

2026 年度农业主推技术介绍材料

坡地芒果园面源污染防控与减肥增效技术

摘要：赤田水库是三亚市重要的饮用水源地。然而，其上游坡地芒果园因施肥不当，导致面源污染风险突出。为破解肥料利用率低、果实品质不均等产业瓶颈，我们构建了以“40%有机替代+专用配方缓释肥+中微量元素精准补充”为核心的环保施肥体系。该体系通过全生育期三次精准施肥，系统整合有机替代、缓释技术与中微量元素配施，协同实现“控源减量-过程调控-品质增效”的目标。在赤田水库流域 55 亩核心示范区中的应用表明：该技术使芒果增产 103.1%，氮、磷化肥施用量分别降低 55%和 78%，果实氮、磷、钾养分利用率分别提升 197%、749%和 224%，糖度与维生素 C 含量显著提高，地下水氮磷淋失风险降低 37-80%，为饮用水源地果园绿色生产提供了可复制的“赤田水库模式”。

一、技术概述

（一）背景情况

赤田水库横跨三亚与保亭，是保障三亚市约 42 万人口饮用水安全的重要水源地。近年来，随着流域农业集约化发展，农业生产与农村生活带来的面源污染风险日益突出。污

污染源主要包括种植业中化肥农药的施用、养殖业产生的畜禽粪便，以及农村生活污水与固体废弃物。这些污染物通过径流和淋溶等途径进入水体，对水库水质构成持续威胁。

为应对这一挑战，三亚与保亭两地已推动实施管网收集、废弃物资源化利用和化肥农药减施等综合治理措施。在此背景下，芒果作为库区周边的支柱产业，其生产方式的绿色转型对水源地保护至关重要。然而，该区域芒果园现行的施肥管理存在明显短板，主要体现在三个方面：其一，有机肥施用不科学，实践中出现两种极端情况：部分果园投入不足导致地力衰退，另一些则过量施用造成磷素积累，带来新的环境风险；其二，施肥结构失衡，果农长期依赖平衡型复合肥，其固定养分比例难以匹配芒果各生育阶段的动态需求，导致肥料利用率低、养分流失严重；其三，中微量元素补充方式不当，生产中多采用叶面喷施，存在用量不准、吸收不均、持效期短等问题，无法满足树体均衡营养与品质形成的需求。

