

高职高专规划教材

YUANYI SHESHI

# 园艺设施

陈杏禹 李立申 主编



化学工业出版社

高职高专规划教材

YUANYI SHESI

# 园艺设施

陈杏禹 李立申 主编



化学工业出版社

·北京·

本书是高职高专植物生产类专业支撑课园艺设施配套教材。全书共分五章，主要介绍了园艺设施概述、简易设施、塑料拱棚、日光温室（现代化温室）、设施环境调控等内容。本书以工作过程为导向，各章节按照了解园艺设施结构类型、设计建造园艺设施直至熟练应用设施的顺序编写，使学生通过学习掌握园艺设施的结构类型、设计建造原理及应用技术。

本书内容全面、实用性强，可作为高职高专院校、成人教育、五年制高职植物生产类专业教学用书，也可供相关行业生产、技术人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

园艺设施/陈杏禹, 李立申主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-122-11092-3

I. 园… II. ①陈…②李… III. 园艺-设备-教材 IV. S6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 069170 号

---

责任编辑: 刘 军

文字编辑: 张春娥

责任校对: 战河红

装帧设计: 张 辉

---

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: 北京市兴顺印刷厂

710mm×1000mm 1/16 印张 12 字数 227 千字 2011 年 6 月北京第 1 版第 1 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: 24.00 元

版权所有 违者必究

## 本书编写人员名单

主 编 陈杏禹 李立申

副主编 那伟民 李海山

编写人员 陈杏禹 (辽宁农业职业技术学院)

李立申 (辽宁农业职业技术学院)

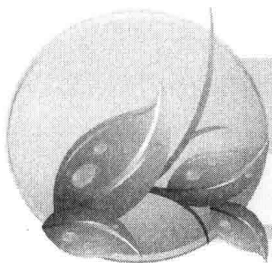
那伟民 (辽宁农业职业技术学院)

李海山 (青海畜牧兽医职业技术学院)

于红茹 (辽宁农业职业技术学院)

佘德琴 (南通农业职业技术学院)

主 审 吴会昌 (辽宁职业学院)



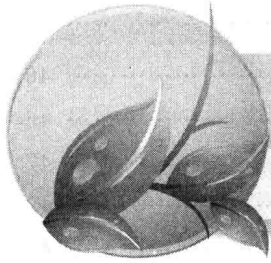
改革开放以来,我国设施园艺得到迅猛发展。目前我国拥有的大型园艺设施占世界园艺设施面积的90%以上,是世界上最大的设施园艺生产区域。设施园艺的发展不仅提高了人民的生活水平,同时也成为农民增产增收的主要途径和农业产业结构调整的首选发展项目。园艺设施设计、建造和应用是发展设施园艺的基础,是设施园艺增产增收的重要保证。

园艺设施是植物生产类专业的主要专业支撑课之一,旨在介绍园艺设施的类型、结构、设计原理和建造步骤及正确的应用方法,使学生通过理论学习和技能训练掌握园艺设施的设计、工作原理和小气候调控技术,能够熟练应用园艺设施,生产出优质高产的植物产品。本教材的编写以工作过程为导向,按照了解园艺设施的结构类型、设计建造园艺设施、熟练应用园艺设施的顺序编排各章节内容,使学生通过学习掌握相关知识技能。本教材突出先进性和实用性,可直接用于指导园艺设施的设计建造与应用,每章后面附有展示国内外先进实用的设施类型和研究成果的参考资料。

本书共分五章,第一章由陈杏禹编写,第二章由那伟民、余德琴编写,第三章由李海山、于红茹编写,第四章由陈杏禹、李立申编写,第五章由陈杏禹、于红茹编写。全书插图由那伟民绘制,陈杏禹为全书统稿。辽宁职业学院吴会昌教授担任本教材的主审。另外,在编写过程中,参考了不少同行的研究成果,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,不足之处在所难免,恳请各院校师生批评指正,以便今后修改完善。

