

ZHONGXIAOXING SHUIGONGCHENG

JIANMING JISHU CONGSHU (QI)



中小型水工程简明技术丛书（七）

ZHONGXIAOXING WEIKEN GONGCHENG

JIANMING JISHU ZHINAN

中小型围垦工程 简明技术指南

朱爱林 王复兴 刘毅 王剑波 陈彦生 编著



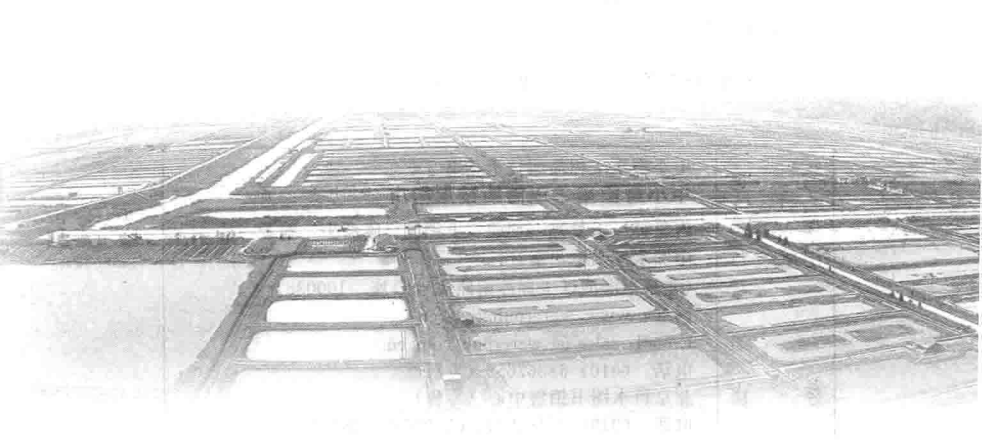
中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

中小型水工程简明技术丛书（七）

中小型围垦工程 简明技术指南

朱爱林 王复兴 刘毅 王剑波 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,采用通俗易懂的语言,系统地介绍了中小型围垦工程的相关知识,突出了现代围垦工程“人水和谐”时代具有的环境友好、生态健康、休闲娱乐等特点。全书共10章,分别介绍了我国中小型围垦工程的概念与分类,中小型围垦工程勘测、规划、设计、施工、监理、监测、管理、环境影响评价和水土保持、经济评价等。

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

中小型围垦工程简明技术指南 / 朱爱林等编著. —
北京:中国水利水电出版社,2012.12
(中小型水工程简明技术丛书;7)
ISBN 978-7-5170-0490-5

I. ①中… II. ①朱… III. ①中型—围垦—排灌工程—指南②小型—围垦—排灌工程—指南 IV.
①S277.4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第314139号

书 名	中小型水工程简明技术丛书(七) 中小型围垦工程简明技术指南
作 者	朱爱林 王复兴 刘毅 王剑波 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) 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
经 售	
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 9.125印张 245千字
版 次	2012年12月第1版 2012年12月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	34.00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

中共中央、国务院《关于加快水利改革发展的决定》〔2011年1号〕开宗明义指出：“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彰显其重要，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、拦河水闸、灌溉/排水泵站以及水土保持生态工程十个测度的技术作了简明介绍，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。

本“丛书”之所以撇开大型而专注于中、小型水工程技术，一是因为中、小型水工程在我国大量而普遍存在；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至为零，而中、小型水工程的“兴建——加固——兴建”循环不止。为此，编著者在过往近十年编著出版的“中国堤防工程施工丛书”十八册和“中国水工程安全与病害防治技术丛书”八册的基础上，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；
- ②中小型水力发电工程简明技术；
- ③中小型堤防工程简明技术；

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

10 册一套的“中小型水工程简明技术丛书”试图成为水工程技术品牌战略的创新点。因为，长此以往，中小型水工程技术要么被忽视，要么简单的缩小范围与精度套用大型水工程技术规范/标准/规程或导则、指南、手册。为此，“服务细节”推进中小型水工程技术战略意图就摆在水利人的案头并成为水利人的首要思考点。

同时，编著出版一套中小型水工程技术丛书，“教化”的目的是不可或缺与替代的。“教化”目的说到底就是“人才建设”，铺就“品牌未来”。

第三，本丛书的编撰资源，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。丛书是介于“手册”“标准”之间，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，系当下水利水电类图书中不可多得的系列专著。可以预料，该丛书的出版，将会在我国贯彻落实 2010 年 12 月 31 日公布的“中央 2011 年第 1 号文”精神活动中，以“技术服务细节”推进现代化水资源工程品牌战略，以“技术人才建设”铺就现代水资源工程品牌战备未来，以“技术一线指挥”助力现代化水资源工程品牌战略创新开辟蹊径，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

