

节水灌溉技术培训教材

喷灌与微灌设备

水利部农村水利司

中国灌溉排水技术开发培训中心



 中国水利水电出版社

节水灌溉技术培训教材

ND15/04

喷灌与微灌设备

郑耀泉 李光永 党平等 编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书系《节水灌溉技术培训教材》的一个分册。主要介绍：喷灌与微灌设备的种类，各种部件的结构特点、工作原理、技术性能，以及在实践中证明符合中国实际情况的喷灌和微灌系统的配套模式。在附录中还介绍了适合干旱地区行走式节水灌溉机具。全书内容在总结我国喷、微灌设备技术的同时，收入了国外先进的喷、微灌设备技术，突出了先进性和实用性。

本书主要供全国各地培训基层水利人员，从事推广节水灌溉技术工作使用，亦可供相关专业院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

喷灌与微灌设备/水利部农村水利司，中国灌溉排水技术开发培训中心编著. —北京：中国水利水电出版社，1998

节水灌溉技术培训教材

ISBN 7-80124-642-X

I. 喷… II. ①水… ②中… III. 喷灌-设备-技术培训-教材 N.S277.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 00880 号

书 名	节水灌溉技术培训教材 喷灌与微灌设备
作 者	水利部农村水利司 中国灌溉排水技术开发培训中心
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 15 印张 340 千字
版 次	1998 年 3 月第一版 1998 年 3 月北京第一次印刷
印 数	0001—4600 册
定 价	28.00 元

《节水灌溉技术培训教材》

编 委 会

主任委员：陈 雷

副主任委员：冯广志 乔玉成 许红波

高尔坤 周卫平 赵竞成

委 员：（按姓氏笔画为序）

王晓玲 史 群 祁建华 曲 强

任晓力 沈秀英 李龙昌 李安国

李英能 张汉松 张祖新 郑耀泉

林性粹 顾宇平 彭世彰 彭建明

序

我国是一个水资源严重短缺的国家,人均水资源占有量排在世界第109位,仅为世界平均水平的1/4。随着经济的发展、人口的增加、社会的进步、工业和城市用水量的激增,农业用水量占全国总用水量的比重已从80年代初的80%降到目前的70%左右。农业用水供需矛盾日益突出,干旱缺水成为制约我国农业发展的主要因素之一。一方面农业缺水,另一方面用水浪费现象又普遍存在。有效利用率只有30%~40%,而先进国家达到70%~80%以上。我国单方水粮食生产能力只有1kg左右,而先进国家为2kg,以色列达2.35kg。我国目前采用喷灌、微灌等先进节水措施的灌溉面积仅占总灌溉面积的2%,而有些发达国家占灌溉面积的80%以上,美国的喷灌、滴灌面积为1.65亿亩,占灌溉面积的一半。我国目前已建的防渗渠道工程为55万多km,仅占渠道总长的18%。从国外和我国各地的实践经验看,凡采用先进的节水灌溉技术,都可获得十分显著的节水增产效果。农业灌溉节水潜力巨大,通过普及节水灌溉技术,提高灌溉水的利用率和水分生产率,无疑是解决农业用水危机,缓解我国水资源供需矛盾的有效途径。

党的十五大报告中指出要“大力推进科教兴农,发展高产、优质、高效农业和节水农业”,国务院决定在“九五”期间建设300个节水增产重点县和一批节水型井灌区,以推动我国节水灌溉工作的全面发展。在党中央的领导下,一个亿万农民群众参加的大搞农业节水灌溉的热潮已在全国各地蓬勃兴起。

为了配合节水灌溉技术的推广和普及,近年来,我们陆续举办了一系列培训班,请高等院校、科研单位、生产管理部门的有关专家讲课,并编写教材。在此基础上,充实修改,编写出节水灌溉系列培训教材,包括《水资源评价与节水灌溉规划》、《喷灌与微灌设备》、《渠道防渗工程技术》、《管道输水工程技术》、《喷灌工程技术》、《微灌工程技术》、《地面灌溉节水技术》、《雨水集蓄工程技术》、《水稻节水灌溉技术》九个分册。该教材主要面向县、乡两级基层水利技术人员,回答普及节水灌溉工作中的基本技术知识和常见问题,强调适用性,使读者在学到节水灌溉工程技术的同时也了解了水资源开发利用,节水管理技术及节水农艺措施等方面的知识,并能够结合当地情况选择适宜本地区节水灌溉的技术路线,掌握节水灌溉技术的实施步骤、设备选择、工程设计、施工、质量控制和运行管理等技术方法。

