



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

● 王双喜 主编

设施农业装备

SheShiNongYe
ZhuangBei



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

设施农业装备

王双喜 主编

中国农业大学出版社
• 北京 •

图书在版编目(CIP)数据

设施农业装备/王双喜主编. —北京:中国农业大学出版社,2010.5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-81117-900-2

I. ①设… II. ①王… III. ①保护地栽培-设备 IV. ①S62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 020786 号

书 名 设施农业装备

作 者 王双喜 主编

策划编辑 张秀环

责任编辑 洪重光

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 19.5 印张 478 千字

印 数 1~3 000

定 价 35.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 王双喜

副主编 王小琼 金心怡 李志伟

编 者 (按姓氏笔画排序)

王小琼(天津农学院)

王双喜(山西农业大学)

王德福(东北林业大学)

白义奎(沈阳农业大学)

史庆华(山东农业大学)

吴海平(山西农业大学)

张 智(西北农林科技大学)

张 静(山西农业大学)

张广华(河北农业大学)

李志伟(山西农业大学)

肖新棉(华中农业大学)

杨振超(西北农林科技大学)

金心怡(福建农林大学)

高丽红(中国农业大学)

魏 珉(山东农业大学)

主 审 陈端生(中国农业大学)

内 容 提 要

本书是教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材。该书以农业设施工程为切入点,系统论述设施农业的建筑材料、技术原理、设计方法、装配工艺及应用技术等。重点论述设施结构、环境测控和生产性装备。本教材涵盖农业生物与工程类交叉学科内容,系统性强,学科面广,注重内容新颖、少而精,兼顾不同专业的需求,并提供大量实用工程设计和建造所需的资料与数据。

本书可作为非工程类设施农业专业本科教材,以及农业工程类及其他涉农类相关专业选修课教材,也可供从事设施农业、农业建筑、生态环境工程及其他相关专业的科研、工程技术人员和研究生参考。

前 言

“设施农业装备”作为非工程类设施农业专业的一门重要课程,以及农业工程和其他涉农类相关专业的选修课,是随着设施农业发展的需要而产生和发展起来的一门学科,属农业生物与工程相交产生的学科,因此在内容与范围上具有涉及广泛、综合性强的特点。

最近十年,我国设施农业学科和教育获得了快速的发展。为了反映近年来该领域的最新进展以及传授该领域教育方面积累的经验,编写该教材已是迫切的需要。2006年《设施农业装备》被教育部审批为普通高等教育“十一五”国家级规划教材后,由山西农业大学、中国农业大学、西北农林科技大学、福建农林大学、天津农学院等高校在该专业领域多年从事教学和科研工作的教师组成的编写组开展和完成了这一工作。

本教材尽力采用科学、系统的内容和体系,反映该课程领域的最新发展水平;力求系统性与新颖性相结合,理论性与实用性相结;对有关概念、原理、方法与技术的阐述力求准确、精练;注重实施素质教育,培养学生创新能力与实践能力。

本教材在内容的组织上力求总体结构系统化,注重各部分衔接和体例的统一,避免了不必要的重复,内容丰富、翔实、全面、可靠,既充分论述设施栽培装备的内容,也充分顾及设施养殖装备的内容。其结构层次上主要分为四大部分,第一部分为设施农业所涉及的建筑材料等方面的基础知识;第二部分为农业生产设施的基本内容,包括简易农业设施、塑料大棚、日光节能温室和连栋温室;第三部分为设施环境检测与调控装备内容;第四部分为设施生物生产装备内容,如工厂化育苗、无土栽培、养殖饲喂、水产养殖等装备。

为适应不同高校各自专业特色、教学计划、教学时数、教学侧重点的不同要求,教材内容较为全面。各校可根据本校的侧重方面,有选择地讲授其中部分内容。

本教材由山西农业大学王双喜教授任主编,天津农学院王小琼教授、福建农林大学金心怡教授和山西农业大学李志伟教授任副主编。本教材参加编写的人员有:山西农业大学王双喜(绪论),沈阳农业大学白义奎(第一章),华中农业大学肖新棉(第二章),河北农业大学张广华(第三章),福建农林大学金心怡(第四章),山西农业大学张静(第五章),山西农业大学吴海平(第六章),中国农业大学高丽红(第七章),西北农林科技大学杨振超、张智(第八章),天津农学院王小琼(第九章),东北林业大学王德福(第十章),山东农业大学魏珉、史庆华(第十一章),山西农业大学李志伟(第十二章)。

