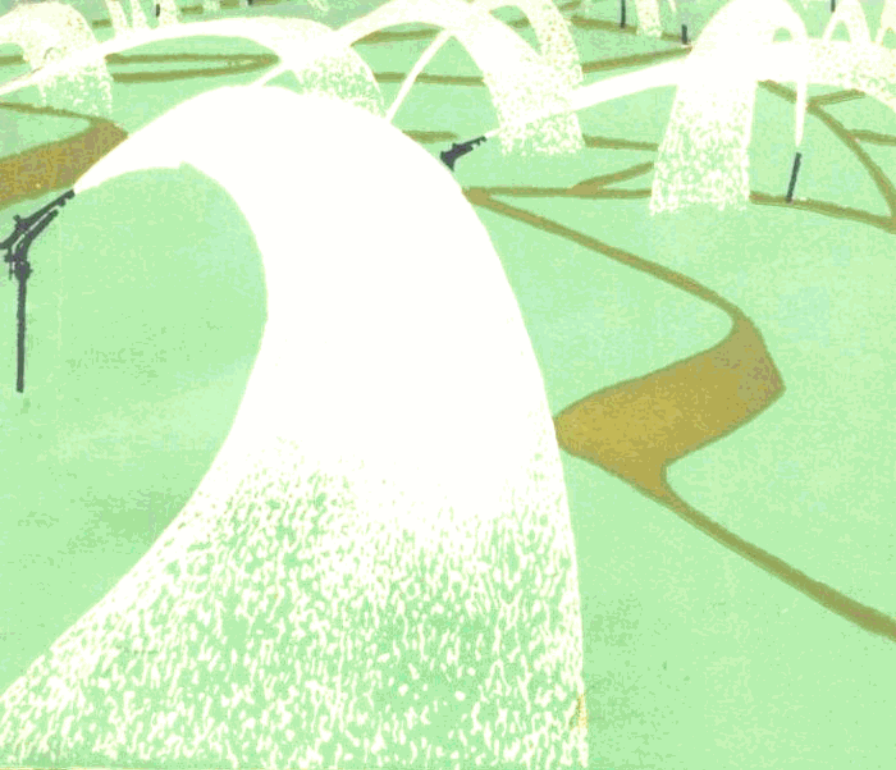
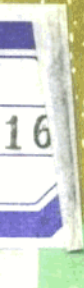
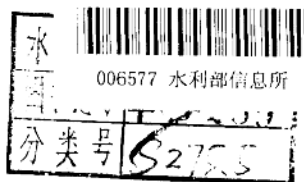
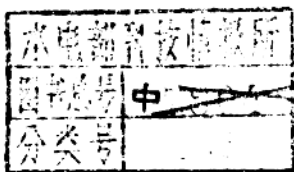




喷灌



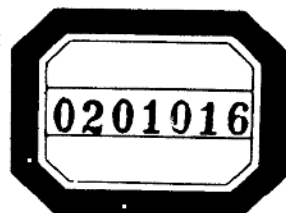
云南人民出版社



喷 灌

云南省水利科学研究所

唐明治 编著



云南人民出版社

封面设计：李正辛

责任编辑：科 群

喷 灌

云南省水利科学研究所

唐 明 治

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

开本：787×1092 $1/32$ 印张：5.25 字数：90,000

1979年11月第一版 1979年11月第一次印刷

印数：1—4,750

统一书号：16116·206 定价：四角五分

代 前 言

喷灌是一种先进的农田灌溉技术。近几年来，喷灌已广泛应用于粮食作物、经济作物。我省许多地区采用喷灌以后，都获得较好的增产、省水的效果。生产实践证明：发展喷灌是实现山区、半山区、干旱缺水地区水利化的一项有效措施；发展喷灌是实现农业现代化的需要。

“喷灌”一书除介绍一些喷灌基础知识和喷灌机具的应用技术以外，重点介绍山区、半山区发展喷灌的水源规划、水量计算、喷灌水池、水泵选择、管路、渠道、田间规划等问题，供从事喷灌工作的同志参考。

