

ZHONGXIAOXING SHUIGONGCHENG
JIANMING JISHU CONGSHU (SAN)



中小型水工程简明技术丛书（三）

ZHONGXIAOXING DIFANG GONGCHENG
JIANMING JISHU ZHINAN

中小型堤防工程 简明技术指南

陈强 沈育民 童克强 胡向阳 陈彦生 编著

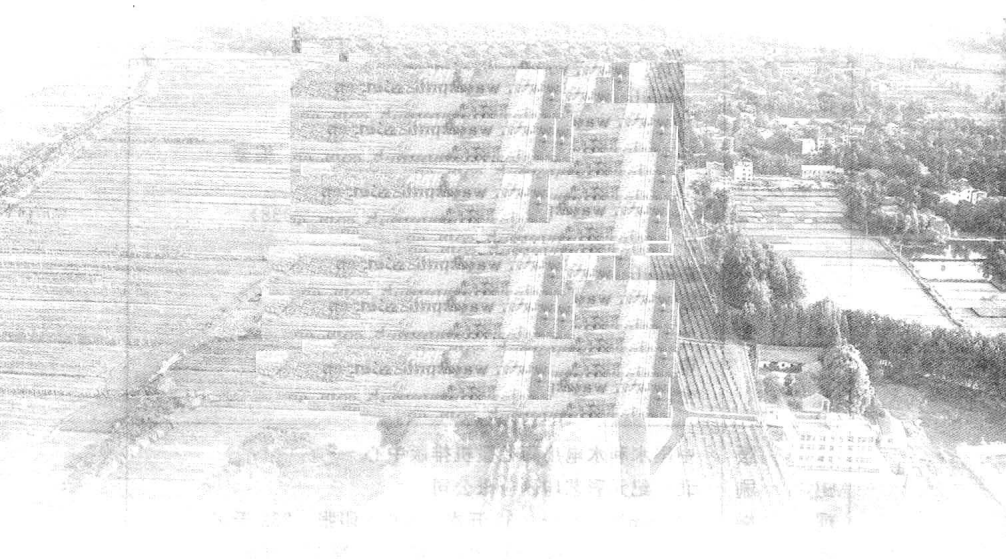


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中小型水工程简明技术丛书（三）

中小型堤防工程 简明技术指南

陈强 沈育民 童克强 胡向阳 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为“中小型水工程简明技术丛书”之一,本书采用通俗易懂的语言,系统地介绍了我国中小型堤防工程的相关知识,突出了现代堤防工程“人水和谐”时具有的环境友好、生态健康、休闲娱乐等特点。全书共9章,分别介绍了我国中小型堤防工程的概念与分类,中小型堤防工程地质勘察、规划、设计、施工、监测、管理、抢险和质量评定与验收等。

本书除适用于从事水资源与水利水电工程技术人员外,还可供相关领域的中职中专、大专院校师生和从事土木建筑与岩土工程的勘测、规划、设计、施工、监理、管理及科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中小型堤防工程简明技术指南 / 陈强等编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2012. 11
(中小型水工程简明技术丛书; 3)
ISBN 978-7-5170-0404-2

I. ①中… II. ①陈… III. ①中型—堤防施工—指南
②小型—堤防施工—指南 IV. ①TV871-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第287605号

书 名	中小型水工程简明技术丛书(三) 中小型堤防工程简明技术指南
作 者	陈强 沈育民 童克强 胡向阳 陈彦生 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 8.625印张 232千字
版 次	2012年11月第1版 2012年11月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	30.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编 著 者 的 话

2011 年中央 1 号文件《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》开宗明义：“水是生命之源、生产之要、生态之基”，“人多水少，水资源时空分布不均是我国的基本国情水情”。

进入 21 世纪 10 年来，新形势下水利的地位越来越重要，水利的作用愈来愈给力。特别是利用水工程为现代农业发展创造条件、为生态环境改善给予保障系统、为国人安全与健康提供水资源与水文化支撑，已成为中华民族的共识并付诸行动。

