

ZHONGXIAOXING SHUIGONGCHENG

JIANMING JISHU CONGSHU (JIU)



中小型水工程简明技术丛书（九）

ZHONGXIAOXING GUANGAI / PAISHUI BENNZHAN

JIANMING JISHU ZHINAN

中小型灌溉 / 排水泵站 简明技术指南

黄建成 龚伏秋 王黎 郭谨 陈彦生 编著

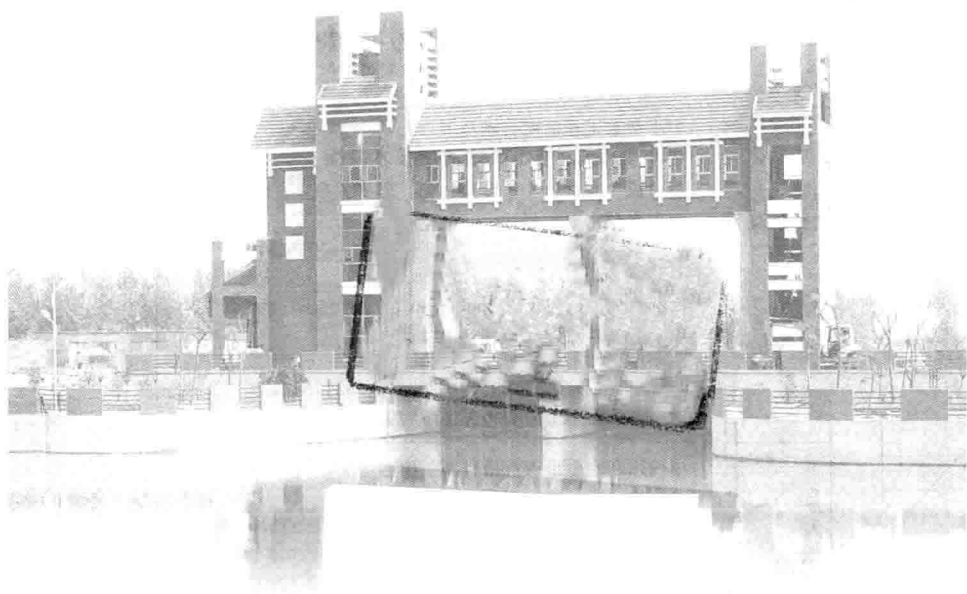


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中小型水工程简明技术丛书（九）

中小型灌溉 / 排水泵站 简明技术指南

黄建成 龚伏秋 王黎 郭谨 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“中小型水利工程简明技术丛书”之一,采用通俗易懂的语言,系统地介绍了中小型灌溉排水泵站地质勘察、中小型灌溉排水泵站工程规划、中小型灌溉排水泵站工程设计、中小型排水灌溉泵站工程施工、泵站的安装验收、中小型灌溉排水泵站工程监理、安全监测、泵站运行和管理等。

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

中小型灌溉/排水泵站简明技术指南 / 黄建成等编著

· 一 北京:中国水利水电出版社,2013.12

(中小型水利工程简明技术丛书;9)

ISBN 978-7-5170-1520-8

I. ①中… II. ①黄… III. ①中型—泵站—排灌工程—指南②小型—泵站—排灌工程—指南 IV.

①TV675-62②S277-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第307989号

书 名	中小型水利工程简明技术丛书(九) 中小型灌溉/排水泵站简明技术指南
作 者	黄建成 龚伏秋 王 黎 郭 谨 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
经 售	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
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 14.625印张 393千字
版 次	2013年12月第1版 2013年12月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	50.00 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

泵站是将水由低处抽提至高处的机电设备和建筑设施的综合体。机电设备主要为水泵和动力机（通常为电动机和柴油机），辅助设备包括充水、供水、排水、通风、压缩空气、供油、起重、照明和防火等设备。建筑设施包括进水建筑物、泵房、出水建筑物、变电站和管理用房等。泵站工程在防洪、排涝、供水、灌溉、发电、养殖、生态保护等方面发挥着重要作用，在水资源的优化配置和防洪减灾中具有特殊地位。