编 者  
2011年3月



<b>第一章 园艺设施概述</b> .....	1
第一节 园艺设施类型及功能 .....	1
一、设施园艺和园艺设施 .....	1
二、园艺设施的主要类型和功能 .....	1
三、设施园艺的特点 .....	3
第二节 设施园艺的发展历史与现状 .....	4
一、国内外设施园艺的发展历史 .....	4
二、国外设施园艺发展现状与发展趋势 .....	5
三、我国设施园艺的发展现状和发展对策 .....	8
技能训练 初识园艺设施 .....	11
本章小结 .....	12
复习思考题 .....	13
<b>第二章 简易设施</b> .....	14
第一节 近地面覆盖设施 .....	14
一、风障畦 .....	14
二、阳畦 .....	17
三、温床 .....	20
四、地膜覆盖 .....	26
五、农用无纺布覆盖 .....	31
第二节 越夏栽培设施 .....	34
一、遮阳网覆盖 .....	34
二、防虫网覆盖 .....	37
三、防雨棚 .....	39
技能训练 1 电热温床的设计与安装 .....	39
技能训练 2 地膜覆盖技术 .....	42
技能训练 3 半透明覆盖材料的种类和性能调查 .....	43
本章小结 .....	44
复习思考题 .....	44

### 第三章 塑料拱棚 ..... 46

第一节 小拱棚性能 .....	46
一、小拱棚的类型结构 .....	46
二、小拱棚的性能 .....	47
三、小拱棚的应用 .....	48
第二节 塑料中棚 .....	48
一、塑料中棚的类型和结构 .....	48
二、塑料中棚性能 .....	50
第三节 塑料大棚 .....	50
一、塑料大棚的结构 .....	50
二、塑料大棚的类型 .....	51
三、塑料大棚的设计规划 .....	55
四、大棚的建造 .....	60
五、大棚的应用 .....	67
技能训练 1 小拱棚的建造 .....	67
技能训练 2 塑料大棚结构性性能调查 .....	68
技能训练 3 塑料大棚的设计 .....	69
技能训练 4 棚膜的焊接与覆盖 .....	70
本章小结 .....	73
复习思考题 .....	73

### 第四章 温室 ..... 74

第一节 日光温室 .....	74
一、日光温室的主要类型 .....	74
二、日光温室的采光设计 .....	80
三、日光温室的保温设计 .....	87
四、温室群的规划设计 .....	91
五、园艺设施的荷载 .....	93
六、日光温室的建筑材料 .....	98
七、日光温室的建造 .....	104
第二节 现代化温室 .....	121
一、现代化温室的结构 .....	121
二、现代化温室的类型 .....	124
三、现代化温室的生产系统 .....	126
四、常用无土栽培设施 .....	131

五、现代化温室在我国的使用状况 .....	139
技能训练 1 日光温室结构与性能调查 .....	140
技能训练 2 日光温室设计与规划 .....	141
技能训练 3 日光温室棚膜与草苫覆盖 .....	142
技能训练 4 现代化温室结构与性能调查 .....	144
本章小结 .....	145
复习思考题 .....	146

## **第五章 园艺设施的环境特点及调控措施** .....

第一节 园艺设施的光照环境及其调节控制 .....	147
一、园艺植物对光环境的要求 .....	147
二、园艺设施内光照环境的特点 .....	149
三、园艺设施光照条件的调控措施 .....	151
第二节 园艺设施的温度环境及其调节控制 .....	153
一、园艺植物对温度环境的要求 .....	153
二、园艺设施内的温度环境特点 .....	154
三、园艺设施内的温度调节控制 .....	156
第三节 园艺设施的湿度环境及其调节控制 .....	159
一、园艺植物对水分的要求 .....	160
二、湿度环境的组成及特点 .....	160
三、设施湿度环境的调节控制 .....	162
第四节 园艺设施的土壤环境及其调节控制 .....	163
一、土壤环境的组成及其特点 .....	163
二、设施土壤环境的调节控制 .....	165
第五节 园艺设施气体环境及其调节控制 .....	167
一、园艺设施的气体环境及其特点 .....	167
二、园艺设施气体环境的调节控制 .....	169
第六节 秸秆生物反应堆技术的应用 .....	172
一、秸秆生物反应堆的应用效果及原理 .....	172
二、秸秆生物反应堆的建造 .....	173
三、秸秆生物反应堆使用注意事项 .....	175
第七节 灾害性天气对策 .....	176
一、大风天气 .....	176
二、暴风雪 .....	177
三、寒流强降温 .....	177
四、连续阴天 .....	177



