



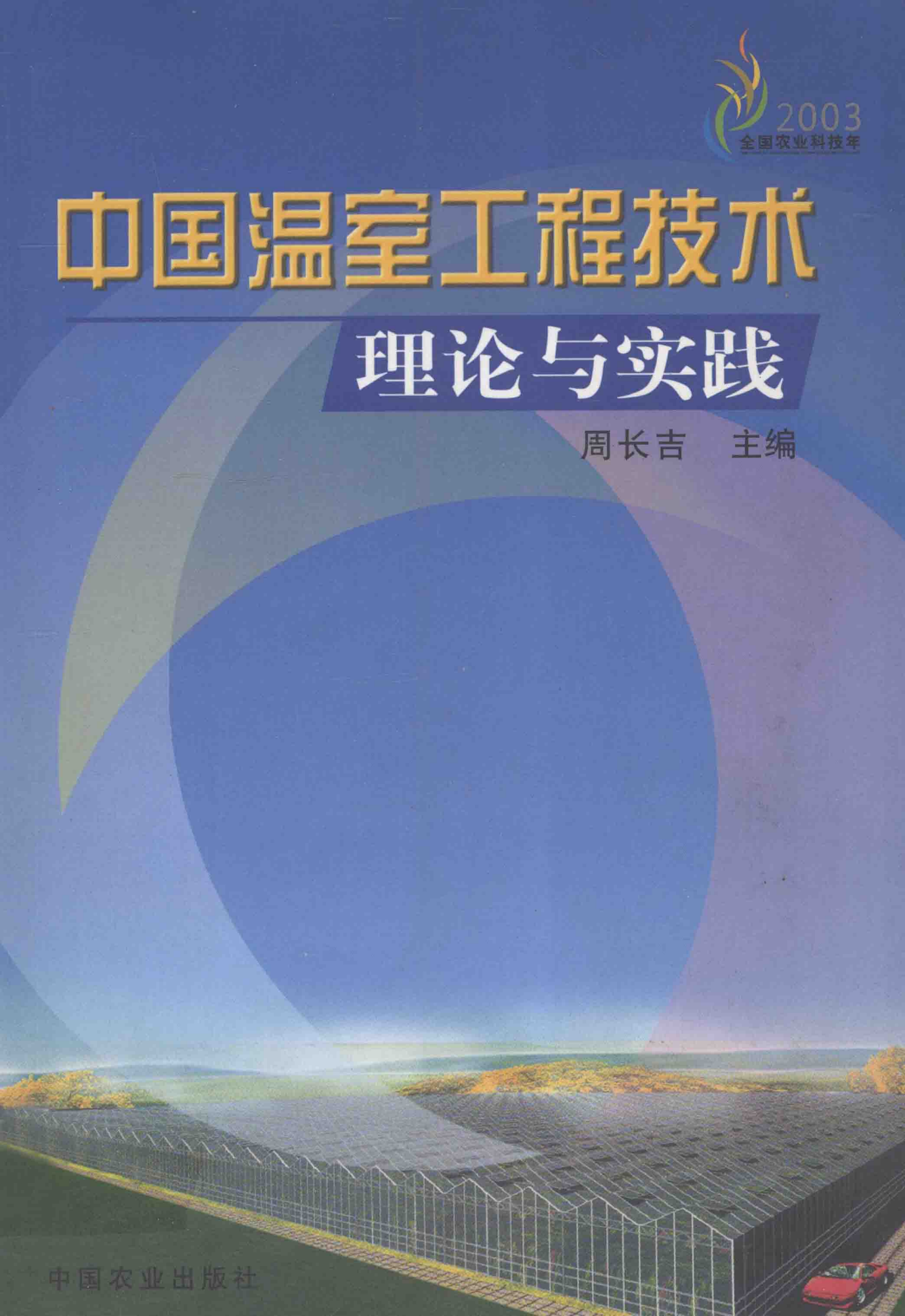
2003
全国农业科技年

中国温室工程技术

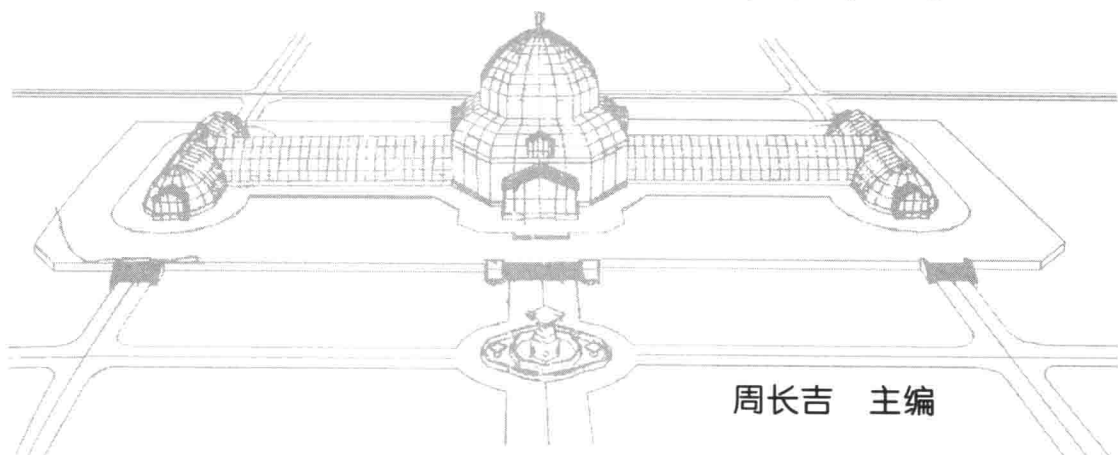
理论与实践

周长吉 主编

中国农业出版社



中国温室工程技术 理论与实践



周长吉 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国温室工程技术理论与实践 / 周长吉主编. —北京:
中国农业出版社, 2003.8
ISBN 7-109-08469-8

I. 中... II. 周... III. 温室-农业建筑-建筑工程-工程技术-文集 IV. TU261-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 072175 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)
出版人: 傅玉祥
责任编辑 何致莹

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 27.25 插页: 1
字数: 607 千字 印数: 1~1 000 册
定价: 60.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

首都规划设计研究院

在我国温室工程技术的发

展中作出更大的贡献。

王明

二月

主 编 周长吉

副主编 齐 飞 程勤阳

编 者 (以姓氏笔画为序)

王汝祥 王松涛 冯广和 齐 飞

乔立文 朱 明 张书谦 张学军