全书由山西农业大学王双喜教授统稿。中国农业大学陈端生教授主审,他对本书的编写提出了大量的建设性建议,在此深表谢意!农业部规划设计院周长吉研究员对本教材的编写提出了许多宝贵意见,特此致谢!在编写过程中参考了某些设施农业相关书籍、论文和其他资料,在此一并向这些作者致谢!

本教材是首次编写,限于编者的水平,书中难免有错误和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2009年12月

目 录

绪 论	(1)
第一章 设施农业建筑材料	(7)
第一节 设施农业建筑材料的分类	(7)
第二节 金属材料(钢材)	(8)
第三节 块体材料(砖、石、砌块)	(11)
第四节 木材	(13)
第五节 胶凝材料(水泥、石灰)	(16)
第六节 砂浆和混凝土	(24)
第七节 防水材料	(38)
第八节 保温材料	(40)
复习思考题	(45)
参考文献	(45)
第二章 设施农业覆盖材料	(46)
第一节 设施农业覆盖材料分类及要求	(46)
第二节 玻璃	(48)
第三节 塑料薄膜	(51)
第四节 塑料板材	(55)
第五节 保温、遮防及其他覆盖材料简介	(58)
复习思考题	(61)
参考文献	(61)
第三章 简易农业设施	(62)
第一节 风障畦	(62)
第二节 阳畦	(63)
第三节 温床	(66)
第四节 塑料薄膜地膜覆盖	(69)
第五节 小拱棚	(73)
第六节 遮阳棚及其他简易保护设施	(74)
第七节 简易养殖设施	(78)
复习思考题	(80)
参考文献	(81)
第四章 塑料大棚	(82)
第一节 塑料拱棚概述	(82)

第二节 塑料大棚的建造规划与设计	(85)
第三节 金属装配式塑料大棚的安装	(90)
第四节 金属装配式塑料大棚的使用与维护	(93)
第五节 其他类型塑料大棚简介	(95)
复习思考题	(98)
参考文献	(98)
第五章 日光温室	(99)
第一节 日光温室概述	(99)
第二节 日光温室的基本结构及设计	(99)
第三节 日光温室的结构选型与建造	(102)
第四节 日光温室的热环境及其保温技术	(108)
第五节 日光温室生产区的规划	(114)
第六节 日光温室的发展趋势	(117)
复习思考题	(119)
参考文献	(120)
第六章 连栋温室	(121)
第一节 连栋温室的分类及功能	(121)
第二节 连栋温室的结构性能与设计	(125)
第三节 连栋温室的建筑施工	(135)
第四节 连栋温室的环境调控系统及装备	(137)
复习思考题	(145)
参考文献	(145)
第七章 工厂化育苗系统及其配套设备	(146)
第一节 工厂化育苗的意义及特点	(146)
第二节 工厂化穴盘育苗设施与设备	(147)
第三节 工厂化嫁接育苗设施与设备	(156)
第四节 工厂化组培育苗设施与设备	(160)
第五节 闭锁型育苗生产系统简介	(163)
复习思考题	(164)
参考文献	(164)
第八章 温室环境检测与调控器	(165)
第一节 温室环境因素及其特性简介	(165)
第二节 环境信息传感器与控制器综述	(173)
第三节 光照环境的检测与调控器	(178)
第四节 温度环境的检测与调控器	(181)
第五节 湿度环境的检测与调控器	(188)
第六节 空气环境的检测与调控器	(191)
第七节 植物根圈环境的检测与调控器	(193)