新中国成立以来，我国修建了大量灌溉/排水泵站，据不完全统计，截至 21 世纪初，我国已拥有大、中、小型固定灌排泵站 50 余万座，配套机井 418 万眼，各种农用水泵 593 万台，机电灌排动力保有量近 8000 万 kW。全国泵站灌排总效益面积达 5.3 亿亩，其中灌溉面积 4.68 亿亩，排涝面积 0.62 亿亩。全国大型泵站共 383 处，装机总功率达 449 万 kW，其中，承担防洪排涝的泵站有 269 处，装机总功率 222 万 kW。

需要指出的是，我国已建的灌溉/排水泵站大部分建于 20 世纪 80 年代以前，由于当时社会经济和技术条件限制，很多泵站规划设计不合理，建设标准低：运行

效率低下，能耗高，工作寿命短；泵站型式单一，不能满足不同类型供水需要；且水泵机组低端产品多，原创技术匮乏，高新技术应用少，信息化和自动化程度低。此外，由于中小型泵站工程管理水平较低、维护经费投入不足等主观因素影响，导致泵站工程安全运用留下隐患，不能够完全发挥泵站兴利除害的效益，已引起国家相关部门的高度重视。

根据世界农业灌溉与供水保障技术的发展现状，现代灌溉/排水泵站正在向职能多元化、形式多样化、运行智能化发展，更注重节能环保，更注重运行稳定，更注重高新技术的采用，效率更高、成本更低是未来的发展趋势。因此，为了确保新建、改扩建灌溉/排水泵站工程的功能、效益的正常发挥以及长久运行安全，特针对我国泵站工程比例较大、运行中存在问题较多的中小型灌溉/排水泵站，编著者采用通俗易懂的语言，编写了这本《中小型灌溉/排水泵站简明技术指南》，以供从事水资源与水利水电工程技术人员参考使用，也可供相关院校师生学习参考。

本书采取整体讨论与分工合作的形式进行编著，由黄建成、龚伏秋、王黎、郭谨和陈彦生共同撰写。其中，第1章、第2章、第3章、第4.1节、第9章由黄建成执笔；第4.2节、第4.3节、第4.5节、第4.6节由龚伏秋执笔；第4.4节、第4.7节、第6章、第7章、第8章由王黎执笔；第5章由郭谨执笔。陈彦生参加了部分章节的撰写并对全书进行了统稿。

在编写过程中，引用了国内的有关规范标准以及参

考了相关的论文著作，在此一并表示感谢！

鉴于编著者水平有限，本书难免存在遗漏和不当之处，在此恳请读者不吝赐教。

编著者

2013 年 11 月

目 录

编著者的话

前言

1 绪论	1
1.1 灌溉排水泵站概述	1
1.2 我国灌溉排水泵站发展现状	4
1.3 国外机电排灌事业的发展概况	13
1.4 灌溉排水泵站等级划分	20
1.5 泵站的防洪(潮)标准	22
1.6 我国中小型灌溉排水泵站存在的问题	23
2 中小型灌溉排水泵站地质勘察	25
2.1 概述	25
2.2 规划勘察	26
2.3 可行性研究勘察	29
2.4 中型工程初步设计勘察	36
2.5 小型工程设计勘察	49
2.6 施工勘察	53
2.7 勘察成果整理	57
3 中小型灌溉排水泵站工程规划	59
3.1 概述	59
3.2 扬水区的划分及站址选择	62
3.3 泵站建筑物布置	67
4 中小型灌溉排水泵站工程设计	73
4.1 概述	73
4.2 泵房	96

4.3	进出水建筑物	154
4.4	其他型式泵站设计	167
4.5	水力机械及辅助设备	175
4.6	电气	205
4.7	闸门、拦污栅及启闭设备	226
5	中小型排水灌溉泵站工程施工	243
5.1	概述	243
5.2	施工测量	244
5.3	地基与基础	250
5.4	泵房施工	276
5.5	流道与管道施工	299
5.6	进、出水建筑物施工	306
5.7	观测设施和施工期观测	318
5.8	水工金属结构安装	320
6	泵站的安装验收	342
6.1	概述	342
6.2	安装及验收的基本要求	343
6.3	立式机组的安装及验收	351
6.4	卧式与斜式机组的安装及验收	356
6.5	主水泵进水、出水管道的安装及验收	360
6.6	辅助设备的安装及验收	367
6.7	主电动机的电气试验	371
6.8	泵站试运行验收	373
7	中小型灌溉排水泵站工程监理	377
7.1	概述	377
7.2	监理组织和监理人员	378
7.3	施工监理工作程序、方法与制度	382
7.4	施工准备阶段的监理工作	385
7.5	施工实施阶段的监理工作	386