五、冰雹灾害 .....	178
六、久阴暴晴 .....	178
技能训练 园艺设施小气候观测 .....	178
本章小结 .....	181
复习思考题 .....	181
<b>参考文献</b> .....	<b>182</b>

参考文献

1. 王成, 李俊. 2010. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

2. 王成, 李俊. 2011. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

3. 王成, 李俊. 2012. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

4. 王成, 李俊. 2013. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

5. 王成, 李俊. 2014. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

6. 王成, 李俊. 2015. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

7. 王成, 李俊. 2016. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

8. 王成, 李俊. 2017. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

9. 王成, 李俊. 2018. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

10. 王成, 李俊. 2019. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

11. 王成, 李俊. 2020. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

12. 王成, 李俊. 2021. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

13. 王成, 李俊. 2022. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

14. 王成, 李俊. 2023. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

15. 王成, 李俊. 2024. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

16. 王成, 李俊. 2025. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

17. 王成, 李俊. 2026. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

18. 王成, 李俊. 2027. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

19. 王成, 李俊. 2028. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

20. 王成, 李俊. 2029. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

21. 王成, 李俊. 2030. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

22. 王成, 李俊. 2031. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

23. 王成, 李俊. 2032. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

24. 王成, 李俊. 2033. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

25. 王成, 李俊. 2034. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

26. 王成, 李俊. 2035. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

27. 王成, 李俊. 2036. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

28. 王成, 李俊. 2037. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

29. 王成, 李俊. 2038. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

30. 王成, 李俊. 2039. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

31. 王成, 李俊. 2040. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

32. 王成, 李俊. 2041. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

33. 王成, 李俊. 2042. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

34. 王成, 李俊. 2043. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

35. 王成, 李俊. 2044. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

36. 王成, 李俊. 2045. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

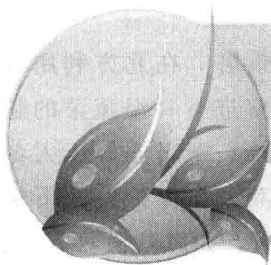
37. 王成, 李俊. 2046. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

38. 王成, 李俊. 2047. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

39. 王成, 李俊. 2048. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

40. 王成, 李俊. 2049. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.

41. 王成, 李俊. 2050. 设施农业气象学. 北京: 中国农业出版社.



# 第一章

## 园艺设施概述

**目的要求** 了解设施园艺和园艺设施的概念；了解设施园艺的特点、发展历史、现状和发展趋势；掌握园艺设施的主要类型及其在生产中的作用。

**知识要点** 设施园艺和园艺设施的概念；园艺设施的主要类型及其作用；设施园艺的特点；国内外设施园艺的发展现状及发展趋势。

**技能要点** 能识别各种园艺设施的类型并初步了解其作用。

### 第一节 园艺设施类型及功能

#### 一、设施园艺和园艺设施

设施栽培和露地栽培是园艺植物生产的两种方式。所谓设施园艺是指在不适宜园艺植物生长发育的寒冷或炎热季节，利用专门的保温防寒或降温防雨设施、设备，人为地创造适宜园艺植物生长发育的小气候条件进行生产。其栽培的目的是在冬春严寒季节或盛夏高温多雨季节提供新鲜果蔬产品及观赏植物上市，以季节差价来获得较高的经济效益。因此，又称为“不时栽培”、“反季节栽培”或“保护地栽培”。栽培中用于保温防寒或降温防雨的设施设备统称为园艺设施。