复习思考题	(200)
参考文献	(200)
第九章 设施园艺中的机械化装备	(201)
第一节 设施园艺机械化装备的要求与特点	(201)
第二节 耕耘机械化装备	(202)
第三节 播种机械化装备	(206)
第四节 移苗栽植机械化装备	(209)
第五节 节水灌溉设备	(213)
第六节 植物保护机械和土壤消毒装备	(228)
第七节 设施园艺作物收获机械	(234)
第八节 保温被(帘)卷放机构	(236)
复习思考题	(239)
参考文献	(240)
第十章 设施养殖中的机械化装备	(241)
第一节 设施养殖供水系统	(241)
第二节 设施养殖喂饲系统	(245)
第三节 设施养殖粪便收集与处理设备	(252)
第四节 设施水产养殖设备	(256)
第五节 养殖设施环境控制设备简介	(258)
第六节 废弃物的资源化利用	(261)
复习思考题	(262)
参考文献	(263)
第十一章 植物工厂	(264)
第一节 植物工厂的概念和特点	(264)
第二节 植物工厂的基本结构和功能	(266)
第三节 植物工厂的生产技术体系(无土栽培)	(270)
第四节 植物工厂的环境调控装备简介	(278)
第五节 计算机在植物工厂综合管理中的应用	(281)
复习思考题	(282)
参考文献	(282)
第十二章 设施农业中的人工智能及其他新技术	(283)
第一节 生物生长发育模拟与仿真	(283)
第二节 生产与环境管理专家系统	(287)
第三节 综合环境的数学模拟与调控	(291)
第四节 环境智能化控制系统	(293)
第五节 多位一体生态农业系统简介	(296)
复习思考题	(299)
参考文献	(299)

绪 论

1. 设施农业装备的基本概念

中国的农业生产正逐渐由传统农业向现代农业转变,由粗放农业向效益农业转变。设施农业是现代农业的具体体现,是高产、优质、高效农业的必然要求。进入 20 世纪 80 年代后,中国设施农业发展迅速,尤其是设施栽培的发展给农业生产带来了无限生机,已成为农业的主要支柱产业之一。

设施农业装备是随着现代设施农业发展的需要而产生和发展起来的一门学科,其主要任务是,在充分掌握农业生物生长发育和产品转化过程中生物体-设施及其装备-环境因素相互作用规律的基础上,研究如何采用经济和有效的设施模式、环境调控工程技术与生产设备,创造优于自然界的、更加适于农业生物生长发育和产品转化的环境条件,避免外界自然环境条件的不利影响,提高农业生物产品生产的效率。

设施农业装备作为一门新兴的综合性、技术性学科,是现代生物、环境、工程三方面的紧密结合,涉及生命科学中的多学科分支,并与多项非生命学科相互渗透,涵盖了建筑、材料、机械、环境、自动控制、人工智能、栽培、养殖、管理等多种学科和产业,因而科技含量高,成为当今世界各国大力发展的高新技术产业。因此,设施农业装备的发达程度,也就成为衡量一个国家或地区设施农业现代化水平的重要标志之一。

设施农业装备是一项系统性强,内容丰富,外延宽泛的生物系统工程。设施农业装备工程通过运用现代技术成果、工业生产方式、工程建设手段和系统工程管理方法将农业生物技术、农艺措施、农业生产过程和农业经营管理紧密结合,利用先进适用的技术装备,形成农业的标准化作业、专业化生产、产业化经营,为农业生物生长提供最适宜的环境条件,使农业资源得到充分利用,促进农业效益和农产品品质的提高,增强农产品的市场竞争力,保持农业的可持续发展。

设施农业装备是指在设施农业生产过程中用于生产和生产保障的各种类型的建筑设施、机械、仪器仪表、生产设备和工具等的统称。其中包括各种不同类型结构的大棚和温室;不同类型通风、加温等的环境调控设备;温、光、湿、气和水等环境因子的各种方式的检测和控制装置;植物生产方面的无土栽培系统和动物生产方面的机械化饲喂系统等。因此,在设施农业中,装备是基础,是不可或缺的必备条件之一,没有装备就不称其为设施农业。所以说装备也是设施农业的特征,装备的优劣会直接影响设施农业的产品生产和效益。设施农业已经使许多国家大幅度增加了农业产量,中国就是设施农业发展最快,受惠最大的国家之一。