“中小型水工程简明技术丛书”正是这一共识与行动的一个组成部分。它界定在中小型规模范围，分别从水库枢纽工程、水力发电工程、堤防工程、引调水工程、灌溉排涝工程、防洪工程、围垦工程、水闸工程、灌溉/排水泵站以及水土保持生态工程 10 个测度的技术做了简明介绍，旨在其技术理念的提升更新、技术工艺的规范作用、技术应用的与时俱进。

“中小型水工程简明技术丛书”之所以撇开大型水利工程而专注于中小型水工程技术，一是因为中小型水工程在我国水利工程中占有相当大的比重；二是因为中小型水工程目前存在的缺陷较为严重；三是因为大型水工程将会在 20 年内建设项目逐渐降低，而中小型水工程的“兴建—加固—兴建”循环不止。为此，编著者在过往近 10 年编著出版的“中国堤防工程施工丛书”18 册和“中国水工程安全与病害防治技术丛书”8 册的基础上，与中国水利水电出版社合作，共同策划并编著出版：

1. 中小型水库枢纽工程简明技术指南；
2. 中小型水力发电工程简明技术指南；
3. 中小型堤防工程简明技术指南；

4. 中小型引调水工程简明技术指南；
5. 中小型灌溉排涝工程简明技术指南；
6. 中小型防洪工程简明技术指南；
7. 中小型围垦工程简明技术指南；
8. 中小型水闸工程简明技术指南；
9. 中小型灌溉/排水泵站简明技术指南；
10. 中小型水土保持生态工程简明技术指南。

10 册一套的“中小型水工程简明技术丛书”取之一线智慧即“中小型水工程技术”源于实践一线的经验总结与理论上升。该丛书既非“手册”，也非“标准”“规范”，而是介于两者之间的“手册”提升与“标准”逼近“指南”，核心在于其技术方法的机理创新，重点放在技术如何有效地应用于中小型水工程建设及其加固管理上。

“中小型水工程简明技术丛书”，概念清新，结构严谨，简明扼要，通俗易懂，集知识性、实用性和可操作性于一体，为我国水资源工程建设及其维修加固提供中小型水工程技术支撑。

2012 年 2 月

前 言

在人类与自然诸多的斗争中，与洪涝灾害的斗争是最为典型和持久的一种，贯穿于人类社会发展的整个历程。我国河流众多，在河流两岸居住着大量的人口，但洪涝灾害却频繁发生，从古至今，给我国社会和经济的发展造成了巨大的损失。

在与洪水一次次斗争中，经过血的教训的积累，人们逐渐从理念上进行了深刻的反思，意识到必须从根本上改变人与水的关系，坚持“生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路”，坚持人水和谐的可持续发展道路，坚持人类行为与水环境生态均衡发展之路。在这条文明发展的道路上，为了减小或避免洪水给人类造成灾害，作为疏导洪水和输蓄水资源的“水上长城”的堤防，其建设与发展是一个重要的因素。

根据水利部《2009 年全国水利发展统计公报》，截至 2009 年 12 月 31 日，我国已建成江河堤防 29.14 万 km（其中 1949 年 10 月 1 日以前 4.2 万 km），保护人口 5.9 亿人，保护耕地面积 4700 万 hm^2 。累积达标堤防 11.67 万 km，其中中小型堤防长度约为 11 万 km；全国已建各类水闸 42523 座，其中大型水闸 565 座，分洪闸 2672 座，排涝闸 14488 座，挡潮闸 4644 座，引水闸

7895 座，节制闸 12824 座；已建成各类水库 87151 座，总库容 7064 亿 m^3 ，其中中型水库 3259 座，占全部总库容的 13.0%。

但是由于我国河流众多，且受到财力条件所限，目前中小型堤防工程仍是我国堤防工程的主体，占据绝对的总量，且很多现有堤防是历史上经过多次修建、破坏、再修复加固而逐渐形成的，堤防存在不少问题：①堤防未达到规范要求的标准；②堤基防渗能力差；③堤身质量差；④堤后坑塘多；⑤堤防往往傍河而建，而不少河流河势变化剧烈，或者河滩老险工移位，使原有堤防失去防护作用，为此需要修建新的护岸和控导工程。