#### 二、园艺设施的主要类型和功能

##### 1. 园艺设施的主要类型

园艺设施的主要类型包括风障畦、阳畦、育苗温床、地膜覆盖、塑料大棚、中棚、小拱棚、防虫网及遮阳网覆盖、日光温室以及现代化连栋温室等。

##### 2. 几种设施类型的功能

由于地区和自然条件的差异及市场需求不同，园艺植物设施栽培各有其特点，就其生产作用而言，可概括为以下几种。

(1) 育苗 寒冷季节利用风障、阳畦、温床、塑料棚及温室等设施为蔬菜、花卉育苗，以便达到提早定植，调节产品上市期的目的；或在夏季利用荫棚培育芹菜、番茄等幼苗，防止高温危害，以利进行秋冬季生产。如图 1-1 为蔬菜育苗工厂



图 1-1 育苗工厂生产场景

生产场景。

(2) 反季节栽培 在北方利用日光温室和加温温室进行喜温蔬菜的越冬生产；利用风障、塑料棚等于入冬前定植耐寒性蔬菜，在保护设施下越冬，早春提早收获，如风障根茬菠菜、韭菜、小葱等，大棚越冬菠菜、芫荽，中小棚的芹菜、韭菜等；利用塑料棚、温室进行防寒保温，提早定植，以获得早熟产品；夏季播种育苗，秋冬季在设施内栽培蔬菜，以延长供应期；

高温多雨的炎夏利用遮阳网、防虫网等设施、设备进行遮阳、降温、防雨，可进行喜凉蔬菜、花卉的越夏栽培。如图 1-2 为设施蔬菜反季节栽培场景。



图 1-2 西瓜、黄瓜的反季节栽培

(3) 软化栽培 利用软化窖使某些蔬菜的鳞茎、根、种子等在遮光条件下生长，从而生产出韭黄、蒜黄、豆芽菜、菊苣芽球等产品。

(4) 假植栽培（贮藏） 秋冬期间利用保护设施把在露地已长成或半长成的商品菜连根掘起，密集囤栽在阳畦或小棚中，使其继续生长，如芹菜、莴笋、小萝卜、花椰菜等。经假植后于冬春供应新鲜蔬菜。

(5) 无土栽培 利用保护设施进行无土栽培（水培、砂培、雾培、岩棉栽培），生产蔬菜、花卉等园艺植物。

(6) 为种株、种球进行越冬贮藏或采种 珍稀蔬菜、花卉品种的种株、种球利用温室或阳畦进行越冬防冻贮藏。为加速蔬菜、花卉的育种进程进行设施加代繁殖。

(7) 观光旅游和生态餐厅 随着现代农业和都市农业的发展,对大型连栋温室内部进行总体规划设计,配置珍稀植物和园林小品,建设农业观光园区和生态餐厅,已成为现代化连栋温室的主要功能之一。如图 1-3、图 1-4 所示。



图 1-3 观光园区



图 1-4 生态餐厅

### 三、设施园艺的特点

与露地园艺植物栽培相比较,设施园艺具有以下特点。

#### 1. 需要特定的园艺设施

设施园艺是在人为控制的小气候环境条件下对园艺植物进行反季节栽培,因此,必须要有特定的园艺设施来创造和控制小气候条件。我国现今使用的园艺设施大体可分为大型设施(如塑料薄膜大棚、单栋温室、连栋温室等)、中小型设施(如中小棚、改良阳畦等)和简易设施(如风障、阳畦、冷床、温床、地膜覆盖等)等。各种设施在生产中都能发挥特定的作用,但因其性能不同,各自的用途又有所不同。在选用时应根据当地的自然条件、市场需要、栽培季节和栽培目的而选择适用的设施进行生产。需要指出的是,大型设施的投资要比中小型及简易设施高出几倍到几十倍,为了充分发挥园艺设施的作用,调节资金、物料和劳力的使用,发展设施园艺需要考虑多种设施配套,大中小型结合,按比例发展。

