

基于碳效智算的农业绿色财务优化系统构建与应用研究 ——以浙江省湖州市为例

徐誉睿 周娜羽 陈蕊 陈欣怡 赵芊惠

南京审计大学金审学院，江苏南京，210046；

摘要：从国际视角看，碳效智算在农业领域的应用已成为全球农业可持续发展变革的关键驱动力。国际上逐渐形成了涵盖碳足迹核算、碳减排技术研发、绿色金融支持等多环节的碳效智算产业生态。在“双碳”战略背景下，需破解农业绿色转型中碳排放与财务收益的难题。以浙江省湖州市为研究对象，通过文献研究、实地调研与问卷调查，分析和解剖农业碳排放源与绿色财务现状，构建“碳效智算-农业绿色财务”双目标优化系统框架。结果表明，湖州市农业碳排放集中于能源农资投入、种养殖过程和废物处理；当前存在碳效与财务数据分离导致绿色投入与收益不平衡、散户参与度低等问题；提出以透明数字平台、电商与技术支持和核心的优化系统方法，旨在打通“碳效提升、价值实现”路径。该系统方案能够有效降低碳核算的门槛，增加农户的参与度，并且通过相关绿色机制提升农业盈利能力，能更好实现碳效财务联动，为绿色转型提供实践参考。

关键词：碳效智能核算；农业绿色财务；优化系统；减碳排；湖州

DOI：10.69979/3029-2700.26.02.015

引言

在如今“双碳”战略与乡村振兴的深度融合背景下，农业许作为重要的碳排放源，其绿色低碳转型对于实现国家“双碳”目标至关重要。然而当前我国农业转型面临着“低碳投入高，财务核算模糊，环保与收益失衡”的现实挑战^[1]。并且对于目前存在的核心问题仍然是农业生产过程中的碳排放数据与财务数据先分离，制约了绿色技术与金融工具的实现。

碳效智算是通过融合物联网、大数据与人工智能等技术，为有效计算碳排放并与实际农业情况相结合提供了可能^[2]。同时绿色财务体系能够将环境成本与收益同时纳入考虑范畴，从而引导资金流向低碳项目^[3]。现有的研究虽然已经从技术方面^[4]和金融方面^[5]展开了讨论，但是并没有将二者结合，也没能形成协同优化的系统性框架。特别是在湖州这一农业化地区，怎样运用碳效智算得到财务优化成果，仍然需要进一步研究。

浙江省湖州市是“绿水青山就是金山银山”理念的发源地与国家首批碳达峰试点城市，作为全国绿色农业发展先行区，已有生态茶园，蚕桑基地等特色，并且基础雄厚，实力活跃^[9]，为本研究提供了理想的实证场景。因此，本研究旨在通过湖州市的案例，构建一个连接碳效数据与财务决策的优化系统方案，以解决“碳效智算”

与“绿色价值实现”的关键问题，为推动农业绿色低碳发展提供理论支撑与实践模范。

1 文献综述

碳效智算与农业绿色财务的有关交叉研究，是响应国家“双碳”目标与农业高质量发展需求的重要方向。到目前已经有关研究从方法、影响因素与实践路径等多个角度为本研究奠定了理论基础。

1.1 碳效核算方法与技术应用的推进

在方法论层面，农业碳效核算体系逐渐趋于多元化。早期研究主要依赖IPCC清单法等标准进行宏观测算^[1]。随着研究深入，数据包络分析(DEA)、随机前沿分析(SFA)与非径向SBM模型等效率评估方法被广泛应用，以精准测度农业碳排放效率和减排潜力^{[2][4]}。王瑞霞和石志恒(2025)通过优化碳排放核算指标体系，从时空维度揭示了农业碳排放效率的分布格局与动态演变，为差异化减排政策提供了依据^[3]。

近年来，智能技术的融合成为了新的发展趋势。刘宏曼(2025)通过构建相关理论模型证实，数字技术能显著提升全要素农业碳生产率，为农业绿色数字化转型提供了实证支持^[5]。机器学习、遥感、物联网等技术被应用于解决碳排放数据的获得与精准测算难题，推动了碳效智算向智能化、动态化方向发展。

1.2 绿色金融的驱动机制与政策效应

在实践方面，绿色金融被视为驱动农业低碳转型的关键经济手段。张欢等（2023）运用SFA方法系统考察了金融支持对农业生产效率的影响，提出应推广绿色生产技术并制定差异化金融政策^[2]。跨国研究同样验证了绿色金融对农业碳排放的抑制。Kapa et al.（2022）基于六个主要碳排放国的数据证实，绿色金融、农业增长与创新之间存在协同减排关系^[6]。