张跃峰 沈雪民 吴政文 周长吉

周 斌 周新群 杨振声 郭爱东

曹 干 黄松超 程勤阳 潘锦泉

主 审 杨振声 冯广和



当前我国农业与农村经济已进入新的阶段。为加速实现全面建设小康社会总目标,推进农业现代化,必须加大科技投入,提高农业生产水平,搞好产业结构调整,实现集约化、规模化、产业化经营。近年实践表明,发展温室、塑料大棚等设施,周年均衡生产大量名特优新蔬菜、花卉、水果等园艺产品的设施农业,是建设现代农业的支柱和标志,是有效提高农民收入的重要手段。

为此,如何进一步搞好我国未来设施农业的发展与规划,搞好温室的建设与科技工作,合理布局等必须给予高度重视,加强管理。

我国是世界上历史最悠久的农业大国,应用温室技术生产蔬菜的历史可追溯到两千多年前,但真正意义上的工业化温室设备和温室行业的兴起始于 20 世纪 80 年代初。到 20 世纪 80 年代中后期,在引进、消化和创新的基础上,初步形成了国产温室设施的技术体系,主要包括玻璃温室、热浸镀锌钢管骨架装配式塑料大棚和日光温室。20 世纪 90 年代,是我国温室业快速发展时期,90 年代初期,北方地区大面积推广日光温室,基本解决了长期以来困扰蔬菜周年均衡生产与供应问题,特别是“八五”节能日光温室在“三北”地区大量推广,使中国的温室园艺生产面积飞速发展达到世界第一。1995 年后,随着经济水平的提高和对现代农业技术的渴求,我国又一次大规模引进国外现代温室,通过示范,带动了我国在温室方面的科技投入,推动了设施园艺向高新技术方向发展。特别是各级政府兴建的农业科技示范园区大都把温室建设作为重要组成部分,为温室技术的进一步推广和应用起到了巨大的促进作用。