2. 设施农业装备分类

(1)按设施农业装备集成的难易程度与规模分 随着设施农业的持续发展,设施农业装备已形成多种类型和集成模式,较为普遍采用的几种模式有:简易覆盖型(主要以地膜覆盖为典型代表)、简易设施型(主要包括中小拱棚)、一般设施型(如塑料大棚、日光温室等)、现代化连栋温室和工厂化农业。我国以节能日光温室和塑料大棚发展最快。简易覆盖型、简易设施型和一般设施型农业装备技术含量低,结构简单,装备集成规模较小。现代化连栋温室和工厂化

农业装备是设施农业的高级发展阶段,通常是由较大面积的温室结构,完善的加热系统、降温系统、通风系统、遮阳系统、微灌系统、中心控制系统和栽培系统或养殖系统等集成的。它属于集约化高效型农业,在中国目前规模尚小,但代表设施农业及其装备的发展方向。

(2)按生产产品类型分 按生产产品类型可分为生物栽培设施装备和生物养殖设施装备两大类。

①生物栽培设施装备 目前主要应用于栽培蔬菜、花卉、瓜果和食用菌等生物生产。生产设施有各类简易设施、塑料大棚、日光温室、连栋温室等,以及配套的各种不同类型的环境调控设备。从应用于不同栽培方法来看,主要有地面栽培和无土栽培生产装备。中国目前主要采用人工、半机械化和机械化结合的生产方式,一些发达的国家采用了工厂化植物生产等先进的生产装备方式。

②生物养殖设施装备 目前主要是应用于养殖畜、禽、水产和特种动物的设施装备。生产设施有各类温室、遮阳棚舍、现代化饲养畜舍及其相应的生产配套设备等。

(3)按装备的具体功能分 按装备的具体功能或作用可分为建筑设施、环境调控设备、检测及控制器、生产设备和工具等。

①建筑设施 如各种不同类型结构的大棚、温室、遮阳棚和防虫网等,其主要特征是建立一个系统的、相对完善的、可抵御自然相应作用的维护结构。其主要作用是形成一个相对独立的、封闭的、有限的、环境可调的生物生产空间。

②环境调控设备 如各种不同类型的通风设备、加温设备、降温设备、供水或灌溉设备、调光设备、气体成分调节设备等。

③检测及控制器 如各种不同类型的温度、湿度、光照、 CO_2 气体浓度、土壤水分等检测器和综合环境控制器等。

④生产设备和工具 如植物栽培生产中各种不同类型的水培系统、雾培系统、基质栽培系统,栽培方法中的土地耕耘机具、播种与栽植机具和植物保护机具等,动物养殖生产中的供水系统、饲料饲喂系统、粪便清理系统等。

3. 设施农业装备的生产特性

(1)高投入、高产出,性价比优 设施农业装备是先进农业科技成果的物化和载体,是农业生产设施建设的重要组成部分,它运用现代化的工程技术及工业化生产的设备装备农业,变革了传统的农业生产方式,极大地提高了农业劳动生产率。所以,设施农业装备与传统农业装备相比,具有高投入、高产出的特点。从中国情况看,经济发达地区和大城市郊区,设施农业装备正朝着高水平、高投入、高产出的方向发展。

(2)变革传统农业的“时空观”,提高资源的利用率 随着科学技术的发展,尤其是设施农业装备的不断开发和提高,促使农业逐步实现由“靠天农业”向“可控农业”的转变,从而改变了传统农业的“时空观”。国内外温室的生产产量一般比传统生产方式提高数倍以上。尤其是植物生产不但能提早上市和延长供应,而且能在反季节提供新鲜果菜。许多作物仅采用塑料薄膜地面覆盖栽培,一般比常规栽培早熟 5~20 d,增产 20%~50%。采用现代设施养殖,实现了畜牧饲养、水产养殖的集约化生产,产品的肉料比大幅度提高,养殖时间大幅度缩短,产量大幅度提高。如在对虾养殖中采用高位池养殖并配备必要的增氧设备,较传统的养殖方式产量提高数倍。

