

897250

高等学校教材

喷灌系统规划设计与管理

武汉水利电力学院 陈学敏 编

水利电力出版社



高等学校教材

喷灌系统规划设计与管理

武汉水利电力学院 陈学敏 编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书为高等学校“农田水利专业”及“机电排灌专业”的选修课教材，也可供从事喷灌工程建设及管理的有关工程技术人员参考。

全书依据国家标准和部级标准的有关规定，着重介绍了喷灌系统规划设计的基本原理和具体方法，同时阐述了喷灌系统的管理、喷灌设备的多种用途及经济效益分析方法。

高等学校教材

喷灌系统规划设计与管理

武汉水利电力学院 陈学敏 编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 7.25印张 171千字

1989年10月第一版 1989年10月北京第一次印刷

印数00001—1740册

ISBN 7-120-00759-9/T·V·267

定价 1.55 元

前 言

武汉水利电力学院从1984年先后为“农田水利专业”及“机电排灌专业”大学生及喷、微灌方面的研究生开设喷灌工程学、喷灌系统规划设计、喷灌与微灌工程、喷灌工程经济学等选修课程。为此，1984年编写了《喷灌系统规划设计》及《喷灌工程经济学》等讲义。当时是作为我们喷灌教研组编写的一套“灌水新技术教学丛书”之一，后又被用作全国和部分省办“喷灌短训班”时的教材。

本书是在原讲义的基础上，除总结我国近年来喷灌建设经验及多年教学实践经验外，还吸收了教研组魏永曜、陈大雕、林中卉及董文楚等同志编写的一系列“灌水新技术教学丛书”中的有关内容。北京水利电力经济管理学院施钧亮教授任本书的主审，审查中先后提出了许多宝贵意见，在此一并深表谢意！

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1988年10月

目 录

前 言

第一章 概论	1
第一节 喷灌的优缺点	1
第二节 喷灌的历史、现状及展望	2
第三节 喷灌系统的组成和分类	6
第四节 喷灌的主要技术要素	13
第二章 喷灌系统规划和设计依据	24
第一节 规划设计原则及内容	24
第二节 规划设计的基本资料	25
第三节 水源工程规划	30
第四节 作物需水量及灌溉用水量	32
第五节 喷头选型及组合间距的确定	35
第三章 喷灌系统的规划设计	46
第一节 管道系统的布置	46
第二节 喷灌工作制度	51
第三节 喷灌管道及管道水力计算	53
第四节 自压喷灌系统的设计	63
第五节 管道附件及系统结构	67
第六节 轻、小型移动机组式喷灌系统的规划设计	69
第七节 大型自走式喷灌机系统的规划设计	75
第八节 水泵及动力选配	87
第四章 喷灌系统的管理	89
第一节 组织管理和用水管理	89
第二节 工程、设备的管理与维护	91
第三节 喷灌设备的多种用途	93
第四节 技术经济分析	98
附录一 图例图	105
附录二 喷头基本参数表	106

第一章 概 论

喷灌是灌水的一种方式，它是作为一种先进的灌水新技术出现在近代世界各国农业灌溉之中，在我国它还很年轻，较大规模地发展仅是近十几年的事。但是它的优越性已日益被人们所重视。

第一节 喷灌的优缺点

喷灌是将具有一定压力的水，通过管道送至田间，再通过喷头喷射到空中，形成细小的雨滴，象天然降雨一样，水滴均匀地洒落在所要灌溉的面积上。

提供喷灌的压力通常是借助于水泵扬水，机械加压。当喷灌水源高于灌区，并有足够的压力差时，如大中型水库坝下、山丘区盘山渠道以下或浅山区以及部分盆地等，可利用自然水头，进行自压喷灌。

实践证明，喷灌具有增产、省水、省工、保土、保肥、适应性强、便于机械化、自动化等优点，是一种先进的灌水技术。

一、喷灌能增产

由于喷灌是通过喷嘴喷出，经过粉碎成细小的雨滴后，降落至土壤，对土壤表土的打击力小，不至破坏土壤表层结构。据调查，除土壤表层略有影响外，下层能保持原耕翻的良好结构，土壤通透性好，土质松软，微生物活跃，表土蒸发损失少。喷灌可以勤浇浅灌，严格掌握灌水定额和适宜的灌水时间。喷灌还可改善作物的田间小气候，夏季降温，冬季防冻，提高田间相对湿度，防止干热风等。这些都有力地促进了作物生长。据河北省国营大曹庄农场统计，喷灌后5年（1979~1983年）比喷灌前5年（1974~1978年）增产粮食36.1%。据全国15个省、市、自治区资料分析，喷灌与不灌对比，粮食作物一般可增产20~40%，经济作物一般可增产35~55%。

二、喷灌是一种节水型灌水技术

由于喷灌系统多用管道输水，加之一般喷灌系统规模较小，对比地面灌溉系统，减少了大量输水渗漏损失，又因为从技术上要求，喷灌强度不得大于土壤入渗率，所以在一定程度上，可避免田间出现地面径流和深层渗漏。虽然喷灌有一定的蒸发和飘移损失，但损失所占比例一般约为灌水量的10~20%。据多年来统计，喷灌系统比地面灌溉系统节水30~50%。

三、喷灌适应性强

喷灌与地面灌水方法相比，突出的一个优点是它不要求地面很平整。众所周知，当地面坡度大于2%时，地面灌溉则需要大量的土地平整工作；当地面坡度大于5%时，进行地面灌溉就有很大困难；另外，透水性很大的土壤不能进行地面灌溉，否则大量的灌溉水会因渗漏损失掉。为此，在坡度较大的丘陵浅山区，土壤透水性大的砂土或砂壤土地区，采用地面灌水方法有困难的地区，特别适宜发展喷灌。

