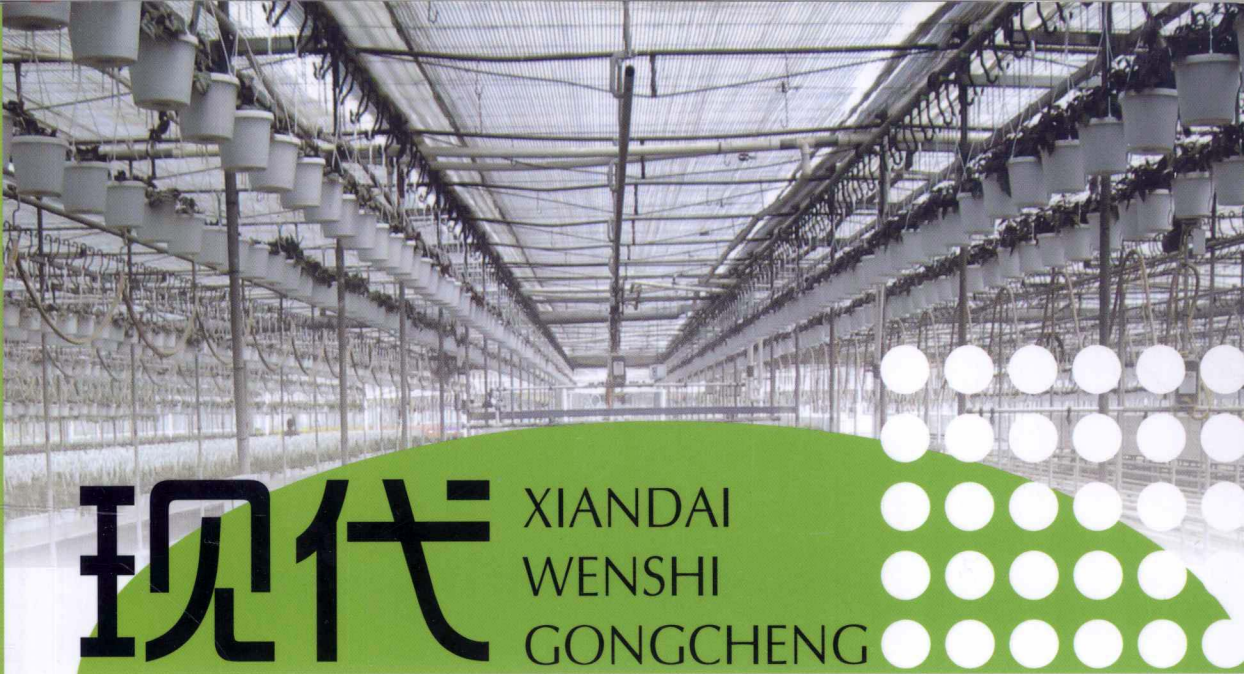
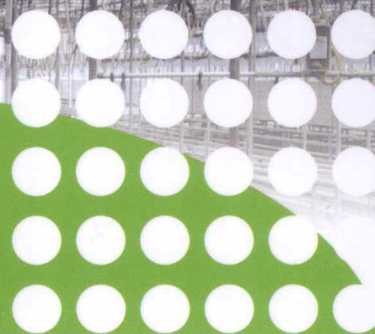




现代

XIANDAI
WENSHI
GONGCHENG



温室工程

第二版

周长吉 主编



化学工业出版社

TU261
Z752.02

现代 XIANDAI
WENSHI
GONGCHENG

温室工程

第二版

周长吉 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书全面系统地介绍了现代温室建设的各个方面, 主要内容包括温室环境原理、温室建筑设计、透光覆盖材料选择与安装、温室环境调控(通风、降温、加温、灌溉、补光、CO₂施肥)设备与技术、温室无土栽培设施、温室内操作机具、温室投资效益分析以及温室建设的工程管理等。本书涵盖了现代温室工程涉及的几乎所有的内容, 体现了现代温室工程技术的系统性和完整性, 代表了现代温室技术的发展水平, 具有很强的实用性。

