

PENGUAN YU
WEIGUAN
JISHU YINGYONG



喷灌与微灌技术应用

郑耀泉 刘婴谷 严海军 李云开 郝仲勇 姚彬 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

S275.5
15

喷灌与微灌技术应用

郑耀泉 刘婴谷 严海军 李云开 郝仲勇 姚彬 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书论述农业喷灌技术、农业微灌技术和园林绿地灌溉技术应用的基本问题,按照它们内在关系进行了逻辑组合,形成一种“三合一”的版本。全书共四篇分成十八章:第一篇六章,论述三种灌溉技术应用的基础知识和共同的技术问题;第二篇六章,论述组成各类喷灌与微灌系统设备的基本结构、工作原理、技术性能和指标,以及适用条件;第三篇六章,论述管道式喷灌工程、机组式喷灌工程、微灌工程和园林绿地灌溉系统的设计与运行管理;第四篇,论述了近年来我国部分喷微灌技术的专利与重要创新技术。

本书可供从事喷微灌工程设计、管理人员学习参考,也可供设备制造、试验研究人员及高、中等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

喷灌与微灌技术应用 / 郑耀泉等编著. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5170-3260-1

I. ①喷… II. ①郑… III. ①喷灌②微喷 IV.
①S275.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第130888号

书 名	喷灌与微灌技术应用
作 者	郑耀泉 刘婴谷 严海军 李云开 郝仲勇 姚彬 等 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	184mm×260mm 16开本 40.75印张 966千字
版 次	2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	162.00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

《喷灌与微灌技术应用》

编著和审核人员名单

篇	章	名 称	参加编著人姓名
第一篇	第一章	概述	郑耀泉、窦以松、姜娜
	第二章	土—水—植物	李云开、徐飞鹏、肖洋、郑耀泉
	第三章	水源与水量平衡计算	郑耀泉
	第四章	喷微灌系统灌溉制度与工作制度	郑耀泉、严海军
	第五章	管网水力计算	王素芬、郑耀泉
	第六章	工程概预算与经济技术评价	李淑琴、王文元
第二篇	第七章	灌水器	严海军、郑耀泉、高本虎、沈雪民
	第八章	管道	姚彬
	第九章	给水、控制与安全设备	姚彬
	第十章	过滤器与施肥设备	翟国亮、高进
	第十一章	水泵	严海军
	第十二章	喷灌机	郑耀泉、郭传苍、江明华、曹文东、杜加国
第三篇	第十三章	管道式喷灌工程设计	郑耀泉、顾亚萍
	第十四章	机组式喷灌工程设计	郑耀泉、郭传苍、江明华、曹文东、杜加国
	第十五章	微灌系统设计	郑耀泉、李宝珠、顾烈烽、祁巧云、李志娟、安俊波
	第十六章	园林绿地灌溉工程设计	李鸣、伊志谦、陈伊玲、门旗、郑耀泉
	第十七章	喷微灌系统自动化控制设计	李鸣、伊志谦、门旗、阮俊瑾
	第十八章	喷微灌系统运行管理	郑耀泉、李久生
第四篇	专利与创新技术		刘婴谷、李志娟、陈玲(共 35 家单位和个人提供)