本书由唐明治同志执笔，李诺、王宝生同志审稿，限于水平和经验，书中难免有不足之处，请批评指正。

云南省水利科学研究所

目 录

一、概 述	(1)
(一) 喷灌的好处	(1)
1. 增产	
2. 省水	
3. 省地、省劳力	
4. 适用范围广	
(二) 国外喷灌技术的发展趋向	(5)
1. 综合利用喷灌设备	
2. 采用自动化设施	
3. 提高喷灌质量	
(三) 大搞喷灌, 加快山区水利化步伐	(8)
1. 狠抓小型水利, 大力发展喷灌	
2. 喷灌促高产, 旱涝保丰收	
(四) 喷灌系统的分类与组成	(12)
1. 固定式喷灌系统	
2. 半固定式喷灌系统	
3. 移动式喷灌系统	
二、喷灌的主要技术要求	(20)
(一) 喷灌强度	(20)

1.点喷灌强度与平均喷灌强度	
2.喷灌系统的平均喷灌强度 ($\bar{\rho}$)	
(二) 水滴直径.....	(26)
1.喷头工作压力对水滴直径的影响	
2.喷头喷嘴直径对水滴直径的影响	
3.雾化指标 (M)	
(三) 喷灌均匀度.....	(30)
1.合理布置喷头与管(渠)间距	
2.对喷头提供适当的工作压力	
三、喷灌系统水量计算方法.....	(35)
(一) 一次喷灌水量与喷灌周期.....	(36)
1.一次喷灌水量的计算	
2.喷灌周期的确定	
(二) 喷灌系统需水量的估算.....	(40)
1.已知喷灌面积,估算需水量	
2.已知蓄水量,计算喷灌面积	
(三) 喷灌系统供水流量的计算.....	(43)
1.已知喷灌面积,计算需要的供水流量	
2.已知供水流量,计算可以控制的喷灌面积	
四、喷灌调蓄水池.....	(47)
(一) 水池容积确定方法.....	(47)
1.提水灌区水池容积确定方法	
2.引水灌区水池容积确定方法	
(二) 水池形状、尺寸与放水口尺寸的选择.....	(53)

1.水池形状、尺寸的选择	
2.水池放水口尺寸的选择	
(三) 水池施工.....	(57)
1.砌石水池	
2.砌砖水池	
3.水池底板	
4.水池的防洪与防淤	
5.水池的放水管与排气管	
五、管道的水头损失计算.....	(63)
(一) 管道水头损失计算方法.....	(64)
1.管道沿程水头损失	
2.管道局部水头损失	
(二) 管道水头损失简化计算方法.....	(67)
1.管道沿程水头损失(H_f)简化计算方法	
2.管道局部水头损失(H_j)简化计算方法	
3.管道水头损失(H_s)的简化计算方法	
4.支管的管道水头损失计算	
(三) 自压喷灌系统自然水头与管道的选择.....	(75)
1.已知自然水头与供水流量,选择输水管径	
2.已知供水流量,选择自然水头与管径	
六、泵站水泵的选择.....	(81)
(一) 提水泵站水泵的选择.....	(81)
1.水泵提水扬程的计算	
2.水泵工作点的确定	

3. 喷灌系统提水方式的选择	
4. 水泵的串联与并联运行	
5. 水泵的安装高度	
(二) 喷灌加压泵站水泵的选择	(88)
1. 计算供水流量	
2. 加压泵站水泵的选择	
七、喷灌输水渠道	(92)
(一) 防渗渠道	(94)
1. 土料防渗渠	
2. 砌石防渗渠	
3. 砌砖防渗渠	
(二) 渠道供水	(98)
1. 渠道断面尺寸	
2. 渠道配套设备	
(三) 渠道与田间道路	(102)
八、喷灌机具	(104)
(一) 喷头	(104)
1. 喷头的种类	
2. 喷头的性能	
3. 风对喷头工作的影响	
4. 喷灌系统内喷头的配备	
5. 喷头喷水时间的计算	
6. PY_1 系列喷头的拆装、调整及保养	
(二) 喷灌泵	(117)
1. 喷灌泵的种类	

2. 喷灌泵的使用与维护保养	
3. 喷灌泵一般故障及排除方法	
(三) 管道	(123)
1. 移动管道	
2. 移动管道在喷灌中的作用	
九、软管喷灌	(128)
(一) 软管喷灌的工作形式	(128)
(二) 软管喷灌的喷水方式	(131)
(三) 软管喷灌系统的设计方法	(132)
十、喷灌系统的规划设计	(134)
(一) 喷灌系统的勘测、调查	(134)
1. 地形资料	
2. 气象资料	
3. 土壤资料	
4. 水文资料	
5. 动力、机械设备情况	
6. 农作情况	
(二) 喷灌系统规划设计内容及参考资料	(135)
1. 喷灌系统形式的选择	
2. 落实水源, 计算喷灌用水	
3. 拟定喷灌制度	
4. 设计管路或渠道, 进行田间规划	
5. 选择喷灌机具	
6. 喷灌质量检验	
7. 拟订喷灌系统管理制度	

