

技术 | 喷灌

(第二版)

陈大雕 林中卉 编著

科学出版社

1880 号壹元 (克)

喷灌技术

(第二版)

陈大雕 林中丹 编著

科学出版社

1992

(京) 新登字 092 号

内 容 简 介

本书第一版出版于我国喷灌技术发展前期,是一本喷灌应用技术的入门书籍,曾被评为全国优秀科普读物,深受广大读者欢迎。这次再版增加了近 10 年来国内外喷灌技术研究的新进展、新成果及喷灌工程建设与管理方面的新经验,还简单介绍了与喷灌技术领域相近,比喷灌更为节水、节能的微灌新技术。本书融知识性与实用性为一体,是一本理想的喷灌科技读物。

全书共十三章,分别介绍了喷头、管道及附件,喷灌用泵及动力机,喷灌机、喷灌系统的规划设计,喷灌设备的多种用途,园林喷灌,喷灌系统的自动化,喷灌试验,喷灌系统的施工与管理,微灌和喷灌系统规划设计实例,书中还附有必要的图表。本书可供大专院校的灌溉排水等专业及各级灌水新技术培训班作为教材或参考书,也可供水利、农业、园林、园艺、城市建筑、农机等部门从事喷灌系统规划设计、运行管理和有关科学试验的工程技术人员参考。

喷 灌 技 术

(第 二 版)

陈大雕 林中卉 编著

责任编辑 范铁夫 万 钧

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979 年 9 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/32

1992 年 7 月第 二 版 印张: 18

1992 年 7 月第二次印刷 字数: 410 000

印数: 28201—30 200

ISBN 7-03-002857-0/S · 81

定价: 15.00 元

第二版 前 言

本书第一版出版于 10 年前我国喷灌技术的试验推广阶段,是一本深受广大读者欢迎的入门书籍,先后受到过中国水利学会和全国喷灌科技情报网的奖励。

10 年来,国外的喷灌技术有了很大发展,我国的喷灌技术也日趋成熟,尤其是北方粮田喷灌的大面积应用推广及粮食的显著增收、节水效益,以及喷灌对坡地茶、果类经济作物的广泛适用性等事实,充分体现了喷灌在我国强大生命力与广阔的应用前景。为了更好地适应大面积应用推广喷灌技术的需要,利用这次再版的机会,我们对原书作了全面修订,尽可能归纳反映近 10 年来国内外喷灌技术在理论与应用技术上的新进展、新成果和新经验。在第一版的基础上,增加了喷灌机、喷灌设备的多种用途、园林喷灌、喷灌系统的自动化、微灌和喷灌系统规划设计实例等六章,并充实了喷灌系统优化设计与喷灌节能等方面的新内容,总篇幅增加了 50% 以上。

本书初版由武汉水利电力学院农田水利工程系教师陈大雕编写了大部分内容,林中卉编写第一章第四节和第六章第一、二节,其中第六章第三节和第三章第一节分别采用了茆智和李继珊的讲义稿。这次修订陈大雕负责第一、二、三、五、八、九、十一章全部和第六章第一、二、四节,第十二章第一、二、三、四节的修订重写及第一至五章的整理工作。林中卉负责第四、七、十、十三章,第六章第三、五、六、七节和第十二章第五节的修订与重写,第六至十三章的整理和全书的审核定稿工

作,李萍承担了大部分描图工作。由于编著者水平有限,书中错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

1991.7

第一版 前 言

喷灌是一种先进的灌水方法。它具有省水增产、保土保肥、机械化程度高和对于地形适应性强等显著优点。因此已成为我国解决山丘地区干旱问题,提高农业产量的重要途径,是我国多快好省地进行水利建设的一个带方向性的措施。

本书着重介绍喷灌技术的基本知识、喷灌设备的结构及基本工作原理和喷灌系统规划设计的基本方法,试图为正确地规划设计和管理使用喷灌系统提供必要的参考,使喷灌能在我国农业现代化中更充分地发挥作用。本书由陈大雕执笔编写,参加编写工作的还有林中卉、茆智和李继珊等。由于编者水平有限,书中错误之处一定不少,希望读者批评指正。