《喷灌与微灌技术应用》的审核工作：

第一次审核：王文元，对第一章至第十六章和第十八章进行审核。黄兴法参加部分章节的校核

第二次审核：北京市水科学技术研究院

郝仲勇、高振宇、许翠平、潘卫国、原桂霞对第一章至第十八章全书进行审核

全书终审：北京中农天陆微纳米气泡水科技有限公司

张天柱、李志娟、祁巧云、安俊波、邢利利、乔敬进行全书终审

《喷灌与微灌技术应用》参予编著并提供资金单位：

北京中农天陆微纳米气泡水科技有限公司

北京市水科学技术研究院

绿友机械集团股份有限公司

中农先飞（北京）农业工程技术有限公司

广东达华节水科技股份有限公司

山东华泰保尔水务农业装备有限公司

宁波维蒙圣菲农业机械有限公司

前言

20 世纪 70 年代中国工业经济迅速发展，为现代农业发展奠定了物质基础，有能力向农业提供资金、技术、能源、设备和新的管理模式。促使传统地面灌溉技术逐步向现代灌溉技术转化，改变“水往低处流”的自然规律，由传统开敞渠道顺坡自流输水地面灌溉；改为给水增动力，通过封闭管网压力送水到灌溉地块后，水在压力作用下其出流状态有：喷洒、滴水、雾状、浸润，进行喷灌和微灌，其区分根据出流状态和单口出流量的多少，所采用不同的灌溉技术分为：喷灌技术和微灌技术。作者在众多的喷灌和微灌技术书籍的基础上，总结我国喷灌、微灌技术试验研究成果和推广应用经验，结合作者的本身的经验体会，将以往分别成书的农业喷灌技术、农业微灌技术和园林绿地灌溉技术，编写成“三合一”的《喷灌与微灌技术应用》一书。

《喷灌与微灌技术应用》一书从逻辑上论述分为四篇：

第一篇“技术基础”介绍喷灌和微灌技术的基础性理论和共用技术问题。

第二篇“设备”介绍喷微灌系统各种设备的基本结构、工作原理、使用条件和方法。

第三篇“工程设计与运行管理”论述各种类型喷微灌工程设计的内容和方法，喷微灌系统的运行管理方法。

第四篇“专利与创新技术”介绍近年来在喷微与微灌技术领域出现的新技术、新方法等。

2008 年在怀柔召开“第七次微灌大会”上，中国水利水电出版社林京编辑向郑耀泉、刘婴谷约稿出版微灌方面的图书，当时我们已年过古稀，能否承担此重任心怀疑虑，经过多次向同行专家、学者、业内人士咨询讨论，他们都表示支持，这样才决心执笔编写。先由郑耀泉提出本书的整体构架和初步编写大纲，经多方征求意见确定了本书整体思路后，决定启动编撰工作。此后，郑耀泉按“编写大纲”要求分别邀请各类型专家、学者和有经验的工程人员计 32 人参加编写共同创作，齐心协力历经 7 年时间，终于脱稿交到水利水电出版社出版。

在 2008~2013 年期间，郑耀泉、刘婴谷先到大庆考察玉米膜下滴灌、参加酒泉微灌大会，感到写书一定要掌握喷微灌市场发展的脉搏，于是从了解

东部沿海地区新兴的市场开始，重点在京津唐地区。然后南下，分不同时段，先到山东莱芜，随后到浙江余姚、海宁、宁海、温州、玉环、杭州；上海嘉庆；江苏南京；福建厦门；广东揭阳、汕头、深圳、广州等地考察灌溉企业，访问老朋友、结交新朋友，感受到技术创新的活力，朝气蓬勃发展的喷微灌市场，给我们信心和力量。通过调研我们对喷微灌设备制造和工程设计、运行管理现状有了更深刻的体会；感受到新老朋友对我们的热情支持和帮助，毫无保留地提供考察现场、技术资料和工程设计实例，使我们对我国节水灌溉技术现状和前景有了较为客观的认识，特别让我们欣慰的是企业的创新活力，对水文化的专注，深信在中国古老而深厚的传统灌溉水文化的基础上，现代灌溉技术会开出更加绚丽夺目的鲜花。

