

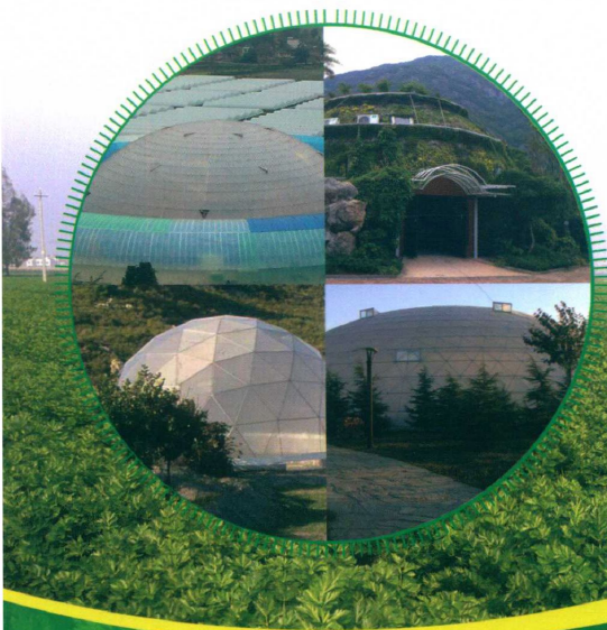


军队农副业生产技术丛书

NIAOCHAOWENSHIKAIFAYULIYONG

鸟巢温室开发与利用

中央军委后勤保障部军需能源局 编



解放军出版社

◆军队农副业生产技术丛书

鸟巢温室开发与利用

中央军委后勤保障部军需能源局 编

解放军出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

鸟巢温室开发与利用 / 徐伟忠, 杨连成编. —北京: 解放军出版社, 2016. 3

ISBN 978 - 7 - 5065 - 7185 - 2

I. ①乌… II. ①徐…②杨 III. ①温室—基本知识 IV. ①S625

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 034250 号

书 名: 鸟巢温室开发与利用

编 者: 徐伟忠 杨连成

责任编辑: 张晋生 余彦隆

装帧设计: 江林春

出版发行: 解放军出版社

社 址: 北京市西城区地安门西大街 40 号 邮编: 100035

电 话: 66531659

E - Mail: jfwybs@public. bta. net. cn

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京市朝阳区燕华印刷厂

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 450 千字

印 张: 12.75

印 数: 1 ~ 1000 册

版 次: 2016 年 08 月第 1 版

印 次: 2016 年 08 月北京第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5065 - 7185 - 2

定 价: 52.00 元

(如有印刷、装订错误, 请寄本社发行部调换)

《军队农副业生产技术丛书》

编辑委员会

顾 问：杨其长

主 任：关节福

副主任：佟胜海

委 员：张绍青 侯晓明 邵春渝 侯志华 仇多清
杨连成 段帅红 刘支平 姜凤宝 睦 艺

主 编：徐伟忠 杨连成

副主编：段帅红 邓伟杰 程瑞锋 张 义 仝宇欣
陈银华 林伟洋

编 写：陈晓利 陈 锴 徐 勇 敬 军 邓思源
夏水平 范青山 许如意 李 琨 王 君
卢 威 周 升 周 波 李志鹏

前 言

为贯彻落实科技强军和现代后勤建设的要求，依靠科技促进部队农副业生产发展，根据部队科技兴农工作和农技人员学习培训的需要，我们通过调研选题，组织有关专家编写了这套《军队农副业生产技术丛书》。

《丛书》包括《物理农业》、《未来农业》、《植物水生诱变技术》、《植物非试管快繁技术》、《蔬菜工厂化生产技术》、《鸟巢温室开发与利用》和《蔬菜气雾栽培实用技术》等7本，其内容基本涵盖当前试验、推广、应用的农业新知识和新技术，一定程度上代表着现代农业的发展方向和趋势。其中，《物理农业》介绍电、磁、声、波、场、纳米等物理手段对植物生长发育的影响，以及在农业生产中的实际运用；《未来农业》讲述随着社会需求和科学技术的发展，农业生产的功能拓展和形式手段变化；《植物水生诱变技术》讲述区别于传统土壤栽培方式，采用技术手段，激发植物在水环境条件下的生长潜能，开辟植物生产的新途径；《植物非试管快繁技术》介绍根据生物全息性原理，利用植物组织进行扩繁的育苗技术；《蔬菜工厂化生产技术》讲述利用设施栽培和智能化控制的技术手段，创造不依赖于自然环境的生长条件，进行蔬菜工厂化生产的新模式；《鸟巢温室开发与利用》讲述利用鸟巢结构特点和效能，拓展日光温

