

基于区块链技术的产产品身份证应用研究

蒋清松¹ 于镇滔² 肖大勇³

1 广西佰诺科技有限公司, 广西 南宁 530000

2 广西交科集团有限公司, 广西 南宁 530000

3 广西建设职业技术学院, 广西 南宁 530000

[摘要]产品身份证在防伪溯源、供应链管理等领域具有重要价值,但传统系统面临数据易篡改、信息孤岛、信任成本高等困境。区块链技术以其去中心化、不可篡改、可追溯等特性,为产品身份证应用提供了新路径。区块链是一种按时间顺序对数据区块进行排列,以链式结构存储数据的数据库技术,以密码学保障数据不可篡改,通过共识协议建立去中心化信任。将区块链与产品身份证系统深度融合,构建全生命周期管理体系,可有效解决传统模式的信任缺失与数据安全问题,实现产品信息真实可信、流转全程可溯、责任精准认定。

[关键词]区块链技术;产品身份证;产品溯源

DOI: 10.64635/ja.2026.1228

中图分类号: TP311.13

文献标识码: A

Research on the Application of Product Identity Based on Blockchain Technology

Jiang Qingsong¹, Yu Zhentao², Xiao Dayong³

¹ Guangxi Bainuo Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi 530000, China

² Guangxi Communications Science and Technology Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi 530000, China

³ Guangxi Polytechnic of Construction, Nanning, Guangxi 530000, China

Abstract: Product identity plays an important role in anti-counterfeiting traceability, supply chain management, and other fields. However, traditional systems face difficulties such as data tampering, information silos, and high trust costs. With its characteristics of decentralization, tamper resistance, and traceability, blockchain technology provides a new approach to the application of product identity. Blockchain is a database technology that arranges data blocks in chronological order and stores data in a chain structure. It ensures data tamper resistance through cryptography and establishes decentralized trust through consensus protocols. By deeply integrating blockchain with a product identity system and building a whole-life-cycle management system, problems such as lack of trust and data security risks in traditional models can be effectively solved, enabling authentic and trustworthy product information, full-process traceability, and accurate responsibility identification.

Keywords: blockchain technology; product identity; product traceability

引言

伴随着数字经济的发展,产品数字化管理已经成为产业升级的主要方向。产品身份证可以实现产品全生命周期信息追踪和验证,但是目前系统大多采用中心化结构,存在数据容易被篡改、信息孤岛、跨主体信任成本高等问题。区块链与数字身份这两个领域之间的融合创新,给传统身份认证所面对的安全、隐私保护、互操作性等难题找到了全新的技术途径,是极具前景的、国际前沿的研究领域。把区块链技术应用到产品身份证系统当中,可以创建起可信的产品信息存证和验证体系。目前产品身份证领域系统

化应用研究还比较缺乏,需要继续探究架构设计以及全生命周期的应用路径。

1 产品身份证与区块链技术的理论基础

产品身份证是以数字标识码为载体,关联产品全生命周期各个环节信息的数字化身份认证系统。从技术构成上来说,产品身份证系统由身份编码子系统、信息采集子系统、数据存储子系统和验证查询子系统组成。身份编码属于基本步骤,一般用一物一码的方式进行编码,给每一个产品分配一个唯一的数字标识;信息收集包含生产批次、质检报告、物流轨迹、销售记录等诸多方面的数据;数据