(三) 移动式喷灌系统设计 (例)(139)

1. 灌区基本情况
2. 喷灌系统形式的选择
3. 落实水源, 计算喷灌用水
4. 拟定喷灌制度
5. 喷灌机具
6. 田间渠道布置
7. 喷头在每个工作点的实际工作时间 T_0
8. 喷灌质量检验
9. 作物生育期喷灌湿润深度与喷灌次数的
 安排计划

附表一 PY_1 系列摇臂式喷头性能表.....(150)

附表二 部分气象站三、四、五月旬平均气温表.....(152)

附表三 管内流速参考表(米/秒).....(153)

附表四 B 型和 BA 型泵规格性能表.....(154)

附表五 Sh 及 D 型泵规格性能表.....(157)

一、概 述

喷灌就是喷水灌溉，即利用一些设备，把具有一定压力的水喷洒出去，使水象下雨一样落到田间，对农作物进行灌溉。为了要与高空撒干冰、撒碘化银等人工降雨方法区别，把这种喷水灌溉的方法叫做喷灌。

要进行喷灌，首先要解决喷灌水源，建立喷灌系统。喷灌系统一般由水源、水泵、动力、管道、沟渠及喷头等部分组成。喷灌具有显著的增产、省水的优点，是一种比较先进的灌水技术。在农业生产中采用先进的灌水技术，大力发展喷灌，是实现农业现代化的需要。

（一）喷灌的好处

大量的生产实践证明，与现在常用的地面灌溉方法（漫灌、沟灌、畦灌）比较，喷灌有很多好处，主要是：增产、省水、省地、省劳力、适用范围广。

1. 增 产

作物生长发育需要土壤含有适当的水分，水分不足和水分过多，对作物的生长发育都是有害的。灌溉是调节农田水分状况的重要措施之一。喷灌可以灵活调节喷洒水量，控制土壤水分状况，根据作物的需水特性，适时适量地满足作物的需水要

求，做到科学用水，合理灌溉。

作物在旱季播种，若给予适量喷水，出苗较快，而且苗全、苗齐、苗壮，为增产创造了十分有利的条件。作物需水的关键时期，大多数都是生殖器官形成和开花前夕，或正当开花的时期，如遇干旱，就会造成减产。在这关键时期，适量地喷灌可以促使作物增产。

喷灌可以控制喷灌强度，采用合适的喷灌强度、较好的雾化程度，可以使“地表不起水”——不产生地面径流，减少水、土、肥的流失，保持土壤肥力；可以使喷灌地块“土不板”，耕作层土壤通气良好，微生物活跃，有利于提高土壤肥力，有利于作物吸取养料。喷灌可以调节田间小气候：在干旱酷热时，喷灌可以降低地表附近的气温、提高湿度；在冬、春季节，喷灌可以使地块“底子不冷”——表层地温高。同时，喷灌还可以冲掉作物茎叶上的尘土，有利于作物的呼吸和光合作用。由于喷灌可以根据作物生长发育的需水要求喷水，并具有保水、保土、保肥、调节田间小气候的优点，为作物生长创造了良好的水、肥、气、热条件，因此，采用喷灌可以得到明显的增产效果。

喷灌玉米、小麦、棉花、大豆等作物，一般比地面灌溉增产10—30%；喷灌蔬菜、茶叶、烟草、甘蔗、牧草等作物，都可获得较大幅度的增产。根据我省所作的小麦喷灌试验，喷灌小麦比地面灌溉增产一成以上，省水一半以上。玉溪县城关公社原有旱地4000多亩，1978年发展喷灌3500亩，喷灌后收获粮食130万斤，增产64%；烟草收获60多万斤，比1977年增产两倍。