室生产功能和应用范围；《蔬菜雾化栽培实用技术》讲述该项技术在生产中的具体应用，包括设施建造、设备选配、操作管理及生产实例等。

《丛书》编写在理论上侧重于技术的基本原理和发展趋势，在实践上侧重于技术的创新性和生产经验，既可供部队农副业生产培训教学使用，也可作为生产人员工作学习参考。

由于时间仓促，加之一些新知识、新技术有待于进一步实践完善，书中错误和不当之处在所难免，恳请读者在工作实践中提出批评指导意见。

——编者

目 录

第一章 鸟巢温室的技术原理及技术路线	(1)
第一节 鸟巢温室的光效应	(3)
第二节 鸟巢温室的保温效应与新型保温技术的组合创新	(4)
第三节 温室内蓄热系统的设计	(6)
第四节 利用球体温室的烟囱效应科学设计通风排气系统	(7)
第五节 冷却塔技术结合使鸟巢温室的封闭栽培成为可能	(8)
第六节 拟森林系统在鸟巢温室气候调节上运用	(9)
第七节 蓝绿藻培养技术对温室能源及气候调节的贡献	(11)
第八节 空间电场技术在鸟巢温室技术中的运用	(12)
第九节 水循环技术的结合运用	(13)
第十节 鸟巢温室的遮阴方案	(14)
第十一节 温室的中心旋梯式撑柱	(15)
第二章 鸟巢温室的种类与建造技术	(16)
第一节 鸟巢温室的种类	(16)
第二节 鸟巢温室设计加工与建造技术	(17)
第三章 鸟巢温室的运用	(21)
第一节 鸟巢温室在农业生产上的运用	(21)

一、鸟巢温室技术与雾培农业结合构建三维耕作的 立体化蔬菜工厂体系	(23)
二、鸟巢温室与农家乐结合构建风格独特的 生态型餐厅	(24)
三、利用鸟巢温室的轻型性构建水上漂浮温室	(25)
第二节 鸟巢温室技术在军耕上的运用	(27)
第三节 鸟巢温室在闭锁型温室设计上的运用	(28)
第四节 鸟巢温室在庭院花园建设运用	(31)
一、100m ² 鸟巢温室型鱼菜共生系统(适合庭院)的设计 ..	(32)
第五节 鸟巢温室构造在农业可持续建筑上运用	(34)
 第四章 鸟巢温室的效益评价	(37)
第一节 生态效益评价	(37)
一、土地资源的评价	(37)
二、水资源评价	(39)
三、碳平衡评价	(40)
四、环境评价	(41)
五、能源评价	(42)
第二节 结合生产案例进行经济效益评价	(43)
一、1256m ² 鸟巢温室属性	(43)
二、内部规划与布局	(46)
三、投资预算	(52)
四、经济效益	(53)
第三节 社会效益评价	(54)
一、构建新农村建设的桥梁	(54)
二、为现代农业的科普教育树立丰碑	(56)

三、让荒漠及沿海滩涂等非耕地变为农业生产基地	(56)
四、退耕还林营造美化人居生态作出更积极主动的贡献 ...	(57)
五、解决落后地区农民住宅及临时救灾庇所	(58)
六、为部队后勤保障做贡献	(59)
七、解决农药残留确保蔬菜安全的有力保障	(60)
八、是农民致富农业转型的主要耕作模式	(60)

第五章 鸟巢温室设计及运用方案参考

(61)

第一节 用于雾培蔬菜工厂建设

(61)

一、1017m² 鸟巢温室型雾培蔬菜工厂

(61)

第二节 用于生态餐厅建设

(64)

一、开放式田园生态餐厅

(1256m² 鸟巢型都市农业主题餐厅设计)

(64)

二、包厢式生态餐厅

(5000m² UFO 型鸟巢生态餐厅)

(67)

三、异形生态餐厅 (1530m² 葫芦形餐厅)

(69)

四、1118m² 鸟巢型生态餐厅

(71)

第三节 用于观光农业示范基地建设

(73)

第四节 用于生态建筑模型建设

(74)

一、鸟巢型水泥喷浆房

(75)

二、地下式生态建筑

(85)

三、世博轴式树屋结构

(89)

四、喷浆式简易凉亭

(91)

第五节 用于庭院温室建设

(91)

