

《农村水利技术》丛书

经济作物喷灌

冯广志 编

33



——《农村水利技术》丛书——

14971

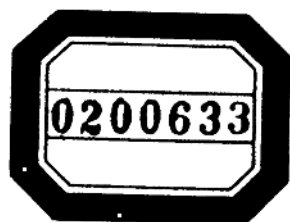
S2754



006194 水利部信息所

经济作物喷灌

冯广志 编



水利电力出版社

《农村水利技术》丛书

经济作物喷灌

冯广志 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

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 .25印张 90千字

1987年7月第一版 1987年7月北京第一次印刷

印数0001—4660册 定价 0.81元

书号 15143·6445

内 容 提 要

喷灌是先进灌水技术之一，有适应性强、省水、有利于作物增产等优点，在我国具体条件下，特别适用于经济作物。实行经济作物喷灌是发展农村多种经营，帮助农民尽快致富的有效技术措施之一。

本书着重介绍了棉花、花生、茶树、柑桔等几种主要经济作物和食用菌黑木耳的耗水规律、喷灌灌水技术。同时简要叙述了作物与水的关系、喷灌的基本技术要求和常用设备等。可供农村基层水利技术人员使用参考。

2162/06

序

水是人类生存和社会生产必不可少的物质资源。水利工作的基本任务是除水害、兴水利、开发、利用和保护水资源，为工农业生产和人们的物质、文化生活创造必要的条件。普及水利科学技术知识，让更多的人了解和掌握水利科学技术，也是两个文明建设的内容之一。为此，针对水利战线职工和社会上不同文化程度读者的需要，分层次地编写出版水利科普读物是十分必要的。

为了帮助水利科技人员的知识更新，掌握一些现代科技知识，并使水利科技成果更广泛地得到推广应用，尽快地形成生产力；为了使广大农村水利工作人员，掌握一些实用的水利基础知识，并应用于生产实际；为了总结和宣传我国水利建设的伟大成就和悠久历史，介绍水利在四化建设和人民生活等方面的重要作用，激发广大人民群众和青少年热爱祖国江河、关心水利事业，我们组织编写了七套水利科普丛书，包括：《现代科技》丛书、《水利科技成果》丛书、《水利水电施工》丛书、《小水电技术》丛书、《农村水利技术》丛书、《中国水利史》小丛书、《水与人类》丛书。这些科普丛书将由水利电力出版社陆续出版。

编写和审定这些丛书时，力求做到以思想性和科学性为前提。同时注意通俗性、适用性和趣味性。由于我们工作经验不足，书中可能存在某些不妥和错误之处，敬请广大读者给予批评指正。

中国水利学会科普工作委员会

一九八四年七月

水利科普丛书编审委员会名单

主任委员	史梦熊		
副主任委员	董其林		
委 员	丁联臻	王万治	史梦熊
	田 园	李文治	邴凤山
	杨启声	张宏全	张林祥
	沈培卿	陈祖安	陈春槐
	汪景琦	郑连第	郭之章
	赵珂经	茆 智	陶芳轩
	谈国良	徐曾衍	蒋元骧
	曹述互	曹松润	董其林
	颜振元		

(以姓氏笔划为序)

前 言

近年来，经济作物喷灌以其独具的一些特点和较高的经济效益，越来越受到人们的重视，已经成为发展农村多种经营，帮助农民致富的重要技术手段。它的迅速发展，显示了喷灌这一先进灌水技术在经济作物领域有着十分广阔的发展前途。在经济作物喷灌中，选用性能可靠的机具设备、进行周密细致的规划设计固然重要，但善于利用建成的工程设施，按照作物耗水规律科学地进行灌水，也是一个不容忽视的重要环节。在与基层水利技术人员接触中，不少同志反映缺少专门介绍经济作物喷灌灌水技术的书籍。为此，在广泛收集各地科研、观测成果和生产经验的基础上，经过分析、整理，编写成这本小册子。希望它能对提高经济作物喷灌工程的用水管理水平起到促进作用。

在编写本书过程中，参考引用了各地的许多观测试验资料，此外，水利水电科学研究院高级工程师徐达同志审阅了书稿，提出了很宝贵的修改意见。在此，向各有关单位、人员及徐达同志表示衷心的感谢。