保存要保证信息的完整性、真实性以及长久的可追溯能力。区块链技术的主要特点决定了它同产品身份证系统有着很好的匹配度。区块链技术冲破了中心化管理的老套思路，达成去中心、去信任、防篡改的交易执行和数据保存。就技术而言，区块链有如下几个方面的优点，第一，它具备去中心化的结构特点，即数据被全部节点所保管，没有单个的掌控者存在其中，这样一来，就很难出现数据被恶意修改的情况发生，第二，时间戳机制被使用进来之后，每一个数据区块都带着一个精确的时间戳，由此构建起一条无法被逆转的数据链路来，从而给产品追溯赋予了时序方面的证明作用，第三，共识机制得以建立起来之后，节点依靠算法来进行数据一致性的认可工作，不再需要依靠第三方的信任中介来进行支撑工作，第四，智能合约具备自动执行预先设定好的业务逻辑的功能，可以改善系统的运转速度。把上面提到的技术特征映射到产品身份证的应用场景中，可以创建出一个分布式可信的数据底座，保证产品的信息真实可靠，并且对产品的流转过程进行可追溯的管理。

2 基于区块链技术的产品身份证系统架构设计

2.1 产品身份证数据构成与编码规则

产品的身份证数据构成要符合完整性、唯一性以及可扩展性的标准。按照信息维度来分，产品身份证数据包含身份标识层、静态属性层和动态流转层这三个层次。身份标识层存储产品的唯一标识码，采用国家标准编码体系与区块链数字身份双重标识模式；静态属性层存储产品名称、规格参数、生产企业、生产日期、执行标准等固有信息；动态流转层随着产品生命周期的流转不断更新，包含质检记录、物流节点、仓储状态、销售信息、售后记录等。编码规则设计的好坏会直接影响到系统的可操作性和兼容性。建议使用分层编码结构，前缀码段为产品品类、企业信息标识，主体码段为产品唯一序列号，后缀码段为校验码和区块链索引指针。区块链索引就是指向链上存储的数据区块的指针，实现链上链下数据的关联映射。数字身份把真实的物理世界身份信息压缩成数字标识码，在物理世界和虚拟世界之间建立联系，产品身份证的编码设计就是这一思想的具体体现。

2.2 区块链产品身份证运行机制

基于区块链的产品身份证系统使用的是联盟链架构，生产企业、物流企业、销售平台、监管机构等都是联盟节点。系统运行机制由四个主要部分组成，分别是身份注册模块、产品身份证生成与上链模块。产品生产完成后，系统会为它赋予一个唯一的数字标识，并把身份信息存入到

区块链当中^[1]。利用区块链的分布式身份，配合提高系统安全性的隐私保护技术，可以设计出高效的、安全的分布式身份管理系统。数据存证模块把产品各个环节的关键信息以哈希值的形式存入链上，原始数据可以存放在链下的分布式存储系统里，从而达到存储效率和可信验证之间的平衡。授权验证模块控制数据的访问权限。就多部门数字身份证证书应用协作复杂性高、容易造成信息壁垒和数据孤岛问题而言，可以创建多部门数字身份证证书区块链存储和验证架构，支持跨主体、跨场景的产品身份验证。溯源查询模块给消费者、监管者提供方便的查询接口，扫描产品二维码就可以得到全部的链上存证信息。

表 1 区块链产品身份证与传统产品身份证系统对比

对比维度	传统产品身份证系统	基于区块链的产品身份证系统
数据存储架构	中心化数据库	分布式账本、多节点冗余
信息篡改风险	较高，管理员可修改	极低，链上数据不可篡改
跨主体数据共享	数据孤岛严重、接口复杂	联盟链内自动同步、天然共享
信任机制	依赖中心化权威机构	基于算法共识与密码学证明
溯源完整性	信息片段化、易断裂	全链条存证、可追溯至源头
隐私保护能力	数据集中存储、泄露风险高	分级授权、隐私计算保护
责任认定效率	举证困难、责任追溯周期长	链上存证可审计、责任快速定位