本书可供温室企业工程技术人员、管理人员、温室种植者及研究人员阅读使用, 也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代温室工程/周长吉主编. —2版. —北京: 化学工业出版社, 2009.8
ISBN 978-7-122-05972-7

I. 现… II. 周… III. 温室-农业建筑-建筑工程
IV. TU261

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 112638 号

责任编辑: 侯玉周

文字编辑: 荣世芳

责任校对: 郑捷

装帧设计: 尹琳琳

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)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张32¼ 彩插2 字数642千字

2010年1月北京第2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: 70.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2009—15 号

再版前言

进入 21 世纪,我国现代化设施农业的发展进入到了一个快速引进后的自我发展起步阶段,无论是教学还是生产单位和个人都渴望有一部全面系统介绍现代温室的书籍,《现代温室工程》(第一版)的出版正值这一需求空前高涨的时刻。该书出版后立刻受到温室行业内广大读者的热烈欢迎,温室生产企业、大专院校以及温室建设者都争先购买,6 年内经过再次印刷仍然供不应求,现有 10 多所大学已经将该书作为大学生和研究生的教材,很多温室企业要求人手一本,是温室工作者的基本工具书。该书的出版为我国温室业的发展做出了非常积极的贡献。

在《现代温室工程》出版后的 6 年里,我国温室建设的步伐迅速加快,国家将设施农业作为解决“三农”问题的重要手段,鼓励广大农村和城市企业发展设施农业。温室作为设施农业的重要载体,是发展设施农业的基本装备。这几年,随着设施农业建设步伐的加快和对设施农业技术需求的增加,国家及各级科研和教学单位也加大了对设施农业科研和技术的开发,新技术、新材料不断涌现。为保持《现代温室工程》作为前沿性学科的先进性,更新陈旧知识、融入最新技术成果非常必要。为此,经原书作者与化学工业出版社协商,决定以《现代温室工程》(第二版)的形式将该书重新修订出版。

再版新书在原版书的基础上增加了“温室用机具与设备”一章,对温室中使用的播种机具、耕耘机具、植保机具、收获包装机具以及基质消毒机具等做了介绍;在新版的“绪论”和“温室建筑结构”的章节中增加了日光温室和塑料大棚的相关内容,尤其增加了“温室的分类、规格”等内容。由于《现代温室工程》(第一版)的出版已经有 6 年了,在这 6 年里,我国温室的发展速度很快,技术不断更新,所以在《现代温室工程》(第二版)中对各章节的内容都进行了更新或补充,如在“温室加温”中增加了“地源热泵”的内容;在“无土栽培”中增加了“管道栽培、墙式栽培、树式栽培等”;在“CO₂ 施肥”中增加了“烟囱尾气回收利用、四位一体生产模式”等内容;在“温室灌溉与施肥”中增加了“潮汐灌溉”;在“投资与效益”中按照最新的农业工程投资预算方法对预算的项目和方法进行了修订;附录中的“国内标准”也做了更新。此外,在再版新书中对

原版旧书中的一些错误进行了修正。

参加本书修订和编写的人员有：第一章 冯广和；第二章 程勤阳；第三章 周长吉；第四章 周新群、周长吉；第五章 王 莉；第六章 周长吉；第七章 张学军、吴政文；第八章 周长吉、王晓云；第九章 周长吉；第十章 周新群；第十一章 杜孝明；第十二章 周长吉；第十三章 宋卫堂、张跃峰、周长吉；第十四章 洪仁彪、周长吉；第十五章 程勤阳、郭芳倩；附录 周长吉、程勤阳。全书由周长吉统稿并最终定稿。