目前,我国以温室为主体的设施园艺栽培面积已突破 210 万公顷,较 1980 年增长近 300 倍。其中,设施蔬菜总产量达 8 700 多万吨,人均占有量达 60 多千克,约为蔬菜人均消费量的 20%。设施花卉的发展也很快,截至 2001 年我国设施花卉种植面积达到 1.6 万公顷,分别为日本、荷兰和以色列设施花卉栽培面积的 2.1 倍、4.4 倍和 13.3 倍。我国 1979—1999 年间引进的现代温室中 27% 左右

用于花卉生产,但到2001年这个比例达到了60%以上,而且设施配套水平在向高档化方向发展。此外,园艺设施已经远远超出了蔬菜和花卉生产的应用领域,在苗木、果树、中草药,甚至畜牧和水产等行业也得到了大量的应用。

农业部规划设计研究院自1979年建院(当时定名为中国农业工程研究设计院)时就设有“农业生物环境工程研究室”,1995年才改名为“设施农业研究所”,二十多年一直从事温室工程技术的研究与推广。该所先后主持和参加完成了与温室工程技术密切相关的农业部“六五”~“八五”设施农业科技攻关项目以及科技部“九五”~“十五”工厂化农业产业化项目,获得过十多项有关温室工程的科技成果;主持和参加完成了多项国家和农业部有关温室的行业标准;主持完成了全国数百公顷各类温室设施的工程设计;引进翻译了美国、日本、荷兰等国外多部温室设计和技术标准,从理论研究和工程实践中积累了丰富的理论知识和实践经验。

值此2003年“全国农业科技年”之际,本着总结与提高、继承与发扬的思想,农业部规划设计研究院将其二十多年来有关温室工程技术的研究成果和实践经验汇集成《中国温室工程技术理论与实践》一书,奉献给这一重大活动,必将为提高我国农业科技创新能力、农产品科技含量和农业劳动者的科学文化素质,加快农业和农村经济结构战略调整,推进农业现代化和农村小康社会建设,发挥推动作用。在此祝愿农业部规划设计研究院在未来的工作中能再接再厉,继续为我国现代农业建设和温室工程技术的研究、开发,做出更大的贡献!

中华人民共和国农业部副部长



2003年7月22日



为提高我国农业科技创新能力,提高农产品科技含量和农业劳动者的科学文化素质,加快农业和农村经济结构战略调整,推进农业现代化和农村小康社会建设,农业部开展了“2003 全国农业科技年”活动。为在这一具有深远意义的重大活动中,做出应有的贡献,我们农业部规划设计研究院设施农业研究所特将建院 24 年来,在设施农业与温室工程技术方面取得的一系列研究成果与技术创新精选汇编成文集——《中国温室工程技术理论与实践》。

这本书以我国农业发展过程为主线,清晰反映了从传统农业简易棚障设施的保护地栽培,到近代农业塑料棚室超时令、反季节的设施栽培,再发展到现代农业的高度智能控制温室周年均衡生产、产业化经营设施园艺。发展表明,设施农业是高科技现代工厂化农业的标志,是现代农业的支柱。要取得高产、高效、上规模、上水平的园艺产品生产,必须发展以现代温室为主体的设施农业。这本书又以如何针对我国国情,因地制宜科学合理有效发展设施农业为纬线,全面深刻地展开了我国各地,各种资源、环境条件下,如何逐步走适宜发展的温室类型或塑料大棚及选择配套设备水平的高效设施农业之路。

