



郭彦彪 邓兰生 张承林 编

设施灌溉技术

S H E S H I G U A N G A I J I S H U



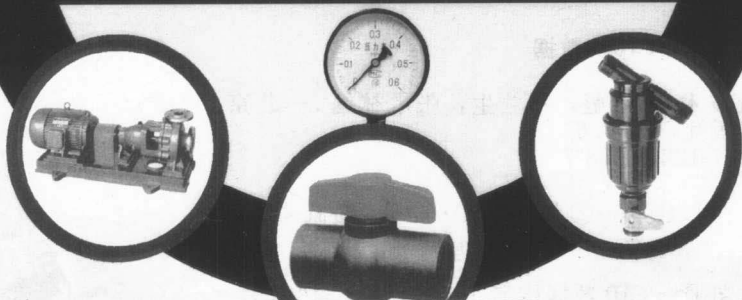
化学工业出版社



郭彦彪 邓兰生 张承林 编

设施灌溉技术

S H E S H I G U A N G A I J I S H U



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共分四章,主要从实用的角度系统介绍了设施灌溉技术的基本理论、常用设备、设施灌溉系统、规划设计和应用等内容,具有较强的实用性和可操作性,对农业灌溉实践具有一定的指导性。

本书可供专门从事灌溉技术推广的相关设计人员参考,也可供自行设计、安装和使用的农村技术人员阅读,还可供高等院校的相关专业师生和相关领域的技术人员、管理人员及研究人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

设施灌溉技术/郭彦彪,邓兰生,张承林编. —北京:
化学工业出版社, 2007. 6
ISBN 978-7-122-00258-7

I. 设… II. ①郭…②邓…③张… III. 灌溉-技术
IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 054684 号

责任编辑: 刘兴春 袁海燕

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 陶燕华

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 12 字数 222 千字 2007 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

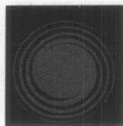
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

前言



面临水资源危机,目睹农业用水浪费及肥料利用率低的状况,使从事灌溉施肥技术的科研技术人员备感肩上重任的艰巨。近年来在致力于灌溉施肥技术的推广与研究工作中,充分感受到广大农民对灌溉施肥技术的迫切需要,同时也发现多年来我国节水灌溉技术及施肥技术在推广过程中存在明显的相互脱节现象,未能发挥两者的耦合效应,以致造成大量的资源和资金浪费,甚至影响到广大农民对节水灌溉技术认识上的偏见。农谚说得好,“有收无收在于水,收多收少在于肥”。近年来我们在推广节水灌溉技术时一直坚持灌溉施肥一体化的理念,令人欣慰的是,水肥一体化的灌溉施肥技术在生产实践中取得了良好的效果,在产量和品质得到提高的同时,水和肥料的利用效率都得到大幅度提高,该技术也受到地方政府和农民的高度认可,这更加坚定了我们全面推广灌溉施肥技术和深入研究切实可行的灌溉施肥技术的决心。为此,我们总结编写了《灌溉施肥技术》,该书2006年1月于化学工业出版社出版以后,得到相关专业领域的各级领导、专家、技术人员以及农民朋友的一致好评,由于该书重点介绍施肥技术,对灌溉技术的介绍比较简单,且该书讲解的施肥技术主要是通过喷灌、微喷灌及滴灌系统来实现,因此我们觉得很有必要再编写一本与之配套的专门介绍灌溉技术的图书,以简明易懂的语言呈现给读者,《设施灌溉技术》一书就是在此背景下组织相关专家、学者编写的。本书在参阅水利部农村水利司和中国灌溉排水技术开发培训中心组织编写的节水灌溉技术培训教材的基础上,经过查阅大量的资料,总结我们和同行的实践经验编写而成。

本书共分四章,第一章、第二章由邓兰生编写,第三章、第四章由郭彦彪编写,全书由张承林统稿、修改、定稿。全书从实用的角度系统介绍了设施灌溉技术的基本理论、常用设备、规划设计和应用等内容,既可供专门从事灌溉施肥技术推广的相关设计人员参考,也可供欲自行设计、安装和使用的农民和农场主阅读,还可供高等院校相关专业的师生和相关领域的技术人员、管理人员及研究人员参阅。

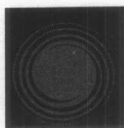
灌溉技术需要施肥技术来提升,施肥技术需要灌溉技术来实现,本书最好结合作者编著的《灌溉施肥技术》同时阅读,以便更全面地了解设施灌溉施肥技术。同时,本书参考了近年来前辈和同行的有关论著、文献,在此深表谢意。

由于我们对设施灌溉技术的经验和理论知识掌握还不全面,研究还不够深入,编写内容定有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年3月

