

节水灌溉技术

秦为耀 丁头然 曾建军 编著
王友贞 谷霞 吕路平



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

节水灌溉技术



秦为耀 丁必然 曾建军 编著
王友贞 咎霞 吕路平



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书介绍了节水灌溉技术中较为先进和成熟的微灌技术、喷灌技术、管道灌溉技术及经济评价。为便于读者掌握各种灌溉形式的设计方法,每章后均有实例。本书内容实用性强,适合水利工作者及有关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

节水灌溉技术/秦为耀等编著. —北京:中国水利水电出版社, 2000. 1
ISBN 7-5084-0236-7

I. 节… II. 秦… III. 节约用水-灌溉-技术 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 57984 号

书 名	节水灌溉技术
作 者	秦为耀 丁必然 曾建军 王友贞 晁霞 吕路平 编著
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: sale@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部) 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	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 10 印张 233 千字
版 次	2000 年 1 月第一版 2000 年 1 月北京第一次印刷
印 数	0001—4600 册
定 价	16.00 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

序

水是生命的基础，人类生存的命脉。有了水，才能有人类的发展、社会的进步和经济的繁荣。

20 世纪 70 年代以来，水资源日益短缺已引起全球的关注。联合国 1977 年在阿根廷召开了世界水会议，把水资源问题提到全球的战略高度来考虑，并确定自 1993 年起，每年的 3 月 22 日为“世界水日”。1992 年在巴西里约热内卢举行的联合国环境和发展大会（UNCED）上通过的《21 世纪议程》中指出：“淡水是一种有限资源，不仅为维持地球上一切生命所必须，且对一切社会经济部门都具有生死攸关的重要意义。”我国是一个水资源严重短缺的国家。全国水资源总量为 2.8 万亿 m^3 ，居世界第 6 位，而人均水资源占有量仅为 2300 m^3 ，只相当于世界人均占有量的 1/4，居世界第 121 位。中国已被联合国列为全世界人均水资源 13 个贫水国家之一。水的供需矛盾已成为制约我国工农业生产和城市发展的瓶颈。干旱缺水问题已引起党中央、国务院的高度重视。党的十五届三中全会《决议》指出：要制定促进节水的政策，大力发展节水农业，把推广节水灌溉作为一项革命性的措施来抓，大幅度提高水的利用率，努力扩大农田有效灌溉面积。江泽民总书记 1998 年来安徽考察工作时要求“大力发展节水灌溉，提高水资源的利用率”。国务院于 1996 年批准“九五”期间在全国建设 300 个节水增产重点县和节水型井灌区。国家计委、水利部从 1997 年开始，每年安排部分专项资金支持各省建设一批节水增效示范项目，以此来推动全国节水灌溉的普及与发展。

安徽省水资源总量为 675 亿 m^3 ，居全国第 14 位；人均水资源占有量 1100 m^3 ，不足全国的一半；尤其是耕地面积占全省 49% 的淮河以北地区，水资源总量只有全省的 20%。同时，由于全省水资源时空分布极不均衡，干旱缺水经常发生。水资源短缺已成为全省国民经济和社会发展的主要制约因素之一。农业是用水大户，农业用水量占社会总用水量的 80% 左右。由于受传统习惯的影响和经济技术条件的制约，目前全省农田灌溉用水方法落后，普遍存在着用水浪费现象，灌溉水的有效利用系数仅 0.5 左右，而先进国家已达到 0.7~0.8 以上。因此，改革落后的农田灌溉方法，推广先进的节水灌溉技术，是缓解水资源供需矛盾，保证全省农业乃至国民经济可持续发展的一个重要条件。安徽省委、省政府对发展节水灌溉工作十分重视，专门成立了省节水灌溉工作领导小组。我

厅提出的“九五”“3181”节水灌溉工程计划已付诸实施，并取得了阶段性成效。不少市、县、区领导亲自抓了一批节水灌溉示范田，广大基层干部群众的节水意识已逐渐增强，一个大力普及节水灌溉的新高潮正在全省大地蓬勃兴起。

节水灌溉科学性和技术性强，从事此项工作既要具备现代产业意识，又要掌握一定的科学技术，遵循必要的技术规范、规程，熟悉工程所需要的各类设备的性能。为此，我们组织编写了这本《节水灌溉技术》，供从事节水灌溉工作的同志参考、使用。希望我们共同努力，为我省的节水灌溉事业的发展做出贡献。

蔡其华

1999年3月30日

目 录

序

第一章 微灌技术	1
第一节 概述.....	1
第二节 微灌专用设备.....	5
第三节 微灌工程的规划与设计.....	17
第四节 微灌工程施工与运行管理.....	39
第五节 微灌工程设计实例.....	49
第二章 喷灌技术	62
第一节 概述.....	62
第二节 喷灌的主要设备.....	67
第三节 喷灌工程的规划与设计.....	72
第四节 喷灌工程设计实例.....	85
第三章 管道灌溉工程技术	93
第一节 概述.....	93
第二节 管道灌溉工程常用管材及附件.....	95
第三节 管道灌溉工程规划与设计.....	102
第四节 施工与安装.....	113
第五节 运行管理.....	117
第六节 管道灌溉工程设计实例.....	119
第四章 经济评价	134
第一节 经济评价的基本概念.....	134
第二节 资金的时间价值.....	135
第三节 财务评价.....	139
第四节 国民经济评价.....	144
第五节 不确定分析.....	146
第六节 经济评价案例.....	147
参考文献	152
跋	153

