

国家“十五”科技攻关项目资助课题

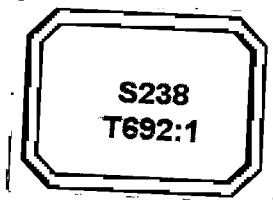


工厂化农业的发展 战略、管理与创新

田志宏 祝华军 魏勤芳等 著



 中国农业出版社



60

国家“十五”科技攻关项目资助课题

工厂化农业的发展： 战略、管理与创新

田志宏 祝华军 魏勤芳等 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工厂化农业的发展: 战略、管理与创新/田志宏等著.
北京: 中国农业出版社, 2004. 8
ISBN 7-109-09177-5

I. 工... II. 田... III. 农业-工业化-研究-中
国 IV. S238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 084879 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 姚 红 闫保荣

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 9.5

字数: 236 千字 印数: 1~2 000 册

定价: 25.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

课 题 组 成 员

课题主持人：田志宏 中国农业大学经济管理学院

贾敬敦 科技部农村社会发展司

其他课题完成人：

郭志伟 科技部农村社会发展司

魏勤芳 科技部农村社会发展司

商五一 科技部农村社会发展司

乔 忠 中国农业大学经济管理学院，子课题主持人

祝华军 同济大学现代农业科学与工程研究院，子课题主持人

韩鲁佳 中国农业大学工学院，子课题主持人

陈宝峰 中国农业大学经济管理学院，子课题主持人

安玉发 中国农业大学经济管理学院，子课题主持人

张娣杰 中国农业大学经济管理学院，子课题主持人

张文立 中国农业大学经济管理学院，子课题主持人

祁力钧 中国农业大学工学院

刘迎春 中国农业大学科技处

赵一夫 中国农业大学经济管理学院

李艾宇 中国农业大学经济管理学院

姚 蕾 中国农业大学经济管理学院

高振江 中国农业大学工学院

王德成 中国农业大学工学院

李 刚 廊坊市农业学校

赵冬梅 中国农业大学经济管理学院

王卫华 中国农业大学经济管理学院

王新菊 中国农业大学经济管理学院

刘玉梅 中国农业大学经济管理学院

前 言

本书是在已经完成的国家“十五”科技攻关课题“我国工厂化农业发展战略与管理创新研究”(2001BA503B11)的基础上形成的。

工厂化农业是先进农业生产力的代表。我国农民在长年累月的生产实践中就发现秸秆和地膜覆盖可以提高产量,后来就有了塑料大棚生产蔬菜,这可以看作是工厂化农业的初级状态;而我国科研人员则密切注视着农民的创新并一直紧跟国外先进的现代化玻璃温室生产技术。正是由于工厂化农业生产创造了较露天生产高得多的生产力,当之无愧地成为先进农业生产力的代表,国家先后在“九五”和“十五”科技攻关计划项目中列入了工厂化农业专项,以推进科教兴农,加速从传统农业向现代农业转变。自1997年实施工厂化农业科技攻关以来,我国工厂化农业取得了一系列的科技成就,并发挥了较高的社会效应,但工厂化农业的经济效益却尚待提高。

本书正是从产业发展的角度系统地考察工厂化农业的发展环境,探寻工厂化农业经济效益的影响因素,分析工厂化农业科技的经济学特征,以求找到提高我国工厂化农业经济效益的对策。而通过对分布在13个省、市、自治区的30家工厂化农业企业的调查和系统分析发现,工厂化农业发展的影响因素已经远远超出了其自身的范畴,如农业标准化、组织化等等。在研究中我们也深感我国工厂化农业发展的环境复杂,需要各方系统协调,共同推进。因此,本书的研究并不仅局限于工厂化农业,而且有所扩展,以求能够站在更高的层次上和更大的系统中审视工厂化农

业，从而提出更富有建设性的政策建议和企业发展策略。

全书共分十章：第一章是对工厂化农业的简介和我国工厂化农业发展的回顾；第二章总结了发达国家工厂化农业的发展经验，并澄清了几个关于工厂化农业的误解；第三章从政府目标和企业目标两个层次分析我国工厂化农业发展需要面对的环境，并剖析了我国工厂化农业经济效益的制约因素；第四章从工厂化农业可供选择的产品市场需求的角度研究产业发展空间，重点研究了蔬菜和花卉的市场需求特性及工厂化农业发挥作用的可能性；第五章从发挥全要素生产率的基本观点出发，提出了我国发展工厂化农业的战略选择；第六章研究科技的要素替代性，并根据我国生产要素资源禀赋，提出我国工厂化农业的科技发展战略；第七章从工厂化农业发展的宏观管理体制出发，研究农业标准化、组织化、技术研发体制在工厂化农业领域的实现方式；第八章则是从企业角度研究工厂化农业如何在市场竞争中获得竞争优势，提高企业经济效益；第九章是对我国工厂化农业发展的社会效益和经济效益的综合评价；第十章是对全书的一个概括性总结。