(3)具有工业化生产特征,抗灾害能力强 和工业产品生产相仿,设施农业装备为农业生产物产品生产创造了一个相对独立的、完善的生产空间和生产系统。这种具有工业化生产特征的装备具有很强的抵御自然灾害的能力。可防风、防寒、防涝,植保方便且宜于防病虫害,浇灌方便且宜于防旱。即便是无加温设施的普通日光节能温室,在外界达 -10°C 的寒冷冬天,也能保证室内作物安全生长。即使室外刮八级大风,也不会影响作物生长。

(4)多领域工程技术的有机结合,科技含量高 设施栽培或养殖为高新科技的应用提供了条件。设施栽培或养殖装备不仅应用了现代工程技术,也应用了现代生物技术,是把工程技术与生物技术有机结合的现代化产品。如增施二氧化碳系统及其技术,对作物生长增产效果明显,但在大田作物中难以实现,而温室或大棚为其应用提供了可能,各地的试验证明,增施二氧化碳可提高作物产量 $30\%\sim 50\%$ 。又如反光膜和遮阳网的应用,可使温室增光或降温,可确保作物在外界弱光 and 高温下良好生长。

(5)推进农业产业化经营,提高农产品商品率和质量 农业生产商品化是现代农业的必然趋势。而要提高农产品的商品率,就必须推进农业的产业化经营,进行一定规模的专业化生产。农业产品的生产、产地加工和保鲜储运、废弃物的加工利用、种子和饲料的加工等,都是农业产业化的重要组成部分。设施农业装备及其技术在产品的产前、产中、产后起着很重要的、不可替代的生产和保障作用。设施农业对国家经济发展有着十分重要的意义,涉及每个人的生活水平和生活质量,也涉及社会的稳定、经济的繁荣等。

4. 国内外设施农业装备发展概况

(1)中国设施栽培与装备的产生 早在2000多年前,中国就有了蔬菜温室栽培。其产品当时被称为“不时之物”,故又名“不时栽培”。

明朝(1368—1644年)北京地区已有黄瓜加温温室促成早熟栽培。130多年前,济南郊区,有菜农利用草苫子作蔬菜保护栽培的风障阳畦,由于设施简陋,只能用来做秋冬和早春保护栽培韭菜、芹菜和菠菜等耐寒性蔬菜。1924年济南北园菜农使用玻璃作为阳畦的透光覆盖物,出现玻璃阳畦,大大提高了阳畦的采光性能,在冬季生产出了韭菜等蔬菜。

可见,设施装备在中国是广大农民在生产实践中发现的,有悠久历史。它在实践中不断总结、完善和提高,由原始的风障畦、火炕育苗,发展到风障小拱棚、温床,最后才发展到今天的地膜覆盖、塑料大棚、日光温室和连栋温室等。

(2)国内设施农业装备的发展 20世纪80年代以前,从全国的蔬菜供应状况来看,主要是数量不足,尤其是在北方地区,冬期淡季明显,吃菜难的问题十分突出,蔬菜生产问题主要是解决量的问题,因此地膜覆盖、简易拱棚、塑料大棚成为中国设施栽培装备的主体。

改革开放以来,随着人民生活水平的提高,对蔬菜供应的要求由数量充足转变为品质优良、种类齐全,并对新鲜的水果、特种蔬菜提出了要求,大城市对花卉的需求也在不断增长。“八五”期间,随着设施农业的不断发展,中国的设施农业装备进入了稳定发展时期,基本上摆脱了过去忽起忽落的不稳定状态,开始进入发展、提高、完善、巩固、再发展的比较成熟的阶段,由单纯追求数量转变为重视质量和效益,同时,注重市场信息和科学生产。

工厂化育苗有较大的进展。1985年北京市先后从美国及欧洲共同体引进了几套育苗机械及设备,建立了中国第一批蔬菜育苗工厂。近几年工厂化育苗越来越表现出其优越性,商品苗已日益受到广大菜农的欢迎,特别是遇到灾害较多的年份,常规的、分散的育苗常常受到毁灭性的损失,而工厂化育苗则可基本上避免自然灾害的影响。现在已有国产的工厂化育苗设

