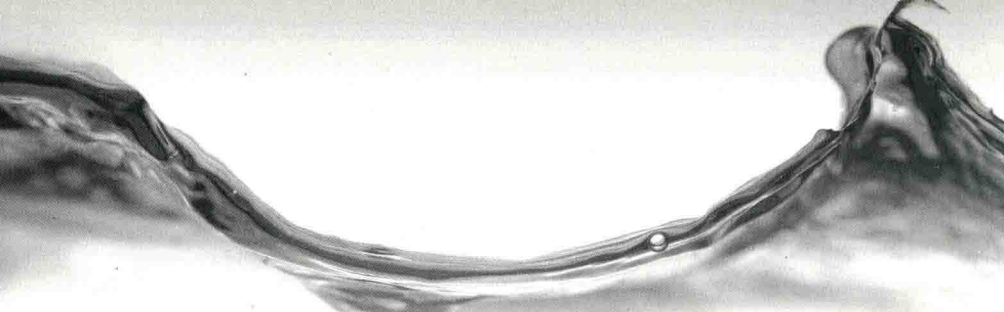




水肥一体化 实用新技术

徐卫红 主编



化学工业出版社

水肥一体化 实用新技术

徐卫红 主编

王宏信 刘吉振 陈贵青 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

水肥一体化实用新技术/徐卫红主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 11 (2015.11重印)
ISBN 978-7-122-21752-3

I. ①水… II. ①徐… III. ①肥水管理 IV.
①S365

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 206649 号

责任编辑: 张林爽 邵桂林
责任校对: 边 涛

文字编辑: 刘莉珺
装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9¼ 字数 247 千字

2015 年 11 月北京第 1 版第 2 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.80 元

版权所有 违者必究

前言

水肥一体化技术是将灌溉与施肥融为一体的农业新技术。它是利用微灌系统,根据作物的需水、需肥规律和土壤水分、养分状况,将肥料和灌溉水一起适时、适量、准确地输送到作物根部土壤,供给作物吸收。水肥一体化的灌溉施肥体系投资(包括管路、施肥池、动力设备等)约为1000元/亩,可使用5年左右,比常规施肥节省肥料50%~70%,增产幅度可达30%以上。同时,大大降低了因过量施肥而造成的水体污染问题。我国水肥一体化技术最早开始于20世纪90年代末,主要应用于大棚蔬菜滴灌及新疆棉花膜下滴灌。目前主要应用于棉花、蔬菜水果、玉米、马铃薯、花卉等。2013年3月国家农业部下发了《水肥一体化技术指导意见》,发展水肥一体化农业政策出台,预示着中国“水肥一体化”时代即将到来。

本书以科学性、实用性、可操作性为编写出发点,全书共分上下两篇。上篇为水肥一体化基础理论,系统介绍了水肥一体化技术的发展概况、研究和推广应用中存在的问题,喷灌系统的特点及适应范围、喷洒原理及基本参数、喷灌主要设备、设计要求及布置,微灌系统的特点及分类、微灌的原理及基本参数、微灌的设备、工程设计、运行管理与维护,水肥一体化的施肥系统特点、设备及肥料选择和配制等。下篇为水肥一体化技术应用,具体列举了玉米、小麦、马铃薯、大豆、甘蔗、茶叶、棉花、油菜、葡萄、香蕉、荔枝、西瓜、柑橘、苹果、叶菜类、茄果类及瓜果类蔬菜的水肥一体化技术规程。其内容丰富,并配有大量的图表,适合灌溉企业、肥料企业、农业技术推广部门、园林园艺、经济林业等部门的技术与

管理人员及种植户阅读，也可作为各层次科技人员及农林院校的师生用作参考用书及教材用书。

在编写中，编者力求避免错误和不足，力求各章内容的准确和协调，但书中难免还有疏漏或不妥之处，尚祈有关专家惠予指正，恳请广大师生和读者在使用中随时提出宝贵意见，以便及时补遗勘误。

本书上篇第一章由徐卫红撰写；第二章由王宏信撰写；第三章由刘吉振撰写；第四章由陈贵青撰写。下篇第五章由胡小凤、刘俊、张明中撰写；第六章由韩桂琪、王崇力、周坤撰写；第七章由周坤、张海波、熊仕娟、谢雯雯、陈蓉撰写；第八章由王慧先、江玲、杨芸撰写。特此一并表示感谢。