1978.3

目 录

第二版 前言.....	i
第一版 前言.....	iii
第一章 绪论.....	1
第一节 喷灌的优缺点及适用范围.....	1
第二节 喷灌系统的组成与分类.....	5
第三节 国内外喷灌技术发展概况与前景.....	8
第四节 喷灌灌水质量的基本概念.....	17
第二章 喷头.....	20
第一节 喷头的种类及工作原理.....	20
第二节 旋转式喷头的主要水力参数及影响因素.....	59
第三节 摇臂式喷头的结构.....	70
第三章 管道及附件.....	84
第一节 管道的种类及规格.....	84
第二节 快速接头.....	95
第三节 管道附件.....	99
第四章 喷灌用泵及动力机.....	113
第一节 水泵的基本知识.....	113
第二节 喷灌专用泵.....	121
第三节 喷灌装置工作点及其调节.....	134
第四节 喷灌加压装置及泵站设计.....	142
第五节 喷灌用动力设备.....	149
第五章 喷灌机.....	165
第一节 单喷头喷灌机.....	165

第二节	人工移动管道式喷灌机.....	170
第三节	滚移式喷灌机.....	172
第四节	纵拖式喷灌机.....	175
第五节	绞盘式喷灌机.....	176
第六节	双悬臂式喷灌机.....	180
第七节	时针式喷灌机.....	183
第八节	平移式喷灌机.....	189
第六章	喷灌系统的规划设计.....	192
第一节	喷灌系统规划设计的内容与步骤.....	192
第二节	喷灌的主要灌水质量指标的确定.....	211
第三节	喷灌节能问题的判定.....	235
第四节	喷头组合方式的选择方法.....	240
第五节	喷灌灌溉制度的拟定.....	258
第六节	管道水力学计算及管径的选定.....	273
第七节	喷灌工程的技术经济分析.....	289
第七章	喷灌设备的多种用途.....	301
第一节	喷灌设备的广泛用途.....	301
第二节	喷施肥料.....	310
第三节	灭虫洒药.....	319
第四节	防霜喷灌.....	326
第五节	防尘冲洗.....	333
第六节	降温洒水.....	339
第八章	园林喷灌.....	342
第一节	园林喷灌的对象.....	342
第二节	园林用喷头.....	343
第三节	园林喷灌系统规划设计的特点.....	350
第九章	喷灌系统的自动化.....	362
第一节	自动化喷灌系统的分类.....	364

第二节	自动化喷灌系统的组成	366
第三节	喷灌系统自动化的操纵方式	368
第四节	自动化喷灌系统中常用的典型部件及其工作原理	370
第五节	喷灌系统自动化的几种典型方式	387
第十章	喷灌试验	397
第一节	喷灌机具性能试验	397
第二节	喷灌对比试验方法	420
第三节	相关与回归分析	433
第十一章	喷灌系统的施工与管理	441
第一节	喷灌系统的施工	441
第二节	喷灌系统的管理	447
第十二章	微灌	464
第一节	概述	464
第二节	微灌系统的组成与分类	471
第三节	微灌灌水器的种类与工作原理	476
第四节	微灌用管道及主要设备	492
第五节	微灌系统的规划设计	500
第十三章	喷灌系统规划设计实例	511
附录 1	管道水力计算用表	540
附录 2	国内喷灌设备生产厂家产品简介	549
参考文献		561

第一章 绪 论

第一节 喷灌的优缺点及适用范围

为了搞好农业生产就要抓好农田灌溉，灌水方法的好坏直接影响着农作物的产量。现在农村采用得最广泛的灌水方法是地面灌溉(沟渠、畦灌、淹灌等)，这种灌水方法有一定的局限性。例如，它只能改变土壤湿度而对田间小气候影响小，灌溉水的有效利用系数低，对复杂地形的适应性差等。因此，现在越来越多地采用另一种灌水方法——喷灌。喷灌又称为喷洒灌溉，它利用专门的设备(喷灌设备)将有压水送到灌溉地段，并喷射到空中散成细小的水滴，均匀地散布在田间进行灌溉，就像下雨一样，因此过去也叫做人工降雨；但是为了更准确地反映其使用目的，并便于和在高空撒干冰、碘化银等人工降雨相区别，近年来都一律统称为喷灌。

喷灌是一种先进的灌水方法，和地面灌水方法相比，它具有节约用水、节约劳力、少占耕地、可提高产量、对地形和土质的适应性强、能保持水土等优点。因此，它被用于灌溉蔬菜和园林草地，以及各种农作物，在世界上得到越来越广泛的应用。

