

## 热带岛国蔬菜大棚技术研究初报

刘知文

湖南省农业对外经济合作中心 湖南长沙

**【摘要】** 研发适合热带岛国蔬菜大棚设计、安装、维护和使用成套技术，实现避雨、防风、抗腐、防虫鸟、节水灌溉、经济高效等目标，显著提高萨摩亚蔬菜生产能力和技术水平，成为萨摩亚全国推广的蔬菜生产关键技术，对热带岛国具有普遍推广价值。

**【关键词】** 热带岛国；蔬菜大棚；设计；安装；效益

**【收稿日期】** 2023 年 4 月 12 日 **【出刊日期】** 2023 年 5 月 17 日 **【DOI】** 10.12208/j.jafs.20230015

### Preliminary study on vegetable greenhouses technology in tropical island country

Zhiwen Liu

Hunan Agricultural Foreign Economic Cooperation Center, Changsha, Hunan

**【Abstract】** Research and development of design, installation, maintenance and utilization technology of vegetable tunnel house suitable for tropical island countries to meet the objectives of preventing excessive rainfall, resistant to strong wind, prevent erosion, minimizing damages from insects and birds, water saving irrigation, economic and highly effective. The vegetable production capacity and technical level in Samoa has been significantly improved. The tropical island tunnel house technology has become the key technology for vegetable production in Samoa, which could be extended to other tropical island countries.

**【Keywords】** Tropical Island Country; Vegetable tunnel house, Design, installation; Benefit

萨摩亚是南太平洋热带地区岛国，海洋性气候，全年温热宜人，降水充沛，平均气温为 26℃，降雨 3000mm。全年大致分为旱季和雨季，从 5 月到 11 月旱季降雨量相对较少，受东南信风影响，气温凉爽，为蔬菜生产主要季节。雨季从 11 月到次年 4 月，期间降雨量量大，影响大田蔬菜生长，为蔬菜生产淡季。

萨摩亚主要由乌波卢岛（Upolu）和萨瓦伊岛（Savaii）两个大岛和 8 个小岛组成。火山形成土壤，石头很多，保水保肥能力差。蔬菜栽培技术较为落后，大部分农户采用粗放的种植方式，以大田露天种植蔬菜为主，受集中大量降雨、过强阳光、强紫外线等影响较大，蔬菜产量较低而且不稳定，特别是雨季蔬菜市场供应不足，许多蔬菜雨季价格是旱季价格的 1 倍以上。萨摩亚有少部分农户自己搭建了简易塑料大棚，标准不高，使用年限较短，容易被大风吹垮。萨摩亚是火山形成岛屿国家，地震频繁，近 50 年发生 6 级以上地震 14 次。根据我国地

震烈度区划标准，其抗震设防烈度为 8 度，大棚设计基本地震加速值 0.20g，设计地震分组为第一组。萨摩亚当地受海风影响，空气湿度大，空气水分盐度含量高，靠近海边的大棚受腐蚀程度较国内快 2-3 倍。萨摩亚每年雨季期间易遭受台风影响，根据当地气象资料显示，基本上每 5 年有一次飓风侵袭，塑料大棚需要有较强的抗风雨能力。2018 年萨摩亚发生的飓风“吉塔”，将当地农户自建的简易大棚全部吹垮，造成较大损失。

中国援萨摩亚农业技术援助项目自 2010 年开始在萨摩亚试验示范蔬菜大棚技术，2017 年至 2020 年第四期项目开始较大规模推广，为农户新建 60 个加厚膜塑料大棚（30m×6m），含 60 套滴灌系统及 30 个水箱（5500L/个），更新中萨示范农场 10 个加厚膜大棚（40m×6m）。2020-2023 年第五期项目为 30 个农户新建了 60 个双拱连体棚，每户 2 个大棚，每个大棚长 30m，宽 6m，配套安装集雨槽和 1 个 3000L 水箱。经过多年研发推广，形成了热带岛国蔬

菜大棚设计、生产、安装、使用的成套技术，具有避雨、防风、防腐蚀、防虫鸟、灌溉、经济高效等明显优势，能满足热带岛国蔬菜生产的各项技术指标，投资较少，建造简易、使用方便。通过改善小气候、创造良好土壤环境，配套推广良种良法，能够快速高效实现蔬菜优质、高产，是简易实用高效的设施农业技术。先后在 2018 年获得 1 项中国外观设计专利证书和 2 项实用新型专利证书。在中国援助萨摩亚农业项目带动下，萨摩亚全国已推广蔬菜大棚 400 多个，大棚蔬菜技术已成萨摩亚广泛推广的蔬菜生产关键技术，显著提高了萨摩亚蔬菜生产能力和技术水平，增加了农民收入，替代了部分进口蔬菜。该技术对热带岛国的蔬菜生产具有普遍参考价值。

