



普通高等教育“十五”国家级规划教材

主 编 李宗尧

副主编 缴锡云

节水灌溉技术

JIESHUI GUANGAI JISHU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

节水灌溉技术/李宗尧主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2004

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-5084-1895-6

I. 节... II. 李... III. 节约用水—灌溉—技术—高等学校—教材 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 126780 号

书 名	普通高等教育“十五”国家级规划教材 节水灌溉技术
作 者	主编 李宗尧 副主编 缴锡云
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	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	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 10.5 印张 249 千字
版 次	2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001 3100 册
定 价	16.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

普通高等教育“十五”国家级规划教材

编辑委员会

主任委员：王志锋

副主任委员：陈自强 王国仪

委员：（按姓氏笔画排序）

王 锋	王庆河	刘宪亮	匡会健
孙敬华	孙晶辉	张俊峰	张朝晖
张耀先	陈良堤	欧阳菊根	
茜平一	黄世钧		

内 容 提 要

全书共六章,主要包括:喷灌技术、微灌技术、低压管道灌溉技术、管道灌溉工程施工与运行管理、渠道衬砌与防渗、地面灌溉节水技术等。本书着重阐述和介绍了节水灌溉规划设计的基本理论和方法、管道灌溉工程施工与运行管理以及渠道防渗等基本知识。

本书为全国水利类高等专科学校和高等职业技术学院农业水利工程专业和水利工程专业通用教材,也可供本科院校及地、市(县)水利部门从事农田水利工作的技术人员参考。

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月

前 言

本教材属于普通高等教育“十五”国家级规划教材。

《节水灌溉技术》是水利工程专业和农业水利技术专业等的一门专业课。本教材本着实用性强，基础理论以必需和够用为度的原则进行编写的。编写中注重理论联系实际，多举示例，突出应用；内容上力求深度、广度适宜；并尽可能反映近年来节水灌溉方面的新技术、新知识、新成果。

全书共分六章。第一章～第三章为节水灌溉规划设计部分，第四章为管道灌溉工程施工与运行管理，第五章为渠道衬砌与防渗，第六章为地面灌溉节水技术。主要阐述节水灌溉规划设计的基本理论和基本方法，管道灌溉工程施工与运行管理以及渠道防渗等基本知识。

参加本教材编写的有杨凌职业技术学院张清林（第四、五章）、沈阳农业大学高职学院闫玉民（第二章第一～三节）、山东水利职业学院赵建东（第二章第四节、第三章）、河北工程技术专科学校缴锡云（第六章）和安徽水利水电职业技术学院李宗尧（绪论和第一章）。全书由李宗尧主编，缴锡云副主编，杨凌职业技术学院崔智武主审。

本教材在编写过程中，曾得到山西、河南、江西、黑龙江等高职高专院校及各位编、审人员所在单位的大力支持和全国水利水电高职教研会的指导，在此一并表示感谢。

书中错误和不妥之处，恳请广大师生和读者批评指正。

作 者

2003 年 5 月

目 录

出版说明

前言

绪论	1
第一章 喷灌技术	7
第一节 概述	7
第二节 喷灌的主要设备	12
第三节 喷灌工程的规划与设计	20
第四节 喷灌工程规划设计示例	32
第二章 微灌技术	37
第一节 概述	37
第二节 微灌主要设备	40
第三节 微灌工程的规划设计	46
第四节 滴灌工程设计示例	61
第三章 低压管道灌溉技术	67
第一节 概述	67
第二节 低压管道灌溉工程常用管材及附件	69
第三节 低压管道灌溉工程规划与设计	86
第四节 低压管道灌溉工程规划设计示例	102
第四章 管道灌溉工程施工与运行管理	108
第一节 管道灌溉工程施工与安装	108
第二节 管道灌溉工程运行与管理	114
第五章 渠道衬砌与防渗	120
第一节 概述	120
第二节 土料防渗	123
第三节 砖石与混凝土衬砌	128
第四节 膜料防渗	135
第六章 地面灌溉节水技术	141
第一节 概述	141
第二节 灌水质量评价	145
第三节 地面灌溉设计	149
第四节 波涌灌溉技术简介	154
第五节 覆膜灌溉技术简介	155
参考文献	158

绪 论

一、节水灌溉的含义及内容

节水灌溉是指用尽可能少的水投入,取得尽可能多的农作物产量的一种灌溉模式。它是技术进步的产物,也是现代化农业的重要内涵。其核心是在有限的水资源条件下,通过采用先进的水利工程技术、适宜的农作物技术和用水管理等综合技术措施,充分提高灌溉水的利用率和水分生产率。节水灌溉技术体系包括工程技术、农艺技术以及与这些技术相应的节水新材料、新设备等。