四、喷灌便于机械化和自动化控制

采用固定式喷灌系统，管道、喷头都布置至田间，灌水时只需极少的劳动力，另外，通过喷灌管道施肥、喷洒农药等，也可节约劳动力。据上海市统计，用传统的方法灌溉蔬菜，每亩需10个工日，施肥需10个工日。改为喷灌后，灌溉每亩只需0.37个工日，施肥每亩只需3.75个工日。又据北京市顺义县预计，现有5万劳动力从事农业劳动，如改喷灌后，可抽出3万劳力从事其他事业。

在经济发达的国家中，劳动力很贵。据西德经济研究所公布：1986年南朝鲜每小时工业成本合3.59马克，年工作时间为2290h；台湾每小时工业成本合4.15马克，年工作时间为2330h；而西德每小时工业成本为31.42马克，年工作时间为1576h。可见西德人工成本大大高于亚洲各国。采用大型自走式喷灌系统比传统的地面灌水方法节约90%的劳动力。一般中心支轴式的喷灌机旋转半径为400~500m，转一圈可灌800余亩。平移机一般喷幅800m，按喷灌长度1.6km计，一次可灌2000亩，一个劳动力同时可看管8~10台中心支轴式喷灌机，相当于管理6000~12000亩，大大节约了劳动力。近年来电子计算机已在喷灌系统运行管理上应用，将更进一步解放了劳动力。如美国1台微型电子计算机，可用于管理250台中心支轴式喷灌机，总灌溉面积可达20多万亩。

喷灌虽然有很多优点，但它要求一定数量的管道及机械设备，水流加压需要耗能，一般情况下它的单位面积建设投资和年运行费用都较传统的地面灌溉方法高；同时喷灌系统的管理要求有一定技术的人员；此外，喷灌受风的影响较大，当风力大于3级时（风速大于5.4m/s），不宜进行喷灌。因此，喷灌的发展受到财力、物资设备、人力和自然等条件的制约。

第二节 喷灌的历史、现状及展望

对比地面灌溉，喷灌的历史要年轻得多，喷灌是第二次世界大战以后才得以迅速发展的。

一、喷灌的历史及现状

世界上最早出现喷灌是在19世纪末期，当时主要用于喷灌果园及苗圃，发展缓慢，至1939年全世界喷灌面积仅150万亩。二次世界大战后，随着工农业的发展，喷灌设备的发明和改进，喷灌面积迅速扩大。1960年达3750万亩；1973年达1亿亩；1977年达2亿亩；1980年据美、苏、保、罗、法、朝、中等国统计，喷灌面积已近2.964亿亩，全世界喷灌面积已逾8亿亩。据初步统计，部分国家喷灌面积见表1-1。

当今世界上经济实力最强的美国和苏联，近20年来喷灌面积发展迅速。美国1973~1982年10年间喷灌面积由6670万亩（占灌溉面积的21.3%）增加到1.3亿亩（占34.7%），到1985年底喷灌面积达1.35亿亩，占总灌溉面积的37%。苏联1971~1980年10年间，喷灌面积由3032万亩（占灌溉面积的18.7%）增加到1.53亿亩（占57.2%）。欧洲一些经济发达的国家，如英国、西德、法国、奥地利、丹麦、瑞典等，气候条件优越，灌溉面积很少，但所灌面积中70~90%都采用了喷灌。东欧社会主义国家，如罗马尼亚，喷灌占灌溉面积80%，保加利亚占50%。日本是相对人多地少的国家，旱作物主要分布在山前丘陵地带，约占耕地面积的40%，自60年代引进喷灌，发展旱地喷灌，1973~1979年6年间，每年以增加30万

表 1-1

部分国家喷灌面积统计表

国 名	总灌溉面积 (万亩)	喷灌面积 (万亩)	喷灌占灌溉面积 (%)	统计年限
美 国	36381	13461	37	1985
苏 联	32451	15300	47.2	1980
日 本		350		1985
罗马尼亚	8300	2640	80	1978
保加利亚	1800	900	50	1979
西 德	464	325	70	1978
法 国	1515	1140	75	1980
中 国	67000	600	0.9	1985

亩喷灌面积的速度向前发展。据他们当时推测,1985年喷灌面积可达350万亩,约占总旱地面积的10%,据规划,今后喷灌面积要发展到占旱地耕地面积的41%。我国经过近十多年的努力,喷灌面积一度达1000万亩以上,但近两年来又下降至600万亩左右,仅占灌溉面积的1%。

我国自1953年开始引进并研究采用喷灌技术,首先在上海市郊大场区引进苏制 KДУ 短射程半固定式喷灌系统,喷灌蔬菜350亩;继之在南京、武汉等城市郊区,建立了一批以灌蔬菜为主的喷灌站。1958年有些地方又创造了一些因地制宜,就地取材的喷灌方法,并提出了山地利用自然水头压力进行喷灌。1960~1965年期间,在湖北、湖南、广东、江西、四川、辽宁等省又先后设计和制造了一批分别用于灌溉蔬菜、甘蔗、苗圃、大田作物的喷灌机,但当时由于资金、设备、技术等方面的原因,喷灌始终未在生产中得到应用。1976年中国科学院会同原水利电力部等部门将喷灌列为1976~1985年全国科技10年规划重点项目之一,十多年来国内在喷、滴灌技术方面的科研,已取得一些成果。如:通过鉴定定型生产了一批轻(3~4 kW)、小(7.5~9 kW)型喷灌机组,14种规格的喷灌泵,各类喷灌设施约150万kW,33种规格的喷头及各种喷灌用管道(3000多万m),研制了几种大型自走式喷灌机,对多种作物进行了田间喷灌试验,为喷灌系统规划设计提供了必要的参数,全国建立了数个喷灌试验场,并有一批喷灌经济作物试点区;在河南郑县建成投产了我国第一座大型半固定式恒压喷灌系统等;1985年国家计委正式批准于1986年施行的《喷灌工程技术规范》。

