



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 设施园艺学

第二版

李式军 郭世荣 主编



 中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 设施园艺学

第二版

李式军 郭世荣 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

设施园艺学/李式军, 郭世荣主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2011. 1  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国高等农林院校“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-109-15208-3

I. ①设… II. ①李…②郭… III. ①园艺—保护地栽培—高等学校—教材 IV. ①S62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 229391 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 100125)

策划编辑 戴碧霞

文字编辑 田彬彬

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 10 月第 1 版 2011 年 3 月第 2 版

2012 年 1 月第 2 版北京第 2 次印刷

---

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 28

字数: 669 千字

定价: 40.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本教材的主要内容有设施园艺作物的生理生态特性, 园艺栽培设施的类型、结构与装备, 覆盖材料的种类和性能, 设施的环境特性及其调控技术, 设施环境控制自动化原理与技术, 设施育苗技术, 蔬菜、花卉、果树的设施栽培, 无土栽培与设施园艺新领域, 社会福利型设施园艺科学技术, 设施作物的连作障碍与病虫害防治。全书系统介绍了北方以日光温室为主体、南方以开放型温室和夏季设施园艺为主体的、以高效节能为核心的中国设施园艺科学技术体系, 还介绍了新兴的绿色环保型设施园艺、植物工厂、太空农业以及社会福利型设施园艺等高科技设施园艺新技术。内容充分体现现代园艺学、环境工程学、农业经济学和信息技术科学等多学科交叉渗透的边缘学科特征, 理论联系实际, 既可作为高等院校园艺与农学类专业本科教材, 又可作为广大设施园艺生产、科研、推广工作者的参考用书。

# 目 录

第二版前言

第一版前言

绪论 .....	1
第一节 设施园艺及其在农业中的地位 .....	2
一、设施园艺 .....	2
二、设施园艺业及其在农业中的地位 .....	2
三、设施园艺学 .....	4
第二节 设施园艺的历史、现状与将来 .....	5
一、我国设施园艺的发展历史与现状 .....	5
二、国外设施园艺的发展简史与现状 .....	8
三、我国设施园艺的发展前景 .....	10
第三节 设施园艺的经营特点 .....	12
一、我国设施园艺业的经营状况 .....	12
二、我国设施园艺业的经营特点 .....	13
复习思考题 .....	15
第一章 设施园艺作物的生理生态特性 .....	16
第一节 设施环境与设施作物的生理代谢 .....	16
一、呼吸作用 .....	16
二、光合作用 .....	17
三、蒸腾作用 .....	20
四、生长与发育 .....	22
第二节 设施栽培环境与作物生长发育 .....	29
一、温度环境 .....	29
二、光环境 .....	31
三、二氧化碳 .....	33
四、水分 .....	33
复习思考题 .....	34
第二章 园艺栽培设施的类型、结构与装备 .....	35
第一节 简易保护设施 .....	35
一、风障畦 .....	35
二、阳畦 .....	36
三、温床 .....	37

# 绪 论

我国幅员辽阔，气象及土壤资源复杂多样，世界上绝大部分农作物都能找到其适宜生长的地点，在风调雨顺年份，可充分利用南北不同气候带和平原高山等丰富的气象资源，获得良好的收成；但每年也总有一些地方遭灾减收，甚至绝收。例如，北方地区冬春季的严寒冰冻；南方地区夏季的高温强光、台风暴雨，春夏季的连阴雨及冬季的低温、寡照、冷害等气象灾害；还有广袤的沙漠、海涂、礁岛等不毛之地，均不适宜于农业生产。如何防止或减轻异常气象灾害等不利环境的危害，保证我国农产品持续稳定的生产与供应，是一个极具挑战性的课题。

纵观人类农业发展史，从约一万年前的原始农业开始，经漫长的传统农业时代，直到百余年来的现代农业，一直都贯穿着人类不断地摆脱自然束缚、改造江河水土、实现农业减灾保收的过程，其成果是满足了全球从公元元年的大约 2.5 亿人口，增长到 21 世纪的 60 多亿庞大人口的食物需求，并推动了人类社会的文明进步。但迄今的农业生产基本上都是在自然气候条件下针对露地土壤耕作的环境改造，而对于大气气候环境的变动与气象灾害的侵袭，基本上仍处于一种无能为力的状态，只能进行顺应自然、适时适作、被动式的“靠天吃饭”的农业。随着新世纪社会、经济与科技的发展和我国人民生活水平的不断提高，人们不仅要求吃得饱，还要求吃得好、吃得安全健康，生态休闲健身养生等社会福利公益型农业也日益发展。一种利用在人工创造的具有保护功能与环境调控功能的设施结构 (structure) 的空间内，从事种植、养殖与加工业的设施农业 (protected culture, culture under cover) 应运而生。设施农业是一种能消除或减轻传统农业生产中常遇到的灾害性气候与不利环境因素的胁迫，转而为主观式的控制环境、为作物提供优化的生育环境的农业，又称可控环境农业或环境调控农业 (controlled environment agriculture)，简称可控农业或受控农业。设施农业中最早出现的乃是园艺作物，这种种植方式又称为设施园艺 (protected horticulture, horticulture under structure)，并由它推动了设施农业的形成和发展。有学者将设施农业领域中既能保护作物不受外界气象灾害侵袭危害，又能根据作物生长发育的需求进行计算机全自动环境控制，为作物创造优化的地上部与地下部生长环境的现代温室等大型设施系统，称为可控环境作物生产系统 (controlled environment plant production system, CEPPS)。由于其不仅能控制环境满足动植物最佳的生长条件，还能为生产者提供安全、舒适的劳动场所，从而实现按人类的需求获得安全、优质、稳产、高产与高效益的农产品，最终为解决人类食物安全保障提供全新的选择途径，其中能全天候全自动环境控制的设施，将使人类在月球等太空基地上种植作物，即太空农业 (space agriculture) 成为可能。

