辞辛苦地和我一起讨论了书中内容,值此也一并致谢。同时,还要感谢我昔日的同事西北农林科技大学的张耀哲教授和中水北方勘测设计研究有限责任公司的马喜祥教授级高工,以及中国水利水电科学研究院的王延贵教授和杨开林教授,他们分别对书中业务熟悉的有关章节进行了审阅或直接面对面地进行了交流讨论,并提出了许多有益的意见和建议。此外还需要感谢的人很多,在这里就不再一一赘述了。最后,特别感谢我的妻子也是我的同行任晓枫,在我写作期间我们经常就书中的某些内容进行讨论,并且还承担了家里的大部分家务劳动,所以没有她的支持与帮助,本书难以完成。

由于作者水平有限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

徐国宾

2011年2月于天津大学

目 录

序一
序二
前言

第一篇 流域侵蚀与河流地貌及河床演变

第一章 河流及其流域	3
第一节 河流和流域特征	3
一、河流特征	3
二、流域特征	5
第二节 河川径流及其形成过程	9
一、河川径流形成过程	9
二、流域水量平衡方程	10
三、径流量的表示方法和计量单位	10
第三节 流域侵蚀产沙与地貌	11
一、流域侵蚀	11
二、水力侵蚀与地貌	13
三、流域产沙量及计算模型	16
第四节 河流地质作用与河流地貌	21
一、河流地质作用	21
二、河谷形态及类型	24
三、河流阶地	26
四、河漫滩	28
五、河床地貌及河床相冲积物	31
六、古河道及其特征	33
七、河口与三角洲	34
参考文献	38
第二章 河床演变	41
第一节 河型分类、成因及转化	41
一、河型分类	41
二、河型成因	42
三、河型转化	46
第二节 冲积河流自动调整作用	51
一、河流自动调整趋向于相对平衡状态	51

二、河流处于相对平衡状态时水流的熵产生或能耗率最小	52
三、河流的短期调整与长期调整	53
第三节 河床演变中的一些基本概念	53
一、变形过程与终极状态	53
二、侵蚀基准面	53
三、河床变形分类	54
四、影响河床演变的主要因素	55
第四节 造床流量与河相关系	55
一、造床流量	55
二、河相关系	58
第五节 山区河流的河床演变	63
一、山区河流主要特征	64
二、山区河流河床演变特点	66
第六节 平原河流的河床演变	66
一、蜿蜒型河床演变	67
二、顺直型河床演变	69
三、分汊型河床演变	71
四、游荡型河床演变	73
第七节 潮汐河口的河床演变	75
一、潮汐河口分类	76
二、潮汐河口分段及其河床演变	78
三、不同类型河口演变特点	79
参考文献	87

第二篇 冲积河流水力学

第三章 河道水流运动基本规律	93
第一节 河道水流运动基本特性	93
第二节 河道水流结构	94
一、河道水流的流型	94
二、河道水流的流态	95
三、河道水流的流速分布	95
四、河道水流的环流结构	96
第三节 河道水流阻力	102
一、紊流阻力	102
二、河道阻力分割与组合	104
参考文献	107
第四章 河流泥沙运动规律	108
第一节 河流泥沙特性	108

第二节 泥沙起动·····	118
一、泥沙起动的判别标准及受力分析·····	118
二、均匀沙起动流速公式·····	120
三、非均匀沙起动流速公式·····	124
四、斜坡上泥沙的起动流速·····	125
五、扬动流速和止动流速·····	126
第三节 推移质运动·····	127
一、推移质运动特点·····	127
二、沙波运动·····	128
三、动床阻力·····	130
四、均匀沙推移质输沙率公式·····	135
五、非均匀沙推移质输沙率计算·····	140
第四节 悬移质运动·····	143
一、悬移质运动状态·····	143
二、冲泻质与床沙质·····	144
三、悬移质沿水深分布的扩散理论与重力理论·····	145
四、悬移质输沙率与水流挟沙力·····	150
第五节 不平衡输沙与河床冲淤变化·····	155
第六节 高含沙水流·····	157
一、高含沙水流基本特性·····	157
二、高含沙水流运动特性·····	161
三、高含沙水流运动及河床演变的若干特殊现象·····	166
参考文献·····	170
第五章 潮汐河口水流泥沙运动规律·····	174
第一节 潮汐河口水流运动特性·····	174
第二节 潮汐河口泥沙运动特性·····	182
参考文献·····	187

第三篇 流域防洪及河道整治

第六章 流域防洪规划、措施与标准·····	191
第一节 流域防洪总体规划·····	191
一、总体规划原则·····	191
二、总体规划内容·····	192
第二节 防洪措施·····	193
一、防洪工程措施·····	194
二、防洪非工程措施·····	196
第三节 防洪标准·····	198
参考文献·····	202

