

# 基于农业工程技术的温室蔬菜高效栽培模式 优化与效益分析

池传朋

山东省泰安市东平县梯门镇人民政府 山东 泰安 271504

**摘要：**本文以农业工程技术为核心，探究温室蔬菜高效栽培模式的优化路径与效益。首先阐述环境调控、水肥管理、栽培设施三类工程技术的应用基础，再从环境精准调控、水肥高效利用、空间资源配置及技术适配性评估四方面提出优化路径，最后分析优化后的生产、资源利用、经济社会与生态效益。研究表明，依托农业工程技术优化栽培模式，可提升蔬菜产量品质、提高资源利用率，同时带来显著经济与生态价值，为温室蔬菜产业高质量发展提供参考。

**关键词：**农业工程技术；温室蔬菜；栽培模式优化；效益分析；可持续发展

引言：温室蔬菜栽培是保障蔬菜周年供应、推动农业高效发展的重要方式，但其传统栽培模式存在环境调控粗放、资源利用低效、产量品质不稳定等问题。农业工程技术的快速发展为解决这些问题提供了可能，可通过精准调控环境、优化水肥管理、升级栽培设施等手段，推动温室蔬菜栽培模式革新。深入研究基于农业工程技术的温室蔬菜高效栽培模式优化及效益，对提升温室蔬菜生产水平、促进农业可持续发展具有重要意义。

## 1 农业工程技术在温室蔬菜栽培中的应用基础

### 1.1 环境调控工程技术

温湿度调控技术依靠智能温控系统实现精准管理，系统整合加热与降温设备形成协同机制，冬季用热风炉、地暖等设备维持适宜温度，夏季通过水帘、风机降低室内温度，避免极端温度影响蔬菜生长；湿度调节依托通风与除湿设备，室内湿度超标时开启侧窗、顶窗通风，通风不足则启动除湿机，保持湿度稳定。部分智能系统还可结合天气预警提前调整参数，如降温前预加热提升温室保温效果，减少环境骤变对蔬菜的冲击<sup>[1]</sup>。光照调控技术注重设备选型与动态调节，补光设备需按蔬菜品类选适配光谱，茄果类常用红光为主的设备，叶菜类搭配红蓝复合光谱设备，按生长阶段调整补光时长实现光周期调控；遮阳系统正午展开外遮阳网或内遮阳幕布，减少强光灼伤叶片，傍晚收起保障充足光照。气体调控技术聚焦CO<sub>2</sub>供应与空气流通，CO<sub>2</sub>增施设备通过管道均匀输送气体，搭配浓度监测设备自动补充或停止供应，确保浓度处于最佳区间；温室通风换气系统合理布局通风口与风机，引入新鲜空气时避免温度剧烈波动，维持气体环境平衡。

### 1.2 水肥管理工程技术

精准灌溉技术依据蔬菜需水规律优化系统布局与运行，滴灌系统通过铺设在作物根部附近的滴头，将水分缓慢输送至根系区域，减少水分蒸发浪费；喷灌系统则适用于叶菜类蔬菜，通过喷头形成细小水雾均匀喷洒在作物表面。两种灌溉系统均需根据蔬菜生长阶段调整供水频率与时长，确保水分供给与作物需求精准匹配。水肥一体化技术实现养分与水分的同步供给，先根据蔬菜品种与生长阶段确定营养液配比，再通过自动供给设备将营养液与灌溉水混合，经管道输送至作物根部，避免传统施肥方式导致的养分流失。设备可根据设定周期自动运行，也能通过手动调整满足特殊生长需求，提升水肥供给效率。土壤/基质肥力监测技术依托传感器与数据反馈系统保障养分稳定，肥力传感器埋设在土壤或基质中，实时监测氮、磷、钾等关键养分含量，数据通过传输系统反馈至控制终端，当某类养分低于标准值时，系统发出预警并提示补充相应肥料，避免因肥力不足影响蔬菜生长，同时防止过量施肥造成资源浪费。

### 1.3 栽培设施工程技术

栽培架结构优化以提升空间利用率为核心，立体栽培架采用多层设计，底层适配根系较深的蔬菜，上层种植浅根叶菜类，架体材质选用耐腐蚀、承重能力强的材料，确保长期使用稳定。部分栽培架还配备可调节高度的功能，根据蔬菜生长高度灵活调整层间距，充分利用温室垂直空间，增加单位面积种植量。温室结构升级注重安全性与透光性，抗风、抗压温室骨架采用高强度钢材或铝合金材料，通过优化结构设计增强整体稳定性，抵御强风、暴雪等极端天气。透光材料选择高透光率的

聚碳酸酯板或薄膜,减少光线反射与吸收,确保充足自然光进入温室,同时具备良好的保温性能,降低能源消耗。作业辅助设备减轻人工劳动强度,育苗环节使用自动播种机、育苗盘等设备,实现种子精准播种与幼苗规范培育;定植环节借助移栽机将幼苗快速定植到栽培区域,提高定植效率;采收环节配备小型采收机械,辅助完成蔬菜采摘与分拣,减少人工投入,提升整个栽培流程的作业效率,进一步缩短生产周期。