2. 省 水

喷灌可以控制喷水量。用比较少的水勤喷浅灌，使水比较

均匀地保留在作物根系活动层内，基本上可以避免地面径流和减少深层渗漏损失，因此可以大大提高灌溉水的利用效率，节约用水。根据各地的试验资料，喷灌一般比地面灌溉省水50%左右，在透水性强、保水能力差的砂质土或其它类似的土地上，可省水70%左右。我省许多山区采用的软管喷灌，是一种简化的喷灌方式，在作物苗期一般都采用定点喷灌，喷水入塘（穴）或根据条播的播幅，分行喷灌，由于用水集中，棵间蒸发小，株行间的杂草少，一般比全面喷水的喷灌方式省水35—65%。

根据昆明、楚雄等地的试验资料计算，地面灌溉、全面喷灌、定点喷灌耗水的对比情况如表1。喷灌比地面灌溉省水一半以上，一份水可以当二份水、三份水使用，在水源条件不变的情况下，采用喷灌技术，可以扩大灌溉面积。

地面灌溉、全面喷灌、定点喷灌耗水情况对比

表 1

对 比 项 目	地 面 灌 溉	全 面 喷 灌	定 点 喷 灌
灌溉单位面积用水比例	100%	50%	30.2~16.1%
单位水量可灌面积(亩)	1	2	3~6

我省许多山区有一些零星小水，如出水象“麻线粗”、“锄头把粗”的涓涓细流，在许多山区常年都可以看得见，可是因为它们零星、分散，出水流量较小，可蓄水量较少，过去常常看得到，用不上。在采用喷灌后，就可以支砌一些小沟、小渠引水，或利用水泵提水，修建一些小池、小塘调节蓄水，充分开发利用这些山区小水。山区缺水是一个带有普遍性的问题，开源节流，就可以小水大用，少花钱、多灌地、多打粮、夺高产。

喷灌可以省水，因此对于干旱缺水的山区、半山区、干坝子和高扬程灌区、深井灌区，喷灌省水的优点就显得特别重要。

3. 省地、省劳力

采用喷灌一般比地面灌溉减少5—15%的沟渠占地。同时，由于喷灌采用一些供水、输水设备，可以减轻劳动强度，节约劳动力，提高灌溉效率。目前我省许多地方灌溉条件还比较差，有的是缺水，耕地附近无水可用；有的是土质不好，有水不敢在地面灌溉，当急需灌水时，只好肩挑、人抬，不但费时、费力，出现“改土不治水，白白跑断腿”的情况，而且地里的水还远远不能满足需要。楚雄县下菜园生产队过去浇水靠肩挑，十个劳动力一天才能浇一亩，现在建成了喷灌系统，大搞喷灌，一个劳动力一天可以喷十亩，不但增了产、省了水，而且还节省了大量的劳动力。

4. 适用范围广

喷灌几乎可以不受地形条件的限制，在选择合适的喷灌方式之后，各种土壤、各种农作物都能采用。对地形起伏不平的坡地，耕作层表土瘦薄的山地，地块窄小、高低不一的梯地或者土质还没有改良好的红壤土、透水性很强的沙质土，当地块或土质一时还没有得到整治、改造、改良之前，采用喷灌都可以显著地提高产量。

喷灌不但可以适用于旱地粮食作物、经济作物，也可运用于水田作物。近几年来我国南方有些省在酷暑、高温季节，除保持稻田水层外，同时进行喷灌，以此降低田间气温，提高田间空气湿度，防止了水稻在高温(37°C以上)时引起的生理缺水现象，并改善了水稻授粉条件，取得了每亩增产一成的效果。

喷水灌溉的方法有很多优点，但是也有它的缺点和局限性，主要是：

(1) 受风的影响较大：除软管定点喷灌以外，当采用自动旋转的喷头进行喷水时，随着风速的增加，大量水滴被风吹散、损耗；喷头喷洒范围变形、缩小；喷灌的均匀度大大降低，有时有的地块甚至喷不到水，出现大片的空白区。因此，喷灌一般要求在无风或风力小于三级（风速相当于5.4米/秒）的条件下工作。

(2) 移动管道困难：除固定式、自走式的喷灌形式以外，一般的移动式、半固定式喷灌系统都需靠人力移动机具或管道，在喷过水的地块中，移动机具、管道比较困难。软管喷灌需要用人力持管喷水，工效较低，不易喷洒均匀，移动管道的工作量较大，且容易碰伤作物。