这套教材可用以对基层水利人员实施“继续工程教育”和“蓝色证书”的培训，也可作为基层水利技术人员实施节水灌溉工程的参考资料。相信这套教材的出版发行，会对推动基层水利职工培训，节水灌溉的普及和技术水平的提高，灌溉管理水平的提高起到有益的作用。

由于节水灌溉技术内容丰富、发展迅速，有待进一步研究的内容很多，加之编写时间仓促，本书的不足和错误之处，诚恳希望读者提出补充、修改意见。我们向所有对这项工作给予支持的各位领导、有关单位和参与编写、审稿工作的同志表示衷心的感谢。

水利部农村水利司

冯广志

1997年12月22日

前 言

喷灌和微灌技术是当今世界上先进的节水、高效灌溉技术，是我国建设节水型农业，实现农业现代化不可少的灌溉技术。高质量的喷灌设备和微灌设备是应用喷灌和微灌技术的基础条件。为配合 300 个节水增产重点县的建设，在全国推广应用喷、微灌技术，受中国灌溉排水技术开发培训中心的委托编写了本书。

我国喷、微灌设备从引进、研制到生产已有较长的时间，但技术水平与技术先进国家相比，还有较大差距。随着我国节水型农业建设的发展，对先进灌溉设备的需求量越来越大，许多国外技术先进的灌溉公司的喷、微灌设备产品竞先进入中国市场，对我国喷、微灌技术的提高起了促进作用，也为本书的编撰提供了丰富的资料。本书在总结我国喷、微灌设备技术的同时，收入了国外先进喷、微灌技术的大量资料。书中论述了喷、微灌设备的类型，各种部件的结构、工作原理，编入可供生产直接采用的各种设备、部件技术规格、性能参数图表，并选择了经过实践证明符合我国生产实际的喷灌和微灌系统配套方案（模式）。此外，在附录中还介绍了适合我国干旱地区新研制推广的行走式节水灌水机等。

本书由郑耀泉主编，刘婴谷拟定本书编写提纲。参加编写的人员有：郑耀泉（第一、二、五、六、七章），李光永（第五、六、八章），党平（第二章），许一飞（第三章，附录），刘振河、魏国伶（第四章），张建平（第三章），周荣（第八章），李世英、史群（第二章）。

许炳华任主审，提出了许多宝贵的修改意见。本书的编写得到有关领导、专家的支持和帮助，是同行努力的结果，在此一并致以衷心的感谢。

由于我们的水平所限，书中不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1997 年 12 月

目 录

序 前 言

第一篇 喷 灌 设 备

第一章 概述.....	(1)
第一节 喷灌的优缺点	(1)
第二节 喷灌系统的组成及分类	(2)
第二章 喷灌设备.....	(4)
第一节 喷头	(4)
第二节 管道与管件	(40)
第三节 水泵及其动力机	(83)
第三章 喷灌机.....	(86)
第一节 喷灌机的种类	(86)
第二节 定喷式喷灌机	(86)
第三节 行喷式喷灌机	(92)
第四章 管道式喷灌系统.....	(103)
第一节 管道式喷灌系统的类型	(103)
第二节 管道式喷灌系统的配套模式	(103)

第二篇 微 灌 设 备

第五章 概述.....	(111)
第一节 微灌的种类与优缺点	(111)
第二节 微灌系统的组成与分类	(112)
第六章 微灌设备.....	(115)
第一节 灌水器	(115)
第二节 管道与连接件	(140)
第三节 控制、量测与保护装置	(145)
第四节 过滤设备	(148)
第五节 施肥施药装置	(159)