第六章 异形鸟巢温室的种类及生产运用	(93)
第一节 适合阳光板覆盖的鸟巢温室	(93)
第二节 地缘为方的鸟巢温室	(94)
第三节 金字塔式鸟巢温室	(95)
一、8100m ² 金字塔型垂直农场设计	(96)
二、900m ² 肥皂泡填充保温型金字塔温室	(99)
第四节 拱架式鸟巢温室	(102)
第五节 环状温室	(102)
第六节 眼睑式鸟巢温室	(103)
第七节 椭圆温室	(104)
第八节 丁字或工字形温室	(104)
第九节 旋转梯田式球形鸟巢温室	(105)
一、706m ² 鸟巢温室型螺旋梯田式的垂直农场设计	(106)
第十节 土楼温室	(110)
一、452m ² 生态酒店	(132)
第十一节 苹果型温室	(138)
第十二节 地缘为梯形的鸟巢	(140)
第十三节 联体拱型鸟巢及雾培运用	(141)
第十四节 联体鸟巢温室	(146)
一、3220m ² 连体鸟巢温室设计分析	(147)
二、5979m ² 东方伊甸园设计	(150)
三、1875m ² 天圆地方型联体鸟巢	(153)
第七章 沙漠温室的开发与利用	(154)
第一节 2000m ² 沙漠温室型无土化蔬菜工厂	(155)

第二节	690m ² 沙漠温室型芽苗菜立体化生产	
	工厂设地	(157)
第三节	2904m ² 沙漠温室型雾培蔬菜工厂设计	(158)
第四节	面积为 6700m ² 的避雨架式雾培专用沙漠	
	温室设计	(159)
第八章	鸟巢三角结构法在设施农业上的另外用途	(166)
第一节	空中梯田式长廊	(166)
第二节	X 型立体培育架	(169)
第三节	巨伞状农业基地门墩	(169)
第四节	鱼菜共生养殖池的钢构法建设	(171)

第一章 鸟巢温室的技术原理及技术路线

自然界是最伟大的，它给人类科学的探索提供了最为直接的思路与启发，就如鸟巢温室，它其实融合运用了自然界鸟筑巢及蜂筑窝的原型技术；鸟在树叉在悬崖等风吹雨打处能用最为简易的草与树枝构建起具有强大柔体抗性的巢穴，不得不令人深思，蜘蛛能用微米级的细丝构建起令飞虫难以挣扎的捕捉网，更是令人惊叹，其实这些都是自然界对力学美妙的最直接展示。其中，鸟筑巢的三角交叉模式正是运用力学结构稳定性的铁三角原理，而蜂窝与蜘蛛网的网格结构则是张拉整体力学的充分诠释；人类的伟大就是对自然的揭示及运用自然原理构建起现代科学之大厦。

鸟巢温室就是在这些自然启示的基础上，结合现代建筑力学与科学的设计工具所创造的一种仿自然而超自然的温室结构，它一改常规温室的常态局部力学模式，形成了能充分体现材料特性及整体张拉力学新结构模型，为温室的创建提供了充分的理论依据；首先从材料的运用上，一改传统温室的长程材料为短程材料，建造普通温室的管材大多6m长左右，这样的长程材料受到外界扭曲后容易变形，而采用1~2m长的管材，就得需用数倍的力量才能让其变形，这就是材料短程化后，使材料的力学得以最大化的发挥；另外普通温室在材料组建时大多采用排列式组建，没有对材料进行三角交叉，

形成局部的铁三角，这样也形成了普通温室局部受力后易变形的原因，而三角结构所形成的稳定性就可以轻松地解决外力变形的问题。从温室整体结构来说，鸟巢温室突破性地迈出了一大步，就是从传统温室的隧道形改为以半球形为主体基础的各种曲面异形温室，但以生产性为主要用途的温室设计大多采用球体结构，因为这种几何结构具有更大的优势。如材料优势，构建同样耕作空间，半球体结构比普通的温室结构至少可以节省 30 ~ 50% 的表面积材料，因为球体具有空间最大化表面积最小化的几何特征；其中空间最大化可以创造出更为空旷的耕作空间，表面积最小化可以达到外界最小的气候干扰，冬季寒冷季节夜晚的辐射降温减小，夏季外界热源传递输入的表面积也减小，这样更利于温室内温度的稳定，更为节能。在同样空间温室情况下，球体结构所受外界气候的影响干扰是最小的，可以节省至少 30 ~ 50% 的温室能耗；表面积最小化的曲面球体结构，在温室的利用上还有一个很大的优势，就是它的迎风面与普通隧道形或其它形状的温室相比，球体曲面结构的受风面是最小的，也就形成了球体最为抗风的特性。这在农业生产上是极为重要的温室性能，可以适合在强风区建造鸟巢；三角交叉所构建的球体曲面结构，从力学角度为了充分地发挥了整体张拉力学，这是普通温室结构所不具备的；也就是像蜘蛛网一样，网一处受触，整个丝网应力，使温室像鸡蛋壳一样，形成了非常强大的鸡蛋壳效应，即使是薄薄的钙质结构，但一旦形成整体平衡张力，就是人也能踩踏而不破，力士手捏而不碎，这就是球体平衡张拉力的神奇效果。所以鸟巢的球体温室通过科学的平衡力结构设计，所构建的张拉力与平衡力，能抵御强大的雪压与风袭，这是鸟巢温室强大抗灾能力形成的主要原因；这些结构上的突破为鸟巢温室构建起一个独特的强大的物理基础空间，是普通构造温室所不能比拟的。那么这种结构是不是就没