经过几年喷灌科研试点,1978年水利电力部将喷灌作为重点推广新技术项目之一,正式列入各级水利建设计划。全国有1400个县进行了喷灌试点及推广工作。10年间国家用于喷灌建设投资约10亿元。至1984年统计,全国发展喷灌面积达880万亩左右,1985年底统计喷灌面积600多万亩。现仅据1985年以来公开报导的数字来看,喷灌面积超过100万亩的省有山东、河南、黑龙江、江苏等。

经过近10年的努力,我国现已初步具有批量生产喷灌设备的能力,轻小型喷灌机年产5万台以上,薄壁金属管道年产500km以上。

实践证明,喷灌技术在抗旱和加速山丘区水利化建设,以及发展农村多种经营方面发挥着愈来愈大的作用。江苏省启东县是全国重点产棉县之一,1978~1981年4年中,自力更生购置小型喷灌机具12120台(套),投资1143万元,发展喷灌面积85万亩,占全县总耕地面积的80%,效果显著。山东省近年来连年干旱,800多万亩花生生产受到严重威胁,1984年底喷灌面积发展到353.6万亩。山东招远县花生喷灌后可增产125~200kg/亩(增产

30%)。上海市1978~1982年5年间在20万亩蔬菜面积上,发展喷灌12万亩,一般菜类可增产30%,其他类菜增产5~15%。更重要的是喷灌后可节约大批劳动力,效益十分显著。东北的三江平原地多人少,过去采用传统的地面灌水方法,由于工程不配套,常常是“水在地边流,庄稼搭拉头”。70年代后期,开始引进美国中心支轴式及平移式喷灌机。仅据黑龙江垦区15个农场统计,1985年共有喷灌机215台,喷灌面积24.08万亩,增产粮豆1402.2万kg,净收益519.97万元。新疆农九师1981年开始搞喷灌,1986年有2万亩受益,较喷灌前增产近3倍,为此,他们规划今后将发展喷灌到40万亩。喷灌在南方经济作物中效益显著,如杭州西湖茶园,近2000亩采用喷灌后,1983年每亩增产干茶51.62kg。广东省四会县及湖南省洞口县的柑桔喷灌,分别增产10~30%。广州三元里喷灌花卉,每亩净收入598元。此外喷灌还有多种用途,如河南省安阳电厂和江西省宜春市,用喷灌防尘对净化空气起到良好的作用。近几年,利用喷泉美化城市也被提到日程,先后在北京、天津等几十个大城市建立了许多丰彩多姿的喷泉。

喷灌效益是显著的,那么为什么近两年来喷灌面积又下降了呢?据分析,关键是喷灌设备老化,质量不够好,另外也包括一些政策性问题。农村实行生产体制变革,改为生产责任承包制后,一些地区种植业形成了多种作物小片插花种植,为此,目前有相当一批喷灌系统和喷灌机具,或被闲置起来不用,或把喷头摘掉改为管道输水的地面灌溉,更有甚者把喷灌设备分散给农户,使其丧失了生产能力。

二、我国发展喷灌的前景

(一) 发展喷灌技术势在必行

我国是一个人多地少的国家,现有耕地面积占全世界耕地面积的7%,而人口占全世界人口的22%。并且,随着人口的增加及大量耕地转为修建工厂或办公楼,人均耕地正在逐年减少。据新华通讯1987年3月21日报道,从1957年起,每年约有780万亩耕地被毁,目前的人均耕地比50年代减少了一半。《人民日报》1987年5月18日报导,我国“六五”期间,全国耕地面积减少3680万亩,平均每年减少737万亩。为提高我国人民的生活水平,在农业上主要依靠不断提高单位面积的产量,但从我国自然条件看,气候条件主要受季风的影响,年降雨量在时空上分布很不均匀。东南方多年平均降雨量达1500~2000mm,而西北干旱地区,仅为200mm或更少。全国多年平均降雨量为630mm,且大部分集中在4个月内,同时年际之间变化很大,多雨年,少雨年常常连续出现,旱涝交错,某一地区发生连旱或连涝年份的情况时有发生。据历史记载从公元前206年至公元1949年,2155年间,发生洪灾1029次,旱灾1056次,几乎每年都有灾害发生。又据解放以来统计,全国多年平均受旱灾面积约2.94亿亩,成灾面积1.01亿亩。新中国建国以来,国家用于水利建设的投资是相当可观的,累积可达数百亿元,其中很大一部分资金用于进行灌溉,使我国灌溉面积跃居世界第一。据1980年统计,世界上仅中国、印度、美国、苏联、巴基斯坦等5个国家灌溉面积大于2亿亩。

从1949年至1980年,我国灌溉面积与粮食生产基本上是同步增长的,平均年增长率为3.6%,今后计划粮食增产率为2%。可是发展灌溉面积受到水资源限制,据原水利电力部计划,到2000年将发展灌溉面积至8.5亿亩,这主要是受到水资源限制,当然也有其他因素如资金,技术等条件限制。