第七章 微灌设备配套系统·····	(162)
第一节 绿源微灌系统·····	(162)
第二节 莱塑微灌系统·····	(168)
第三节 燕山滴灌系统·····	(169)
第四节 小管出流灌溉系统·····	(172)
第五节 环能软管微灌系统·····	(176)
第六节 多功能微灌系统·····	(177)
第七节 脉冲式微灌系统·····	(179)
第八章 喷灌与微灌自动控制设备·····	(187)
第一节 自动化灌溉系统的分类·····	(187)
第二节 自动化灌溉系统中的典型部件·····	(187)
第三节 自动控制系统的线路连接·····	(190)
附录·····	(191)
附录一 节水灌水机具·····	(191)
附录二 喷灌微灌常用水泵技术参数·····	(201)
附录三 喷灌微灌常用电动机技术数据·····	(216)
附录四 喷灌常用柴油机技术数据·····	(221)
附录五 喷灌常用拖拉机技术参数·····	(222)
附录六 喷灌与微灌设备生产服务单位简况·····	(223)
参考文献·····	(227)

第一篇 喷 灌 设 备

第一章 概 述

第一节 喷 灌 的 优 缺 点

喷灌是将灌溉水通过由喷灌设备组成的喷灌系统（或喷灌机具），形成具有一定压力的水，由喷头喷射到空中，形成水滴状态，洒落在土壤表面，为作物生长提供必要的水分。

一、喷灌的优点

1. 喷灌可提高农作物产量

喷灌时灌溉水以水滴的形式，像降雨一样湿润土壤，不破坏土壤结构，为作物生长创造良好的水分状况；由于灌溉水通过各种喷灌设备输送、分配到田间，都是在有控制的状态下工作的，可以根据供水条件和作物需水规律进行精确供水。此外，喷灌还能够调节田间小气候，在干热风季节用喷灌增加空气湿度，降低气温，可以收到良好效果；在早春可以用喷灌防霜。实践表明，喷灌比地面灌可提高产量 15%~25%。

2. 喷灌可节约用水量

因为喷灌系统不存在输水损失，能够很好地控制喷灌强度和灌水量，灌水均匀，水的利用率高。喷灌的灌水均匀度一般可达到 80%~85%，水的有效利用率为 80%以上，用水量比地面灌溉节省 30%~50%。

3. 喷灌具有很强的适应性

喷灌一个突出的优点是可用于各种类型的土壤和作物，受地形条件的限制小。例如：在砂土地或地形坡度达到 5% 等地面灌溉有困难的地方都可采用喷灌。在地下水位高的地区，地面灌溉使土壤层过湿，易引起土壤盐碱化，用喷灌来调节上层土壤的水分状况，可避免盐碱化的发生。由于喷灌对地形要求低，可以节省大量农田地面平整的工程量。

4. 喷灌可节省劳动力

由于喷灌系统的机械化程度高，可以大大降低灌水劳动强度，节省大量的劳动力。例如各种喷灌机组可以提高工效 20~30 倍。

5. 喷灌可提高耕地利用率

采用喷灌可以大大减少田间内部沟渠、田埂的占地，增加了实际播种面积，可提高耕地利用率 7%~15%。

二、喷灌的主要缺点

1. 受风的影响大

喷灌时刮风，会吹走大量水滴，增加水量损失。风力还会改变水舌的形状和喷射距离，降低喷灌均匀度，故一般在 3~4 级风时应停止喷灌。

2. 蒸发损失大

由于水喷洒到空中，比地面灌时的蒸发量大。尤其在干旱季节，空气相对湿度较低，蒸发更大，水滴降落在地面之前可以蒸发掉 10%。因此，可以在夜间风力小时进行喷灌，减少蒸发损失。

3. 可能出现土壤底层湿润不足的问题

在喷灌强度过大，土壤入渗能力低的情况，会出现土壤表层很湿润而底层湿润不足的问题。采用低强度喷灌，使喷灌强度低于土壤入渗速度，并延长喷灌时间，可使灌溉水充分渗入到下层土壤，且不产生地面积水和径流。

