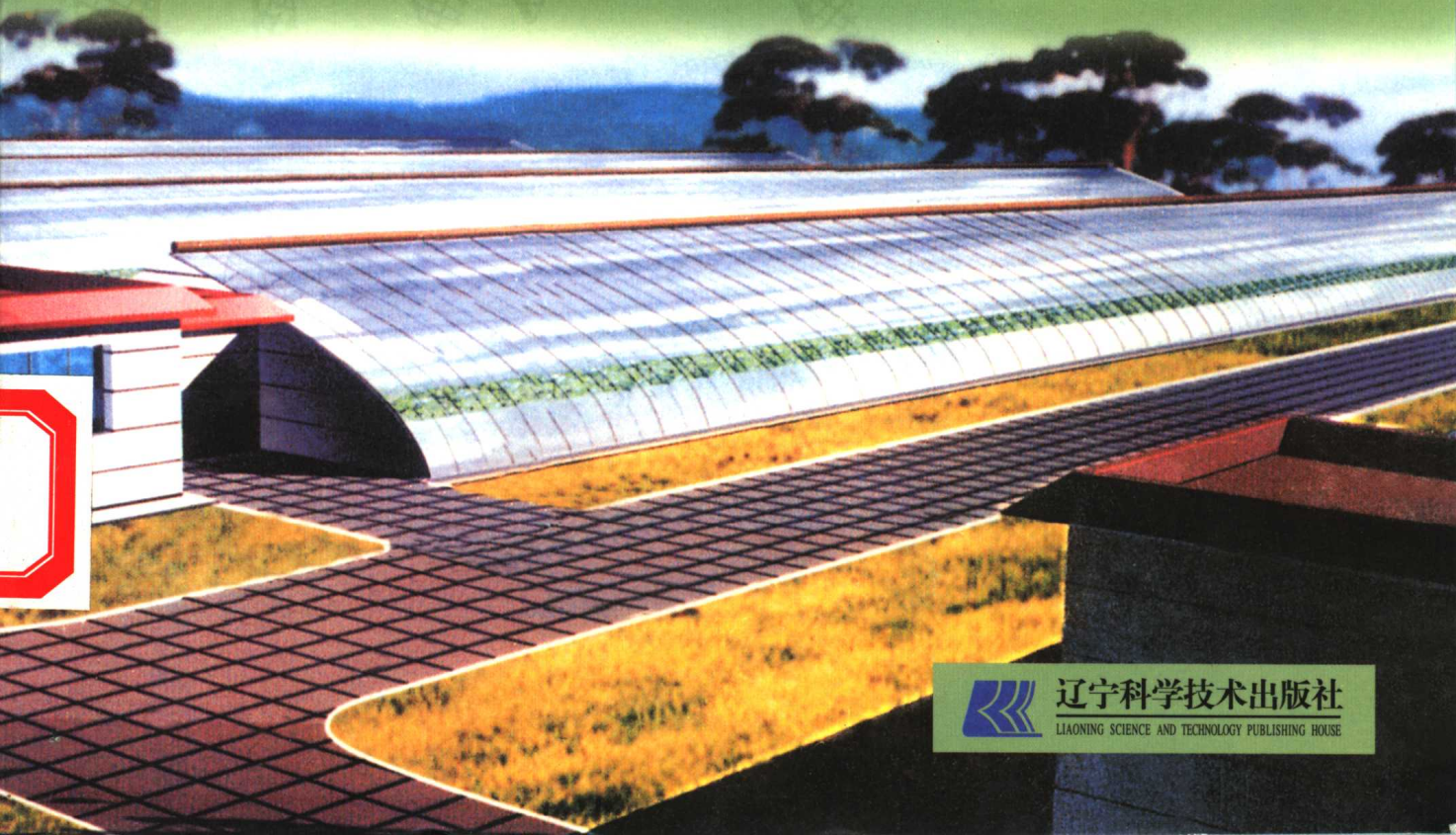


Danpo Wenshi
Sheji Yu Jianzao

王铁良 孟少春 主编

单坡温室 设计与建造



辽宁科学技术出版社
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

TU061

M364

单坡温室设计与建造

孟少春 万毅成 董加耕 于兵 主编



辽宁科学技术出版社

·沈阳·

HANGU/11

图书在版编目 (CIP) 数据

单坡温室设计与建造/孟少春等主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2003.1

ISBN 7-5381-3189-2

I. 单… II. 孟… III. ①温室-建筑设计②温室-工程施工 IV. TU261

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 13421 号

出版者: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 朝阳新华印刷厂

发行者: 各地新华书店

开本: 787mm×1092mm 1/16

字数: 454 千字

印张: 20.5

印数: 1~1000

出版时间: 2003 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2003 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 栾世禄 郭健

封面设计: 李若虹

版式设计: 于浪

责任校对: 李雪

定 价: 35.00 元

邮购咨询电话: 024-23284502

联系电话: 024-23284360

E-mail: lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

http://www.lnkj.com.cn

单坡温室设计与建造

编委会名单

主 编	王铁良	孟少春		
副主编	迟道才	苏振邦	贾福元	李广波
	郑守诚	薛文革		
编 者	王 瑄	佟国红	白义奎	纪明喜
	李文果	戴亚东	刘文合	杨延杰
	李 波	宓永宁	梁建坤	郭成久
	高真伟	张 鹰	苏丹丹	苏东屏
	刘 罡	姚 丽	王 红	赵海宏
	张秀燕	白 冰	高明慧	杜景顺
	李 东	谢立群		