1. 工程节水技术

工程节水即通过各种工程手段,达到高效节水的目的。常用的工程节水技术有:渠道防渗、低压管道输水灌溉、喷灌、微灌、地下渗灌、地面节水灌溉等。

(1) 渠道防渗技术。为了减少输水渠道渠床的透水或建立不易透水的防护层面而采取的各种技术措施。根据所使用的防渗材料,可分为土料压实防渗、三合土料护面防渗、石料衬砌防渗、混凝土衬砌防渗、塑料薄膜防渗、沥青护面防渗等。渠道是我国农田灌溉主要输水方式。传统的土渠输水渗漏损失大,约占引水量的 50%~60%,一些土质较差的渠道渗漏损失高达 70%以上,是灌溉水损失的重要方面。据有关资料分析,全国渠系每年渗漏损失水量约为 1700 多亿 m^3 , 水量损失非常严重。所以,在我国大力发展渠道防渗技术、减少渠道输水损失,是缓解我国水资源紧缺的重要途径,是发展节水农业不可缺少的技术措施。渠道防渗不仅可以显著地提高渠系水利用系数,减少渠水渗漏,节约大量灌溉用水,而且可以提高渠道输水安全保证率,提高渠道抗冲性能,增加输水能力等。

(2) 低压管道输水灌溉。利用低压输水管道代替土渠将水直接送到田间沟畦灌溉作物,以减少水在输送过程中的渗漏和蒸发损失的技术措施。低压管道输水灌溉具有省水、节能、少占耕地、管理方便、省工省时等优点。由于低压管道输水灌溉技术的一次性投资较低,要求设备简单,管理也很方便,农民易于掌握,故特别适合我国农村当前的经济状况和土地经营管理模式,深受广大农民的欢迎。这项技术已在我国北方地区发展 266.7 万 hm^2 , 在这些地区的井灌区农业持续发展发挥了重要作用。实践证明,低压管道输水灌溉是我国北方地区发展节水灌溉的重要途径之一,是一项很有发展前途的节水灌溉新技术。

(3) 喷灌。喷灌是利用自然水头落差或机械加压把灌溉水通过管道系统输送到田间,利用喷洒器(喷头)将水喷射到空中,并使水分散成细小水滴后均匀地洒落在田间进行灌溉的一种灌水方法。同传统的地面灌溉方法相比,它具有适应性强、节水、省电、灌水均匀、有利于实现灌溉自动化等优点。因此,世界许多国家都非常重视这项节水技术的

应用。

(4) 微灌。微灌是根据作物需水要求,通过低压管道系统与安装在末级管道上的灌水器,将作物生长所需的水分和养分以较小的流量均匀、准确地直接输送到作物根部附近的土壤表面或土层中的灌水方法,包括滴灌、微喷灌和涌泉灌等。与地面灌和喷灌相比,它属于局部灌溉,具有省水节能、灌水均匀、适应性强、操作方便等优点。微灌是一些水资源贫乏的地区和发达国家非常重视的一项灌水技术。

(5) 地面节水灌溉技术。主要有:小畦灌、长畦分段灌、宽浅式畦沟结合灌、水平畦灌、波涌灌溉等优化畦灌技术;封闭式直形沟、方形沟、锁链沟、八字沟、细流沟、沟垄灌水、沟畦灌、波涌沟灌等节水型沟灌技术;膜上灌、膜孔沟(畦)灌等地膜覆盖灌水技术等。

2. 农艺节水技术

农艺节水包括农田保蓄水技术、节水耕作和栽培技术、适水种植技术、各种节水灌溉制度及节水灌溉管理技术等。由于农作物需水规律不同,各自的灌溉制度及管理措施也不同。灌溉制度包括作物播种前(或插秧前)以及全生育期内的灌水次数、每次灌水的日期、灌水定额与灌溉定额几方面。节水灌溉制度是根据作物的需水规律把有限的灌溉水量在灌区内及作物生育期内进行最优分配,达到高产高效的目的,主要包括不充分灌溉技术、抗旱灌溉和低定额灌溉技术、调亏灌溉技术、水稻“薄、浅、湿、晒”灌溉技术等。节水灌溉管理技术是指根据作物的需水规律控制、调配水源,以最大限度的满足作物对水分的需求,实现区域效益最佳的农田水分调控管理技术。包括土壤墒情测报技术、田间管理技术、输配水量调控技术等。田间管理方面可通过平整土地、秸秆覆盖、地膜覆盖、少耕免耕技术,以及合理调蓄、综合利用、定量调配灌溉水源等方法以达到节水的目的。此外,还可利用各种化学制剂调控土壤表面及作物叶面蒸发达到节水的目的,如地面增温保湿剂、抗旱剂、保水剂、种子包衣剂等;利用植物基因工程手段培养高效节水品种等。随着信息技术的发展,通过遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)及计算机网络技术获取、处理、传送各类农业节水信息,为现代农业的发展提供技术支持。