目录



第一章 设施灌溉简介 1

第一节 设施灌溉的产生及发展	1
一、国外设施灌溉技术发展概况	1
二、我国传统灌溉技术的发展	3
三、我国近现代设施灌溉技术的发展	3
第二节 喷灌系统简介	5
一、喷灌系统的组成和分类	5
二、喷灌技术的特点	11
第三节 微喷灌系统简介	13
一、微喷灌系统的组成和分类	14
二、微喷灌系统的优缺点	15
第四节 滴灌系统简介	16
一、滴灌系统的组成和分类	17
二、滴灌的优缺点	18
三、滴灌系统堵塞的原因及其处理方法	20
第五节 其他设施灌溉简介	20
一、涌泉灌溉	20
二、渗灌	21
三、膜下滴灌	22
四、喷水带灌溉	23
五、机械化灌溉	23

第二章 设施灌溉中的土壤、水和作物的基本理论 25

第一节 土壤性质与灌溉的关系	25
一、地形	25
二、土壤质地	26
三、土壤容重	27
四、土壤田间持水量	28

五、土壤入渗能力与允许灌溉强度	29
第二节 水源与土壤水	30
一、设施灌溉中的水源	30
二、土壤水及其相关内容	34
三、土壤水分监测与灌水量的控制	36
第三节 植物需水规律与灌溉的关系	43
一、水在植物生长过程中的重要作用	44
二、植物的水分平衡	45
三、作物需水量和需水规律	46
四、合理灌溉增产的原因	49
五、合理灌溉的指标	50
六、节水灌溉与节水农业	51

第三章 | 设施灌溉设备 54

第一节 喷头和微喷头	54
一、喷头的分类	54
二、喷头的基本参数	60
第二节 滴灌灌水器	64
一、滴灌灌水器的种类与结构特点	64
二、灌水器的结构参数和水力性能参数	68
第三节 过滤设备	70
一、过滤设备的种类	70
二、过滤器的选型	78
第四节 管道及管件	79
一、管道分类	80
二、管道及管件介绍	80
三、移动管道及管件	86
第五节 附属设备	88
一、控制部件	88
二、安全保护装置	91
三、流量与压力调节装置	93
四、量测装置	94
第六节 水泵	94
一、设施灌溉用泵的分类	95
二、水泵型号意义说明	96
三、水泵的性能参数	98

四、水泵的选型	101
---------------	-----

第四章 | 设施灌溉系统设计 102

第一节 设施灌溉系统设计基础	102
一、基本资料收集	102
二、用户调查与技术咨询	104
三、设施灌溉系统类型选择	106
第二节 喷灌系统规划设计	107
一、喷灌的技术要求	108
二、喷灌系统的选型	109
三、喷灌工程用水分析与水源工程设计	110
四、喷灌工程总体布置	115
五、喷头的选择与组合	117
六、喷灌工作制度的拟定	122
七、管道系统设计	124
八、喷灌系统的水泵选型	134
九、喷灌系统设计实例	138
第三节 微灌系统规划设计	145
一、微灌系统布置	145
二、微灌系统设计参数的确定	150
三、微灌灌水器的选择	157
四、设计灌溉制度	158
五、微灌系统工作制度的确定	160
六、系统流量计算	162
七、管道水力计算	164
八、微灌管道系统设计	164
九、水泵选型计算	173
十、滴灌系统设计实例	175

参考文献 180

第一章

设施灌溉简介

第一节 设施灌溉的产生及发展

农业是国民经济和社会发展的基础。综观世界农业的发展,在许多国家和地区的农业发展史中,一般都经历过“刀耕火种”的原始农业、以犁锄镰碾为主要劳作工具的传统农业和由播种到收获全部实行机械化作业的现代农业。当然,与农业发展息息相关的水分供给方式、灌溉技术的发展也经历了一个漫长的历史过程。在灌溉技术方面,灌溉技术的发展也经历了由最早的单纯靠雨水灌溉的自然灌溉模式,通过人工修建简单的蓄、引水工程进行灌溉的传统灌溉模式以及当今最常应用的地面灌溉和加压灌溉等现代灌溉模式。其中,设施灌溉技术则是现代农业灌溉体系中最重要的重要组成部分。

设施灌溉技术,顾名思义就是根据作物生长的需要,通过一定的水利工程设施、灌溉设备或技术将灌溉水输送到田间进行灌溉的技术。设施灌溉技术突破了传统意义上的灌溉和耕作方式,通过一定的设备、设施,人为地控制对作物的水、肥供给,促使农业种植结构、产业结构进一步优化,为现代农业的高产、优质、高效发展提供新的途径和方法,具有显著的经济效益和社会效益。