这本书亦是农业部规划设计研究院设施农业研究所二十多年成长发展历程的回顾,是全所科技人员一年一年默默奉献、努力拼搏,为中国现代农业建设尽心竭力搞科研的真实写照和记录。农业部规划设计研究院前身是中国农业工程研究设计院,成立于 1979 年,当时的设施农业研究所是农业生物环境工程研究室。1992 年农业部批准更名为农业部规划设计研究院,1995 年批准农业生物环境工程研究室更名为设施农业研究所。

虽然本书绝大部分是对过去工作成果的总结,但系统全面的汇编成册,从历史发展来研讨中国特色设施农业发展之路,评价各种温室研究理论与技术实践,仍不失为对今日设施农业发展具有重要参考价值的珍贵文献,仍有一定的现实指导意义。

本书共收集 70 多篇文章,分七个部分:综论、日光温室、现代温室、温室环境控制技术与设备、无土栽培与灌溉技术、温室标准化、考察与研究。每个部分都是从时间和设施发展两个层面去纵横展开,力图把内容既辑辑的丰富、全面,又对各方面工作层次脉络清晰,令人耳目一新,增强可读性。

本书可供从事温室工程技术的专业科技人员和管理人员阅读和收藏,也可供大专院校的教师和研究生参考。

本书由设施农业研究所总工程师周长吉博士主编,负责论文的汇集、挑选和整理,并进行组织编排,由设施农业研究所原所长冯广和研究员和《农业工程学报》原主编杨振声研究员对书中文字进行了认真的审核、校对和勘误。

在本书编辑整理出版过程中,得到了北京市农业机械研究所所长兼京鹏温室工程公司董事长杨仁权同志的热情关怀和大力支持,他领导的京鹏温室工程公司独家赞助了该书全部经费。本书还得到了《农业工程学报》和《农村实用工程技术》编辑部、《中国温室网》提供的大量论文与资料文献的原稿。在此,谨向为该书做出重大贡献的兄弟单位表示最衷心地感谢。

由于是全所新老科技人员二十多年先后合作完成的课题研究与发表的论文,而收集的时间又很紧,在选择与整理校核过程中如有疏漏之处,恳请读者予以指正。

编 者

2003 年 7 月于北京

目 录

序 前言

第一部分 综 论

关于我国农业产业化与设施农业发展的战略思考	朱 明(3)
我国设施农业的现状与发展趋势	冯广和(8)
我国设施园艺生产概况	王惠永(12)
论我国设施园艺建设的宏观管理	王松涛 冯广和 陈端生等(18)
中国设施农业及其设备发展概况	周长吉 孙 宏(24)
对我国“十五”温室产业发展的建议	周长吉(28)
我国温室产业发展的现状及问题对策	齐 飞(33)
中国设施农业及其对测控技术的需求	周长吉(39)
现代化设施农业发展概况	周长吉(45)
加入 WTO 中国设施园艺发展面临的机遇与挑战	周长吉(51)
我国温室行业呼唤规范市场	冯广和(56)
论温室产品的“低质—低价”趋向对温室行业的影响	齐 飞(61)
论当前大型现代化温室行业面临的问题与任务	齐 飞(65)
温室工程建设要因地制宜	冯广和(70)

第二部分 日光温室

日光温室前屋面采光性能的优化	周长吉 孙 山 吴德让(77)
日光温室建筑设计原则	周长吉(81)
日光温室设计荷载探讨	周长吉(84)
有立柱钢管骨架日光温室的结构优化	周长吉(89)
我国日光温室的发展	潘锦泉(93)
日光温室的采光设计	周长吉 王洪礼(97)
日光温室的结构优化	周长吉 徐刚毅(104)

日光温室新型外保温覆盖材料的研究	周新群 董仁杰 张淑敏等(112)
日光温室优化设计及综合配套技术	周长吉(117)
几种日光温室复合保温被保温性能分析	周长吉 周新群 桂金光(124)
日光温室合理间距的设计	周长吉(129)
日光温室施工技术	周长吉(136)