第一章 微 灌 技 术

第一节 概 述

一、微灌的定义

微灌即是按照作物生长所需的水和养分,利用专门设备或自然水头加压,再通过低压管道系统末级毛管上的孔口或灌水器,将有压水流变成细小的水流或水滴,直接送到作物根区附近,均匀、适量地施于作物根层所在部分土壤的灌水方法。微灌包括滴灌、微喷灌、涌泉灌等。

微灌是当今世界上用水最省、灌水质量最好的现代灌溉技术。20世纪70年代初,微灌成为一种完整的灌溉技术,得到了普遍的重视和应用,至1991年全世界微灌面积约18万 hm^2 。1992年我国微灌面积达3.4万 hm^2 。微灌主要用于果树、保护地蔬菜、花卉和其他经济作物的灌溉。我国的微灌设备是在引进、吸收国外先进技术的基础上,结合本国的国情研究、发展起来的。近年来,国产微灌设备的质量有了明显提高。随着节水型农业的发展,我国的微灌技术将得到更快的发展。

二、微灌的特点、组成与分类

(一) 微灌的特点

(1) 局部湿润土壤。这是与传统地面灌水方法(沟、畦灌等)和喷灌的最大区别。微灌不是对整个灌水地段实施全面积灌溉,而是通过管道系统将水直接送到作物根部附近,只湿润主根层所在的耕层土壤,不破坏土壤结构,湿润区土壤水、热、气、养分状况良好,减少土壤表面蒸发。所以微灌又称为“局部灌水方法”。

(2) 灌水量小,灌水周期短,属微量精细灌溉范畴。微灌条件下的作物基本上没有棵间蒸发,作物需水量比较小。同时,微灌设备可以按照需要准确控制灌水量,既不存在深层渗漏,亦无喷灌条件下的飘移蒸发损失。在现有的灌水方法中,微灌所需的灌水量最小。另外,微灌不仅具有以补充降雨不足为目的的灌水功能,同时还特别适合给作物输送液态化肥、除草剂等化学药剂,并便于实现自动控制。不过灌溉系统的运行管理、规划设计和安装调试以及对水质的要求都较为精细。一般滴头的流量为1.5~12 L/h,微喷头的流量为50~200 L/h。微灌的灌水时间间隔:蔬菜为1~3 d;果树为7~15 d。

(3) 灌水质量较高。只要选用质量合格的灌水器,合理进行工程规划设计,使灌水器出水均匀,就能获得较高的灌水质量。同时,微灌条件下的灌溉制度具有灌水持续历时长、前后两次灌水间隔时间短、根区土壤水分变化幅度小的特点,土壤水分长期维持在作物适宜的湿度,有利于农作物均衡吸收,可使作物增产和改善品质。而且,还可以利用含盐浓度不很高的咸水进行微灌,或者在盐碱地上通过微灌来稀释根区土壤的盐分,使作物正常生长。

(4) 工作压力低, 节约能源。滴头的工作水头 $7\sim 10\text{ m}$, 微喷头的工作水头 $10\sim 15\text{ m}$ 。微灌田间灌溉水有效利用系数高, 对需消耗能量的提水灌区, 节水也就意味着节能。只是微灌输水系统的水头损失较大, 尤其是滴灌系统。如何降低管道系统 (含过滤设备) 的输水损失, 有效防止灌水器堵塞, 是微灌应用推广中最为突出的问题。为解决灌水器堵塞的问题, 世界各国都做出巨大的努力, 已经制造出过滤效果好的过滤器和抗堵性能良好的灌水器。

(二) 微灌的组成与分类

1. 微灌的组成

微灌系统通常由水源工程、首部枢纽、输配水管网和灌水器四部分组成, 其形式见图 1-1。

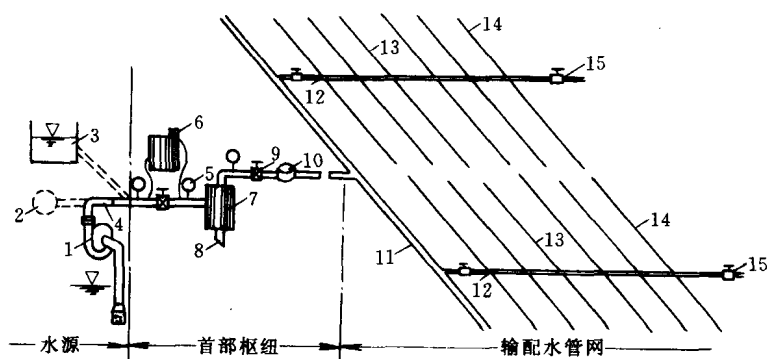


图 1-1 微灌系统示意图

1—水泵；2—供水管；3—蓄水池；4—逆止阀；5—压力表；
6—施肥罐；7—过滤器；8—排污管；9—阀门；10—水表；
11—干管；12—支管；13—毛管；14—灌水器；15—冲洗阀门