#### 2. 集约化生产

设施生产是集约化生产。除需要设备投资外,还需加大生产投资,特点是高投入、高产出。因此,必须在单位面积上获得最高的产量,最优质的产品,提早或延长(延后)供应期,提高生产率,增加收益,否则对生产不利,影响发展。

#### 3. 人工创造小气候条件

园艺植物设施栽培,是在不适宜作物生育的季节进行生产,因此园艺设施中的环境条件,如温度、光照、湿度、营养、水分及气体条件等,要靠人工进行创造、

调节或控制，以满足园艺植物生长发育的需要。环境调节控制的设备和水平，直接影响产品的产量和品质，也就影响着经济效益。

#### 4. 要求较高的管理技术

设施栽培要求较高的管理技术，首先必须了解不同园艺植物的不同生育阶段对外界环境条件的要求，并掌握园艺设施的性能及其变化规律，协调好两者间的关系，从而创造适宜作物生育的环境条件。设施园艺涉及多学科知识，所以要求生产者素质高，知识全面，不但懂得生产技术，还要善于经营管理，有市场意识。

#### 5. 风险大，经济效益高

设施栽培投入较高，而且反季节生产容易受到风灾、雪灾、冰雹等不可抗拒的自然灾害的影响，因此，生产的风险较大。同时，与露地栽培相比，生长期长，产量高，产品上市价格高，经济效益可观。据统计，设施黄瓜、番茄等果菜类每亩（1亩=666.67m<sup>2</sup>）产量可达10~20t，较露地栽培增产10倍；每亩温室大棚蔬菜获得的经济效益通常是露地蔬菜收入的5~7倍，是大田作物收入的10倍左右。因此，发展设施园艺，应注重增强园艺设施的抗灾和减灾能力，加强日常管理，尽可能降低风险，争取获得最大经济效益。

## 第二节 设施园艺的发展历史与现状

### 一、国内外设施园艺的发展历史

#### 1. 我国设施园艺的发展历史

我国应用保护地设施栽培蔬菜已有悠久的历史。最早有文字记载的是在西汉（公元前206~公元23年），《汉书》循吏传第五十九记载“太官园种冬生葱韭菜茹，覆以屋廡，昼夜燃蕴火，待温气乃生”，说明我国在2000多年前已能利用保护设施栽培多种蔬菜。到了唐朝，设施种菜又有新发展，唐朝（公元618~907年）诗人王建在宫前早春诗中有“酒慢高楼一百家，宫前杨柳寺前花，内苑分得温汤水，二月中旬已进瓜”，说明我国于1200多年前已用天然温泉进行瓜类栽培。又据元朝王祯著《农书》记载：“至冬移根藏以地屋荫中，培以马粪，暖而即长”，“就旧畦内，冬月以马粪覆之，于向阳处，随畦用蜀黍篱障之，遮北风，至春，疏其芽早出”，“十月将稻草灰盖三寸，又以薄土覆之，灰不被风吹，立春后，芽生灰内，即可取食”。说明600多年前已有阳畦、风障韭菜栽培。明朝王世懋在《学圃杂疏》中写道：“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，中官取以上供”，说明400多年前，北京的温室黄瓜促成栽培已取得经验。我国劳动人民在长年生产实践中，战胜自然，不断革新，创造了很多种设施类型，显

