

# 区块链技术背景下绿色食品安全溯源体系构建研究\*

孙熠<sup>1</sup>, 彭晗<sup>1</sup>, 龙伟<sup>2</sup>, 黄玲<sup>3</sup>, 肖娜<sup>1</sup>

(1. 吉安职业技术学院, 江西吉安 343006; 2. 吉安市农产品质量安全检验检测中心, 江西吉安 343000;

3. 井冈山市农业农村局, 江西吉安 343621)

**摘要:** 随着社会的快速发展, 人们对绿色食品的需求日益增加, 对绿色食品的安全问题也愈发重视。当前, 我国绿色食品溯源系统一般采用集中式存储录入的方式, 存储节点单一、数据容易被人为篡改、可信度低。针对上述问题, 课题组提出将区块链技术应用于绿色食品的安全溯源控制体系中, 使绿色食品生产、加工、运输、储存、销售等环节的信息数据化和透明化, 为消费者提供可靠的溯源服务, 确保绿色食品从生产至销售全周期的数据真实可靠。

**关键词:** 区块链; 绿色食品; 溯源; 食品安全

中图分类号: F322

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-3872.2022.16.009

食品安全是国民生活的头等大事, 绿色食品的安全是维护绿色食品品牌影响力、关系绿色食品长久发展的关键所在。近年来, 因农产品污染、农药残留、重金属超标导致的食品安全问题频发, 其中不乏个别绿色食品生产加工企业, 这严重影响了绿色食品的品牌信誉和形象。2021年中央一号文件再次提出“加强农产品质量和食品安全监管, 发展绿色农产品、有机农产品和地理标志农产品”, 明确要求“农产品质量和食品安全水平进一步提高”<sup>[1]</sup>。

保证绿色食品从田园到餐桌的安全、有效减少或阻止绿色食品质量安全问题的发生、维护绿色食品的品牌影响力是亟待完成的任务。当前, 国内相关机构已建立了绿色食品溯源体系, 对绿色食品的安全控制主要采用人工监测, 其存在效率低、及时性差和数据不完整易被篡改等问题<sup>[2-4]</sup>。习近平总书记在中央政治局第十八次集体学习时强调, 要“把区块链作为核心技术自主创新重要突破口, 加快推动区块链技术和产业创新发展”<sup>[5]</sup>。有别于传统的数据记录方式, 区块链是一种去中心化的分布式计算存储记录技术。在区块链技术中, 数据被分区块存储, 各数据区块以顺序链接, 采用共同维护机制与高可靠的加密算法来保障数据安全, 具备高度去中心化、分布式记录存储、防篡改性、安全性、开放性等特点<sup>[6-7]</sup>。凭借上述优点, 应用区块链技术能够有效解决当前绿色食品安全体系存在的问题。

## 1 绿色食品质量溯源存在的问题

随着信息技术的加快应用, 当前绿色食品监管

部门已在省、市、县几个层级建立了绿色食品溯源系统。溯源系统可以对绿色食品的生产、加工、存储、运输、销售等环节进行一体化的监管, 通过对各环节信息采集、集中录入、跟踪与上传实现对绿色食品生产销售全过程的监管与溯源。各县市依托省级产品质量安全追溯平台, 实现对绿色食品的监管, 同时在最终销售的产品上为消费者提供二维码溯源渠道。当前的溯源系统在保证绿色食品安全上发挥了重要作用, 然而, 其在生产实践中依然存在一些问题, 例如溯源系统信息不可靠、数据易被篡改、消费者获取溯源信息不全面、溯源系统监管力度不够等<sup>[8]</sup>。