前 言

众所周知，粮食、人口、资源、环境一直是世界面临的重大问题，我国也不例外。我国资源短缺，特别是水土资源人均占有量少，并且人口不断增加、耕地不断减少，因此，提高单位面积的产量和质量，发展设施农业势在必行。我国的设施农业虽然起步较晚，但发展速度很快，据有关部门统计，至1998年底，全国以蔬菜栽培为主体的设施园艺面积已达86.7万公顷(约1300万亩)，居世界首位，比1981年增长了120倍，人均占有保护地面积7平方米。设施蔬菜人均年占有量为33千克，比1981年增长164倍，在相关领域的研究工作也取得了可喜的进展。但从总体上看，我国的设施农业与发达国家相比差距还比较大，表现为设施简陋，抵御自然灾害的能力差，环境调控程度低，劳动生产率低，因此效益普遍偏低。究其原因，除了栽培技术、病虫害防治、管理水平及市场方面的因素外，设施本身在规划设计方面的不合理也是一个重要的影响因素。

为了缩小与发达国家的差距，加速我国由传统农业向现代农业转变、由粗放经营向集约经营转变，国家科学技术部(原国家科学技术委员会)不失时机地推出了“九五”国家重大农业科技产业项目——工厂化高效农业示范工程，并于1997年正式启动，选择了在全国代表不同自然生态区、蔬菜供需矛盾突出、经济较发展、科技力量雄厚并且前期研究基础较好的三省两市(辽宁省、浙江省、广东省和北京市、上海市)率先组织实施，计划建成科技示范区167公顷(约2500亩)，工程示范区667公顷(约1万亩)和延伸辐射区6670公顷(约10万亩)，以在全国起到示范带动作用。

工厂化高效农业示范工程的启动标志着我国设施农业的发展将进入一个新阶段。所谓工厂化农业是指在相对可控环境条件下，采用工业化生产，实现集约高效及可持续发展的现代(超前)生产方式。工厂化高效农业示范工程项目实施的总体目标是瞄准21世纪农业发展趋势，集成国内外农业高新技术，建设以市场为导向、以科技为先导、以产业为目标的科技经济一体化的超前示范先进模式，使示范区设施农业技术达到90年代国际先进水平。为保证项目的顺利实施，保证全国最优秀的科技力量进入该工程，并本着公开、公平、公正的原则，将项目分解为13个专题在全国招标，旨在从设施与环境控制、种子种苗、种植栽培、病虫害防治、采后处理等方面进行技术与示范，探索出一条适合我国国情的发展新路子，起到总结提高、集成创新、超前示范、引导发展的作用。这项工程的启动对推进我国农业现代化的进程无疑是一个重大举措。

沈阳农业大学联合沈阳农业科技开发院和鞍山市园艺科学研究所对“东北型节能日光温室结构及调控设施的优化设计与实施”这一专题进行了联合投标并一举中标，于1997年9月正式开始实施。后又吸纳辽宁农业职业技术学院(原辽宁熊岳农业高等专科学校)、中国科学院沈阳科学仪器研制中心和抚顺市水利科学研究所共同协作，在各

级科委的正确领导和大力支持下，经过四年的联合攻关，超额完成了专题的预定任务，并通过了专家的验收和鉴定，结论是“……其优化设计的成果，达到了国际先进水平”。推出的辽沈Ⅰ型日光温室以其采光好、增温快、保温好、空间大、承载力高、经久耐用、配套设施齐全等特点而受到各级领导、国内外专家的高度评价和广大用户的欢迎，因此得以迅速推广。目前辽宁分项的各示范区均已超额完成了预定的示范推广面积，以辽沈Ⅰ型日光温室为主体的各类农业高新技术示范园区和种植基地已得到普遍推广，效果很好。本专题与其他两省两市承担的温室研究专题以“工厂化农业温室及配套设施研制”为名称被科学技术部、财政部、国家计划委员会和国家经济贸易委员会评为“九五”国家重点科技攻关计划优秀科技成果。

我国能源紧缺且价格昂贵，在中北部广大寒冷地区，要发展工厂化高效农业，在今后一个较长的时期内，必须以节能日光温室为主要生产设施，以清洁廉价的太阳光为主要能源。如果规划设计科学合理，可望在北纬 42° 地区，基本不加温（连阴天、极冷天少量加温）实现蔬菜的越冬生产。辽沈Ⅰ型日光温室达到了这个目标。为了把有关的研究成果及时进行总结，以期通过交流使温室技术不断完善，同时也是适应我国农业产业结构调整 and 西部大开发战略的需要，特编写本书。

参加本书编写者为东北型节能日光温室的研制、开发、推广人员和长期从事温室工程设计与施工的高级工程技术人员，主要内容是单坡温室（含日光温室和玻璃温室）的设计和施工，力求做到深入浅出。但考虑到不同层面的读者和书籍的篇幅，因此对于研究内容中太专业化的部分（如动态规划法对采光面进行优化、地中热交换、环境因子监控仪的研制等）未予详细写出。由于水平所限和时间仓促，书中错误与不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2002年12月