一、喷灌的优点

与地面灌水方法相比，喷灌有许多突出的优点，大致可以归纳为以下几个方面：

(1) 提高产量，喷灌可以采用较小的灌水定额进行浅浇

勤灌,便于严格控制土壤水分,保持肥力,不破坏土壤表层的团粒结构,又可促进作物根系在浅层发育,有利于充分利用土壤表层肥分。而且喷灌可以调节田间小气候,增加近地表层空气湿度,在炎热季节起到凉爽作用,并能冲掉茎叶上的尘沙,有利于植物的呼吸和光合作用,因此能达到增产的效果。对于各种不同作物和在不同地区,不同的耕作方法,增产的幅度变化很大,玉米、小麦、棉花、大豆等采用喷灌比一般沟灌增产 20~30%,蔬菜喷灌可增产 1~2 倍。

(2) 节约用水。由于喷灌基本上可以不产生深层渗漏和地面径流,灌水比较均匀,均匀度可以达到 80~90%;加之多数用管道输水,输水损失少,所以灌溉水有效利用系数高,一般为 60~85%,比明渠输水的地面灌溉省水 30~50%,在透水性强、保水能力差的砂质土地上还可以省水 70% 以上。在干旱缺水地区和高扬程灌区,这一点显得特别重要。

(3) 节约劳力。由于喷灌的机械化程度高,可以大大减轻灌水的劳动强度,节约大量劳动力。仅小型移动式喷灌机组就可以提高工效 20~30 倍,如大面积采用固定式喷灌系统工效会更高一些,此外,喷灌不需要在田间修临时渠道和沟、畦、埂等,还可以省去修筑这些田间工程的劳力。如果利用喷灌设备施肥和喷洒农药还可以节省更多的劳力。

(4) 少占耕地。采用喷灌可以大大减少沟渠占地,不仅节省土石方工程,而且还能腾出占总面积 7~13% 的沟渠占地种植作物。

(5) 适应性强。喷灌是将水直接喷洒到田间每个点上,它的灌水均匀度与其他点的地形和土壤透水性无关,因此,在地形坡度很陡和土壤透水性很大难于采用地面灌水方法的地方也可以喷灌,在大平小不平的田块也不必进行土地平整就可以喷灌。

(6) 保持水土。喷灌可以根据土壤质地的轻重和透水性大小调整水滴直径和喷灌强度的大小，可以做到不破坏土壤团粒结构，不产生土壤冲刷，使水分都渗入土层内，避免水土流失。在有可能产生次生盐碱化的地区，采用喷灌严格控制湿润深度，消除深层渗漏，可以防止地下水位上升和次生盐碱化。

二、喷灌的缺点及其克服办法

和任何事物一样，喷灌也有一定的局限性，其缺点主要可以归纳为以下几个方面：

(1) 受风的影响大。喷灌水滴一般要喷射到十几米的高度再落下来，它的运动轨迹受到空气气流的较大影响，稍微有些风就会改变喷头喷水量在平面上的分布，从而影响灌溉的均匀度。一般在 3~4 级以上大风时，灌溉均匀度就会大大降低，此时不宜进行喷灌，因而喷灌在多风地区的应用受到一定的限制。为减少风的影响要选在无风或风较小时喷灌，另外可选用低角度喷头和短射程喷头以减少风对水量分布的影响。

(2) 设备投资高。喷灌都需要有一定的机械设备，对于不同形式的喷灌系统其所需的设备的数量不同，单位面积的投资也就不同。现在大约为 100~700 元/亩，这比其地面灌水方法所需要的投资高一些，这是喷灌的发展受到限制的主要原因。但是如果用于灌溉经济效益高的作物，并采用优化方法进行设计，尽量降低单位面积投资，从长远来说，就可能比地面灌溉获得更好的经济效益。

(3) 表面湿润较多，而深层湿润不足。这对于灌溉深根作物是不利的，但是如恰当地选用较低的设计喷灌强度，也可以用延长喷灌时间的办法使水分充分地渗入下层而又不会产

生积水和径流。

(4) 有空中损失。在空气相对湿度过低和风速较大时,有一部分水滴还未落到地面就被风吹出灌溉地段或在空中蒸发,而造成空中的蒸发与飘移损失,这是其他灌水方法所没有的。根据实测,这一损失可占总水量的7~28%,但大多数情况下在10%左右。不过这一部分损失也不完全是无益的损耗,一般对调节田间小气候有一定的作用,而且从而也就会在一定程度上降低作物的田间需水量。