由于不同作物的灌水技术与各地的自然条件有密切关系，经济作物喷灌在我国试验、应用时间还不太长，缺乏更多的实践经验，加上本人水平所限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

序

前 言

概述.....	1
第一章 作物与水分的关系.....	4
第二章 喷灌的基本技术要求及常用设备.....	15
第三章 棉花喷灌.....	51
第四章 花生喷灌.....	66
第五章 茶园喷灌.....	83
第六章 柑桔喷灌.....	98
第七章 黑木耳喷灌	114

概 述

经济作物是轻工业的原料和重要的外贸物资，也是人民衣食生活所需用的物品，它在国民经济中占有重要的地位。经济作物的商品性和生产时所需的技术、投入的劳动都比粮食作物高，所以人们称这些作物为经济作物或技术作物，也有把它们叫做工业原料作物和商业作物的。我国自然条件多种多样，世界上各种经济作物几乎都能在我国找到适于生长的地方。我国的经济作物主要有棉花、麻等纤维作物；大豆、花生、油菜籽、向日葵、芝麻等油料作物；甘蔗、甜菜等糖料作物；茶叶、咖啡、可可等饮料作物以及蚕桑、烟草等。从农村多种经营的范围看，人们有时也把柑桔、苹果、梨、葡萄、瓜以及中草药等看作是经济作物的一部分。据统计，1984年我国棉花、油料、糖料、烟草等种植面积约2.6亿亩，另有茶园1600多万亩，各类果园3000多万亩。随着农业生产结构的调整和农村多种经营的发展，经济作物生产在农业和整个国民经济中的地位愈来愈重要。改善经济作物生产条件、增加产量，扩大出口，是进一步搞活农村经济的要求，也是广大农民群众的迫切需要。

经济作物的发展在很大程度上受气候条件尤其是降雨情况的限制。由于我国东部降水主要是由夏季风带来的，因而形成了我国降水情况地区差异很大的特点。首先是降水地区分布很不平衡，基本规律是从东南向西北递减。东南沿海一带年降水量超过1600mm，而张家口、兰州附近则只有400mm，西北的新疆一些地方，降水量在50mm以下。我国降

水季节分配也很不均匀，多数地区降水集中在5月到10月，这个时期的降水一般要占全年总降水量的80%，7、8两个月是江淮以北地区降水集中时期。我国降水年际变化也很大，降水量多的年份和降水量少的年份可以相差好几倍。大致说来，降水量的年际变化北方较大，南方较小。夏季风活动不正常使我国经常发生大面积的旱、涝灾害。有些年份还会遭受先旱后涝或先涝后旱，双重灾害。在我国，无论是雨水较多的南方还是雨量较少的北方，只靠天然降水都不能完全满足各种经济作物生长发育的需要，因此修建灌溉工程设施是十分必要的。

我国地域辽阔，资源丰富，但是人口多，人均占有耕地少。必须在保证粮食生产的前提下，大力发展经济作物。因此，许多地方不得不把经济作物种植在砂荒地及丘陵、山区的梯田或坡地上。这些地方地形复杂，土质瘠薄，保水保肥能力差，很难采用地面灌溉。另外，某些经济作物对土壤水分要求严格，既怕干旱，又怕土壤水分过多，有的还对空气湿度有一定要求。经济作物产区的地形、土质特点和某些作物对水分条件的特殊要求与喷灌的特长恰好适合。解放以后，随着我国农田灌溉事业的迅速发展，经济作物的灌溉条件有了一定的改善，尤其是平原地区的棉花、油菜籽、烟草等，多数已经建立了地面灌水设施。但是，由于历史的原因和自然条件的限制，经济作物灌溉发展仍然十分缓慢。很长一段时期里，农田灌溉的服务对象主要局限在粮食作物上。特别是山丘区的经济作物，基本上依赖天然降雨，生产水平十分落后。我国适宜种植柑桔的地区很多，应是产柑桔最多的国家之一，但1980年全国产量仅是美国的二十分之一。茶树原产于我国，但单产也较低，七十年代末，全国平均亩产