目 录

第一章 温室设计基础	1
第一节 温室的基本类型	1
第二节 温室设计的原则及要求	13
第三节 单坡温室的设计荷载	15
第四节 温室的覆盖材料	21
第二章 日光温室的建筑与结构设计	36
第一节 日光温室的剖面几何参数及平、立、剖面设计	36
第二节 日光温室的采光设计	41
第三节 日光温室的保温设计	46
第四节 日光温室的承重钢骨架设计	56
第五节 日光温室的墙体设计	67
第六节 日光温室的基础设计	69
第三章 日光温室的配套设施	73
第一节 机械卷帘系统	73
第二节 外覆盖保温被	76
第三节 备用加温设备	77
第四节 手动机械卷膜放风装置	79
第五节 夏季降温措施	80
第六节 CO ₂ 施肥装置	81
第四章 单坡玻璃温室的建筑与结构设计	84
第一节 单坡玻璃温室的建筑设计	84
第二节 采光面钢屋盖设计	89
第三节 钢筋混凝土结构构件设计	112
第五章 温室的水系统	141
第一节 概述	141
第二节 温室灌溉系统的组成与分类	143

第三节	常用灌水器	145
第四节	过滤设备	160
第五节	施肥(施药)装置	170
第六节	管网系统	173
第七节	温室水系统控制、保护装置与量测仪表	177
第八节	温室水系统自动控制设备	185
第九节	节能型温室灌溉系统——重力滴灌	188
第十节	温室灌溉系统的规划	191
第十一节	温室水系统设计原理	193
第十二节	微灌工程的施工、安装及运行管理	202
第十三节	温室微灌系统的设计实例	204
第十四节	无土栽培的水肥系统	222
第六章 单坡温室的采暖与通风		236
第一节	单坡温室的采暖	236
第二节	单坡温室的通风换气	246
第三节	设计实例	247
第七章 单坡温室的供电设计		251
第一节	温室的照明设计	251
第二节	配电系统设计	260
第八章 温室区的规划		275
第一节	温室区的场地选择	276
第二节	温室的方位与间距	276
第三节	温室区的规划要点	278
第九章 单坡温室的建造		280
第一节	温室建设场地的施工控制测量	280
第二节	温室的施工放样	284
第三节	温室的施工	287
附表		298
参考文献		317

第一章 温室设计基础

第一节 温室的基本类型

一、按是否加温分类

(一) 加温温室

温室主要靠采暖设备进行供热来维持室内的温度，否则不能进行冬季生产，称这种温室为加温温室。

(二) 日光温室

冬季生产时，室内的热源主要来自太阳光：白天的光和热来自于太阳辐射，夜间的热量主要靠白天蓄积的太阳辐射能量来供给，只有连阴天和极冷天才少量加温（指加温的时间短并且消耗的燃料少），称这种温室为日光温室。

二、按采光面覆盖材料分类

(一) 玻璃温室

采光面用玻璃覆盖的温室称为玻璃温室。通常有单层玻璃（一般为5mm厚）、双层中空玻璃等，有时还采用钢化玻璃以提高抗冰雹能力。

荷兰的温室绝大多数为玻璃温室；日本的玻璃温室约占5%；我国的玻璃温室很少（相对于塑料温室而言），仅用于科研试验等方面。

(二) 塑料温室

采光面用塑料薄膜或各种透光的塑料片材、板材覆盖的温室统称为塑料温室。在我国，大量的生产温室是塑料温室，尤以塑料薄膜覆盖的居多。

三、按用途分类

(一) 生产温室

1. 育苗温室

育苗温室是指专门用来培育蔬菜、果树、花卉幼苗或水稻秧苗、林木苗的温室。这种温室一般都有加温设备，以提高气温和地温，有的还附有催芽室，以加速种子发芽，工厂化育苗温室通常设有组织培养室。

2. 栽培温室

从苗子移入定植直至收获的全过程都在温室里进行，这种温室称为栽培温室。有时在栽培温室内隔出一小部分做育苗用，有时育苗温室在非育苗期间兼做栽培温室用。

3. 养殖温室

用于养殖水产品或畜、禽、虫、蛙等的温室称为养殖温室。

4. 四位一体温室

这是一种适用于庭院生产的能源生态模式，即在温室一端用砖墙隔出一小部分作为猪舍，猪舍下建沼气池，猪舍一角建厕所。人、畜粪尿在沼气池内发酵，产生的沼气用于做饭、点灯，沼液和沼渣作为温室肥料，猪呼出的 CO₂ 用做温室气肥，形成种、养互补的良性循环。通常称温室、猪舍、沼气池、厕所为四位一体，其中猪舍也像温室一样覆盖薄膜是为了保证冬季产生沼气所需的温度。

(二) 试验温室

1. 人工气候室

在温室内，人工创造出适合不同作物生长的严格的环境条件，进行专门目的的试验研究，温、光、水、肥、气 (CO₂) 等环境因子均由微机实行自动监测与控制。这种温室是专门用来进行科学研究而不是用于生产的，造价很高。代表现代工厂化农业最高水平的植物工厂在发达国家如日本、美国、英国、奥地利、丹麦等都有建造。

2. 普通实验温室

这类温室用于普通规模的各种植物栽培试验、各种设施设备的应用试验等，常建于科研机构、学校及具有一定规模的温室生产企业。单体建筑面积不大，但环境因子调控设备比较齐全，如要有光照 (人工补光)、加温、降温、加湿、除湿、通风、灌溉、施肥 (含 CO₂ 施肥) 等基本设备。普通实验温室平面和空间分隔较灵活，以满足不同的实验要求。

