

doi: 10.7690/bgzdh.2022.04.006

基于区块链的装备质量信息管理

杨成伟¹, 焦敬义²

(1. 武警工程大学研究生大队, 西安 710000; 2. 武警工程大学装备管理与保障学院, 西安 710000)

摘要: 为提高装备质量信息管理的可信、可用、可靠性, 应用区块链技术进行管理。分析现行装备质量信息管理核心痛点, 结合区块链去中心化、防篡改可追溯、安全可靠等技术特点, 挖掘其在装备信息管理中的应用价值, 设计基于区块链的装备质量信息管理系统技术架构, 构想基于区块链的装备质量信息管理应用场景。结果表明, 该研究对提升装备质量信息管理水平有一定的参考价值。

关键词: 区块链技术; 装备质量; 信息管理

中图分类号: TJ01 **文献标志码:** A

Equipment Quality Information Management Based on Blockchain

Yang Chengwei¹, Jiao Jingyi²

(1. Graduated Student Brigade, Engineering University of PAP, Xi'an 710000, China;

2. School of Equipment Management and Support, Engineering University of PAP, Xi'an 710000, China)

Abstract: In order to improve the credibility, availability and reliability of equipment quality information management, blockchain technology is used for management. This paper analyzes the core pain points of the current equipment quality information management, combined with the technical characteristics of blockchain, such as decentralization, tamper-proof traceability, safety and reliability, and excavates its application value in equipment information management, designs the technical architecture of equipment quality information management system based on blockchain, and conceives the application scenario of equipment quality management based on blockchain. The results show that the research has a certain reference value to improve the level of equipment quality information management.

Keywords: blockchain technology; equipment quality; information management

0 引言

装备质量信息管理是指对装备质量信息进行采集、传递、维护及使用等相关活动^[1], 是生成、保持和提高部队战斗力的重要保证, 平时关系到部队训练、作战等各项任务的完成, 战时则影响战争的胜负。近年来, 随着各种无人化、智能化装备列装部队, 装备的数量、规模及结构都发生了较大变化, 同时伴随着各类实战化演训的加强, 装备质量信息随之叠加, 对加强军事装备质量信息管理提出了新要求。当前, 装备质量信息管理不同程度存在共享水平低、安全监管弱、质量信息可追溯性不强等问题^[2]。区块链作为一种新兴的数据存储技术, 具有公开透明、追溯性强、难以篡改等特点, 非常适合解决当前装备质量信息管理面临的“卡脖子”问题。笔者结合区块链技术特点分析, 挖掘区块链在装备质量信息管理上的应用价值。

1 当前装备质量信息管理核心痛点

装备在立项论证、研制生产、采购供应、调配

保障、使用维修、退役报废各个阶段过程中产生的质量信息均需进行收集、处理、储存、反馈^[3]。目前, 装备质量信息管理工作并未形成统一规范、集约高效、安全可靠的管理模式, 面临以下突出问题:

1) 装备质量信息易受损, 系统安全性弱。

装备质量信息管理需要对装备全寿命周期内的大量数据资料进行采集存储。目前, 大多依靠人工并采用纸质或电子媒介作为存储介质, 没有容灾备份机制, 数据极易出现损毁、丢失, 信息存储安全性难以有效保障; 其次, 由于源头信息录入单位分散, 信息采集场景多样, 难以避免人为非法篡改和删除等操作, 导致装备质量信息可信程度难以得到保证。

2) 装备质量信息流通不畅, 共享难度大。

现行条件下装备质量信息系统建设跨专业、跨部门, 各单位各自为政, 自成体系, 没有形成完整统一的系统。大量有价值的信息只在小范围内流通, 相互之间缺乏共享, 形成多个信息孤岛, 无法为各部门间协同配合开展装备工作提供可靠信息服务,

收稿日期: 2022-01-25; 修回日期: 2022-02-24

基金项目: 武警工程大学基础前沿研究基金(WJY202016)

作者简介: 杨成伟(1991—), 男, 湖北人, 硕士, 从事装备质量管理、区块链技术应用研究。E-mail: yangchengwei126@126.com。