因此，在目前或今后相当长一段时间内，中小型堤防工程对我国防洪起着决定性的作用。对其进行探讨满足我国防洪战略和水利发展的客观要求，也是新形势下我国防洪的实际需要。根据《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》，我国“到 2020 年，基本建成防洪抗旱减灾体系、水资源合理配置和高效利用体系、水资源保护和河湖健康保障体系、有利于水利科学发展的体制机制和制度体系”。

《中小型堤防工程简明技术指南》正是出于防洪减灾的目的，针对在我国防洪中起决定性作用的中小型堤防工程的勘察、规划、设计、施工、监测、管理、抢险等进行较为系统地阐述。

全书采取集体讨论与分工合作的形式进行编著，由陈强、沈育民、童克强、胡向阳和陈彦生共同撰写。其中陈强编写第 1 章绪论、第 2 章中小型堤防工程地质勘

察以及第6章中小型堤防工程监测；沈育民编写第5章中小型堤防工程施工及第8章中小型堤防工程抢险的部分内容；童克强执笔编写第4章中小型堤防工程设计与第7章中小型堤防工程管理；胡向阳执笔编写第3章中小型堤防工程规划第8章中小型堤防工程抢险的部分内容及第9章中小型堤防工程施工质量评定与验收。陈彦生参加了部分章节的编写工作，并进行全书的策划与统稿。

在本书的撰写过程中，引用了水利部及长江、黄河、淮河、海河、辽海、松花江和珠江七大流域机构，以及湖北、重庆、江西、浙江、福建、台湾等省（直辖市）的有关资料，在此一并表示感谢。

限于编著者的水平，书中难免有欠妥与失误之处，恳请读者不吝指正。

编著者

2012年3月

【 目 录 】

编著者的话

前言

1 绪论	1
1.1 堤防工程的基本概念	1
1.2 国内外堤防工程建设简况	3
1.3 洪水及堤防工程等级划分	8
1.4 我国中小型堤防工程存在的问题	10
2 中小型堤防工程地质勘察	12
2.1 概述	12
2.2 中小型堤防工程地质勘察内容	12
2.3 中小型堤防工程地质勘察方法	18
2.4 中小型堤防的堤身勘察	25
2.5 中小型堤防工程特殊土的勘察	26
2.6 中小型堤防工程天然建筑材料勘察	33
2.7 中小型堤防工程勘察成果整理	34
3 中小型堤防工程规划	39
3.1 概述	39
3.2 规划原则与步骤	43
3.3 水文计算	44
3.4 工程地质勘察	47
3.5 工程级别、堤线及堤型选择	49
3.6 水土保持方案	49
3.7 环境影响评估	55
3.8 工程投资估算	60
3.9 经济效益分析	62

4 中小型堤防工程设计	65
4.1 概述	65
4.2 中小型堤防工程的级别及设计标准	65
4.3 设计所需的基本资料	67
4.4 堤线布置及堤型选择	69
4.5 堤基处理	71
4.6 堤身设计	74
4.7 堤岸防护	79
4.8 堤防稳定计算	84
4.9 堤防各类建筑物、构筑物的交叉、连接	87
4.10 堤防工程的加固、改建与扩建	89
5 中小型堤防工程施工	93
5.1 概述	93
5.2 施工准备	93
5.3 度汛与导流	95
5.4 筑堤材料	96
5.5 堤基施工	97
5.6 堤身填筑与砌筑	99
5.7 防护工程施工	110
5.8 管理设施施工	111
5.9 加固与扩建	112
5.10 质量控制	113
5.11 工程验收	119
6 中小型堤防工程监测	121
6.1 概述	121
6.2 工程安全监测	121
6.3 环境监测	146
6.4 水土保持监测	148