由于编写时间短促，编写人员水平有限，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

周长吉

2009年6月

于北京

第一版前言

世界各国的现代温室，于 20 世纪 60 年代逐步完善并快速发展。我国的现代温室起步较晚，从 20 世纪 80 年代初开始，从无到有，快速发展，取得了长足进步。目前，我国已成为世界上设施栽培面积最大的国家，大型现代温室也有 700hm^2 以上，并且每年以 100hm^2 以上的速度在快速发展。设施蔬菜的产量已超过蔬菜总产量的 20%，尤其是对全年均衡上市和促进出口起到了非常明显的作用；全国各地各级农业高科技示范园区，都把设施园艺作为重要环节予以重视，对我国农业现代化有着明显的示范带动作用；加入世界贸易组织之后，随着我国设施园艺产品数量和品质的提高，必将使我国由设施园艺大国成为设施园艺强国，把比较优势变为竞争优势。因此，设施园艺在我国农业中具有特殊重要的意义和地位。

我国的现代温室在技术应用上，目前还主要是消化吸收国外技术，从工程技术角度编写出版的现代温室书籍在国内尚属空白。因此，温室企业的工程技术人员和温室种植者以及管理人员，迫切需要现代温室技术书籍。值此形势下，由农业部规划设计研究院设施农业研究所牵头组织有关专家，编写了《现代温室工程》一书，以期为我国现代温室及设施园艺业的发展做出贡献。

参加《现代温室工程》编写的人员，均为从事相关领域科学研究的专家，且有长期工程实践经验；在写作上力求深入浅出，理论联系实际，有较强的理论性和实践性。在内容上包括绪论、温室环境原理、温室建筑与结构、温室覆盖材料、温室通风降温、温室加温、温室灌溉与施肥、温室无土栽培与设施、温室补光、温室 CO_2 施肥、温室环境控制、温室节能、温室项目投资与效益分析、温室建设工程管理 14 章，并收录和编写了 7 个附录、3 张附图，包括温室工程承包合同（示例）、温室工程招标文件（示例）、国内温室工程相关标准、国外温室设计相关标准、温室工程建设调查表、灌溉系统设计调查表、温室设备与材料主要企业一览表、全国基本雪压分布图、全国基本风压分布图和湿空气焓湿图，涵盖了现代温室工程涉及的所有内容，体现了现代温室工程技术的系统性和完整性，具有很强的实用性。全书文字简练、图文并茂，适于温室企业工程技术人员、温室种植者、温室管理人员以及大专院校和科研单位教师、学生和相关专业

人员等学习、阅读、参考，可读性强。

参加本书编写的人员有：第一章 冯广和；第二章 程勤阳；第三章 齐 飞、周长吉、郭爱东；第四章 周新群、张书谦、周长吉；第五章 王 莉、张跃峰、黄松超、周长吉；第六章 曹 干、周长吉；第七章 胡 渭、张学军；第八章 周长吉；第九章 周长吉；第十章 周新群；第十一章 杜孝明、魏 超；第十二章 周长吉；第十三章 洪仁彪、周长吉；第十四章 程勤阳；附录 周长吉、程勤阳、胡 渭。全书由杨振声、冯广和、周长吉统稿，并最终由周长吉定稿。

本书在编写过程中得到了农业部规划设计研究院设施农业研究所、相关科技单位、中国温室网以及一些温室企业的大力支持，在此深表谢意！

由于编写时间短促，编写人员水平有限，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2002 年 9 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 温室及其特点	1
一、温室及其工作原理	1
二、温室主要技术性能指标	1
三、温室建设的特点	2
第二节 温室的起源与发展	5
一、我国温室的起源	5
二、世界各国温室的起源	6
三、世界各国现代温室的发展	7
第三节 温室在我国的兴起与发展	9
一、我国现代温室的兴起	9
二、我国现代温室的快速发展	10
三、我国塑料棚和日光温室的兴起和发展	12
四、我国温室标准化进程	13
五、我国蓬勃发展的温室制造业	14
第四节 温室发展趋势与前景	15
一、发达国家现代温室和设施园艺业的发展趋势与前景	15
二、我国温室和设施园艺的发展趋势与前景	17
第二章 温室环境原理	20
第一节 作物与环境	20
一、作物生长的自然环境	20
二、作物生产与环境的关系	21
三、温室作物环境	22
第二节 温室光环境	23
一、太阳辐射原理	23
二、温室内的光照条件	28