示了无穷智慧，积累了丰富的设施栽培经验。而在1949年后，随着生产关系的改变，生产力的发展，人民生活水平的提高，设施的新类型以及栽培的新技术、新方式不断提出，促使园艺植物的设施生产有了巨大发展。从我国近期设施发展情况看，20世纪40年代仅少量应用风障、阳畦、简易覆盖、土温室等设施；50年代初期已大量应用近地面覆盖，如风障畦、阳畦、温床等，并对阳畦、土温室进行了总结推广，进而出现了改良阳畦、北京改良温室、东北立窗温室、废气热加温温室、鞍山式日光温室等。20世纪60年代开始，随着我国塑料工业的发展，以塑料大棚、日光温室为主体的设施栽培得到了迅速发展。以后又相继发展了加温温室、育苗工厂、无土栽培、地膜、遮阳网、无纺布等覆盖栽培，形成了有中国特色的设施园艺生产新体系。

### 2. 国外设施园艺的发展历史

国外设施栽培的发展，以罗马帝国最早，公元14~37年间，冬季用木箱装土，覆盖云母薄片，利用太阳光热进行生产。法国在17世纪初，利用木箱种植豌豆。德国于1619年建成双屋面温室，是德国最早的温室。英国最早的玻璃温室建于1717年，1815年英国开始建成半圆形弯曲屋顶的温室。19世纪初，英国学者大量研究温室屋顶的坡度及加温设备问题。美国的温室是从16世纪以来，随着欧洲的移民而引入。18世纪初，始有文字记载。19世纪中叶，美国各地成立了温室建筑业。日本江户时代庆长年间（1596~1615年）于静冈县采用草框油纸窗温床，培育早春苗，进行瓜果类蔬菜早熟栽培。1868年英国商人在日本建造温室，这是日本最早的玻璃温室。1889年日本福羽逸人在庭园内建成小型温室，1890年又在新宿的植物御园内建成玻璃框的温床栽培蔬菜，这是日本最早进行蔬菜设施栽培的时期。

## 二、国外设施园艺发展现状与发展趋势

### 1. 国外设施园艺发展现状

#### (1) 世界各国设施园艺发展概况

① 荷兰 设施园艺是荷兰经济的重要支柱和特色，其设施园艺主要发展经济价值较高的鲜花和蔬菜，全国现有大型连栋玻璃温室1.3万公顷，其中蔬菜、花卉的生产约各占一半。温室全部采用计算机控制，实现了高度自动化。在园艺生产的领域内，除了温室公司外，还有泥炭公司、种子公司、种苗公司以及肥料、农药、农具等为生产服务配套的公司。高成本的投入，高效率的劳动，高质量、高产量的产出，高效益的收入，是荷兰温室园艺生产持续发展、不断提高的主要原因。目前，荷兰是世界第一大花卉出口国，世界第三大农产品出口国。

② 日本 日本设施园艺水平居世界前列，蔬菜、花卉、水果是其设施园艺的

主要产品。现有设施总面积达 5.4 万公顷，其中 95% 是塑料温室，其温室配套设施和综合环境调控技术处于世界先进行列。

③ 以色列 以色列耕地面积小，而且一半的可耕地必须使用灌溉供水，因此大力发展设施园艺产业，尤其在节水灌溉方面，处于世界领先地位。现有温室超过 3000hm<sup>2</sup>，多数是大型塑料薄膜连栋温室。设施生产中充分利用光热资源的优势和世界一流的灌溉技术、种植技术，主要生产花卉和高档蔬菜，产品大量出口欧洲各国，被称为“欧洲的厨房”。

④ 美国 美国温室面积目前约为 1.9 万公顷，主要种植花卉，达 1.3 万公顷。美国温室规模虽然不大，但设备先进，生产水平一流，多数为玻璃温室，少数为双层充气温室，近年来又在发展最先进的聚碳酸酯（PC）板材温室。另外，美国对设施栽培的尖端技术研究非常重视，已有成套的、全部机械化操作的全自动设施栽培技术。