我国现有的灌溉面积,基本上都是采用了传统的地面灌水技术。地面灌水技术,水

的利用率很低，而且受到地形条件的制约。

我国是一个多山的国家。高原山区约占总面积59%；丘陵占10%；盆地占19%；平地占12%。据统计我国丘陵山区有耕地约5亿亩，占全国耕地的1/4强。其中只有1亿亩得到灌溉，其余部分耕地，大多是难以采用地面灌水方法的地区，如果想扩大这部分灌溉面积，最好的办法是采用喷灌或微灌。

另外，我国水资源紧张，必须发展节水型灌溉。目前水资源紧张愈来愈受到全世界所瞩目，据“世界资源观察所”（美国华盛顿），最近发出警告说：“地球上可供生活、农业和工业用的水源正在走向极限。再过20年，不管是发达国家还是发展中国家都将面临棘手的水源匮乏”。据世界联合国统计，全世界陆地多年平均径流量为47亿 m^3 ，按人口44亿计，每人平均10700 m^3 。我国多年平均径流量为2.6亿 m^3 ，仅次于巴西，苏联，加拿大，美国，印度尼西亚等国，是世界第六位，但按人口平均仅为2700 m^3 ，是世界上最低值之一，排在第88位。人均水量只相当于世界人均值的1/4，是美国的1/5，苏联的1/7，加拿大的1/50，按单位耕地面积的径流量计算，只相当世界平均值的1/2~1/3。可见我国的水资源相对更为紧张。

由于我国降雨量在时空上分布不均，加之我国幅员广大，降水与耕地及人口的地理分布也极不平衡。长江、珠江、浙闽及西南各省诸河流总水量占全国总水量的82.2%。黄、淮、海、滦、辽、黑龙江及西北内陆诸河和地区总水量仅占17.7%，而这些地区的耕地占全国63.7%，人口占46%。如黄、淮、海河地区，水量仅占全国水量的5%，人口占30%，耕地占37%，每人平均用水量为415 m^3 ，为全国平均占有量的1/6，每亩耕地只有243 m^3 的水。再如，河北省共5300多万人，1亿亩耕地，人均径流量与亩均径流量分别相当于全国平均值的1/8和1/10。这些都说明上述地区人多、地多而水少，水的供需矛盾十分突出。

目前全国总用水量中，80~90%的水用于农业，从发展眼光看，全世界的用水结构都在不断地变化。总的说工业用水及人民生活用水逐年提高，迫使农业用水逐年下降。据联合国教科文组织估计，到2000年工业用水比重将由1970年的20%上升至32%，农业用水比重将由1970年的73%下降至58%，农业用水愈来愈紧张。

喷灌技术已被世界所公认，并被普遍采用的一种有效节水的灌水方式，已成为农业经济发展中一项具有战略性的措施。喷灌还可以节约大量劳动力，这是国外很多经济发达国家大力发展喷灌的又一重要原因。目前在我国，劳动力问题暂时不存在尖锐矛盾，但在经济发达的大城市，如上海、北京、天津等郊区，为解放劳动力而乐于搞喷灌的实例已不为鲜知。

（二）发展喷灌的前景

（1）全国喷灌区划的制定，为我国喷灌事业发展的宏观决策提供了科学依据。经过近3年的时间，我国除台湾、西藏外，对28个省、自治区、直辖市进行了喷灌区划，认为当前是我国发展喷灌的一个很好时机。随着农业结构及农产品价格的调整，农民收入增加，发展喷灌的经济力量提高了。国家1985~1989年5年内拿出2亿元专项贴息贷款扶植发展喷灌事业。这一措施不仅支援了喷灌建设投资，而且对促进工程管理，注意发挥工程经济效益等，都起了积极推动作用。

据全国喷灌区划统计分析，我国主要经济作物、林果、旱作及饲草等种植面积为8.19亿亩，其中适宜发展喷灌的面积为2.87亿亩。预测“七五”期间，可增加喷灌面积736万

亩;预测1991~2000年可发展喷灌面积2848万亩;到2000年全国喷灌面积可望达5000万亩。

(2) 喷灌设备的生产初具规模。经过近十多年的努力,我国自己生产的喷灌设备从无到有,不断研制、革新、淘汰、提高,现已能生产从轻小型到大型自走式多种喷灌机、各种类型的喷头。数量上基本满足生产的要求,喷灌泵的效率达到了国际先进水平。用于喷灌的各种管道虽都能生产,但在产品性能、质量、品种、规格上,距国际标准还有相当的距离。为了缩短差距,目前我国引进了3条生产线,即:山西引进的铝管生产线;南京引进的薄壁钢管生产线;河南引进的喷头生产线。这些先进技术的引进,无疑将对提高我国喷灌设备的质量是一个促进。

(3) 已具有一支喷灌技术科学研究及生产队伍。喷灌技术是高度密集的科学,需要水利、农机、农业、轻工等部门通力合作、互相配合。过去已经这样做了,今后仍需不断学习先进技术,开展科学研究,积极培训专业人才,扩大技术队伍。

目前中央和地方水利部门,已把推广节水型灌溉作为水利工作的重要任务。为此,喷灌技术的发展前景是广阔的。但由于我国农村经济力量还不够雄厚;技术水平和工业生产水平还比较低,管好用好喷灌设备还缺乏经验;喷灌如何降低能耗,如何适应农村体制改革等问题,还待进一步研究。因此,喷灌工程建设必须稳步发展,真正做到建成一处,管好一处,发挥效益一处。

第三节 喷灌系统的组成和分类

一、喷灌系统的组成

在大面积灌溉土地上进行喷灌,必须建立一个完整的喷灌系统。喷灌系统通常由水源工程(包括水泵和动力)、输水系统(各级管道及田间工程)和喷灌装置(喷头等)3部分组成(图1-1)。