### 1 萨摩亚蔬菜大棚核心技术

萨摩亚蔬菜大棚的主要核心技术为：蔬菜大棚外观设计技术，蔬菜大棚抗风抗腐技术，蔬菜大棚防虫技术，蔬菜大棚滴灌节水技术，蔬菜大棚保养维护技术和大棚配套栽培技术。包括场地除石平整、大棚安装、配套滴灌设施等工程措施，涉及到大棚安装施工、滴灌设备安装、砼等施工工艺。

#### 1.1 蔬菜大棚外观设计技术

萨摩亚蔬菜大棚采用装配式钢管塑料棚，具有结构简单，造型美观，安装操作方便，通用性和互换性好；大棚抗风雨能力强；主要零部件采用热镀锌处理，使用寿命长；棚内空间开阔，便于人工和机械操作条件点。

设计特点：采用二次抛物线拱形结构设计，其拱架新颖美观，弧形自然，单棚或成片安装，都具有现场整体美感。安装外形结构安装合理轴线设计，并考虑大棚作物生产需要，跨度 6m 的大棚，肩高为 2.00m，顶高 2.75m，棚长 30m~40m，棚头 6 根立柱，中间通道位置宽度为 2 米，棚体总面积在 180-240m<sup>2</sup>。与拱式立柱相比，垂直式立柱改善了棚内操作条件，便于棚内进行人工和机械化作业，对身材高大的萨摩亚人具有特殊意义。

大棚结构：棚体骨架由拱杆、拉杆、棚头立柱 ABC、斜拉撑、拱连接管、铝合金卡槽等组成；连接卡具由卡槽固定器、U 形卡、钢丝夹、夹箍、压膜卡、钢丝夹组成，保证棚体有足够的强度和刚度；门设计成推拉门，宽 2m，方便操作人员和机具的进出。

#### 1.2 蔬菜大棚安装技术

##### (1) 安装前准备

①了解管棚的主要技术参数，结构及安装尺寸。  
②根据零部件、标准件和外购清单，检查零件是否齐全；拱杆、拉杆等主要零件在运输过程中是否变形，如有变形，在安装前进行修复、校正。  
③准备好安装测量工具：50 米卷尺 1 把、木桩 4 根、尼龙线 100 米、白灰 3 公斤、 $\phi 25$  钢钎 1-2 把、8 磅锤 1-2 把、小手锤 2-4 把、手钢锯 1 把、螺丝取子 1-2 把、小活动扳手 2 把、钳子 1 把，充电手电钻一把。  
④确定棚体方位。一般情况，棚体纵向垂直于当地主风向。  
⑤根据棚体（长度和跨度）规格，以“三、四、五法（即勾股定律）或经纬仪测定角点埋埋定位木桩。  
⑥拉轴线与水准线（线绳）。轴线贴地表拉直，水准线系于同一水准高度，一般离地面 30 厘米即可。

##### (2) 安装步骤

①在棚的两端安装基准线竖起两付拱杆，拱杆插入泥土的深度为 0.5 米，且保证棚头平面与地面垂直。  
②从一个棚头开始，沿两根基准线按 0.80 米拱间距依次将各付拱杆插入泥中（插深 0.5 米，拱杆插地方向有标注 0.5 米的基础线），要求所有拱杆平面相互平行并与地面垂直，拱顶高度一致（2.75 米）。  
③拉杆的安装，将长度为 6 米的拉杆对接，并在对接处用两颗自攻螺丝#19 紧固；将对接后的拉杆一端套入拉杆护套，依次将拉杆与拱连接管用钢丝夹联接，并保证拱顶部份的间距为 0.75 米。  
④卡槽的安装，卡槽安装与棚架四周，其安装位置为棚头一道，大棚两侧面各一道（肩高处两边一道）。  
⑤斜拉撑安装，从棚两端的棚头拱杆开始，向棚的中部方向自上而下分别安装四根斜拉撑，其中每根斜拉撑与 6 根拱杆相联接，斜拉撑上端部份与棚头拱杆联接。  
⑥棚头立柱的安装，按照要求的长度和安装位置将棚头立柱一端插入泥中，棚头立柱每个端面六根。将棚头立柱、双门上的横档立柱与拱杆进行联接。  
⑦薄膜的安装，装棚膜应尽量在无风时操作，薄膜可从纵向一端向另一端铺盖，也可以从一侧另一侧铺盖。薄膜铺在棚体，两侧及两端用卡簧夹在卡槽内，薄膜必须绷紧。  
⑧大棚加固。大棚安装完毕后，对大棚拱杆采用 C20 混凝土水泥墩进行加固，进一步提升大棚防风承载能力。