二、节水灌溉的意义

水是人类生存和发展不可替代的资源,是实现经济社会可持续发展的基础。我国是一个水资源相对不足的国家,淡水资源只占世界总量的8%。我国多年平均河川径流量为27115亿 m^3 ,多年平均地下水资源量为8288亿 m^3 ,扣除重复计算水量,多年平均水资源总量为28124亿 m^3 ,居世界第六位,而人均水资源占有量约为2200 m^3 ,只相当于世界人均占有量的1/4,居世界第109位;北方地区人均水资源占有量仅为世界人均占有量的1/21。随着人口的增长和经济的快速发展,我国水资源短缺矛盾更加突出。这种水资源紧缺和水土资源组合不平衡,导致了我国水旱灾害频繁发生。从东南到西北几乎所有耕地的绝大多数作物都需要不同程度的灌溉。目前灌溉面积仅占全国耕地面积的42%,干旱缺水限制了灌溉,也限制了农业和农村经济发展。据统计,1949~1993年,全国平均每年受旱面积为2160万 hm^2 ,约占全国播种面积的17%,其中成灾面积873万 hm^2 ,占全国播种面积的7%。1988~1998年的10年间,全国每年受旱成灾面积达1000万~1333万 hm^2 ,减产粮食100亿~200亿kg。2000年我国发生了严重的旱灾,东北西部、华北大部、西北

东部、黄淮及长江中下游地区旱情极为严重,受害范围广,受害程度重,旱灾损失巨大。农作物因旱受灾面积 4053 万 hm^2 ,成灾面积 2680 万 hm^2 ,因旱损失粮食近 599.6 亿 kg ,经济作物损失 511 亿元。受灾面积、成灾面积和旱灾损失都是新中国成立以来最大的。随着国民经济迅速发展和人口急剧增长,干旱缺水状况呈不断加剧趋势。20 世纪 90 年代以来,全国平均每年因旱受灾的耕地面积约 2667 万 hm^2 ,正常年份全国灌区每年缺水 300 亿 m^3 ,城市缺水 60 亿 m^3 。到 2030 年左右,我国人口将达到 16 亿,人均占有水资源量将减少 1/5,降至 1700 m^3 左右,是世界公认的警戒线;2050 年前后将更加严峻。西北地区土地辽阔,水资源稀缺,水土流失严重,生态环境极为脆弱,水资源状况将是制约西部大开发的一个重要因素。

干旱缺水的基本国情决定了我国农业必须走节水的道路。我国目前水资源紧缺,除与水资源本身特性、水污染严重有关外,还与水资源的浪费有关。我国用水大户是农业,2002 年全国总用水量 5497 亿 m^3 ,农田灌溉用水量占总用水量的 68%,农田灌溉亩均用水量为 465 m^3 。由此可见,农田灌溉用水量占绝大多数,农业水资源持续利用将对水资源的可持续利用产生重大影响。长期以来,我国自然资源特别是农业水资源无偿使用,已造成资源严重浪费。由于灌溉技术和管理水平落后、灌溉设施老化失修等原因,目前我国灌溉水的利用率仅为 0.4 左右,比发达国家低 25~30 个百分点;吨粮耗水 1330 m^3 ,比发达国家高 300~400 m^3 ,农业节水潜力很大。节水灌溉是提高灌溉水利用率的有效措施,是农业持续发展的重要内涵。在 21 世纪,节水灌溉的实施,对实现我国水资源可持续利用,保障我国经济社会可持续发展,具有十分重要的意义。

三、节水灌溉发展现状与存在的问题

(一) 节水灌溉发展现状

新中国成立以来,我国在节水灌溉技术的研究推广、节水灌溉设备的开发生产、节水示范工程的建设、节水灌溉服务体系的建立等方面做了大量的工作,取得了较为显著的成绩。20 世纪 60 年代开始进行节水灌溉技术试验研究;20 世纪 70 年代大面积推广应用渠道防渗、畦田改造;20 世纪 80 年代大面积推广低压管道输水并大范围进行喷灌、滴灌、微喷等先进节水灌溉技术的试点示范;20 世纪 90 年代节水灌溉全面推广普及,节水灌溉技术水平越来越先进,工程标准越来越高,推广范围越来越广。到 1998 年底,全国共建成各类节水灌溉工程的总面积达 0.152 亿 hm^2 ,其中喷灌、滴灌和微喷面积 173.3 万 hm^2 ,管道输水灌溉面积 520 万 hm^2 ,渠道防渗面积 826.7 万 hm^2 。此外,还有水稻节水灌溉和坐水种等非工程面积 0.133 多亿 hm^2 ,在多年的实践探索中,各地摸索总结出的一套适合各自特色的节水灌溉技术与方法。包括各种渠道防渗和管道输水技术;适合小麦、玉米等大田使用的管式、卷盘式、时针式移动喷灌以及常规的土地平整沟畦灌;适合棉花、蔬菜和果树等经济作物使用的滴灌、微喷灌、膜下滴灌、自压滴灌、渗灌等技术;南方水田的控制灌溉技术和园田化建设;西北干旱、半干旱地区的雨水集流、窖水滴灌技术;东北、西北等干旱地区的“坐水种”、“旱地龙”、保水剂等抗旱措施。节水灌溉在全国迅速推广普及,取得了显著的经济效益和社会效益。