三、喷灌的适用范围

喷灌是一种先进的灌水方法,几乎适用于灌溉所有的旱作物,例如谷物、蔬菜、果树、香菇、木耳、药材等,还特别适用于灌溉旱种的水稻。从地形来看,既适用于平原也适用于山丘区;从土质来看,既适用于透水性大的土壤,也适用于入渗率较低的土壤;不仅可以用于灌溉农作物,也可以用于灌溉园林草地、花卉;还可以用来喷洒肥料、喷洒农药、防霜冻、防暑降温 and 防尘等。然而,如前所述,它具有许多优点,也有一些缺点。因此并不是在任何地方都最适合于使用喷灌,为了更充分地发挥喷灌优点,减少它的缺点,我们在决定采用喷灌时,应优先考虑在以下所述条件下使用,以取得更好的效果。

(1) 当地有充分的资金来源,而且种植经济效益较高的作物,如果树、香菇、木耳、蔬菜等。

(2) 地形起伏大或坡度较陡,用地面灌溉有困难的地方。

(3) 土壤透水性较大或入渗率较高。

(4) 水源不足(如我国北方)或高扬程灌区。

(5) 灌溉需要调节田间小气候的作物,包括要防干热风或防霜冻。

(6) 在劳力紧张,或从事非农业劳动可以获得高收入的

地方。

(7) 不属于多风地区,或灌溉季节风较小。

第二节 喷灌系统的组成与分类

为了在大面积土地上进行喷灌,就要在灌溉土地上建立起一个喷灌系统。喷灌系统一般包括水源、动力机、水泵、管道系统及喷头部分(见图 1-1)。

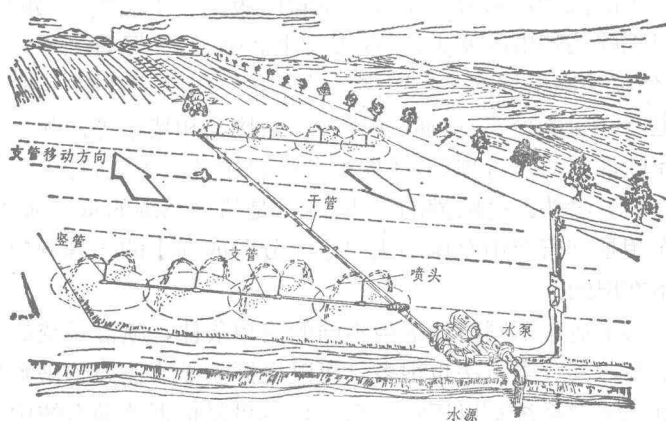


图 1-1 喷灌系统示意图

(1) 水源。和一般地面灌溉系统一样,要喷灌首先要有水源。也就是在灌溉季节能按照喷灌的需要,按时、按质、按量供给灌溉所需的水的来源,不论是河流、渠道、塘库、井泉、湖泊都可以。

(2) 水泵。喷灌和地面灌溉不同的是,要把水喷洒到空中而且要变成细小的水滴,这就要求水流具有一定的压力(10~20m 以上的水头),因此即使水已经自流到田头,也还

要用水泵加压才能喷灌。少数地区,例如大中型水库的坝下,山丘区高渠道的底下或高程比水源高程低得多的农田等,也可以利用自然水头(这种喷灌系统称为自压喷灌系统)。

(3) 动力机。水泵需要有动力机带动才能工作。带动水泵的动力机可以根据当地条件,采用柴油机、拖拉机、电动机或汽油机等,功率的大小要根据水泵配套的要求而定。

(4) 管道系统。其作用是把经过水泵加压以后的或自然有压的灌溉水送到田间去。因此要求能承受一定的压力,通过一定的流量,常分成干管和支管两级。为了避免作物的茎叶阻挡喷头喷出的水舌,常在支管上装竖管,在竖管上再装喷头,使喷头高出地面一定距离。为了联接和控制管道系统,还要配有一定的弯头、三通、四通、闸阀、接头和堵头等。如需要利用喷灌系统进行施肥,还要配备肥料罐及注入装置。