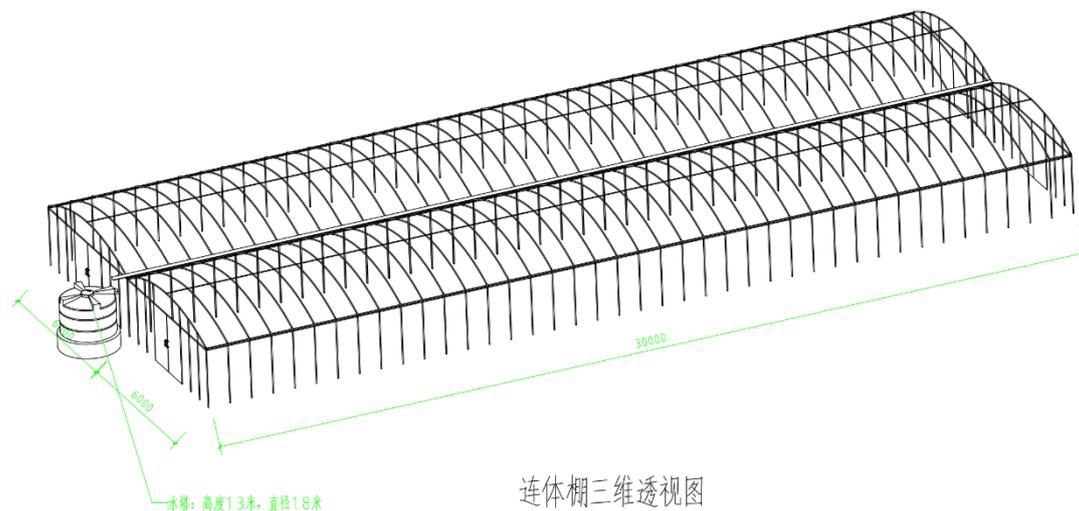


图1 热带岛国蔬菜大棚外观设计



图2 大棚立柱加固

### 1.3 蔬菜大棚抗风防腐蚀技术

大棚从设计、生产、安装、使用全套抗风抗腐蚀技术。

(1) 严格材料质量。主体结构拱架、横拉杆、斜撑杆均采用采用热镀锌（符合钢材国标）材料加工而成。选用热镀锌固膜卡槽，镀锌量 $\geq 80\text{g}/\text{m}^2$ 。全部架杆壁厚增加至 1.8mm，（国标 1.2mm）<sup>[1]</sup>，管径加大至 25mm（国标 22mm），增强抗风能力，设计寿命 10 年以上。

棚膜首选 12 丝聚乙烯利得长寿无滴（PVC）膜（国标不少于 0.08mm），透光率 90%以上，使用寿命 5 年以上。压膜线采用高强度压膜线（内部添加高弹尼龙丝、聚丙丝线或钢丝），抗拉性好，抗老化能力强，对棚膜的压力均匀。

(2) 严格安装施工标准。大棚建设选址是关键，棚头朝向该地区常年风向位置，若地形所致也尽可能的将棚头朝向与常年风向偏差不大。

(3) 质量检测。经过目测检验，量具检验，安

装承载能力检验, 大棚钢管无开裂、扭曲、漏镀、气泡等缺陷; 拱管的壁厚、外径和卡槽厚度用精度 0.1mm 游标卡尺测量, 偏差在国标标准 $\pm 5\%$ 以内, 大棚跨度、肩高、顶高、插入土深度, 大棚的棚长、拱管间距、压膜线间距等用标准米尺测量, 安装标准偏差在国标标准 $\pm 5\%$ 以内。承载能力检验安装测试标准: 以拱管顶点为中心, 以距拱管地面端点 1.5m 处为两端, 均布 9 个绳索垂吊重物, 拱管不得发生永久塑性变形。该垂吊重物重量为  $F_n/9$ , 应重点在纵杆接头处和纵杆中部的拱管进行试验。

$$F_n = 0.55BL/n$$

$F_n$ -每一拱杆荷载的确定;  $B$ -跨度;  $L$ -棚长(m);  
 $n$ -大棚的拱杆总数

经过检测, 大棚承载能力为  $0.55\text{kN/m}^2$ , 抗风能力达到  $26\text{m/sec}$ 。(相当于 10 级台风)。镀锌层厚度检测按照国家标准, 镀锌钢管热镀锌后增重 8.5%, 镀锌外壁表面具有完整的镀锌层, 没有漏镀、气泡, 外表面光洁凭证, 内壁表面没有漏镀。