我国河湖众多，海岸线漫长，千百年来，沿江河湖泊及沿海各地人民坚持与奋斗，前赴后继围海筑堤、填湖造地，变滩涂为桑田。许多地方的耕地就是历史上围海、围湖造地的结果，如浙江舟山市现有耕地的 40%，浙江省宁波市慈溪、浙江省杭州市萧山区现有耕地的 50% 以上都来源于对海涂围垦造地。我国仅围海造地就达 10 多万 km^2 ，约为荷兰国土的 3 倍。荷兰的系统海堤形成于 13 世纪，而我国的系统海堤——钱塘江北岸的捍海塘在 7 世纪就已出现。我国围垦工程继长城、运河之后，作为中国古代的三大工程之一而闻名于世。

围垦就是利用堤防包围具有特定条件的沿江、滨湖和海边滩地（主要是落潮滩地，当然，随着围垦事业的发展，还可以在稍深水中），于筑堤工程完成后通过排水设施疏干堤内使之成为农田的工程。围垦工程按照水域类别分为海涂围垦、围海造田。海涂围垦是对沿海海涂进行围垦，大型的海涂围垦如浙江省温岭市的东海塘围垦工程。围海造田是对海湾浅滩进行围垦，如荷兰的弗莱福兰省大部分即是由围海造田而成。近年来，围垦的目的更从传统的发展种植与渔盐生产，逐渐发展为多样化地利用滩涂来造福人类（如上海市金山石化总厂就

是在滩涂上发展起来的), 可见, 围垦造地对社会经济建设有着重大作用。

我国近代滩涂围垦的历史进程是: 由简单的抛石围垦逐步走向应用高科技、新工艺、新材料的复杂围垦; 由群众自发组织的小规模、低标准、低投入的围垦逐步走向由政府指导组织的大规模、高标准、高投入的围垦; 由盲目无序化的围垦逐步走向科学化、规范化和法制化的围垦; 由单一投资体制逐步走向多元化投资体系; 由资源利用随意化逐步走向宏观调控和优化配置; 由管理服务分散化逐步走向综合一体化; 由单一的开发利用模式逐步走向全方位、综合性、立体化的优化模式; 由只考虑经济型围垦逐步走向兼顾生态和社会效益型围垦。总之, 是一个由低级、快速、稳步向高级发展的过程滩涂资源作为潜在的后备土地资源, 为人类提供了赖以生存的广阔空间。我们必须科学合理地开发利用和保护, 要坚持因地制宜、尊重自然规律全面统筹协调的原则, 要依靠先进适用的围垦工程技术开拓创新, 瞄准前沿, 跟踪国内外先进水平增强科学管理水平; 要以科学发展观为指导, 按照生态环境相容性原则, 在滩涂开发利用中注入生态的理念, 实现“人涂”和谐相处, 走“既能满足当代人需求、又不危及后代人生存”的可持续发展道路。

因此, 为了确保中小型围垦工程的功能、效益的正常发挥以及长久运行安全, 特针对我国围垦工程对自然平衡的影响, 采用通俗易懂的语言, 撰写了这本“中小型水工程简明技术丛书”之一《中小型围垦工程简明技术》指南。本书以水利水电工程相关规范规程为依据,

研究吸收了围垦工程规划、设计、施工、管理及生态环境保护工作中积累的经验，参考了公开发表的论文和著作，系统地介绍了中小型围垦工程的相关知识，包括中小型围垦工程的概念、分类以及围垦工程勘测、规划、设计、施工、监理、监测、管理、环境保护和水土保持、经济评价等方面的技术要点，以供从事水资源与水利水电工程技术人员参考使用，也可供水利院校师生学习参考。

本书采取集体讨论与分工合作的形式进行编著，由朱爱林、王复兴、刘毅、王剑波和陈彦生共同撰写。其中朱爱林编写第1章、第4章、第10章和附录A；王复兴编写第7章、第8.1~8.6节、第9章和附录B；刘毅编写第2章、第5章、第8.7节和附录C~D；王剑波编写第3章、第6章和附录E~G；陈彦生参加了部分章节的编写并对全书进行了策划与统稿。

在编写过程中，参考了国内大量的相关规范规程以及公开发表的论文和著作，在参考文献中一并列出，在此表示衷心的感谢！同时由于时间紧迫、编者水平所限，本书不当之处敬请赐教。

