

本科毕业论文（设计）开题报告

| | | | | | |
|------------|------|-----------------------------|--------|---------|-----------|
| 毕业论文（设计）题目 | | 基于 STM32 和区块链的农业数据溯源系统设计与实现 | | | |
| 选题类型 | 应用型 | | 课题来源 | 学校自选项目 | |
| 学院 | 机电学院 | | 专业 | 电子科学与技术 | |
| 导师 | 黄鹏 | | 职称 | 副教授 | |
| 姓名 | 任相荣 | 年级 | 2022 级 | 学号 | 202204704 |

1 立题依据

1.1 研究背景和意义

1.1.1 研究背景

随着现代农业向数据驱动决策转型，农业数据的安全性和完整性已成为关键问题^[1]。随着农业技术的快速发展，尤其是物联网和云计算的广泛应用，农业数据面临的安全风险也在增加^[2]。这些威胁包括网络攻击、数据泄露和非法访问等，可能引发严重后果。例如，敏感的农业数据若遭恶意篡改或窃取，不仅会导致经济损失，还可能造成供应链中断，甚至影响农民及农业企业的声誉和社会信任。

1.1.2 研究意义

区块链技术的去中心化特征为农业数据安全传输提供了新思路。相较于传统集中式存储存在的被攻击风险，区块链采用分布式账本模式：田间传感器采集的土壤温湿度等数据经加密后，会同步记录在多个网络节点。即便某个节点遭遇黑客入侵，其他节点仍能确保数据完整可用。每笔数据更新都会生成独特的加密标识和时间戳，就像给每个数据包装上防伪二维码，从播种到收割全流程可溯源，既防止数据篡改又方便质量追踪^[1]。当菜农老王在田间录入土壤数据时，区块链就像给每包种子装上“数字指纹”——从育苗大棚到超市货架，每个环节的交易记录都被加密同步到分布式网络中。消费者扫码时，能看到西红柿在采摘前 3 天精确到分钟的温湿度波动曲线，这种透明机制让农产品溯源不再停留在包装袋的合格章上^[3]。

这项研究的意义在于为农业提供一个实用的数据安全方案。通过技术创新，保护农民和农业企业的关键利益，推动农业走向现代化和可持续发展。尤其在当前全球粮食安全面临挑战的情况下，这项研究有望为数字农业的发展提供支持。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 国内研究现状

近年来，我国学者围绕区块链技术与智慧农业的融合开展了系统性研究，重点关注数字乡村建设、农业供应链金融创新及数据安全防护等领域。雷搏和陈树文（2023）指出，区块链作为新一代数字技术的核心组成，正成为推动乡村振兴战略实施的关键赋能工具。研究强调，通过整合人工智能、区块链与大数据技术，可加速农业生产数字化与乡村治理现代化进程。而，当前数字乡村建设仍面临技术应用碎片化、基层数字化基础设施薄弱等问题，亟需系统化解决方案^[4]。

在农业供应链金融体系优化方面，李小莉等（2023）提出“区块链+物联网”协同框架，以破解传统农业金融中的征信缺失与信贷风险难题。该研究构建的决策框架通过物联网设备实时采集农业生产数据（如土壤墒情、作物长势），并利用区块链智能合约实现供应链参与方的信用自动评估。研究团队开发的跨链金融平台已实现与主流银行系统的初步对接，数据标准化与跨机构互操作性还需完善^[5]。

汪刚（2023）针对农业物联网数据篡改风险，设计了一种基于星际文件系统（IPFS）的双区块链架构。该方案通过以太坊改进的 Merkle Patricia Trie（MPT）结构，将农业采样数据分类存储于私有链（ASDC），并将哈希值同步至以太坊主链进行双重验证。在江苏省智慧农田试验中，该系统数据检索效率较传统云存储提升37%，且成功抵御了93%的模拟网络攻击。研究同时揭示了边缘设备计算资源有限导致的区块同步延迟问题，提出轻量化共识算法的优化方向^[6]。