7 中小型堤防工程管理	158
7.1 概述	158
7.2 堤防工程管理和保护范围	158
7.3 堤防工程观测与检查	161
7.4 交通设施	166
7.5 通信设施	168
7.6 生物工程和其他维护管理设施	171
7.7 堤防加固与护坡维修	174
7.8 工程年运行管理费测算	178
8 中小型堤防工程抢险	179
8.1 抢险的前期工作	179
8.2 堤身漏洞险情的抢护	189
8.3 堤坡渗水险情的抢护	194
8.4 漫溢险情的抢护	199
8.5 堤防滑坡险情的抢护	204
8.6 堤身裂缝险情的抢护	212
8.7 堤防决口的抢护	216
8.8 堤基管涌险情的抢护	220
8.9 接触冲刷险情的抢护	227
8.10 风浪险情的抢护	230
8.11 崩岸险情的抢护	236
8.12 跌窝险情的抢护	242
9 中小型堤防工程施工质量评定与验收	246
9.1 概述	246
9.2 工程项目划分	246
9.3 单元工程质量等级评定标准	249
9.4 施工质量评定	260
9.5 工程验收	263
后记	265

1 绪论

1.1 堤防工程的基本概念

1.1.1 堤防工程的定义

堤防工程，是指沿江、河、渠、湖、海等岸边或沿分洪区、蓄洪区、围垦区边缘修建的挡水建筑物，是世界上最早广为采用的一种重要防洪工程。一般由结构性材料与功能性材料所构成，其中结构性材料包括土、石、混凝土等，功能性材料包括塑性混凝土、水泥混凝土、水泥砂浆、水泥土、土工合成材料、钢筋混凝土、柴枕、模袋、软体排等。对于流域上游位于江河中间顺水

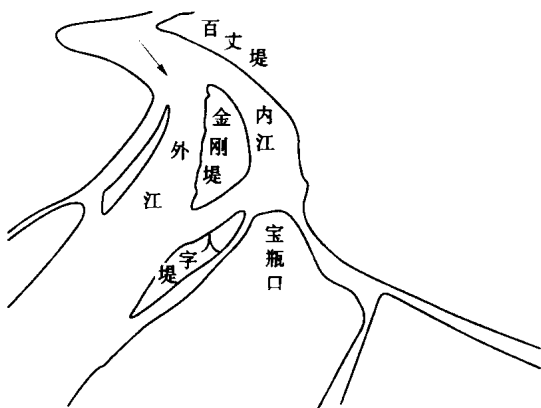


图 1.1-1 长江上游岷江堤防——都江堰三种堤防示意图

流方向构筑的分流建筑物，诸如长江上游都江堰水利枢纽的“百丈堤”、“金刚堤”和“人字堤”（见图 1.1-1）等，也属于堤防工程，只是功能与规模不同而已。

1.1.2 堤防工程的分类

由于堤防分布的水系、附着的工程、所处的河道位置、抵御的洪水标准、具有的作用、构筑的材料和施工方法等均不同，因此根据不同的标准，堤防可分为不同的类型。

（1）依据堤防所在的水系/工程划分。堤防可分为江堤、河堤、湖堤、海堤、渠堤、库堤、路堤等。

（2）依据堤防距离河槽的位置划分。堤防可分为干堤、支堤、子堤、遥堤、缕堤、月堤、隔堤等。

（3）依据堤防防御洪水的标准划分。堤防可分为 1 级堤防、2 级堤防、3 级堤防、4 级堤防以及 5 级堤防。

（4）依据堤防作用划分。堤防可分为防洪堤、防涝堤、防潮堤、防波（浪）堤、分流堤等。

（5）依据堤防构筑材料划分。堤防可分为土堤、石堤、土石堤、混凝土堤、钢筋混凝土防洪墙（堤）等。

（6）依据堤防工法划分。堤防可分为自然堤、人工堤（土堤与混凝土防洪墙）、自然/人工混筑堤、生态堤（超宽堤）等。

1.1.3 堤防工程的功能

筑堤是防御洪水泛滥，保护居民和工农业生产的主要工程措施。因此，堤防工程的最主要目的是为了防御洪水给人类社会带来危害。然而，随着人类社会经济的发展和对生活品质要求的不断提高，堤防建设已经由传统的洪水防御性建设，向集防洪、生态、文化、景观、旅游等于一体的多功能性建设转变。

