

TUSHU |||||  
GUACAI GUOSHU JIESHUI GUANGAI JISHU

# 图说瓜菜果树 节水灌溉技术

A white label with a barcode and the text "NLIC 2970764118" is placed over the lower left portion of the plant specimen. The label is rectangular with rounded corners. The barcode consists of vertical black lines of varying widths. The text "NLIC 2970764118" is printed in a bold, sans-serif font below the barcode. The background of the label is white, contrasting with the dark green and brown of the plant specimen.

NLIC 2970764118

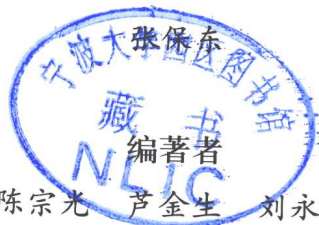


**金盾出版社**  
JINDUN CHUBANSHE



# 图说瓜菜果树节水灌溉技术

主 编



代艳侠 陈宗光 芦金生 刘永新 刘艳军  
曾 烨 高春燕 相玉苗 周 婕 郭月萍



NLIC2970764118

金 盾 出 版 社

## 内 容 提 要

本书由北京市大兴区农业科学研究所专家编著。本书介绍了我国节水农业概况、农艺节水技术、工程节水技术、管理节水技术、滴灌设备、滴灌施肥技术、瓜菜节水灌溉施肥技术和果树节水灌溉技术等8个部分,并针对不同作物采用的不同节水方法进行分析。本书以图文结合的形式向读者介绍灌溉技术,共收集了200余幅数码照片,均为作物节水灌溉田间操作实例。适合广大菜农、果农和农业灌溉科研与生产单位技术人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

图说瓜菜果树节水灌溉技术/张保东主编.--北京:金盾出版社,2012.2

ISBN 978-7-5082-6919-1

I. ①图… II. ①张… III. ①农业灌溉—节约用水—图解  
IV. ①S275-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045056 号

### 金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

北京蓝迪彩色印务有限公司印刷、装订

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:3.5 字数:55千字

2012年2月第1版第1次印刷

印数:1~11000册 定价:15.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

# 前 言



我国农业灌溉用水占全国用水总量的 80%以上，而灌溉水的有效利用率只有约 40%，即有 60%左右的水不能被作物利用。因此，节水首先要抓农业灌溉节水。农业灌溉节水要解决的中心问题是，在灌溉农业中如何做到节约灌溉用水的同时实现作物高产，在旱作农业中如何做到对降水的充分利用或增加少量补充供水以达到显著增产。农业部副部长洪绂曾说，抓好节水灌溉和机械化旱作农业技术的推广应用，是北方旱作地区粮食生产稳定增长的关键。

就北京市而言，种植业用水约占农业用水的 85%，约占全市用水量的 40%，到 2012 年种植业用水比例将被压缩至 26%。目前，北京市的蔬菜播种面积为 12 万公顷，果园面积为 9 万公顷。但生产中系统的节水技术应用较少，管道输水、滴灌、微喷灌等技术的应用尚不普及，畦灌仍然比较普遍，大部分地区的灌溉用水超出作物需水的 50%。基于目前的严峻形势，用水量大、存在浪费、具有节水潜力的瓜菜、果树等已经成为农业节水的重点。

为缓解水资源紧缺现状，加强农业节水技术的示范推广，全面提升水资源的利用率和水分生产效率，加强节水型农业建设成为首都农业可持续发展的必经之路。针对目前瓜菜、果树大田生产中大水、大肥等不合理的水肥浪费现状，笔者编写了《图说瓜菜果树节水灌溉技术》一书。本书介绍了我国节水农业概况、农艺节水技术、工程节水技术、管理节水技术、滴灌设备、滴灌施肥技术、瓜菜节水灌溉施肥技术和果树节水灌溉技术，针对不同作物采用的不同节水方法进行分析。结合生产实际，本书收集了200余幅作物节水灌溉操作实例数码照片，用4万余字，以图文并茂的形式为读者展示了全新的节水灌溉技术，供广大读者参考。由于笔者水平所限，不妥与欠缺之处，恳请广大读者批评指正。