一定程度上影响了装备效能发挥。

3) 装备质量信息可追溯性差, 监管效率低。

当前, 在各阶段建立了较为完善的装备质量信息记录体系, 但由于各个系统间没有形成信息互通, 一旦装备出现质量问题, 难以快速进行追溯查究, 往往需要花费大量人力物力, 追溯效率较低; 同时, 各单位间信息无法及时共享, 监管部门难以对装备技术状态实时有效监管。

以上问题是因为现行管理体制不够完善, 究其根源是缺少高效、可靠的信息管理与交换技术作为支撑。

2 区块链技术原理及特征

2.1 区块链技术原理

区块链是一种去中心化分布式共享账本。该技术按照时间顺序将区块连接成链式结构来验证并存储数据; 以分布式节点共识算法产生和更新数据; 利用密码学保证不可篡改、不可伪造及数据传输访问安全; 通过智能合约编程进行自我验证、自动执行^[4]。如图 1 所示, 区块链系统框架通常分为数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层。根据开放程度, 区块链可分为公有链、私有链和联盟链。公有链上各个节点地位平等, 适合开放给所有用户的应用; 私有链适用于对内部机构成员开放的应用; 联盟链的开放度介于二者之间, 对节点采取准入认证, 适合行业内机构联合的应用^[5]。

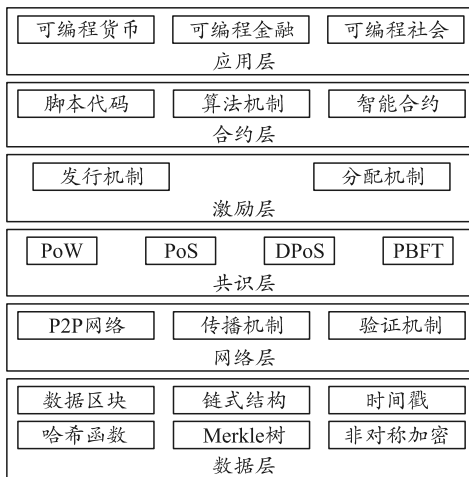


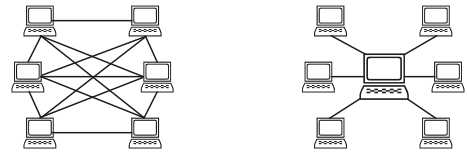
图 1 区块链基本架构

2.2 区块链技术特征

1) 去中心化。

如图 2 所示, 区块链最突出的特点是有别于传统的中心化网络架构, 采用了去中心化的分布式网络架构^[6]。系统中数据块依靠各节点集体共同参与

记录, 整个系统对于每个节点都具有透明性。



(a) 去中心化网络模式 (b) 传统中心化网络模式

图 2 去中心化网络架构与传统中心化网络架构

2) 数据库安全可靠。

传统的信息系统中, 由于采用中心化的网络架构, 一旦中心网络节点遭到破坏, 则整个系统中的数据都可能泄露或者遭到篡改、删除。而区块链系统由于采用去中心化的分布式存储结构, 数据通过链式区块结构存储^[7], 系统中所有节点基于共识算法共同参与记录, 除非所有节点同时被破坏, 系统可持续稳定运行, 对比中心化的数据库, 应用了区块链技术的数据库系统安全性大大提升^[8]。

3) 防篡改可追溯。

区块链通过公开共享数据库的形式让每个参与维护节点都复制获得同等完整的数据备份。这种特点保证了区块链中的数据不可篡改性。另外, 区块链中每一个区块都包含了对应的哈希值、时间戳以及前面区块的所有信息, 所有区块形成一整条链式结构^[9]。这意味着区块中的数据信息可以被快速准确地定位和追溯。

4) 共同维护, 信息可信用度高。

区块链系统是由其中参与记录的各个节点共同维护, 所有节点都可通过授权的接口检索区块链中的数据。每一个节点在参与记录的同时也验证了其他节点记录结果的正确性, 维护效率提高, 成本降低, 确保了系统中的信息高度可信。