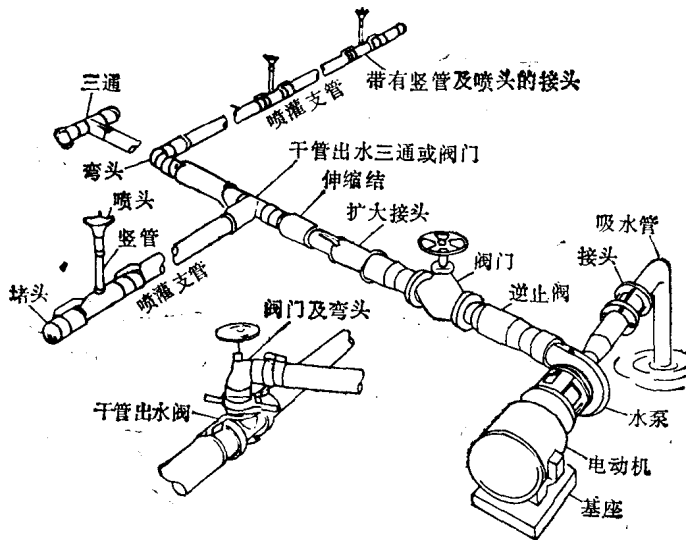


图 1-1 喷灌系统组成部分示意图

(一) 水源

喷灌系统与地面灌溉系统一样，首先要有水源。河流、渠道、水库、山塘、湖泊、井泉等都可作为喷灌系统的水源。喷灌水源除必须满足水量、水质的要求以外，还必须满足喷头的工作压力。当喷灌水源高于灌区，并有足够的压力差时，可利用自然水头，进行自压喷灌。除此之外，都必须采用机械加压。

(二) 水泵

喷灌必须有一定的压力才能使水通过喷头，喷洒成细雨滴。目前我国使用的喷头一般要求有20m以上的压力水头，在大多数的情况下，都要用水泵加压，最常用的有离心泵、自吸离心泵、长轴井泵、深井潜水电泵等。

(三) 动力

带动水泵的动力，可根据当地条件选择，常用的有电动机、柴油机、手扶拖拉机或拖拉机，也有用汽油机的。动力机的功率大小，根据与水泵配套的要求而定。

(四) 田间工程系统

在移动机组式喷灌系统中要求修建田间工程，根据选择不同的喷灌机型的要求，修建包括渠道及渠系建筑物，将水从水源引到田间。

(五) 管道系统

其作用是把经过水泵加压或有自然水头的灌溉水引到田间。管道应能承受一定的压力，并有足够的过水能力。通常管道系统有干管和支管两级，支管上装有竖管，在竖管上再装上喷头。为了连接和控制管道系统，还必须配备一定的管件，包括弯头、三通、闸阀、接头和堵头等。如果考虑综合利用，喷灌系统上还应配有肥料罐等注入装置。

(六) 喷头

喷头是喷灌的专用设备，是喷灌系统的重要部件。其作用是将有压力的集中水流，通过喷头孔嘴，喷洒出去，在空气或粉碎装置的阻力作用下，将水分散成细小的水滴，均匀地喷洒在田间。

(七) 喷灌机

将喷头、水泵、动力、输水管道以及行走等设备联成一个可移动的整体，称为喷灌机组或喷灌机。根据移动方式不同，喷灌机可分为人工移动式、机械移动式和自动行走式。目前我国习惯根据动力大小分为轻型（2~4.5kW）、小型（7.5~9kW）、中型（20~30kW）、大型（40kW以上）喷灌机组。

二、喷灌系统的分类

喷灌系统的分类方法很多。如按喷洒特征分，有定喷式和行喷式。定喷式中又分管道式和机组式；行喷式多为大型自走式移动机组。

(一) 定喷式喷灌系统

定喷式指定位喷洒，即按事先设计好的喷点位置、喷头组合形式及间距，轮流进行喷洒。定位喷洒可借助于管道也可用机组。

1. 移动机组式喷灌系统

移动机组式喷灌系统，即在田间除水源（塘、井或渠道）固定外，其余用于喷灌的水泵、动力、管道及喷头，都是移动的。这样在一个灌溉季节里，一套设备，可以在不同地块上轮流使用，提高了设备利用率，降低了造价，单位面积投资一般为50~100元/亩。这

种移动式喷灌机，机动灵活，投资少，易收回成本；但是，作业时劳动强度大，田间渠道占地多，管理比较困难。

移动机组式喷灌系统，按喷头与机、泵联接形式可分为单喷头和多喷头移动机组式。

(1) 单喷头移动机组式系统。这种系统是直接将水泵、动力和竖管、喷头，装配在一个整体移动的喷灌机上。一般喷灌机放在手推车上，但在山丘区或小块农田上，多用手抬式喷灌机。使用时将机身放在田间渠道喷点位置上，把水泵吸水管底阀，淹没于渠水中，喷水时，管理人员在机旁进行操作，为保持机道不被淋湿，常常是采用扇形机构的喷头，使机组沿渠，逆风向后退喷洒（图1-2）。