三、光照的生物学效应	31
四、温室光照控制与调节	33
第三节 温室温度环境	33
一、地表附近温度及其变化	34
二、温室内温度条件	34
三、温度的生物学效应	37
四、温室温度调节与控制	40
第四节 温室湿度环境	41
一、水分形态及其变化	42
二、湿度环境对作物的影响	43
三、温室湿度环境特点	44
四、温室湿度环境调节与控制	45
第五节 温室气体环境	45
一、大气组成及其变化	46
二、空气环境对作物的影响	46
三、温室内空气环境	48
四、温室空气环境调节与控制	49
第六节 温室土壤环境	49
一、土壤物理性状与作物的关系	49
二、土壤化学性状与作物的关系	50
三、土壤中生物环境与作物的关系	51
四、温室中土壤环境特点	51
五、温室土壤环境调节	52
 第三章 温室建筑与结构	 53
第一节 温室的分类与命名	53
一、根据温室的用途分类	53
二、根据室内温度分类	54
三、根据主体结构建筑材料分类	54
四、根据温室透光覆盖材料分类	54
五、根据温室是否连跨分类	55
六、根据屋面上采光面的多少分类	55
七、按照温室的加温方式分类	55
八、按照温室的屋面形式分类	56
第二节 温室的结构形式	57
一、塑料大棚的结构形式	57

二、日光温室结构形式	58
三、玻璃温室结构形式	59
四、塑料温室结构形式	63
第三节 温室的规格与编号	66
一、装配式钢管塑料大棚的规格与编号	66
二、连栋温室规格与编号	68
三、日光温室规格与编号	71
第四节 温室选型与总平面布局	73
一、典型温室的主要性能与特点	73
二、温室形式的选择与应用	81
三、温室总平面布置	84
第五节 温室结构	88
一、温室结构材料	88
二、温室结构的承重体系	92
三、温室结构的允许变形	94
四、温室结构设计的内容和步骤	95
第六节 温室荷载	95
一、温室设计荷载的种类	95
二、温室设计荷载及其作用形式	96
三、温室设计的荷载组合	105
第七节 温室基础	107
一、基础埋置深度	107
二、基础设计	108
三、基础类型及其构造要求	109
四、基础抗拔力验算	113
五、基础坡度	114
六、基础沉降缝	114
第四章 温室透光覆盖材料及其安装	115
第一节 透光覆盖材料的性能要求及材料选择	115
一、温室对透光覆盖材料的基本性能要求	115
二、温室常用透光覆盖材料及其选择	118
三、温室覆盖材料的发展趋势	124
第二节 塑料膜及其固定	125
一、主要固膜方式及其结构	125
二、塑料膜的铺装	128

三、双层充气薄膜温室的特点及配套设备	128
四、塑料膜的使用与安装注意事项	129
第三节 玻璃及其固定	131
一、玻璃的分隔	131
二、玻璃的固定与密封	131
第四节 PC板及其固定	133
一、PC中空板的安装	133
二、PC波浪板的安装	136
第五章 温室通风降温	139
第一节 温室通风	139
一、概述	139
二、温室必要通风量	141
三、自然通风	149
四、风机通风	159
五、温室内空气的扰流	162
六、防虫网对温室通风的影响	163
第二节 温室蒸发降温	166
一、蒸发降温原理	166
二、原理的应用	168
三、湿帘-风机降温系统	169
四、喷雾降温系统	174
第三节 温室遮阳	180
一、遮阳系统的分类及其性能	180
二、遮阳材料的分类及选择	181
三、遮阳系统的设计	184
四、外遮阳支撑骨架设计	189
第六章 温室加温	191
第一节 温室加温采暖热负荷	191
一、温室采暖热负荷的概念	192
二、温室采暖热负荷计算	195
第二节 温室采暖系统与供暖方式	203
一、热水采暖	203
二、蒸汽采暖	203
三、热风采暖	203