区块链的特征与装备质量信息管理具有很好的契合性, 可广泛应用于装备质量信息管理中, 保护装备质量信息安全, 促进装备质量信息流动、共享以及提升装备质量信息管理效率。

3 区块链契合装备质量信息管理需求分析

3.1 共识机制契合装备质量信息管理安全需求

目前, 装备质量信息大多采取中心化网络存储模式, 一旦中心节点遭到外界攻击, 装备质量信息极易泄露或被篡改、删除。区块链采用独特的去中心化分布式存储架构, 多个节点相互独立, 共同参与系统信息记录, 且每个节点得到的数据区块都是一致的, 区块链通过共识机制运作, 区块链系统中的记账节点数量众多, 外界想要篡改数据信息

需要同时获取超过 51% 的记账节点的授权，这几乎是不可能的^[9]，使区块链中的装备质量信息真实性、安全性可以得到保证。

3.2 分布式存储促进装备质量信息共享

传统管理模式下，装备质量信息管理各个参与机构之间相互割裂、自成体系，信息共享难度大^[10]。通过区块链系统建立分布式存储数据库，将装备研制单位、生产厂家、使用单位、保障部门和管理部门的大量装备质量信息经过哈希计算形成唯一的区块链 ID，所有参与信息记录的机构都可以访问已记录的信息，实现多方数据共享，实现装备质量信息的使用价值，提升装备质量信息管理水平。

3.3 防篡改、可追溯性保障装备质量问题高效溯源

基于区块链信息无法篡改和可追溯性强的特点，能够提升装备质量管理机构监管效率，降低人力物力及时间成本。例如当出现装备质量问题时，利用区块链技术可快速追踪问题源头，查找责任主体，分析问题根源，实现装备全寿命周期内透明化

管理。

3.4 智能合约技术助力装备质量信息智能管理

利用区块链技术装备质量信息管理过程中添加智能合约，由装备质量活动相关参与主体签订以代码形式编写的智能合约，如装备质检智能合约、装备退役报废智能合约等。一旦满足合约规范的条件就自动执行相关业务^[11-12]。这样既能加强互利互信合作，又能提高装备质量管理效率，实现装备管理智能化。

4 系统设计

4.1 总体设计

基于区块链的装备质量信息管理系统设计思路是通过区块链打通装备质量管理各参与主体间的信息壁垒，利用智能合约提升装备管理效率，建立统一规范、互信共享、安全可靠的装备质量信息环境。如图 3 所示，总体设计涵盖主体包括 4 个主要部分，分别是信息源主体、监管方、区块链核心系统及法规标准组织。

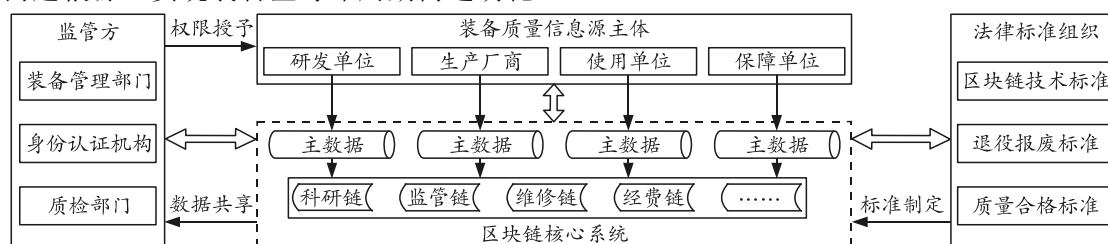


图3 基于区块链的装备质量信息管理系统总体设计

信息源主体由装备研发单位、生产厂商、装备使用单位、装备保障单位等部门构成。这些信息源主体产生的合同、计划、报告、技术文件、质量参数等质量信息通过哈希计算保存到区块链上实现信息“上链”。监管方由上级装备管理部门构成，主要实现对系统的统一管理、身份认证、权限许可等功能。区块链核心系统是装备质量信息管理系统核心，负责对各节点形成的区块链进行统一管理，分类组织，形成诸如科研链、质量监管链、维修链等子区块链。这样既强化了系统的中央管理功能，又可实现系统的拓展性。法规标准组织主要由相关法规标准制定机构组成，负责为整个装备质量信息管理系统运营提供标准法规及相关技术支持，如区块链技术标准、装备质量合格标准、装备退役报废标准等。由于军事装备质量信息具有一定保密性，平台中参与主体需要经认证许可才能加入，所以可采用联盟链的方式构建平台^[13]。