⑤ 其他国家 法国、西班牙等国家，由于气候条件较好，夏季气温不太高，冬季气温也不太低，因此主要发展塑料温室。

## （2）国外设施园艺发展特点

① 种苗产业非常发达 近年来，荷兰、日本、以色列、韩国等非常重视温室专用品种的选育，先后培育出大量适宜设施栽培的耐低温、高温、寡照、高湿，具有多种抗性、优质高产的种苗。如荷兰有 130 个种苗专营公司，种子资源有强大优势，在脱毒、快繁等方面有很高的技术水平。荷兰是世界四大种子出口国之一，有 4900 个品种，1200hm<sup>2</sup> 生产面积，种子出口 100 多个国家。日本、韩国、以色列的蔬菜种子在我国也有较大面积种植，均有良好的表现。

② 单产水平高 设施园艺是资金、技术密集型的高产高效集约化栽培方式。荷兰温室番茄年产量达 40~50kg/m<sup>2</sup>，温室黄瓜年产量为 60kg/m<sup>2</sup>，商品率高达 90% 以上，86% 的产品销往世界各地。日本、以色列、韩国、西班牙等国单位面积优质蔬菜产出率也相当高，因而农户收入水平也高。如荷兰，420hm<sup>2</sup> 蔬菜温室，以生产番茄、黄瓜、甜椒为主，产值高达 12 亿~14 亿美元。

③ 规模化、专业化的生产水平高 以荷兰为例，设施园艺产业实现高度专业化生产，通常每一农户的生产规模平均在 0.9hm<sup>2</sup> 以上，但只栽培一种蔬菜，这对种植者积累经验、提高技术有益，能稳定提高产量与品质，同时也促进了专业设施、设备的开发利用，温室的机械化、自动化控制更易实施，劳动生产效率提高，生产成本降低。

④ 环境控制自动化和作业机械化 温室环境控制采用计算机智能化调控。调控装置采用不同功能的传感器，准确采集设施内室温、叶温、地温、室内湿度、土壤含水量、溶液浓度、二氧化碳浓度、风向、风速以及作物生长状况等参数，通过

数字转换后传回计算机，并对数据进行统计分析和智能化处理，根据作物生长所需最佳条件，由计算机智能系统发出指令，使有关系统、装置及设备有规律动作，将室内温、光、水、肥、气等诸因素综合协调到最佳状态，确保一切生产活动科学、有序、规范、持续。计算机有记忆、查询及决策功能，为种植者全天候 24h 提供帮助。采用智能化温室自动控制系统可以达到节能、节水、节肥、节省农药，提高作物产量和品质的目的。

发达国家的温室作物栽培，已普遍实现了播种、育苗、定植、管理、收获、包装、运输等作业的机械化、自动化。例如，荷兰某公司的 8000m<sup>2</sup> 盆花从播种、育苗到定植、管理等作业只需要 3 个工人，年产 30 万盆花，产值达 180 万美元。

### 2. 世界设施园艺的发展趋势

现在世界各国的设施园艺均发展很快，发达国家设施园艺生产在实现自动化的基础上正向着完全智能化、无人化的方向发展。根据调查研究资料及有关专家的分析，未来世界设施产业有以下几方面的发展趋势。

(1) 温室大型化 目前世界园艺发达国家，每栋温室的面积基本上都在 0.5hm<sup>2</sup> 以上。连栋温室得到普遍推广，温室高度在 4.5m 以上。温室空间增大后，便于进行立体栽培和机械化作业。温室建筑面积增大，有利于节省建筑材料、降低成本、提高采光率和提高栽培效益。

(2) 覆盖材料多样化 北欧国家使用玻璃较多，法国等南欧国家多用塑料，日本应用聚氯乙烯膜较多，美国多用聚乙烯膜双层覆盖。覆盖材料的保温、透光、遮阳、光谱选择性能渐趋完善。除常用材料外，现已开发了多种覆盖材料，如聚碳酸酯塑料板（波浪板）、聚碳酸酯中空板（PC 板）等，以及各种类型的长寿膜、转光膜、无滴膜等多功能膜和遮阳网等。