本书的写作得益于国家科技部资助的专项研究，在研究中得到了许多单位和众多学者的帮助。胡南强教授、陈殿奎研究员、徐小青研究员、马承伟教授、白人朴教授、傅泽田教授、王秀清教授、诸慎友研究员、方宪法研究员、蒋和平研究员、杨其长研究员、高潮研究员、邹志荣教授、毛罕平教授、马海乐教授、陈永志研究员、寇平均博士等专家为本研究提供了许多帮助和支持。中国农业大学经济管理学院、工学院和科技处为课题开展提供了许多基础条件，科技处吴海芹副处长、王甲云副处长、高茹英老师和邹荣娥老师提供了诸多便利，刘迎春副编审对书稿进行了认真的编辑修改，经济管理学院的部分研究生和本科生参加了课题调研；许多农业园区和工厂化农业企业对调研工作提供了便利；本书在写作过程中也参考了相关领域的大量文献资料。在此，对课题研究和本书写作提供了帮助的所有人士表示诚挚的

谢意！

最后，我们诚挚地感谢中国农业出版社农村经济与管理出版中心柯文武主任和姚红、闫保荣二位责任编辑的辛勤工作和宝贵意见。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中的缺点错误在所难免，敬请读者批评指正。

著 者

2004年5月

目 录

第一章 工厂化农业及我国工厂化农业的发展	1
一、发展工厂化农业的背景及意义	1
二、工厂化农业系统概述	8
三、我国工厂化农业发展状况	18
四、当前问题：效益难以提高	24
第二章 工厂化农业发展的国际经验	28
一、国外工厂化农业的典型代表	28
二、我国与荷兰工厂化农业的比较分析	45
三、工厂化农业的发展规律小结	52
第三章 工厂化农业发展的环境分析	67
一、发展工厂化农业的宗旨和目标定位	67
二、我国工厂化农业效益的制约因素分析	77
三、工厂化农业产业 SWOT 分析	83
第四章 工厂化农业产品的供需分析	91
一、蔬菜产业分析	91
二、花卉产业分析	109
三、我国无公害蔬菜的市场需求	118
四、我国工厂化农业产品的发展空间	126

第五章 工厂化农业总体战略模式选择	127
一、投入与产出的战略组合	127
二、战略方针	130
三、战略重点	134
四、战略举措	136
五、种植结构	144
六、战略布局	148
七、战略步骤	151
第六章 工厂化农业科技发展战略	154
一、工厂化农业技术的要素替代特性	155
二、工厂化农业技术发展的国际比较	160
三、我国工厂化农业技术发展的方向	163
四、科技创新模式	179
五、科技创新主体与支持方式	182
六、分阶段目标	186
第七章 宏观经营战略与经营管理机制	189
一、宏观经营战略	189
二、理顺工厂化农业的管理体制	191
三、工厂化农业经济实体的组织化	194
四、工厂化农业生产经营的标准化	205
五、调整优化工厂化农业产业链	211
六、建立工厂化技术研发创新机制	218
第八章 工厂化农业企业经营管理创新	229
一、工厂化农业企业经济效益构成分析	230
二、我国工厂化农业企业经营效果的实证分析	234

三、生产：效益创造过程	238
四、营销：效益实现过程	243
五、企业组织运行管理创新	262
第九章 工厂化农业企业综合效益的评价	275
一、建立评价指标体系的目的和原则	275
二、评价指标体系的构建	277
三、指标权重排序	279
四、评价指标体系的应用	281
第十章 工厂化农业发展的结论及建议	284
一、主要结论	284
二、近期工作建议	288
附录	290