有软肋与弱点呢？也不是，这种纯三角构建的球体温室一旦局部受到外力的破坏，整体结构的张力失去后，就会像多米诺骨牌一样，出现连绵效应，会导致整体球体的塌陷；基于这问题，我们就创造出了蜂窝结构与三角结构的空间桁架复合模式，这是蜂窝五边形六边形结构所体现的优势，通过五边形或者六边形的结构分区，形成了力学的局部最大化，一是局部抗击力数倍提高，二是即使局部结构破坏，也能抑制多米诺骨牌效应的发生，有利于进行局部维修而不影响整体。这种蜂窝结构与三角结构的复合结构，所形成的空间桁架式鸟巢温室，具有数倍于单独三角结构的抗性，是当前温室中抗击强度最大的温室，这种复合结构为鸟巢更大空间地构建提供了最为科学的力学基础，可以在原来三角结构的基础上，构建出更大更为壮观的温室结构，为单体温室空间的最大化突破奠定了基础，从原来的单体 200m^2 到现在的 3000m^2 ，使可建的单体温室大小提高了 10 倍；这种基于蜂窝结构与鸟巢三角结构为基础的球体温室在农业生产的气候调节上有哪些方面优势呢，这是研究与生产者最为关注的问题，通过近几年的研究及生产试验，总结出以下几大优势，也通过设计上的创新组合，完善了新型温室产能与运用效果的最佳化最大化，现把鸟巢型温室的科学构造与气候调节优势归纳如下，以供生产及科研借鉴。

第一节 鸟巢温室的光效应

光环境对农业生产来说是极为重要的，是绿色植物进行生物转化的基础，它直接关系到植物的产量与质量；那么鸟巢温室具有哪些光优势与特点呢，普通温室在建造时常受冬季太阳光日偏角的影响而需要确定温室的走向，如南方温室大多采用南北走向，而北方

温室一般采用东西走向，而球体温室是一个多面体结构，不需考虑温室座向的同时，它每个细分体的三角形切面结构，能为光照的入射提高垂直的照射角。也就是太阳光照和角度不管是哪个方向与高度入射，三角切面构建的鸟巢球体，它总有一个面是与光照射垂直的，这样就使温室的光摄入效果达到最佳，而且入射的光线进入球体的多面体内部结构后，可以通过不断的反射而创造最佳的柔性漫光效果，就如影棚光一样，没有温室内的光阴影，这是普通温室所不具备的特点。能为作物生长创造出最佳的光环境，使光资源缺乏的地区或季节，得到最佳的光利用。这种光效果的创造更利于温室内部空间的立体设计耕作，也更利于作物对光有效辐射的最大化利用及生物转化。

第二节 鸟巢温室的保温效应与新型保温技术的组合创新

鸟巢温室的球体表面积具有最小化的辐射散热效应，所以冬季低温来袭的夜晚，与相同空间的温室进行比较，鸟巢型的热散发损失是最小的，同比条件下，可以节省 30% 的温室能源。在相同空间下，球体构造的温室，在南方地区早晨太阳出来前进行室温比较，球体鸟巢温室比普通温室至少高 $3 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 以上；这是结构变化后对温室所产生的影响效应；同时鸟巢温室在冬季的白天，还具有最佳的光摄入角，与多角度的光射入面与点，能充分发挥光照捕获效应，产生最佳的聚热效果；所以在冬季的白天鸟巢具有升温快的优势，这也是球体结构的光聚效果在温室上的体现；温室除了具有优势的结构外，要达到最佳的气候调节效果，还得结合保温技术，传统温室的结构大多采用草帘或者是棉被保温，那么在球面上覆盖保温材料在操作技术上有一定的难度，不像隧道形温室覆盖物操作那么方