(1) 水源。河流、湖泊、塘堰、沟渠、井泉等, 只要水质符合微灌要求, 均可作为微灌的水源, 否则将使水质净化设备过于复杂, 甚至引起微灌系统的堵塞。为了充分利用各种水源进行灌溉, 往往需要修建引水、蓄水和提水工程, 以及相应的输配电工程。这些通称为水源工程。

(2) 首部枢纽。微灌工程的首部通常由水泵及动力机、控制阀门、水质净化装置、施肥装置、测量和保护设备等组成。首部枢纽担负着整个系统的驱动、检测和调控任务, 是全系统的控制调度中心。

(3) 输配水管网。微灌系统的输配水管网一般分干、支、毛三级管道。通常干、支管埋入地下, 也有将毛管埋入地下的, 以延长毛管的使用寿命。

(4) 灌水器。微灌的灌水器安装在毛管上或通过连接小管与毛管连接。有滴头、微喷头、涌水器和滴灌带等多种形式。或置于地表, 或埋入地下。灌水器的结构不同, 水流的出流形式也不同, 有滴水式、漫射式、喷水式和涌泉式等。

2. 微灌的分类

微灌常按选用灌水器的不同进行分类, 即不同灌水方法采用不同的灌水器。

(1) 滴灌。滴灌即滴水灌溉, 是利用塑料管道和直径约 10 mm 毛管上的孔口非常小的灌水器(滴头或滴灌带等), 消杀水中具有的能量, 使水一滴一滴缓慢而又均匀地滴在作物根区土壤中进行局部灌溉的灌水形式。由于滴头流量很小, 只湿润滴头所在位置的土壤, 水主要借助土壤毛管张力入渗和扩散。它是目前干旱缺水地区最有效的一种节水灌溉方式, 其水的利用率可达 95%。因此较喷灌具有更高的节水增产效果, 同时还可以结合灌溉给作物施肥, 提高肥效一倍以上。适用于果树、蔬菜、经济作物及温室大棚灌溉, 在干旱缺水的地方也可用于大田作物灌溉。其不足之处是滴头出流孔口小、流程长, 流速又非常缓慢, 易结垢和堵塞, 因此应对水源进行严格的过滤处理。目前, 国产设备的质量已基本过关, 有条件的地区应积极发展。

按管道的固定程度, 滴灌可分固定式、半固定式和移动式三种类型。

1) 固定式滴灌。其各级管道和滴头的位置在灌溉季节是固定的。其优点是操作简便、省工、省时, 灌水效率高、效果好。国产设备亩投资约为 1000 元(果树)~2000 元(大棚蔬菜), 进口设备亩投资为 2500~3500 元。

2) 半固定式滴灌。其干、支管固定, 毛管由人工移动。亩投资为 700~1000 元。

3) 移动式滴灌。其干、支、毛管均由人工移动, 设备简单, 但用工较多。亩投资为 500~700 元。

结合我国劳动力多、资金缺乏的具体情况而研究开发的半固定式、移动式滴灌系统, 大大降低了工程造价, 为滴灌在大田作物和经济欠发达地区的推广应用创造了条件。

(2) 微喷灌。微喷灌又称微型喷洒灌溉, 是利用塑料管道输水, 通过很小的喷头(微喷头)将水喷洒在土壤或作物表面进行局部灌溉。它是新发展起来的一种喷灌形式, 与一般的喷灌相比, 微喷头的工作压力明显下降, 有利于节约能源、节省设备投资, 同时具有调节田间小气候的优点, 又可结合灌溉为作物施肥, 提高肥效, 可使作物增产 30%。微喷灌与滴灌相比, 微喷头的工作压力与滴头相近, 不同的是微喷头可以充分利用水中能量, 将水喷到空中, 在空气中消杀能量; 且微喷头不仅比滴头湿润面积大, 流量和出流孔口都较大, 水流速度也明显加快, 大大减小了堵塞的可能性。可以说微喷灌是扬喷灌和滴灌之所长, 避其所短的一种理想灌水形式。微喷灌主要应用于果树、经济作物、花卉、草坪、温室大棚等灌溉。

(3) 渗灌。渗灌又称土表下灌溉或土表下滴灌, 是通过埋在地下作物根系活动层(约 20~50 cm)的滴灌带上的滴头或渗头将水灌入土中的灌水方式。它具有蒸发损失少、省水、省电、省肥、省工和增产效益显著等优点, 且不会妨碍耕作。果树、棉花、粮食作物等均可采用。其缺点为: 一是堵塞不易发现, 也不便于维护; 二是当管道间距较大时灌水不够均匀, 在土壤渗透性很大或地面坡度较陡的地方不宜使用。亩投资为 400~1000 元。其效益为: 节水 50%~60%, 省电 40%~50%, 省工 95%, 增产 30%左右。

(4) 涌灌。涌灌又称为涌泉灌溉、小管灌溉, 是通过从开口小管涌出的小水流将水灌入土壤的灌水方式。由于灌水流量较大(但一般不大于 220 L/h), 有时需筑沟埂在地表来控制灌水。此灌水方式的工作压力很低, 不易堵塞, 但田间工程量较大, 适合地形较平坦地区果树等灌溉。