第一章

工厂化农业及我国工厂化农业的发展

一、发展工厂化农业的背景及意义

(一) 工厂化农业

工厂化农业一词来源于英文 Protected Agriculture, 该英文最初被译为“保护地农业”, 之后被译为“设施农业”, 从“九五”工厂化高效农业示范工程时期开始称为“工厂化农业”, 它是指在相对可控环境条件下采用工业化生产, 实现集约高效和追求合理投入与最佳产出的现代化农业生产方式^①。目前具体的表现形式是在温室、大棚等可控设施环境内种植蔬菜花卉等园艺产品。学术界和企业界对工厂化农业的含义也存在一些不同的描述, 但一个共同的认识是, 环境(至少是温度)可控和规范管理。在这个共识的基础上还有广义工厂化农业和狭义工厂化农业之分。广义的工厂化农业泛指通过各种温室、大棚、中小棚、地膜覆盖等设施及技术生产农业产品; 狭义的工厂化农业则是指实现了标准化生产的高档次设施农业生产, 主要是温室和大棚。本书中所指的工厂化农业以狭义为主, 兼顾广义。

从技术角度看, 工厂化农业是生物——环境——工程的有机

^① 科技部农社司主编. 工厂化高效农业示范工程项目执行报告. <http://www.cnsp.org.cn>

整体，需要建造科学合理的设施形成符合作物生长发育的环境，实现高效优质的生产目标又必须有优良的品种和配套的栽培技术，核心是品种的生长发育。从经济学角度看，国外工厂化农业的本质就是通过资金和技术密集提高土地和劳动力的边际生产效率，使产品在可控环境下稳定地生长并达到预定标准。

（二）背景及意义

1996年，江泽民同志在深刻分析了世界农业科技进步和我国农业发展的实际后提出，要进行一次新的农业科技革命。从根本上讲就是要提高农业的质量和效益，推进农业现代化，要靠科技进步和科技创新，通过推进新的农业科技革命，实现我国农业科学技术发展的飞跃，并由此带动我国农业生产水平的大幅度提高。在从传统农业向现代农业的转变过程中，工厂化农业能够发挥并正在发挥着科技创新对农业发展的重要作用。工厂化农业是世界现代农业发展的重要标志，它是工业化改造传统产业的具体表现，是农业科技创新的主要途径，是现代先进工业技术成果和农业高新技术成果产业化的生长点，是资源高效利用、技术和知识密集、工业化程度较高的现代农业的新兴产业领域，是实现农业快速、持续发展的重要途径。

从国际上看，我国2001年加入WTO，执行加入WTO的承诺使我国农业的市场竞争已经从国内竞争转向国内、国际双重竞争，并向国内农产品市场国际化和国内竞争国际化方向发展。而在目前我国农业资源禀赋条件下，土地密集型的小麦、玉米、大豆等产品明显缺乏比较优势，不具备参与国际竞争的基本条件；劳动密集型的园艺产品和养殖畜牧产品等具有参与国际竞争的潜在优势。但要把潜在优势转化为市场竞争优势还需要做出艰苦的努力（包括农产品品质、卫生和技术标准、营销战略、企业经营管理等），以技术密集为特征的工厂化农业将在其中发挥“科学技术是第一生产力”的作用，使劳动密集型的园艺产品和养殖畜牧产品的潜在优势转变成现实的竞争优势。

在国内,我国农业和农村经济发展正面临一个历史性的转折时期,农业问题的主要矛盾已由数量不足转变为农业结构不合理、整体效益低和农民收入增长缓慢。大力推进农业结构战略性调整、增加农民收入、提高农产品国际竞争力已成为新阶段农业和农村经济工作的中心任务。工厂化农业的发展对于农业结构调整、农民增收也将产生重大的影响。

资源与环境是农业可持续发展的基础,工厂化农业是农业发展摆脱资源短缺和不良自然环境条件限制的重要途径。我国人口众多,资源匮乏,自然环境脆弱,地区发展不平衡。我国人均耕地面积、水资源分别为世界平均水平的 $1/3$ 和 $1/4$,且分布极不平均并呈进一步减少趋势。面对我国农业生产科技含量低、资源利用率低、投入产出比低、劳动生产率低的局面,以及人口众多、资源短缺、环境脆弱、农业基础设施薄弱、抵御自然不良影响能力不强的现实,面对 21 世纪的严峻挑战和严酷竞争,着眼于国家战略安全,深入开展工厂化农业关键技术与示范,进行技术超前贮备,走资源节约、技术集约、以技术替代资源道路,引导我国农业从传统的分散、粗放、低效的资源高消耗型增长方式,向现代、集约、高效的生产经营方式转变,对于我国农业走出传统模式实现跨越发展将率先起到积极带动作用。