《喷灌与微灌技术应用》一书，在内容的论述上，注意理论和实际结合，既有适度的原理论述，又有引导读者对理论知识深入理解的计算示例，编入各种类型喷微灌工程典型设计案例，适合从事喷微灌应用的各种技术层次人员的需要。本书对各种类型喷微灌工程设计注意结合国家和行业技术标准，这将有助于国家和行业技术标准的贯彻执行，保证喷微灌工程的建设质量。根据我国现代农业发展和农村城镇化、都市农业、设施农业的需要，本书增加了环形管网水力计算和灌溉系统随机供水的工作制度相关内容。运行管理是保证喷微灌工程充分发挥效益的最后环节，也是更加麻烦复杂的技术环节。了解掌握喷微灌工程运行管理知识，对于运行管理人员和设计者同样重要。本书除论述喷微灌系统一般的运行管理方法外，也论述了灌溉施肥（“水肥一体化”）和微灌系统防堵、抗堵问题。

总之，本书特点是：构架新颖，理论与实用并重；以国家和行业技术标准为准绳；工程设计理论更完善，设计管理并重好读易用；专利与创新技术引导企业，通过市场发展的需求开发优质新产品。

作者

2014年6日



目 录

前言

第一篇 技 术 基 础

第一章 概述.....	3
第一节 技术概念与特点	3
第二节 喷微灌系统的类型与组成	4
第三节 喷微灌技术的选型	8
第二章 土—水—植物	10
第一节 土壤三相及其对植物生长的影响	10
第二节 土壤类型及其水理特性	18
第三节 喷微灌条件下土壤水入渗与分布	23
第四节 作物耗水量	28
第三章 水源与水量平衡计算	40
第一节 水源	40
第二节 水量平衡计算	43
第四章 喷微灌系统灌溉制度与工作制度	52
第一节 灌溉制度	52
第二节 喷微灌系统工作制度	54
第五章 管网水力计算	61
第一节 概述	61
第二节 管道水头损失计算原理	62
第三节 树枝形管网水力计算	68
第四节 环形管网水力计算	73
第五节 多口出流管道水力计算	80
第六节 变管径多口出流管道水头损失计算	88
第七节 水锤计算	90
第六章 工程概预算与经济技术评价	95
第一节 工程概预算	95
第二节 工程定额	96
第三节 基础单价	100
第四节 建筑安装工程单价	106

第五节	工程总概算编制	117
第六节	经济评价	127
第七节	技术评价	138

第二篇 设 备

第七章	灌水器.....	145
第一节	喷头	145
第二节	微灌灌水器	157
第三节	喷水带	170
第四节	园林绿地灌水器	172
第五节	灌水器技术性能测试	180
第八章	管道.....	197
第一节	塑料管	197
第二节	金属管	207
第三节	管道及管件的选择	209
第九章	给水、调控与安全设备.....	211
第一节	管道给水装置	211
第二节	流量控制设备	212
第三节	压力调节阀	215
第四节	安全保护装置	217
第五节	测量装置	225
第十章	过滤器与施肥设备.....	228
第一节	过滤器	228
第二节	施肥装置	241
第三节	过滤器和施肥设备技术性能测试	245
第十一章	水泵.....	254
第一节	灌溉常用水泵的类型	254
第二节	水泵工作参数	261
第三节	水泵选型	264
第十二章	喷灌机.....	284
第一节	绞盘式喷灌机	284
第二节	圆形喷灌机	291
第三节	平移式喷灌机	301
第四节	滚移式喷灌机	308
第五节	小型喷灌机组	314