针对中国国情，Mo et al.（2023）以2011-2020年中国30个省份面板数据为基础，构建中介效应模型，提出完善绿色金融体系、优化农业产业结构等政策方向^[7]。最新研究进一步指出，实施差异化的绿色金融策略是推动产业结构调整与低碳技术扩散的关键机制^[8]。

1.3 研究缺陷与总结

综上所述，现有研究为本领域奠定了坚实基础，但在以下方面仍存在明显缺陷：

（1）系统融合不足：碳效智算技术与农业财务优化研究多独立开展，未能形成有效的“技术-经济”一体化协同框架。

（2）区域适配性欠缺：国内研究多聚焦于粮食主产区，对湖州市为代表的东部沿海集约化、高值化农业地区的针对性研究较为缺乏。

（3）落地工具缺失：现有研究以理论分析与模型测算为主，缺乏能够促使碳效提升与财务优化协同作用充分释放的系统化、可操作工具。

因此，本研究旨在解决上述问题，通过构建并验证一个适用于湖州模式的碳效智算与绿色财务优化系统方案，为同类地区的农业绿色转型提供参考。

2 研究设计



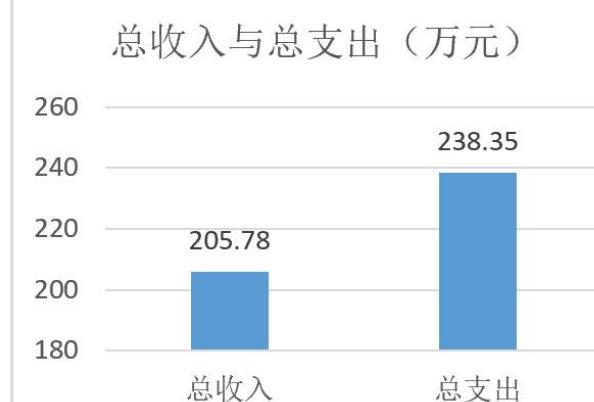
图 1 马村村合作社1-9月财务核心指标

本研究选取浙江省湖州市作为典型案例区域。湖州市农业现代化水平高，且已率先探索“碳账户”、“两山合作社”等绿色金融与生态价值实现机制，具备研究碳效与财务协同的先发优势。本研究采用混合研究方法，于2025年7月至11月期间实施。开展实地调研，线下前往湖州市马村村、鲁家村，于党群服务中心、家庭农场、合作社等类型地区开展调研。在调研途中，针对不同群体进行深度访谈。主要询问如今农户碳排放现状，绿色财务实施难点，农户对碳效系统的认知与接受度等等，了解各地使用的碳数据采集情况与精度。同期，我们同步进行问卷调查，针对大众、农户、党群服务中心领导三类不同人群，设计《湖州市农业碳效与绿色财务认知问卷》，结合线下走访与线上链接（通过村委群、合作社渠道发放），预计发放200份，有效回收率目标≥85%。最后依据调查问卷进行数据分析，运用deepseek进行数据整合，在Excel内绘制smartart，用于构建系统方法。

3 研究结果与分析

3.1 农业碳排放结构与财务现状

调研识别出湖州市农业三大主要碳排放源：能源与农资投入（农机燃油、化肥农药）；种养殖过程（水稻甲烷排放、动物肠道发酵）；农业废弃物（秸秆焚烧、粪污处理）。根据线下调研财务数据显示，农业经营主体收入结构单一，对政策性补贴依赖严重。以马村村股份经济合作社为例，2025年1-9月政策性补助收入占总收入的52.3%，而同期收支逆差达32.6万元，见图1。农业经营的内生盈利能力不足，绿色转型缺乏可持续的财务动力。



3.2 碳效认知与行为分析

问卷调查结果显示，受访者对“农业生产碳排放”概念认知度较高（46.55%），但对“碳数智算”的具体了解程度偏低（“非常了解”仅占6.9%），表明概念普

农业生产碳排放概念认知



图 2 农业生产碳排放概念认知与碳效智算了解程度

3.3 碳效智算与绿色财务的融合瓶颈

(1) 数据分离与技术门槛高：碳数据未被纳入传统财务核算体系，农民仅知总成本，不清晰过量碳排放带来的未知环境成本。专业的碳核算设备与系统操作复杂、成本高昂，形成“技术鸿沟”。

(2) 利益联结机制不紧密：问卷显示，83.87%的农户认同生物防治等低碳措施，但实际普及率低。现有合作模式下，小农户难以分享绿色品牌溢价与碳汇收益，参与积极性受挫。

(3) 绿色价值市场实现难：即便生产出低碳农产品，也因品牌影响力不足、营销渠道有限而无法实现“优质优价”，导致绿色生产的经济正反馈无法形成。

4 构建核心路径

对于上述面临的各项难题，此次研究构建了一个集成了碳效智算与绿色财务的优化系统框架，其核心实施路径如下：

4.1 构建简易数据转换模块

开发面向农户的轻量化应用接口，农户仅需输入基础农事数据（如化肥用量、农机工时），系统即可通过内置算法自动换算为碳排放量及对应的环境成本或碳汇收益。该模块旨在实现碳数据与财务数据的同屏可视化，极大降低碳核算的技术与成本门槛。