3 产品身份证在产品全生命周期中的应用分析

3.1 生产环节的信息采集与身份赋码

生产环节是产品身份证系统数据的来源。生产线上的自动采集设备可以实时地采集出产品的生产过程中所涉及的原料批次、生产时间、生产线号、操作人员、质检结果等信息。经过加密之后，智能合约就会把上述的信息自动地存到区块链上，产生产品的数字身份初始状态。身份赋码环节要达到“一物一码”和“码链关联”的要求。区块链技术在运行模式上存在一些优势，但是还没有形成完善的去中心化数字身份基础设施，成为阻碍大规模应用的主要原因。因此系统在设计的时候要兼顾上链效率和安全验证的关系，对批量生产的商品可以采取批量上链加单体验证的方式。生产完毕的产品身份证信息可以成为之后流通、销售环节的数据基础，形成完整的证据链条。

3.2 流通环节的全过程溯源管理

流通环节包含物流、仓储、经销等许多环节，是产品

信息管理最复杂的一个环节。以区块链为依托的产品身份证系统可以做到流通信息即时上链,全程可追溯。产品从生产企业出库的时候,物流企业扫描产品身份码,把出库时间、运输车辆、承运人员等信息写入链上;到达区域仓储中心之后,入库信息、库存位置、仓储环境等数据也全部被记录到区块链上;发往终端销售门店的过程中,各个转运节点的操作记录都不会被随意修改。为了解决电子证据服务领域普遍存在的取证难、可信度低、数据孤岛等问题,可以采用区块链可信存证机制。流通环节产生的所有操作记录都有时间戳和操作方数字签名,任何一个节点都不能单方面对历史数据进行修改。当出现货物损毁、串货销售等异常情况的时候,可以利用回溯链上的记录来快速找到责任主体以及发生节点,从而提高供应链管理效率。

3.3 销售环节的真伪验证与信息查询

销售环节是终端消费者与产品身份证价值的直接接触点,也是产品身份证价值输出的重要环节。消费者通过扫描产品包装上的二维码或者输入产品编码来访问区块链产品身份证系统,查询产品的全部溯源信息^[2]。系统所返回的信息有产品的真假验证结果,生产批次信息,质检报告,物流轨迹等主要数据。真伪鉴定机制属于销售环节的主要功能。传统的中心化身份管理方式下,各个系统、平台之间身份的作用范围互相独立,认证、验证的效率很低,并且身份隐私泄露、伪造身份凭证等问题屡见不鲜。基于区块链的产品身份证系统使用非对称加密技术给每一个产品赋予数字签名,消费者查询时系统检验该签名是否有效,若是正品则予以认可。由于私钥被生产企业掌握,仿冒者不能伪造链上签名,从技术上保证防伪验证的可靠性。系统还可以记录每一次查询的时间、地点、查询终端等信息,给异常查询行为的监测提供数据支持。

3.4 售后环节的数据追踪与责任认定

售后环节包含产品召回、质量纠纷解决、维修记录管理等业务场景。基于区块链的产品身份证系统给售后管理赋予了可信的数据支撑。当出现产品质量问题的时候,企业可以利用系统快速找到问题产品的生产批次、流通范围和销售区域,从而进行精准召回,防止因为召回而造成成本的浪费。就责任认定而言,由于目前电子证据服务领域普遍存在取证难、可信度低的问题,区块链存证机制可以给电子证据服务提供可靠的技术支撑。消费者的投诉信息、企业的处理记录、第三方检测机构的鉴定报告等都可以上链存证,从而形成一个完整的证据链。纠纷进入到司法程序之后,链上的存证可以被当作电子证据来使用,它的真

实性以及完整性可以依靠技术手段加以验证,从而减轻举证的难度和维权的成本。产品维修记录、配件更换记录等不断被写入链上,形成了产品的全生命周期数字档案,给二手交易估值、保险定损等场景赋予数据支撑。

4 基于区块链技术的产品身份证应用优化策略

4.1 完善产品身份证标准体系建设

缺少标准体系是造成产品身份证规模化应用受阻的一个重要原因。目前各个行业、各企业所用的产品编码规则不一样,数据格式也不一样,接口规范也不统一,造成不同系统之间、不同平台之间的数据不能互通^[3]。应当加快产品身份证国家标准的研制工作,确定编码规则、数据格式、接口协议、安全要求等技术规范。区块链与数字身份两个领域融合创新要依靠统一的标准体系来支撑。标准的制定要符合开放兼容的原则,既不能限制已有的系统,也不能给以后的技术更新留下空间。还要推进国际标准同国家标准相衔接,以满足跨境贸易中产品溯源的要求。