第三部分 现代温室

我国引进的温室设施及国内温室的发展	潘锦泉 李新义 王惠永等(149)
自然光照人工气候室的研究	王惠永 王松涛 孙学斌等(160)
新型结构现代温室及配套设施	齐 飞(166)
我国引进温室及其性能评述	周长吉 程勤阳(169)
双层充气塑膜温室技术经济评价	周长吉(175)
荷兰 Venlo 型温室在北京地区的适应性分析	周长吉 程勤阳 周新群等(180)
中国现代温室设施的主要型式及其性能评述	周长吉 冯广和(186)
引进大型现代温室对推进我国设施园艺 现代化建设的思考	周长吉 杨振声 冯广和(192)
圆拱形屋面连栋温室雪荷载取值方法初探	齐 飞(197)
大型连栋温室设计风雪荷载分级标准初探	周长吉(203)
现代生产性温室结构性能评价	齐 飞(207)

第四部分 温室环境控制技术与设备

城郊保护地栽培设施与技术选择	周长吉(213)
工厂化穴盘育苗技术在我国的发展	周长吉 曹 干(217)
设施栽培 CO ₂ 施肥技术	周长吉(223)
温室盆花栽培地面加温系统的节能和经济效益分析	周长吉 程勤阳 何铁仁(228)
温室环境自动控制传感器选配	周长吉(233)
幼苗繁殖弥雾系统的曲面电子叶传感器	周长吉 崔引安(240)
蜂窝纸湿帘用胶粘剂的试验研究	周长吉 崔引安(245)
蜂窝纸湿帘结构的实验优化	周长吉(254)
蒸发降温湿帘的动态参数设计法	周长吉 崔引安(264)
蜂窝结构材料的辐射性质	周新群 董仁杰 张淑敏等(270)
扭矩分配连续开窗系统	黄松超 张书谦(275)
瑞典 LS 遮光节能系列覆盖材料性能及应用选择	齐 飞(279)
新型铝箔反光遮阳保温膜	周长吉(283)
缀铝箔保温幕保温性能测试分析	周长吉 程勤阳 周新群等(288)
缀铝箔节能保温幕的性能分析	周新群(293)

第五部分 无土栽培与灌溉技术

- NFT 无土栽培营养液溶氧量的研究 王汝祥 徐志豪 季 鹰等(301)
- 栽培床结构对基质通气性的影响 周长吉(308)
- 无土基质栽培滴灌工程的研究 沈雪民 乔立文 张学军等(315)
- 温室大棚蔬菜生产中滴灌带灌溉应用效果分析 乔立文 陈 友 齐红岩等(321)
- 多孔式微喷带的研究与应用 张学军 吴政文 沈雪民(327)
- 利用低压管道灌溉系统实施高效微喷灌技术 张学军(333)
- 文丘里差压式喷灌施肥装置的性能研究 沈雪民 封 俊 张学军(337)