## 第一节 设施园艺及其在农业中的地位

### 一、设施园艺

设施园艺是指在露地不适于园艺作物生育的季节或地区,利用特定的保护设施与配套设施,人为地创造适于作物生育的环境空间,有计划地进行蔬菜、花卉、水果等园艺产品的安全、优质、稳产、高产生产的一种综合农业技术体系。这种体系通常称为设施栽培,亦称保护地栽培(protected cultivation),这是与露地栽培(open field culture)相对应的一种生产方式。依据设施结构及其装备的精密程度与环境调控性能的不同,世界各地人民依各自的自然地理条件 and 经济科技发展水平,创造出相应的从低级到高级、从简易到复杂的多种多样的保护设施。我国广大劳动人民在长期的农业实践中,通过不断摸索创新与引进消化国外先进的设施,形成我国特有的以节能简易、高效实用为主体的用于园艺生产的一系列保护设施,它们包括风障畦(windbreak bed)、阳畦(或称冷床,cold bed)、温床(hot-bed, frame)、地膜覆盖(mulch)、浮面覆盖(floating mulch)、小拱棚覆盖(low tunnel)、遮阳网(shading screen)、避雨棚(rain shelter)、防虫网(insect screen)等简易型保护设施,以及塑料大棚(又称塑料温室,plastic greenhouse)、日光温室(solar greenhouse)和玻璃温室(glass house、greenhouse)等大型保护设施,能全天候以人工智能软件自动化控制环境的植物工厂(plant factory)以及无土栽培(soiless culture)、工厂化穴盘育苗(plug transplant)等。可见从只有一张塑料薄膜为屋面的避雨棚到装备有全天候计算机全自动环境控制的植物工厂,存在多种级别的保护设施。不过在欧美等发达国家和地区,设施园艺即为现代温室的同义语,并不包括人不能站立其内自如操作的露地简易覆盖设施。

新世纪的设施园艺已不再是传统的以冬季保温、加温、防寒为主的温室园艺,而已发展到夏季的遮阳防暑降温、避雨降湿、防风、防震、防虫、休闲保健、环境保护等多元化的功能。设施园艺技术也已远远超越了园艺学的范围,它已全面渗入农业、林业、沙漠绿化、城市绿化、家庭园艺、工厂化农业和太空农业等生产系统领域;同时,也在增进人类社会福利事业,休闲观光、园艺疗法、都市环境健康园艺、文化与农业科技教育、保护生态环境,使人们在绿色的环境中得到情绪的恢复、精神的愉悦、性情的陶冶和增进身心的健康等,旨在重点提升全民生活的安全健康幸福感,它在人类精神文明建设中越来越受到重视。设施园艺被认为是21世纪现代农业最先进的生产力与生产方式之一,发展前景极其广阔。

### 二、设施园艺业及其在农业中的地位

**1. 设施园艺业将成为新世纪我国农业中最具活力的新兴产业而持续发展** 我国设施园艺业的快速发展起始于20世纪70年代末80年代初,由于当时以蔬菜为主的设施栽培从根本上有效地缓解了我国存在的蔬菜长期短缺和冬夏两大淡季缺菜的难题,从此,设施栽培从北方到南方,从冬季到夏季,从蔬菜到花卉、水果得到了蓬勃发展。由于其较露地可以大幅延长生产季节、缩短生长周期、提高产量和品质,并易于实行无(少)污染的环保型可持续农业技术,从而得到了快速发展,现已成为我国园艺业乃至整个农业的一个新兴的支柱产业

业，有力地推动了我国设施园艺科学技术的发展与创新。

由于设施栽培能实现抗灾保收、高产、优质与产期调节，从而获得经济效益的最大化，为自然资源紧缺、人口多、耕地少以及灾害性气候频繁的中国农业提供了一条解决食品安全保障和提高人民生活与健康水平的最有效途径。设施作物的地上部与根际环境由于人工调控得以优化，从而可调节作物的栽培时期、缩短栽培天数、提高复种指数，进而获得高产优质的产品；同时，由于能遮挡雨水、控制棚室内外的气体交换，能人工实施根系与已产生连作障碍的设施土壤之间的隔离，从而有可能减少农药、化肥和人工激素等农用化合物的使用量，减少这些化合物移动流失到设施外而污染环境；还由于设施内便于利用天敌昆虫防治病虫害、授粉昆虫促进授粉，也能减少上述各种化合物的使用量，亦即减少以石油化工产品为原料的化学合成物质的投入量与使用量；还便于实行节水灌溉，通过研发高科技多功能保温覆盖材料和优化设施结构的设计与建造，能有效地使设施环控的能耗减少到最低限度，使得露地无法生产的季节或地域，源源不断地生产出新鲜、优质、高产的园艺产品。可见，设施园艺是资源与能源节约型、环保型的可持续农业的重要形式，它将作为新世纪我国最具活力的集约型可持续农业的支柱产业而持续发展。

**2. 设施园艺业缓解了人们对新鲜蔬菜、水果和花卉需求的经常性与生产季节性的矛盾，提高了人民的生活与健康水平** 新中国成立以来，在党和政府的正确领导下，经过人民群众艰苦卓绝的奋斗，我国正在转入全面建设小康社会，并向中等发达国家的目标迈进。随着国民收入的不断提高，对蔬菜、水果和花卉的需求已从数量型转向了质量型，即要求能周年生产与供应安全、优质、多品种而富有营养的新鲜产品。但一般园艺作物大多不耐低温和高温而喜温暖的气候，在我国东北、内蒙古、新疆和青藏高原等地区全年无霜期仅 150~200d，最北部的海拉尔、漠河等地还不到 100d，光热资源先天不足，在 20 世纪 70 年代以前，人们每天必不可少的新鲜蔬菜长期处于严重短缺状态，群众中时有夜盲症等维生素缺乏症的发生。20 世纪 80 年代辽宁菜农与科技工作者率先在当地研发出塑料薄膜单坡面节能日光温室，实现了在 -20℃ 的高寒地区冬季基本上不加温生产出黄瓜等喜温果菜，并迅速地在北纬 33° 以北的大半个中国推广普及，从而扭转了我国北方地区数千年来冬季蔬菜长期短缺的局面；而我国南方暖地，夏季的强光高温、台风暴雨和病虫害多发等灾害性气候与不利环境，造成长期的夏淡季缺菜，同样由于采用遮阳网、避雨棚、防虫网和开放型的大棚、温室等设施栽培，有效地缓解了夏秋高温淡季蔬菜的供应。以设施蔬菜为主体的中国设施园艺业在克服我国的冬、夏两大淡季缺菜，扭转历史上蔬菜供需长期短缺，实现自给有余并成为世界蔬菜第一出口大国中发挥了关键性作用。此外，多种水果、花卉，如草莓、葡萄、樱桃以及兰花、菊花、百合、杜鹃、月季、香石竹等，也都因发展了温室、大棚、避雨棚等设施栽培，实现了反季节栽培而调节了产期，满足了人们日益增长的物质、精神与生态文明的需求，有效地提高了人民的生活与健康水平。