“九五”期间是我国节水灌溉发展最迅速、最富有成效的时期。“九五”期间,国家加大了资金投入,全国用于发展节水灌溉的资金约 430 亿元。投入的加大,促进了节水灌溉

的发展。在此期间,国家有关部门组织实施了300个节水增产重点县和节水型井灌区建设以及12个节水灌溉示范市建设,对全国402个大型灌区中的208个进行以节水为中心的续建配套和技术改造,兴建了668个国家级节水增效示范区。在众多示范项目的带动下,“九五”期间全国新增节水灌溉工程面积766.67万 hm^2 (1.15亿亩),其中:喷、微灌面积159万 hm^2 ,渠道防渗灌溉面积423万 hm^2 ,管道输水灌溉面积184.4万 hm^2 。到2000年底,全国节水灌溉工程面积累计达到1667万 hm^2 (2.5亿亩),占全国有效灌溉面积(8.25亿亩)的30%。

此外,与工程措施配合的各种形式的非工程节水措施面积已达0.167亿 hm^2 ,其中“薄、浅、湿、晒”水稻控制灌溉面积0.08亿 hm^2 ,行走式抗旱节水播种、坐水种等0.087亿 hm^2 。

节水灌溉的普及,取得了显著的节水效果,用水效率大幅度提高,抗旱能力大大增强,为我国粮食生产做出了贡献。1995年,全国粮食产量是4665亿 kg ,到1998年,生产能力增长到5000亿 kg ,净增335亿 kg 。2000年,农村水利突出节水灌溉工程及经济发达地区的农村水利现代化试点示范工程建设等。大型灌区以节水为中心进行续建配套节水改造,推广喷滴灌等先进技术与改进传统地面灌水方法相结合。农田水利建设进一步加强,有效灌溉面积有所扩大,全年新增132.5万 hm^2 ,累计达到5500万 hm^2 (8.25亿亩)。节水灌溉面积新增133.3万 hm^2 ,累计达到1667万 hm^2 (2.5亿亩)。灌溉事业的发展,为农业增产创造了条件。

(二) 我国节水灌溉发展存在的问题

综上所述,我国的节水灌溉发展成就显著,但远不能满足农业稳定发展和产业结构调整的需要。众所周知,我国是个贫水国家,北方广大地区水资源供应已严重不足,在未来30年内,随着人口、经济的高速增长,工业和城市用水必然大幅度增加,农业供水只能保持在目前4000亿 m^3 的水平上,惟一的出路只能是节水灌溉,提高灌溉水利用率,把灌溉水利用系数从目前的0.4左右提高到0.65。我国现阶段的节水灌溉还处于低水平发展阶段,田间灌溉多属传统的地面灌溉方式,喷灌、微灌及管道输水灌溉等先进节水灌溉技术覆盖率还比较低。到2030年,我国人口将达到16亿,需要粮食7亿 t 左右,为保证粮食与其他农产品的供给,灌溉面积必须达到6000万 hm^2 左右,否则目标难以实现。与这个目标相比,我国节水灌溉还存在以下问题:

(1) 基础研究滞后。节水灌溉效益的充分发挥需要建立在一些基础研究上,而我国基础研究又相对比较滞后,如农田水分遥测遥感技术、SPAC水循环运移规律、非充分灌溉理论及应用技术、水净化技术研究及应用、灌区灌水自动控制技术等,其总体比国外先进水平落后;又如,改进地面灌水技术的节水机理还不完全清楚,各种改进地面灌水技术的适用条件,灌水均匀度对作物产量的影响,改进地面灌水质量评估体系和方法,各种改进地面灌水技术要素之间的优化组合方式等问题无明确的结论;在激光平地基础上开展水平畦灌技术在我国尚属空白,一些关键性的技术问题尚未得到很好的解决,与波涌灌溉等灌水技术相适应的田间灌水控制设备及设施还没有生产,急需开发适合我国国情的波涌灌溉灌水设备和系统设计技术等。这些都严重制约了节水灌溉技术在我国的大面积推广应用。