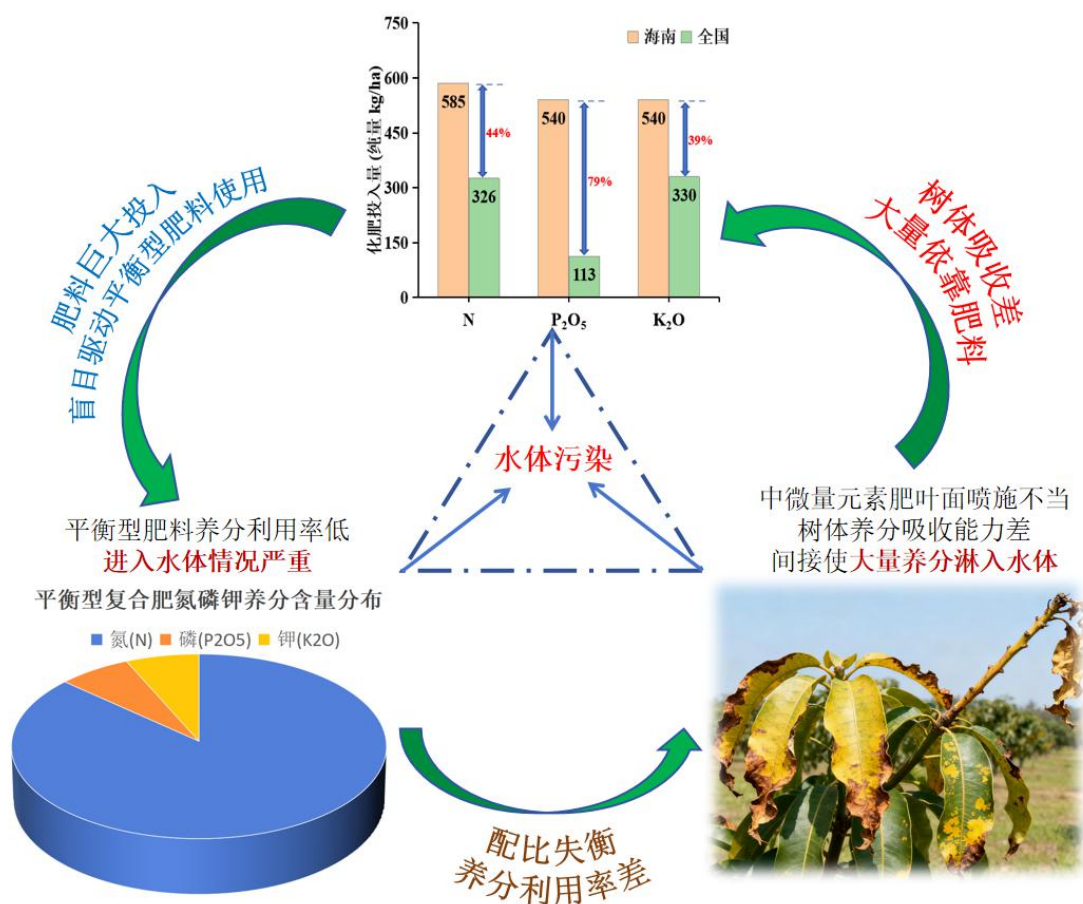


图 1 芒果施肥结构失衡对赤田水库流域水质的影响机制示意图

围绕水源地保护与产业绿色转型的双重目标，海南大学技术团队自 2018 年起开展了系统研究。研发过程分为三个阶段：原理探索阶段（2018-2021 年）首先解决了有机肥管理问题，确立了 40% 氮素有机替代为兼顾产量与地力的适宜比例；参数验证阶段（2022 年）重点攻关施肥结构问题，建立了“三次精准施肥”制度，并基于化肥定额制明确了氮、磷、钾的合理用量；体系集成阶段（2024 年）最终完善了中微量元素补充方案，结合流域治理需求，形成了“40% 有机替代+

专用缓/控释配方肥+中微量元素随肥入土”的三位一体技术体系。

该体系遵循 4R 养分管理原则，通过有机替代改良土壤结构，通过缓释技术实现关键期长效供肥，并将中微量元素随配方肥条施/沟施入土，使其供应与花前至果实膨大等关键需肥窗口相匹配，系统构建了“控源减量-过程调控-品质增效”的完整技术路径，为赤田水库流域坡地芒果园的面源污染防控与产业绿色高质量发展提供了可复制、可推广的综合解决方案。