第三篇 工程设计与运行管理

第十三章	管道式喷灌工程设计.....	323
------	----------------	-----

第一节	设计基本资料	323
第二节	设计标准与基本参数	323
第三节	喷头选择与组合间距的确定	326
第四节	水量平衡计算	333
第五节	管道式喷灌系统的布置	333
第六节	喷灌制度与系统工作制度的确定	334
第七节	管网水力计算	336
第八节	设备配套设计	341
第九节	主要干管土方工程设计	344
第十节	设备材料计划	345
第十一节	投资概预算与经济评价	345
第十二节	施工安装和运行管理建议	345
第十三节	设计成果	345
第十四节	固定管道式喷灌系统设计案例	346
第十五节	半固定管道式喷灌系统设计案例	369
第十四章	机组式喷灌工程设计	376
第一节	绞盘式喷灌机灌溉工程设计	376
第二节	圆形喷灌机灌溉工程设计	380
第三节	绞盘式喷灌机灌溉工程设计案例	382
第四节	圆形喷灌机灌溉工程设计案例	388
第十五章	微灌系统设计	397
第一节	概述	397
第二节	设计标准和基本设计参数	397
第三节	灌水小区设计	401
第四节	棉花滴灌工程设计案例	424
第五节	日光温室蔬菜滴灌工程设计案例	435
第六节	果树小管出流灌溉工程设计案例	443
第七节	蔬菜微喷灌工程设计案例	459
第八节	日光温室“水肥气热一体化”滴灌系统设计案例	466
第十六章	园林绿地灌溉工程设计	485
第一节	概述	485
第二节	设计基本资料收集分析	486
第三节	设计标准和基本参数的确定	486
第四节	水量平衡计算	488
第五节	灌水器的选择与布置	488
第六节	园林绿地灌溉系统布置	492
第七节	植物灌溉制度与系统工作制度的确定	493

第八节 园林灌溉工程设计案例	495
第十七章 喷微灌系统自动化控制设计	523
第一节 概述	523
第二节 喷微灌系统自动化设计	527
第三节 绿地喷微灌系统自动控制设计案例	535
第四节 水肥一体化精准灌溉施肥调控系统设计案例	539
第十八章 喷微灌系统运行管理	546
第一节 喷微灌系统运行的一般程序与方法	546
第二节 施肥管理	549
第三节 灌水器的维护	555

第四篇 专利与技术创新技术

水务发展战略与生态建设综合技术	565
农业农村水综合利用解决方案	567
物联网智能灌溉施肥控制通用开发系统与应用技术	569
Toppo 全自动恒压变频泵站机组及国外园林灌溉设备	571
耕耘技术创新产品、立足文化开拓市场	573
卷盘式喷灌机和圆形喷灌机设备制造技术	577
电动圆形、平移和绞盘式喷灌机设备制造技术	580
喷灌、微灌成套设备与智能化灌溉管理系统技术	583
高效利用水资源、科技化农业、水肥灌溉整体解决方案	585
喷灌微灌喷头设备生产技术及太阳能全自动灌溉控制器	588
智慧农业产品技术	590
高泥沙含量黄河水用于滴灌技术	593
化解国内自动化灌溉系统重点设备难题的创新技术	595
节水和环境治理过滤器降能耗、自清洗装置技术	597
喷微灌首部过滤器、注肥(药)泵技术设备	599
农业水、肥专业解决方案及多元化施肥装置	601
灌溉施肥产品的集成与应用——一站式水肥一体化灌溉系统解决方案	604
内嵌式扁平滴头滴灌管管生产线	607
现代滴灌设备生产线技术	610
高品质喷灌、微灌成套产品及技术	612
微灌滴头模具及自动化组装设备技术	615
稳流集束式滴箭组与农田灌溉自动化控制系统创新技术	617
压力补偿式滴头及稳流器—小管出流的核心	619
微灌(小管出流、渗灌)技术在林业系统中的应用技术	621

节水灌溉喷头、微喷头系统配套设备生产技术 622

喷、微灌系统配套设备产品生产技术 624

微灌喷水带、滴灌带系统配套技术 626

园林绿地现代灌溉工程技术 628

喷泉泵产品机电一体化设备技术 630

水为心舞——梦幻喷泉景观技术 631

轻、小型喷灌机组配套生产技术与水泵新产品开发 633

农业科技园区节水灌溉规划设计工程技术服务 635

参考文献 638

第一篇

技术基础

本编论述喷微灌工程设计与运行管理的基础知识和共同技术问题。包括：概述；土—水—植物；水源与水量平衡计算；喷微灌系统灌溉制度与工作制度；管网水力计算；工程概预算与经济技术评价。这些问题贯穿喷微灌技术应用的全过程，它不仅是各种类型喷微灌工程设计与运行管理的基础知识，而且是喷微灌技术创新的理论基础。