(3) 需要一定的设备、投资：建立喷灌系统需要一定的材料、设备，特别是山区、半山区在缺水的情况下，解决喷灌水源往往需要较多的物资、经费，基建投资较大。

尽管喷灌有这些缺点和局限性，但是，在现有的地面灌溉、土内灌溉、滴水灌溉、喷水灌溉等农田灌溉的灌水方法中，喷灌仍然是发展得比较快的一种灌水方法。据不完全统计，1960年全世界共有喷灌面积3750万亩，到1973年发展到1亿亩，1976年已增加到1.7亿亩以上。到目前为止，全世界的喷灌面积已超过2亿亩，每年增加2000万亩以上。

(二) 国外喷灌技术的发展趋向

近二十多年以来，国外喷灌技术发展得比较快，并不断改进喷灌设备，采用自动化设施进行喷灌管理。

在世界各国中，美国的喷灌面积最大，1976年喷灌面积9420万亩，占总灌溉面积的28%；1977年喷灌面积已达1.07亿亩，占总灌溉面积（3.51亿亩）的30%，并计划1980年使喷灌面积达到总灌溉面积的80%。

在欧洲各国中，苏联、罗马尼亚、意大利、法国、英国、保加利亚、西德、匈牙利、瑞典、奥地利、丹麦等国喷灌比较发达。英国、瑞典、奥地利、丹麦等国基本上全部实现了喷灌化。苏联1976年喷灌面积6600万亩，接近总灌溉面积的30%，每年新增加的灌溉面积中，喷灌占75%。罗马尼亚很重视农田灌溉事业，全国喷灌面积1950万亩，占总灌溉面积的88%，对粮食生产促进很大，目前新建和扩建的灌溉工程中，喷灌占90%。

在亚洲各国中，许多国家都比较重视发展喷灌和其它先进的灌溉技术，如：以色列的农田灌溉几乎全部采用滴灌与喷灌。朝鲜的喷灌面积已占全国旱地面积的40%以上，其中丘陵山区大多数建立半固定式喷灌系统，在零星分散的土地上，则采用移动式喷灌。日本的耕地中，45%为旱地，对耕作层薄，透水性强，坡陡地窄，高低不一的旱地，也大量采用喷灌。

目前国外喷灌技术的发展趋向是：

1. 综合利用喷灌设备

许多国家的喷灌设备除用作喷水灌溉以外，已逐渐发展成为一种具有多种用途的田间农业机械。综合利用喷灌设备的主要项目包括：施化肥、撒农药、防霜冻、降气温、喷污水等。

2. 采用自动化设施

美国采用的喷灌设备中，中心支轴式（圆周自走式）机组

发展得最快。中心支轴式喷灌机组由旋转中心处供水，绕中心支轴旋转的管道长度最长达860米，管道由若干个塔架支撑，自动调节作同步圆周旋转。每台机组能自动起动和停机，自走一圈的时间为8小时到7天，可控制喷灌面积1000—3500亩。一般在地面坡度 17° 以下的起伏不平的坡地上，都能自如地自走旋转。据统计，1972年美国有中心支轴式喷灌机9870台，1976年增加到44500台，四年中增加了34630台。最近，美国又研制出新的喷灌机组，它兼有中心支轴式和平移式喷灌机的特点，既能绕中心支轴旋转喷灌，又能平行移动喷灌矩形地块。机组管长383米，由8个塔架支承自走，机组喷灌工作压力为5.7公斤/厘米²，每小时最大喷水量为443立方米，每台机组可控制喷灌面积2900亩。

装在手扶拖拉机上的小型喷灌机，日本等国使用得较多。一般是配用自吸泵或有自吸装置的卧式离心泵，水泵多固定在拖拉机前面，用三角皮带传动。以大中型拖拉机作动力的喷灌机，水泵一般由拖拉机输出轴直接带动，悬挂在拖拉机后部。此类悬挂式喷灌机，在使用时机动性较大。

在喷灌系统的管理中，许多国家较多地采用了自动化控制技术，根据作物的需水规律，按设计好的喷灌制度，自动开、关喷灌设备，或采用自动行走的喷灌机，按供水要求，自动行走喷灌，既节约喷灌用水，又保证作物高产，同时节约劳动力，降低生产成本。

3. 提高喷灌质量

提高喷灌质量主要是采用合适的喷灌强度、提供较好的雾化程度、提高喷灌的均匀度。喷洒的水滴直径保持在1—3毫米以下，同时使水均匀地湿润整个喷灌面积。为此，许多国家