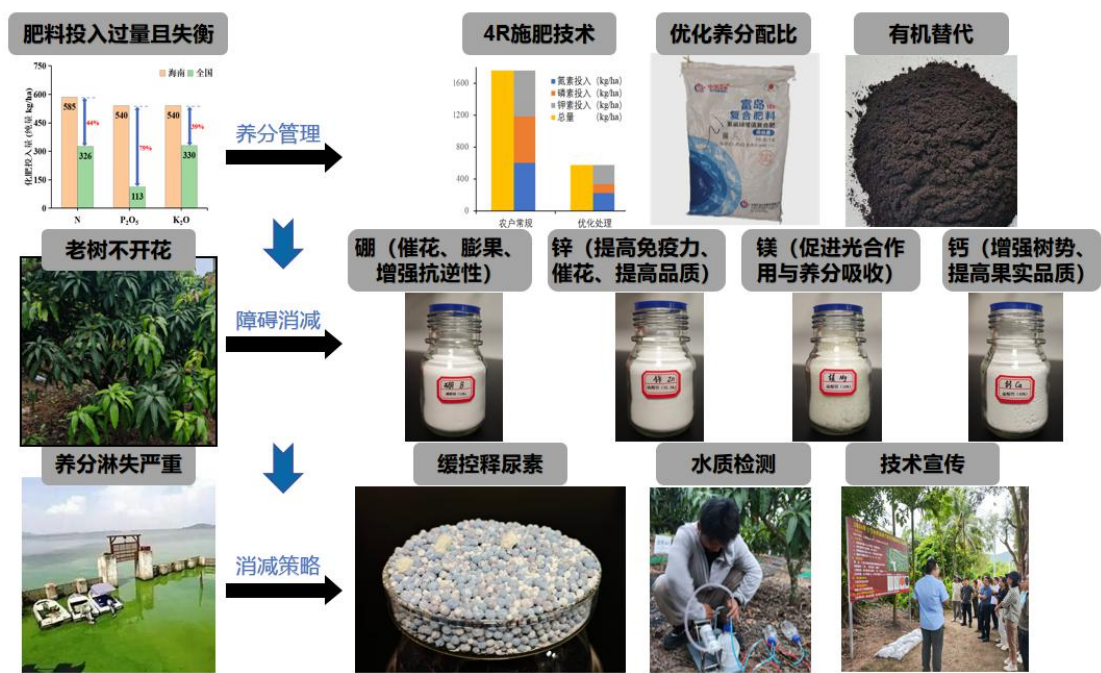


图 2 芒果绿色施肥体系构建示意图

(二) 推广应用情况

本技术自 2024 年研发集成以来，在三亚市农业技术服

务中心及各级农技推广部门支持下，构建了“科研单位+推广机构+示范基地”的协同推广网络。2024 年在三亚市海棠区南田农场（赤田水库流域）建立 10 亩核心示范区，系统开展专用配方肥的田间验证与示范推广工作。

2025 年 3 月，海南大学项目团队举办了“赤田水库流域芒果专用肥”专题宣讲会，通过田间观摩、技术培训与现场答疑等多种形式，向种植户展示了缓控释肥料与有机替代技术的应用效果。经现场测产验收，示范区芒果增产达 103.1%，化肥减量 50%以上，果实糖度提升至 18.7%，维生素 C 含量达 8.34 mg/100g，技术效果获得专家与种植户的广泛认可。

基于显著的示范成效，该技术体系被海南省环境厅评为面源污染防治典型案例，为生态敏感区农业绿色发展提供了可复制的技术样板。2025 年技术推广面积稳步扩大至 45 亩，各示范点树体长势良好，土壤养分状况明显改善。预计到 2026 年，累计推广面积将达到 200 亩，进一步扩大该技术在海南类似生态区的影响力和应用范围。

（三）技术效果

1. 技术效果：增产效果显著：技术示范区芒果增产幅度达 103.1%，树势健壮，稳产性良好。

2. 化肥减量成效突出：在保障高产的同时，实现氮肥减量 55%，磷肥减量 78%；氮、磷、钾养分利用率分别提升 197%、749%、224%，从源头大幅削减了化肥投入。

3. 品质提升效益明显：技术应用后，果实平均单果重达 557g，糖度提升至 18.7%，维生素 C 含量达 8.34 mg/100g，外观整齐度与风味物质含量显著改善，商品价值显著提高。

4. 生态环境效益卓越：地下水氮磷总淋失量较常规施肥降低 37-80%，有效阻控了农业面源污染，保障了赤田水库水源地安全，实现了经济效益与生态效益的协同提升。



图 3 赤田水库坡地芒果园技术效果对比示意图

（四）入选和获奖情况

无

二、技术要点

（一）核心技术

1. 三次精准施肥制度（因时供肥）：

采用全生育期三次施肥方案，即基肥（采后）、催花肥（花芽分化期）、壮果肥（果实膨大期）。其中基肥和壮果肥采用缓释型专用配方肥，确保养分长效稳定供应；催花肥采用速效型配方肥，快速满足关键需肥期。