(2) 设备不配套。主要表现在系列化、标准化程度低,设备种类少、配套性差,产品

的性能及耐久性同国外先进技术相比存在较大差距。

(3) 综合性不够。目前节水工程技术单打一的较多, 缺乏与农艺技术等综合。由于农、水专业各自的局限性, 以及各专业多侧重于本专业的技术研究, 在农、水两方面的适用技术如何紧密地相互配合, 形成有机的统一体, 使水的利用率和利用效益都能充分发挥, 研究得不够深入, 远远满足不了节水农业发展的需要。只有对各种节水灌溉技术条件下的水肥运动、吸收、转化利用规律; 耕作保墒、覆盖保墒技术如何与节水灌溉技术的配水相结合; 各种单项农艺节水技术如何在不同的作物上及不同的节水灌溉技术条件下综合应用等问题进行深入、系统的研究, 才能保证综合节水农业技术的持续发展。

(4) 管理水平差。国际上公认, 灌溉节水的潜力 50% 在管理方面, 可见充分发挥灌溉管理机构的作用、调动管理人员发展节水农业的积极性具有重大的意义。目前不少灌区经费短缺, 主要靠多种经营来维持, 灌溉管理比较薄弱, 工程老化失修, 效益衰减; 田间灌排工程不配套, 土地平整差; 推广应用上缺乏与生产责任配套的管理体制, 造成不少工程效益不能发挥; 适应市场经济发展要求的农业用水体制还没有建立, 缺乏鼓励农业合理、高效用水的机制和调控手段等。

四、我国节水灌溉发展目标与任务

“十五”期间我国节水灌溉要以提高水的有效利用率和水分生产率为中心, 以促进农业结构调整、增加农民收入、实现水资源的可持续利用和农业可持续发展为目标, 为国家的粮食安全、水安全、生态系统安全提供有力的支撑和保障。“十五”期间节水灌溉发展的目标是: 在灌溉用水总量零增长的前提下, 使全国平均单位灌溉面积用水量在“九五”末的基础上再减 16m^3 ; 通过节水挖潜为新增灌溉面积 200万 hm^2 提供水源保障; 使全国平均灌溉水利用率提高 3~5 个百分点, 多数地区达到 45%, 大中城市郊区达到 50% 以上; 万元农业产值耗水量在 2000 年的基础上再下降 450m^3 。节水灌溉任务是新增节水灌溉工程面积 667万 hm^2 , 达到 2533万 hm^2 。新增节水技术措施面积 667万 hm^2 , 达到 2333万 hm^2 。《全国节水灌溉“十五”及 2010 年发展规划》明确提出: 2001~2010 年, 我国需新增节水灌溉工程面积约 1333万 hm^2 , 其中渠道防渗面积 720万 hm^2 , 管道输水灌溉面积 307万 hm^2 , 喷灌面积 220万 hm^2 , 微灌面积 86.6万 hm^2 。根据我国国民经济发展远景规划, 到 2015 年, 在保证现状农业用水量不增的条件下, 实现全国有效灌溉面积由现在的 5500万 hm^2 (8.25 亿亩) 发展到 5800万 hm^2 (8.7 亿亩), 节水灌溉面积增加到 4000万 hm^2 (6 亿亩), 实现节水 600 亿 m^3 , 新增粮食生产能力 600 亿 kg。

“十五”期间全国水利发展规划专项规划之一的《全国节水规划纲要》提出了我国农业节水发展的总体设想: 农业节水发展应与农业产业结构调整、农村地区小城镇建设以及生态建设相协调; 同时依据水资源条件, 按不同水平年份地区实行用水的总量控制。重点是灌区的节水改造, 按节水目标规划发展, 同时加强节水目标规划的管理和协调, 在全国总用水基本不增长的前提下, 使水土条件较好的局部地区农业用水有所增加。基本对策是: 以节水增产为目标对灌区进行技术改造; 因地制宜加快发展节水灌溉工程; 加强用水定额管理, 推广节水灌溉制度; 平田整地开展田间工程改造; 大力推广节水农业技术; 积极发展节水综合技术等。

现代节水灌溉要求我们必须进行一次新的科技革命, 使科研成果真正用于治水活动,

在实践应用中产生效益,提高治水的科技含量。要实现“十五”发展目标和农业的可持续发展,必须依靠科技进步,采取有效的科技和经济手段实现水资源的优化配置,提高水资源利用率,促进水资源的供需平衡,构建合理的、高产高效的与生态良性循环的节水农业体系。此外,还应加强节水灌溉基础理论研究;利用新材料、新工艺及高新技术改进节水灌溉产品性能,加快节水灌溉设备及产品的更新换代;加强关键技术的研究;加强重点地区的节水灌溉发展;为农业及国民经济的可持续发展奠定坚实的基础。