为克服滴灌堵塞, 将滴灌系统的滴头取下, 称作小管出流灌溉的灌水方法, 也隶属于涌灌。

(5) 雾灌。雾灌又称弥雾灌溉，与微喷灌很相似，只是工作压力较高（可达到 200~400 kPa），喷出的水滴极细，灌水时形成水雾以调节田间空气湿度，如全日照喷雾育苗就要采用雾灌。

三、微灌的优缺点

1. 优点

(1) 省水。微灌系统全部由管道输水，很少有沿程渗漏和蒸发损失；属局部灌溉，灌水时一般只湿润作物根部附近的部分土壤，灌水流量小，不易发生地表径流和深层渗漏；另外，微灌能适时适量地按作物生长需要供水，较其他灌水方法，水的利用率高。因此，一般比地面灌溉省水 $1/3 \sim 1/2$ ，比喷灌省水 15%~25%。

(2) 节能。微灌的灌水器在低压条件下运行，一般工作压力为 50~150 kPa，比喷灌低；又因微灌比地面灌溉省水，灌水利用率高，对提水灌溉来说就意味着减少了能耗。

(3) 灌水均匀。微灌系统能够做到有效地控制每个灌水器的出水量，灌水均匀度高，一般可达 80%~90%。

(4) 增产。微灌能适时适量地向作物根区供水供肥，有的还可调节棵间的温度和湿度，不会造成土壤板结，为作物生长提供了良好的条件，因而有利于实现高产稳产，提高产品质量。许多地方的实践证明，微灌较其他灌水方法一般可增产 30% 左右。

(5) 对土壤和地形的适应性强。微灌系统的灌水速度可快可慢，对于入渗率很低的粘性土壤，灌水速度可以放慢，使其不产生地面径流；对于入渗率很高的沙质土，灌水速度可以提高，灌水时间可以缩短或进行间歇灌水，这样做既能使作物根系层经常保持适宜的土壤水分，又不至于产生深层渗漏。由于微灌是压力管道输水，适应性强，不一定要求地形平坦。

(6) 在一定条件下可以利用咸水资源。微灌可以使作物根系层土壤经常保持较高含水状态，因而局部的土壤溶液浓度较低，渗透压比较低，作物根系可以正常吸收水分和养分而不受盐碱危害。实践证明，使用咸水滴灌，灌溉水中含盐量在 2~4 g/L 时作物仍能正常生长，并能获得较高产量。但是利用咸水滴灌会使滴水湿润区外围形成盐斑，长期使用会使土质恶化，因此，在干旱和半干旱地区，在灌溉季节末期应用淡水进行洗盐。

(7) 节省劳动力和耕地。微灌系统不需平整土地、筑渠和开沟打畦，还可实行自动控制，大大减少了田间灌水的劳动量和劳动强度。

2. 缺点

(1) 易于堵塞。灌水器的堵塞是当前微灌应用中最主要的问题，严重时会使整个系统无法正常工作，甚至报废。引起堵塞的原因有物理因素、生物因素或化学因素。如水中的泥沙、有机物质或是微生物以及化学沉淀物等。因此，微灌对水质要求较严，一般均应经过过滤，必要时还需经过沉淀和化学处理。

(2) 会引起盐分积累。当在含盐量高的土壤上进行微灌或是利用咸水微灌时，盐分会积累在湿润区的边缘。若遇到小雨，这些盐分可能会被冲到作物根区而引起盐害，这时应继续进行微灌。在没有充分冲洗条件的地方或是秋季无充足降雨的地方，不要在高含盐量的土壤上进行微灌或利用咸水微灌。

(3) 可能限制根系的发展。由于微灌只湿润部分土壤，加之作物的根系有向水性，这样就会引起作物根系集中向湿润区生长。另外，在没有灌溉就没有农业的地区，如我国西北干旱地区，应用微灌时，应正确地布置灌水器；在平面上要布置均匀，在深度上最好采用深埋方式。

(4) 造价一般较高。微灌需要大量设备、管材、灌水器，所以造价较高。

总之，微灌的适应性较强，使用范围较广，各地应根据当地自然条件、作物种类等因地制宜地选用。

第二节 微灌专用设备

微灌设备大致由首部加压泵、过滤器、施肥装置以及控制、量测、保护装置，输配水管道和管件、灌水器等组成。微灌用管道和管件虽与喷灌用管道和管件基本相同，但对防堵塞的要求较高，同时工作压力也较低，所以多采用黑色塑料材质的管道和管件。通常干、支管多用聚氯乙烯硬管，末级毛管多用聚乙烯半软管。

国产的微灌设备系列如图 1-2 所示。

一、微灌用灌水器

灌水器又称配水器，其作用是消杀或分散有压管道输送来的集中水流中的能量，均匀而稳定地向作物的根区土壤配水，以满足作物生长的需要。灌水器的质量好坏直接影响到微灌系统是否工作可靠及灌水质量。对其要求如下：

(1) 出水量小。灌水器出水量的大小取决于工作水头高低、过水流道断面大小和出流受阻的情况。微灌用的灌水器的的工作水头一般为 5~15 m，过水流道直径或孔径一般在 0.3~2.0 mm 之间，出水流量在 2~200 L/h 范围内。