第二节 喷灌系统的组成及分类

一、喷灌系统的组成

喷灌系统通常由水源工程、首部装置、输配水管道系统和喷头 etc 部分组成（图 1-1）。

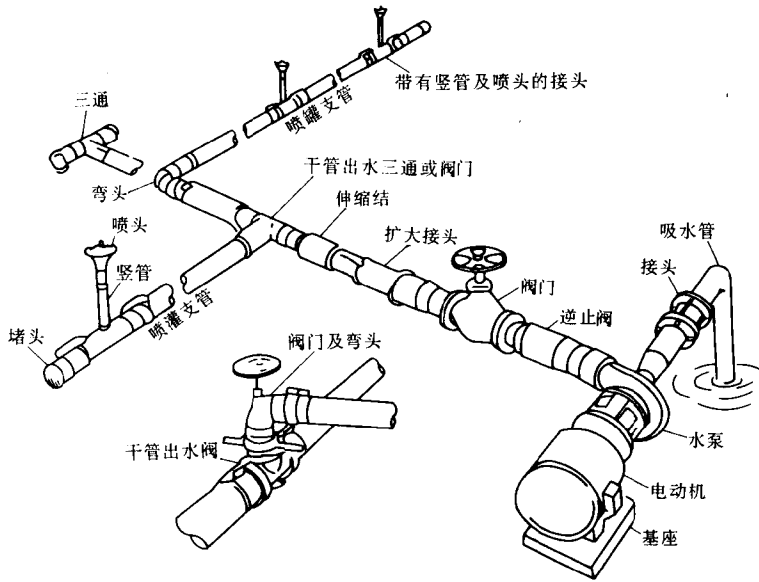


图 1-1 喷灌系统组成示意图

1. 水源工程

包括河流、湖泊、水库、池塘和井泉等都可作为喷灌的水源，但都必须修建相应的水源工程，如泵站及附属设施、水量调蓄池和沉淀池等。

2. 水泵及配套动力机

水泵将灌溉水从水源点吸提、增压、输送到管道系统。喷灌系统常用的水泵有离心泵、自吸式离心泵、长轴井泵、深井潜水泵等。在有电力供应的地方常用电动机作为水泵的动力机；在用电困难的地方可用柴油机、手扶拖拉机或拖拉机等作为动力机与水泵配套。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。通常管道系统有干管和支管两级，在支管上装有利于安装喷头的竖管。在管道系统上装有各种连接和控制的附属配件，包括弯头、三通、接头、闸阀等。为了在灌水的同时施肥，在干管或支管上端还装有肥料注入装置。

4. 喷头

喷头是喷灌系统的专用部件，喷头安装在竖管上，或直接安装于支管上。喷头的作用是将压力水通过喷嘴，喷射到空中，在空气的阻力作用下，形成水滴状，洒落在土壤表面。

5. 田间工程

移动喷灌机组在田间作业，需要在田间修建引水渠和调节池及相应的建筑物，将灌溉水从水源引到田间，以满足喷灌的需要。

二、喷灌系统的分类

可按不同的方法对喷灌系统进行分类。本书从设备的角度，按组装形式不同，将喷灌系统分为管道式喷灌系统和机组式喷灌系统两种类型。管道式喷灌系统以输配水管网为主体，灌溉水通过分布在灌溉面积上的各级管道输送、分配到田间各个灌溉部位，这类喷灌系统在我国使用比较广泛。机组式喷灌系统将喷灌系统的各种部件组装成各种形式的喷灌机组，这类喷灌系统的结构紧凑，使用灵活，机械利用率高，单位喷灌面积的投资较低，在农业节水灌溉中具有广泛的使用前景。

第二章 喷 灌 设 备

第一节 喷 头

喷头是喷灌系统最重要的部件，压力水经过它喷射到空中，散成细小水滴并均匀散落到它所控制的灌溉面积上，亦称为喷洒器。它的作用和任务是将水流的压力能量转变为动能，喷射到空中形成雨滴，均匀分配洒布到灌溉面积上，对作物进行灌溉。喷头可以安装在固定的或移动的管路上、行喷机组桁架的输水管上以及绞盘式喷灌机的牵引架上，并与其相匹配的机、泵等组成一个完整的喷灌机或喷灌系统。喷头性能的好坏以及对它的使用是否妥当，将对整个喷灌系统或喷灌机的喷洒质量、经济性和工作可靠性等起决定性作用。