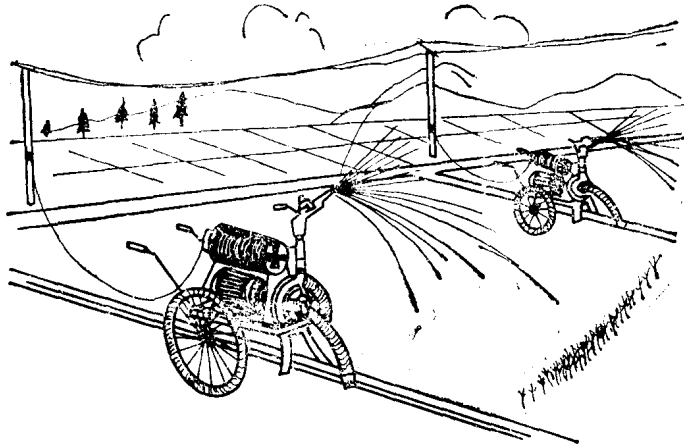


图 1-2 单喷头直联式移动机组田间作业示意图

为了避免田间渠道过密，占地过多，可采用管引式，即由水泵的出口，引出一条管子伸向田间，管道可用硬管，也可用软管。管道末端与装有喷头的支架相连，如图1-3，喷头也做扇形喷洒，喷灌时由伸出最远处的喷点喷起，逐点后撤。

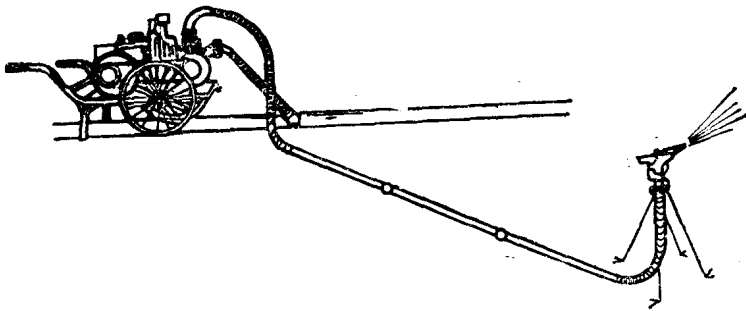


图 1-3 单机单喷头管引式移动机组田间作业示意图

上述这种单机，单喷头式移动机组，常常采用中射程喷头，因此喷灌强度较大，受风影响较严重，灌溉质量不易保证。

(2) 多喷头移动机组式喷灌系统。针对单喷头移动机组存在的问题，目前我国应用较多的是由一台较小型喷灌机，带一条支管，6~10个喷头或联同两级管道，带十多个喷头同时进行喷洒，这种机组即具有移动机组式设备的投资低，机动灵活的优点，又克服了单喷头喷洒质量得不到保证的缺点（图1-4），因此是一种较好的系统形式。

2. 管道式喷灌系统

根据系统中主要组成部分是固定常年不变的还是部分移动或全移动，管道式系统又分为固定式、半固定式及移动式系统。

(1) 固定管道式喷灌系统。水泵及动力构成的泵站，常年固定不变。干管、支管多埋入地下，喷头装在固定支管的竖管上。由水源通过水泵、各级管道直到喷头（有时喷头可以装卸，轮灌或非灌溉季节卸下来进行保养）。整个灌溉季节，甚至常年不变，称为固定式喷灌系统（图1-5）。

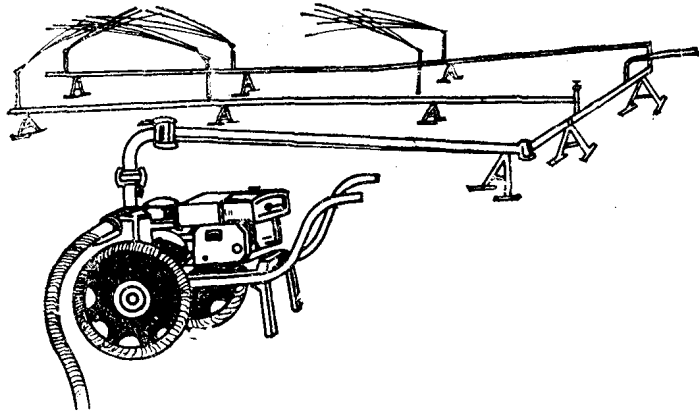


图 1-4 单机多喷头移动机组田间作业示意图

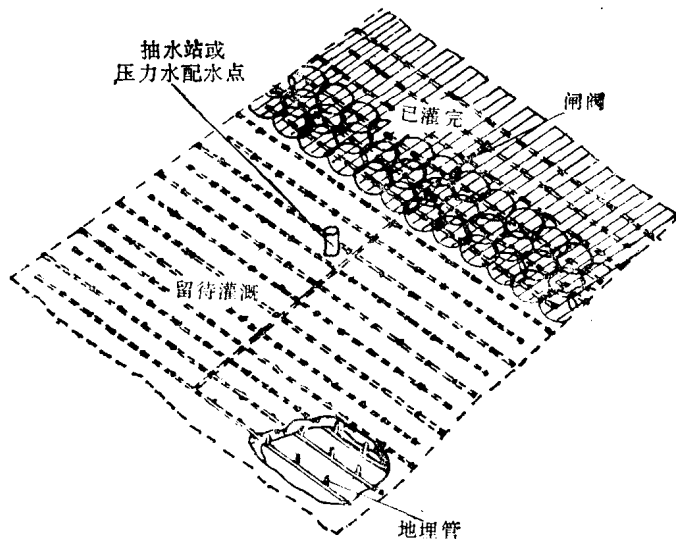


图 1-5 固定管道式喷灌系统示意图

固定式喷灌系统，使用时操作方便，易于管理和养护，运行成本低，工程占地少，有利于自动化控制及综合利用。但是，由于喷灌设备固定在一个地块上，设备利用率低，需要大量管材，单位面积投资较高，目前我国固定式系统投资一般为300~650元/亩，同时，固定在田间的竖管，对机械耕作有一定的妨碍。因此，固定式喷灌系统只适用于灌水次数频繁，经济价值高的蔬菜及经济作物，以及地面坡度陡，局部地形复杂，其他方式灌溉有困难的山区。