**3. 设施园艺业是一种高投入、高产、高效集约型现代农业** 由于设施栽培能为作物提供优化的生长环境，从而较露地栽培大幅度提高产量、改进品质、延长生产季节，获得更高的经济效益。据我国江淮地区的调查，蔬菜设施栽培的比较经济效益高于露地栽培的 3~4 倍，较大田作物高出 8~10 倍。荷兰的现代温室，番茄产量高达 80kg/(m<sup>2</sup>·年)、黄瓜高达 100kg/(m<sup>2</sup>·年)，日本植物工厂的生菜则高达 150kg/(m<sup>2</sup>·年)，产量都比露地高出数十倍；同时，优化的作物生长条件隔离了病虫害的侵袭，各种因气候、



土壤逆境胁迫而出现的生育障害与病虫害都显著减少,易于生产出安全优质的产品,再加上能反季节上市供应,所以投入的成本虽然较高,但由于上述高产、优质、产期调节三大特点以及优质品种的选择,高投入也能获得高效益。设施园艺已成为各地活跃农村经济与农业结构调整中的优选目标,并成为许多省市农业中的支柱产业和农民致富的主要途径,有力地推动了地方农业的现代化,同时也有力地推动了我国设施园艺科学技术的发展与创新。所以,设施园艺是一种科技、资金、劳力密集投入而又能获得高产和高经济效益的产业,已成为我国人多地少、经济发达地区高效集约型现代农业的发展方向。

**4. 设施园艺业为我国广袤的非可耕地国土资源利用和节水农业的发展开辟了一条新途径** 一方面,我国人多地少,人均耕地面积仅  $0.1\text{hm}^2$ ,淡水仅  $230\text{m}^3$ ,为世界人均水平的  $1/4$ ,随着人口的增长、工业化城市化的加速,可耕地迅速减少,发展设施农业提高单位土地面积产出率是必然的选择;另一方面,我国有着广阔的沙漠、荒岛、海涂等非可耕地,还有城市工厂、建筑物屋顶阳台与四周隙地,都可利用设施园艺与无土栽培及微滴灌技术进行绿化和生产园艺产品。我国地处沙漠和雪线以上高原极地的新疆克拉玛依、甘肃酒泉市和玉门油田一带大戈壁滩和西藏拉萨,都依靠发展日光温室或非可耕地无土栽培进行规模化新鲜瓜果蔬菜生产,满足了当地城市工矿人民的需求;中东的以色列等国,在严酷的沙漠地带发展设施园艺和节水滴灌,使沙漠变绿洲,从农产品进口国变为出口国。东京、上海等国际化大城市,密集建筑物与空调配置形成了“热岛效应”,这些地区的屋顶阳台、四周隙地和道路的绿化也可实行设施园艺与无土栽培技术。

**5. 设施园艺技术推动了现代农业相关产业与科技的发展** 设施园艺技术已融入农林牧渔业,例如农作物和林木的育苗、畜产水产人工饲养设施与环控技术;设施栽培已扩及药材、菇类等多种经济作物的生产;还为室内外环境绿化、休闲保健、植物工厂和宇宙农业等广阔领域提供技术支撑;还可用于环境与植物间相互作用的研究。同时,设施园艺的高速持续发展也带动了国内一批相关二、三产业的发展,如温室制造业、覆盖材料、信息软件技术、仪器设备、包装、加工保鲜资材、种苗产业和休闲观光农业等的发展,为解决农村富余劳动力的就业、推动国民经济建设与农业现代化发展等方面做出贡献。

此外,设施栽培的许多蔬菜、观赏植物、中药材等还成为外向型农业的精品,在国际农产品贸易中也占有重要地位。

### 三、设施园艺学

随着我国设施园艺产业的迅速发展,作为园艺学重要分支的设施园艺学也得到了空前的发展。21世纪的设施园艺科学,将成为一门集现代园艺科学、环境工程科学、信息技术科学和现代农业经济科学等为一体的多学科交叉的边缘学科领域。本书以研究设施园艺作物的生理特性及其对生态环境条件的要求和设施内的环境特性为基础,研究设施结构与设备性能的优化和对设施栽培作物进行特有的栽培管理,包括作物栽培管理与环境调控管理,以实现设施园艺作物的安全优质、高产高效生产和可持续发展。它要求从事该领域的科技管理人才必须具有宽厚坚实的上述诸学科的基础知识和基本技能,把自己培养成为德、智、体、能全面发展的高级专业技术人才。

## 第二节 设施园艺的历史、现状与将来

### 一、我国设施园艺的发展历史与现状

我国是世界上应用设施栽培技术历史最悠久的国家之一，已有两千余年的发展历史。最早的文字记载见于《汉书补遗》中：“大官园种冬生葱韭菜茹，覆以屋庑，昼夜燃蕴火，得温气乃生……”；到了唐朝，我国的设施栽培又有了进一步的发展，大历十年（775）王健在描述宫廷琐事的《宫词》中写道：“酒幔高楼一百家，宫前杨柳寺前花，内园分得温汤水，二月中旬已进瓜。”说明1200多年前，西安都城已用天然温泉水在早春季节种植瓜类蔬菜；至明嘉靖年间（1522—1566），王世懋在其所著《学圃杂疏》中记载：“王瓜出燕京者最佳，其地人种之火室中，逼生花叶，二月初即结小实，中宦取之上供。”说明明朝北京的温室暖窖栽培已具相当的水平；经过明、清、民国近400年间，以西安、北京等古都为中心的劳动人民，在创造我国特有的单斜面暖窖土温室黄瓜等蔬菜的冬春茬栽培方面积累了丰富的实践经验，但限于当时的社会条件和科学技术水平，设施栽培发展极其缓慢，且其产品始终为极少数封建官僚统治阶级所享用。直到新中国成立之后，随着社会生产力的迅速发展和人民生活水平的不断提高，设施园艺才得到了迅速发展，迄今先后经历了几个具明显特色的发展阶段。