3. 杂交育种温室

这种温室专门用于人工杂交培育新品种。为防止昆虫飞入干扰杂交因子，温室的防护措施比较严格，如设置双层门及纱门，通风口设防虫网等。

4. 病虫害检疫温室

这种温室用于对引进或出口的植物进行检疫消毒，对病、虫侵害的植物进行隔离防治，也可专门用于培养各种病菌和害虫，观察其生活习性、对作物危害情况及其防治的效果等。这种温室应建在全年主导风向的下风头，并离其他温室较远。温室要求更加严格的防护措施，如在进出口设双层门并加纱门，通风口设防虫网，严防昆虫等从各种渠道进入温室，并设消毒间，对所用工具、材料等进行消毒。

(三) 展览温室和销售温室

展览温室一般建于植物园、公园或其他公共场所内，也可在城市中辟地单建，用来陈列各种名贵植物供人们观赏。这种温室除具有一般温室的功能外，还要求建筑造型美观、与周围的环境相协调并便于管理，尤其是陈列设施的摆放要方便游人出入，道路畅通不交叉，游人行走路线明确，以免相互干扰造成混乱。

销售温室一般建于生产温室附近或与生产温室连在一起，以减少搬运距离。这类温室要具有宽敞的搬运过道和大门，足够的陈列设备，齐全的采暖、供水等设施，并要有美观、实用的包装，冬季的包装要避免在运输过程中冻坏植物。

展览温室和销售温室经常是合二为一的，如举办各种花卉展销会的温室、兴建的各

类花城等就属于这种类型。随着人民生活水平的提高，各种旅游观光农业悄然兴起，集观赏、展览、销售、餐饮、休闲度假于一身的温室备受青睐。

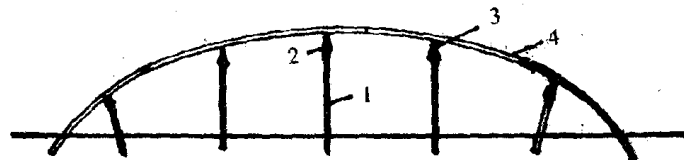
四、按建筑材料分类

(一) 竹木结构大棚和温室

通常把骨架外覆盖塑料薄膜而没有墙体和后坡、不能越冬生产的设施称为大棚，又叫春棚、冷棚；把有后墙和后坡、前坡面采光并能越冬生产的设施称为温室。

1. 竹木结构塑料大棚

竹木结构塑料大棚外形为拱圆形，多为南北走向，虽比东西走向进光量少，但光照均匀。大棚内部有多排由圆木或竹杆做的立柱，柱上放置木梁或竹梁，梁上每隔 0.6~0.9m 设一根高约 25cm 的小短柱，柱顶固定竹片拱杆。为增加耐久性，可把竹木立柱改为钢筋混凝土预制柱。设置短柱的目的是避免压膜线与梁接触而磨坏薄膜，见图 1-1-1。