### 1.1 绿色食品溯源系统信息不可靠、数据易被篡改

当前溯源系统数据构建主要靠绿色食品生产企业在溯源系统中的人工录入。有关生产与销售企业在溯源系统中录入绿色食品的生产数据(含产品信息、地块信息、生产批次信息、生产档案记录等)、加工数据(含农药购买使用、肥料购买使用、农事操作、病虫害处理、加工原料购买使用、产品加工)、存储数据(包装生产使用与入库)。信息的真实可靠取决于企业的自律性与信息录入人员的专业性, 如果在录入过程中存在人为失误或人为干涉, 那么数据的真实性就无法被保证。数据全部录入完成后, 仍然存在修改、编辑的可能性, 即绿色食品各生产环节的数据均可能被篡改。当前绿色食品溯源体系框架如图1所示。

### 1.2 绿色食品溯源系统信息不全面

目前, 绿色食品溯源系统中生产、加工、存储等

**基金项目:** 吉安市贯彻落实党的十九届六中全会精神、省市党代会精神专项招标课题(22ZB024)

**作者简介:** 孙熠(1991—), 男, 辽宁本溪人, 硕士, 工程师, 研究方向为区块链与数据挖掘。

环节的溯源数据由企业负责录入，运输和销售环节的数据因生产企业不涉及，故无法录入，而需要负责运输与销售的企业来完善。因生产企业、供应商、销售企业、运输企业各主体之间相对独立，信息共享不全面，所以存在“数据孤岛”的问题，无法有效协调不同企业之间的数据接口、信息录入接口、协同对接环节，协同完成绿色食品数据全流程溯源存在困难。这些问题导致即使绿色食品在质量安全方面出现问题，也无法通过溯源系统明确问题的环节及责任主体。同时，绿色食品溯源系统数据一般部署在省级监管单位，数据由统一集中管理，如果管理节点出现问题，将面临所有溯源数据都不可用的风险。

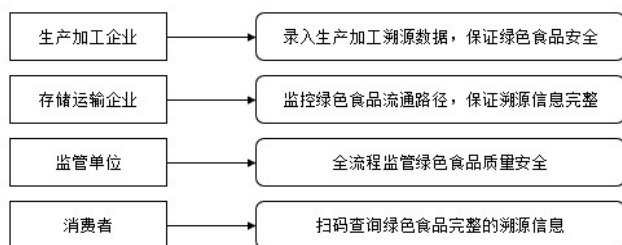


图1 绿色食品溯源框架

### 1.3 绿色食品溯源体系监管难度大

目前绿色食品溯源系统已经初步解决了绿色食品的生产、加工、贮存、运输以及销售环节的各类信息记录，但监管部门要做到完整监管，则需要每个环节大量投入人力，实现的难度较大。当前，溯源数据的完整性和可靠性主要依靠绿色食品企业持证质检人员的专业性和自觉性。在全流程的监管中，多头监管、多段监管的现象依然存在。与此同时，还存在完整的绿色食品监管执行标准缺乏、行政执法约束力不足等问题，使得监管难度较大。

## 2 基于区块链技术的绿色食品溯源体系

作为比特币等数字加密货币的核心技术，区块链是一种去中心化、存储在所有用户节点的分布式信息记录技术。在区块链技术体系内，所有参与者都能共同维护生成的数据。通过记录时间戳区分不同区块，采用较好的加密算法来确保数据安全，采用点对点网络来共享数据。区块链技术具备了去中心化、分布式存储、防篡改等一系列优势，能够在复杂的网络环境中建立可靠的信息交换。将区块链与绿色食品溯源相结合，利用区块链的一系列优点，能够解决当前绿色食品溯源存在的问题。基于区块链的绿色食品溯源体系框架如图2所示。

在生产加工环节，依托物联网与5G技术实时监测绿色食品生长状况，完整记录生长时的环境条件、地块条件、加工工艺、农药化肥使用情况、病虫害处理情况等。采用区块链技术记录的生产、加工数据，能确保不被生产加工企业再次编辑修改，同时参与该溯源数据的所有主体均只有查看历史数据的权限，而不具备编辑修改能力。根据品种与批次不同，采用区块链技术赋予每个绿色食品唯一的追溯码，避免追溯码被重复使用。