(3) 无土栽培发展迅速 目前，世界上已有 100 多个国家将无土栽培技术用于温室生产。在发达国家的设施园艺中，无土栽培占温室面积的比例较高，如荷兰超过 70%，加拿大超过 50%，比利时达 50%，美、日、英、法等国的无土栽培面积分别达到 250~400hm<sup>2</sup>。

(4) 发展温室生物防治技术 发达国家重视在温室内减少农药使用量，大力发展生物防治技术。如荷兰的生物防治率已达到 95% 以上。对人体和环境有害的农药绝对禁用，对化肥施用、营养液循环处理等均有严格的标准和规范。

(5) 广泛建立和应用喷灌、滴灌节水系统 以往发达国家灌溉是以土壤含水量或水位为依据进行喷灌管理，现在世界上正在研究以作物需水信息为依据的自动化灌溉系统。例如，以色列温室滴灌用水的最高水利用率为 95%。

(6) 向完全自动化和机械化发展 在现有设施环境自动化控制和机械化作业基础上，进一步完善环境调控水平和机械操作管理水平。



### 三、我国设施园艺的发展现状和发展对策

#### 1. 我国设施园艺发展现状

目前我国的设施园艺开始进入了稳定发展时期,已由单纯重视数量、单产,转变为重视质量和效益,同时注重市场信息和科学生产。

##### (1) 我国设施园艺发展成效

① 设施园艺规模逐年扩大,栽培面积居世界第一 据农业部公布的资料,1978~2008年的30年间,全国设施园艺面积由8万亩增至5249.9万亩,增长655倍。目前我国有大型园艺设施3290万亩,占世界园艺设施面积的90%以上,是世界上最大的设施园艺生产区域。

② 实现了园艺产品周年供应,提高了人民生活水平 20世纪80年代,随着塑料棚的迅猛发展,实现了早春和晚秋蔬菜供应的基本好转;90年代,随着节能日光温室和遮阳网覆盖栽培的迅速推广,形成了周年系列化设施生产体系,破解了冬春和夏秋淡季生产和供应的难题,基本保障了蔬菜周年均衡供应。设施果树和设施花卉虽然规模相对较小,但品种丰富多彩,起到了改善市场供应、提高人民生活水平的积极作用。

③ 推进了科技创新,设施园艺总体水平提高 日光温室蔬菜高效节能栽培技术的研发,创新了日光温室采光、保温设计原理,使我国的温室节能技术跃居世界领先地位。塑料棚蔬菜生产配套技术的集成创新,推广了一系列新品种、新技术,极大地提高了设施园艺的生产水平。新型设施园艺资材的研发,使我国的薄型耐候功能膜、遮阳网、防虫网、穴盘等研制与应用技术达到了国际先进水平。现代化温室的引进、消化和吸收,催生了我国温室制造业。上述创新成果的大面积推广应用,已成为我国设施园艺产业持续发展的重要支撑,全面提高了我国设施园艺的总体水平。

④ 提升了设施园艺产业地位,增加了农民收入 设施园艺是一项高投入、高产出的产业,生产效益比露地生产高3~5倍,投入产出比达到1:4.45。2008年,全国设施园艺的产值为7079.75亿元,占园艺产业的51.31%,占种植业的25.25%,已成为农村区域经济发展的支柱产业。设施园艺产业的蓬勃发展,带动了塑料工业、建材工业、温室制造业、农资生产经营和物流业等相关行业的迅猛发展。设施园艺提高了土地的利用率和产出率,安置了农闲期间的闲散劳动力,增加了农民收入。据测算,全国设施园艺产业可以直接解决2600多万人就业,并可带动相关产业发展创造1500多万个就业岗位,为缓解城乡就业压力做出了重要贡献。目前,设施园艺已成为广大农民增收致富的主要途径,也是各地农业产业结构调整的首选发展项目之一。