7.6 保修期的监理工作·····	407
8 安全监测 ·····	409
8.1 工程监测 ·····	409
8.2 水力监测 ·····	410
8.3 环境监测 ·····	412
8.4 灌溉水源保护 ·····	413
8.5 工程环境保护 ·····	414
9 泵站运行和管理 ·····	415
9.1 运行和管理 ·····	415
9.2 工程管理 ·····	424
9.3 设备管理 ·····	430
9.4 档案、通信与信息系统管理 ·····	441
9.5 经营管理 ·····	443
9.6 水土资源保护 ·····	447
9.7 泵站的自动化 ·····	450
9.8 结束语 ·····	452
引用标准编目 ·····	453
后记 ·····	456

1 绪论

1.1 灌溉排水泵站概述

泵站是机电排灌中的一部分，其任务是利用动力机带动水泵或提水机具进行提水，通过沟渠对农田进行灌溉和排除涝水，或通过管道为工业和城乡居民生活提供水。泵站工程不同于其他一般水利工程之处：就设备和作业内容方面而言，泵站以水力机械之一水泵为工作机，以电动机或内燃机为动力机，既是动力机械工程又是电气工程。我国已建泵站（特别是大量的小型泵站）主要服务于农业，因此，其机械和动力装备是农业机械化、农业电气化与自动化的重要组成部分。

泵站有多种分类方法，按照其工程用途，可分为农业服务的灌溉泵站、排水泵站、排灌结合泵站和市政工程的给排水泵站等；按照其扬程高低，可分为高扬程泵站、中扬程泵站和低扬程泵站；按照其规模大小，可分为大型泵站、中型泵站和小型泵站；按照操作条件及方式，可分为人工手动控制泵站、半自动化泵站、全自动化泵站和遥控泵站等；按照水泵机组设置的位置与地面的相对高程关系，可分为地面式泵站、地下式泵站和半地下式泵站。

小型低扬程泵站主要分布在平原河网圩垸等多水源地区，如长江三角洲、珠江三角洲等地区。由于这类地区地势平坦，土地肥沃，水源密布，水源水位变幅很小，故以低扬程、小流量为特

点的小型泵站星罗棋布，形成大面积泵站群，这类泵站不仅投资小、效益高，而且在非灌溉季节还可以利用动力设备进行农副产品加工等。中型排灌泵站主要分布在丘陵地区和圩垸地区，有些泵站起单纯排水或单纯灌溉作用，有些泵站则兼顾灌溉和排水的双重功能，它们大多属于中等规模泵站，类型比较多。大型排灌泵站主要分布在湖北、安徽、江苏、湖南等省的沿江滨湖低洼地区，其特点是流量大、扬程低、自动化程度高。高扬程泵站主要分布在陕西、甘肃、山西、宁夏等省（自治区）的高原地区，其主要特点是扬程高、梯级多、工程规模大。

我国幅员辽阔，但人多地少，国民经济以农业为基础，水利是农业以至国民经济的命脉。我国水能资源丰富，但水资源贫乏，人均年水资源 2700m^3 ，仅及世界人均水资源 $1/4$ ，是世界少数几个严重缺水的国家之一。降水量时间分配不均，6~9月降雨量占年降水总量 $4/5$ ，南方台风一次暴雨量可占全年降水总量 $4/5$ ；年际变化大，丰枯年降水量可能相差 5~10 倍之多，北方不少河流连枯期大于 5 年，黄河 20 世纪末以来常出现断流，甚至一年数次断流。水资源地域分布悬殊，黄河、淮河、海河及东北诸河流域耕地占全国总耕地 60%，水资源仅为全国总量 $1/7$ 。加之地形复杂，山地、丘陵和崎岖高原占全部陆地面积的 $3/5$ ，平原不足 $1/8$ 。

基于上述国情和经济发展的需要，兴建提水灌溉、排涝及跨流域调水的泵站工程，是抗御自然灾害、优化水资源配置、改善生态和生活环境、保证农业稳产高产和国民经济持续发展的主要水利措施。

灌溉排水泵站工程与自流排灌工程相比，一般无需修建大型挡水或引水建筑物，因此，受水源、地形、地质等条件影响较小，在绝大多数场合，它均能最大限度地、及时地满足生产上的需要。它具有工期短、收益快、一次投资小、成本回收期短、效益高等优点。尤其 20 世纪 80 年代以来，随着科学技术的不断进步，机械制造和能源工业的高速发展，以及工农业生产对排灌要