现阶段堤防工程不仅具有防御洪水灾害的安全功能，还具有生态、文化、景观、旅游等综合服务功能。堤防工程是为了构建安全、环保和生态三位一体的人—水和谐防洪体系。该体系不仅具有抵御洪水与风浪的功能，还有呵护大自然山川植被、人水

和谐共生、维持自然资源永续利用以及社会可持续发展的远景。

但不同环境和条件下堤防的功能各有差异。对于江河堤防而言，上游堤防在河岸防冲与生态环境保护等方面发挥着重要功能；中下游堤防在防渗、抗滑稳定、护岸稳定、河网的调蓄能力、水域的有效保洁、城镇堤防的排涝、城镇堤防的景观欣赏等方面发挥着重要功能。因此河道堤防的综合功能包括引洪、排涝、蓄水、输水、航运、养殖、生态景观、娱乐休闲等。对于海岸堤防而言，除了具备上述河道堤防具有的功能外，还具有抵挡风浪及抗御海潮的功能。

1.2 国内外堤防工程建设简况

1.2.1 国外堤防工程建设简况

自古以来就有“堤因水而生”的道理。在人类筑堤史上，埃及是全球筑堤最早的国家，尼罗河是全球筑堤最早的河流，早在公元前 3400 年古埃及人就在尼罗河上修筑起左岸大堤。

人类自古傍河而居，依水而生，因此堤防的修建是人类社会发展过程中人水争地的必然结果。但在另一方面，堤防工程修筑的状况又依照各国人居距河情况与当时的经济环境而定。无论是古时代的埃及尼罗河左岸大堤，还是拥有 5000 年文明史的中国在华夏民族的母亲河——黄河上修建的堤防（据历史记载，黄河堤防在公元前 844 年时已有一定规模），都是从“居丘”到“降丘宅上”，即从上游山区逐渐下移至平原的过程中“与水争地”的结果。

作为防洪的重要工程手段之一，土堤是全球堤防中的主体，而且普遍采用人工堆土夯筑而成。而且历史上由于大多数堤基与堤身均未有事先进行规划设计与采用科学施工技术构筑，因此现在仍有不少堤防不时遇到过大洪水的侵袭而酿成水灾与惨祸。

世界上主要国家河流堤防修筑见表 1.2-1。

表 1.2-1 世界上主要国家堤防构筑情况简况表

国家	最早筑堤时间	筑堤河段位置	筑堤状况 (至 20 世纪末)
荷兰	1919 年	莱茵河下游	已建海堤 795km, 河堤 1500km, 湖堤与运河堤 1600km, 田堤 4000 多 km
德国	1800 年左右	莱茵河中下游	堤坝及防洪墙总长度 7500km; 防洪墙采用活动装配式钢结构, 即洪水来时装, 枯水时拆
法国	1800 年左右	莱茵河侧运河	运河堤顶宽 15m, 堤顶高 1.2m, 堤坡 1:3, 采用混凝土衬护
英国	1874 年	泰晤士河伦敦段	主要是海潮对伦敦市的洪灾, 当前预防标准是 200 年一遇
美国	1717 年	密西西比河下游	密西西比河干支流堤长 7860km
埃及	公元前 3400 年	尼罗河左岸	尼罗河干支流大堤长约 2000km
印度		恒河下游	1947 年已有筑堤 5280m, 1954 年为 6000km, 1990 年底为 15675km
日本	300 年左右		计划用 50 年做城市“超级堤防”(堤身宽度是其高度的 30 倍以上)系统建筑 (1987~2037 年), 堤身宽 300~500m
孟加拉		布拉马普特拉河	该河位于孟加拉国, 长 400km, 右岸筑堤 217km, 左岸筑堤 123km
波兰	12 世纪		系统堤防
意大利		波河河谷	
巴基斯坦		信德省	至 20 世纪 80 年代堤防总长达 5350km
匈牙利			为防多瑙河的洪水, 在第一次世界大战前筑堤约 400 余 km
瑞士	1876 年	莱茵河瑞士、德国边境	堤高 8m
中国	公元前 844 年左右	黄河、淮河	至 2009 年底, 我国已建成江河堤防 29.14 万 km, 累积达标堤防 11.67 万 km, 其中中小型堤防长度约为 11 万 km, 为世界之最