编著者

2012年4月

【 目 录 】

编著者的话

前言

1 绪论	1
1.1 围垦工程的基本概念	1
1.2 围垦工程发展历史	2
1.3 围垦工程分类	8
2 中小型围垦工程勘测	11
2.1 水文气象勘测	11
2.2 工程地质勘测	34
3 中小型围垦工程规划	44
3.1 规划原则	44
3.2 规划目标和主要内容	44
3.3 堤线规划	46
3.4 水闸规划	47
3.5 泵站规划	47
3.6 围区配套设施规划	47
3.7 工程案例——小洋山北海堤围垦工程平面布置	49
4 中小型围垦工程设计	55
4.1 围垦工程平面设计	55
4.2 设计水位与设计波浪	56
4.3 滩涂治理和围堤工程地基处理	58
4.4 围堤设计	60
4.5 交叉建筑物设计	70
4.6 保滩促淤设计	96
4.7 围垦工程设计典型工程案例	99

5 中小型围垦工程施工	112
5.1 围堤工程施工	112
5.2 交叉建筑物的施工	117
5.3 施工质量评定与工程验收	117
5.4 工程案例	121
6 中小型围垦工程监理	134
6.1 概述	134
6.2 监理组织及监理人员	135
6.3 施工监理工作程序、方法与制度	138
6.4 施工准备阶段的监理工作	140
6.5 施工实施阶段的监理工作	142
6.6 环保监理	160
6.7 水保监理	165
7 中小型围垦工程监测	170
7.1 海堤监测	170
7.2 环境监测	177
7.3 水土保持监测	179
8 中小型围垦工程管理	189
8.1 概述	189
8.2 管理体制和机构设置	190
8.3 管理范围和保护范围	190
8.4 工程监测管理	191
8.5 其他维护管理设施	191
8.6 工程运行管理费	192
8.7 工程案例	192
9 环境影响评价和水土保持	198
9.1 概述	198
9.2 环境影响评价	198

9.3	水土保持	199
9.4	生态围垦	203
9.5	工程案例—临海市北洋涂围垦工程环境 影响评价	206
10	经济评价	234
10.1	概述	234
10.2	财务评价	234
10.3	国民经济评价	235
10.4	不确定性分析	235
10.5	围垦项目实施过程中的造价控制	235
10.6	实例	239
附录		241
附录 A	波浪计算	241
附录 A.1	风浪计算的基本要素	241
附录 A.2	风浪要素计算公式	242
附录 A.3	波浪浅水变形计算	244
附录 B	软基处理	246
附录 B.1	软基处理—塑料排水带换算直径	246
附录 B.2	竖向排水通道的布置与打设长度	246
附录 B.3	预压方式与固结后地基强度增长的 计算	247
附录 B.4	固结时间计算	247
附录 C	波浪爬高、越浪量、波浪力和护坡计算	248
附录 C.1	海堤越浪量计算	248
附录 C.2	护坡计算	249
附录 D	海堤圆弧滑动稳定计算	253
附录 D.1	有效固结应力法	253
附录 D.2	$\phi=0$ 法	253
附录 E	地基固结度计算	254

附录 F 堵口的转化口门线	260
附录 G 围堤（闸、站）工程项目划分	265
引用标准编目	267
参考文献	270
后记	276

1 绪论

我国沿海滩涂分布十分广泛，滩涂资源在我国 6 大后备土地资源开发利用中经济最合理，投资最可行。由此可见，滩涂围垦开发是沿海地区一项重要的国土开发事业，滩涂也将成为我国经济发展新的增长点。加快沿海滩涂资源开发，已成为一项重大的国家战略决策，对缓解我国人多地少的矛盾、补充耕地资源不足、拓展产业发展空间、促进区域经济协调发展具有重要作用。因此，做好沿海滩涂围垦工程设计，有助于推动我国沿海滩涂研究事业，且具有重要的发展前景。

1.1 围垦工程的基本概念

围垦是指在滩涂将涨落潮位差大的地段筑堤，防止潮汐浸渍并将堤内海水排出，造成土地，用于农业生产的工程。滩涂土地是非常宝贵的自然资源，具有很高的开发价值，既可以造田，增加耕地面积，促进耕地总量动态平衡，又可发展养殖业、工业、旅游业、房地产业及相关产业等，还可进行城市建设，缓解建设用地需求。因此滩涂土地开发利用是一项系统工程，必须制定土地综合开发利用规划以及分期实施规划，加强宏观调控，进行科学引导。