便, 蜂窝型的鸟巢结构, 保温可以采用以下二种创新组合技术, 一是双层膜充气保温, 二是填充肥皂泡实现绝缘保温。长江以南气候, 一般采用双层膜的空气夹层保温即可, 因为鸟巢构造除了覆外膜外, 还可以在空间桁架为基础的内蜂窝结构上安装卡槽覆盖内膜, 这样自然就形成了具有 30 ~ 50cm 厚空间桁架的双层充气夹层, 达到双层膜的保温效果。每增一层膜所产生的效应大概可以提高 5℃, 那么在长江以南地区的气候条件下, 通过双膜覆盖则基本可回避极低气温对作物的寒害冻寒影响; 肥皂泡保温是新型的创新保温方式, 它是基于球形温室独特构造所开发的保温模式, 而且具有超强的保温性, 与方便实用的使用性, 更是一种节能环保可持续循环的技术; 以下作简要的介绍。中国奥运水立方的覆膜技术就是采用众多气泡膜的多边形组合, 这种可充气的中间夹层的气泡可以有效的阻隔热的辐射传递; 采用肥皂水吹成直径 0.8cm 的气泡, 形成了大量的空气静止层, 而静止空气具有极低的导热系统, 从而形成了良好的绝缘隔热效果。根据这一原理, 于温室的夹层间填充厚度约 50cm 的肥皂气泡, 而且是流体状充斥无断层, 根据每个气泡的热绝缘值 $r = 1$ 计算, 50cm 的肥皂泡就可以产生 R 值为 40 的效果, 相当于数十层玻璃的隔热效果, 而且这种气泡覆盖的方式是动态的, 可人为操作或自动控制, 更重要的是它的成本低, 肥皂泡老化破裂成水后又可以收集循环利用, 大大降低了保温覆盖的成本; 这种肥皂泡填充的方式为温室的极寒区应用提供了技术支撑, 可以在零下 30℃ 的低温区使用, 达到温室周年生产的效果; 目前气泡温室已于黑龙江大庆农科院及河南温县等地运用, 表现出良好的保温效果, 是普通保温棉被覆盖所不可比拟的; 这种气泡填充覆盖的方式它不仅适合于冬季夜晚的覆盖保温, 其实还可以用在夏季高温天气的覆盖遮阴, 这种遮阴所产生的效果也是普通遮阴网覆盖法所达不到的, 它可以透入可见光

形成漫射效果，而可以把热效应的红外光过滤，也可以阻挡外温室热量的传输，是一种不影响光合作用的遮光新技术，就如自然界的云朵漂移，创造最佳的温室光环境。

第三节 温室内蓄热系统的设计

在全球能源危机的背景下，温室的节能显得极为重要，如果还是采用传统的思路，寒季的加温将成为农产品生产的主要成本，也会成为能源浪费的主要环节。温室的性能除了上述的围障保温外，要达到节能的效果，更重要是要充分利用可持续的太阳光能源，只有光辐射能得以充分利用才是最终低碳减排的关键。传统温室除了北方有土墙的日光温室以外，大多数的温室没有良好的蓄热系统，一遇寒冷，大多只依赖于燃油或者煤能源，使温室的运行成本大大提高，北方土墙式日光温室之所以在冬季达到节能效果，主要是因为厚实北墙的土蓄热，这种朝南的土墙设计白天可以吸收大量的太阳热辐射，一到晚上夜温渐渐降低时它可以缓缓释放潜热，从而达到温度缓冲与能源节省的效果，最近北方有些地区开发石头作墙建成的石头温室其实也是利用石头的白天吸热晚上放热的特性来达到温室的温度缓冲与节能的效果。而鸟巢温室则引入了水蓄热系统，因为自然界中，水的比热是土与石头的3~5倍，也就是让水温升高一度或降低一度，它所吸收与释放的热量是土及石头的3倍，这样我们就可以利用更少体积的水达到类似日光温室土墙的蓄热效果；水在鸟巢温室中可以采用中心水体法，也可以利用鸟巢四周排列涂黑水袋或水柱的方法。一般要达到良好的蓄热效果，通常需要50~100kg/m²的水，这些水系的设计，可以于鸟巢温室中心留出10%（占温室面积）的地面面积，用铁丝网围池覆膜的方法来构建，这种