1. 木柱 2. 木梁 3. 短木柱 4. 竹片

图 1-1-1 竹木结构塑料大棚

2. 竹木结构土墙日光温室

这种温室的墙体为土墙，沿纵向有一排至多排木柱或钢筋混凝土预制柱，用竹片做

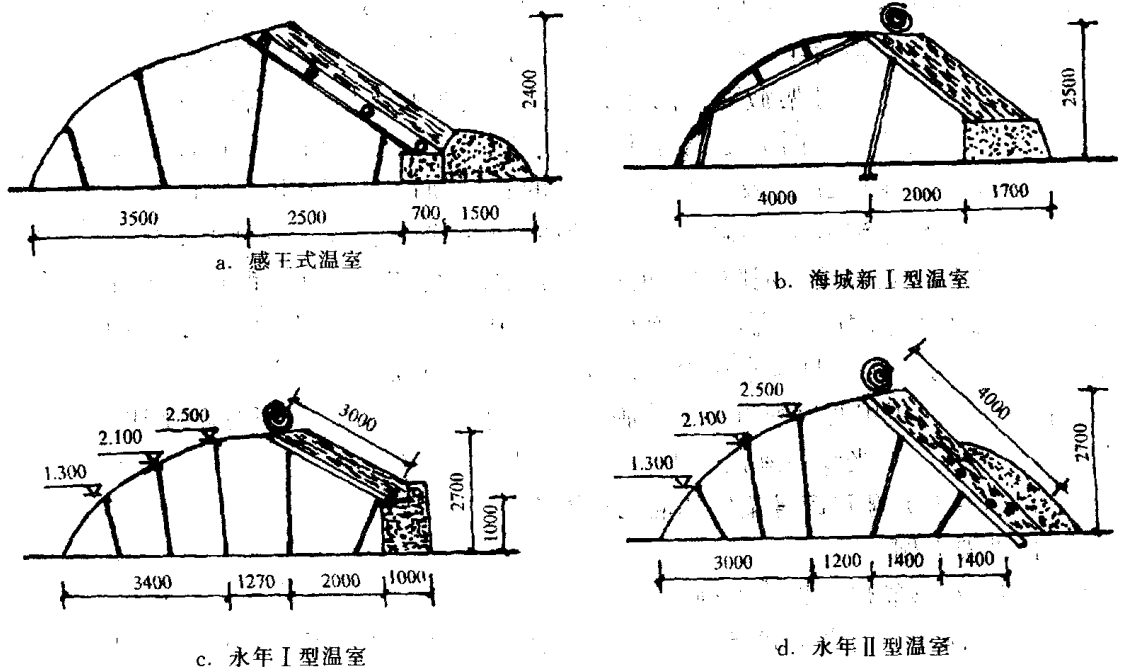


图 1-1-2 竹木结构土墙日光温室

拱杆，覆盖材料为塑料薄膜。图 1-1-2 给出几种这类温室的实例。其中，图 a 为辽宁省海城市感王镇最早使用的日光温室，称为感王式温室。它的跨度一般为 5.5~6m，中脊高 2.4m，后墙为土墙，高约 0.6m，厚 1m 以上。后部结构为木柱上斜向放木柁（柱与柁间距均约 3m），柁上放 4~5 道木檩，其上用秸秆、碎草保温，用旧塑料膜和草泥防水，后屋面的厚度达 50~60cm。前屋面有两排柱，柱上设梁（木或竹制），梁上是竹片拱杆，用塑料薄膜覆盖。这种温室造价低，材料来源广泛，保温性能较好，缺点是后坡较长，后部弱光区面积较大。这种温室夏季一般不生产。图 b 为海城新 I 型温室，与感王式温室相比取消了前坡的立柱而改用竹木结构桁架式的加强架，加强架的做法如下：在靠近前底脚处沿纵向设一排高约 0.8m 的木桩，间距与柁的间距相等（约 3m），桩与柁头间设横梁，横梁上设纵梁，纵梁上设短柱以支撑竹片拱杆，拱杆间距 0.6m，上端固定于脊檩上，下端埋入土中。这种温室比感王式温室有所改进，但前部仍显低矮。图 c 和图 d 分别为永年 I 型温室和永年 II 型温室。永年 I 型温室与感王式温室相比，后墙高、脊高和跨度有所增加，改善了作业条件；永年 II 型是一种长后坡无后墙温室，是专门为稻田和棉田冬闲时进行蔬菜生产而设计的，不设后墙是为了减少对地面的破坏并有利于多次拆装。

（二）混合结构日光温室

所谓混合结构是指以下结构：墙体为砖或石墙，前坡为竹木骨架或钢竹混合骨架；或者墙体为土墙，前坡为钢骨架或钢竹混合骨架。这类温室至少有一排柱子用以支撑后坡的荷载，柱通常为木柱或钢筋混凝土预制柱。图 1-1-3 给出两种混合结构日光温室的例子，其中图 a 为海城新 II 型温室，与海城新 I 型温室不同之处是，改木加强架为钢加强架，间距仍为 3m，上弦用 6 分钢管，下弦用 $\phi 10$ 或 $\phi 12$ 钢筋，腹杆用 $\phi 10$ 钢筋焊接而成，系杆用木杆或竹竿，拱杆仍为竹片，墙体仍为土墙，其余结构也基本同海城新 I 型温室。由于减小了骨架截面，因此减少了对光线的遮挡，前部作业条件也有所改善，承载能力有所增加。图 b 是瓦房店等辽南地区大量采用的琴弦式日光温室，跨度 7m，脊高 3m，后墙高 2m，墙体用当地盛产的石材砌筑，后坡由一排钢筋混凝土预制柱支撑，柱上为钢筋混凝土预制梁，梁与后墙之间搭钢筋混凝土预制板，其上放秸秆等保温材料，再用塑料膜及草泥防水。前坡通常无柱，每隔 3m 有一钢管与钢筋焊接的加强桁架，上端与梁锚固，下端支于前柱（高约 0.8m）上。加强架上弦沿纵向每隔约 30cm 拉一道 8 号铁线，两端连在山墙外埋入地下的地锚。8 号线上覆塑料膜，两加强桁架间按 75cm 间距用两道细竹竿把薄膜夹住并用细铁丝绑紧。这种温室跨度、脊高比前几种有所增加，对光线的遮挡较少，不足之处是施工较麻烦。

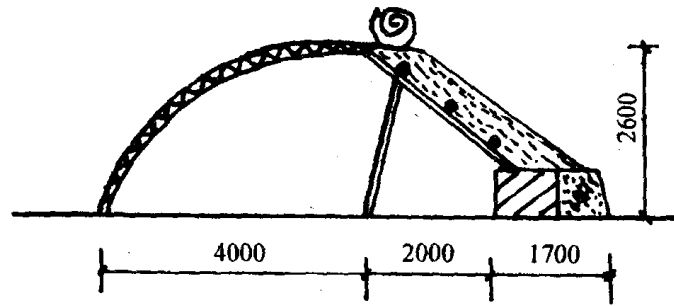
（三）钢骨架大棚和钢骨架砌体墙无柱温室

1. 钢骨架大棚

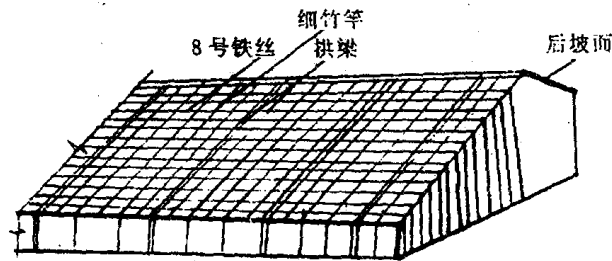
（1）钢管和钢筋焊接骨架大棚

为了增加跨度、提高承载能力并使室内无柱、便于作业，采用两铰拱式钢平面桁架是理想的选择，其跨度可达 8~12m 甚至更大，脊高 2.6~3.5m，所用材料视跨度及荷载情况经计算确定，通常上弦用 4 分或 6 分钢管、下弦用 $\phi 12$ 或 $\phi 14$ 钢筋、腹杆用 $\phi 8$ 或 $\phi 10$ 钢筋焊接而成，纵向设 5~7 道系杆，骨架间距约 1m，系杆与骨架采用装配式螺