一、喷头的分类与结构参数和性能指标

(一) 喷头的分类

可按不同的方法对喷头进行分类。如按喷头的工作压力（或射程）、工作特征和材质等对其分类，一般用得最多的有下列两种。

1. 按工作压力和射程分类

按工作压力和射程大小，大体上可以把喷头分为微压喷头、低压喷头（或称近射程喷头）、中压喷头（或称中射程喷头）和高压喷头（或称远射程喷头）四类，如表 2-1。

表 2-1 喷头按工作压力和射程分类表

类 别	工作压力 (kPa)	射 程 (m)	流 量 (m ³ /h)	特 点 及 适 用 范 围
微压喷头	50~100	1~2	0.008~0.3	耗能量省，雾化好，适用于微型灌溉系统，可用于花卉、园林、温室作物的灌溉
低压喷头 (近射程喷头)	100~200	2~15.5	0.3~2.5	耗能少，水滴打击强度小，主要用于菜地、果园、苗圃、温室、公园、草地、连续自走行喷式喷灌机等
中压喷头 (中射程喷头)	200~500	15.5~42	2.5~32	均匀度好，喷灌强度适中，水滴合适，适用范围广，如公园、草地、果园、菜地、大田作物、经济作物及各种土壤等
高压喷头 (远射程喷头)	>500	>42	>32	喷灌范围大，生产率高，耗能高，水滴大，适用于对喷洒质量要求不太高的大田、牧草等的灌溉

2. 按结构形式和喷洒特征分类

按喷头结构形式和喷洒特征，可以分为旋转式（射流式）喷头、固定式（散水式、漫射式）喷头、喷洒孔管三类。此外还有一种同步脉冲式喷头。

(1) 旋转式喷头。这是绕其自身铅垂轴线旋转的一类喷头。它把水流集中呈股状，在空气作用下碎裂，边喷洒边旋转。因此，它的射程较远，流量范围大，喷灌强度较低，均

匀度较高,是中射程和远射程喷头的基本形式,也是目前国内外使用最广泛的一类喷头。但要限制这类喷头的旋转速度,并应使喷头安装铅直以保证基本匀速转动。

因为驱动机构和换向机构是旋转式喷头的重要部件,因此,根据驱动机构的特点,旋转式喷头还可以分成为摇臂式(撞击式)、叶轮式(蜗轮蜗杆式)和反作用式三种。其中摇臂式喷头根据导水板的形式还可分为固定导流板式摇臂喷头和楔导水摆块式摇臂喷头;反作用式喷头还可分为钟表式、垂直摆臂式、全对流式(射流元件式)等。根据是否装有换向机构和喷嘴数目,旋转式喷头又有全圆喷洒、扇形喷洒和单喷嘴、双喷嘴等形式。

(2) 固定式喷头。固定式喷头是指喷洒时,其零部件无相对运动的喷头,即其所有结构部件都固定不动。这类喷头在喷洒时,水流在全圆周或部分圆周(扇形)呈膜状向四周散裂。它的特点是结构简单,工作可靠,要求工作压力低(100~200kPa),故射程较近,距喷头近处喷灌强度比平均喷灌强度大(一般在15~20 mm/h以上),一般雾化程度较高,多数喷头喷水量分布不均匀。

根据固定式喷头的结构特点和喷洒特征,它还可以分成折射式、缝隙式和漫射式三种。

(3) 喷洒孔管。喷洒孔管又称孔管式喷头,其特点是水流在管道中沿许多等距小孔呈细小水舌状喷射。管道常可利用自身水压使摆动机构绕管轴作90°旋转。喷洒孔管一般由一根或几根直径较小的管子组成,在管子的上部布置一列或多列喷水孔,其孔径仅1~2 mm。根据喷水孔分布形式,又可分为单列和多列喷洒孔管两种。