编者

2014年12月 重庆北碚

目录

上篇 水肥一体化基础理论 / 1

第一章 水肥一体化技术概述	3
一、水肥一体化技术的基本概念及特点	4
二、水肥一体化技术的发展概况及意义	6
三、水肥一体化技术研究和推广应用中存在的问题	8
第二章 喷灌系统	10
第一节 概述	10
一、喷灌的特点及适应范围	10
二、喷灌系统的组成和分类	12
三、喷灌的发展概况	15
第二节 喷洒原理及基本参数	16
一、喷头的喷洒原理	16
二、喷头基本参数	18
三、组合喷灌强度和喷灌均匀度	19
四、风对喷灌的影响及飘移蒸发损失	20
第三节 设备及选型	21
一、喷头的分类、性能及选型	21
二、喷灌水泵的性能及选型	24
三、喷灌管材及附件的选择	26

四、喷灌机的分类及选择	30
第四节 管道式喷灌系统设计	38
一、喷灌的技术要求	38
二、田间管道系统的布置	39
三、管道系统设计	41
四、机压喷灌系统的水泵选择	45
第五节 机组式喷灌系统设计	46
一、轻、小型喷灌机组系统设计	46
二、卷盘式喷灌机系统设计	50
三、大型喷灌机系统设计	52
第三章 微灌系统	58
第一节 概述	58
一、微灌的概念和特点	58
二、微灌的组成及分类	62
第二节 微灌原理及基本参数	64
一、微灌原理	64
二、灌水器的性能参数	64
三、微灌作物需水量与耗水强度	65
四、土壤湿润比	66
五、灌水均匀系数及灌溉水利用系数	67
第三节 设备及选型	70
一、灌水器	70
二、过滤器与过滤设施	74
三、微灌管道及管件	75
四、滴头及微喷头的选择	78
五、首部枢纽配置与水泵选型	81
第四节 微灌工程设计	82
一、微灌系统田间布置	82
二、微灌系统制度拟定及工作制度	87

三、管道水力计算	89
四、毛管设计及干管设计	90
第五节 运行管理与维护	93
一、系统运行管理	93
二、微灌设备维护	95
三、灌溉用水管理	96
第四章 施肥系统	97
第一节 施肥系统概述	97
一、施肥系统特点	97
二、施肥系统的组成及分类	98
第二节 设备及选型	99
一、旁通施肥罐	99
二、文丘里施肥器	103
三、重力自压施肥法	108
四、泵吸肥法	110
五、泵注肥法	112
六、注射泵	113
第三节 肥料选择	116
一、肥料概述	116
二、水肥一体化技术对肥料的基本要求	119
三、用于灌溉施肥的肥料种类	122
四、配制氮磷钾贮备液	126

下篇 水肥一体化技术应用 / 129

第五章 粮食作物	131
第一节 玉米	131
一、华北、东北半干旱地区（以黑龙江大庆、吉林西部为例）	132

二、西北地区（以新疆博乐市为例）	136
三、华南地区甜玉米	139
第二节 小麦	140
一、冬小麦滴灌栽培技术	141
二、春小麦滴灌栽培技术	147
第三节 马铃薯	153
第四节 大豆	161
一、需水特性	161
二、需肥特性	163
三、水肥一体化管理	165
第六章 经济作物	168
第一节 甘蔗	168
一、生产中对水肥条件的要求	168
二、甘蔗的水肥一体化管理	170
第二节 茶叶	174
一、茶叶生产中对水肥条件的要求	176
二、茶树的水肥一体化管理	179
第三节 棉花	182
一、滴灌方式	184
二、滴肥方式	185
三、滴灌小麦采收收获	186
第四节 油菜	186
一、油菜需水特性	187
二、灌溉方式	188
三、油菜需肥特性	191
四、油菜水肥一体化施肥制度	193
第七章 果树	195
第一节 葡萄	195