求的不断提高等原因，灌溉排水泵站工程已由过去的小型、分散、手动等配套性的田间工程，逐步向大面积的，大、中、小型匹配的，多种目标和多种功能的、高度自动化的主体性水源工程发展。

灌溉排水泵站工程的适用场合：

(1) 无法采用自流引水排灌的场合。例如利用平原地区的井、塘、湖等水源进行灌溉，或者在水低田高的条件下发展灌区以及排除低洼区渍水等。

(2) 采用自流引水排灌不经济的场合。例如采用自流引水排灌需要修建大型挡水建筑物或过长的引水工程；或者需要修建过多、过大的跨越建筑物；或者施工条件艰巨；或者渠系压废良田过多；或者属于临时性工程等。

(3) 需要自流与提水结合的场合。例如在容泄区水位低时，进行自流排水，而在容泄区水位高时，则进行提排；又如在自流灌区中采用机械排水；或者干渠采用自流而在田间采用提水方式等等。

(4) 采用喷灌的场合。

(5) 跨流域调水工程翻越分水岭的场合。

(6) 需要抽水蓄能发电的场合。利用电力系统的非峰荷期向泵站提水，而在峰荷期则利用水泵机组发电，用以调节电网负荷和回收能量。

农村中小型泵站工程其功能主要分为灌溉、排水两类。我国幅员辽阔，各地情况差异较大，因此针对中小型灌溉排水泵站工程特点，广泛搜集和分析研究基本资料是一项十分重要的工作，它给泵站设计提供重要依据。过去，因对基本资料重视不够有不少经验教训，泵站建成后有的水源无保证，有的供电不可靠，有的流量达不到设计要求，完不成灌排任务，从而造成损失和浪费。所以，中小型灌溉排水泵站工程强调要广泛搜集和分析研究与泵站关系密切的基本资料，包括水源、电源、地质、主机型号以及作为设计依据的其他重要数据等。要求对基本资料和数据进



行鉴定，在采用新技术、新材料、新设备和新工艺时，要注意其是否成熟可靠，且重要的新技术、新材料、新设备和新工艺的采用，须经过实践检验。

1.2 我国灌溉排水泵站发展现状

新中国成立以来，随着我国工农业的迅速发展，各类农田旱涝保收标准的提高，高原灌区的大力发展，沿江滨湖洼甸渍涝地区的不断改造，地下水源的开发和利用，以及多目标的大型跨流域调水工程的规划与实施等，促使我国灌溉排水事业得到了很大发展，排灌设备容量及排灌效益都有成百倍的增长。

截至 2004 年年底，我国已拥有大、中、小型固定灌排泵站 50 余万座，配套机井 418 万眼，各种农用水泵 593 万台，机电灌排动力保有量近 8000 万 kW，占全国农用总动力的 1/4。在 50 余万座泵站中，登记在册并实行正规管理的有 33.5 万座，装机容量 2373.5 万 kW，机井装机容量 2370.6 万 kW。此外还有水轮泵站 2.15 万处、水轮泵 3.5 万台、喷灌机组 30 万台。全国泵站灌排总效益面积达 5.3 亿亩，其中灌溉面积 4.68 亿亩，排涝面积 0.62 亿亩。全国大型泵站共 383 处，装机总功率达 449 万 kW，其中，承担防洪排涝的泵站有 269 处，装机总功率 222 万 kW。

几十年来，国家投入巨资沿各大流域及其他主要河流、湖泊修建了堤防、涵闸和泵站；在山区和丘陵地区兴建泵站、拦洪、发电和灌溉工程；在无自流条件的易涝和干旱地区，兴建泵站除涝抗旱。随着灌溉排水泵站工程的发展，特别是大型泵站的建设，在太湖、洞庭湖、东北平原、江汉平原、珠江三角洲等地区，形成了大面积旱涝保收、稳产高产的农业生产基地。在西北等干旱缺水地区还建成了一批高扬程提灌工程，从根本上改变了荒滩旱塬地区的干旱、低产、贫困面貌，促进了当地经济发展和人民生活水平的提高。我国已初步形成了以大型泵站为骨干，重