喷洒孔管结构简单,工作压力比较低,操作方便,但其喷灌强度高,由于喷射水流细小,所以受风影响大,对地形适应性差,管孔容易被堵塞,支管内水压力受地形起伏变化的影响较大,对耕作等有影响,并且投资也较大,故目前大面积推广应用较少,在国内一般仅用于温室、大棚等固定场地的喷灌。

上述各种喷头中,我国目前使用最多的是摇臂式喷头、垂直摇臂式喷头、全射流喷头、折射式喷头等,特别是摇臂式喷头和固定式喷头在我国应用很普遍。

(二) 喷头的结构参数

1. 进水口直径 D

进水口直径是指喷头空心轴或进水口管道的内径,单位为mm。通常较竖管内径小,因而流速增加,一般流速应控制在3~4 m/s范围内,以减小水头损失。所以决定进水口直径大小的因素一般是减少水力损失和结构轻小紧凑等。一个喷头的进水口直径确定以后,其过水能力和结构尺寸也大致确定了。我国目前PY系列喷头就以进水口公称直径来命名喷头的型号,对于旋转摇臂式喷头,国标GB 5670.1—85《旋转式喷头类型与基本参数》规定进水口公称直径为10、15、20、30、40、50、60、80 mm等八种类型。

2. 喷嘴直径 d

喷嘴直径为喷头出水口最小截面直径,指喷嘴流道等截面段的直径,单位为mm。喷嘴直径反映喷头在一定的工作压力下通过水流的能力。在压力相同的情况下,一定范围内,喷嘴直径愈大,喷水量也愈大,射程也愈远,但是其雾化程度则相对下降;反之,喷嘴直径愈小,其喷水量愈小,射程也相对较近,但是其雾化程度相对较好。

3. 喷嘴仰角 α

喷嘴仰角是指射流刚离开喷嘴时水流轴线与水平面的夹角。在工作压力和流量相同的

情况下，喷头的喷射仰角是影响射程和喷洒水量的主要参数。选定适宜的喷射仰角可以获得最大的射程，从而可以降低喷灌强度和增大喷灌管道的间距。这样有利于充分利用喷头，扩大其覆盖范围，降低管道式喷灌系统中的管道投资，减少喷头的运行费用。

喷射仰角一般在 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间，大中型喷头的 α 大于 20° ，小喷头的 α 小于 20° ，目前我国常用喷头的喷射仰角多为 $27^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。为了提高抗风能力，有些喷头已采用 $21^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之间的喷射仰角。对于小于 20° 的喷射仰角，我们称为低喷射仰角。低喷射仰角喷头一般多用于树下喷灌以及微量喷灌的场合。对于特殊用途的喷灌，还可以将喷射仰角选得更小。

(三) 喷头的性能指标

1. 压力

喷头压力包括工作压力和喷嘴压力。工作压力指喷头工作时，其进水口前的压力，即距喷头进水口 20 cm 处测取的静水压力，单位为 kPa，一般在此处的竖管上安装压力表来测量。喷嘴压力是指喷头出口处的水流总压力（即流速水头）。它可以用来评价喷头性能的好坏。喷头工作压力和喷嘴压力非常接近，喷嘴压力是工作压力减喷头内过流部件的水力损失而得出的，所以这个损失越小，喷头内部的流道就越好，产品质量也就越高。

2. 流量

喷头流量是指单位时间内喷头喷出的水的体积，单位为 m^3/h 或 L/min 。影响喷头流量的主要因素是工作压力和喷嘴的直径，同样的嘴径，工作压力愈大，喷头的流量也就愈大，反之亦然。喷头的流量可以用体积法、重量法、堰法、流量计法等测量而得出，也可以用水力学管嘴出流公式计算，即

$$Q = 3600\mu A \sqrt{2gh_p} \quad (2-1)$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2-2)$$