#### （一）总结推广传统保护地栽培技术阶段

新中国成立初期，政府组织广大农业科技人员对北京、济南、沈阳等地农家传统的简易覆盖、阳畦（冷床）和土温室的结构、性能和栽培技术进行科学的总结、提高、改良与推广，形成了以风障、阳畦、北京改良式温室等为主体的保护地蔬菜栽培体系，对改善北方冬春蔬菜等副食品供应起到了一定的补充作用。

#### （二）塑料大棚和地膜覆盖推广普及阶段

1. 中小拱棚和塑料大棚 自20世纪50年代中期开始，从日本引进塑料薄膜，建造塑料小拱棚和中棚用作蔬菜早熟栽培和育苗，至60年代中期，随着国产塑料工业的建立与发展，生产出了聚氯乙烯（PVC）薄膜，迅速替代玻璃而成为各种设施的主要覆盖材料。1965年吉林省长春市英俊乡首先创建了我国第一座竹木骨架的塑料薄膜大棚，占地667m<sup>2</sup>，生产早春黄瓜比普通露地栽培提早1个多月采收，经济效益显著，此后中小拱棚和塑料大棚迅速在全国各地普及推广。在推广过程中，由中国农业工程研究设计院在“六五”期间（1981—1985）作为农业部组织的科技攻关内容，研制成装配式热镀锌钢管塑料大棚系列产品，并制定相应国家标准，为塑料大棚在全国大面积推广奠定了基础。据农业部统计，1981年全国塑料大棚面积仅为0.13万hm<sup>2</sup>，至1990年即发展到3.03万hm<sup>2</sup>，至2005年已超过114万hm<sup>2</sup>，近年来正向着适度高大化、规模化方向发展。而塑料小棚面积，由1981年的0.49万hm<sup>2</sup>迅速发展至1990年的9.82万hm<sup>2</sup>，约占总设施面积的2/3，至2000年、2008年分别增至68hm<sup>2</sup>、128hm<sup>2</sup>，但比例已下降至设施总面积的30%以下。

2. 地膜覆盖 1979年日本石本正一先生率先将该国的塑料薄膜地面覆盖技术（简称地膜覆盖）及农膜工业化装备引荐到我国，由于地膜覆盖可使作物早种早收，又能保水、保肥，防除病虫、杂草，抵御低温、干旱、盐碱等胁迫，使覆盖作物增产增收，且简易、实用、经济，效益十分显著。因此，农业部组织14个省市试验示范，取得成功，于1982年开

始迅速推广应用,至1989年全国地膜覆盖面积达到26.7万 $\text{hm}^2$ ,1996年突破701万 $\text{hm}^2$ ,并从蔬菜发展到棉花、糖料、花生、玉米等大田作物,据统计1984—1994年10年间,全国累计推广2553万 $\text{hm}^2$ ,新增产值约576亿元,纯收益约488亿元,为我国农村经济的发展、帮助农民脱贫致富奔小康做出了重要贡献,其推广发展速度、规模和社会经济效益举世瞩目。

### (三) 日光温室和遮阳网、防虫网、避雨栽培普及推广阶段

虽然塑料大棚和地膜覆盖栽培大发展后,北方和南方亚热带地区晚秋和早春淡季缺菜期间新鲜蔬菜供不应求的状况有所缓解,但还不能根本解决北方冬季和南方夏季鲜菜严重短缺的局面。20世纪80年代,我国北方的日光温室和南方的夏季设施园艺技术的研发推广应运而生。

**1. 日光温室** 20世纪80年代中期,辽宁省大连市瓦房店和鞍山市海城等地的菜农及科技工作者经过长期探索,对传统日光温室进行技术改造,研发出高效节能型的拱圆式塑料日光温室及其配套栽培技术,在北纬 $40^{\circ}\sim 41^{\circ}$ 高纬度地区,在露地气温 $-20^{\circ}\text{C}$ 以下条件下进行冬春茬黄瓜不加温栽培,实现了1月份上市,4月初结束,每667 $\text{m}^2$ 产量超5000kg,产值超1万元,为解决我国北方地区冬季鲜菜供应开辟了一条新途径。随后农业部大力组织科研部门对其结构、性能进行优化、改进,主要在我国北纬 $33^{\circ}\sim 43^{\circ}$ 广大北方地区进行推广普及,其面积从1981年的不足0.1万 $\text{hm}^2$ 猛增到1990年的2.67万 $\text{hm}^2$ ,2000年又增至37.8万 $\text{hm}^2$ ,2008年达到了约73万 $\text{hm}^2$ ,从而使我国北方地区数千年来存在的冬春蔬菜长期短缺的问题得到了根本性的缓解。

据全国农业技术推广服务中心张真和研究员的分析,与传统加温温室相比,节能日光温室平均每年每公顷节省标准煤375t,以2007年全国60.8万 $\text{hm}^2$ 日光温室估算,全年可节省煤耗2.3亿t。又据中国农业大学陈青云教授估测,2008年我国日光温室约70万 $\text{hm}^2$ ,每年节能约5亿t煤炭,每年减排二氧化碳3亿t以上,在温室节能技术方面引起了国际同行的高度关注与重视。

**2. 夏季设施园艺** 在南方地区,为克服夏季高温、暴雨、台风和病虫害多发等灾害性气候与不利环境的胁迫而造成的夏秋蔬菜淡季,1987年以江苏武进塑料二厂生产农用遮阳网在全国示范推广为契机,苏、沪、穗、浙等省市迅速掀起了以遮阳网代替传统芦帘荫棚覆盖来生产夏秋季蔬菜。由于塑料遮阳网覆盖远较传统芦帘覆盖省工、省力、节省成本,而且简易实用,在夏秋蔬菜抗高温育苗与栽培,夏菜延后、秋菜提前种植提早上市和果菜制种等方面显示出突出的作用,在不到10年时间,推广遮阳网13.7万 $\text{hm}^2$ 。目前在我国南方地区和北方的夏秋季已广泛采用遮阳网覆盖遮阳、降温,为缓解南方地区夏秋淡季的蔬菜供需矛盾提供了一条简易有效的新途径,并使我国的设施栽培季节从冬季拓展到夏季。为了解决屡屡因食用农药残留量超标的蔬菜产品而发生中毒的难题,防虫网是继遮阳网推广以后,又一项夏季设施园艺科研成果。江苏省镇江市1995年率先推广应用夏秋蔬菜的防虫网覆盖栽培技术,获得了显著的经济、社会和生态效益;1996年在全市推广25 $\text{hm}^2$ ;此后南方各地在夏季人们喜食但又病虫害多发,农药残留量超标的小白菜(北方称油菜)中迅速推广应用,2001年已推广到2500 $\text{hm}^2$ 。在我国南方地区的夏秋高温、多雨季节,尤其是梅雨季节,为避雨防湿、减轻病害蔓延,将塑料薄膜覆盖在小棚、大棚等设施的顶部,形成防雨棚,使夏秋季茄、瓜、豆类蔬菜和葡萄等水果免遭涝渍危害,配合遮阳网覆盖,还具有遮阳降温的