点中型泵站为主体，小型泵站为补充的灌溉、排涝工程体系。

1.2.1 灌排泵站的发展历程

我国灌排泵站的发展大致经历了以下 5 个阶段：

(1) 新中国成立初的三年国民经济恢复 (1953~1957 年) 和国家第一个五年计划时期。灌溉排水泵站的重点是推广改良人力、畜力水车，东部经济基础较好的部分地区建成了一批中小型泵站。这些工程多带有试点性质，其工程设计所采用的设备和技术主要学习借鉴前苏联经验。配套动力多使用煤气机、柴油机或锅驼机，电动机做动力的只占动力总数的 $1/5 \sim 1/6$ 。1957 年年底机电灌排动力保有量达到 40 万 kW。这一时期机电灌排的发展从一个侧面反映出当时水利建设的重点放在江河整治、防止洪涝灾害上。

(2) 国家第二个五年计划 (1958~1962 年) 和随之而来的三年国民经济调整时期。人民公社化、农村集体经济的迅速发展和农机工业的兴起，为灌排泵站的发展提供了有利条件。仅 1958 年一年的时间，不少省的机电灌排动力保有量翻了一番多。在全国广大农村普遍兴建了一大批中、小型机电灌排泵站，并在长江中下游和山西、陕西等省陆续兴建了一些大型泵站，为提高我国机电灌排泵站建设和管理水平，积累了宝贵经验。同时，在福建、湖南、四川等省水力资源丰富的地区推广了水轮泵。到 1965 年，灌排泵站动力设备保有量约达 200 多万 kW，电动机占总动力保有量的一半左右。随着中国电力、石油工业的发展，农田灌排动力逐步转向柴油机、电动机并举，并淘汰了煤气机、锅驼机。但有些工程仓促上马，缺乏正规设计，给以后的管理维护带来了很大麻烦。

(3) “文化大革命”时期 (1966~1976 年)。灌排泵站的建设与管理受到了巨大影响。尽管这一时期泵站建设速度快、规模大，到 1978 年，全国灌排泵站达 41 万处，动力 1500 kW，其中电力灌排泵站近 80%。但相当一部分工程设计标准低，安装使用了许多性能质量不合格的机电设备，水工结构施工质量差，大



量的工程属“半拉子”工程，可谓“先天不足”。在管理上，原有规章制度废弃，轻视技术管理，“后天失调”更加剧了工程的损坏。

(4) 党的十一届三中全会以后至 1990 年。拨乱反正和改革开放，将工作重点转移到经济建设为中心的轨道上来，泵站建设与管理迎来了新的发展时期，由以外延为主，转向内涵为主。除了新建少数重点大中型泵站工程外，重点进行工程管理和技术改造工作。到 1990 年年底，全国共有灌排泵站 46 万座，装机容量 2000 万 kW。

(5) 1990 年至 21 世纪初，灌溉排水泵站重点是实现农村机电灌排改革。同时，面对 20 世纪六七十年代建设的大量泵站严重老化状况，各级政府加大力度，结合我国大型灌区改造，对部分泵站工程进行了更新改造。这一阶段，我国经历了 1991 年和 1998 年的特大洪涝灾害和严重干旱，各地加快了大中型泵站特别是排涝泵站的建设，全国大型泵站数量与功率现状见图 1.2-1。到 2004 年年底，全国机电灌排动力保有量已近 8000 万 kW，泵站的建设更加注重工程质量和自动化监控。

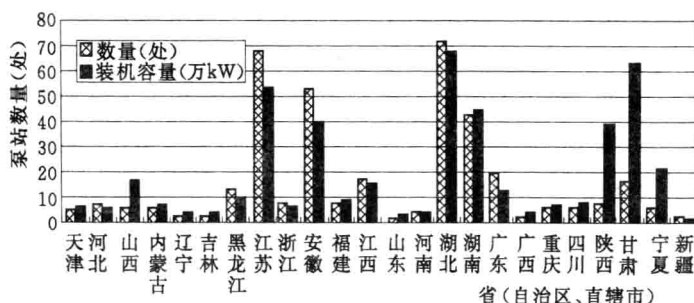


图 1.2-1 全国大型泵站数量与功率现状图

1.2.2 灌排泵站的地位与作用

“堤防保命、泵站保收”，水利工程是国民经济的重要基础设施，泵站是水利工程的重要组成部分，是保护和发展粮食生产的