式中： Q 为喷头流量， m^3/h ； μ 为喷头流量系数，取 $0.85\sim 0.95$ ，一般喷嘴锥角大的（ 45° 、 50° 等）取下限，锥角小的（ 15° 、 25° 等）取上限； A 为喷嘴过水断面面积， m^2 ； g 为重力加速度为 $9.81\text{m}/\text{s}^2$ ； h_p 为喷头的工作压力水头， m 。

3. 射程

射程是指是在无风情况下，喷头正常工作时的喷洒湿润圆半径，即指喷洒有效水所能达到的最远距离，又称喷洒半径，单位为 m 。

射程可由实测得出。对于旋转式喷头，为了统一标准，规定在无风条件下正常工作时，量水筒中每小时收集的水深为 0.3mm （对于喷水量低于 $250\text{L}/\text{h}$ 的喷头为 $0.15\text{mm}/\text{h}$ ）的那一点到喷头旋转中心的水平距离作为射程。

对于旋转式喷头，当其结构参数确定后，它的射程就主要受工作压力和转速的影响，在一定的工作压力变化范围内，压力增大，射程也相应地增大。超过这一压力范围，压力增加只会提高雾化程度，而射程不再会增加。喷头射程随转速的增大而减小，当转速接近零时，它的射程达到最大。

在喷头流量相同的条件下，射程愈大，则单个喷头的喷灌强度就愈小，其组合喷灌强度也愈小，喷头的布置间隔则可以适当地增大。这对于降低成本，提高适应性大有好处，所以射程是喷头的一个重要水力性能指标。

旋转式喷头射程的测试和计算方法可以参见国家标准 GB5670.3—85《旋转式喷头试验方法》。下列公式是我国几种喷头射程计算的估算公式

$$R_{PY1} = 1.70d^{0.847}h_p^{0.45} \quad (2-3)$$

$$R_{PYS} = 3.50d^{0.51}h_p^{0.24} \quad (2-4)$$

$$R_{PS} = 2.35d^{0.62}h_p^{0.26} \quad (2-5)$$

式中: R_{PY1} 为 PY1 摇臂式系列喷头的射程, m; R_{PYS} 为 PYS 塑料摇臂式系列喷头的射程, m; R_{PS} 为 PSH、PSBZ 步进式全射流系列喷头的射程, m; d 为喷嘴直径, mm; h_p 为喷头工作压力水头, m。

对于固定式喷头, 射程用下式来计算

$$R = 1.35d^{0.6}h_p^{0.4} \quad (2-6)$$

4. 喷灌强度

喷灌强度是指单位时间内喷洒到单位面积上水的体积, 或单位时间喷洒的水深, 单位为 mm/h。它是喷头的主要参数之一, 连同喷灌均匀度和水滴雾化程度是衡量喷头水力性能的重要指标。

喷头的计算喷灌强度可用下式来表示

$$\rho = \frac{1000Q}{S} \quad (2-7)$$

式中: ρ 为喷头的计算喷灌强度, mm/h; Q 为喷头流量, m^3/h ; S 为喷头喷洒控制面积, m^2 。

从上式可以看出, 喷头的计算喷灌强度与喷头流量成正比, 与喷头控制面积 (即喷头的射程) 成反比。在设计喷灌时, 允许喷灌强度可按下列数值来选用: 砂土 20mm/h, 壤砂土 15mm/h, 砂壤土 12mm/h, 壤土 10mm/h, 粘土 8mm/h。有良好植被覆盖时, 以上数值可提高 20%; 在地面有坡度时要降低以上数值, 当地面坡度为 5° 时, 应降低 50%。

5. 水滴的打击强度

喷灌时喷洒水滴的打击强度, 是指喷洒作物受水面积范围内, 水滴对作物或土壤的打击动能。它与喷洒水滴的大小、水滴降落速度和水滴密度密切相关。一般使用雾化指标 p_d 或水滴直径大小来表征喷灌水滴打击强度, 即