栓连接，便于运输和安装。较早的产品有鞍山市园艺科学研究所生产的鞍Ⅰ型塑料大棚骨架，如图1-1-4所示。



a. 海城新Ⅱ型温室



b. 琴弦式日光温室

图1-1-3 混合结构日光温室

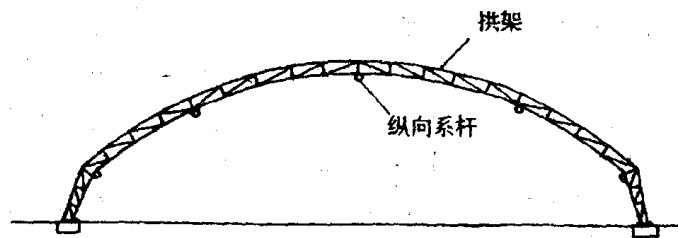
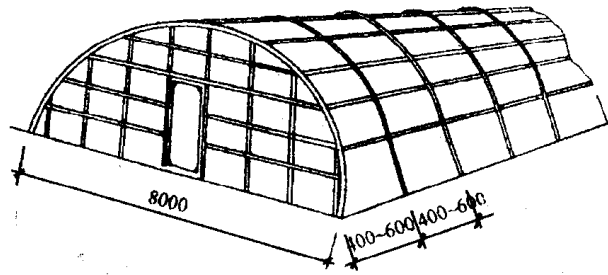


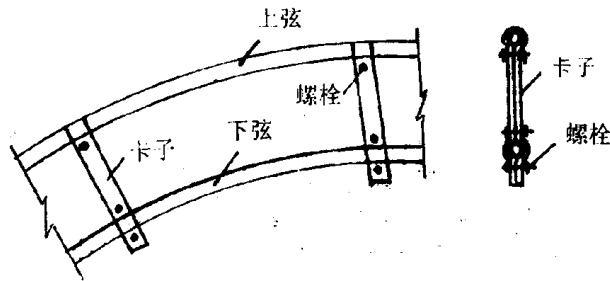
图1-1-4 鞍Ⅰ型塑料大棚

(2) 镀锌薄壁钢管装配式骨架大棚

这种大棚的拱杆、纵向系杆、端头立柱均为热镀锌薄壁钢管，直径25~32mm，壁厚1.2~2.5mm，防锈性能好。跨度通常为6~12m，肩高1.0~1.8m，脊高2.5~3.2m，拱架间距0.4~1.2m，纵向设多道系杆，固膜采用卡膜槽与卡丝。若大棚跨度较小，可用单根管做拱杆，其间距为0.4~0.6m，各部位结点处均用特制连接件用螺栓或卡子连接并可方便地拆装，如图1-1-5a所示；若大棚跨度较大，可用双管拱架，上下弦均为钢管，间距约200mm，每隔0.5m左右用一根特制的钢卡子把上、下弦夹紧，然后用螺栓连接，不另外设腹杆，其连接如图1-1-5b所示。采用双管拱架时，其间距可增至0.9~1.2m。这种拱架安装方便、耐腐蚀性能好，但整体刚度不如焊接钢骨架，已形成系列产品，且有专门的厂家生产。



a. 单管拱架大棚



b. 双管拱架连接示意

图 1-1-5 镀锌薄壁钢管装配式骨架大棚

2. 钢骨架砌体墙无柱温室

(1) 鞍Ⅱ型日光温室

这是鞍山市园艺科学研究所研制的钢骨架砖墙日光温室，该所也生产销售温室骨架，在国内起步较早并有较大的影响。承重骨架采用钢平面桁架，上弦用钢管、下弦和腹杆用钢筋焊接而成，纵向四道系杆与骨架螺栓连接，骨架间距0.8~0.9m。墙体为两层砖墙中间夹珍珠岩等隔热材料，温室覆盖材料为塑料薄膜。这是国内最早的非立柱日光温室，采光、保温效果均较好。鞍Ⅱ型日光温室见图1-1-6。

近年，鞍山市园艺科学研究所又推出鞍Ⅲ型日光温室，跨度为6m、7m、8m三种，最大脊高3.5m，各项性能比鞍Ⅱ型又有所改进和提高。

(2) 辽沈Ⅰ型日光温室

这是沈阳农业大学等单位为工厂化高效农业示范工程（国家“九五”重大科技产业工程）的实施而研制的东北型节能日光温室中的一种类型。辽沈Ⅰ型日光温室的跨度分为6.0m、6.5m、7.0m和7.5m四种，脊高分别为2.9m、3.1m、3.3m和3.5m。承重骨架为全镀锌装配式两铰拱钢平面桁架，间距0.85m，上弦用4分厚壁管（ $\phi 21.25 \times 2.75$ ）、下弦用 $\phi 12 \sim \phi 14$ 钢筋、腹杆用 $\phi 8$ 钢筋焊接而成，纵向设4~6道系杆，与骨架螺栓连接。屋脊鹅顶状的突起既使施工方便（后坡承重板放于上弦上），又保证了保温层在屋脊处的厚度（见图1-1-7）。墙体为两层砖墙内夹聚苯乙烯泡沫塑料板（简称苯板），后坡、防寒沟也用苯板做隔热层，加上良好的外覆盖等保温措施，实现了在北纬 42° 及其以南地区冬季基本不加温（只在连阴天和极冷天少量加温）可越冬进行蔬菜生产的目标。温室耐久年限可达20年，覆盖材料为塑料薄膜。