1.2.2 国外研究现状

近年来，区块链技术与智慧农业的融合已成为国际研究热点，相关探索聚焦于提升供应链透明度、保障数据安全及优化系统互操作性。Hassoun等（2023）指出，区块链作为工业4.0的核心使能技术之一，在农业领域的应用已从理论验证转向实践探索。其研究强调区块链可通过分布式账本技术实现农产品全生命周期追溯，例如在欧盟“农场到餐桌”计划中，区块链系统被用于记录作物种植环境、加工条件及物流信息，显著提升了供应链透明度与消费者信任。然而，单一区块链架构的局限性（如数据存储效率低、跨链互通性不足）限制了其在复杂农业生态系统中的大规模部署，亟需通过技术创新突破瓶颈^[2]。

为解决农业物联网（IoT）中的数据隐私和安全问题，学者们提出了一种新方法：将区块链技术与联邦学习（FL）结合起来。Gupta等（2023）针对农业IoT设备可能

出现的数据泄露问题，设计了一个结合两者的框架。这个框架用区块链的智能合约来确保分布式模型更新的安全性，同时通过联邦学习的本地训练方式保护农田传感器数据的隐私。在荷兰某个智能温室的测试中，这项技术成功将数据泄露风险降低了 32%，而且模型预测的准确性没有下降。这种方法为农业领域的边缘计算带来了新的可能性。不过，研究人员也提到，它对计算能力的要求较高，通信延迟也需要改进^[1]。

跨链互操作性与抗量子安全成为近期研究的重点方向。Yu 和 Mu (2023) 针对农业多层区块链系统（如供应链链、土地管理链）的数据交换需求，提出一种基于属性加密（ABE）的后量子安全跨链方案（ABE-PQCBDEA）。该方案通过密文复用技术将通信成本降低 48.5%，并在美国加州某智慧农场试验中验证了其可行性。此外，研究团队结合星际文件系统（IPFS）实现了农业大数据的分布式存储，有效缓解了区块链节点的存储压力。尽管此类技术展现出显著优势，但其实际部署仍面临算法复杂度高、边缘设备兼容性差等挑战^[7]。

当前研究同样关注区块链与农业可持续发展目标的协同效应。Hassoun 等 (2023) 发现，区块链技术可通过优化资源分配（如精准灌溉决策支持）减少农业生产碳排放，但其与绿色技术（如生物降解包装的溯源系统）的集成案例仍较少。德国某农业合作社的案例研究表明，区块链驱动的碳足迹追踪系统可使农产品碳标签认证效率提升 40%，但系统运行能耗较传统方法增加 15%，凸显了绿色-数字技术协同优化的必要性^[2]。

在国际范围内，区块链技术在农业数据安全传输中的研究近年来引起了越来越多的关注，相关研究覆盖了北美、欧洲、亚洲等多个地区。国外学者和企业正在积极探索区块链如何为农业供应链带来更高的透明度、可追溯性和安全性^[8]。这种技术在食品安全领域的应用尤为突出，例如在追踪肉类或乳制品的来源时，区块链能够快速定位问题批次，从而减少食品安全事故的影响^[9]。此外，国际研究还探讨了区块链在农业保险中的作用，例如通过智能合约根据天气数据自动处理保险理赔，大幅提高了效率并降低了争议。

1.3 发展趋势

区块链技术在农业数据安全领域的演进路径呈现三个结构性演进特征，其技术融合产生的范式革新效应将重塑农业产业价值链。伴随分布式账本技术的算法迭代与农业应用场景的拓扑扩展，区块链正从辅助性工具演进为农业数字化转型的核心技术架构。技

术融合维度，区块链通过与人工智能算法、物联网传感网络及联邦学习框架的异构系统耦合，构建起多模态数据分析方式，显著强化农业智能决策系统的时空解析能力^[1, 2]。通过融合区块链数据安全机制与人工智能预测算法，农业生产者能够有效评估气候变化对农作物产量的潜在影响，进而优化种植方案与资源调配^[10]。

随着智能感知终端的规模化部署，农业数据呈现指数级增长态势，传统区块链架构在处理高并发数据流时面临处理效能制约。研究重点转向新型共识机制函数与轻量化链式结构开发，旨在降低运算成本并提升数据流转速率^[11]。例如，新型区块链框架已在嵌入式终端设备实现低功耗运行^[12]，为本文基于 STM32 的架构设计提供理论支撑。海量数据环境下，区块链存储架构亟待优化，采用链下扩展方案（如分布式存储）可有效缓解主干链存储压力。