一、国外设施灌溉技术发展概况

最初的灌溉主要是在自然条件下进行的,基本上与河流相关联。在中国、印度、埃及、伊朗、伊拉克、土耳其等国家都能找到古老的灌溉工程。最早的水田耕作并不是在大河下游的冲积平原,而是在上游多坡地的地方,应用输导水流的方法实现灌溉。

世界近代灌溉的发展依赖于大型水利工程建设。19世纪20年代开始建造有坝引水和大型水库蓄引水相结合的大型灌区,20世纪30年代美国建成了当时世界上最大的胡佛大坝,其后,世界各地纷纷建起高坝水库,灌溉技术不断提高,灌溉面积迅猛扩大,出现了一些流域梯级开发灌溉系统。随着全球化水资源紧缺日益严重,在不断开发新的水资源的同时,节水灌溉和缺水条件下的灌溉方法越来越受到

人们的重视,喷灌、滴灌等新型节水灌溉技术随之产生并逐渐被广泛应用。

喷灌作为一种灌溉方式,已经使用了 100 多年。它的发展并不是单单依赖于土壤,而是依赖于水源的输送及分布情况。1894 年,美国俄亥俄州的一位农夫卡尔发明地表喷灌系统,它是在压力作用下运用管道输水以及利用各种喷灌设备平缓地将水输送到丘陵或土地不平整地带,对作物进行地表灌溉的技术。这种灌溉技术在 20 世纪早期得以广泛应用,并获得专利权。

喷灌技术迅速发展是农业灌溉史上的一次革命,而喷灌技术真正应用于农田灌溉还是在 20 世纪 40 年代以后的事情。由于高效喷头、薄壁铝管、轻质塑料管和快速接头的发展和改进,它的发展速度很快,并普遍应用于多种作物的灌溉。因此,世界许多国家都非常重视这项节水技术的应用。特别是近几十年来喷灌技术发展很快,全世界喷灌面积由 1973 年的 10 万公顷发展到现在的 0.2 亿多公顷,成为蔬菜、果树、经济作物、牧草、玉米、小麦等的主要灌溉方法。我国经过 20 多年的发展,喷灌面积已达 80 多万公顷,取得了明显的节水增产效益。但目前喷灌仅占总灌溉面积的 1.7%,所占比例很小。因此,大力推广喷灌技术是发展节水农业的重要途径。

滴灌的构想产生于 20 世纪 30 年代初的以色列。当时恩格·申巴·布拉斯受邀去滨海地带的一个小农场参加傍晚茶会,他发现主人的众多葡萄柚中有一棵长得特别大,但是这棵树并没有明显的灌溉水源。进一步调查发现一条通往房子的很细的饮用水铁管在此处有一个裂口,从这个裂口流出的水可湿润范围仅为 25cm^2 ,而这棵树的树冠直径为 10m。这么大一棵树竟能从容积如此小的土壤中获得所需水分,这个现象触发布拉斯产生滴灌的想法。不幸的是,那时研究滴灌存在许多实际困难,以至于这个想法无法实现。直到 1959 年,塑料管的应用使这个想法的实现成为可能。经过 3 年的反复试验终于成功。与喷灌和沟灌相比,应用滴灌的番茄产量增加 1 倍,黄瓜产量增加了 2 倍。

随着水资源的日益紧缺,微灌技术愈来愈受到世界各国的推崇,尤其在水资源贫乏的国家更是如此。以色列在 20 世纪 70 年代中期把发展重点由喷灌转向微灌,90 年代初微灌面积已占总灌溉面积的 $2/3$;美国在 1981~1991 年的十年间,微灌面积增加了 3 倍多;日本在 80 年代后期随着保护地栽培技术的迅速发展,对微灌技术也十分重视,发展十分迅速。

20 世纪 50 年代以后,由于塑料工业的飞速发展,塑料制品取代金属制品的范围越来越广。为了适应水资源极度短缺地区灌溉的需要,以塑料为原材料的滴灌和微喷灌系统逐渐发展起来。到了 70 年代中期,澳大利亚、以色列、墨西哥、新西兰、南非和美国等 6 个国家开始推广滴灌,当时全世界滴灌面积总计约 5.66 万公顷,到 1991 年全世界的滴灌和微喷灌面积已达到 160 万公顷。近二十年来,以色列生产的滴灌和微喷灌系统,因其质量优良、技术先进,越来越受到世人瞩目。特别是在使用电脑控制的自动化运行方面简便易行,农民使用很容

易掌握。30年来以色列创造了农业用水的新概念,用俗话说就是给作物浇水,而不是给土壤浇水。将灌溉水减到了最低水量,在半沙漠地区出现了现代化农场。这些农场一般都有高度自动化滴灌系统,以保证供给作物适时适量的水和肥料。在以色列南部的内格夫荒漠,年降水量不足50mm,但气温适宜,光热充足,当地农户在沙漠中建起了温室大棚,用滴灌技术种植瓜果、蔬菜、花卉,出口欧洲,可以说是以色列节水的典范,各国学习的榜样。