1.2.2 我国堤防工程建设简况

我国地域辽阔,地形复杂,年降水量集中,大部分地区受到洪水灾害的威胁。尤其是我国各大江河中下游 100 多万 km^2 的国土面积,集中了全国半数以上的人口和 70% 的工农业产值。这些地区地面高程有不少处于江河洪水水位以下,因此,堤防建设事关我国经济发展的命脉,是影响国计民生的大事。在我国,堤防的建设已成为一项维持社会稳定与推动时代进步的重要基础性工程。

1949 年以前,我国堤防只有 4.2 万 km ,除黄河下游大堤、荆江大堤、洪泽湖大堤、永定河堤防、钱塘江海堤外,堤防不仅数量很少,且残缺不全,防御能力很低。新中国成立后,我国在蓄泄兼筹、统筹规划、把堤防作为防洪综合治理措施的前提下,进行了大规模的堤防建设。从 1949 年开始,黄河进行了三次大规模的修堤运动。

据统计,60 年来,我国各大江河持续开展了堤防的加高培厚及除险加固工作,其中黄河下游大堤进行了多次修复,累积土石方量相当于修建 13 座万里长城。至 2009 年,全国已拥有各类堤防 29.14 万 km ,其中中小型堤防长度约为 11 万 km ,保护着近 3415 万 hm^2 耕地、4 亿人口,是我国重要的防洪屏障。在 1958 年黄河大水、1963 年海河大水、1991 年江淮大水、1994 年珠江大水、1995 年第二松花江大水、1995 年嫩江及松花江大水、1996 年及 1998 年长江大水中,堤防发挥了极其重要的作用,使广大人民群众的生命和数以亿计的财产免受损失。表 1.2-2~表 1.2-4 给出了我国 20 世纪末的主要堤防情况。

表 1.2-2

我国主要堤防一览表

流域名称	堤名	堤长 (km)	堤高 (m)	堤顶 超高 (m)	堤宽 (m)	迎水 边坡	背水 边坡	保护面积 (km^2 / hm^2)	保护人口 (万人)
长江	荆江大堤	182.35	10~16	2.0	8~12	1:2.5~ 1:3	1:3~ 1:5	153 万	800

续表

流域名称	堤名	堤长 (km)	堤高 (m)	堤顶 超高 (m)	堤宽 (m)	迎水 边坡	背水 边坡	保护面积 (km ² /hm ²)	保护人口 (万人)
长江	无为大堤	124.20	8~10	2.0	8	1:2.5~ 1:4	1:3~ 1:4	/28.5万	600
	同马大堤	173.40	7~10	1.5	8	1:3	1:3~ 1:5	/18.67万	240
	黄广大堤	86.84	7~10	1.5	8				
	汉江遥堤	55.36	8~12	2.0	8~12			44万/	760
	武汉市堤 (土堤) 45.00 (防洪墙)	150.77	8~12	2.0	8~12	1:2.7~ 1:3	1:3	8467/	724
	九江长江干堤	123.50	10	2.0	8			81万/	219
	上海市海塘 (防护墙)	465.00	6~8	2.0	4~9	1:1.5	1:2~ 2:5	5800/	950
	江浙海塘 (防护墙)	401.00	.	2.0	2.5	条石或块石 1:0.5	1:2		.
黄河	临黄大堤	1371.22	10	2.1~ 2.5	10~20	1:2~ 1:3	1:2~ 1:5	12万 /1亿	7800
淮河	淮北大堤	238.00	10	2.0	6~10	1:3	1:3~ 1:5	/66.67万	560
	洪泽湖大堤	70.63	8~9	2.0	10~30	1:3	1:3	/3000万	2000
海河	永定河大堤	170.00	8~10	1.5~ 2.5	8~10				1000
辽河	石佛寺、 盘锦大堤	192.79 (左) 191.40 (右)	7	1.5~ 2.5	6	1:2.5	1:3.5 ~ 1:5	16万/	