对海滩地的围垦又称海涂围垦；对经常淹在水下的海湾浅滩的围垦又称围海造田。在围垦区内要修建完整的排灌系统，排除地面径流，控制地下水位，并对种植的作物进行合理灌溉。海涂

垦区首先要引淡水淋洗土壤盐分，并采取蓄淡养青、种植耐盐作物等措施积累土壤有机质，加速土壤脱盐，提高土壤肥力。

1.2 围垦工程发展历史

1.2.1 国外围垦工程发展现状

1.2.1.1 荷兰围垦工程的经验

由于荷兰的领土大部分为低洼地，所以其围垦基本上属于围海造地。围垦方式多采用复式围垦方式（即修筑两道堤防以确保围垦地的安全，有的还要在圩区内建造拦洪水库或者水闸），但根据地形，也有直接面向海面的单式围垦（即用一道堤防把落潮滩地包围起来）。就围垦面积所需的堤长而言，其堤防长度很短，因而能采用较大、较坚固的堤防。围垦区内的各种工程建设，是在社会、经济、卫生、林业等各部门的配合下进行，特别是围垦区内公路网中的干道还作为荷兰的国内交通与国际交通的要道而起着很重要的作用。荷兰围垦工程的土壤改良和农业技术指导工作都做得很出色，农业机械化程度很高，对通过下层土渗入的地下盐分问题给予了足够而细心的注意。

由于围垦的基本方式不同，荷兰堤防工程具有下列特点：

（1）堤防的最终稳定形态，趋向于具有极缓坡度（像海滨、砂丘那样）的砂堤。这时对堤顶标高的要求相当高，因此见不到胸墙，在堤顶附近则只进行简单的铺草。顶宽一般较小，外坡的保护也较简单（采用铺砌石块方式或沥青护面），在堤防的防渗方面，可以看到在外坡护面之内侧使用大量的不渗水材料——冰砾泥，这种方案在他们看来是有效合理的。外坡上的平台与直立式护脚墙有所不同，要么不设，若要设置就要有相当大的宽度。其高程大体上在暴水位或大潮满水位附近。然而多采用缓坡（1:6 或 1:8）而设有平台的形状。

（2）堤防的基础处理。依地基性质而有所不同，但软弱部分几乎全部挖掉，在荷兰须德海（Zuider Zee）的 Markerwaard 地

区软弱层较厚处,甚至挖到地下 14m 并用良质土置换。也有像三角洲地区的堤防那样,采用很大的底宽进行筑堤的事例。

(3) 常用梢蓐。这是荷兰围垦工程施工技术的最大特点之一,可以说是围垦工程获得成功的关键,与其说能够节约石料,倒不如说其柔软性在保护坡面、护岸和龙口底面方面发挥了良好的作用。

(4) 关于龙口底槛的构造,则有一整套水工实验数据,这也是富有经验的荷兰围垦技术的特点之一。在假定底槛平坦部分的两侧坡面和与之相连的海底将被刷深的情况下,推算出其最终稳定形状并采取相应的措施,这是挡潮工程中最重要的一环。因为常有很强水流流过头门,所以龙口一般采用低槛 (Low Silt) 并常用开敞沉箱堵口。

1.2.1.2 日本的围垦经验

日本在围垦工程中的经验是要考虑一些围垦条件因素,主要包括潮差、滩涂、土质和地质。潮差越大越适于围垦,但必须是平均潮差,特别是大潮潮差较大;滩涂发达程度一般与潮差成比例。一般讲不少地方的滩涂土质都含有 50% 或稍多些的粘土 (粒径在 0.01mm 以下),少数情况只有含 20% 粘土的砂质或砂砾土层,严重的砂砾地区差不多都形成了小面积的回淤滩,在这种砂质或砂砾质地区,即使潮差很大也不适于围垦。同时从地质情况看,局部地区的深粘土层,即在 100m 以下的深层中仍含有粘土,像这样的滩涂,从筑堤以及圩堤的维修角度考虑,都是不太好的围垦地区。因此在进行围垦时,针对这一问题必须确定适宜的围垦地区。

1.2.1.3 国外对海堤断面型式的选择特点

(1) 日本以往的海堤断面型式主要有梯形、缓坡三角形及缓坡梯形几种。

(2) 欧洲的海堤断面型式多为三角形缓坡式,尤其是北海方面的海堤,多是 1:6~1:10 的缓坡型式。这些海堤没有砌石护坡工程,只在坡面上铺树桩或设置拦栅进行防护。其中以荷兰须