(2) 出水均匀、稳定。一般情况下灌水器的出流量随工作水头大小而变化。因此，要求灌水器本身具有一定的调节能力，使得在水头变化时流量的变化较小。

(3) 抗堵塞性能好。灌溉水中总会含有一定的污物和杂质，由于灌水器流道和孔口较小，在设计和制造灌水器时要尽量采取措施，提高它的抗堵塞性能。

(4) 制造精度高。灌水器的流量大小除受工作水头影响外，还受设备制造精度的影响。

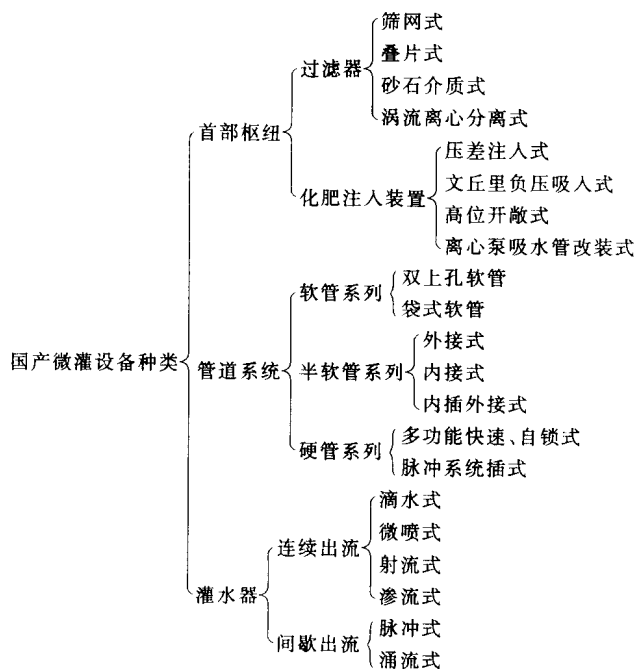


图 1-2 国产微灌设备

如果制造偏差过大,每个灌水器的过水断面大小差别就会很大,无论采取哪种补救措施,都很难提高灌水器的出水均匀度。因此,为了保证微灌灌水质量,要求灌水器的制造偏差系数 C_v 值一般应控制在 0.03~0.07 之间。

(5) 结构简单,便于制造安装。

(6) 坚固耐用,价格低廉。灌水器在整个微灌系统中用量较大,其费用往往占整个系统总投资的 25%~30% 左右。另外,在移动式微灌系统中,灌水器要连同毛管一起移动,为了延长使用寿命,要求在降低价格的同时还要保证产品的经久耐用。

实际上,绝大多数灌水器不能同时满足上述所有要求。因此,在选用灌水器时,应根据具体使用条件,只满足某些主要要求即可。例如,使用水质不好的地面水源时,要求灌水器的抗堵塞性能较高,而在使用相对较干净的井水时,对灌水器的抗堵塞性能的要求就可以低一些。

二、微灌用灌水器的分类

微灌用灌水器种类很多,按结构和出流形式可分为滴头、滴灌带、微喷头、渗头、涌水器等五类。

1. 滴头

滴头的作用是消杀经毛管输送来的有压水流中的能量,使其以稳定的速度一滴一滴地滴入土壤。滴头常用塑料压注而成,工作压力约为 100 kPa,流道最小孔径在 0.3~1.0 mm 之间,流量在 0.6~1.2 L/h 范围内。其基本形式有微管式、管式、涡流式和孔口式,前三种是通过立面或平面呈螺旋状的长流道来消能,以管式滴头应用最普遍,按其在毛管上的安装方式又分管间式和管上式滴头。孔口式滴头流量稍大,水流呈紊流,它是通过令水流折射来消能的。为了减少滴头堵塞,管上式滴头和孔口式滴头还可做成具有自动清洗功能的补偿式滴头。另外,还有带脉冲装置、间隔一定时间呈喷射状出水的脉冲式滴头。按结构来分,滴头有以下几种:

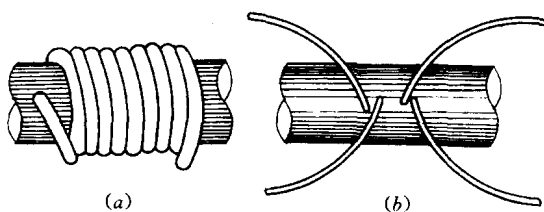


图 1-3 微管滴头
(a) 缠绕式; (b) 散放式

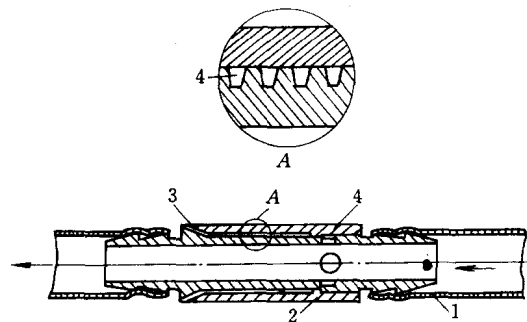


图 1-4 内螺纹管式滴头

1—毛管; 2—滴头; 3—滴头出水口; 4—螺纹流道槽

(1) 长流道型滴头。靠水流与流道壁之间的摩擦阻消能来调节出水量的大小,如微管滴头、内螺纹管式滴头等,如图 1-3、图 1-4 所示。

(2) 孔口型滴头。靠孔口出流造成的局部水头损失来消能和调节出水量的大小,如图 1-5 所示。

(3) 涡流型滴头。靠水流进入灌水器的涡室内形成涡流来消能和调节出水量的大小,如图 1-6 所示。

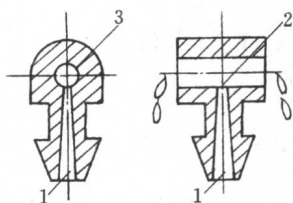


图 1-5 孔口型滴头

1—进口；2—出口；
3—横向出水道

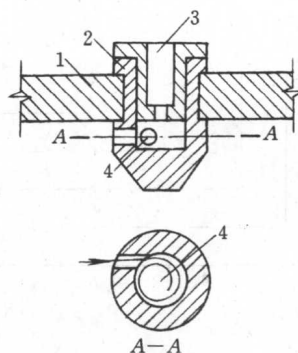
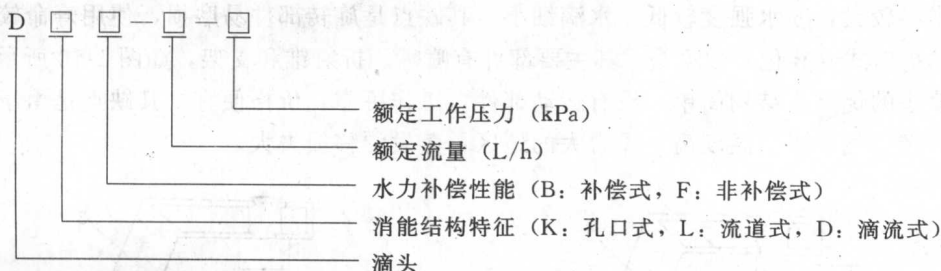


图 1-6 涡流型滴头

1—毛管壁；2—滴头体；3—出水口；4—涡流室

(4) 压力补偿型滴头。利用水流压力压迫滴头内的弹性体（片）使流道（或孔口）形状改变或过水断面面积发生变化，从而使出流量自动保持稳定，同时还具有自清洗功能。

滴头名称代号表示方法如下：



为了方便安装，提高安装质量，各类管上式和孔口式滴头均有和毛管组成一体出厂的产品。

2. 滴灌带

滴头与毛管制造成一整体，兼具配水和滴水功能，按结构可分为：



图 1-7 内镶式滴灌带

(1) 内镶式滴灌带，如图 1-7 所示。

(2) 薄壁滴灌带，如图 1-8 所示。

滴灌带有压力补偿式与非压力补偿式。其名称代号表示方法如下：

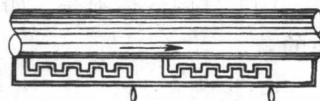
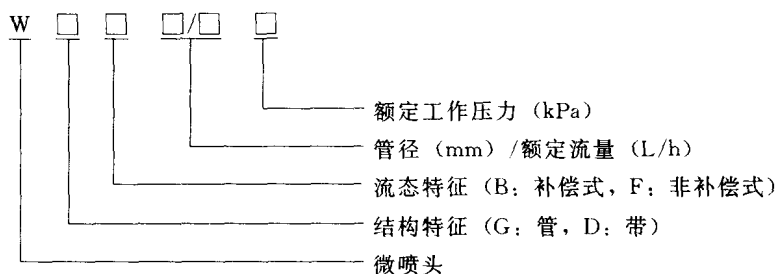


图 1-8 薄壁滴灌带



3. 微喷头

微喷头即微型喷头，作用与喷灌的喷头基本相同。只是微喷头一般工作压力较低，湿润范围较小，对单喷头射程范围内的水量分布要求不如喷灌高。其外形尺寸大致在 0.5~10 cm 之间，喷嘴直径小于 2.5 mm，单喷头流量不大于 300 L/h，工作压力小于 300 kPa。多数用塑料压注而成，有的也有部分金属部件。其种类繁多，据统计达数千种之多。按喷射水流湿润范围的形状有全圆和扇形之分，按结构形式有固定式和移动式之分。固定式微喷头与固定式喷头相近，有射流旋转式、折射式、离心式和缝隙式等，其构造都比较简单。射流旋转式微喷头则是由不同形状的旋臂来驱动的。

(1) 射流旋转式微喷头。一般由旋转折射臂、支架、喷嘴构成，见图 1-9。其特点是有效湿润半径较大，喷水强度较低，水滴细小。其缺点是旋转部件易磨损，使用寿命较短。

(2) 折射式（雾化）微喷头。其主要部件有喷嘴、折射锥和支架，如图 1-10 所示。折射式微喷头的优点是结构简单，没有运动部件，工作可靠，价格便宜。其缺点是由于水滴太微细，在空气干燥、温度高、风力大的地区，蒸发漂移损失大。