## 2 基于农业工程技术的温室蔬菜栽培模式优化路径

### 2.1 栽培环境精准化调控模式优化

基于环境监测数据的动态调控策略以实时数据为核心,通过温湿度传感器、光照传感器持续采集环境参数,将数据传输至控制终端后,系统自动分析当前环境与蔬菜生长需求的匹配度,进而调整加热、降温、补光等设备的运行参数<sup>[2]</sup>。例如当监测到温度低于生长适宜区间时,温控系统自动启动加热设备;光照强度不足时,补光设备按设定时长开启,实现环境调控的精准响应。多环境因子协同调控构建温、光、水、气、肥一体化联动机制,避免单一因子调控的局限性。当调整温度设备时,系统同步关联湿度调节,防止温度变化引发湿度异常;补充CO<sub>2</sub>时,结合光照强度调整供给浓度,确保光合作用效率最大化;灌溉补水时,联动肥力监测数据,同步补充所需养分,让各环境因子相互配合,形成适配蔬菜生长的最佳微环境。不同蔬菜品类的专属环境调控方案依据蔬菜特性定制,茄果类蔬菜在结果期需较高温度与充足光照,调控系统则设定较高温度阈值与较长补光时长;叶菜类蔬菜生长周期短且喜凉,温度设定相对偏低,同时减少强光直射。针对蔬菜不同生长周期,育苗期侧重温和环境,生长期强化水肥与光照供给,结果期优化温湿度与气体环境,让调控逻辑与蔬菜生长节奏精准契合。

### 2.2 水肥高效利用模式优化

基于作物需肥规律的精准施肥模式聚焦生育期差异,蔬菜苗期需氮量较高,系统按高频次、低剂量的方式供给氮肥;结果期需磷钾肥增多,则调整配比提升磷钾含量,同时减少供水频率,避免水分过多影响果实发育。通过记录不同蔬菜生育期的水肥需求数据,建立供给模型,确保每阶段的水肥用量与频率都适配生长需求,减少资源浪费。循环水肥利用模式依托灌溉回水过滤与再利用系统,灌溉后未被吸收的水分与部分养分通过回收管道收集,经滤网过滤杂质、消毒设备去除有害微生物后,输送至水肥混合罐,重新调配养分浓度后再次用于灌溉。该系统既降低新鲜水资源消耗,又回收利用部分养分,提升水肥整体利用效率。基质栽培水肥适

配模式针对不同基质特性调整供给方式,泥炭基质保水保肥能力强,采用低频率、高浓度的水肥供给方式;蛭石基质透气性好但保水性弱,则缩短供水间隔,降低单次水肥浓度,避免基质过干或养分流失。通过适配基质特性,让水肥供给更贴合基质的保水保肥能力,提升蔬菜对养分的吸收效率。

### 2.3 空间与资源高效配置模式优化

立体栽培模式升级注重多层栽培架与配套系统的适配,多层架体每层均安装独立的滴灌或喷灌设备,确保不同高度的蔬菜都能获得充足水肥;同时在每层架体侧面或顶部配置补光设备,避免下层蔬菜因光照不足影响生长。通过优化架体间距与设备布局,充分利用温室垂直空间,提升单位面积的种植密度与产量。茬口衔接优化借助温室环境可控性,在一茬蔬菜收获前,提前在育苗区培育下茬幼苗,前茬收获后立即定植新苗,缩短温室空闲时间。根据蔬菜生长周期,搭配速生叶菜与晚熟茄果类蔬菜,实现多茬次栽培,例如春季种植黄瓜后,夏季接续种植小白菜,秋季再种植番茄,最大化利用温室年度生产时间。种养结合互补模式设计温室蔬菜与禽畜、水产养殖的资源循环,禽畜养殖产生的粪便经处理后转化为有机肥料,用于蔬菜施肥;水产养殖的废水经净化后可作为蔬菜灌溉用水;蔬菜光合作用产生的氧气则为禽畜、水产养殖提供新鲜空气。通过资源循环利用,减少外部资源输入,降低养殖废弃物排放,实现温室生产的生态化与可持续性。

### 2.4 优化模式的技术适配性评估

优化模式的技术适配性评估围绕农业工程技术与温室生产场景的匹配度展开,确保优化路径可落地、易推广。从技术兼容性角度,评估环境调控、水肥管理、栽培设施等多系统间的协同能力,例如检查温湿度调控系统与CO<sub>2</sub>增施设备的数据传输是否通畅,立体栽培架与滴灌系统的安装布局是否冲突,避免不同技术模块独立运行导致的效率损耗<sup>[3]</sup>。从场景适配性角度,结合区域气候特征评估技术适用性,北方寒冷地区侧重验证温室保温结构与加热设备的协同保温效果,南方高温高湿地区重点测试降温、除湿设备的运行效率,确保优化模式能适配不同地域的温室生产条件。同时针对小规模农户与规模化温室园区,分别评估技术的操作复杂性与成本可控性,小规模场景侧重简化设备操作流程,规模化场景注重技术的规模化应用效率,让优化模式在不同生产主体中均具备适配性,为后续效益实现奠定技术基础。