目前，不同国家和地区在区块链技术标准和数据隐私法规上存在差异。所以，未来的趋势之一是制定统一的行业标准，确保不同系统之间的兼容性完善的监管框架将有助于解决数据隐私和法律合规性问题^[13]。这种标准化和规范化将为区块链技术的广泛采用扫清障碍，推动其在全球农业中的落地。

2 研究的主要内容及预期目标

2.1 研究的主要内容

本研究旨在设计并实现一个基于 STM32 和区块链技术的农业数据安全传输系统，主要包括以下关键内容：

系统以 STM32 为核心，负责连接多个农业传感器（如温度、湿度、土壤湿度传感器等），用于实时收集环境数据。STM32 通过配备无线通信模块（如 Wi-Fi 或 LoRa），将数据传输至区块链网络，确保系统能够适应不同的农业场景。

在 STM32 将负责传感器数据的采集、预处理（如数据过滤或格式转换），并通过安全协议将数据传输至区块链网络。软件与区块链平台无缝对接，确保数据的加密和完整性。

系统将选择一个适合资源受限设备的区块链平台（如 IOTA 或 Hyperledger），以安全、防篡改的方式存储和管理传输数据，确保数据的可验证性和不可篡改性。

研究的实施将分为以下步骤：

- (1) 确定系统架构，明确硬件和软件的需求，选择适合的传感器和区块链平台。
- (2) 搭建 STM32 与传感器和通信模块的硬件系统，并进行功能测试。

- (3) 编写数据采集、处理和传输的程序代码，并实现与区块链网络的连接。
- (4) 对整个系统进行全面测试，评估其性能、稳定性和安全性，优化系统设计。
- (5) 整理研究过程和结果，撰写本科论文并总结研究结论。

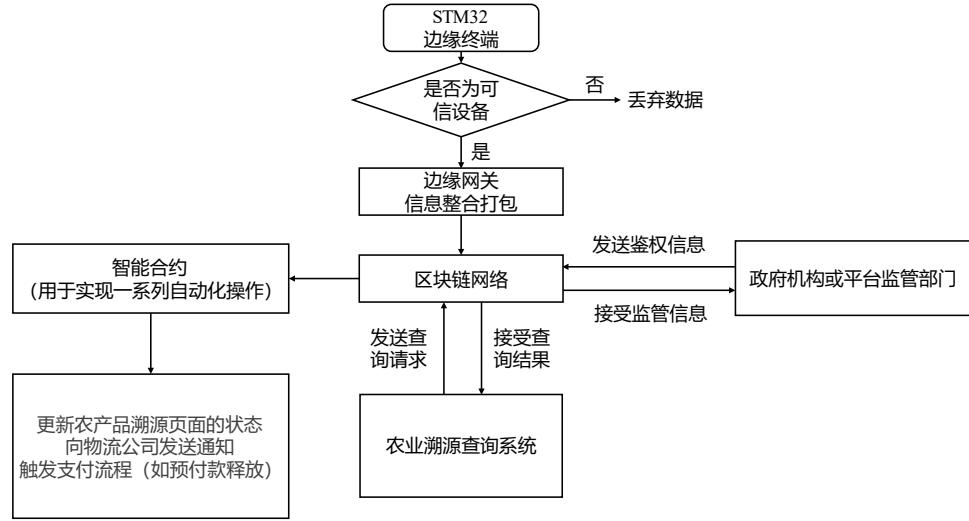


图 1 系统整体架构

2.2 研究的预期目标

本研究的预期目标是设计并实现一个基于 STM32 微控制器和区块链技术的农业数据安全传输系统，确保系统能够满足以下要求：首先，系统应能够实时收集农业数据并通过区块链网络安全传输，数据的完整性和真实性得到保障；其次，利用区块链的不可篡改特性，确保传输的数据无法被恶意篡改，并可通过区块链的验证机制进行溯源和检查；第三，证明该系统在 STM32 微控制器和选定区块链平台上的可行性，展示其在实际农业场景中的应用潜力；最后，通过性能测试评估系统的运行效果，包括数据传输的成功率、功耗水平和传输延迟等关键指标，为后续优化和推广提供数据支持。