二、我国传统灌溉技术的发展

我国的灌溉有两千多年的历史,“灌溉”一词最早见于《后汉书》,西晋后渐见通用。“灌”意为人工注水,“溉”意为水由点到面扩散。公元前613~591年,楚国就修建了芍陂蓄灌工程,该工程利用至今,成为渭河灌溉工程的组成部分。公元前256年和公元前246年秦国修建了都江堰和郑国渠,其中都江堰举世闻名,其原理科学、设计巧妙、规模巨大、布局合理为世界所罕见。

秦汉以后,三国、两晋、南北朝时期由于各统治阶级间相互争夺杀戮,整个国家动荡分裂,社会因而发展缓慢,灌溉事业自然也受到很大影响,成就不大。隋唐时代,社会安定,灌溉事业发展迅速。到唐代,已经在灌区内各渠之间,支渠控制范围内各斗渠之间,以及根据作物需水迫切程度的不同,实行轮流灌溉;而在灌溉制度上,也积累了许多知识,例如根据作物生长需水的不同阶段以及当地气候的季节变化组织灌溉,在灌溉技术上反对大水漫灌等。

到了封建后期灌溉工程建设多由地方自办,兴修普遍,但特别有名的大型工程较少。明清时期,灌溉用水技术和灌溉用水管理等方面都取得了新的进展。

三、我国近现代设施灌溉技术的发展

我国农业灌溉有着悠久的历史,但旱田多采用大水漫灌,水田多采用串畦淹灌的传统灌水方法,不仅浪费了大量水资源,同时还严重影响着农作物产量。1950~1970年这20年间,我国基本上是充分灌溉的节水灌溉发展阶段,主要是开发新水源、建设新灌区和改建扩大旧灌区,采取渠道防渗新技术,健全渠系建筑物,划小畦块,平田整地,按作物需水量进行灌溉,以及加强灌溉区管理、合理配水等节水措施。20世纪50年代末期,我国开始从国外引进先进的节水灌溉技术和设备,但这个时期推广使用的喷灌设备主要是柴油机或电机带动的单机单喷头的手抬式或小推车式的轻小型喷灌机。

20世纪70年代,我国北方有些地区水资源已明显减少,不能满足灌区工程控制面积按作物需水进行灌溉,进入了非充分灌溉阶段。这时期渠道防渗和低压管道输水有了较大发展,喷灌、微灌也有了相应的发展。

我国自1974年开始引进滴灌技术,并结合我国国情对进口设备进行了研究和试制,取得了一系列的成果。20世纪80年代初期,滴灌技术已广泛应用于温

室、大棚等蔬菜保护地和山区果园中,促进了该领域生产的发展。目前,该技术从灌溉区域上看,已由于旱地区向半干旱地区延伸;从技术上看,已从单一的节水向施肥、调温、植保、改善作物生长环境的综合增产措施发展。

1975年在山西祁县召开了全国第一次喷灌机具技术经验交流会,对全国产生了很大影响,使国人认识到国产喷灌设备与国外的差距。但许多人只看到喷灌节水、增产的优点,但对应有优质可靠的设备、足够的资金和专业技术人员才能发挥其优势认识不足。因此,各地掀起大搞喷灌群众运动,暴露了很多问题。为此,国家有关部委组织技术人员对喷灌设备进行攻关,同时从美国、德国等国家引进大型喷灌机和加工喷头、薄壁铝管、薄壁镀锌钢管生产线;组织专业技术人员编写《喷灌工程设计手册》、制定国家标准和行业标准,举办各种类型的技术培训班,提高各级技术人员的技术和管理水平;建立喷灌示范区;组团到美国、日本、以色列等十多个国家考察喷灌、微灌工程和生产企业,对发展我国的喷灌、微灌起到了很大的促进作用。国家为了发展节水灌溉,从1985年至1997年共发放节水灌溉专项贴息贷款48.9亿元,还评定了300个节水示范县,进一步推动节水灌溉的发展。

1990年以后,国内一些厂家引进国外先进生产线,使全国微灌发展明显加快。同时,国外生产厂家纷纷到国内设分公司或办事处,采取各种办法争夺我国的微灌市场,这种竞争也促进了我国微灌技术的发展。

到1996年底我国的节水灌溉面积达到1420万公顷,占全国总灌溉面积的28%。其中各种节水灌溉面积为:渠道防渗工程667万公顷,管道输水工程453万公顷,喷灌工程107万公顷,微灌工程6万公顷,现在又有了新的进展。