第一章 概 述

第一节 技术概念与特点

一、技术概念

1. 喷灌

“喷洒灌溉的简称，是利用专用设备将有压水流送到灌溉地段，通过喷头以均匀喷洒方式进行灌溉的方法”[引自《喷灌工程技术规程》(GB/T 50085—2007)]。

喷灌与传统地面灌溉一样，都是湿润灌溉面积内作物（植物）根系吸水层全部土壤，属于全面灌溉方法。

2. 微灌

“利用专用设备，将有压水变成细小水流或水滴，湿润植物根区土壤的灌水方法，包括滴灌、微喷灌、涌泉灌（或小管出流灌）等”[引自《微灌工程技术规范》(GB/T 50485—2009)]。

微灌只湿润灌溉面积内每株植物根系吸水区部分土壤，属于局部灌溉方法。

考虑到我国称谓的习惯，并为了叙述的方便，以下将喷灌与微灌合称为“喷微灌”，其他相应术语也以此称谓，例如“喷微灌技术”、“喷微灌系统”、“喷微灌工程”等。

二、技术特点

喷微灌是现代高效灌溉技术，与传统地面灌溉比较有诸多特点，而喷灌与微灌之间又有许多异同之处。为便于理解，这里将喷微灌与地面灌比较的主要技术特点综合列于表 1-1。

表 1-1 喷微灌主要技术特点

序号	项 目 描 述	喷 灌	微 灌
1	灌水器出流状态	喷射状，射程几米至几十米	滴水状、细流状、喷雾状等
2	灌水器流量	250L/h 以上	250L/h 以下
3	湿润土壤方式	全面湿润土壤	局部湿润土壤
4	供水频率	低	高
5	灌溉水利用率	70%~80%	80%~90%
6	作物根区土壤水气协调状况	一般	好
7	对田面小气候的调节作用	较显著	喷微灌显著，其他不明显
8	对土壤结构的影响	黏质土壤可能出现板结，盐碱地有压盐作用	可以保持和改善土壤结构



续表

序号	项 目 描 述	喷 灌	微 灌
9	对水质要求	符合农田灌溉水质标准，含沙和其他杂物过多时需净化	符合农田灌溉水质标准，一般须过滤
10	适用性	适用于平坦地面各类大田作物，也可用于山丘地区	适用于各种地形各种作物、保护地作物、温室作物等
11	工作效率	高	较低
12	增产率	10%~30%	30%~50%
13	产品品质	较好	好

第二节 喷微灌系统的类型与组成

喷微灌系统是实施喷微灌技术的工程设施，其作用是将灌溉水从水源提取并加压，输送到田间灌水地段，通过各种类型灌水器，以不同的方式实施相应的灌水。因此，不论是喷灌系统还是微灌系统，一般都具有四个基本组成部分：①水源与水源工程；②首部设备；③输配水管网；④田间灌水系统。由于灌区条件不同，作物类型和种植模式不同，采用的设备和工作方式不同，喷灌系统和微灌系统又各自有不同的类型。

一、喷灌系统的类型与组成

喷灌系统作为对作物实施喷洒灌溉的专门工程设施，其组成一般包括水源与水源工程设施、首部设备、输配水设备（管道，或管网，或机组）以及喷头。按喷灌系统的工作方式和组成的设备不同，可将喷灌系统分成不同的类型，喷灌系统的类型与组成见表 1-2。各种喷灌系统的工作见图 1-1~图 1-7。