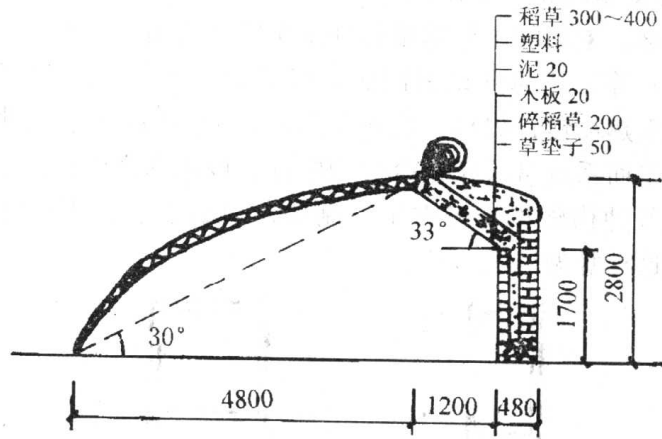


图 1-1-6 鞍Ⅱ型日光温室

(3) 钢骨架玻璃温室

以单坡单栋温室为例。温室前坡为玻璃覆盖，因此不能做成拱圆形，通常有一面坡式（室内需下卧，否则前部作业不便）、两折式（前坡直立或倾斜）和三折式。图 1-1-8 给出天津三折式玻璃温室剖面图，前坡钢桁架承重，玻璃覆盖，后坡荷载由钢筋混凝土斜梁传给钢筋混凝土柱，再传给柱下独立基础，墙体可做成填充墙。

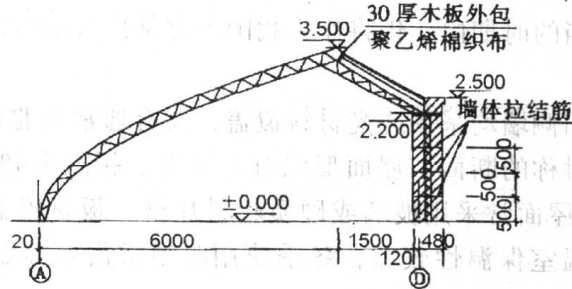


图 1-1-7 辽沈Ⅰ型日光温室

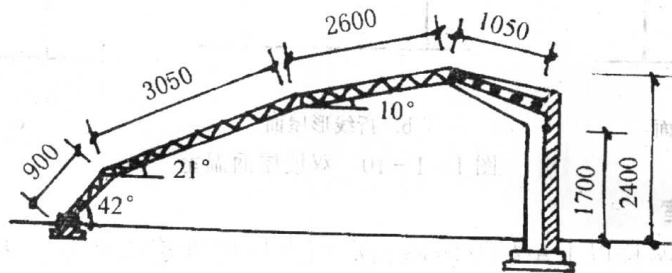


图 1-1-8 天津三折式玻璃温室

3. 热浸镀锌冷弯薄壁型钢骨架温室

这种温室的柱、梁、屋面的主要承重构件采用断面为槽形、内卷边槽形、方管、矩形管（见图 1-1-9）等冷弯薄壁型钢制成，壁厚 2~3mm，是由热轧带钢冷弯成型，为提高防锈能力，采用热浸镀锌处理，使用年限可达 15 年以上。这种温室有单栋形式和连栋形式，门窗和屋面系统常采用铝合金构配件，以达到密闭良好、启闭灵活并减轻自重的目的。温室的各种构配件均可在工厂制作，现场组装，质量有保证，施工速度快，发达国家多采用这种骨架。



图 1-1-9 冷弯薄壁型钢断面图

五、按建筑形式分类

(一) 单栋温室

1. 单坡屋面温室

前面列举的各种温室均属于这种类型。这种温室一般坐北朝南，屋脊东西走向，南向有透明的采光面，北墙、山墙、后坡是不透光的围护结构。我国三北地区大量使用的日光温室和少量的单坡玻璃温室都属于单坡屋面温室。日光温室因其节能的特点，很适合中国的国情，在相当的时期内，仍将作为我国中北部广大地区的主要农业设施。

2. 双坡屋面温室

这种温室的屋面和侧墙均采用透光材料覆盖，屋脊通常南北走向，光照均匀。除特殊需要外，一般采用对称的断面，屋面形状有人字形、折线形和拱圆形（见图 1-1-10）。人字形和折线形屋面常采用玻璃或硬质塑料片材、板材覆盖，拱圆形屋面多采用塑料薄膜覆盖。这种温室保温性较差，冬季使用时通常需要加温。国外这类温室较多见。