四、电热采暖	204
五、辐射采暖	205
第三节 热水和蒸汽采暖	206
一、热媒的基本性质	206
二、采暖散热器数量选择	207
三、散热器类型选择	210
四、采暖系统的布置	211
五、锅炉设备选择与配置	214
第七章 温室灌溉与施肥	215
第一节 温室灌溉技术概述	215
一、温室的灌溉方式	215
二、温室灌溉技术分类	216
第二节 滴灌	216
一、滴灌的特点	216
二、灌水器的种类	217
三、滴灌的水量分布	221
第三节 微喷灌	222
一、微喷头的类型	222
二、微喷头的安装	225
三、微喷头的性能参数	226
四、两种微喷头的对比	227
第四节 潮汐灌	229
一、潮汐灌特点	229
二、工作原理	229
三、主要设备	230
第五节 其他微灌技术	232
一、微喷带	232
二、喷灌机	233
三、渗灌	234
四、水培供水系统	234
五、喷雾栽培的灌溉	234
六、立体栽培的灌溉	235
第六节 微灌系统的配套设备	235
一、水源设备	236
二、过滤设备	238

三、施肥(施药)设备·····	241
四、调控与量测设备·····	245
五、管材管件·····	247
六、自动控制装置·····	250
第八章 温室无土栽培及设施·····	256
第一节 无土栽培的定义与分类·····	256
一、无土栽培的定义与应用·····	256
二、无土栽培的分类及其特点·····	257
第二节 无土栽培营养液及其调配·····	263
一、营养液配方·····	263
二、营养液的电导度和酸碱度·····	264
三、营养液制备·····	265
四、营养液的调整·····	266
五、营养液的增氧措施·····	267
第三节 常用无土栽培系统及其设备·····	267
一、水培系统·····	268
二、基质栽培系统·····	272
第九章 温室补光·····	282
第一节 光照的基本概念·····	282
一、光照术语·····	282
二、光照单位之间的换算·····	285
第二节 作物对光照的要求·····	288
一、光质与作物的生长·····	288
二、光照量与光合作用·····	288
三、光周期对光照的基本要求·····	290
第三节 人工光源的种类与特性·····	291
一、人工光源的选择标准·····	291
二、温室常用人工光源·····	292
第四节 人工光照的计算与调节·····	296
一、光源的类型·····	297
二、点光源逐点计算法·····	297
三、单位容量法·····	298
四、利用系数法·····	298
第五节 光照测量与控制·····	299

一、光照测量	299
二、光照控制	300
第十章 温室 CO₂ 施肥	302
第一节 CO ₂ 施肥原理	302
一、CO ₂ 与生物环境	302
二、温室内 CO ₂ 的分布	303
三、CO ₂ 与植物生长发育	304
四、CO ₂ 施肥情况下的栽培管理特点	307
第二节 CO ₂ 施肥技术	308
一、CO ₂ 施肥的适宜浓度	308
二、CO ₂ 施肥的时间	308
三、CO ₂ 施肥方法	309
第三节 CO ₂ 施肥的测控	315
一、CO ₂ 施用量的确定	315
二、红外线 CO ₂ 测试仪	315
三、CO ₂ 施肥的控制方式	316
第十一章 温室环境控制	319
第一节 温室控制系统概述	319
一、手动控制系统	319
二、自动控制系统	319
第二节 信息检测和报警系统	322
一、信息检测系统	322
二、报警系统	327
第三节 执行机构子系统的控制	328
一、正反转设备控制原理	328
二、开/关控制设备控制原理	330
第四节 计算机控制系统	333
一、温室控制系统的作用与必要性	334
二、温室控制系统的组成	335
三、控制系统的主要功能	336
四、分布式智能化温室计算机控制系统	337
五、温室控制系统的发展趋势	337
第五节 温室供配电工程	339
一、供电方式	339
二、供配电系统的继电保护	339