作用。

#### (四) 现代化温室等高科技设施园艺技术发展时期

1. 现代温室 改革开放后的 1979—1994 年的 15 年间,我国曾从日本、荷兰、罗马尼亚、美国等国家引进了 21.1hm<sup>2</sup> 现代化大型连栋全自动环控温室,由于缺乏现代化温室的管理经验,仅引进温室的建筑物及其附带设备而缺乏配套的品种和相应的栽培技术,加上当时国内经济与消费水平尚低,除个别单位靠地方政府补贴维持运营外,基本上都是连年亏损。1995 年北京中以合作农场率先从以色列引进现代化大型连栋全自控塑料温室,1996 年上海市从荷兰引进 15hm<sup>2</sup> Venlo (文洛) 型现代全自控玻璃温室,同时注重配套品种、栽培技术的引进、消化和吸收,经 3 年运营,基本取得成功。到 2000 年短短 4 年间,全国各地相继从荷、以、美、法、日、西班牙等十多个国家引进了 175.4hm<sup>2</sup> 现代温室,同时还引进了与之配套的品种、栽培技术和管理人员,并通过消化吸收,研究开发国产化现代温室设施和相关产业。据不完全统计,截至 2000 年,全国高档次的大型现代化温室面积已达 588.4hm<sup>2</sup>,其中进口的占 185.4hm<sup>2</sup> (含 20 世纪 80 年代引进的),国产的为 403hm<sup>2</sup>。通过引进推动了我国温室园艺的科技进步和农业的现代化。此后,国产连栋塑料大棚(塑料温室)发展很快,据全国农业技术推广服务中心统计,包括未设置环境调控设备的连栋大棚在内,2008 年全国已发展到 1.3 万 hm<sup>2</sup> 连栋大型温室,在农业种苗业、高档温室蔬菜花卉业、都市休闲农业和特需园艺生产中呈现日益增长的趋势。

2. 穴盘育苗技术 穴盘育苗技术 20 世纪 60 年代美国最先研究开发,70 年代实现了商品化生产,80 年代在欧、美、日普及推广,已成为先进、高效、快速的现代化育苗技术系统。1987 年北京郊区花乡从美国引进穴盘育苗生产线,建立起我国第一个穴盘育苗场。“八五”和“九五”期间穴盘育苗被列为国家重点科研项目,“十五”、“十一五”期间被列为主要推广技术项目。目前随着园艺产业的规模化发展,全国各地纷纷建立穴盘育苗中心,传统的营养钵育苗正在被专业化的穴盘育苗所替代,已成为我国设施育苗的主要形式。

3. 无土栽培技术 自 20 世纪 90 年代中期以来,西欧等经济发达国家由于对农业生态环境、保障农产品品质和法律制约等的严重关切,形成以土壤栽培为主的设施园艺技术加速向循环封闭式的营养液(无土)栽培(solution culture, hydroponics, soilless culture)系统转变,借以节约水源、防止地下水污染、提高设施栽培农产品品质,并推动了相关技术的创新研究。关于我国的无土栽培,最早是在 20 世纪 30 年代末上海虹桥附近华侨办的四维农场(Safeway Farm),采用基质培栽培番茄供应当时聚居于上海的大批国内外富豪;1941 年上海化学工业出版社曾出版《无土种植法浅说》(余诚如、陈怀圃著)一书,后因第二次世界大战市场萧条,农场停办;第二次世界大战结束后的 1946—1948 年,驻南京的美军顾问团为了生产洁净卫生的生食蔬菜,在御道街附近办了一个无土栽培农场,后因国内战争停办;20 世纪 50~60 年代,我国的农业科技文献中未提到过无土栽培,直到 1976 年山东农业大学首次从事特需供应西瓜、番茄的无土栽培获得成功,而我国台湾则在 1969 年龙潭高级农业职业学校就已开始无土栽培;但就全国而言,主要是在 20 世纪 80 年代改革开放后,随着国际交流、旅游业的兴起而发展起来,1985 年中国农业工程学会下设无土栽培学组,“七五”、“八五”期间农业部把蔬菜无土栽培列为重点科研项目,这一时期南京、北京、杭州、广州、山东等地相继研究开发出适合国情的高效、节能、实用的蔬菜无土栽培技术,作为具有中国自主知识产权的农业高新技术实现了国产化,并率先在全国推广。全国无土栽培

面积从1982年不到2hm<sup>2</sup>增加到1990年的15hm<sup>2</sup>，到了2000年超过500hm<sup>2</sup>，2005年进而达到1500hm<sup>2</sup>，目前估算在1万hm<sup>2</sup>左右。无土栽培技术在现代温室高端蔬菜、花卉生产、沙滩荒漠、戈壁油田和南海礁岛等不毛之地的特需蔬菜生产、都市休闲观光农业以及连作障碍日渐严重的设施园艺作物高效栽培中，得到迅速发展。

**4. 网室栽培技术** 随着人们环保意识的不断增长和消费水平的不断提高，对无（少）农药、无（少）化肥的有机农产品需求激增，防虫网覆盖栽培被列为无公害蔬菜生产的重要推广项目，在全国各地推广应用。防雨（避雨）棚在我国的推广则是20世纪90年代初，为防止夏季暴雨涝渍，防治病虫害而设置，目前在蔬菜育苗、都市城郊夏季速生叶菜和江南地区欧亚种葡萄栽培中日益普遍采用避雨栽培，并向遮阳、避雨与防虫相结合的夏季保护设施栽培方向发展。