(4) 在飓风之前揭膜护棚。飓风之前取掉卡簧, 将覆膜取下妥善保管, 防棚顶滴水, 保护棚架。飓风过后重新安装棚膜。

#### 1.4 蔬菜大棚防虫鸟鼠技术

萨摩亚蔬菜生产的虫鸟鼠害较为严重, 对西红柿、西瓜等高价瓜菜影响很大。通过全网覆盖防虫网技术, 可以保持通风, 有效避开虫鸟危害<sup>[3]</sup>。选用 32 目尼龙丝防虫网, 在大棚两侧底角放风口及棚门位置安装, 截取与大棚室等长的防虫网, 防虫网上下两面固定于卡槽内, 两端固定在大棚两端卡槽上。通过养猫、在大棚内采用竹筒防鼠站诱杀等方法, 控制鼠害。

#### 1.5 蔬菜大棚节水灌溉技术

滴灌比沟灌能节水 30-40%, 且不破坏土壤团粒结构<sup>[4]</sup>。滴灌系统由首部枢纽、支管、毛管、滴头组成, 外接滴灌水箱, 配置 5000l 或 3000l 成品滴灌水箱及附属配套底座工程, 基座直径 1.8m, 高 0.5m。滴灌系统管道采用高压聚氯乙烯管, 支管直径为 30mm, 毛管直径为 15mm, 滴头间距 0.3 米, 为大棚每厢配置 2-3 根滴灌, 可有效节约大棚蔬菜种植用水量。在连体棚之间安装水槽, 收集雨水到水塔内, 可以节约大量灌溉成本。

萨摩亚坡地较多, 地里常有很多石头, 安装蔬菜大棚需要平整土地、清除石头。否则, 难以保证

大棚稳定性, 滴灌难以发挥作用。

#### 1.6 蔬菜大棚保养维护技术

一是远离火源; 二是避免锐器扎、划、挂等损伤; 三是避免在大棚内存放、使用酸、碱等对结构有腐蚀作用或对环境严重污染的化学品及制剂; 四是运输物品出入大门切忌超高、超宽, 避免碰坏门及相关部件; 五是大棚的连接件若出现松动现象应及时处理; 六是如因灰尘等影响顶膜的透光率, 应及时冲刷顶膜; 七是若遇台风、大雨等恶劣天气, 应加强对大棚巡视管理, 有必要的活尽可能取掉顶部薄膜, 保障整个大棚的安全; 八是每半年应进行一次顶膜例行检查, 若发现局部破损处, 使用专用的补膜胶带及时修补。

#### 1.7 蔬菜大棚配套栽培技术

(1) 大棚分厢。为了高效利用棚内面积和方便操作管理。宽度 6m 的蔬菜大棚一般分 3 厢, 每厢宽 1.4m, 厢沟 0.4-0.5m。

(2) 适合大棚蔬菜的品种。萨摩亚的主要蔬菜为小白菜、包菜、生菜、茄子、辣椒、长豆角、黄瓜、南瓜、西红柿、小葱、空心菜等, 西瓜、甜玉米也受欢迎。小白菜、包菜、辣椒、豆角、黄瓜、西红柿、西瓜等适合在大棚里种植, 茄子、葱、玉米、南瓜、空心菜等则可以露天种植。一批中国蔬菜品种在萨摩亚有很好适应性, 10 个中国蔬菜品种已在当地注册。但当地一些西红柿、黄瓜等品种具有较好抗病性。

(3) 以有机肥为主, 化肥为辅。长期大量施用化肥, 容易造成大棚土壤重金属积累风险<sup>[2]</sup>, 影响蔬菜质量, 岛国化肥价格很高, 增加成本。通过施用腐熟鸡粪等有机肥, 可以有效提高土壤肥力, 实施持续高产。但有机肥一定要腐熟, 否则容易加剧线虫危害。