为克服面临的矛盾和压力,抓住机遇,实现集约高效的农业生产经营方式,原国家科委根据组织实施重大科技产业工程的要求和农业生产当前的矛盾和发展趋势,“九五”期间提出了实施工厂化高效农业示范工程这一具有开创性意义的推进农业现代化进程的重大课题。研究和实践结果表明,工厂化农业广泛应用生物技术、环境技术、工程技术和信息技术等高新技术,对带动农业生产方式和农民生活方式的进步具有革命性作用,工厂化高效农业能够大幅度提高土地资源和水资源的利用率,提高劳动生产率;周年为社会提供优质、无公害产品生产,是最具现代农业特征产业之一。因此,“十五”期间进一步深入研究这一重大命

题具有重要意义。

(三) 相关概念辨析

1. 设施农业。设施农业是通过采用现代农业工程和机械技术，改变自然环境，为动植物生产提供相对可控制甚至最适宜的温度、湿度、光照、水和肥等环境条件，在一定程度上摆脱对自然环境的依赖而进行有效生产的农业，它具有高投入、高技术含量、高品质、高产量和高效益等特点，是最有活力的农业新产业。设施农业是涵盖建筑、材料、机械、自动控制、品种、栽培技术和管理等学科的系统工程，其发达程度是农业现代化水平的重要标志之一。广义设施农业包括设施栽培和设施饲养，狭义设施农业一般是指设施栽培，二者的区别在于设施农业的主体不同，如设施栽培的主体就是种植业的各作物。通常所谈的设施农业主要是指设施栽培。设施栽培可充分发挥作物的增产潜力，增加产量，改善品质，并能使作物反季节生长，在有限的空间中生产出高品质的作物。设施农业包含塑料大棚、温室和工厂化栽培3种不同的技术层次。目前发展和应用较多的主要有塑料大棚、温室大棚和连栋温室，也有少量采用先进工程技术的智能型温室和大型温室。前者反映现阶段设施农业的技术水平，而智能型温室则更接近“工厂化农业”，代表设施农业的发展方向，是目前设施农业的最高技术层次。设施农业利用人工建造的设施，为种植业、养殖业及其产品的贮藏保鲜等提供良好的环境条件，以期将农业生物的遗传潜力变为现实的巨大生产力，获得速生、高产、优质、高效的农畜产品。近年来，发达国家设施农业已向工厂化农业过渡。如荷兰的计算机自控连栋大型温室，以色列的半自动连栋塑料大棚，以及法国、日本等国家的封闭式循环流水鱼类养殖车间等都是工厂化农业的典型。设施农业的关键作用是能解决农业生产若干必须的气候条件，包括光、温、水、热、气等在匹配上的不理想。先进的生产工艺与技术是通过一定的生产设施作为载体来体现的，现代化设施可调节光、热、水、气、矿质



营养五大生活要素，能把外界环境的不良影响减少到最低限度，同时还可以对内环境加以补充，如加温，增加 CO_2 浓度等，一反常规生产方式，在一定程度上克服了传统农业难以解决的限制因素，使得资源要素配置合理，加强了资源的集约高效利用，从而大幅度提高了系统生产力，形成高效益生产。它使单位面积的生产能力成倍乃至数十倍的增长。应该说，设施农业在我国古已有之。为解决环境低温和作物喜暖矛盾，民间曾广泛应用有机废弃物等酿热材料，冬春季节生产韭黄及时鲜蔬菜；利用风障、阳畦、酿热温床，提前培育瓜菜苗，促使蔬菜尽早定植大田生产，提前应市等，可谓在欠缺现代设施农业材料与手段条件下的简易设施农业，谓之保护地栽培。近年来，随着工业进步，设施农业在我国飞速发展，从简单的地膜覆盖栽培到具有现代化自动控制光温设备的大型工厂化设施，都取得了不少成功的经验。我国的设施农业打破了传统农业的时季、地域之“自然限制”，创造了速生、优质、高产、均衡、低耗的现代化农业，对农村脱贫致富，丰富城乡居民“菜篮子”和提高人民生活水平都起到了重要作用。实践证明，设施农业已成为当今社会农业高度集约化经营的发展方向，必将成为耕地资源短缺的我国及水、热条件不足的北方地区农业发展的必然，并将成为今后我国农业现代化中发展最快的产业之一。

2. 工厂化农业。“工厂化农业”概念是 1994 年原国家科委启动“工厂化高效农业”重大科技产业工程立项工作时首次提出的，在此之前通常称为设施农业。世界设施农业大体上经历了保护地栽培（阳畦、小棚、中棚）、塑料大棚、普通温室、现代温室、植物工厂等发展阶段，从低水平到高科技含量，最初期的农业设施只是为了实施春提早和秋延后栽培，还远谈不到“工厂化”。现代的植物工厂能在完全密闭、智能化控制条件下实现按设计工艺流程全天候生产，真正实现生产工业化。由于现阶段的农业设施以温室为主要类型，美国等国家提出了“温室产业