编 著 者

# 目 录



## 一、我国节水农业概况 /1

- (一) 节水农业的分类 /1
- (二) 节水农业发展前景 /6

## 二、农艺节水技术 /9

- (一) 膜下沟灌技术 /9
- (二) 膜上沟灌技术 /11
- (三) 节水型畦灌技术 /13
- (四) 化学抗旱节水技术 /14
- (五) 隔离槽栽培技术 /17
- (六) 有机培肥保墒技术 /20
- (七) 地膜覆盖保墒技术 /22
- (八) 新型地面灌溉技术 /24

## 三、工程节水技术 /27

- (一) 灌区改造、渠道防渗工程 /27
- (二) 低压管道输水灌溉 /27
- (三) 喷灌 /28
- (四) 微灌 /29
- (五) 波涌灌技术 /32
- (六) 保护地膜面集雨 /33

## 四、管理节水技术 /35

- (一) 土壤墒情监测 /35
- (二) 田间土壤水分测定技术 /35

(三) 智能化灌溉系统 /38

**五、滴灌设备 /40**

- (一) 滴灌系统的组成 /40
- (二) 滴灌系统的分类 /45
- (三) 滴灌系统管道的布置 /46
- (四) 滴头的选型 /47
- (五) 管网的布置 /48

**六、滴灌施肥技术 /51**

- (一) 膜下滴灌技术的应用 /51
- (二) 膜下滴灌技术的特点 /52
- (三) 滴灌系统的堵塞及其处理方法 /54
- (四) 滴灌施肥操作应注意的问题 /56

**七、瓜菜节水灌溉施肥技术 /57**

- (一) 保护地西瓜灌溉施肥技术 /57
- (二) 保护地甜瓜灌溉施肥技术 /60
- (三) 保护地黄瓜灌溉施肥技术 /64
- (四) 保护地番茄灌溉施肥技术 /71
- (五) 保护地茄子灌溉施肥技术 /75
- (六) 保护地大椒灌溉施肥技术 /79
- (七) 保护地白萝卜灌溉施肥技术 /83
- (八) 保护地胡萝卜灌溉施肥技术 /85
- (九) 常见露地叶菜灌溉施肥技术 /86

**八、果树节水灌溉技术 /101**

- (一) 果园覆盖保墒技术 /101
- (二) 果园保水剂应用技术 /105

# 一、我国节水农业概况

## (一) 节水农业的分类

节水农业是指节约和高效用水的农业，即在农业生产过程中通过应用农艺、工程、生物和管理等措施，综合提高自然降水和灌溉水利用率及其生产效益的农业生产体系。

### 1. 工程节水

(1) 农用水资源合理开发利用 降水是旱地农业最重要的水源，也是灌区农业重要的水源。受多种因素影响，我国降水有效利用率远比发达国家低，目前仅有约 50%。开发雨水收集、增加土壤水库容应是今后节水农业的重要课题。

地表水、地下水合理利用是水资源合理开发的根本途径。关键是合理调控地下水埋深，协调统一旱与涝、灌与排、采与补的矛盾。我国科技人员虽研究出一整套旱季适当开采浅层地下水、调控地下水埋深、拦蓄汛期降水、减少地面径流，促使降水转为土壤水、地下水的技术体系。但由于目前我国不合理和无序开采深层地下水，浪费浅层地下水，采补严重失衡现象严重存在，不断出现地下水漏斗区，有些漏斗区达到 40 ~ 100 米深。

劣质水(污水、微咸水)合理利用是目前国内节水农业有待探索的新课题(图 1-1)。据统计，1998 年我国



图 1-1 利用污水灌溉农田节约地下水资源

污水排放量 593 亿米<sup>3</sup>，还有可开发利用的矿化度 2 ~ 3 克 / 升的地下微咸水资源 130 亿米<sup>3</sup>。目前我国劣质水灌溉面积达 333 万公顷，其中黄、淮、海、辽河四流域占 85%。河北省中、东部平原推广应用淡、咸水混浇技术，已使该地区耕地水资源增加 34 米<sup>3</sup>/667 米<sup>2</sup>，大大提高了该地区水资源利用程度。