4.2 技术架构

如图 4 所示，基于区块链装备质量信息管理系统技术架构由 6 层组成，由底层至顶层分别为采集层、数据层、网络层、共识层、合约层和应用层^[14]。

采集层为整个区块链系统的最底层结构，主要构建装备质量信息输入接口，通过常用的技术设备包括传感设备、RFID 阅读器、定位系统以及其他信息系统中的装备质量原始数据信息进行分类处理，其作用关键是采用相关技术对原始信息进行汇集，确保实现上链信息的准确性。

数据层系统节点成网络状，主要是收集汇聚各信息源主体内的装备质量数据，是装备质量信息管理系统的重要组成部分。这些数据来源于产生装备质量信息原始数据的不同单位，如图 5 所示，信息源主体采集的数据通过哈希计算、时间戳、非对称加密等技术处理后，将得到的哈希值记录到区块链上形成装备质量信息区块链^[15]。

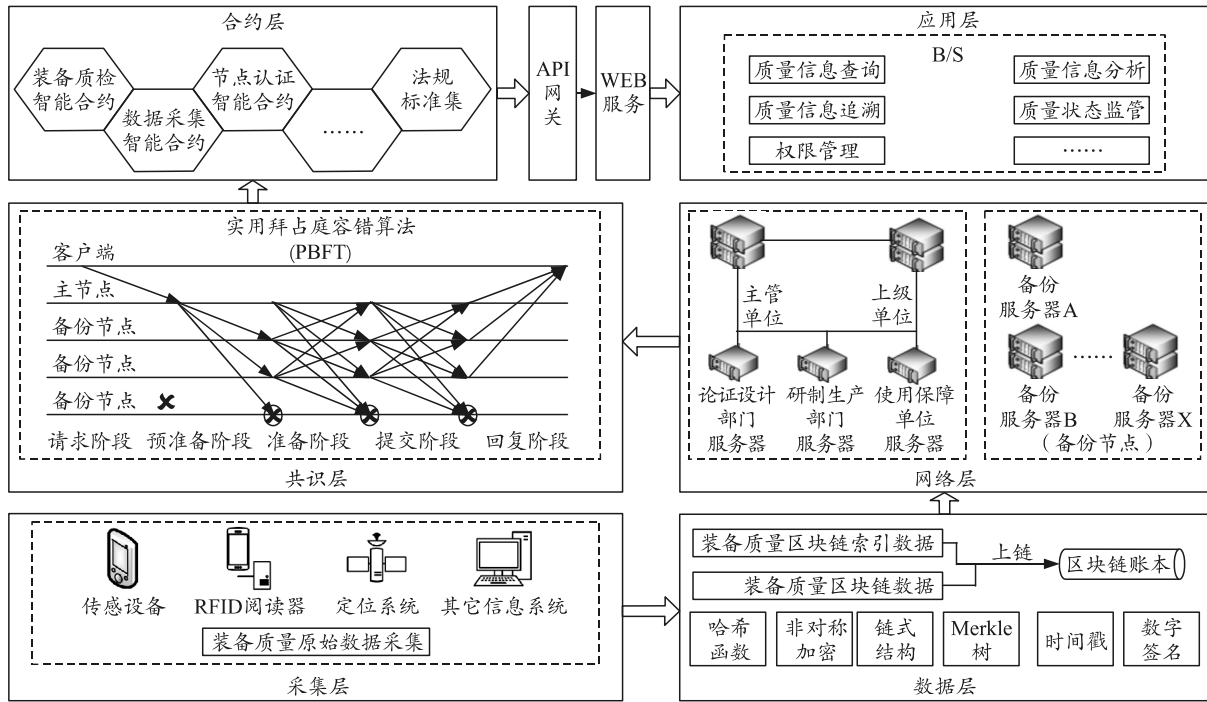


图 4 基于区块链的装备质量信息管理系统技术架构

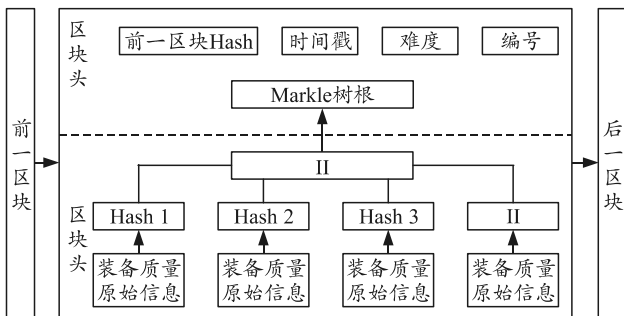


图 5 装备质量信息区块结构

在网络层中，封装了区块链网络中节点间连接及网络运转所需的传播和验证机制。通过在装备质量管理相关单位中选择建立不同节点进行组网，建立起内部 P2P 网络，形成多节点分布式网络系统。相关装备研发单位、生产厂商、使用单位、保障单位等通过非对称加密信息传输机制，实现信息共享^[6]。基于军队装备质量管理的特殊性，系统采用联盟链，便于对相关参与主体授权以启用核心功能，例如装备管理部门可以有针对性地对部分装备核心供应商进行授权以参与共识机制或数据共享，增强系统的拓展性及灵活性。

共识层由共识机制构成，区块链系统是分布式系统，需要由统一的共识机制来维护数据的合法性。目前应用广泛的共识机制主要有实用拜占庭共识机制 (practical byzantine fault tolerance, PBFT)、工作量证明机制 (proof of work, PoW)、股份授权证明机制 (deposit-based proof of stake, DPoS)、权益证