(4) 适当轮作休耕。高强度蔬菜种植容易导致大棚内病虫害累积, 安排不同种类蔬菜轮作, 有利于减少病虫害。适当休耕, 用薄膜覆盖地面 1 个月以上, 可以减轻病虫害。

## 2 萨摩亚蔬菜大棚的经济效益和社会效益

已在萨摩亚两岛 60 个蔬菜示范农户和中国示范农场建设 120 个蔬菜大棚, 使用时间最长的大棚已超过 6 年, 取得显著经济效益。自 2017 年 9 月农户蔬菜大棚陆续投产以来, 不少农户从每个蔬菜大棚获得的收入每年超过 5000 塔拉 (1 塔拉合 2.6 元

人民币), 最多的达到 2 万塔拉。萨摩亚雨季的蔬菜价格高于旱季 2-3 倍, 大棚在雨季的作用格外突出, 农民收入更大。乌波罗岛阿里山村蔬菜示范农户朵拉 (Dora Maposua) 女士, 除了种好中国援助的 4 个蔬菜大棚, 还贷款 10 多万塔拉, 建设了 10 个大棚, 3 年内便基本偿还贷款。2019 年, 萨摩亚举办南太平洋运动会, 在短时间内要接待 6000 多国外来客, 中国援萨摩亚农业专家组通过组织蔬菜大棚农户, 生产了 30 吨蔬菜, 满足了运动会需要, 改变了萨摩亚大型活动需要大量进口蔬菜的历史。伴随大棚推广的蔬菜良种、适用农具和精耕细作技术, 极大提高了蔬菜产量和农民收入, 激发了农民种植蔬菜的积极性, 带动各方资金投入这项成功的关键技术, 各种资金渠道从中国进口大棚达到 300 个, 中国大棚设施栽培技术在萨摩亚被认为是最好的蔬菜种植技术, 需要大棚的农户越来越多, 世界银行项目、联合国粮农组织项目、外国和当地政府项目都推广了蔬菜大棚技术, 经常有农户来中国专家组驻地要求援助蔬菜大棚, 提高了中国农业技术在萨摩亚的知名度, 取得了良好的社会效益。

### 3 结论

(1) 热带岛国蔬菜大棚技术实质上是集约种植的设施农业技术, 是集成改良土壤、避雨栽培、人工灌溉及良种良法的综合性蔬菜高产技术体系, 从根本上改变了萨摩亚粗放的蔬菜种植技术, 能显著提高蔬菜产量, 特别是增加雨季蔬菜产量。在萨摩亚耕地开发困难、雨季过量降水的情况下, 具有突出优势, 因而得到当地政府和民众的欢迎。

(2) 大棚蔬菜技术需要一定投入, 需要很好的抗飓风、防腐蚀措施, 否则难以推广。这是蔬菜大棚在有些岛国尚未成功推广的原因。

(3) 大棚内温度较高。如顶部设计通风结构、或增加大棚高度, 可以有效降低棚内温度, 但影响抗风能力, 需要增加材料强度, 提高造价。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部:种植大棚工程技术规范,标准编号:GB/T 51057-2015.起草单位:农业部规划设计研究院,起草人:周长吉、闫俊月、张秋生等,中国计划出版社,2015.
- [2] Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, Technical Code for Horticultural Plastic Tunnel Engineering, GB/T 51057-2015, Drafted by ZHOUN Chang-Jie, NIAN Jun-yue, ZHANG Qiu-sheng, *et.al*, China Planning Press. 2015.
- [3] 任强, 孙瑞玲, 郑凯旋, 等. 不同种植年限蔬菜大棚土壤特性, 重金属累积和生态风险[J], 环境科学, 2022, 第 43 卷第 2 期.
- [4] REN Qiang, SUN Rui-ling, ZHENG Kai-xuan, *et.al*. Soil Properties, Heavy Metal Accumulation, and Ecological Risk in Vegetable Greenhouses of Different Planting Years [J], Environmental Science, 2022, Vol. 43, No.2.
- [5] 刘建. 三亚地区常年蔬菜大棚改造方案设计研究[J], 热带农业工程, 2013, 第 37 卷第 6 期
- [6] LIU Jia. Design of Year Round Vegetable Greenhouse Reform in Sanya[J], TROPICAL AGRICULTURAL ENGINEERING, 2013, Vol. 37, No.6
- [7] 张涛:滴灌在蔬菜大棚中的应用,中图分类号:S 275.6 文献标识码:C,陕西水.2011,175/176

**版权声明:** ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**