第六部分 温室标准化

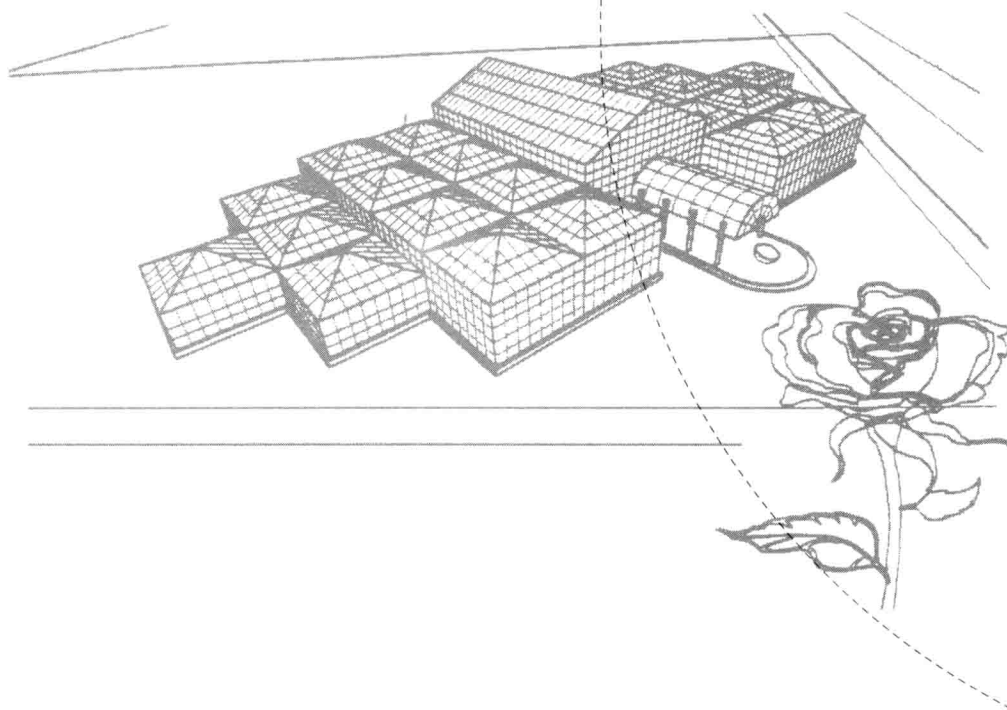
- 中国温室的发展与标准化进程 周长吉(343)
- 加强标准化,提高国产温室的国际竞争力 周长吉(349)
- 论温室工程标准制订中的几个问题 周长吉 王松涛 陈瑞生等(354)
- 对中国温室型号规范化编制的探讨 周长吉 杨振声(359)
- 温室设计安全标准的制订及其要则探讨 周长吉(365)
- 准确统一“日光温室”定义的商榷 周长吉 杨振声(370)

第七部分 考察与研究

- 瑞典、荷兰温室幕膜考察 周长吉 魏 序 江瑞发等(377)
- 美国温室环境自动控制技术研习、考察 周长吉(386)
- 丹麦设施园艺考察 程勤阳(389)
- 欧洲设施园艺(花卉)考察见闻 周新群 张书谦 张学军(396)
- 2002 年荷兰 NTV 展览新产品掠影 张书谦 周 斌 张跃峰(401)
- 雪域高原上的日光温室 周长吉(405)
- 充满希望的高原设施生产基地 周长吉(410)
- 得天独厚的设施蔬菜生产基地 周长吉(415)
- 农业部规划设计研究院设施农业研究所(简介) (420)
- 北京市农业机械研究所京鹏温室工程公司简介 (彩色插页)

第一部分

综 论



关于我国农业产业化与设施农业发展的战略思考^{*}

朱 明

农业部规划设计研究院

1 我国农业发展的新阶段及主要特点

(1) 我国农业取得了举世瞩目的伟大成就,实现了主要农产品供给由长期短缺到总量基本平衡、丰年有余的历史性转变;

(2) 调整农业结构、增加农民收入、提高农产品国际竞争力、推进小城镇建设、改善生态环境和实现可持续发展成为农业和农村经济发展的主要任务;

(3) 农业发展的制约因素由原来主要是资源约束变为资源、市场、环境三重约束;

(4) 农业发展已由单纯追求产量,向产量和质量、效益并重,追求优产、优质、高效;

(5) 加入 WTO 后,我国农业和农村经济与世界经济的关联度日益增强,我国农业发展面临新的机遇与严峻的挑战;

(6) 科技进步成为农业和农村经济发展的主要推动力量,新的农业科技革命将大大促进我国农业现代化进程。

当前,我国农业发展面临若干突出问题:

一是农业国际竞争力不强,一方面农业劳动生产率低,农产品生产成本和价格过高;另一方面农产品质量不高,规格化标准化程度低,农产品安全问题突出。

二是农民收入增长缓慢,就业压力增加,地区差距进一步加大。

三是农产品加工业严重落后,我国农产品主要是以初级产品的形式进入国际国内市场,产品附加值低,经济效益差,并且造成资源浪费。

四是耕地和水资源日趋紧缺,农业生态环境压力加大,农业可持续发展的难度很大。

五是农业科技的发展不能适应新形势的需要,农民的科学文化素质不高,农业生产和农村经济的科技含量低。

随着我国农业进入新的发展阶段,面临新的发展机遇和严峻挑战,实现由粗放式经营方式向集约化经营方式转变、由传统农业向现代农业转变是新时期我国农业和农村经济发展的根本目标,我们面临着加快实现农业现代化的艰巨任务。农业产业化是农业现代化的重要前提和基础,是农业现代化的重要标志,农业现代化在现阶段的主要任务之一就是实现农业产业化。在这个过程中,包括设施农业技术、农产品加工技术、能源环保与生态农业建设技术等

^{*} 原载《中国温室》,2002(12):2~5

内的农业工程技术将发挥重大而关键的作用。

2 农业产业化内涵及基本特征

(1) 农业产业化的内涵是农产品的生产布局区域化、生产方式专业化、生产组织企业化、生产规模集约化、生产过程规范化、产品加工工业化、产品质量标准化和产品营销品牌化。

(2) 农业产业化的实现途径是科工贸一体化和产加销一条龙,就是以市场为导向,以企业为核心,以农民经济合作组织为基础,以利益为纽带,通过龙头企业带动,将农民通过多种形式的经济合作组织与企业、与市场连接起来,从而形成完善的产业生产链和组织结构链。

(3) 市场、资源、技术、人才和资金是农业产业化的五大基本要素,市场是前提,资源是基础,技术是核心,人才是关键,资金是保障。

(4) 农业产业化的三个基本特征

一是工业化过程,一方面要求运用现代科学技术成果和现代化的工程设施与装备来改造、提升传统农业,并运用现代企业管理技术来经营和管理农业;另一方面要求运用企业的组织和利益连接形式将农产品生产者、加工者和营销者有机结合起来。

二是市场化过程,包括农产品的商品化和农业生产要素的商品化。

三是资源优化配置和可持续发展的过程,要求实现资源的高效利用和生态环境的保护相结合。

(5) 农业产业化的重要意义

①农业产业化是应对入世挑战,增强我国农产品国际竞争力的客观需要;

②农业产业化是促进农业结构调整,增加农民收入的客观需要;

③农业产业化是实施小城镇战略,促进农村劳动力转移的客观需要;

④农业产业化是优化资源配置,实现可持续发展的客观需要;

⑤农业产业化是实现我国农业现代化的必由之路。

3 设施农业在我国农业产业化进程中的地位与作用

(1) 设施农业运用现代工业技术成果和方法、用工程建设的手段为农产品生产提供可以人为进行控制和调节的环境和条件,使植物和动物处于最佳的生长状态,使光、热、土地等资源得到最充分的利用,形成农产品的工业化生产和周年生产,从而更加有效地保证农产品的供应,提高农产品质量、生产规模和经济效益,促进农业现代化。主要内容是与集约化种、养殖业相关的园艺设施和畜禽舍的环境创造、环境控制技术及其配套的各种技术和装备。因此,设施农业又被称为工厂化农业。

(2) 设施农业是随着农业现代化和农村种植业结构调整与养殖业生产需求而发展起来的新型产业。近20年来,我国的设施园艺栽培面积已突破210万 hm^2 (2000年),与1980年相比增长了近300倍,总面积达世界第一;全国人均占有设施面积 16 m^2 ,每年人均消费蔬菜量的20%由设施栽培提供。设施园艺的发展基本上解决了我国长期以来蔬菜供应不足的问题,并实现了周年均衡供应,达到了淡季不淡,周年有余的要求。随着我国农业由传统农业向现代农业的转变,农产品由数量型向质量效益型转变,各种现代化装备也在不断地进入设施农业领