明机制 (Proof of Stake, PoS) 等^[4]。由于装备质量信息管理系统内含有多种区块链，可运用多种算法来支持多个区块链应用场景。默认采用 PBFT 算法以支持联盟链模式实现。

合约层主要包含服务于装备信息管理的各类脚本与可编程的智能合约。由于有真实数据做支撑，合约规则制定并不复杂。通过智能合约将各参与方联合，在法规标准前提下，把各参与方都认同的规则写成计算机代码，一旦装备质量信息参与方触发合约中既定条件便自动执行相关业务。通过智能合约不仅可以实现各单位间高效协作，而且能大大降低装备质量信息管理成本。

应用层根据不同的业务需求构建不同的应用窗口。在应用窗口提供操作接口，各参与方根据其所处位置的权限，进行信息录入以及装备所有权的转移操作。基于装备质量信息管理的功能需求，前端页面设计了信息查询、质量追溯、质量监管、质量分析、权限管理等界面接口。

4.3 业务场景

从上述分析中可以看出，区块链技术可有效解决装备质量信息管理中存在的矛盾问题。在未来装备规范化、智能化管理模式需求下，区块链技术在实现装备质量状态监管、装备质量信息共享、装备质量问题追溯、装备保障决策支持等方面有着广阔的应用空间。

4.3.1 装备质量状态监管

利用区块链技术将装备活动中各个环节产生的详细数据统一上链存储, 依托基于区块链的装备质量信息管理系统中的质量信息查询、故障报警等功能使研发部门、生产部门、使用部门和监管部门协调持续地监督装备质量, 提高了生产制造的安全性和可靠性, 确保了服役性能反馈的准确性和可追踪性, 极大地提高武器装备智能化管理水平^[16]。

4.3.2 装备质量信息共享

由于军队保密要求的特殊性, 可以利用区块链技术构建联盟链, 通过引入传统的授权管理实现半中心模式, 装备管理部门可以为相关科研单位授权数据接入范围, 使装备质量信息能在一定范围内流通共享, 科研单位可以利用装备质量信息对反馈的装备质量信息有针对性地对装备性能进行提升和改进, 同时军队内部之间可以通过建立公有链共享装备信息资源, 为联合作战装备保障提供支撑。