我国以蔬菜栽培为主体的设施园艺从改革开放以后才得以迅速发展。据全国农业技术推广服务中心提供的资料（表绪-1），全国蔬菜设施栽培面积从1978年的5300hm<sup>2</sup>发展到2008年的近335万hm<sup>2</sup>，再加上设施花卉6.4万hm<sup>2</sup>，设施果树8.9万hm<sup>2</sup>，合计全国设施园艺面积约350万hm<sup>2</sup>，30年间约增长650倍。我国蔬菜设施栽培面积是在20世纪90年代开始进入高速增长期，同时从中可见日光温室和塑料大棚在20世纪90年代中后期同步高速增长，约占设施总面积的3/4，而小拱棚的比例则从20世纪80年代至90年代初占总面积75%以上，下降到90年代末的仅占20%。不仅冬季设施栽培面积高速增长，遮阳网、防虫网、防雨棚等夏季设施栽培面积，也已发展到13万hm<sup>2</sup>。而新兴的现代化大型温室，在21世纪初始年代才得到快速发展，但占设施总面积也不到0.01%。就人均设施蔬菜产品占有量来看，1981年仅0.2kg，2002年增加到82.2kg，2005年达到100kg以上，在居民的菜篮子中已成为不可替代的安全优质的副食品。据全国农业技术推广服务中心资料，2008年全国蔬菜生产面积约2020万hm<sup>2</sup>，总产值8500余亿元，其中设施蔬菜面积334.67万hm<sup>2</sup>，总产值4545余亿元，设施面积仅占总面积17%，而产值却占总产值的53%。

表绪-1 中国蔬菜设施栽培面积统计（万hm<sup>2</sup>）

（全国农业技术推广服务中心提供，2009）

年度	大、中棚	小拱棚	日光温室	加温温室	连栋温室	合计
1978	—	0.37	0.13	0.03	—	0.53
1981	0.13	0.49	0.07	0.03	—	0.72
1985	1.18	4.65	0.71	0.23	—	6.77
1990	3.03	9.82	2.67	0.38	—	15.9
1995	18.66	33.39	17.34	0.48	—	69.87
2000	69.92	68.36	37.8	2.83	0.13	179.04
2005	114.75	98.41	65.0	0.75	0.73	279.64
2008	130.22	127.88	73.33	1.93	1.31	334.67

## 二、国外设施园艺的发展简史与现状

### （一）发展简史

公元前3—公元69，罗马帝国时代的哲学家 Seneca 记载了农民用云母板和半透明的滑

石板作反射材料,进行黄瓜的早熟栽培。此后虽有各种各样保温技术用来栽培果树、蔬菜等作物,但接近于现代温室形态的设施栽培方式,首推1684年英国伦敦郊外的Chelsea农场,在双层的建筑物中第二层为起居室和库房,一层四周围以玻璃围护进行园艺作物促成栽培,直到1717年才研究开发成屋顶及四周都用玻璃覆盖的温室,玻璃的制造和使用是世界设施园艺发展史中的一个里程碑。17世纪,法国、德国相继都有了温室生产。18世纪,日本、美国也相继出现温室生产。19世纪中叶以后,由于物理学、工程学的发展,欧洲的玻璃温室建造进步很快,与今日的温室已经没有本质的区别,作为商品化、规模化温室生产,也始于19世纪中叶,直到第二次世界大战后,得到了快速发展。日本传入玻璃温室是在明治三年(1870),第二次世界大战前发展相当快而达到 $130\text{hm}^2$ ,但在战争期间毁于一旦,第二次世界大战结束后才重新恢复发展。美国则在1806年开始建立温室,以西部的温室发展最盛,俄亥俄州最大的连栋温室为 $12\text{hm}^2$ 。荷兰则在1903年建成第一栋现代玻璃温室,1967年荷兰国立工学研究所的Germining首创Venlo(文洛)型连栋玻璃温室,其结构坚固简洁,透光量大,空间大,管理方便,使用效果好,至今已成为全世界连栋玻璃温室的主导类型,目前荷兰玻璃温室面积近 $1.1\text{万}\text{hm}^2$ ,占全世界玻璃温室面积的 $1/4$ 。乙烯树脂在1930年由美国率先研究开发,接着生产出聚氯乙烯和聚乙烯树脂,并以其为原料加入各种助剂,生产农用塑料薄膜部分替代玻璃,成为主要覆盖材料,1943年日本应用于水稻育秧取得成功,1953年开始应用于蔬菜生产,并成为世界上最早普及塑料温室的国家,也是世界上设施园艺发达的国家之一。

## (二) 发展现状

日本池田氏按自然、经济、社会条件和饮食习惯,将温室园艺区划分为欧洲、非洲、中近东、亚洲、美洲五大区域。设施园艺的发展与国家的经济状况密切相关,发展中国家往往利用简易竹木结构设施,引进国外资材、技术,利用其得天独厚的气候资源和劳力资源优势,发展出口设施园艺产品,进而实现资材国产化,既出口又供应国内消费。20世纪末,由于欧盟的成立,以荷兰为中心的北欧设施园艺先进国家出现了不景气和衰退的状况,设施园艺企业和资金技术纷纷转向经济发展迅速的亚洲中国、韩国等国家和具气候资源优势的近地中海沿岸的南欧和北非诸国,使这些国家设施园艺的面积迅速扩大。世界大型现代温室面积1980年约 $10\text{万}\text{hm}^2$ ,至2000年增至 $48.5\text{万}\text{hm}^2$ 。世界设施园艺主要分布在远东的中国、日本和韩国以及地中海沿岸诸国,2000年远东3国约占世界设施总面积的 $60\%$ ,地中海沿岸诸国约占 $30\%$ 。21世纪我国设施栽培发展迅速,约占世界设施栽培面积的 $80\%$ 。

**1. 欧洲** 西欧是世界现代温室发源地,位于北纬 $50^\circ\sim 60^\circ$ 的英国、荷兰等国主要发展玻璃温室,但比较温暖的地中海沿岸法国南部、意大利、西班牙、葡萄牙等国则主要发展塑料薄膜温室。欧盟成立后,削减了北部气候条件恶劣、设施成本高、能耗大地区的农业补贴,使得南部气候优越、设施成本低地区的温室面积日益增加。不仅如此,设施农产品成本更低的北非摩洛哥、阿尔及利亚和东欧的设施园艺产品开始冲击北欧设施园艺业,致使其日趋不景气。以荷兰为例,原来靠政府资助的著名Venlo型玻璃温室及其园艺产品出口全球,由于受南欧价格更便宜的园艺产品的冲击,荷兰温室农家只有依靠扩大经营规模和进行单一作物(蔬菜或鲜切花)生产,并在提高产量品质上下工夫,以求生存,其温室面积近10年间基本保持在 $1.1\text{万}\text{hm}^2$ 左右,但经营农户数呈下降趋势,1994年的经营农户仅为1984年的 $63\%$ ,以后继续减少,每户的经营面积则由过去的不到 $1\text{hm}^2$ 增加到数公顷甚至十多公