在存储运输环节，已完成生产加工的各类绿色食品需要统一仓储后再运输到市场销售。在此环节中，通过各类环境传感器将监测到的存储环境的温湿度、产品包装入库等信息上传到区块数据中。根据监测到的各类环境数据把控产品质量，根据监测的运输数据对绿色食品的流通路径进行溯源。

在销售环节，绿色食品的二维码已记录了产品完整的生命周期数据，其中包含了生产加工、仓储运输等信息。所有信息基于区块链技术存储在二维码中，

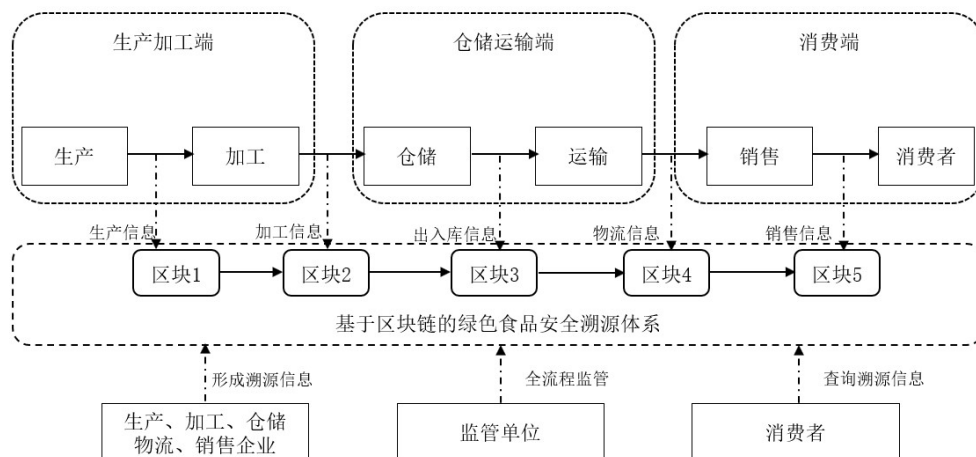


图2 基于区块链的绿色食品溯源体系框架

消费者可以通过扫码获取绿色食品的所有溯源数据。在上述环节中,基于区块链技术的绿色食品溯源体系有以下几个优点。

### 2.1 溯源数据可靠、无法被篡改

基于区块链技术的绿色食品溯源体系中的信息数据无法被篡改,区块链中记录的各类生产、加工、存储、运输与销售数据,都以事件发生的精确时间为依据,采用时间戳技术将发生的事件相关联后存储在区块链内。因为彼此相链接的两个区块数据相互依赖,如果某一区块数据发生变化,必然导致下一区块数据的校验值发生变化,从而无法相互链接。高度依赖的校验方式可以保证每个区块的数据都是独一无二且上下关联、无法被修改的<sup>[7]</sup>。通过时间戳技术、哈希校验技术、去中心化维护模式等确保数据不被篡改。

### 2.2 溯源数据全面可共享、溯源效率高

区块链技术摒弃了传统的中心化集中存储记录数据的模式,采用P2P网络技术点对点传输数据,数据由所有参与者共同维护管理,存储在任何参与者的终端中。该技术能够准确全面地记录绿色食品在生产、加工、存储、销售等各环节的溯源信息。同时,由于区块链技术采用了分布式账簿的记录形式,溯源信息同时存在于生产企业、加工企业、贮存企业、运输企业、销售商和监管单位中,任何角色都只能实时共享所有溯源数据,而不能篡改历史数据<sup>[9]</sup>。这种去中心化的管理模式有效解决了绿色食品流通过程中出现的不对称问题,所有参与绿色食品生产流通的企业都能共同维护溯源数据,减少了溯源数据参与者核对信息的工作,提高了溯源效率。同时去中心化的溯源信息也避免了集中式存储可能带来的由单点故障而造成的数据全部不可用的问题。