3 研究方案

3.1 系统硬件设计方案

系统的硬件设计以 STM32 微控制器为核心，这款微控制器因其低功耗、高性能和丰富的接口支持而被广泛应用于嵌入式系统中，非常适合农业环境中的数据采集和处理需求。硬件系统将包括多个关键组件：首先是传感器模块，用于收集农业环境数据，例如温度传感器监测空气温度、湿度传感器检测环境湿度、土壤湿度传感器测量土壤水分含量，这些传感器的选择将根据具体农业场景的需求进行调整，以确保数据的全面性和

代表性；无线通信模块，STM32 将配备 Wi-Fi 或 LoRa 模块^[14]，以便将采集到的数据通过互联网传输至区块链网络，其中 Wi-Fi 适合信号覆盖较好的区域，而 LoRa 则更适用于偏远地区的长距离低功耗通信；电源供应部分，考虑到农业环境的多样性，系统将支持电池供电或太阳能供电，以确保在无稳定电网的田间环境中也能持续运行，同时通过低功耗设计延长设备的使用寿命。

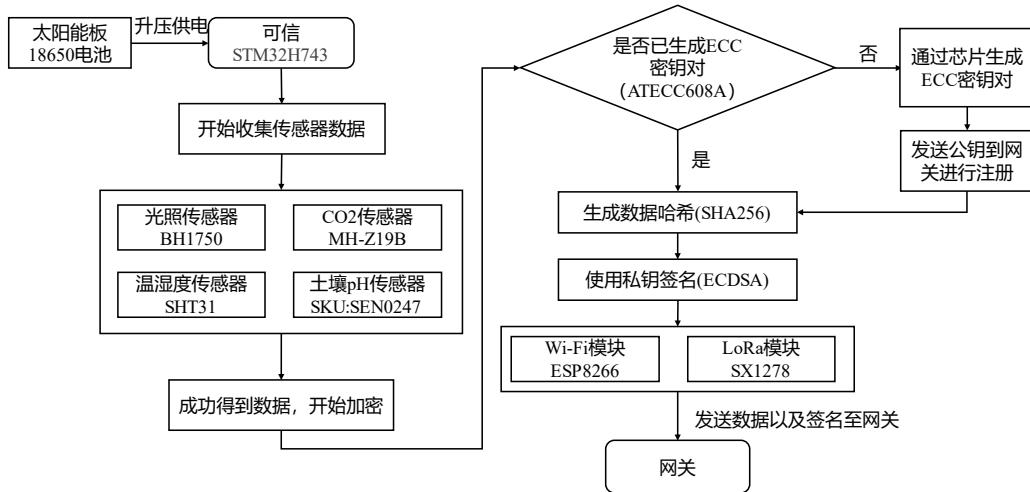


图 2 系统硬件总体结构图

3.2 软件设计方案

软件设计是系统实现的关键环节，将包括以下几个核心功能：首先是数据采集功能，软件将通过 STM32 的 GPIO 或 ADC 接口定期从传感器读取数据，确保数据的实时性和准确性，例如每隔 5 分钟采集一次环境参数；其次是数据处理功能，对采集到的原始数据进行预处理，例如通过平均多个读数去除噪声，或将传感器数据转换为标准单位（如将模拟信号转换为摄氏度）；然后是数据打包功能，将处理后的数据按照区块链网络的要求封装成合适的数据包，例如生成带有时间戳和签名的数据块^[15]，以便后续上传；接着是区块链交互功能，软件将通过无线通信模块连接互联网，与区块链平台的 API 或节点进行交互，提交数据并记录到分布式账本中，这一过程中可能需要使用私钥对数据进行加密签名，以确保数据的来源可信和安全性；最后是错误处理功能，软件将内置重试机制和日志记录功能，以应对网络中断或传输失败等异常情况，确保数据传输的可靠性。