4.2 搭建透明化数字平台

及与技术落地之间存在显著差距。在行为层面，仅有5.17%的受访者亲身参与过碳数智算应用，而51.72%的农户正在尝试减量使用农药化肥，反映减排意愿高于技术使用能力。

碳效智算了解程度



图 2 农业生产碳排放概念认知与碳效智算了解程度

构建一个连接农户、合作社与市场的数字平台。平台公开呈现散户的碳效数据与产品品质，合作社或企业可据此进行溢价收购。同时，建立“绿色积分”体系，将农户的低碳行为（如有机施肥）量化为积分，积分可用于兑换农资或参与年度分红，从而建立“行为—数据—收益”的透明化利益联结机制。

4.3 强化品牌赋能与技术支持

协助将碳效数据转化为品牌叙事，利用短视频、直播电商等新媒体，向消费者透明展示农产品背后的绿色生产流程，以信任建立品牌，捕获绿色溢价。联合农业服务公司，将复杂的低碳技术（如生物防治）打包成服务套餐，提供上门指导，降低农户的认知与操作负担。

5 总结

此次研究针对农业绿色转型中“碳排-财务”脱节的核心问题，提出了一个基于碳效智算的农业绿色财务优化系统，该系统通过数据模块实际体现与便捷运算，增强了农户参与激励，为引导农业从“政策依赖”向“市场驱动”的绿色增长转型提供了可行的解决方案。其次，提出以下政策启示：

(1) 鼓励开发适用于小农户的简易碳核算工具与方法；

(2) 引导金融机构基于平台碳效数据，开发差异化信贷与保险产品；

(3) 政府应协同各方，将碳效指标融入区域农产

品公用品牌体系，提升整体市场竞争力。

参考文献

- [1]白凌婷,蒋晓俊.“双碳”目标下我国农业绿色发展的定位和政策建议[J].农业经济,2025,(01):30-32.
- [2]张欢,姜涓涓,王瑞祥.基于农业生产效率的碳减排潜力研究及金融路径设计.《西部金融》2023年第5期35-44
- [3]王瑞霞,石志恒.农业碳排放效率的再测度、时空特征及收敛性[J/OL].环境科学,1-22[2025-10-26].<https://doi.org/10.13227/j.hjkx.202507199>.
- [4]钱力,孙芳,宋俊秀.农业碳排放效率测度及空间收敛性研究——基于中国省域面板数据动态分析[J].江汉大学学报(社会科学版),2024,41(04):104-115.DOI:10.16387/j.cnki.42-1867/c.2024.04.011.
- [5]Hongman Liu, Xixi Li. How digital technology can improve new quality productive forces? ——Perspective of total factor agricultural carbon productivity. Journal of Asian Economics, 2025-04-07
- [6]Kapa, M. M. J., Nalle, A. A., Tamelan, P. G., & Wisetsri, W. (2022). The Impact of Green Finance, Agriculture Growth and Creativity on Carbon Emissions of High Carbon Emissions Producing Countries. International Journal of Energy Economics and Policy, 12(5), 432 - 440. <https://doi.org/10.32479/ijep.13562> 卡帕(M. M. J.)、纳勒(A. A.)、塔梅兰(P. G.)和威塞斯里(W.) (2022). 绿色金融、农业增长和创新对高碳排放国家碳排放的影响.《国际能源经济与政策杂志》, 12(5), 432-440. <https://doi.org/10.32479/ijep.13562>
- [7]Mo Yalin, Sun Dinghai, Zhang Yu. Green Finance Assists Agricultural Sustainable Development: Evidence from China. Journal | [J] Sustainability. Volume 15 , Issue 3 . 2023. PP 2056-2056. DOI: 10.3390/SU15032056
- [8]Tingting Yang, Fujiang Huang. Does green finance matter for agricultural carbon abatement? Fresh insight from China. Journal | [J] Environmental science and pollution research international. Volume 31 , Issue 34 . 2024. PP 47157-47169. DOI: 10.1007/S11356-024-34106-Y
- [9]李志能. 马村村蚕桑产业发展展望[R]. 安吉县梅溪镇马村村委, 2023.

作者简介：徐誉睿，女（2006.07.01），汉族，四川宜宾，本科学生，研究方向：农业绿色财务系统构建。本文为江苏省高等学校大学生创新创业训练计划项目“基于碳效智算的农业绿色财务优化系统构建与应用研究——以浙江省湖州市为例 202513994019Y”成果