顷, 并采用高新技术在提高单产上下工夫, 企业、农户和科研单位充分协作, 实现了高科技的生产管理以求生存。以番茄为例, 其每平方米平均年产量从 1970 年的 20kg, 增加到 1980 年的 40kg, 而到 20 世纪 90 年代增加到 50~60kg, 2008 年有报道高达 100kg。但也由于长期设施栽培, 环境问题日显突出, 法律禁止农药、化肥污染地下水和环境, 设施栽培转为封闭式循环系统无土栽培。英国温室园艺面积更呈缩减趋势, 其中以蔬菜设施栽培面积减少最多, 1993 年仅为 1990 年的 68%, 但果树和花卉设施栽培面积稍有增加。南欧的西班牙等国自 20 世纪 90 年代中期开始, 设施面积迅速增加, 西班牙塑料温室已发展到近 3 万  $\text{hm}^2$ , 年生产设施番茄、甜椒、西甜瓜、豆类等蔬菜 200 万 t, 不仅出口欧洲, 还向俄罗斯、日本、美国出口, 该地冬季晴朗, 年降水量 250mm, 适于温室作物栽培, 但土质差, 水资源不足。

**2. 非洲** 北非摩洛哥、阿尔及利亚、埃及等北部靠地中海沿岸诸国, 利用温暖气候、简易设施、廉价劳力, 被荷兰等欧盟国家的企业家用来生产价廉物美的设施园艺产品输往欧洲各国而日益发展。

**3. 中近东** 除以色列、土耳其等国生产出口设施园艺产品外, 其他国家尚少栽培。以色列气候较温暖, 正好利用欧洲冬季气候恶劣的 11 月至翌春 4 月, 充分利用其塑料温室生产月季、香石竹等花卉和高附加值的水果, 输往欧洲。该国以节水灌溉、改造沙漠, 从农产品进口国转变为出口国, 闻名于世。

**4. 亚洲** 日本是世界设施园艺发达的国家之一, 是将塑料薄膜最早应用于水稻育秧, 进而大面积用作蔬菜生产的国家。至 2005 年, 日本的塑料温室和玻璃温室合计面积为 52 209 $\text{hm}^2$  (如加上避雨栽培和小拱棚栽培则为 111 325 $\text{hm}^2$ ), 其中玻璃温室只占 4.3%, 设施栽培总面积中蔬菜约占 70%, 花卉约占 17%, 果树约占 13%。日本的设施园艺技术水平颇高, 对邻国包括中国和韩国设施园艺的发展起重要的示范作用。韩国自 20 世纪 80 年代以来经济高速增长, 旅游观光业发达, 设施园艺也随之高速发展, 韩国也由于加入世界贸易组织 (WTO), 以粮食生产为主的农户纷纷转向经营比较经济效益高的设施园艺, 设施面积从 1990 年的 23 698 $\text{hm}^2$  增至 2000 年的 52 189 $\text{hm}^2$ , 10 年增长 1 倍多, 其中 99% 系利用不加温的节能型塑料薄膜温室多重覆盖栽培蔬菜 (约占 94%)、花卉 (约占 6%), 有相当一部分出口到日本、东南亚和欧盟等地, 并且无土栽培面积也从 1992 年的 13 $\text{hm}^2$  快速增长到 2000 年的 700 $\text{hm}^2$ 。

**5. 美洲** 南美的巴西、阿根廷利用其简易设施和廉价劳力生产内销蔬菜和外销花卉。北美的加拿大、美国都经营大规模、高科技、高投入和高产出的专业设施园艺, 玻璃温室和塑料温室被广泛应用。加拿大主要在西部发展欧洲型的大型玻璃温室, 五大湖周边地区以发展充气双层塑料薄膜温室为主, 主要生产番茄、黄瓜、甜椒, 温室栽培以岩棉培和锯木屑培为主。美国由于国土宽广, 各种蔬菜、花卉在不同地域可周年生产, 设施栽培历史虽长, 但重要性和温室规模都不大, 据其农业部 1998 年统计, 总面积约 11 000 $\text{hm}^2$ , 其中 97% 用作生产花卉和苗木, 生产花卉等的设施 (10 720 $\text{hm}^2$ ) 中, 温室约 6 300 $\text{hm}^2$ , 遮阳网覆盖栽培约 4 400 $\text{hm}^2$ ; 用作蔬菜栽培仅占设施总面积的 2.7%, 其中番茄占一半多, 其次是香料蔬菜, 主要分布在加利福尼亚州、俄亥俄州和佛罗里达州等地。

### 三、我国设施园艺的发展前景

针对我国人口众多、土地资源紧缺以及自然灾害多发的国情, 超高产、高经济效益和

节约资源（能源、土地、灌水等）、环保型的设施园艺业必将在农业发展中占有特殊的地位。随着我国经济的高速发展和人民物质文化水平的不断提高，我国设施园艺栽培面积从20世纪80年代初的约0.7万 $\text{hm}^2$ 高速发展至今的超过350万 $\text{hm}^2$ ，一跃成为世界设施园艺大国，但在设施结构现代化、环境调控自动化、经营规模大型化、栽培管理环保化、产量产值高效化等方面，差距与潜力都很大。由于我国设施园艺学基础理论与技术开发研究滞后，过量施肥导致土壤盐类积聚，“大水大肥”过量灌溉造成地下水与环境严重污染，大型现代温室能耗大、产出低，农用塑料废弃物再生处理落后等，亟须针对我国不同气候带的不同设施类型实施结构的优化和标准化，人工环境控制设备的智能化和简易实用，最大限度地减少石化、煤炭等不可再生能源的投入等，通过创新性科技发展，使我国从设施园艺大国向设施园艺强国转变，并使其成为提供足量、稳定、优质、安全食品的有效保障。