自20世纪90年代中期以来,我国微灌技术和灌溉施肥技术迅速推广。至2001年,全国微灌面积达26.7万公顷,居世界第三,灌溉施肥面积约占微灌面积的20%。灌溉施肥技术辐射范围从过去的华北地区扩大到西北干旱区、东北寒温带和华南亚热带、热带地区。灌溉施肥技术已经由局部试验示范发展为大面积推广应用,覆盖了设施栽培、无土栽培等多种栽培模式及果树和花卉栽培、苗木栽培、大田经济作物栽培等。在技术应用中,我国各地山区重力滴灌施肥,西北干旱区利用窖水滴灌、吊瓶滴灌,华南利用灌溉注入有机肥液等技术形式使灌溉施肥技术日趋丰富和完善。

经过数十年的引进、吸收和开发,我国灌溉施肥设备材质及配方、工艺制造得到很大改进和提高,部分产品初步形成系列,系统自动化控制装置研制成功并批量生产,全部设备已实现国产化。目前,全国共有100余家灌溉施肥设备生产企业具备了规模化生产基础,产品数量已基本满足国内市场需求。

1982年我国加入了国际灌排委员会,并成为世界微灌组织成员之一。20多年来,国际技术交流频繁,先后召开了10多次全国性微灌技术交流与研讨会。

在技术培训方面,国家农业和水利主管部门举办了多期各种形式的微灌技术管理、微灌工程规划设计培训班,培养了一大批微灌技术推广管理及工程设计骨干和高学位人才。自1990年后,技术培训内容注重了灌溉与施肥技术的结合。1999年开始,农业部与国际钾肥研究所合作每年在中国组织灌溉施肥技术培训班,先后培训了300多名来自全国各地的教学、科研和农业技术推广人员,培训内容包括灌溉施肥使用技术和灌溉施肥系统管理、植物营养、灌溉施肥的肥料种类,以及灌溉施肥系统的管理等方面的知识。近几年来,各级农业技术推广部门也陆续举办多种形式的灌溉施肥技术培训。

目前,设施灌溉的主要形式有喷灌、微喷灌、滴灌、渗灌、膜下滴灌等。

第二节 喷灌系统简介

喷灌技术是当今世界上最主要的节水灌溉技术之一。它是利用水泵加压或自然落差将灌溉水通过喷灌系统(或喷灌机具)输送到田间,经喷头均匀地喷洒在农田里,为作物正常生长提供水分的一种灌溉方法。喷灌技术是大面积机械化解决大田作物、草坪、蔬菜和经济林等高效节水灌溉与施肥问题的主要形式。

我国的喷灌技术水平已基本成熟,喷灌设备生产初具规模,但与世界发达国家相比仍然存在较大差距。随着20世纪90年代中期全球性缺水呼声的日益高涨和我国水资源环境的恶化,国家将发展节水灌溉作为一项基本国策,投入了大量推广与科研资金,并将喷灌作为节水农业的一部分列入国家发展规划,为喷灌的稳步发展奠定了基础。随着科学技术的突飞猛进和灌溉施肥设备的日新月异,喷灌技术发展到现在已不再是原来意义上的节水灌溉技术,而是一项集灌溉、施肥和自动化管理于一体的现代化农业生产技术体系,喷灌技术的应用必须与设施施肥、自动化管理和合理的田间管理技术相结合,才能很好地发挥喷灌技术的优势,促进农业生产向标准化、高效化发展。

一、喷灌系统的组成和分类

(一) 喷灌系统的组成

喷灌系统一般由水源工程、首部装置、输配水管道系统和喷头组成。

1. 水源工程

喷灌系统必须有足够的水源保障,可以作为喷灌用的水源有河流、湖泊、水库、池塘、泉水、井水或渠道水等。喷灌用水源工程的作用是通过水源工程的蓄积、沉淀及过滤作用,为喷灌系统的正常运行提供满足喷灌在水量 and 水质方面要

求的水源。喷灌的建设投资较高,设计保证率一般要求不低于85%,在来水量足够大、水质符合喷灌要求的地区,可以不修建水源工程。对于轻小型喷灌机组,应设置满足其流动作业要求的田间水源工程。

2. 首部装置

为了管理和操作方便,喷灌系统中常将控制器、电气设备、过滤器、压力表、进排气阀、逆止阀和施肥设备等集中安装在整个喷灌系统的开始部分,故称为首部装置,而把除首部装置以外其他位于田间的所有装置(管道、控制阀、支管、竖管、喷头)称为田间系统。喷灌系统首部装置包括加压设备(水泵、动力机)、计量设备(流量计、压力表)、控制设备(闸阀、球阀、给水栓)、安全保护设备(过滤器、安全阀、逆止阀)、施肥设备(施肥罐、施肥器)等。喷灌系统首部枢纽示意图如图1-1所示。