干茶仅25kg，为斯里兰卡的一半，日本的四分之一。可见我国经济作物生产有着很大潜力。因此能逐步采用现代的管理技术和生产设备，其中包括先进的灌水技术——喷灌，从根本上改变经济作物的生产条件，就能更充分合理地利用水、土、作物等自然资源，最大限度地发挥其增产潜力。

经济作物喷灌在我国发展十分迅速。七十年代初开始试验研究喷灌技术时，喷灌的作物对象主要是粮食作物，到了1981年，经济作物喷灌面积已占全国喷灌面积的一半以上，1984年达到700万亩左右，占全国喷灌面积的80%。开展试验和生产推广的地区有二十多个省、自治区、直辖市。进行试验的作物有几十种，主要有棉花、花生、大豆、油菜籽、茶树、柑桔、蚕桑、黄麻、苧麻、烟草、蔬菜、甜菜、甘蔗、苹果、梨、薄荷、花卉、胡椒、西瓜、黄花菜等。此外，还有食用菌中的黑木耳、香菇等。通过对比试验，一般干旱年份，在其它条件基本相同的情况下，喷灌的比不灌溉，或原来灌水技术水平不太高的地面灌溉，一般可获得增加产量一至三成的效果。如果与栽培制度、施肥、良种等其它农业技术措施配合，增产效果和经济收益可以进一步提高。

与地面灌溉比，我国研究和运用喷灌的时间还很短，积累的经验 and 资料都十分有限，按照正规的技术要求，现有的工程设施中有相当一部分标准不高，管理水平低，有待进一步完善和巩固。

喷灌工程设施的建成仅仅为农田灌溉提供了基本的物质条件，最终目的是通过合理用水实现作物稳产高产。为此，应当了解各地气候变化规律，特别是降水特点，作物与水分的关系，作物需水特性及需水规律，还要掌握各种作物喷灌技术的基本要求和常用喷灌设备的基本知识。

第一章 作物与水分的关系

生命起源于水的环境中。水和光、热、空气、养分一样，是作物生长的基本条件之一，也是土壤肥力的一个重要因素。田间水分状况不仅影响作物的生理活动，而且对土壤肥力的其它因素、田间小气候及其它农业技术措施产生多方面的影响。要做到合理灌溉，充分发挥水分对作物及其生长环境的有利作用，避免或减少不利影响，为作物高产稳产创造良好的水分条件，就必须了解作物与水分的关系。

一、水分在作物生长发育中的作用

(一) 水是作物体的主要成分

作物体内含量最多的是水，一般占到鲜重的多一半，在作物的叶及果实中，可达70%~90%以上，成熟的种子含水量尚有10%~15%。

在旺盛生长的器官和组织内，细胞原生质一般含水量达80%以上。细胞原生质水分含量的多少，在很大程度上决定着细胞生命活动的状态，水分含量充足时，细胞代谢活动旺盛，当原生质缺水时，细胞代谢活动减弱，生命活动受到破坏或抑制。经常维持高的水分含量是作物正常生长的必要条件。

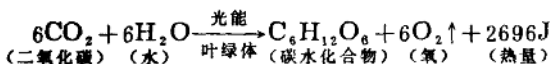
(二) 水是重要的溶剂和生命的介质

很多对生命起重要作用的无机物和有机物，如二氧化碳和氧气都是先溶解在水里，然后再被排出或被细胞原生质利用。土壤中的无机盐溶解在水中以后，才能被根系吸收，作物体内的矿物元素和有机物质也是以水溶液的状态被输送到

作物的各个部分被利用。作物体内各种生物化学反应都是在水溶液中进行的，没有水，一系列的生物化学反应都不能进行。

(三) 水是作物进行光合作用的主要原料之一

作物生长的过程，就是不断在体内积累有机物质的过程。碳水化合物、脂肪、蛋白质等有机物质是绿色植物利用光能通过光合作用合成的。在光合作用中，水与二氧化碳一样，是主要原料。作物的绿色部分（主要是叶子）吸收阳光中的辐射能量，以此为动力，把根从土壤中吸收的水分和叶从空气中吸收的二氧化碳在叶绿体中进行还原，产生较高能量的有机物（主要是碳水化合物等），从而使日光能转变为贮藏在有机物质中的化学能。这个过程可用如下方程式表达：