(2) 输水工程 我国农业用水中输水系统水分损失占灌溉用水总损失量的主要部分，一般输水损失量达到 50%。管道输水可



图 1-2 管道输水可减少输水损失

大幅度减少输水损失。但目前我国管道输水灌溉面积不大，仅有 200 万公顷 (图 1-2)。

(3) 田间灌溉 我国已开发应用喷灌、滴灌、渗

灌等技术，这些新技术比地面灌溉节水 30% ~ 70%，增产 10% ~ 60%。但由于这些技术一次性投资较高，因而应用面积受到很大限制，目前仅有 147 万公顷。为降低灌溉成本，我国科技人员引进和开发出一些实用灌溉技术，包括小畦灌、定额灌、波涌灌、隔沟灌、膜上灌、膜下灌等，实现节水 10% ~ 50%，增产 10% ~ 30%。目前，这类节水灌溉面积已近 2000 万公顷。

(4) 雨水集蓄利用 我国从 20 世纪 50 年代就开始利用雨窖收集雨水补充灌溉庭院经济作物。“九五”期间，在蓄水工程的形式和结构、雨水集蓄应用模式、非充分灌溉研究应用等方面取得了大量成果。“十五”期间，又成功研究出以雨水存储和高效利用为核心的集蓄利用应用模式，并在全国 560 万处小型蓄水工

程中得到应用(图 1-3)。

#### (5) 喷灌、微灌

“十五”期间,我国在微灌系统关键设备和产品研发上取得突破性进展,开发了滴头水力与抗堵塞性能综合测试平台、片式内镶补偿滴头,突破了材料配方和滴头粘接难点,填补了国内无专用地下滴灌管的空白。取得了拥有自主知识产权的棉花膜下滴灌技术,并在新疆地区得到了大面积推广(图 1-4)。



图 1-3 膜面集雨充分利用雨水灌溉节约地下水资源



图 1-4 棉花滴灌可节水 60%

## 2. 农艺节水

### (1) 覆盖保墒

降低无效蒸发是提高农业用水效率的重要技术途径,具体是减少土壤蒸发和作物奢侈蒸腾。地面覆盖是减少土壤水分蒸发和提高农田水分有效

性的重要技术措施,它不仅能抑制土壤水分的蒸发,减少地表径流,蓄水保墒,还能保护土壤表层,改善土壤物理性状,培肥地力,因而可促进作物生长发育,实现高产稳产(图 1-5)。

(2) 水肥协调 增施肥料、培肥地力、以肥调水的核心是改善土壤物理性状,建设高效土壤水库,实现以肥促根,以根调水,提高有限水用水潜力。据有关研究资料,通过调节土壤养分



图 1-5 覆盖保墒减少无效蒸发

养土效果更加明显，同时可大幅度降低坡耕地水土流失，减少径流 10% ~ 25%，提高土壤水分含量 1% ~ 2%，减少蒸发 15% ~ 30% (图 1-6)。

#### (4) 节水制剂与材料

目前，国内研究出秸秆纤维的溶胀和交联技术、研发出一批生物集雨营养调理剂、多功能生物种衣剂、新型保水剂、新型防水保温材料、新型液膜材料等节水制剂和

材料等。保水剂可在果树、蔬菜及小麦、玉米、花卉等作物上应用，它可吸收 300 ~ 500 倍的水分，并保存在土壤中，在干旱时逐渐释放，是农艺节水比较好的产品。

**3. 生物节水** 有关资料表明，通过调整作物布局，减少耗水作物种植面积，扩大耐旱作物面积，建立适应性抗逆性种植制度，一般可使农田整体作物水分利用效率提高 0.15 ~ 0.26 千克 / 米<sup>3</sup>，

可以获得较大的水分利用效率，使水分利用率增加 10% ~ 40%，同时可获得较高的作物增产效应。

(3) 耕作保墒 耕作保墒是传统抑制土壤水分蒸发的技术，耗资少，技术简单，易于推广，节水效果显著，是节水农业技术的一个重要方面。目前国内耕作技术已开始逐步由多耕多耙，向少耕、免耕发展，节能、节水



图 1-6 免耕播种是农业节水的重要举措



增产 15% ~ 30%。例如, 果树隔行交替灌溉, 对提高果树的水分利用效率有重要的实践意义(图 1-7)。培育抗(耐)旱高产品种不仅是现代作物育种的新方向, 还是提高农业用水效率的不可或缺的举措。