固定式喷灌系统需要大量的管材，管道投资常占设备总投资的50%以上。甚至达到

70~80%，因此，选择经济耐用的压力管道是非常重要的。目前可供选择的管材有：铸铁管、钢管、石棉水泥管、塑料管、钢丝网水泥管及钢筋混凝土管等。

(2) 半固定管道式喷灌系统。它的主要设备部分，如动力、水泵及干管，都是固定的，而在干管上装有的许多给水栓，支管和喷头是移动的。在一个位置上接上给水栓进行喷洒，喷洒完毕，即可移至下一个位置。由于支管可以移动提高了设备利用率，从而减少了设备数量，降低了系统投资。单位面积设备投资视系统形式定，手工移动支管式一般为120~250元/亩。这种系统即克服了移动式的某些缺点，投资又比固定式低，故国外很多国家多数是半固定式喷灌系统。根据移动支管的方式不同，又分人工和机械移动支管。

1) 人工移动支管：水泵、动力及干管固定，工作时靠人工移动支管及喷头(图1-6)。操作比移动机组式可靠，但是，仍然存在工作条件差，劳动强度大的缺点。

2) 机械移动支管：由于人工移动困难，国外大多采用机械移动支管，机械移动支管形式很多，主要的有以下两种：

①滚移式(Side-roll Lateral)喷灌系统：它的支管是支承在直径为1~2m的许多大轮子上，以管子本身为轮轴，轮距一般为6~12m(图1-7)。

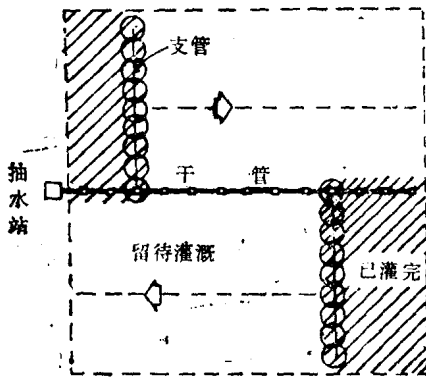


图 1-6 半固定管道式喷灌系统示意图

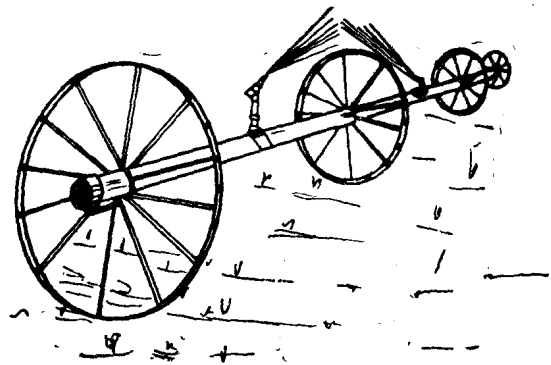


图 1-7 滚移管道式喷灌系统示意图

②端拖式(End-Tow Lateral)喷灌系统：其主要管道布置在喷灌田块的中间，而支管则由拖拉机或绞车纵向牵引越过主管道一新的位置(图1-8)。