另外，在许多有机物分解或吸收过程中，也经常需要水参加，以促进大分子物质如淀粉、蛋白质、脂肪等的分解和一些小分子物质的相互转变等。

(四) 水分能保持作物固有的姿态

作物柔软部分的挺立状态是由组织内高的水分含量所造成的一种膨压状态来维持的，作物缺水时所发生的萎蔫现象便是膨压下降的表现。在灌溉管理中，可以根据作物外表形状判断作物是否有充足的水分供应。

(五) 水可调节作物体温及其生长的环境

水具有较大的比热、气化热和较小的导温率。当作物体内和周围环境中水分充足时，作物体温不易因外界温度的剧烈上升或骤然下降而急剧变化，周围环境温度变化幅度也比

较小，因而可以避免或减轻作物可能受到的强烈的日光照射灼伤或低温冻害。

因此，在作物的生命活动中，水有着极其重要的作用。没有水，作物的生命活动就会停止。

二、作物对水分的吸收及土壤水分特性

作物为了进行正常的生命活动，每时每刻都在不停地从外界环境中吸取水分，有时数量很大，有时数量较少。作物的幼嫩茎、叶和根系都可以吸收水分。地上部分茎叶的吸水，主要是由气孔的呼吸作用在比较湿润的环境条件下进行的，叶面喷施液肥就是利用叶片气孔的功能直接把液体营养喷洒到茎叶上吸收到体内的。不过茎叶的吸水量十分有限。根系是作物的主要吸水器官。根系的吸水动力有两个：一个是被动吸水，它的动力来自蒸腾力，根系本身处在被动状态；另一个是主动吸水，动力来自根系自身的生理活动。作物叶面在蒸腾散失水分的同时，产生了对水分需求的吸取力。失水的叶细胞从邻近含水量较多的细胞吸水；细胞之间接力传递，接近叶脉导管的叶肉细胞向叶脉导管吸水，再通过茎或枝的导管吸水，而导管里的水分是个连续流动的水柱，于是这种蒸腾拉力被一直传到根系，引起根部细胞不断地从土壤中吸收水分，并把水向上传输。有些花的带叶枝条剪下后插在装有水的容器中，这枝条在下部长出根芽之前可以维持很长一段生命活动，叶片挺实，不萎枯，其水分的来源就是蒸腾吸水的作用。被动吸水数量受蒸腾强弱的影响。在生长旺盛季节，作物吸水的动力主要来自蒸腾力。主动吸水是靠作物根系的根压来进行的，根系从土壤中吸收水分并向上压送传输到作物的各个部分。我们都会看到过这样的现象：当生长旺盛的作物茎秆在靠近地面的部位被砍断，不久

就会有汁液从伤口处渗出，这些汁液就是被根系从下面压送上来的。根有向上压送水的能力还表现在某些作物的叶的尖端或边缘，夏天清晨叶的尖端会“吐”出水珠，一般来说，不管土壤怎么干，只要清晨叶尖能“吐水”，则表明作物还是能够从土壤中吸收到足够水分的。特别是在蹲苗的情况下，掌握这一点，就不致于使蹲苗过了头。

在一定范围内，根系从土壤中能够吸收水分的多少与土壤水分存在的状态和土壤含水量有关。

土壤中的水可以分为吸湿水（又叫吸着水或束缚水）、毛细水和重力水三种。吸湿水因为被牢固地吸附在土粒表面，不能被作物根系吸收利用，后二种水则可以被作物吸收利用。毛细水是依靠毛细管的吸引力而被保持在土壤孔隙中的水分，因为毛细引力小于根系的吸水力，所以很容易被作物吸收利用，是作物吸收水分的主要来源。当土壤中的水分超过了土粒吸引力和毛细引力所能保持的水分范围以后，多余的水分就会在重力作用下沿着土壤中较大的孔隙下渗，这种水叫做重力水。重力水也可以被作物吸收利用，但是它受重力作用向深层下渗，不容易被保存在根系活动土层内，所以大部分重力水都流失掉了，不能被作物利用。