#### 4. 管理节水

节水灌溉制度是根据农作物的生理特点, 通过灌溉和农艺措施, 调节土壤水分, 对农作物的生长发育实施促、控管理, 以获得最佳经济产量的灌溉方式, 具



图 1-7 果树交替灌溉是生物节水的有效措施

有投入低、见效快、适合我国国情的特点。一般农民要通过三看进行管理。即看天、看地、看苗情进行合理灌溉。精确的方法一般采用土壤墒情监测或安装张力计来观察土壤墒情(图 1-8)。



图 1-9 通过土壤墒情监测查看墒情

## (二) 节水农业发展前景

### 1. 农业节水的现状

(1) 水资源短缺, 农业增水能力有限 我国多年平均水资源总量约  $28\,100\text{ 亿米}^3$ , 占世界水资源总量的 8%。人均水资源占有量约  $2\,200\text{ 米}^3$ , 相当于世界平均水平的  $1/4$ , 被联合国列为 13 个严重缺水的国家之一。现阶段单位耕地面积的水资源量为世界平均水平的 80%, 而单位灌溉面积的水资源量仅为世界平均水平的 19%。因缺水以及由此引发的灌溉成本逐年上升。据预测, 到 2030 年我国农业缺水将达到  $500\text{ 亿} \sim 700\text{ 亿米}^3$ 。

(2) 水资源枯竭, 水质严重恶化 在我国华北平原井灌区, 由于耕作制度的改变, 自然降水的低效利用不能满足农业生产的需要, 亏缺部分全靠超采地下水来补充, 造成地下水连年连片下

降, 京津、衡水、沧州、德州的地下水漏斗已连成一片, 面积超过  $3.2\text{ 万公顷}$ , 中心处水位降至地面以下  $70 \sim 90\text{ 米}$  (图 1-9)。超采地下水资源已经给我国北方灌溉农业的发展构成严重威胁。同时, 日益严重的水污染, 使本来已十分紧缺的水资源犹如雪上加霜, 加剧了水资源的紧缺程度, 制约着优质农业的发展。

(3) 水资源利用不合理, 利用率和利用效率低 一是灌溉定额严重超标。传统的灌溉模式导致实际灌水量达到  $450 \sim 500\text{ 米}^3/667\text{ 米}^2$ , 连同降水超过作物需水量的 1 倍, 有的甚至 2 倍, 浪费极为严重



图 1-9 无序开采地下水资源

(图 1-10)。二是水的利用率低。我国农田灌溉中渠灌面积占 75%，渠灌区渠系损失达 50%。农田蒸发损失 17%，实际利用量仅有 33%。三是农业用水的效率不高。据估算，我国农田水分利用效率平均值为  $0.8 \text{ 千克} / \text{米}^3$ ，仅相当于发达国家的 40%。

## 2. 节水农业的发展对策

(1) 由就节水论节水向提高水资源利用效率和效益上转变 传统意义的农业节水，主要指减少水在输送和灌溉过程中的渗漏等浪费，

方式则主要通过开展喷灌、滴灌等节水措施。而高效节水的实际意义在于减少水资源的无效损失量，提高单位水资源的利用效率和利用效益，达到农田真实节水的目的。因此，农业节水应包括提高自然降水、灌溉水的利用效率和效益两个方面，提高农业用水的有效性和农业产出效益，改变单纯就节水论节水的倾向，把提高农业节水效益放在突出位置。

(2) 从注重工程措施向采取综合措施转变 工程节水的目标是提高灌溉水的输送效率，并不能达到真正意义的水资源节约。而农艺节水，是防止作物无效蒸腾，减少地表蒸发和水土流失，增加土壤蓄水，是真正意义上的节水(图 1-11)。农业节水必须将工程措施与农艺、农机、生物、化学等措施相结合，改变重工程措施轻非工程措施的倾向。建立和完善田间蓄水、抗旱保水、节灌补水和土壤培肥等综合节水技术体系，增强抗旱能力。