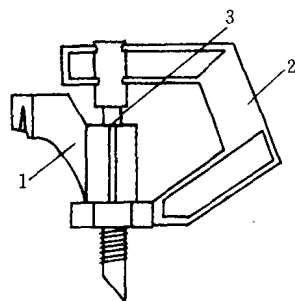


图 1-9 射流旋转式微喷头
1—旋转折射臂；2—支架；3—喷嘴

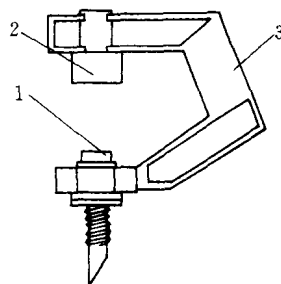


图 1-10 折射式微喷头
1—喷嘴；2—折射锥；3—支架

(3) 离心式微喷头。结构外形如图 1-11 所示。其特点是工作压力低，雾化程度高，一般形成全圆的湿润面积，由于在离心室内能消散大量能量，所以在同样流量的条件下，孔口较大，从而大大减小了堵塞的可能性。

(4) 缝隙式微喷头。如图 1-12 所示，一般由两部分组成，下部为底座，上部是带有缝隙的盖。

4. 渗头

作为地表下渗灌的灌水器，其作用是使水直接渗入作物根区土壤，有多孔瓦管（罐）、

海绵渗头等。

5. 涌水器

压力水流经消能后以连续水流的形式缓缓涌出，灌入根区灌水沟（坑）内。其工作压力比其他灌水器都低，按结构形式有微管式和孔口式两种。

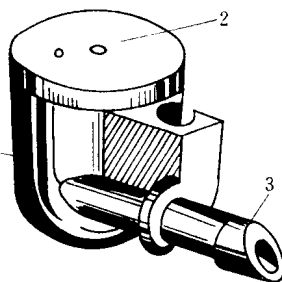


图 1-11 离心式微喷头
1—离心室；2 喷嘴；3 接头

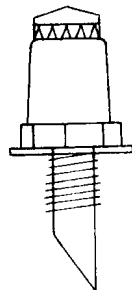


图 1-12 缝隙式微喷头

三、管道与连接件

管道是微灌系统的主要组成部分。各种管道与连接件按设计要求组合安装成一个微灌输配水管网，按作物需水要求向田间和作物输水和配水。管道与连接件在微灌工程中用量大、规格多、所占投资比重大，其型号规格和质量的好坏，不仅直接关系到微灌工程费用大小，而且也关系到微灌能否正常运行和管道寿命的长短。

1. 对微灌用管与连接件的基本要求

（1）能承受一定的内水压力。微灌管网为压力管网，各级管道必须能承受设计工作压力，才能保证安全输水与配水。因此，在选择管道时一定要了解各种管材与连接件的承压能力。而管道的承压能力与管材及连接件的材质、规格、型号及连接方式等有直接关系。

（2）耐腐蚀抗老化性能强。微灌系统中灌水器孔口很小，因此，微灌管网要求所用的管道与连接件应具有较强的耐腐蚀性能和抗老化性能。

（3）规格尺寸与公差必须符合技术标准。管径偏差与壁厚偏差应在技术标准允许范围内，管道内壁要光滑、平整、清洁，外观光滑，无凹陷、裂纹和气泡，连接件无飞边和毛刺。

（4）价格低廉。微灌管道及连接件在微灌系统投资中所占比重大，应力求选择满足微灌工程要求且价格便宜的管道及连接件。

（5）安装施工容易。各种连接件之间及连接件与管道之间的连接要简单、方便、牢固且不漏水。

2. 微灌管道的种类

微灌工程应采用塑料管。塑料管具有抗腐蚀、柔韧性较好、能适应较小的局部沉陷、内壁光滑、输水摩阻小、比重小、重量轻和运输安装方便等优点，是理想的微灌用管。塑料管的主要缺点是受阳光照射时易老化，但埋入地下时，塑料管的老化问题将会得到较大程度的缓解，使用寿命可达 20 年以上。对于大型微灌工程的骨干输水管道（如上、下山干管，输水总干管等），当塑料管不能满足设计要求时，也可采用其他材质的管道，但要防止因锈蚀而堵塞灌水器。

微灌系统常用的塑料管主要有两种：聚乙烯管（PE）和聚氯乙烯管（PVC）， $\phi 63$ mm 以下的管采用聚乙烯管， $\phi 63$ mm 以上的管采用聚氯乙烯管。

3. 微灌管道连接件的种类

连接件是连接管道的部件，亦称管件。管道种类及连接方式不同，连接件也不同。鉴于微灌工程中大多用聚乙烯管，因此这里仅介绍聚乙烯管连接件。目前，国内微灌用聚乙烯塑料管的连接方式和连接件有两大类：一是以北京绿源公司为代表的外接式管件（ $\phi 20$

mm 以下的管也采用内接式管件)；二是以山东莱芜塑料制品总厂为代表的内接式管件。两者的规格尺寸相异，用户在选用时，一定要了解所连接管道的规格尺寸，选用与其相匹配的管件。

(1) 接头。接头的作用是连接管道。根据两个被连接管道的管径大小，分为同径和异径连接接头。根据连接方式不同，聚乙烯接头分为螺纹式接头、内插式接头和外接式接头三种。