## 3 构建基于区块链技术的绿色食品溯源体系的对策

区块链作为新兴的互联网技术,有不可篡改、分布式、数据透明等特征<sup>[10]</sup>,应用在绿色食品的安全溯源中有较大优势。但绿色食品的安全控制体系是一项多学科交叉、多角色参与、多层次监管的复杂工程,在此工程中,绿色食品的安全溯源体系是关键,结合绿色食品的安全控制体系建设,课题组提出以下对策。

### 3.1 健全绿色食品溯源体系与标准

为推进绿色食品安全体系良性发展、加快区块链技术在绿色食品溯源中的应用,可以采取重点企业试点、获证企业跟进的推广路径。以当地龙头绿色企业为主,鼓励其优先采用区块链的溯源技术,带动其他企业,不断扩展区块链技术在绿色食品溯源体系的应用,健全绿色食品溯源体系。同时完善绿色食品认证制度,联合农业监管部门、市场监管部门成立绿色食品监管工作小组,统一对绿色食品的监管工作,避免多头监管、多部门监管、多段监管。

### 3.2 完善绿色食品溯源信用体系与制度

当前绿色食品安全主要强调获证前的质量,获证后则依靠绿色食品企业的自觉性。获证后监管单位对企业的监管力度不足,监管人员配备数量也不足。在此情况下,完善绿色食品溯源信用体系就十分有必要。健全绿色食品的溯源工作制度,制定绿色食品质量安全问题预案,建立完善的绿色食品召回制度,以确保快速识别与控制绿色食品质量安全事件。通过明确绿色食品的质量安全责任主体,完善绿色食品质量检测准入与证后质量检测标准,引导绿色食品企业与销售企业建立电子台账,向消费者定期公示绿色食品相关质量数据,建立、完善绿色食品溯源信用体系。

### 3.3 促进区块链技术与绿色食品溯源物联网融合

区块链的技术特点可以弥补现有绿色食品溯源系统的缺陷,但目前溯源系统中各环节的数据记录主要依靠企业内检员人工录入,缺乏自动化监控手段。当前,各项物联网技术如WIFI6、5G、Zigbee等能有效与区块链技术互补,通过有线与无线网络将各项检测数据实时传输至溯源系统。将区块链技术与物联网技术深度融合应用于绿色食品溯源建设,以更好地为绿色食品溯源体系服务。

## 4 结语

课题组对区块链技术背景下的绿色食品溯源体系进行了分析研究,通过将区块链技术引入绿色食品安全控制体系,避免了溯源数据被人为篡改的可能性,使溯源数据更安全可靠,确保绿色食品生产、加工、运输、储存、销售等环节的信息数据化和透明化,为消费者提供可靠的溯源服务。同时,基于区块链技术提出了绿色食品安全控制体系在制度、技术融合方面的相关对策,为今后绿色食品质量安全长远发展提供了建设思路。



## 参考文献:

- [1] 中共中央 国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见[J]. 畜牧产业, 2021(3): 5-12.
- [2] 熊涛. 江西省绿色食品产业链存在的问题与对策[J]. 浙江农业科学, 2020, 61(9): 1861-1863.
- [3] 陈小强, 胡翰, 黄敏超, 等. 区块链技术在井冈蜜柚可信溯源的应用研究[J]. 南方农机, 2022, 53(9): 30-33.
- [4] 周文欣. 基于区块链技术的农产品溯源系统面临的问题及对策[J]. 南方农机, 2021, 52(24): 108-110.
- [5] 习近平在中央政治局第十八次集体学习时强调 把区块链作为核心技术自主创新重要突破口 加快推动区块链技术和产业创新发展[J]. 中国信息安全, 2019(11): 30.
- [6] 赵遯. 区块链+农产品流通: 融合路径与体系创新[J]. 商业经济研究, 2021(11): 130-133.
- [7] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481-494.
- [8] 薛芴, 王奎萍, 徐月明, 等. 区块链技术在农产品质量溯源体系中的应用[J]. 现代农业科技, 2021(24): 201-204.
- [9] 许继平, 韩佳琪, 张新, 等. 基于可信区块链和可信标识的粮油质量安全溯源研究[J/OL]. 食品科学:1-16[2022-07-14]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20220622.0845.008.html>
- [10] 陈雅文, 祁玉泰. 基于区块链技术的水稻供应链质量追溯体系研究[J]. 南方农机, 2020, 51(22): 60-62.