4.3.3 装备质量问题追溯

通过区块链技术对装备从生产到退役报废全过程质量信息进行规范化处理, 将当时发生的真实信息实时保存为图像、文字或结构化数据, 加盖时间戳统一上链, 形成按照时间排序的时间链条。一旦装备发生质量问题时, 装备监管机构可通过区块链追溯全寿命周期内每个环节, 查找产生问题的节点, 确定责任归属, 大大提高了问题追溯效率。

4.3.4 装备保障智能决策支持

当前装备保障模式下主要采取层级化的决策及审批, 实战环境下, 各种装备质量信息叠加, 保障需求激增, 传统的保障模式很难为上级快速决策提供有效支持。通过区块链智能合约技术, 由于有真实的装备质量信息作支撑, 通过预设的规则条件, 规范合约内容, 使得装备保障参与者都能够即时地自动验证及交换数据。在区块链智能合约技术有力加持下, 在瞬息万变的未来战场中实现快速响应, 果断决策, 高效保障提供了有效途径。

5 结束语

笔者将区块链这一新技术引入装备质量信息管理中, 提出了利用区块链将装备质量管理中各阶段与多个参与主体紧密联系在一起, 形成快速反应并相互监管的集成化动态联盟组织的思想, 并构建了参与主体高度自治、协同监管、信息不可篡改、质

量问题可追溯的信息化质量管理系统的框架, 为提高装备质量信息管理水平提供了解决方案。

基于区块链的装备质量信息管理研究对于推进装备信息化建设具有重大意义, 为未来区块链技术广泛应用于装备建设领域提供可能性, 有助于解决装备建设工作中内部信任、监管、发展问题。

参考文献:

- [1] 刘晓芳, 谢义. 装备全寿命质量管理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2014: 332-334.
- [2] 孙瑜, 高化猛. 区块链赋能军事装备管理[N]. 解放军报, 2020-10-16(11).
- [3] 盛晓露, 隋伟伟. 浅谈区块链技术在军队装备管理中的应用[J]. 中国管理信息化, 2019, 22(11): 187-189.
- [4] 刘硕, 胡译文, 李玉平. 区块链模型、技术与典型应用研究[J]. 情报工程, 2019, 5(6): 33-34.
- [5] 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.
- [6] 张亮, 刘百祥, 张如意, 等. 区块链技术综述[J]. 计算机工程, 2019, 45(5): 1-12.
- [7] 邵奇峰, 金澈清, 张召, 等. 区块链技术: 架构及进展[J]. 计算机学报, 2018, 41(5): 969-988.
- [8] 华为区块链技术开发团队. 区块链技术及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019: 56-59.
- [9] UNDERWOOD S. Blockchain Beyond Bitcoin[J]. Communication of the ACM, 2016, 59(11): 15-17.
- [10] 孙瑜, 高化猛, 迟明祎. 区块链赋能军事装备管理信息技术体系[J]. 兵工自动化, 2020, 39(10): 29-33.
- [11] SINGH A, REZA M, PARIZI, et al. Blockchain smart contracts formalization: Approaches and challenges to address vulnerabilities[J]. Computers & Security, 2020, 88: 101654.1-101654.16.
- [12] GHOSH A, GUPTA S, DUA A, et al. Security of Cryptocurrencies in blockchain technology: State-of-art, challenges and future prospects[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2020, 163: 102635.
- [13] 张冬冬. 区块链技术在反恐情报协同共享中的应用研究[J/OL]. 情报杂志. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1167.G3.20200603.1002.002.html>.
- [14] ZHENG Z B, XIE S A, DAI H N, et al. An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends[C]//6th IEEE International Congress on Big Data. Honolulu, HI, USA, Jun 25-30, 2017. Piscataway: IEEE, 2017: 557-564.
- [15] 岳江锋. 区块链技术在军事领域的五大应用前景[EB/OL]. [2020-2-17]. https://mp.weixin.qq.com/s/3BNj5pzm_RtL0FGAvbpd3g.
- [16] 赵国宏. 军事区块链研究[J]. 指挥与控制学报, 2019, 5(4): 259-268.