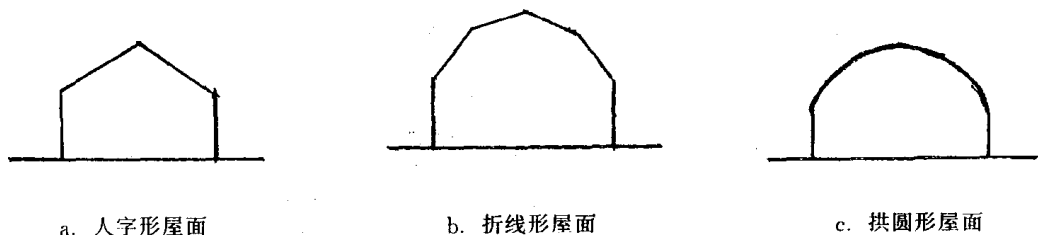


图 1-1-10 双坡屋面温室

(二) 连栋温室

如果把两栋或两栋以上单栋双坡屋面温室在屋檐处连接起来，去掉相连处的侧墙，加上排水的檐沟（即天沟），就构成了连栋温室。为使光照均匀，屋脊多为南北走向。与单栋温室相比，连栋温室节省土地，节省建筑材料，内部空间大，便于集约化管理，因此适合工厂化生产。但在北方寒冷地区，冬季生产耗能大，主要体现在以下几个方

面：内部一般有天幕覆盖而外覆盖较困难，影响保温效果；天沟积雪会加大骨架的荷载，排除积雪时需在室内靠近天沟处设置化雪热管，天沟也对光线造成遮挡；跨数较多时通风困难，需用机械通风，夏季降温耗能也较高。这种温室主要在发达国家使用，其环境因子的监测与控制实现了自动化。下面介绍几种连栋温室，有些在我国也有引进。

1. 荷兰芬洛 (Venlo) 型温室 (图 1-1-11)

芬洛型温室已形成了标准化、定型化产品，又分 A、B、C 三种型号。A 型跨度为 3.0~3.6m，通常取 3.2m，B 型跨度为 6.0~7.2m，通常取 6.4m，且比 A 型减少了柱子的数量，C 型跨度为 6.4~9.2m，与 A、B 型相比，C 型既增加了跨度，又减少了天沟数量，增加了建筑空间，适合于种植高大植物。芬洛型温室屋顶为人字型，以玻璃覆盖，天窗可根据温度的变化进行自动启闭，侧墙采用双层中空玻璃以提高冬季的保温性能。芬洛型玻璃温室的一些具体参数见表 1-1-1。

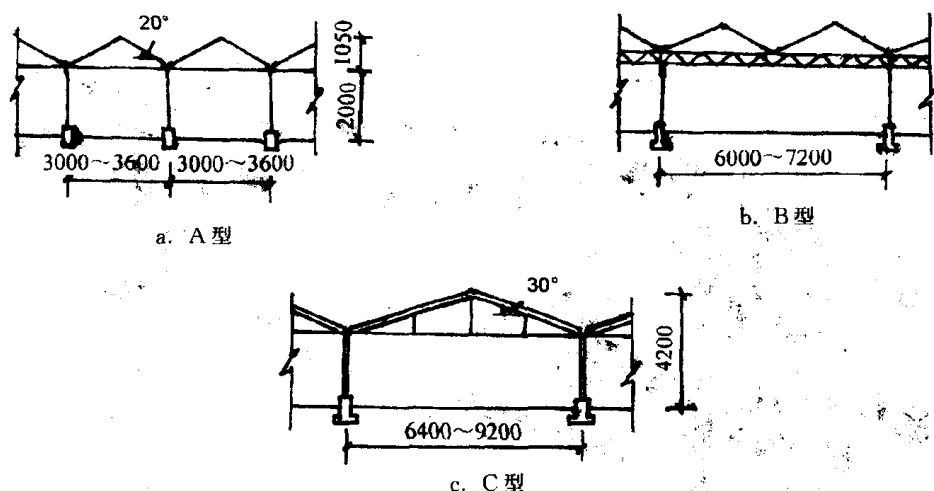


图 1-1-11 荷兰芬洛 (Venlo) 型温室

表 1-1-1 荷兰芬洛型玻璃温室标准规格表

项 目	A 型	B 型	C 型
跨 度 (m)	3.2	6.4	6.4~9.2
屋面坡度 (°)	20	20	30
侧 高 (m)	2.5	2.5	2.5
顶 高 (m)	3.05	3.05	4.2
结构材料	钢 + 铝合金	钢 + 铝合金	钢 + 铝合金
玻璃厚度 (mm)	4	4	4

2. 胖龙 (邯郸) 温室工程有限公司的连栋温室

该公司的关键技术主要来自美国，生产的连栋温室有以下型号：

(1) XA 型温室系列，如图 1-1-12 所示。其中图 a 为 XA-100 型，跨度 10m，柱距 1.9m，顶高 5.35m，雨槽下净高 2.5m；图 b 为 XA-210 型，跨度 6.4m，柱距 1.9m，顶高 4.75m，雨槽下净高 2.13m。这两种型号又各自分为 A 型和 B 型，其区别是骨架材料和承载力不同：A 型骨架由进口三层防护（镀锌、铬化、高分子涂层）温室专用钢管构成，抗雪载 0.30kN/m^2 ，B 型骨架由国产热镀锌钢管构成，抗雪载 0.225kN/m^2 ，两者抗风载均为 0.50kN/m^2 。覆盖材料为进口聚乙烯长寿膜，双层充气，用聚碳