一、葡萄灌溉方式和设备	196
二、水分管理	197
三、养分管理	200
四、水肥一体化方案	203
第二节 香蕉	203
一、香蕉水肥一体化管理技术	205
二、推行香蕉水肥一体化的关键	209
三、其他配套技术	211
四、应用效果	212
五、水肥一体化在香蕉生产中存在的问题	212
第三节 荔枝	213
一、地块选择及整地	214
二、荔枝种植	215
三、水肥管理	215
第四节 西瓜	217
一、滴灌网管的铺设	218
二、水分管理	219
三、施肥管理	219
第五节 柑橘	221
一、山地柑橘园滴灌系统设计	222
二、喷灌	224
三、柑橘园水肥管理	225
第六节 苹果	231
一、苹果的水肥一体灌溉选择	233
二、水分管理	233
三、养分管理	236
第八章 蔬菜	241
第一节 叶菜类蔬菜	241
一、大白菜	242
二、莴笋	246

三、花椰菜	248
第二节 瓜果类蔬菜.....	252
一、黄瓜	252
二、南瓜	258
三、冬瓜	262
四、苦瓜	266
第三节 茄果类蔬菜.....	270
一、番茄	271
二、辣椒	275
三、茄子	280
参考文献	283

上篇

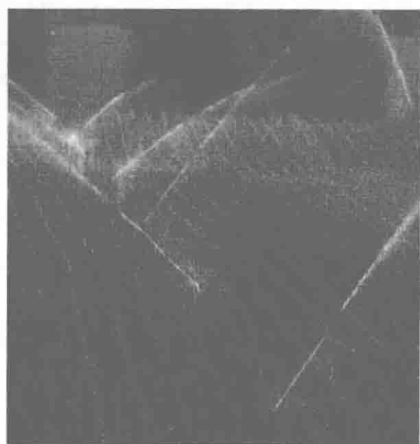
水肥一体化基础理论

第一章

水肥一体化技术概述

我国是一个水资源严重短缺的国家，人均水资源占有量排在世界第 109 位，约为世界平均的 $1/3$ ，单位耕地灌溉用水只有 $2670\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，而且在时空的分布上又极为不均。旱灾频繁，降水分布不均，因而灌溉在农业生产中作用巨大。我国同时又是世界上最大的肥料生产国和消费国，2009 年化肥消费量已达 4400 多万吨。而据测算，目前我国化肥的利用率只有 $25\%\sim 30\%$ 。化肥流失不仅造成资源的极大浪费，而且严重污染了环境。因此，寻求最佳的水肥管理措施，提高水肥资源利用率，对于解决目前资源短缺、提高资源利用率意义重大，而且是发展现代农业、促进农业可持续发展的重要保障。图 1-1 所示为水肥一体化技术在农业生产中的应用。

水肥一体化技术将灌溉和施肥融为一体，可以根据作物生长过程中对水分和养分的需求，提供作物适量的水分和养分，保证作物在吸收水分的同时吸收养分，被认为是当今世界上水、肥利用效率最佳的技术。目前，我国推广用的水肥一体化技术主要是微灌施肥技术，微灌包括滴灌、微喷、渗灌和小管出流等形式。从 2002 年开始，农业部将水肥一体化技术列为重大推广节水农业技术之一，组织技术集成与示范，全国水肥一体化技术应用范围迅速扩大，涉及设施蔬菜、露地蔬菜、果树、棉花、花卉、苗木等，均表



(a)



(b)

图 1-1 水肥一体化技术在农业生产中的应用

现出良好的节水、节肥、增产、优质的应用效果。水肥一体化技术大面积推广的成功，带给中国农业乃至世界农业的意义绝不仅仅在于节水本身，随着这项技术在更大范围的推进，它所引发的必将是由传统农业迈向机械化现代农业的一次具有深远意义的革命。

一、水肥一体化技术的基本概念及特点

1. 概念

水肥一体化技术（Fertigation）是集节水灌溉（Water Saving Irrigation）和高效施肥（High Efficiency Fertilization）于一体的现代农业管理技术。狭义讲，水肥一体化技术就是把肥料溶解在灌溉水中，由灌溉管道带到田间每一株作物。广义讲，就是水肥同时供应作物需要。它是水和肥同步供应的一项农业技术，保证作物在吸收水分的同时吸收养分，又称“灌溉施肥”或“水肥耦合”。水肥一体化可以在漫灌、沟灌、畦灌、喷灌和微灌中应用，具有良好的节水、节肥、省工和增收作用，可实现农业节水和农民增收，同时减少肥料用量，保护生态环境。