(上接第15页)

电磁阀1反向导通, 将气缸1缩回。之后沿着BC方向运动到C点, 微控制器1发送命令给微控制器3, 微控制器3收到命令后使电磁阀2正向导通, 将气缸2推出, 从而完成C点的布障, 随后控制电磁阀2反向导通, 将气缸2缩回。之后沿着CD方向运动到D点, 微控制器1发送命令给微控制器3, 微控制器3收到命令之后使电磁阀2正向导通, 将气缸2推出, 从而完成D点的布障, 随后控制电磁阀2反向导通, 将气缸2缩回。之后小车沿着DA方向回到A点, 停止运动。也可以通过修改程序让小车循环往复地沿着ABCD方向行走。经性能测试, 小车布置完所有障碍物只需要10.5 s, 且任务完成度为100%。

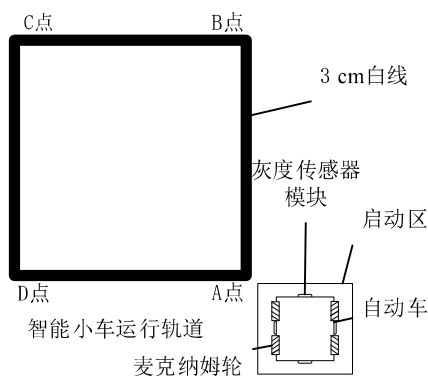


图6 智能小车运行场地图

## 4 总结

课题组设计了一款基于STM32的自动循迹布障小车。在硬件电路设计方面, 将电源板和主控板单独设计, 主要有以下优点: 1)减少主控板的发热量, 延

长板子使用寿命, 降低故障率; 2)方便后续为新增加的功能模块提供电源接口。同时, 为了提高小车与各模块之间通信的实时性, 主控模块与各模块之间采用CAN总线进行数据传输。经测试, 该智能小车具备快速自动循迹、推杆布障等功能, 通过反复调试及算法优化, 能够保障小车在10.5 s时稳定地完成所有任务。

## 参考文献:

- [1] 谢檬, 郭霞. 智能小车控制系统设计[J]. 传感器与微系统, 2016, 35(12): 110-112.
- [2] 杨佳义. 自动循迹小车控制系统设计[J]. 南方农机, 2022, 53(6): 50-53.
- [3] 董杰, 王国豹. 基于STM32的智能循迹往返小车设计[J]. 电子设计工程, 2013, 21(12): 158-160.
- [4] 秦航, 颜颖. 智能购物小车模块化构建分析[J]. 南方农机, 2021, 52(10): 150-151.
- [5] 王毅, 王恺, 张艺谭, 等. 基于超声波传感器的智能跟随系统设计[J]. 传感器与微系统, 2021, 40(8): 92-95.
- [6] 袁振洋, 孔放, 刘峻宇. 基于PID算法的智能小车电磁循迹方法研究[J]. 电子制作, 2022, 30(1): 27-30.
- [7] 宁慧英. 基于光电传感器的智能小车自动寻迹控制系统[J]. 仪表技术与传感器, 2012(1): 108-110.
- [8] 洪一民, 钱庆丰, 章志飞. 基于STM32的智能小车循迹避障测距的设计[J]. 物联网技术, 2022, 12(1): 12-13+17.
- [9] 杨朋帅, 王琪, 王维西, 等. 基于麦克纳姆轮的智能车寻迹控制策略研究[J]. 工业控制计算机, 2022, 35(2): 112-115.
- [10] 袁振洋, 孔放, 刘峻宇. 基于PID算法的智能小车电磁循迹方法研究[J]. 电子制作, 2022, 30(1): 27-30.