五、本课程的任务和要求

本课程是高职高专农业水利工程(技术)专业、水利工程专业的一门专业课。它的基本任务是传授喷灌技术、微灌技术、低压管道灌溉技术、渠道防渗技术、地面灌溉节水技术,以及管道灌溉工程施工与运行管理的基本知识、基本理论和基本方法,结合课程实习、课程设计等实践技能训练,使学生获得一定的生产实际知识和技能,具有节水灌溉工程规划、设计、施工与管理的初步能力。具体要求是:了解节水灌溉的重要意义;了解喷灌系统的组成及其主要设备的性能特点,掌握喷灌技术要素、喷灌工程规划设计步骤和方法,具有喷灌工程规划设计的初步能力;了解微灌系统的组成及其主要设备的性能特点,掌握微灌工程的规划设计方法和思路,具有规划设计的初步能力;了解渠道防渗的重要性、渠道衬砌的类型、优缺点及适用条件,掌握土料防渗、塑料薄膜防渗、砖石衬砌、混凝土衬砌的施工方法和要点;掌握管道灌溉工程施工、安装与调试方法,以及运行、管理和维护的基本知识,具有管道灌溉工程施工、运行管理的初步能力;了解地面灌溉节水技术类型、灌水技术要素、灌水质量评价方法。

第一章 喷 灌 技 术

第一节 概 述

喷灌是一种先进的灌水技术，近年来已广泛运用于世界各国农业灌溉中。我国自 20 世纪 50 年代开始，对喷灌技术进行了大量的研究和推广。据统计，2000 年全国喷灌面积已达 194 万 hm^2 。

一、喷灌及其优缺点

喷灌是利用水泵加压或自然水头将水通过压力管道输送到田间，经喷头喷射到空中，形成细小的水滴，均匀喷洒在农田上，为作物正常生长提供必要水分条件的一种先进灌水技术。喷灌系统是指从水源取水到田间喷洒灌水整个工程设施的总称。与传统的地面灌水方法相比，喷灌具有明显的优点，但也还存在不足。

（一）喷灌的优点

1. 节约用水

由于喷灌用管道输水，输水损失很小，而且灌溉时能使水比较均匀地洒在地面，基本上不产生深层渗漏和地面径流，所以，一般可比地面灌溉省水 30%~50%，灌溉水利用系数可达 80% 以上。

2. 增加作物产量

由于喷灌能适时适量地进行灌溉，便于控制土壤水分，使土壤中的水、气、热、营养状况良好，并能调节田间小气候，增加近地表层空气湿度，有利于作物的生长，一般可增产 10%~20%。

3. 适应性强

喷灌适用于各种类型的土壤和作物，不受地形条件的限制，对平整土地要求不高，特别适宜于地形复杂、进行地面灌溉有困难的岗地和缓坡地，以及透水性强的砂土。

4. 少占耕地

喷灌可减少田间内部沟渠、田埂的占地，可提高耕地利用率 7%~15%。

5. 节省劳力

喷灌机械化程度高，可以大大降低灌水劳动强度和提高劳动生产率，节省大量的劳动力。如各种喷灌机组可以提高工效 20~50 倍。

（二）喷灌的缺点

1. 受风的影响大

在有风的情况下，由于受风的影响，水的飘移损失增加，会大大降低水的利用系数和

喷灌均匀度。

2. 设备投资高

由于喷灌需要一定的设备和管材,因而投资一般较高。如固定管道式喷灌系统每亩需投资 900~1200 元,半固定管道式喷灌系统每亩需投资 300~450 元。

3. 耗能

地面灌溉只要将水通过渠道或管道输送到田间即可实现自流灌溉,喷灌则要利用水的压力使水流破碎成细小的水滴并喷洒在规定范围内,显然喷灌需要消耗一部分能源。从节省能源的角度考虑,喷灌可向低压化方向发展。