表 1-2 喷灌系统的类型与组成

类 型		组成（除水源与水源工程设施外）			工作方式	常用条件
		首部设备	输配水设备	田间灌水系统		
管道式喷灌系统	固定管道式喷灌系统	抽水机组	主干管、干管、分干管三级，或干管、分干管两级	支管、喷头	抽水机组、各级管道位置固定，喷头分组轮换工作	各种地形矮株密植作物
	半固定管道式喷灌系统	抽水机组	干管、分干管两级，或干管一级	支管、喷头	抽水机组、干管、分干管固定，支管带喷头分组人工移动，在不同位置轮换工作	平坦地面成片矮株作物
	移动管道式喷灌系统	抽水机组	干管一级，或无干管	支管、喷头	干管支管和喷头移动，或全系统人工移动轮灌	



续表

类 型		组成（除水源与水源工程设施外）			工作方式	常用条件
		首部设备	输配水设备	田间灌水系统		
机组式喷灌系统	轻、小型喷灌机组	移动机械、抽水机、输水管道、喷头			机械或人工移动喷灌机组，定点喷灌	
	滚移式喷灌系统	供水管道或管网、滚移式喷灌机			人工或机械滚移式喷灌机定点喷灌	
	卷盘式喷灌系统	供水管道或管网、绞盘式喷灌机组			机械移动喷头，行走喷洒	
	圆形喷灌系统	供水管道或管网、圆形喷灌机组			支管绕中心支轴转动连续喷洒，工作效率高	
	平移式喷灌系统	供水管道或管网、平移式喷灌机组			喷灌机沿一方向直线移动，连续喷洒，工作效率高	



图 1-1 固定管道式喷灌系统在工作



图 1-2 半固定管道式喷灌系统在工作



图 1-3 移动管道式喷灌系统在工作

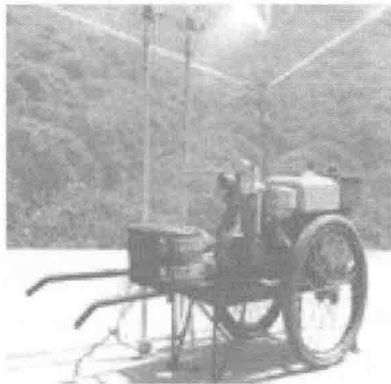


图 1-4 小型机组在工作

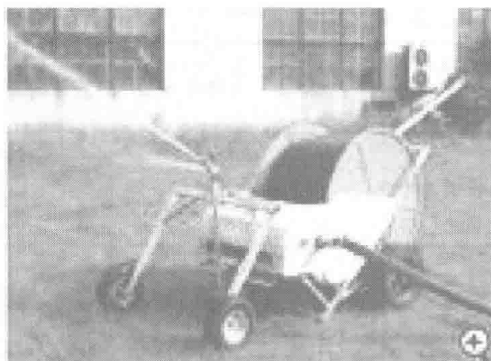


图 1-5 卷盘式喷灌机在工作



图 1-6 圆形喷灌机在工作



图 1-7 平移式喷灌机在工作

二、微灌系统的类型与组成

按灌水器类型和湿润土壤的方式，微灌系统类型与组成见表 1-3，微灌系统用于不同场合见图 1-8～图 1-15。

表 1-3

微灌系统类型与组成

型式	组成（除水源与水源工程设施外）			工作方式	适用条件
	首部枢纽	输配水管网	田间灌水系统		
地表滴灌	抽水机组、肥料注入器、过滤器等	主干管、干管两级，或主干管、干管、分干管、三级	支管、毛管、滴头，或支管、滴灌管（带）	滴状、或细流状湿润作物根层部分土壤	各种地形各种作物，保护地、温室作物
地下滴灌			支管、滴灌管（带）	毛管和灌水器埋于地面以下约 20cm，水流通过滴头湿润作物根层部分土壤	
渗灌			支管、渗灌管	渗灌管埋于地面以下约 20cm，水流通过管壁毛细孔渗湿周围土壤	
微喷灌			支管、毛管、微喷头	水流通过微喷头喷洒湿润周围土壤	
小管出流灌溉			支管、毛管、小管出流器	水流通过小管出流器细流状落于地面，然后散开湿润作物周围土壤	各种地形宽间距高大作物、行种作物