第六节 照明器具及电器附件选择	340
一、概述	340
二、灯具	341
三、开关、插座	341
第七节 温室配电线路	342
一、电线、电缆截面的选择	342
二、电线、电缆敷设方式的选择	343
三、防雷保护与接地装置	344
四、接地与安全	345
 第十二章 温室节能	 346
第一节 温室建设节能技术	347
一、温室选址与规划中的节能意识	347
二、温室整体设计中应考虑的节能措施	348
三、温室单体与构造设计中的节能方法	351
四、地源热泵技术	358
五、温室电气设计的节能措施	359
第二节 温室运行管理节能技术	362
一、改进温室的温度管理模式	362
二、温室地下热交换系统	364
三、采用活动栽培床, 提高地面利用率	365
 第十三章 温室生产用机具与设备	 366
第一节 耕整地机械	366
一、犁	366
二、旋耕机	368
三、微型耕作机	370
四、地膜覆盖机	371
第二节 育苗设备	376
一、种子精量播种机	376
二、催芽室及其环境调控设备	379
三、自动嫁接设备	382
四、幼苗移栽设备	384
第三节 植保机械	386
一、喷雾机	387
二、喷粉机	390

三、喷烟机·····	392
四、硫黄熏蒸器·····	394
五、生物诱杀器·····	394
第四节 消毒设备·····	396
一、基质消毒设备·····	396
二、营养液消毒设备·····	399
三、土壤消毒设备·····	403
第五节 输送机械设备·····	406
一、中小型传送带·····	406
二、物流输送链·····	408
第六节 采收包装机械·····	410
一、采收机械·····	410
二、预冷机械·····	412
三、分级机·····	413
四、清洗机·····	414
五、包装机·····	416
第七节 日光温室卷帘机·····	417
一、手动卷帘机·····	417
二、电动卷帘机·····	417
 第十四章 温室项目投资与效益分析·····	 420
第一节 投资估算·····	420
一、建设投资·····	420
二、建设期利息·····	425
三、流动资金·····	425
第二节 财务估算·····	426
一、成本费用估算·····	426
二、营业收入估算·····	430
三、税费及附加估算·····	430
第三节 财务评价·····	431
一、财务评价的含义·····	431
二、财务评价步骤·····	431
三、基本财务报表·····	432
四、财务盈利能力分析·····	439
五、清偿能力分析·····	441

第十五章 温室建设项目管理	443
第一节 温室建设项目的概念及管理模式	443
一、温室建设项目.....	443
二、温室工程建设项目种类及层次.....	444
三、温室工程建设项目管理模式.....	445
四、温室建设项目管理的主要内容.....	447
第二节 温室建设项目合同管理	447
一、合同类型.....	448
二、合同管理.....	449
三、合同管理中的风险问题.....	450
四、合同管理中的工程索赔问题.....	451
第三节 温室建设项目招投标管理	452
一、建设项目招投标的概念.....	452
二、温室建设项目招标程序.....	453
第四节 温室工程施工组织管理	458
一、温室工程项目的工作分解结构.....	458
二、施工组织计划.....	460
三、温室施工与安装.....	464
四、计算机辅助管理.....	466
第五节 温室工程进度、质量和成本三大控制的平衡	469
一、三大控制之间的关系.....	469
二、温室工程进度控制.....	470
三、温室工程质量控制.....	471
四、温室工程成本控制.....	472
第六节 温室工程质量验收	473
一、土建工程.....	473
二、钢结构工程.....	474
三、透光覆盖材料工程.....	474
四、开窗系统.....	474
五、内外遮阳系统.....	474
六、活动式栽培床.....	475
七、建筑设备.....	475
八、工程整体验收.....	475
附录	477
附录一 温室工程承包合同书(示例)	477