二、喷灌系统的组成与分类

(一) 喷灌系统的组成

喷灌系统一般由水源工程、水泵及动力设备、输水管道系统和喷头部分组成,如图 1-1 所示。

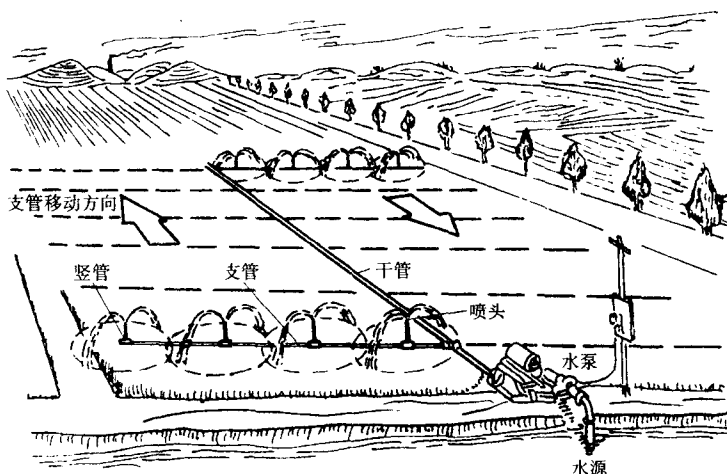


图 1-1 喷灌系统组成示意图

1. 水源工程

河流、渠道、湖泊、塘库、井泉等均可作为喷灌水源。水源提供的水量、水质必须符合喷灌的要求。为了满足加压的需要,有时还要修建泵站及附属设备、蓄水池和沉淀池等建筑物,这些统称为水源工程。

2. 水泵及动力设备

大多数情况下,水源的水位不足以满足喷灌所要求的水头时必须用水泵加压。常用的水泵有离心泵、长轴井泵、潜水电泵等。在有电力供应的地方常用电动机作为水泵的动力设备,也可用柴油机、汽油机、手扶拖拉机上的动力机等带动。动力机功率的大小根据水泵的配套要求而定。

3. 管道系统

管道系统的作用是将压力水输送并分配到田间。通常由干、支两级管道组成。干管起

输配水作用,支管是工作管道,支管上按一定间距装有利于安装喷头的竖管。在管道系统上还装有各种连接和控制的附属配件,如弯头、三通、接头、闸阀等。为便于在灌水的同时施肥、喷药,在干管或支管上还要配置药、肥储存罐等注入装置。

4. 喷头

喷头是喷灌系统的专用设备,一般安装在竖管上,或者安装在支管上。喷头的作用是将压力水通过喷嘴喷射到空中,形成细小的水滴,均匀地洒落在土壤表面。

(二) 喷灌系统的分类

喷灌系统可按不同方法分类。若按系统获得压力的方式可分为机压喷灌系统和自压喷灌系统;按系统设备组成为管道式喷灌系统和机组式喷灌系统;按喷灌系统中主要组成部分是否移动的程度可分为固定式、移动式和半固定式三类。

1. 机压喷灌系统和自压喷灌系统

(1) 机压喷灌系统。机压喷灌系统是指由动力机和水泵为喷头提供工作压力的喷灌系统。在没有自然水头可利用时,为使喷灌水流具有一定的压力,必须用水泵加压,同时配备电动机、柴油机动力设备。加压水泵的流量要满足灌溉要求,其扬程除应保证喷头工作压力外,还要考虑克服管道沿程和局部水头损失,以及水源和喷头之间的高差。

(2) 自压喷灌系统。当水源位置高于田面,且有足够的落差时,利用水源具有的自然水头,用管道将水引到灌区实现喷灌的一种灌溉系统。自压喷灌系统多建在山丘区或库区下游。

2. 管道式喷灌系统和机组式喷灌系统

(1) 管道式喷灌系统。管道式喷灌系统是为区别机组式喷灌系统而命名的。由于管道是系统中主要设备,故称管道式喷灌系统。根据管道的可移动程度,又可分为固定管道式喷灌系统、半固定管道式喷灌系统和移动管道式喷灌系统三种。

固定管道式喷灌系统的各组成部分除喷头外,在整个灌溉季节或常年都是固定的,水泵和动力构成固定的泵站,干管和支管多埋于地下,喷头装在固定的竖管上(有的竖管可以拆卸)。这种喷灌系统生产效率高,运行管理方便,运行费用低,工程占地少,有利于自动化控制;缺点是工程投资大,设备利用率低。因此,适用于灌水频繁、经济价值高的蔬菜及经济作物区。

半固定管道式喷灌系统的动力、水泵和干管是固定的,支管和喷头是移动的,故称为半固定管道式喷灌系统。这种形式在干管上装有很多给水栓,喷灌时把支管接在干管给水栓上进行喷灌,喷洒完毕再移接到下一个给水栓继续喷灌。由于支管可以移动,减少了支管数量,提高了设备利用率,降低了系统投资。为便于移动支管,管材应为轻型管材,如薄壁铝管、薄壁镀锌钢管、塑料管等,并且配有各类快速接头和轻便连接件、给水栓。

移动管道式喷灌系统的干、支管道均为移动使用。这种喷灌系统设备利用率高,投资较低,但劳动强度较大。

(2) 机组式喷灌系统。由喷头、管道、加压泵及动力机等部件组成,集加压、行走、喷洒于一体,称为喷灌机组。以喷灌机组为主体的喷灌系统称为机组式喷灌系统。按喷灌机运行方式可分为定喷式和行喷式两类。