德海主堤断面的规模为最大，其大部分土堤高 112m，堤顶宽 130m，内坡中间有一戽道，宽 30m，并有 5m 宽的双线铁轨和 5m 宽的国家公路。

(3) 海堤高程的确定也是非常重要的，堤顶高程不足当然是最危险的，但过高也会造成浪费。因此，若要决定正面（迎水面）堤防的堤顶标高，则应比较下面计算公式结果，并考查附近已建堤防的标高及过去的潮害记录等调查资料，计算公式如下：

堤顶标高 = 年正常最高高水位 (H. W. E. T.) + 气象潮 + 波高 + 超高 = 以往的最高暴潮 + 波高 + 超高

式中：波高是指波浪冲击堤防时的静水面上的高度；堤顶标高指设置主堤身上的胸墙顶高，堤顶标高必须保持比年正常最高高水位 (H. W. E. T.) 3m 以上。因此，堤身填土的顶高应低于胸墙的高度。

(4) 堤顶宽度的确定：通常小型堤防为 2~3m，大型堤防为 4~6m。此规定主要是从道路的需要考虑的（堤防结构的要求，仅居次要地位）。

1.2.2 我国围垦工程发展现状

开发利用滩涂资源是促进社会经济发展的重要途径之一。滩涂围垦不仅为国家提供了大量的生活物资和财政来源，而且推动了沿海地区人口集聚、土地开发、城镇兴起，极大地促进了沿海地区的社会进步和经济发展。20 世纪以来，我国滩涂资源的开发利用走过了以下几个阶段。

(1) 滩涂开发利用。新中国成立以前，我国滩涂的围垦主要有两种形式：一种是先垦后围，即在已浮露的滩涂上先种植水草或耐咸高秆作物，以加速淤积，待淤至中水位高程后，才进行筑围；另一种是先围后垦，即一些富裕人家，在稍浮露的滩涂外围树干抛石，形成堤围基础，并加速其淤积，等滩涂淤积至可耕后，才沿抛石基线进行筑围，然后耕种。如广州郊县的番禺增城南部及广州郊区，就是用这种方法逐步发展起来的。滩涂围垦基本上是由群众自发组织，围涂面积小，工程标准低，所围土地均

用来农业种植和盐业生产。因此，我国滩涂开发利用进程比较缓慢，形式也比较单一，开发价值也相应较低。

(2) 滩涂的开发利用。新中国成立以后 30 年内，我国政府十分重视滩涂资源的开发，滩涂开发利用进入到全面围垦的高峰期。

20 世纪 60 年代初期，在人民公社、大跃进和农业学大寨的形势下，从新中国成立前群众自发的小规模、低标准围涂，发展成为由集体或地方政府组织的大规模围涂造地运动。部分省、市还为此成立了专门的围垦海涂管理局等形式的管理机构，制定了一些管理办法。60 年代中期到 70 年代末期逐渐扩大了围海范围，即从高滩围海发展到中、低滩促淤围海，从河口海岸筑堤围海扩大到堵港围海。各级政府开始加强对围海工作的管理，并注意了工程的前期工作，沿海各地对围垦出来的滩涂加快开发利用。如江苏、浙江和上海两省一市围垦面积达 53.3 万 hm^2 ，多用于农田和水产养殖，部分供盐业利用；辽宁省滩涂围垦的重点集中在辽河三角洲和东沟、庄河等沿海平原上，全省开垦滩涂的面积达 38 万多 hm^2 ，用于种植中、晚粳稻。

(3) 滩涂的开发利用。20 世纪 80 年代以后，我国滩涂资源的开发利用进入了新的历史时期。随着改革开放进程的加快，各级政府普遍加强了对滩涂围垦工作的管理，在机构体制、政策法规、物力财力等方面给予大力支持，并注重围涂的总体规划，用科学的规划来协调、处理围涂与江河整治、河道行洪、排涝、引水、航运、环境、生态等各个方面的相互关系，避免由于盲目无序的围垦工程建设而造成排他性不良后果。由于沿海经济的快速发展，滩涂围垦不断由单一地扩大耕地向水产养殖、工业城镇建设、港口码头建设、观光旅游等多元化、综合性方向发展，并且在滩涂资源的开发利用模式、优化配置形式以及融入市场经济平台等方面，也逐渐得到充实、丰富和提升。

1.2.3 滩涂开发利用原则和模式

(1) 滩涂开发利用原则。我国在开发滩涂资源方面虽然取