(5) 喷头。是喷灌的专用设备,是喷灌系统的重要部件,其作用是把管道中有压的集中水流分散成细小的水滴均匀地散布在田间。

为了适应不同的地形与不同的使用条件,喷灌系统的形式很多,其分类方法也很多。可以根据喷灌水压力的来源分为机压喷灌系统和自压喷灌系统;也可以根据喷灌系统中喷头是定点喷灌还是边喷灌边移动分为定喷式喷灌系统和行喷式喷灌系统;还可以根据喷灌系统所采用的喷灌机的不同分为时针式喷灌系统,平移式喷灌系统,滚移式喷灌系统,纵拖式喷灌系统等等。而平时最普遍的分类方法是按照喷灌系统的主要组成部分在灌溉季节中可移动的程度,分为固定式、移动式 and 半固定式三类。

一、固定式喷灌系统

即喷灌系统的各个组成部分在整个灌溉季节中甚至常年

都是固定不动的,水泵和动力机构成固定的泵站,干管和支管多是埋在地下,喷头装在固定的竖管上,但也有一些系统的喷头不是固定不动的,而是轮流在各个田块中使用。

固定式喷灌系统的设备在一个灌溉季节只能在一块地上使用,所以每亩投资较高,而且需要大量管材。竖管对机耕及其他农业操作有一定影响,但使用时操作方便,生产效率高,占地少,结合施肥和喷洒农药比较方便。尤其是对于地面坡度较陡的山丘区,以及利用自然水头喷灌的地方和灌水次数频繁的蔬菜或经济作物地区较为适用。

二、移动式喷灌系统

为了节省投资和提高设备利用率可采用移动式喷灌系统。这种喷灌系统在田间仅布置有水源(塘、井或渠道),而动力机、水泵、干管、支管和喷头都是可以移动的,这样,这些设备在一个灌溉季节里就可以在不同地块轮流使用,提高了设备利用率。为了移动方便,这些移动的设备常构成一个整体称为喷灌机。最典型的移动式喷灌系统就是在田间布置渠道,而水泵、动力机、喷头组成一个单喷头的喷灌机。喷灌机从渠道中取水喷灌,在一个点喷完再移动到另外一个点继续喷,也有的配有少量管道。这种形式结构简单,使用灵活,单位面积设备投资低,只是移动机组和管道劳动强度大,路渠占地较多。

三、半固定式喷灌系统

针对固定式和移动式喷灌系统的优缺点,半固定式喷灌系统综合了两者的优点,克服了两者的部分缺点。最初的半固定喷灌系统就是考虑到水泵、动力机和干管移动起来过于笨重,所以就将这些做成固定的,而又考虑到支管在喷灌系统

的投资中占较大比重,所以只移动支管,让支管能在一次灌水
中多次重复使用。这样单位面积投资远低于固定式喷灌系统,
管理的劳动强度也低于移动式喷灌系统,但要在喷灌后的泥
泞中移动支管,其工作条件差,劳动强度大。解决这一问题的
办法有三个:一是选择轻便的管材和生产一些轻便可靠的管
道配件,如轻便给水栓、弯头、接头等;二是每个系统多配备
2~3组支管,每次喷好后不立即移动支管,而等地面稍干后
再移动,以改善工作条件;三是使支管能自动行走,不用人力
移动或减轻人力移动的劳动强度。为了便于自动行走创造出了
许多新型的喷灌机,如滚移式喷灌机、纵拖式喷灌机、时针
式喷灌机、平移式喷灌机等,这些喷灌机的特点就是都带相当
长的喷灌管道,管道上都装有许多喷头,可以按一定要求自动
行走。而田间则只布置干管,干管上每隔一定距离装有给水
栓给喷灌机供水。

第三节 国内外喷灌技术发展概况与前景

一、国外喷灌技术的发展历史与趋向^[25]

喷灌最初产生于19世纪末,在1920年以前主要用于灌
溉草坪和公园,以后用于灌溉少量蔬菜、苗圃和果树。这时使
用的喷头多为固定式喷头,喷灌系统多为固定管道式喷灌系
统,管材多用铸铁管,面积也很有限。喷灌真正用于大田灌溉
还是在本世纪四十年代以后。在第二次世界大战结束后,世
界进入新经济发展时期,灌溉事业也得到迅速发展,加之发明
了射程远而且结构简单的摇臂式喷头和带有快速接头的薄壁
钢管和合金铝管,使得喷灌系统的形式转为以半固定式为主。
这一时期发展速度很快,从表1-1中可以看出,从1939年到
1960年世界上的喷灌面积就增加了24倍。通过这一阶段的