田间下过透雨或灌水量过大，土壤达到完全饱和时的含水量（包括重力水），叫做土壤饱和含水量。饱和的土层所含的重力水经过一段时间下渗以后，其余的水被吸持在土层中几乎不再下渗，这时的土壤含水量叫田间持水量。田间持水量高，说明土壤的蓄墒保水能力强。各种土壤的田间持水量不同，一般是粘质土最大，壤土次之，砂土最小。没有当地实测资料的地方，可以参考表1-1中的数值选用。

在农田灌溉上，田间持水量是一个很有用的参数。由于

表 1-1

几种土壤的容重和田间持水量

土 壤 质 地	容 重 (g/cm^3)	田 间 持 水 量	
		重 量 (%)	体 积 (%)
浆 砂 土	1.45~1.60	16~22	26~32
砂 壤 土	1.36~1.54	22~30	32~42
轻 壤 土	1.40~1.52	22~28	30~36
中 壤 土	1.40~1.55	22~28	30~35
重 壤 土	1.38~1.54	22~28	32~42
粘 壤 土	1.35~1.44	28~32	40~45
中 粘 土	1.30~1.45	25~35	35~45
重 粘 土	1.32~1.40	30~35	40~50

注 表内数据为华北非盐土壤的田间持水量的数值范围。

田间持水量是在不受地下水影响的自然条件下，能较稳定地保持的土壤水分的最大数量指标，当灌水量超过田间持水量时，只能加深土壤的湿润深度，而不能再增加耕作土层中含水量的百分数。因此，它是土壤中能够被作物有效吸收利用的水量的上限。人工灌溉就是要经常维持土壤水分在田间持水量和萎蔫系数（作物发生永久萎蔫时的土壤含水量）之间，保证作物根系顺利地吸收到足够的水分。萎蔫系数则是土壤中能够被作物有效吸收利用的水量的下限。当土壤含水量接近萎蔫系数时，根系吸水困难，不能及时充分供应作物生长发育所需，造成茎、叶组织因缺水而膨压降低，发生萎蔫。

作物的根有向水性。正常情况下，作物根系主要分布于上层土壤，根的数量从靠近地表层向深层渐渐减少。土壤水分充足时，浅层土壤内根的数量多。当上层土壤缺水的时候，作物为了维持生命活动，根系被迫向深层土壤伸延，寻

求较多的水分供应。群众经验中的“蹲苗”，就是借助作物的这一特性，强迫根系深扎，作物的地上部被“锻炼”得粗壮实，提高了抗旱的能力。

三、作物对水分的消耗

作物吸收来的水分，一小部分用于构成植株器官的组织本身，还有一小部分在制造碳水化合物光合作用的过程中被消耗了，这两部分所消耗的水量合在一起还不到所吸水量的1%，其余99%以上的水都通过叶面气孔在蒸腾作用中散失于大气之中。

（一）蒸腾作用

植物体内的水分经过植物体表面以气态散失到大气中去的过程，叫做蒸腾作用。蒸腾作用的水分蒸发不同于一般的地面或水面水分蒸发。它是受植物生命活动控制的生理过程。蒸腾耗水在作物生命活动中起着十分重要的作用，是必要的和有益的。

作物在蒸腾时，叶面气孔张开，在散失水分的同时获得生命所需的碳源——二氧化碳，因为正常的蒸腾与正常的呼吸是同一个过程。其次，蒸腾产生的吸水力，是作物根系被动吸水的原动力，它能保证作物连续不断地从土壤中吸取水分，并把吸收来的水分及矿物质传输分配到植株的各个部位。蒸腾时水分蒸发可以带走大量的热（每克水汽化成为水蒸气时吸收2156J(539卡)的热），使作物体温维持在适宜水平，避免高温过热灼伤。但是，如果蒸腾作用过强，水分散失量超出补给量，也会给作物的生长发育造成不良影响。

作物叶面上分布有许多气孔，是蒸腾散失水分和吸收大气中二氧化碳的器官，气孔随着环境条件的变化，能够自动调节开、闭及开张的大小。蒸腾消耗水量也随之变化。据中