(greenhouse industry)”概念；而我国随着“工厂化高效农业”项目的实施，“工厂化农业”概念在我国被广泛接受，但目前学术界和产业界还没有一个统一的权威的定义。

从已有的研究结果来看，工厂化农业的概念是从保护地、设施农业等概念演变而来的，在这个意义上其实质性内容已经有了很长的发展过程。工厂化农业主要适合资源短缺型国家，其经验管理往往采用农业企业方式运作。就具体内容而言，目前已经初步达成一些共识，如生产环境可控，至少是温度可控；整个生产过程规范管理，实现技术标准化，荷兰、以色列等国已经达到了这一点。因此，工厂化农业意味着利用现代工业技术装备农业，在可控环境条件下，采用工业化生产方式，实现集成高效及可持续发展的现代农业生产与管理体系。工厂化农业代表了农业现代化发展进程中一种先进的生产方式。

与此同时，工厂化农业是一个复杂的系统工程。一方面，它要在多变的自然条件下，为动植物的生命活动创造一个优化的生长、发育、储存环境，需要兼顾高生产率、高产出、高品质、低成本、弱季节性、环境友好等生产目标；另一方面，工厂化农业要直接联结以农产品消费需求特征为主的消费市场，面对来自国际国内市场不断增长的市场竞争压力。因此，工厂化农业基于其独特的经营管理模式，能够从生产过程和市场需求两方面激励科技创新、管理创新的需求，是吸收现代农业生物技术、工程科技成果和管理技术的具有活力的农业产业领域。

3. 植物工厂。植物工厂是现代工厂化农业的最高水平，通常被描述为“在完全密闭、智能化控制条件下实现按设计工艺流程全天候生产或周年均衡生产，工厂内的作业就是操作计算机”。工厂内所有环境因子参数由计算机采集和分析处理程序化自动控制，所有生产管理过程由计算机操作。建立在美国亚利桑那州图森市郊的“生物圈2号”，是一个建筑面积为1.2公顷的特殊建筑物，里面模拟地球上的海洋、热带雨林、热带草原地带、沙漠

地带、灌木丛地带、温带草原和作物集约耕作区，生物圈内的食物生产比外界上高 16 倍。日本在 20 世纪 80 年代后期开始建造植物工厂，目前有试验示范用的蔬菜、花卉工厂 10 多座，一般面积为 1 000 平方米左右，计算机可按需要将一盘番茄（10~15 株）调运到特制操作间进行管理后调回原处，室内无菌化。在美国、英国、奥地利、丹麦都建有高度自动的蔬菜工厂、花卉工厂、果树工厂。

4. 高技术农业。指以生物技术、电子信息技术和新材料为支柱，以现代高新技术为核心技术的农业形式。高新技术使现代农业发生了深刻的变化：第一，科学技术研究转向以生物技术、信息技术为主的发展。目前生物技术、计算机和信息技术已渗透到农业种植资源、动植物育种、作物栽培、畜禽饲养、土壤肥料、植物保护等各个研究领域，极大地拓展了农业科学研究和农业生产领域，提高了农业生产的可控程度。第二，农业机械化和自动化转向采用高科技武装农业机械，使高技术密集型的农用机械进入生产领域，如在联合收割机、播种机、施肥机等农用机械上安装全球卫星定位系统，采用农用智能机器人收获农产品，使用农用飞机进行施肥、施药等。第三，农业化学化转向使用农业生物制品，借助生物技术、计算机信息技术，在保护农业生态环境的原则下，减少化肥、农药、除草剂等化工制品使用量，大力发展生物性肥料、生物性农兽药、生物性生长调节剂等生物制品，以不断扩大对化学肥料、农药等化工制品的替代，并采用 3S 技术进行精确施肥、施药。第四，作物和畜禽品种向更优质、高产、高抗逆性、广泛适应性方向发展。以基因工程为核心的生物技术，突破了动物、植物、微生物之间的物种界限，改变了常规育种技术只能利用有限种内杂交的作法，大大地拓宽了生物界种质优势利用的范围，导致大批转基因动植物新品种诞生。第五，农田水利化，注重利用新型材料和节水设备，加强对输水灌溉工程、灌溉技术和设备进行改造，在大力发展渠道防渗、低压