备,各地正在积极推广,在已形成规模的蔬菜生产基地,许多都是由工厂化育苗车间供应商品苗。

无土栽培受到青睐。无土栽培生产的蔬菜品质好,无污染,清洁卫生。由于受到外向型经济的影响,中国南方,尤其是沿海一些城市,正在推广这一技术,生产高档蔬菜出口国外和供应一些高档宾馆。无论是水培还是基质培所需的设备,现在已经国产化,虽不如外国设备成熟,但成本低,能为生产使用者接受。

花卉设施栽培日见兴旺发达。随着人民生活水平的提高和经济交流活动的日益增多,花卉的需求量越来越大,每年的情人节、母亲节等节日和许多的重要政治、经济和文化活动都需要大量的不同种类的鲜花。因此,进行专业化生产花卉和存储的生产设施和装备获得了较快的发展。

(3)国内设施农业装备的现状 科技部为了推动工厂化农业的发展,“九五”期间创建了北京、上海、广州等五大工厂化农业示范园。到2003年,全国设施园艺面积就发展到了210多万 hm^2 ,日光节能温室发展到95.2万 hm^2 ,大型设施的比重由31%上升到59%;设施蔬菜人均占有量由0.2 kg增至67 kg,增长335倍。在科学技术研究方面,推出了如:中国农业大学研制出的“华北型塑料薄膜连栋温室”;山西农业大学研制出的“WTX-系列温室综合环境自动控制系统”和“温室二氧化碳气体环境智能化调控系统”等一批具有一定智能化水平、科技含量高、自动化程度强的具有自主知识产权的科技成果和产品。到目前为止,设施农业装备已基本走出引进、消化吸收的阶段,完全实现了国产化,有的达到了国际化的出口水平。如北京京鹏环球科技有限公司和碧斯凯农业科技有限公司的产品,已走出国门,销往世界各地。

中国设施农业装备虽然有了长足的进步,但与发达国家相比,还有较大的差距,主要表现在以下几个方面:

- ①专业化生产规模小,总体科技水平低;
- ②上市水平低,抗御自然灾害的能力差;
- ③设备不配套,环境调控能力差,作业主要靠人力;
- ④盲目引进,渠道单一,缺乏规范,标准化差。

总之,我国设施农业装备的发展正面临新的形势,和其他行业一样面临着两个转变的问题,尤其是在中国加入WTO后,这个问题显得更加突出。所以,必须在深入调查研究的基础上对全国设施农业装备生产做出总体规划,制定规范化的管理办法和宏观管理的政策,逐步使设施农业装备生产走上规范化、标准化的轨道。在市场经济条件下,加强宏观决策,疏通信息渠道,规范管理职能,提高企业素质,实行名牌战略,加快两个转变的进程,为发展具有中国特色的设施农业创造条件。

(4)国外设施农业装备概况 近几年,世界设施农业发展迅速,各种新型材料给温室的建筑和设备的制造创造了有利条件,温室生产管理技术大大提高,温室面积和产量迅速增加。发达国家已形成成套技术、完整的设备设施和生产规范,并在向高层次、高科技和高度自动化、智能化方向发展,已基本形成完全摆脱自然的全新技术体系。世界设施农业比较发达的国家有:北美的加拿大和美国,西欧的英国、法国、荷兰、意大利和西班牙,中东的以色列、土耳其,亚洲和大洋洲的日本、韩国、澳大利亚等。这些国家地膜覆盖、塑料大棚等设施面积远不如中国大,但薄膜的质量好、机械化和自动化程度较高。尽管各个国家的发展过程、模式和水平各不一样,但可归纳为如下几点:

- ①资金投入与生产水平高,国家扶持的力度较大;
- ②设施与装备技术的发展快,已实现自动化,并向高度智能化方向快速发展;
- ③设施与装备的规模化、集约化、产业化、专业化水平高;
- ④设施与装备的集成度高,加工制作精良,生产的经济性、稳定性、可靠性强;
- ⑤高标准的无污染、无害化农业产品生产,促使农业设施装备向更高水平发展。