2. 有机替代培肥技术（改土增碳）：

采用 40%氮素有机替代，基施优质有机肥 340-410 kg/亩，有效改良土壤团粒结构，提升有机质含量，实现用地与养地相结合。

3. 精确定量施肥（精准匹配）：

基肥选用 N-P₂O₅-K₂O 为 21-7-15 的掺混配方（肥效期 75 天），用量 24-29 kg/亩；催花肥采用 17-6-17 掺混配方，用量 15-18 kg/亩；壮果肥选用 N-P₂O₅-K₂O 为 10-6-24 的掺混配方（肥效期 75 天），用量 20-25 kg/亩。

4. 中微量元素精准补充（协同增效）：

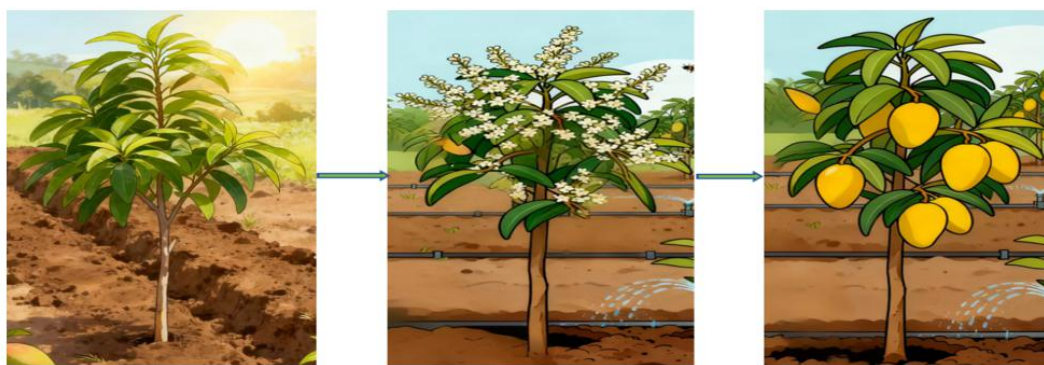
采用自研复合中微量元素制剂，以钙、镁、硼、锌为核心（CaO 18-24%、MgO 4-6%、B 1.0-1.5%、Zn 2.0-3.0%），辅以铁、锰、钼，采用有机络合与矿质缓释复配工艺。于催花肥与壮果肥时期随配方肥同沟条施，每亩每次用 3.0-3.5 kg，全年累计 6.0-7.0 kg，可精准补充中微量元素，提升树体营养与果实品质。

（二）配套技术

1. 配方肥条施技术：沿坡地树冠滴水线外侧开沟，采用条施方式集中施用配方肥与有机肥，施肥后覆土压实，减少坡面径流与养分挥发损失。

2. 生产周期动态监测：系统监测土壤理化性状、树体营养、产量构成、果实品质及地下水氮磷动态，为技术优化提供数据支撑。

3. 绿色综合防控技术：贯彻“预防为主，综合防治”方针，综合运用农业防治（清园、生物源杀菌剂）与物理防治（果实套袋）等环境友好型措施，保障果品安全。



关键技术

基肥（采后施用）

- ①施用缓释型专用配方肥，天然有机蓖麻油包膜控释技术肥效释放速度适中，包膜释放产物环保，适用于水库坡地环保施肥模式。
- ②投入量精准，能保证肥效的长久稳定供应。

全生育期三次精准施肥技术

催花肥（花芽分化期）

- ①根据实地气候快速精准催花，采用速效型配方肥，快速满足关键需肥期的肥料需求。
- ②中微量元素增强树体养分吸收能力。
- ③雨季施用二次精准催花，人为最大可能得降低降雨带来的淋溶作用与肥料降效。