第七章 堤防工程	204
第一节 堤防的类型及其作用	204
第二节 筑堤材料及填筑标准	205
一、筑堤材料	205
二、填筑标准	206
第三节 堤线、堤距及堤顶高程确定	207
一、堤线选择	207
二、堤距确定	208
三、堤顶高程	208
第四节 堤防断面结构设计	211
一、堤型选择	211
二、堤顶宽度与结构	212
三、堤坡与戗台	212
四、护坡与坡面排水	213
五、防渗体	213
六、反滤层	213
七、堤身排水	215
八、防洪墙	216
九、防浪墙	217
第五节 堤防渗流及稳定计算	217
一、渗流及渗透稳定计算	217
二、抗滑稳定计算	232
第六节 堤基处理	237
一、堤基渗流控制与加固措施	237
二、堤基处理设计方案选择	244
参考文献	245
第八章 护岸工程	247
第一节 河岸坍塌机理	247
第二节 岸坡冲刷计算	248
一、水流平行岸坡冲刷	248
二、水流斜向岸坡冲刷	248
第三节 护岸建筑物	251
一、坡式护岸	251
二、直立式护岸	267
第四节 护岸工程结构	268
一、下层护岸	269
二、中层护岸	269
三、上层护岸	271
参考文献	271

第九章 堤防险情处理	273
第一节 险情种类及出险原因	273
第二节 险情处理措施	275
一、抢险应急措施	275
二、除险加固措施	280
参考文献	282
第十章 分滞洪工程	284
第一节 分滞洪工程的作用与类型	284
一、分滞洪工程的作用	284
二、分滞洪工程类型	284
第二节 分洪道与分滞洪区规划设计	285
一、分洪道规划设计	285
二、分滞洪区规划设计	285
第三节 分洪闸、退水闸总体设计	288
一、分洪闸总体设计	288
二、退水闸总体设计	289
第四节 分滞洪区的洪水风险图	290
一、洪水风险图的作用	290
二、洪水风险图编制步骤及编制说明	290
三、洪水风险图编制所需的基本资料	291
四、分滞洪区的风险区划	291
五、洪水风险图的绘制方法	292
参考文献	293
第十一章 山洪及泥石流防治	294
第一节 概 述	294
一、山洪与泥石流	294
二、综合防治措施	295
第二节 山洪及泥石流防治工程措施	296
一、蓄水工程	296
二、坡面治理工程	313
三、沟道治理工程	317
四、排导工程	346
五、停淤工程	352
第三节 山洪及泥石流防治生物措施	354
一、生物措施的作用	354
二、生物措施的类型	355
参考文献	359
第十二章 河道整治	362
第一节 河道整治规划原则	362

一、河道整治规划	362
二、河道整治基本要求	362
三、河道整治基本原则	363
第二节 河道整治规划设计参数	364
一、设计流量及相应水位	364
二、整治河宽	364
三、治导线	365
第三节 河道整治建筑物	366
一、不透水整治建筑物	366
二、透水整治建筑物	374
三、环流整治建筑物	378
第四节 山区河道整治	381
一、石质滩险整治	382
二、卵石滩险整治	385
第五节 平原河道整治	390
一、蜿蜒型河道整治	390
二、顺直型河道整治	392
三、分汊型河道整治	394
四、游荡型河道整治	396
第六节 潮汐河口整治	397
一、挡潮闸	397
二、导流堤	398
第七节 河道渠化整治	400
一、渠化工程对河流的影响	400
二、控制河床冲刷下切的措施	401
三、渠化河宽和平衡比降	402
四、注意营造和保护多样化的生态环境	403
五、渠化整治工程若干实例	403
第八节 桥渡附近的河道整治	406
一、桥位的选择	406
二、桥渡整治工程	408
三、墩台冲刷深度及基础埋深	412
四、墩台基础冲刷防护	423
第九节 城市河道整治及景观生态设计	424
一、城市河道整治中存在的问题	425
二、城市河道整治及景观设计原则	426
三、河道景观构成	427
四、河道形态景观设计	427
五、堤岸景观设计	431

六、人工湿地设计	433
七、河道附属景观设计	439
参考文献	443

第四篇 水库与渠首渠系泥沙问题

第十三章 水库泥沙	449
第一节 水库来沙量分析和估算	449
一、悬移质年平均输沙量估算	449
二、推移质年平均输沙量估算	451
第二节 水库泥沙淤积形态及规律	452
一、水库淤积形态	452
二、水库淤积物的组成	457
三、水库糙率	458
四、水库淤积上延	459
第三节 水库异重流	462
一、水库异重流的现象和基本特性	462
二、水库异重流的形成和持续条件	464
三、水库异重流的运动规律	465
四、高含沙异重流	468
第四节 水库淤积终极状态估算	470
一、水库终极库容和淤积平衡比降	470
二、水库年平均淤积量及淤积年限	473
三、坝前泥沙淤积高程	473
第五节 坝前局部冲刷漏斗	474
一、冲刷漏斗的形成及形态	474
二、影响冲刷漏斗形态和尺寸的因素	475
三、冲刷漏斗形态和尺寸估算	477
第六节 防治或减轻水库淤积的措施	478
一、水库泥沙的拦截与合理利用	478
二、制定合理的水库排沙运用方式	479
三、采用水力、工程措施清除库内淤沙	481
第七节 水库下游河道冲淤变化	484
一、水库不同运用方式对下游河道冲淤的影响	484
二、水库调水调沙运用对下游河道冲淤的影响	489
三、水库下游河道冲刷变形终极状态估算	495
参考文献	499
第十四章 引水防沙渠首及稳定渠道设计	502
第一节 无坝引水枢纽	502