(5)中国设施农业装备的发展展望 设施农业装备的发展趋势是:在基本满足社会生产需求总量的前提下协调发展,着重增加品种、提高质量,逐步实现规范化、标准化、系列化,形成具有中国特色的装备技术和设施体系,其主要特征将是:

①按照符合国情、先进实用的技术路线,探索高新技术与装备的发展途径,以形成 21 世纪中国设施农业的技术体系。

②随着国民经济的快速发展和人民生活水平的提高,农民自觉要求应用新技术、新设备。因此,要求尽快提高农业设施装备水平,迫切要求提供更高的技术和完善的设施装备,以减轻劳动强度,提高经济效益。

③中国人民生活正在从温饱型向小康、富裕型过渡,已对食品提出了多品种、高品质、无公害的强烈要求,食品从温饱型向营养保健型发展已成大趋势。因此,农业设施装备发展的主要趋势是上水平、上档次。

④近几年,在山东、河北、辽宁、河南等地已经形成集中发展生产基地的趋势,生产规模不断扩大,急需设施农业技术、设施设备供应、产品运销服务的支撑。因此,设施农业装备向专业化、集约化、产业化发展也是必然的趋势。

⑤随着我国农村改革的深化和对外开放的扩大,设施农业也要与世界接轨。国外对果蔬的特殊要求增强,外向型农业对产品提出了更高的要求。市场机制的作用必然刺激我国农业设施装备向更高层次发展,以适应国内特殊要求和国际市场的需求,从而带动整个设施农业水平的提高和产业化的发展。

5. 设施农业装备课程的内容

设施农业装备是非工程类设施农业(包括设施园艺和设施养殖)专业的一门重要的专业课程;也是农业建筑、环境与能源工程专业,农业机械专业和其他各涉农专业的一门主要选修课程。

设施农业装备学是设施农业学的一门分支学科,是农业生物与工程技术相交叉产生的学科,因此在研究领域的内容范围上具有涉及广泛、综合性强,但又相对独立的特点。在农业方面相关的学科有农业气象、园艺学、作物栽培学、畜牧学以及畜禽环境卫生学等,在工程方面有工程热力学和传热学、房屋建筑学、建筑材料与结构、建筑物理、建筑设备、机电工程、自动控制与人工智能等。上述课程有一些已作为各相关专业的选修课程安排学习,在学习本课程以及今后从事本领域的工程与科研的工作中,还应不断地补充相关的知识。

本教材系统地论述了现代设施农业装备的基本原理、结构形式、设计方法及其生产性能等。除绪论外共有十二章,前两章为共性基础知识部分,充实设施农业学所涉及的工程材料知识;第三章至第六章为农业生产设施各种结构和模式的内容,包括简易设施、大棚、日光温室和连栋温室等;第七章为工厂化育苗系统及其配套设备的内容;第八章为温室环境检测与调控器等内容;第九章和第十章为设施农业生产性机械化装备内容,如设施园艺的生产装备和设施养殖的生产装备等;第十一章为植物工厂,其重点介绍无土栽培技术和设备;第十二章则简要介

绍设施农业装备的发展现状和新近的研究成果等。

通过本课程的学习,要求掌握设施农业装备工程的理论基础和专门知识,进行设施结构工程设计与建造、设备的应用设计与使用、环境的检测与调控等技能的初步训练。

第一章 设施农业建筑材料

学习目标

- 熟悉各种建造材料的类别
- 掌握建造材料的基本性能
- 能够根据具体情况选择适宜的建筑材料
- 熟练运用常见材料进行设施建造

第一节 设施农业建筑材料的分类

现代设施农业的基本工程就是农业生产设施的建筑,其具有土木工程的基本属性。因而,其主体工程的建造材料和土木工程材料基本相同,是指建造各种农业生产设施、构筑物中使用的各种材料及制品的总称,它是一切设施农业工程的物质基础。