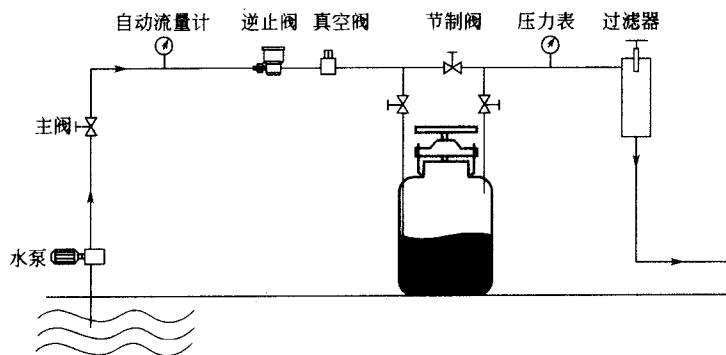


图 1-1 喷灌系统首部枢纽示意

在没有自然水头压力的地区,喷灌系统的工作压力需要由加压设备——水泵提供,与水泵配套的动力机在有供电的情况下应尽量采用电动机,无电地区只能采用柴油机、汽油机或拖拉机,轻小型喷灌机组为移动方便通常采用喷灌专用自吸泵。对于大型喷灌工程,则通常采用分级加压的方式来降低系统工作压力,减少运行费用。如果喷灌系统实际工作流量变化较大时,应对水泵的运行状态进行调节,最常用的方法有变频调速、增减水泵开启台数和配备压力罐进行水泵工作时间调节。

计量设备(流量计、水表、压力表)是为保证系统正常运行而对系统的工作状态进行监测的装置,如通过过滤器两侧压力表差值可以及时判断过滤器的堵塞情况和管道系统有无破裂漏水;而安全保护设备(过滤器、安全阀、逆止阀)则对喷灌系统起安全保护作用,过滤器可防止水中杂物进入管道系统而堵塞喷头,安全阀则一般安装在系统最高处或局部最高处,在系统启动及停止时及时排气与补气,逆止阀主要防止水流的倒流,对防止水锤、保护水泵有重要作用。

控制设备除控制系统水流流向按喷灌要求向系统内各部分分配输送水流外,还为以后系统维修提供方便。在我国北方,为了保证喷灌系统安全越冬,应在灌溉季节结束后排空管道中的水,故需设泄水阀。

施肥设备是通过喷灌系统对作物进行施肥的装置,喷灌用施肥设备一般有施肥罐、文丘里施肥器和泵前侧吸贮肥装置等。

3. 输配水管道系统

管道系统的作用是将经过水泵加压或自然有压的灌溉水流输送到田间喷头上,因此要采用压力管道进行输配水,喷灌管道系统常分为干管和支管两级,大型喷灌工程也有分干管和二级以上支管。干管起输配水的作用,将水流输送到田间支管中去。支管是工作管道,支管上根据设计要求按一定间隔安装竖管,竖管上安装喷头,压力水通过干管、支管、竖管、经喷头喷洒到田面上。管道系统的连接和控制需要一定数量的管道连接配件(直通、弯头、三通等)和控制配件(给水栓、闸阀、电磁阀、进排气阀等)。管道根据铺设状况可分为地埋管道和地面移动管道,地埋管道埋于地下,地面移动管道则按灌水要求沿地面铺设。喷灌机组的工作管道则一般和行走部分结合为一个整体。

4. 喷头

喷头是喷灌系统的重要部件,其作用是将管道内的有压水流喷射到空中,分散成众多细小水滴,均匀地洒布到田间。为适应不同地形、不同作物种类,喷头有高压喷头、中压喷头、低压喷头和微压喷头,有固定式、旋转式和孔管式喷头,其喷洒方式有全圆喷洒和扇形喷洒,也有行走式喷洒和定点喷洒。

(二) 喷灌系统分类

在不同地形、不同作物以及不同的资金、人力投入和管理水平的情况下,喷灌系统也要根据具体条件选择不同的形式,使所选用的喷灌系统以较少的投资获取较高的经济效益。喷灌系统的形式很多,按分类依据的不同有不同的分类方法。如按喷灌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以及原则上属于机压喷灌系统但又具有自压喷灌特点的扬水自压喷灌系统。如按系统构成的特点、运行方式分类,又可分为管道式喷灌系统和机组式喷灌系统。如按喷灌系统的主要部分在灌溉季节可移动的程度分类,可分为固定式喷灌系统、移动式喷灌系统和半固定式喷灌系统。下面分别就固定管道式、移动管道式和半固定管道式喷灌系统及机组式喷灌系统进行简要介绍。

1. 固定管道式喷灌系统

固定管道式喷灌系统的全部设备包括管道、喷头等在整个灌溉季节甚至常年都是固定不动的,为方便田间作业和延长管道使用寿命,除竖管及喷头外,其他所有管道及田间设备全部埋于地下,水泵、动力机及其他首部枢纽设备安装在泵