2. 特点

(1) 用水效率高 水肥一体化从水源引水开始,灌溉水就进入一个全程封闭的输水系统,经多级管道传输,将水送到作物根系附近,灌水时地面不出现径流,同时,通过控制灌水量,土壤水深层渗漏很少,减少了无效的田间水量损失,用水效率高,从而节省灌水量。

(2) 提高肥料利用率 水肥一体化技术将水、肥被直接输送到作物根系最发达、集中的区域,保证了养分被根系快速吸收,减少了施肥量,节省肥料,同时使得肥料利用率大大提高。金属微量元素通常应用螯合态,价格较贵,而通过滴灌系统可以做到精确供应,提高肥料利用率,降低施用成本。

(3) 节省用工 过去传统的灌溉施肥方法是每次施肥要挖穴或开浅沟,施肥后再灌水。而水肥一体化技术可实现水、肥同步管理,大大节省了劳动力。

(4) 减轻病害 大棚内作物很多病害是土传病害,随流水传播。如辣椒疫病、番茄枯萎病等,采用滴灌等水肥一体化技术可以直接有效地控制土传病害的发生。如滴灌能降低棚内的湿度,减轻病害的发生。

(5) 控温调湿 冬季使用滴灌能控制浇水量,降低湿度,提高地温。传统沟灌会造成土壤板结、通透性差,作物根系处于缺氧状态,造成沤根现象,而使用滴灌则避免了因浇水过大而引起的作物沤根、黄叶等问题。

(6) 增加产量,改善品质,提高经济效益 水肥一体化的工程投资(包括管路、施肥池、动力设备等)约为1000元/亩,可以使用5年左右,每年节省的肥料和农药至少为700元,增产幅度可达30%以上。

(7) 减少环境污染 大量施肥不但作物不能吸收利用,造成肥料的极大浪费,同时还会导致环境污染。水肥一体化技术通过控制肥料用量及灌溉深度,可避免将化肥淋洗至深层土壤而造成土壤

和地下水的污染。

二、水肥一体化技术的发展概况及意义

最早的无土栽培（营养液水培法）实际上是水肥一体化技术的发展雏形。1925年，温室工业开始利用营养液栽培取代传统的土壤栽培，第二次世界大战加速了无土栽培的发展。二战后蔬菜和经济作物的快速商业化进展，西方多数国家开始从单方面的无土栽培逐渐转变成小规模灌溉施肥。20世纪50年代中后期，在荷兰，由于温室数量大幅度增加，通过灌溉系统施肥量也大幅增加，水泵和用于实现养分精确供应的肥料混合罐也得到研制和开发。在20世纪60年代，以色列建成了世界上第一个滴灌系统。这一系统由不同口径的塑料管组成，灌溉水和溶于水中的化肥从水源被直接输送到作物根部，呈点滴状缓慢而均匀地滴灌到作物根部的土壤中。滴灌使农业灌溉技术发生了根本性变化，成为灌溉技术的一项重大突破，也为肥料的精确使用提供了便利的条件。由于灌溉施肥使水肥高度融合，精准利用，我国也称灌溉施肥技术为水肥一体化技术。

20世纪60年代以后，灌溉施肥技术开始在美国、澳大利亚、南非等地陆续研究和应用，并在其他一些国家推广应用。到了20世纪80年代，以色列开始将灌溉施肥技术应用到自动推进机械灌溉系统。现在以色列灌溉面积中有80%以上采用灌溉施肥技术。随着灌溉施肥技术的发展，对肥料用量的控制也越来越精确。最初使用肥料罐，灌溉施肥达到养分分布不均匀，后来采用文丘里真空（抽气）泵和水压驱动肥料注射器，养分分布得到改善，引入全电脑控制的现代加肥灌溉设备之后，养分分布的均匀程度得到了显著提高。除施肥设备在不断更新和完善外，用于灌溉施肥的专用肥料也得到了长足发展。在以色列，用于灌溉施肥的液体肥料占总肥料的80%以上，而美国的液体肥料占总肥料的25%以上，目前仍在继续增长。目前，在一些灌溉施肥技术发达的国家（如美国、以色列等），已形成了完善的设备生产、肥料配制、推广和服务的技