(2) 三通。三通是用于管道分叉时的连接件。与接头一样，三通有同径和异径两种。每种型号又有内插式和螺纹式两种。

(3) 弯头。在管道转弯和地形坡度变化较大之处就需要使用弯头连接。其结构也有内插式和螺纹式两种。

(4) 堵头。堵头是用来封闭管道末端的管件，有内插式、螺纹式。

(5) 旁通。用于支管与毛管间的连接。

(6) 插杆。用于支撑微喷头，使微喷头置于规定高度，有不同的形式和高度。

(7) 密封紧固件。用于内接式管件与管连接时的紧固。

四、微灌用过滤设备

微灌要求灌溉水中不含有造成灌水器堵塞的污物和杂质，而任何水源（包括水质良好的井水）都不同程度地含有污物和杂质。这些污物和杂质可区分为物理、化学和生物类，诸如尘土、砂粒、微生物及生物体的残渣等有机物质，碳酸钙等易产生沉淀的化学物质，以及菌类、藻类等水生动植物。在进行微灌工程规划设计前，一定要对水源水质进行化验分析，并根据选用的灌水器类型和抗堵塞性能，可参照表 1-1 进行设计，选定水质净化设备。

表 1-1 过滤设备选择参考表

杂质	含杂质的程度	量化指标 (mg/L)	过滤器类型			
			离心	砂石	网式	叠片式
泥土颗粒	低	<50	1	2	3	—
	高	>50	1	2	3	—
悬浮固体物	低	<50	—	1	2	2
	高	>50	—	1	3	2
藻类	低	—	—	2	2	1
	高	—	—	1	3	2
氧化铁和镁	低	<0.5	—	2	1	1
	高	>0.5	—	1	2	2

注 1、2、3 为选择顺序。

完成水沙分离。被分离的大量泥沙停留在集沙罐中。集沙罐设有排沙口和清洗口，可不间断排沙和停止工作后进行彻底清洗。

(3) 除沙效果。泥沙颗粒在 60~150 目时，清除效果为 98%~92%。

(4) 技术要求。

微灌系统的初级水质净化设备有拦污栅、沉淀池和离心式泥沙分离器（又称离心过滤器）等。常用的微灌用过滤器还有砂石过滤器和筛网过滤器。

1. 离心过滤器（图 1-13）

(1) 用途。主要用于含沙水流的初级过滤。

(2) 过滤原理。水由进水管切向进入离心体内，由旋转产生的离心力推动泥沙及其他密度较高的固体颗粒向管壁移动，形成旋流，促使泥沙进入集沙罐。清水则顺流进入出水口，即

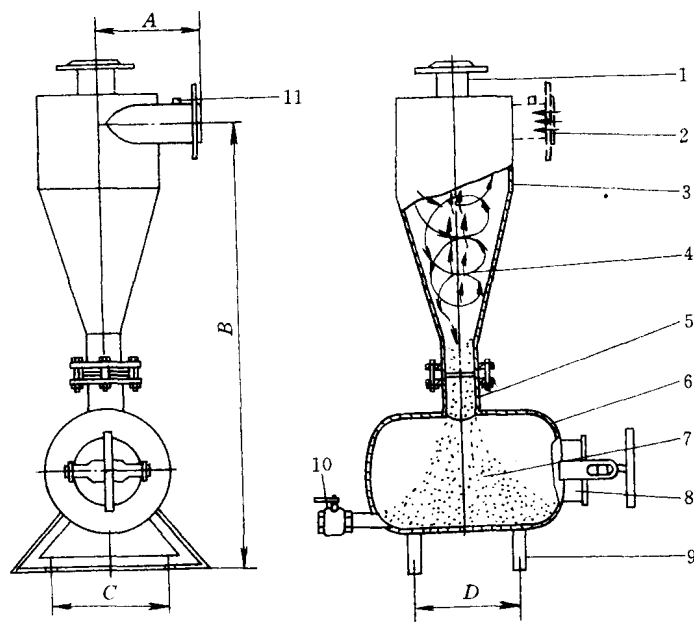


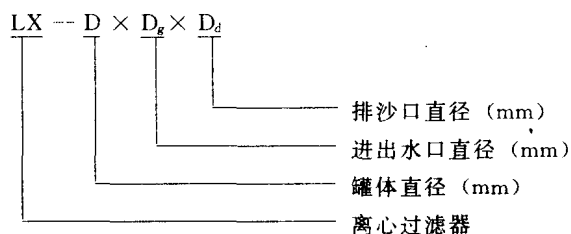
图 1-13 离心过滤器结构原理图

1—出水口；2—进水口；3—罐体；4—水流；5—接沙口；6—集沙罐；
7—沙石；8—排沙；9—支架；10—冲洗口；11—测压口

1) 在开泵与停泵瞬间，由于水流失稳，过滤效果欠佳。因此，与网式过滤器同时使用效果更好。

2) 在进水口前应安装一段与进水口同径的直管，长度是进水口直径的 10~15 倍，以保证进水水流平稳。

(5) 型号含义。型号含义表示如下：



2. 砂石过滤器 (图 1-14)

砂石过滤器又称介质过滤器，是利用经过筛分并分层填装在容器内的砂石为介质来进行过滤。这种过滤器有利于清除水中的细沙和有机质，常将它与筛网过滤器组合安装在微灌系统的首部，组成过滤站。

(1) 用途。主要用于水库、塘坝、沟渠、河流及其他敞开水面水源中含有机物及泥沙的水质过滤。

(2) 过滤原理。水从壳体上部的进水管流入，通过在介质层孔隙中的运动向下渗漏，杂