设施农业工程材料是这样一些物质,这些物质的性能使其能用于设施农业工程的结构、构件或其他产品。一般来说,优良的设施农业工程材料必须具备足够的强度,能够安全地承受设计荷载;自身的质量(表观密度)以轻为宜,以减少下部结构和地基的负荷;具有与使用环境相适应的耐久性,以便减少维修费用;用于装饰的材料,应能美化设施并产生一定的艺术效果;用于特殊部位的材料,应具有相应的特殊功能,例如,日光温室的后屋面材料要能隔热、防水;墙体材料要能隔热、蓄热等。除此之外,设施农业工程材料在生产过程中还应尽可能保证低能耗、低物耗及环境良好。

作为设施农业工程材料必须具备如下四大特点:适用(具有要求的使用功能)、耐久(具有与使用环境条件相应的耐久性)、量大(具有丰富的资源)和价廉。理想的设施农业工程材料应具有轻质、高强、防火、无毒、高效能和多功能的特点。

根据不同的出发点,设施农业材料有多种分类方法。根据其功能,可分为结构材料、围护材料、功能材料;根据材料来源,可分为天然材料及人造材料等。目前,通常根据组成物质的种类及化学成分,将设施农业工程材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类,各大类中又可进行更细的分类,如表 1-1 所示。

表 1-1 土木工程材料的分类

无机材料	金属材料	黑色金属 —— 钢、铁、不锈钢等
		有色金属 —— 铝、铜及其合金等
	非金属材料	天然石材 —— 沙、石及石材制品等
		烧土制品 —— 砖、瓦、玻璃、陶瓷等
		胶凝材料 —— 石灰、石膏、水泥、水玻璃等
有机材料		混凝土及硅酸盐制品 —— 混凝土、砂浆及硅酸盐制品
	植物材料	木材、竹材等
	沥青材料	石油沥青、煤沥青、沥青制品等
	高分子材料	塑料、涂料、胶粘剂、合成橡胶等
复合材料	非金属-有机复合	玻璃纤维增强塑料、聚合物水泥混凝土、沥青混合料等
	金属-非金属复合	钢筋混凝土、钢纤维混凝土等
	金属-有机复合	金属夹心板等

第二节 金属材料(钢材)

建筑钢材是指建筑工程中所用的各种钢材,包括钢结构用型钢、钢板和钢管,以及钢筋混凝土用钢筋和钢丝。

钢材的优点是材质均匀、性能可靠、强度高;具有一定的塑性、韧性,能承受较大的冲击和振动荷载;可以焊接、铆接和螺栓连接,便于装配。由各种型材组成的钢结构,安全性大,自重较轻,适用于重型工农业生产设施;也适用于大跨结构、可移动的结构,以及高耸结构与高层建筑。钢材的生产条件严格,质量均匀,性能可靠,对工程结构的安全起着决定性作用。工程中合理使用钢材,严格检验其质量,对保证工程质量具有重要意义。

钢材的缺点是易锈蚀,维护费用大,耐火性差。

钢材是重要的设施农业建筑材料之一。随着我国冶金工业的发展,为工程提供的钢材品种、规格和数量迅速增加,质量和性能稳步提高,钢材的应用将日益广泛。设施农业建筑一般为轻型钢结构,所用钢材主要有普通碳素结构钢和低合金高强度结构钢。现在,多采用轻型H型钢(焊接或轧制、变截面或等截面),C型、Z型冷弯薄壁型钢,采用高强螺栓、普通螺栓及自攻螺丝等连接件和覆盖材料的金属安装辅材等,装配组装起来形成装配式钢结构体系。

一、建筑钢材的力学性能和工艺性能

钢材在建筑结构中主要是承受拉、压、弯曲、冲击等外力作用,施工中还经常对钢材进行冷弯和焊接等。因此,钢材的力学性能和工艺性能既是设计和施工人员选用钢材的主要依据,也是生产钢材、控制材质的重要参数。

(一)力学性能

在建筑结构中,建筑钢材常受到静荷载和动荷载的作用。在承受静荷载作用时,不仅要求钢材具有一定力学强度,还要求所产生的变形不致影响结构的正常工作和安全使用;受动荷载作用时,还要求钢材具有较高的韧性。

拉伸作用是建筑钢材主要受力形式,所以,抗拉性能是表示钢材性质和选用钢材最重要的指标之一。