## 3 温室蔬菜高效栽培模式优化后的效益分析

### 3.1 生产效益分析

蔬菜产量提升呈现显著向好趋势,优化模式通过精准环境调控为蔬菜创造适宜生长条件,立体栽培拓展空间利用维度,茬口衔接减少温室空闲时间,多因素共同作用推动单位面积产量提升。影响产量的核心因素包括环境因子适配度提升、空间利用率提高及生长周期衔接效率优化,让蔬菜在更优条件下持续生长,有效突破传统栽培的产量瓶颈。产品品质改善体现在可溶性糖、维生素等关键指标的提升方向,精准水肥供给确保蔬菜获取均衡养分,避免因养分失衡导致的品质下降;环境调控中光照与温度的合理搭配,促进蔬菜光合产物积累,增加可溶性糖含量,同时减少有害物质生成,维生素等营养成分保留更充分,让蔬菜在口感与营养价值上均有改善。生产效率提升表现为单位时间、单位人力的蔬菜产出效率变化,自动化设备替代人工完成灌溉、施肥、环境调控等环节,减少人力投入;茬口衔接优化缩短生产间隔,单位时间内种植茬数增加;立体栽培提升单位面积产出,多重优化让单位人力在相同时间内可产出更多蔬菜,生产效率显著提高。

### 3.2 资源利用效益分析

水资源利用效率提升依托技术驱动的节水逻辑,精准灌溉系统根据蔬菜需水规律按需供水,避免传统灌溉的水分浪费;循环水肥利用系统回收灌溉回水,经处理后再次利用,减少新鲜水资源消耗,双重技术手段让单位产量的耗水量明显减少,水资源利用更高效。部分温室还引入雨水收集系统,将自然降水储存并净化后用于灌溉,进一步拓展水资源来源,降低对市政供水的依赖。肥料利用效率提升体现在养分吸收转化率提高与流失减少,水肥一体化技术将养分直接输送至蔬菜根部,减少养分在土壤或基质中的固定与挥发;基于需肥规律的精准供给避免过量施肥,降低养分流失风险,让更多养分被蔬菜吸收利用,养分吸收转化率显著提升。能源利用效率优化聚焦温室环境调控与设备运行环节,精准环境调控减少设备无效运行时间,例如温度、光照达到适宜区间后设备自动停机;高效节能设备的应用降低单位功能的能源消耗,双重举措让温室运营的能源消耗明显优化,能源利用更经济。

### 3.3 经济与社会效益分析

经济效益表现为生产成本降低与产值提升的综合效果,水肥、能源消耗减少直接降低物资成本,自动化设备应用减少人工成本;产量提升与品质改善推动蔬菜产值增加,成本下降与产值提升形成正向叠加,为种植主体带来更显著的经济收益<sup>[4]</sup>。部分地区通过品牌化运作,将优化模式产出的高品质蔬菜打造区域特色品牌,进一步提升产品附加值。社会效益体现在多方面,优化模式实现蔬菜周年稳定生产,增强蔬菜供应稳定性,减少季节波动对市场供应的影响;温室规模运营与相关产业链发展创造更多就业机会,涵盖种植管理、设备维护等岗位,尤其为农村剩余劳动力提供就近就业选择;先进栽培技术的推广应用推动区域农业产业升级,提升农业现代化水平。生态效益聚焦环境友好性提升,水肥流失减少降低农业面源污染对土壤与水体的影响;能源高效利用减少化石能源消耗,进而降低碳排放,让温室蔬菜生产更符合生态可持续发展要求,助力农业绿色转型。

### 结束语

农业工程技术为温室蔬菜高效栽培模式优化提供核心支撑,从技术应用基础到多维度优化路径,再到多方面效益显现,形成完整的产业升级逻辑。优化后的模式不仅解决传统栽培的资源浪费、产量品质不足等问题,还契合农业绿色可持续发展需求。未来需进一步推动技术迭代与模式推广,结合不同区域生产特点细化适配方案,让农业工程技术更好赋能温室蔬菜产业,助力乡村振兴与农业现代化建设。

### 参考文献

- [1]刘瑞亮.温室蔬菜高产高效栽培技术[J].新农民,2024,(34):76-78.
- [2]赵楠.温室蔬菜高产高效栽培技术探讨[J].农业开发与装备,2024,(04):205-207.
- [3]王荣,于长明.温室蔬菜优质高产高效种植技术研究[J].世界热带农业信息,2024,(08):7-9.
- [4]曲凌燕.温室大棚蔬菜栽培中水肥一体化技术的应用研究[J].农业工程技术,2023,(12):42-43.