$$p_d = \frac{h_p}{d} \quad (2-8)$$

式中: p_d 为雾化指标; h_p 为喷头工作压力水头, m; d 为毛喷嘴直径, mm。

对于同一喷嘴来说, p_d 值越大, 说明其雾化程度越高, 水滴直径越小, 打击强度也越小。

6. 喷洒水量分布特性

常用水量分布图来表示喷洒水量分布特性。水量分布图是指在喷灌范围内的等水深 (量) 线图, 能准确、直观地表示喷头的特性。水量分布特性是影响喷灌均匀度的主要因素。

影响喷头水量分布的因素很多, 其中风的影响较大。一个做全圆喷洒的旋转式喷头, 如转速均匀, 在无风情况下, 其水量分布等值线图是一组以喷头为中心的同心圆。通常为了更直观地看到水量分布情况, 在互相垂直的两个直径方向, 取水量分布等值线图的剖面, 给出喷头径向水量分布曲线, 如图 2-1 所示。

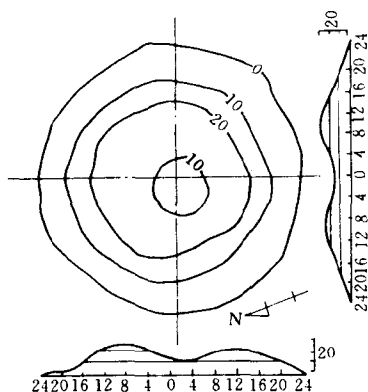


图 2-1 喷头水量分布图

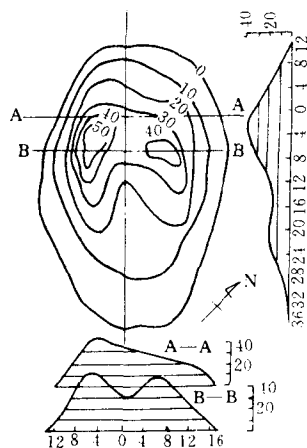


图 2-2 风对喷头水量分布的影响

在有风情况下,风对水量分布的影响如图 2-2 所示。从图上可以看出:风使水量分布等值线图的逆风带变陡而收缩,顺风带变缓而伸长,整个湿润面积缩小,喷灌强度变大。所以在喷灌系统的规划设计中,喷头布置间距的确定,一定要考虑风的影响。

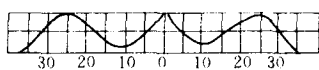
喷头工作压力是喷头最基本的工作参数,改变工作压力会引起射程、喷头流量、雾化程度及水量分布等方面的变化。对于喷头水量分布来说,喷头的工作压力越高,可使水流分裂加剧,裂变快,有过多的水量落在了喷头附近,射程也会随之减小,喷洒均匀度就不好;压力过低,水流分裂情况不足,大部分的水量射到了远处,导致喷洒不均匀;只有当压力适中时,喷头的水量分布曲线才近似一等腰三角形,如图 2-3 所示。

二、摇臂式喷头

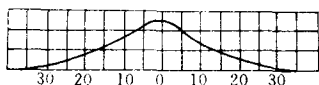
(一) 摇臂式喷头的结构与工作原理

1. 摇臂式喷头的结构

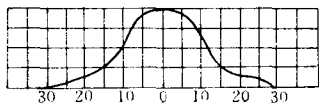
摇臂式喷头虽然有许多结构形式,但基本上都由下列几部分组成。



(a)



(b)



(c)

图 2-3 在不同压力下单个喷头的水量分布图

(a) 压力过低; (b) 压力适中;

(c) 压力过高

(1) 旋转密封机构。常用的有径向密封和端面密封两种形式,由减磨密封圈、胶垫(或胶圈)、防沙弹簧等零件组成。

(2) 流道。水流通过喷头时的通道,包括空心轴、喷头、喷管、稳流器、喷嘴等零件。

(3) 驱动机构。由摇臂、摇臂轴、摇臂弹簧、弹簧座等零件组成,其作用是驱动喷头转动。

(4) 扇形换向机构。由换向器、反转钩、限位环(销)等零件组成,其作用是使喷头在规定的扇形范围内喷洒。

(5) 连接件。摇臂式喷头与供水管常用螺纹连接,其连接件多为喷头的空心轴套。

摇臂式喷头的结构详见图 2-4 和图 2-5。