域。据不完全统计,我国的大型温室面积已超过 700 hm^2 , $1\,000 \text{ m}^2$ 以上的连栋温室全国 32 个省市自治区无一空白,设施生产已从蔬菜扩展到了花卉、瓜果以及畜禽、水产养殖、林木育苗、食用菌、中草药等领域。近年来,大型连栋温室以每年超过 100 hm^2 的速度增长,由此,温室生产和经营企业以及相关产业均得到了快速发展。目前,国内从事温室制造的企业已从 20 世纪 80 年代的 5~6 家发展到 300 余家。温室工程为解决我国城乡居民菜篮子和农民增收,为推进农业结构调整发挥了重要作用,温室种植养殖已在农业生产中占据重要地位。

(3) 20 世纪 80 年代以来,我国设施农业的发展有六大特点:

一是大型园艺设施的比重明显加大。其原因主要是随着设施园艺的迅速发展,设施蔬菜等超时令、反季节园艺产品的季节差价明显缩小,小型设施的单位面积产出率低、比较效益下滑,收益显著低于大型设施,加上作业不便,劳作强度大,逐步富裕起来的农民也需要改善劳动条件。

二是节能日光温室发展迅猛,加温温室发展缓慢。加温温室占温室面积的比重,由 1982 年度的 30% 下降到 1999 年度的 6%;同期,普通日光温室面积的比重由 70% 下降到 34%,节能日光温室则从无到有,在温室面积中的比重猛增至 61%。

三是以遮阳网覆盖栽培为主的夏季设施园艺快速发展。20 世纪 80 年代后期,国产耐候塑料遮阳网试制成功,首先在蔬菜生产上进行应用研究和示范推广,并迅速在花卉和茶叶生产上推广应用,1999 年度遮阳网覆盖栽培面积已达 13.7 万 hm^2 。

四是现代化连栋温室发展加速。20 世纪 70 年代末至 80 年代初,我国从日本、欧美引进的现代化连栋温室,由于使用效果普遍不佳,引进和发展现代化连栋温室开始降温;进入 90 年代以后,特别是 1995 年以来,随着创办农业科技示范园区的工作得到各级领导的高度重视,各地发展现代化连栋温室急剧升温,相继大量引进发达国家的现代化连栋温室,同时也带动了国产现代化连栋温室制造业的发展,目前国内现代化连栋温室面积已超过 700 hm^2 。

五是优质高产栽培和无公害生产技术体系开发取得可喜进展。通过温室适宜品种的选育和温室栽培技术的发展,涌现了一批日光温室蔬菜高产典型。近年来,卫生质量越来越成为人们选择消费的第一要素,社会各界强烈呼吁发展无公害食品,园艺产品无公害生产提上了重要议事日程。各级政府、职能部门高度重视,都在加速推进无公害生产,以蔬菜为重点研究制定并组织实施无公害农产品质量标准和生产技术规程的省份已过半数,农产品安全卫生质量问题可望在 3~5 年内基本解决。

六是设施农业科技发展受到国家前所未有的重视,设施农业科技创新面临重大突破。

①“工厂化农业关键技术与示范”被列入国家科技部“十五”国家重点科技攻关项目

力图在工厂化农业关键技术与开发方面实现重点突破和技术跨越,显著缩小我国工厂化农业生产在温室环境控制、专用品种选育、种苗生产、高产栽培技术等方面与世界发达国家的差距,为我国从农业大国向农业强国迈进提供强有力的技术支撑。

②“设施园艺可控环境生产技术”被首次列入国家“863”计划

这是我国“863”高新技术研究中首次将设施农业生产技术纳入,充分表明国家对该技术发展的高度重视。

③首批设施农业行业标准公布实施

自 1984 年我国首次发布《农用塑料棚装配式钢管骨架》国家标准之后,一直没有后续关于温室的标准颁布,2001 年 10 月中国机械工业联合会首次发布了有关温室设施的 6 项机械行