(3) 全移动管道式喷灌系统。这种系统水泵及动力可沿着水源移动，一组移动管道，可以有干管、支管、竖管及喷头(图1-9)。也可以只有一条支管，支管上有数个喷头。

这种移动管道式喷灌系统可以选择较小的喷头，进行组合喷洒，喷灌强度较小，受风影响小，喷洒均匀，是一种值得推荐的形式。

(二) 行喷式喷灌系统

1. 中心支轴式(Center Pivot)喷灌系统

中心支轴式又称时针式喷灌系统，因为鸟瞰这一系统工作时，象一个巨大的时针，支管绕中心移动。由于喷洒范围大多呈一圆形，故也称圆形喷灌机系统(图1-10)。

2. 平移式(Linear-Move Lateral)喷灌系统

平移式喷灌系统的支管和中心支轴式系统一样，也是支承在可以自动行走的小车上，但是，它是自动、连续直线地移动。由垂直于支管的干管上的给水栓，通过软管给水，当

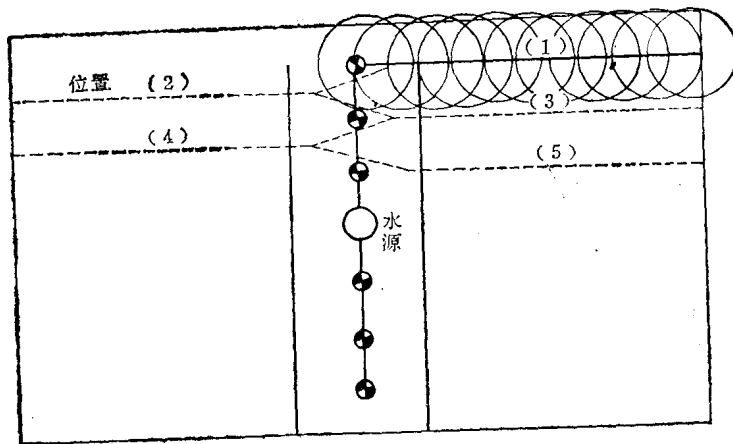


图 1-8 端拖式喷灌系统示意图

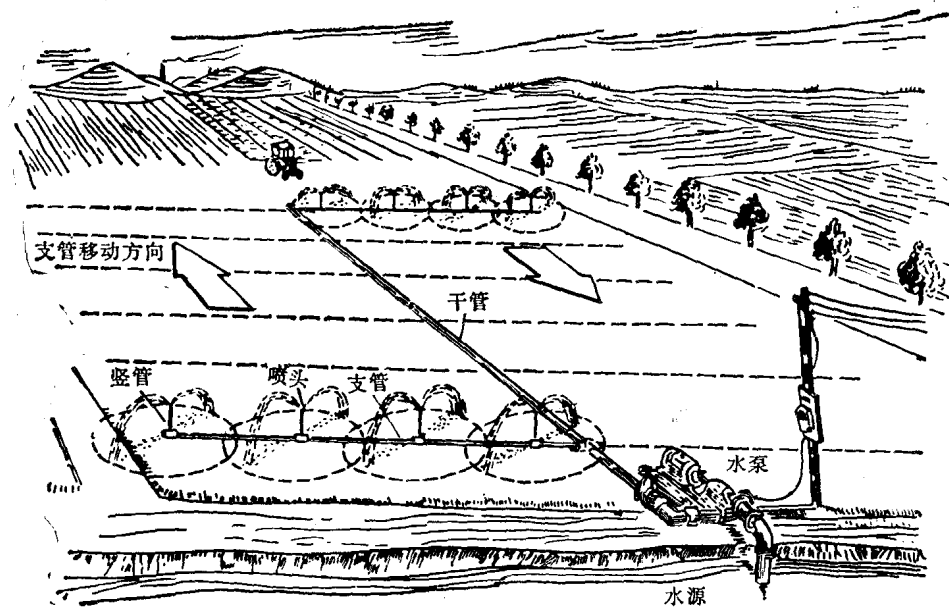
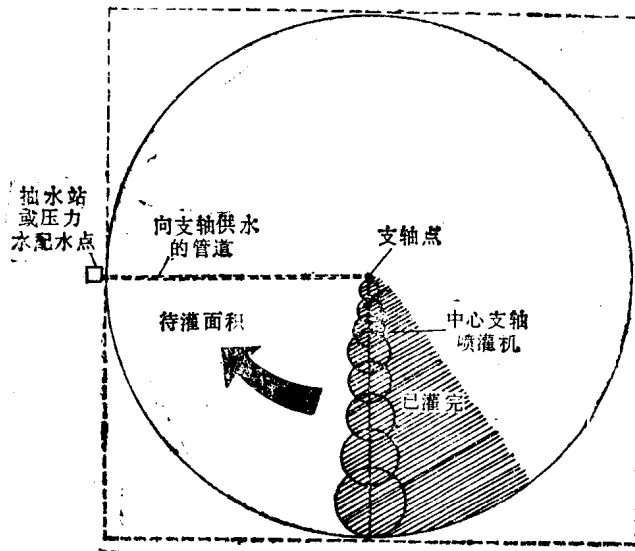


图 1-9 移动管道式喷灌系统田间作业示意图

行走一定距离（等于给水栓间距）后，就改由下一个给水栓供水，供水干管也可以用田间的明渠给水，平移机的中心台车（或由一端），沿渠边移动边自渠道取水（图1-11）。

3. 绞盘式 (Traveling-Move) 喷灌系统

由田间固定干管的给水栓供水，支管是软管螺旋形地缠绕在绞盘上。绞盘式喷灌机由绞盘车和喷洒车两部分组成。喷灌时绞盘车上绕管旋转，边喷边收软管，待收卷完毕，喷头停喷，然后转入下一地段作业（图1-12）。



灌溉田间布置

图 1-10 中心支轴式喷灌系统

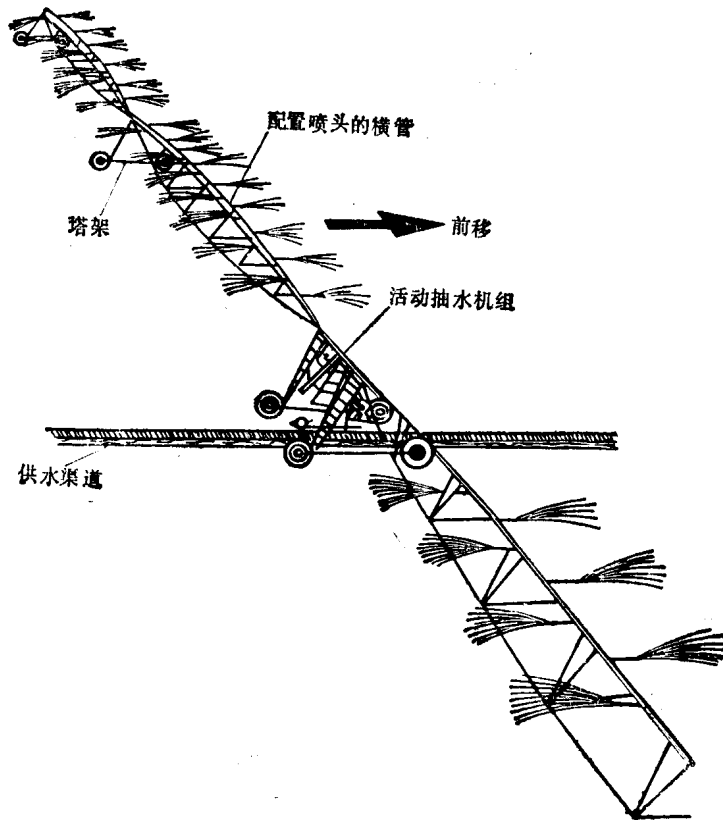


图 1-11 平移式喷灌系统工作示意图