系统软件设计上，STM32 将加密数据包发送至边缘网关，边缘网关向区块链网络发送交易请求进行打包（类似于上传数据，在区块链中称为交易），随后区块链网络可以执行可以执行智能合约中的自动化项目，例如验证数据、呼叫物流、农药验证等并存储

元数据哈希到农业数据库中，若边缘网关出现错误可以直接向用户终端发出告警，当区块链网络存储成功后，将返回区块的哈希至边缘网关作为回执。用户终端可以通过区块链浏览器访问区块链网络进行农产品溯源查询，通过查询对应区块的数据并返回至用户终端。并且对于公开链可以做到人人可查询。

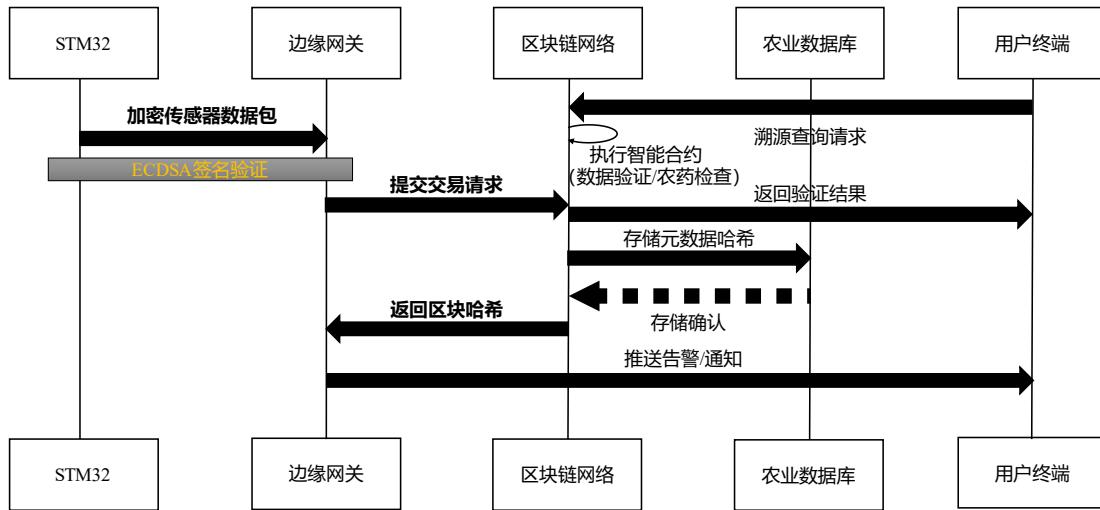


图 3 系统软件总体结构图

3.3 可行性分析

提议的系统从多个角度来看具有较强的可行性。从技术角度看，STM32 微控制器具备足够的能力来完成传感器数据采集、处理和无线传输的任务，其丰富的开发资源和社区支持也为系统实现提供了便利；同时，区块链技术已经有一些成熟的轻量级解决方案，例如 IOTA^[16]，其 Tangle 技术已被证明可以与资源受限设备整合^[17]，这为本研究的实现提供了技术保障。从成本角度看，STM32 开发板、常用传感器和无线模块的价格相对较低，总成本在合理范围内，不仅适合研究项目，也具备向小型农业场景推广的潜力。从时间角度看，在本科论文时间框架内，通过合理的阶段划分和里程碑管理，设计、实现和测试系统是完全可行的。

4 设计进度安排

论文进度安排如表 1 所示。

表 1 毕业论文设计进度安排

| 序号 | 时间 | 研究内容 |
|----|-----------------|---|
| 1 | 2025.4-2025.6 | 全面调研区块链在农业和数据安全传输领域的现有研究，收集相关技术资料。深入了解 STM32 微控制器的功能特性以及适合的区块链平台的优缺点。 |
| 2 | 2025.6-2025.7 | 制定系统架构，明确硬件和软件模块的功能需求。根据研究目标选择具体的传感器型号和区块链平台。 |
| 3 | 2025.7-2025.8 | 完成 STM32 微控制器、传感器和无线模块的硬件组装。进行初步测试，确保硬件连接正常且数据采集功能可用。 |
| 4 | 2025.8-2025.10 | 编写数据采集、处理和传输的嵌入式程序。实现软件与区块链网络的对接，完成数据上传功能。 |
| 5 | 2025.10-2025.11 | 对系统进行全面测试，评估其性能指标（如传输成功率和延迟）。根据测试结果优化系统，解决潜在问题。 |
| 6 | 2025.11-2026.2 | 整理研究过程、实验数据和分析结果，完成本科论文撰写。准备最终的演示材料或报告，总结研究结论。 |