**1. 因地制宜发展南北方不同生态区域的设施类型及其配套管理技术** 现代设施园艺源于西欧，如冬季低温寡照、光热资源严重不足的高纬度寒温带地区的英国、荷兰等国。位于北纬 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 的世界温室园艺著名的荷兰等国，即使在夏季，当地的月平均气温也只有 $16\sim 17^{\circ}\text{C}$ ，其发展设施园艺的目的在于保护作物在严寒期正常生长。我国的东北、西北和华北等寒温带地区设施园艺运营的重点时期也是如此；但我国的华东、华中、华南、西南等亚热带地区，低温并非主要气象灾害，夏季的高温烈日、台风暴雨、涝渍湿热与冬季短期的低温冷害，是主要的灾害性气候。因此，我国南北方设施类型结构、利用方式及其配套的栽培管理技术显然不同，具自主创新性和中国特色的高效节能日光温室和引进的密封性强的西欧现代温室，适宜于北方地区，而南方则以塑料大棚多重覆盖、夏季简易设施栽培和冬夏兼用的开放型温室为主；其中的现代化智能自控温室，宜在经济发达地区作为都市蔬菜花卉高端产品的栽培、专业化穴盘育苗工厂、休闲观光农业和国家特需农业定位发展。同时，各地都要实行普及与提高相结合的设施技术发展方向。

**2. 向优势产业带集中，朝着区域化、专业化、规模化方向发展** 在市场经济下，只有在质量和价格上能竞争过从优势产业带经长途运输来的露地产品，或者生产某些不耐长途运输而极易腐败的园艺产品，设施栽培才是可行的。随着经济发展，交通运输的便捷化，设施栽培今后的长远发展方向则必将向冬季光热资源丰富的黄淮地区和环渤海地区、西北部高原地区、亚热带南方海南、广东等冬旱季地区以及煤电等能源特别丰富的北方某些地区的优势产业带集中。目前的小农经济经营分散、规模小的运营方式，要向组织化、专业化、扩大经营规模的产业化方向转变。

**3. 优化设施结构，建立自动化智能化或半自动化环境控制系统** 不论日光温室和现代温室，都要根据我国不同地区自然、经济、技术条件优化结构设计，并实行标准化生产。例如，Venlo型荷兰温室适于北欧冷冬暖夏海洋性气候，在我国亚热带冷冬热夏气候条件下，宜增加高度，提高热容，增加抗风强度和通风换气效率，附加防虫网、遮阳网等，向具有自主知识产权的适合我国南方冬夏兼用的开放型温室品牌的方向研发；日光温室和塑料大棚以及遮阳网、防虫网、避雨棚等的结构同样都要向现代化、装备化、提高生产效率与经济效益等方向优化与创新，并实现标准化生产。同时，要全力提高我国园艺设施环境控制的自动化和智能化水平，研究符合我国气候特点的主要设施作物设施环境控制装备与技术，首先要加强作物生长与环境关系的模型研究，才能研发相应计算机软件系统，达到量化精确地



执行设施内的标准化环境管理。设施内部的种苗生产与移植、灌水与施肥、病虫害防治、内部的各种搬运作业以及内外多重覆盖物的启闭等作业，都要从手工操作和经验的、定性的、传统的管理技术转变为机械化半自动化、自动化或智能化操作，以提高设施园艺的生产力水平。

**4. 以生产安全优质产品为重点，发展绿色环保型高效可持续设施园艺技术** 由于设施条件下可以避雨，内外气体交换可控，设施内便于利用天敌防虫和利用昆虫授粉，可大大节减设施内农药、生长调节剂和化肥的施用量，也易于控制有害化学物质向外部环境排放；再加上结构、覆盖材料的高科技化，人工能耗可降低到最低限度，同时从播种到采收可以全程控制，实行无（少）污染的生产技术，如抗病虫品种的应用、嫁接换根防病虫、增施有机肥、土壤隔离床栽培、封闭循环式无土栽培、养液土耕、连作障碍防止等环保型可持续农业技术，提供安全优质而富含营养的产品，是今后设施栽培技术的重点。随着人们物质、文化、生态文明水平的提高，单纯追求高产而不注重安全质量的产品将得不到消费者的认可而失去市场竞争力；今后还要进一步加强抗逆境（耐低温寡照或耐高温高湿以及单性结实能力较强等）且优质高产设施专用品种的选育；同时，重视具有高附加值、反季节上市、保健型、具有品牌优势的特种园艺产品的生产。

**5. 以现代化经营管理为核心，倡导设施功能多元化，以获得最佳的经济、社会和生态效益** 开发设施园艺利用方式的多样化，诸如拓展到农林业的种苗生产、沙漠礁岛海涂开发、都市和建筑物的室内外绿化、休闲观光农业，直至今后将要发展的植物工厂、太空农业等方面，全面推广设施园艺技术，实现安全、优质、高效的生产目标；建立温室作物生产计算机决策支持系统，进行现代农业企业管理，以最少的投入，获最佳的效益。

但在享受高科技设施园艺发展成果的同时，务必重视随之派生的设施废弃物（废农膜、基质、营养液等）污染环境和如何节减人工能源投入等问题的对策研究。

### 第三节 设施园艺的经营特点

由于设施的建设与对设施环境进行人工调控，都需投入大量的资金、劳力和技术，加之其产品多为不耐贮藏、运输的特殊商品，若经营不善，损失巨大，所以被认为是一种高投入、高产出、高效益，但又是高风险的劳力、资金、科技密集型的产业。若管理不当，将使企业投资难以回收和达到预期的赢利目标。

#### 一、我国设施园艺业的经营状况

目前我国设施栽培的作物种类以蔬菜为主体，花卉、果树、种苗等比例较小，但拓展速度很快，尤其是花卉。经营体制以个体农户经营为主，规模偏小，但可按市场导向自主经营，个体经营主要存在的问题是缺少健全配套的营销服务体系；也有部分是国有的现代农业科技园区，规模实力较强。近年来，在经济发达的东部沿海地区，因农村劳力加速流向二、三产业，农田较易流转集中租赁，一批以经营高附加值的内外销蔬菜、花卉和种苗等产品的中外资现代农业企业正在迅速崛起，他们雇用劳力，经营面积多在7~15hm<sup>2</sup>，正渐成为主导经营体制。