房或控制室内。固定式喷灌系统具有操作使用方便,生产效率高,运行费用低,占地少,易实现自动化等优点,但全套设备只能固定在一块地上使用,所以设备利用率低,单位面积投资大。适合于经济发展水平高,劳动力紧张,种植经济价值高,灌水频繁的蔬菜、茶、果等经济作物的地区,也适合于面积较大或种植单一的草坪、园林、草原、农场。固定式喷灌系统常采用分组轮灌的方式来减小设计流量,降低单位面积投资。小麦田固定式喷灌系统如图 1-2 所示。



图 1-2 小麦田固定式喷灌系统

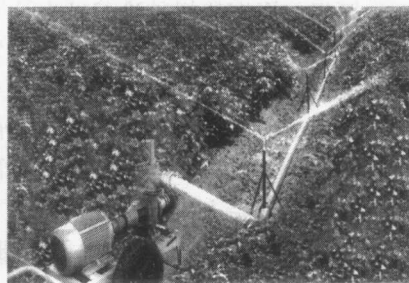


图 1-3 移动管道式喷灌系统

2. 移动管道式喷灌系统

在经济不太发达,劳动力较多且灌水次数较少的地区,采用移动管道式喷灌系统(见图 1-3),可显著节省投资和提高设备利用率。这种喷灌系统除水源工程固定不动外,其他所有设备(包括水泵、动力机、干管、支管和喷头)在整个喷灌过程中都可以移动,进行轮灌。这样就可以在不同地块轮流使用,设备利用率高,节省了单位面积的投资费用,但是作业时移动管道不方便,而且在喷灌后的泥泞地上移动,工作条件差,也比较费工。

3. 半固定式喷灌系统

半固定式喷灌系统是在灌溉季节将动力机、水泵和干管固定不动,而支管、喷头可移动的喷灌系统,如图 1-4 所示。针对固定式和移动式喷灌系统的优缺点,半固定式喷灌系统则采取支管和喷头移动使用的形式,大大提高了支管的利用率,减少支管用量,使单位面积投资低于固定管道式喷灌系统。这种形式在我国北方小麦产区具有很大的发展潜力。为便于移动支管,管材应选择轻型管材,如薄壁铝管、薄壁镀锌钢管,并且配有各类快速接头和轻便的联接件、给水栓。

4. 机组式喷灌系统

机组式喷灌系统也称喷灌机组,它是自成体系、能独立在田间移动喷灌的机械。喷灌机除水源工程以外的其他设备都在工厂完成,具有集成度高、配套完整、机动性好、设备利用率和生产效率高等优点。喷灌机必须与水源以及必要的供水设施相配套才能正常工作,而且为了充分发挥喷灌机的作业效率,对田间道路等工程也有要求,故采用机组式喷灌系统时除应选好喷灌机的机型外,还应按

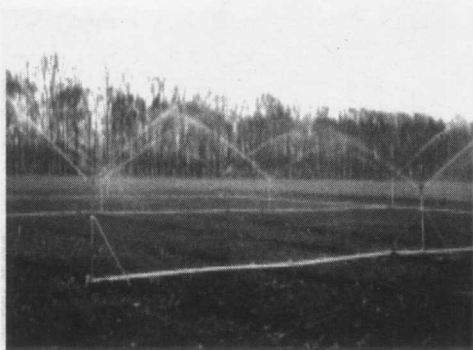


图 1-4 半固定式喷灌系统

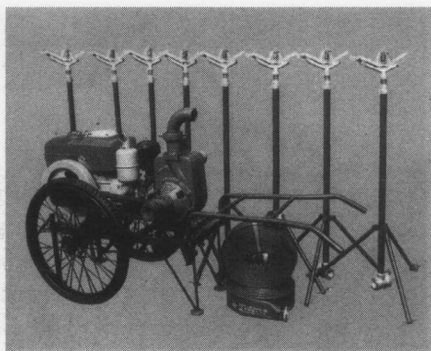


图 1-5 小型喷灌机组

(浙江萧山水泵总厂)

喷灌机的使用要求搞好配套工程的规划、设计和施工。

小型的可移动整体式喷灌机指 10kW 以下柴油机或电动机配套的喷灌机组，由安装在手推车或小型拖拉机上的水泵、动力机、竖管和喷头组成，有手抬式和手推式两种，均属定喷式喷灌机（图 1-5）。轻小型喷灌机组适用于水源小而分散的山地丘陵区和平原缺水地区，这种喷灌机具有结构简单，一次性投资少，重量轻，操作使用简单，保管维修方便，适用于抗旱等优点。也适用于城郊小块地粮食作物、果树及蔬菜的喷灌，喷灌面积可大可小。田间作业时，为保持机行道不被淋湿，喷头应顺风向作扇形旋转，机组沿渠道逆风后退，特别是在黏重的土壤上使用，要注意保护车道，否则泥泞不堪，转移困难。