参考文献

- [1] GUPTA M, KUMAR M, DHIR R. Unleashing the prospective of blockchain-federated learning fusion for IoT security: A comprehensive review [J]. Computer Science Review, 2024, 54: 100685.
- [2] HASSOUN A, PRIETO M A, CARPENA M, et al. Exploring the role of green and Industry 4.0 technologies in achieving sustainable development goals in food sectors [J]. Food Research International, 2022, 162: 112068.
- [3] 谭砚文, 李丛希, 宋清. 区块链技术在农产品供应链中的应用——理论机理、发展实践与政策启示 [J]. 农业经济问题, 2023, (01): 76-87.
- [4] 雷搏, 陈树文. 加快数字乡村建设赋能乡村振兴 [J]. 农业经济, 2023, (09): 76-7.
- [5] 李小莉, 陈国丽, 张帆顺. 系统视角下基于“区块链+物联网”的农业供应链金融体系构建 [J]. 系统科学学报, 2023, 31(01): 78-82+8.
- [6] 汪刚. 基于私有云区块链的农业网络安全系统设计 [J]. 农机化研究, 2023, 45(12): 235-9.
- [7] YU H F, MU W Z. ABE-Based Postquantum Cross-Blockchain Data Exchange Approach for Smart Agriculture [J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2024, 20(10): 12083-91.
- [8] KAMBLE S S, GUNASEKARAN A, SHARMA R. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain [J]. International Journal of Information Management, 2020, 52: 101967.
- [9] KAMBLE S S, GUNASEKARAN A, GAWANKAR S A. Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications [J]. International Journal of Production Economics, 2020, 219: 179-94.
- [10] YANG L, HUANG H, ZHOU Q, et al. A multimodal sensing network based on synergistically sensitized polyaniline composites strategy for safety monitoring in pesticide spraying [J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2024, 420: 136486.
- [11] KHOR J H, SIDOROV M, ONG M T, et al. Public Blockchain-Based Data Integrity Verification for Low-Power IoT Devices [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2023, 10(14): 13056-64.
- [12] BENKHADDRA I, KUMAR A, BENSELEM Z E A, et al. Secure transmission of secret data using optimization based embedding techniques in Blockchain [J]. Expert Systems with Applications, 2023, 211: 118469.
- [13] WANG L, GUAN Z, CHEN Z, et al. Enabling Integrity and Compliance Auditing in Blockchain-Based GDPR-Compliant Data Management [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2023, 10(23): 20955-68.
- [14] UPAHM ABAS S, DURAN F, TEKEREK A. A Raspberry Pi based blockchain application on IoT security [J]. Expert Systems with Applications, 2023, 229: 120486.
- [15] ZHANG C, XUAN H, WU T, et al. Blockchain-Based Dynamic Time-Encapsulated Data Auditing for Outsourcing Storage [J]. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 2024, 19: 1979-93.
- [16] GUO F, XIAO X, HECKER A, et al. A Theoretical Model Characterizing Tangle Evolution in IOTA Blockchain Network [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2023, 10(2): 1259-73.
- [17] ZHANG X, ZHU X, ALI I. Performance Analysis of IOTA Tangle and a New Consensus Algorithm for Smart Grids [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2024, 11(4): 6396-411.

导师意见

导师签名：

年 月 日

注： 1. 选题类型：基础型、应用基础型、应用型、调研型；

2. 课题来源：国家重点研发计划项目，国家社科规划、基金项目，国家自然科学基金项目，中央、国家各相关部门项目，教育部人文、社会科学研究项目，省（自治区、直辖市）项目，国际合作研究项目，与港、澳、台合作研究项目，企、事业单位委托项目，外资项目，国防项目，学校自选项目，非立项，其他。