4.2 强化区块链平台与数据安全保障

平台性能和数据安全是系统运行的主要问题。从平台建设角度来讲,要按照应用场景来挑选合适的区块链种类。对涉及多个行业、多个主体的产品身份证应用来说,联盟链是比较合适的,它既有去中心化信任的优势,又有通过准入机制来控制参与主体的范围,保证运行效率。就数据安全而言,传统的中心化身份管理方式存在着隐私泄露的危险,用户的数据可以安全地存储在系统之中,抵御黑客的攻击,保证用户的信息不会在没有授权的情况下被共享或者被盗取。应该用加密存储、分级授权、隐私计算等技术手段来达到数据可用性与隐私保护之间的平衡。对涉及商业秘密的核心数据可以使用哈希存证、原始数据链下保存的方式,在保证验证功能的基础上保护企业的商业利益。

4.3 推进多主体协同共享机制构建

产品身份证系统牵涉到生产企业、物流企业、销售企业、消费者、监管部门等诸多主体,各个主体的参与意愿和协作效率直接关系到系统价值的实现。应建立合理的激励机制来调动各个主体的积极性。对于上链贡献数据的主体,可以给予相应的权益回报或者信用积累;对于查询使用数据的主体,可以按需设置合理的计费机制。多部门数字身份证书区块链存储与验证架构,可以支持多用户、多部门之间在合法的情况下进行认证。参照该思路,产品身份证系统要创建灵活的权限管理机制,各个主体依照自身所处的角色以及所拥有的授权范围来获得相应数据的访问权限,从而保证信息可以被开放共享的同时又能保持数

据的安全可控。

4.4 加快产品身份证应用推广与生态建设

应用推广是技术价值实现的最后一个环节。应该选择重点行业率先进行示范应用,积累经验后再逐步向其他领域复制推广。食品药品、婴幼儿产品、奢侈品、高端装备等需要高防伪、高溯源的行业可以优先推广。推广时要注意降低企业接入成本和使用门槛,提供标准的解决方案和方便的开发工具。从生态建设角度出发,要促使产品身份证系统同现有的电商平台、物流系统、监管平台达成有效对接,从而创建起覆盖生产、流通、消费、监管的完整应用生态。创建依靠大数据和区块链的技术体系来完成身份认证信息分散存放的任务,避免出现单一故障。依靠生态建设,逐步形成政府引导、市场推动、多方参与的产品身份证应用局面,给数字经济发展赋予可信的基础设施支撑。

5 结语

以区块链技术为基础的产品身份证应用,属于数字时

代产品管理体系的新发展。本文从理论基础、系统架构、全生命周期应用、优化策略四个方面进行系统的探究,研究表明区块链技术可以很好地解决传统产品身份证系统所存在的信任缺失和数据安全问题。伴随着区块链技术性能不断提升、标准体系日趋完备以及应用生态不断丰富,基于区块链的产品身份证将在更多的领域得到应用,给创建可信、高效、智能的产品数字化管理体系赋予有力支持。

[参考文献]

- [1]甄武警,杨天开,常正,等.基于区块链技术的数字身份链在政务服务场景中的应用探讨[J].中国工程咨询,2023,(9):59-64.
- [2]薛峰,李芳菊.基于区块链的多特征融合身份标识认证模型[J].智能计算机与应用,2024,14(1):140-142+146.
- [3]张鹏,罗文华,苏可馨.面向多部门数字身份存储与验证的区块链机制设计[J].小型微型计算机系统,2025,46(12):3027-3034.