时针式喷灌机（图 1-6），又称为中心支轴自走式连续喷灌机组，由于其喷灌的范围呈圆形，所以有时也称为圆形喷灌机。这种喷灌机具有生产效率高，喷洒质量好，便于自动化控制，不需要很多地面工程等优点，所以近年来发展很快。时针式喷灌机由固定的中心支轴、薄壁金属喷洒支管、支撑支管的桁架、支塔架及行走机构等组成。工作时，水泵送来的压力水由支轴下端进入，经支管到各喷头再喷洒到田间，与此同时，驱动机构带动支塔架的行走机构，使整个喷洒支管缓慢转动，实现行走喷洒。时针式喷灌机的支管长度多在 60~800 米，支管离地面高约 2~3 米。根据灌水量的要求，支管转一圈一般为 3~4 天，最长可达 20 天，所以控制面积为 200~3000 亩（1 亩=666.7 平方米，下同）之间，如果地面允许有较大的喷灌强度，喷灌机可以在较短的时间内喷完一片，在灌水周期内可以转移到另一位置，这样机组实际控制了两块田地，即一台时针式喷灌机的实际控制面积增加了 1 倍。在方田四角，还可由支管末端的喷角装置喷灌四角。

平移式喷灌机（图 1-7），即连续直线移动式喷灌机，它是在牵引式喷灌机的基础上，吸取了时针式喷灌机逐节起动的方法发展起来的，由于它的行走多靠

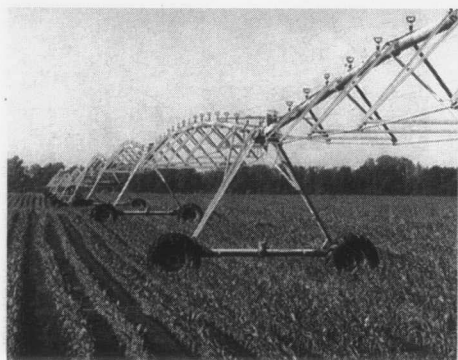


图 1-6 时针式喷灌机
(奥地利保尔 Bauer 公司)



图 1-7 平移式喷灌机
(奥地利保尔 Bauer 公司)

自己的动力, 所以也称为平移自走式喷灌机。其外形和时针式喷灌机很相似, 也是由几个到十几个塔架支撑一根很长的喷洒支管, 一边行走一边喷洒, 由软管向支管供水, 也可以使支管骑在沟渠上行走或是支管一端沿沟渠行走以直接从沟渠中吸水。但是它的运动方式和时针式完全不同。时针式喷灌机的支管是转动的, 平移式的支管则为横向平移, 所以平移式的喷灌强度沿支管各处是一样的, 而时钟式的喷灌强度则由中心向外圈逐渐加大。因而平移式喷灌的均匀度较高, 受风的影响小, 喷灌质量好, 适合我国习惯的直线耕作方式。平移式喷灌机的控制面积可大可小, 从 50 亩到 3000 多亩, 大型农场、牧场都可以使用。因此, 它是一种极有发展前途的自动化喷灌机械。

软管牵引绞盘式喷灌机(图 1-8)属于行喷式喷灌机, 规格以中型为主, 同时也有小型的产品。国外还应用钢索牵引绞盘式喷灌机, 但仅适用于牧草的灌溉。我国生产的绞盘式喷灌机主要由绞盘车、输水管、自动调整装置、水涡轮驱动装置、减速箱、喷头车等几部分组成, 水源一般由固定干管给水栓供水, 喷灌支管绕在绞盘车上, 灌水作业由喷头车在田间行走完成, 绞盘车采用动力或水力驱动边喷边收管, 收管完毕, 喷头停止工作, 转入下一给水栓作业。此喷灌机可广泛应用于平原、丘陵地区的棉、麦、稻、烟草、花生、蔗、麻、瓜果、蔬菜、茶叶和牧草等作物的喷洒作业, 也可用于城市绿地、电厂、码头除尘等。软管牵引绞盘式喷灌机结构紧凑、机动性好、生产效率高、规格多, 单机控制面积可达 150~300 亩, 喷洒均匀度较高, 喷灌水量可在几毫米至几十毫米的范围内调节。软管牵引绞盘式喷灌机一般采用大口径单喷头作业, 故入机压力要求较高, 能耗较大, 对于灌水频繁的地区, 应慎重选用。软管牵引绞盘式喷灌机的另一个不足之处是需要留出机行道, 应在农田基本建设中统一规划, 尽量减少占地。