壮果肥（果实膨大期）

- ①缓释型专用配方肥结合中微量元素，最大程度上增强果实的养分利用能力。

图 4 全生育期三次精准施肥技术示意图

三、适宜区域

本技术以海南省三亚市赤田水库流域坡地芒果园为核心示范区，其技术模式和理念适用于海南省及华南地区具有相似生态条件的坡地芒果种植区。特别推荐在保肥能力相对较弱、同时具有环境保护要求的果园生产系统推广应用，尤其是饮用水源地、生态保护区等环境敏感区域的果园绿色生产。其他地区在引进该技术时，可根据当地具体的土壤特性、气候条件和品种特点对技术参数进行适当调整，但其核心的40%有机替代比例、专用配方缓释施肥和中微量元素土壤配施等技术理念具有普遍的指导意义。

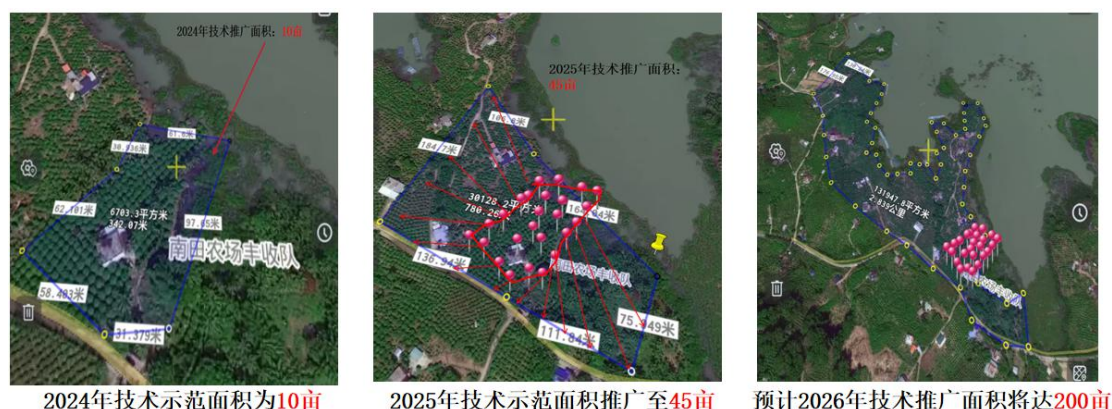


图 5 技术推广示范示意图

四、注意事项

1. 核心环节把控：必须严格遵循三次施肥制度，基肥和壮果肥须选用质量可靠、肥效期 75 天以上的缓释型专用配方肥，确保养分稳定供应；施肥位置应沿树冠滴水线外侧开沟条施，施肥后及时覆土压实。

2. 投入品规范：选用粒型整齐、粒径 2-5mm 的圆粒型专用配方缓释肥及符合标准的有机肥；中微量元素严格按配方准确配比，防止过量施用。

3. 因时因地施策：催花肥施用时期恰逢雨季，务必分两次施用，间隔不少于 1 个月，以降低养分淋失风险；在保肥能力差的沙质土壤区域，应适当增加施肥频次或调整用量，确保养分供应。

技术依托单位

（一）单位名称：三亚市农业技术服务中心

联系地址：海南省三亚市天涯区海润路 2 号

邮政编码：572000

联系人：曹明、王雯颖

联系电话：18889982064

电子邮箱：578783072@qq.com

（二）单位名称：海南省土壤肥料总站

联系地址：海南省海口市兴丹路 16 号

邮政编码：571100

联系人：王汀忠 郭彬 刑益钊 吕烈武 蒙赧

联系电话：13697522280

电子邮箱：wangtingzhong20050163.com

（三）单位名称：中海化学销售(海南)有限公司华南分公司

联系地址：海南省海口市秀英区西海岸长滨东三街 5 号
逸海国际广场 10 楼

邮政编码：570100

联系人：潘凡荣 曲均峰 王绥亮

联系电话：13698951011

电子邮箱：qujf@cnooc.com.cn

（四）单位名称：海南大学

联系地址：海口市美兰区人民路 58 号

邮政编码：570228

联系人：王帅 阮云泽 孟祥宇 赵冬涛 倪程程

联系电话：18844181329

电子邮箱：wangshuai1993@hainanu.edu.cn