(3) 由单一模式向多种模式上转变 坚持节水技术适应当地



图 1-10 大水漫灌造成水资源严重浪费，水分效率低

农业实际情况的发展。农业节水技术种类繁多，应加强对不同地区的调查研究，结合当地主要优势作物种植带，因地制宜，建设不同的节水农业设施，推广不同的节水农业技术。农民是节水的主体，节水农业的发展关键是调动农民的积极性，把节水变为农民自觉自愿的行为。



图 1-11 地膜覆盖防止作物水分无效蒸腾，减少地表蒸发和水土流失



## 二、农艺节水技术

### (一) 膜下沟灌技术

**1. 整地做畦** 先开沟，将  $2/3$  有机肥施入沟底，合土后地面再施入  $1/3$  有机肥，最好用旋耕机旋耕混合土、肥。然后中间开小沟，成“M”形，沟深 25 厘米左右，沟宽按作物种类而定。一般黄瓜株距 25 厘米，行距 65 厘米，密度 4100 株 / 667 米<sup>2</sup>。番茄株距 30~45 厘米，行距 65 厘米，密度 2300~3000 株 / 667 米<sup>2</sup> (图 2-1)。

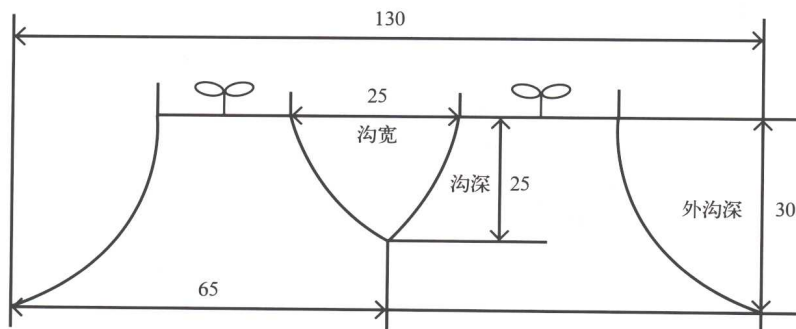


图 2-1 “M”畦膜下沟灌尺寸 (厘米)

膜下沟灌技术具有投资少，操作方便，实用、节水、节肥，能降低棚内湿度，减少病害发生等特点。每 667 米<sup>2</sup> 需 50 元左右地膜费用，即可改变原有的灌溉方式，实现“M”畦膜下沟灌，与传统的大水漫灌相比可节水 40%。

**2. 覆膜** 将竹劈 (有条件的可用直径 4 毫米的不锈钢丝或



图 2-3 将铁丝盘成拱形覆膜，在沟内浇水

铁丝)盘成半圆拱形,插在“M”畦上,把地膜撑起,再把0.008毫米白色地膜或黑色地膜铺在做好的“M”畦上,将秧苗定植在“M”畦沟顶上,在沟内浇水(图2-2)。

**3. 浇水** 在“M”畦的一头开一小水沟或用水管将水引入“M”畦内灌溉,每次每667米<sup>2</sup>灌水量可控制在10~20米<sup>3</sup>,

既省水又可降低棚内湿度,特别是在早春定植,少浇水可提高地温,使秧苗提早缓苗,同时减少了病害的发生。在作物提苗、坐果期,需追肥时将追施的肥料随水冲施在“M”畦内,按滴灌冲肥的方法,少量多次进行,实现水肥一体化,肥料利用率就高了。据统计,使用“M”畦膜下沟灌技术冲肥,灌溉果类瓜菜每667米<sup>2</sup>可节肥10~12千克,节水50~80米<sup>3</sup>。如果控制得好与滴灌灌水量基本持平,是目前没有滴灌条件下节水灌溉的好方法(图2-3至图2-5)。

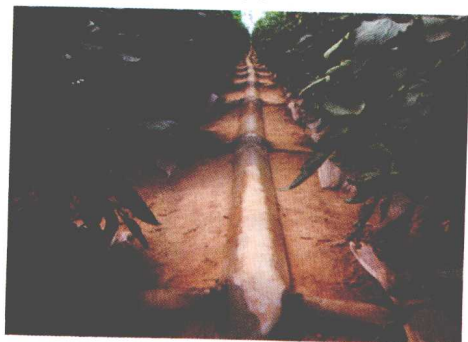


图 2-3 番茄“M”畦膜下沟灌栽培



图 2-4 黄瓜采用“M”畦膜下沟灌效果