定喷式喷灌机组是指喷灌机工作时,在一个固定的位置进行喷洒,达到灌水定额后,

按预先设定好的程序移动到另一个位置进行喷洒,在灌水周期内灌完计划灌溉的面积。包括手推(抬)式喷灌机、拖拉机悬挂式(或牵引式)喷灌机、滚移式喷灌机等。

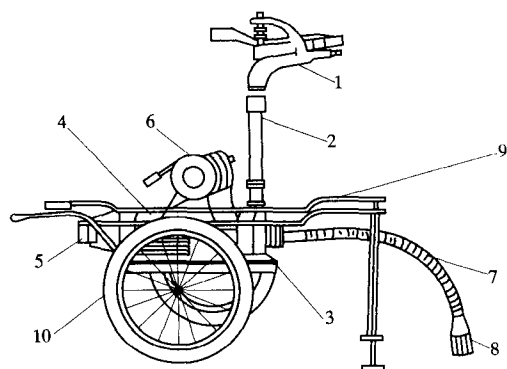


图 1-2 手推直连式喷灌机（电动机配套）

- 1—喷头；2—竖管；3—水泵；4—电动机；
5—开关；6—电缆；7—吸水管；8—底阀；
9—机架；10—车轮

行喷式喷灌机组是在喷灌过程中一边喷洒一边移动(或转动),在灌水周期内灌完计划灌溉的面积。包括拖拉机双悬臂式喷灌机、中心支轴式喷灌机、平移式喷灌机、卷盘式喷灌机等。

按配用动力的大小,喷灌机组又包括大、中、小、轻等多种规格品种。我国应用最多的是轻小型喷灌机,图 1-2、图 1-3 为我国常用的小型喷灌机。它具有结构简单、使用灵活、价格较低等优点,缺点是机具移动频繁,特别是在泥泞的道路上移动困难。此外,像平移式喷灌机、滚移式喷灌机、软管牵引卷盘式喷灌机等大中型喷灌机也有一定范围的应用。

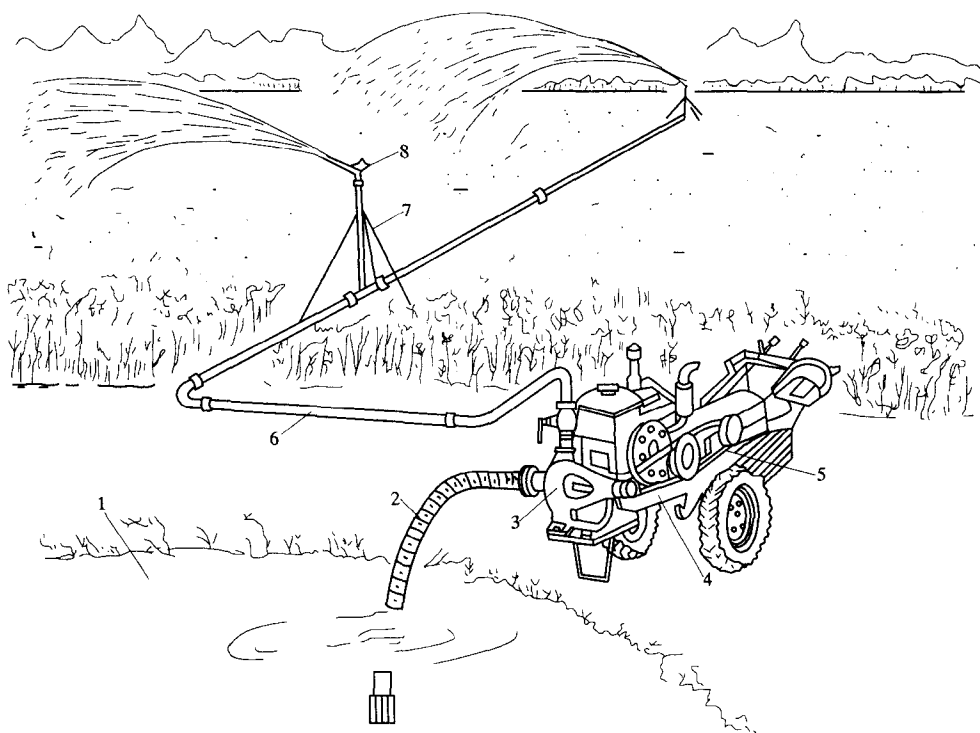


图 1-3 手扶拖拉机配套的悬挂式喷灌机

- 1—水源；2—吸水管；3—水泵；4—手扶拖拉机；5—皮带传动系统；6—输水管；
7—竖管及支架；8—喷头