

区块链技术航空应用与发展展望



王宁,王煜,张志雄*

中国商飞北京民用飞机技术研究中心 民用飞机设计数字仿真技术北京市重点实验室, 北京 102211

摘要: 区块链是近年来得到广泛关注与发展的一种前沿新兴技术,在航空领域的应用探索逐渐增多。本文研究了当前区块链技术在海外航空领域的应用现状,结合当前国内民机发展的现状探讨了未来的应用场景,重点分析了飞机零部件信息管理、数字孪生构建及公务机商务模式创新三个方向,并对未来区块链技术在航空领域的应用发展提供了建议,以期推进区块链技术在民用航空的应用探索。

关键词: 区块链; 民用航空; 应用; 展望

中图分类号: TP399

文献标识码: A

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2020.06.002

新一轮科技革命和产业升级正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构。以区块链为代表的新兴技术正在加速实现应用突破,促进实体经济更高质量发展。区块链技术起源于数字经济,但近年来应用领域不断扩展,创新性应用不断涌现,主要原因在于该技术突破了当前的信用体系,为多方协作的领域提供了一种去中心化的开放平等的新型信用体系,解决了发展中存在的痛点,促进了业务模式的创新。

航空业是一个庞大而复杂的产业,未来20年全球对新型商用飞机的需求达到约40000架。航空业的产业链长、参与方多、安全性要求极高、监管严格,区块链技术特性与航空业的发展需求具有重合性,未来发展与应用场景广泛。当前,国外主制造商、系统供应商、航空公司等各方均在开展区块链技术的探索性应用,本文对此进行了梳理和总结,分析了未来区块链技术在航空业的潜在应用方向并提出相关发展建议,以期为国内航空业提供发展方向,推动区块链技术与航空业跨界融合。

1 区块链技术简介

区块链技术是一种分布式记账技术,是一种融合了加密技术、Peer to Peer(P2P)、共识机制、分布式数据存储的新型应用模式。其本质是一个去中心化的数据库,由多方共

同维护,使用加密技术保护传输和访问安全,能够实现数据一致存储、难以篡改、防止抵赖。

区块链模型(见图1)可分成数据层、网络层、共识层、激励层、合约层、应用层,其中数据层、网络层和共识层是构建区块链应用的必要因素。

(1) 数据层

封装了底层数据区块的链式结构,区块除了包含本身的数据之外,还存储了相关的非对称公私钥数据加密、哈希算法、数字签名、时间戳等,是区块链技术最底层的数据结构。

(2) 网络层

包括分布式组网机制、数据传输机制和数据验证机制等。

(3) 共识层

基于区块链的各种应用,其实质是去中心化应用(Dapp)。去中心化应用在网络中的各个节点同时运行,通过共识机制达成共识,保证结果的一致性,使得Dapp应用状态在区块链网络中得到确认。

(4) 激励层

在公有链中可以加入经济激励的发行机制和分配机制,通过引入经济因素来激励遵守规则参与记账的节点,同时限制不遵守规则的节点,使整个系统朝良性方向发展。

收稿日期: 2020-03-02; 退修日期: 2020-04-09; 录用日期: 2020-04-26

基金项目: 中国商飞北研中心青年创新基金(Q19QT08)

*通信作者. Tel.: 010-57808997 E-mail: zhangzhixiong@comac.cc

引用格式: Wang Ning, Wang Yu, Zhang Zhixiong. Application and development of blockchain technology in aviation[J]. Aeronautical Science & Technology, 2020, 31(06): 7-13. 王宁, 王煜, 张志雄. 区块链技术航空应用与发展展望[J]. 航空科学技术, 2020, 31(06): 7-13.

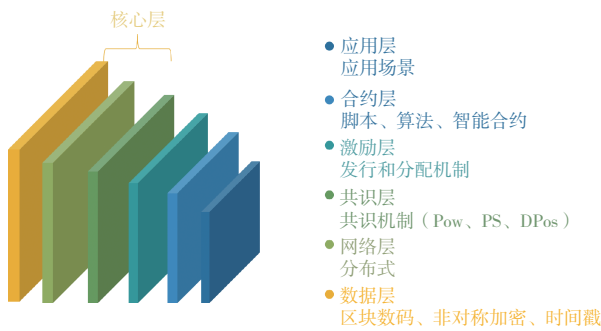


图1 区块链模型

Fig. 1 The blockchain model

(5) 合约层

区块链可编程特性主要依靠合约层封装各类脚本、算法和智能合约实现。以柚子(enterprise operation system, EOS)和以太坊为首的新一代区块链系统使合约层不断完善。

(6) 应用层

应用层封装了区块链的各种应用场景和案例,未来的可编程应用也都将搭建在应用层。

区块链技术为价值的有效传递提供了技术支持,其构建的纯粹的点对点价值转移体系,在不需要各个节点相互信任的情况下,脱离了第三方可信中心背书,并通过共识机制,防止价值的重复转移。其特性和主要优势见表 1^[1-2]。

表1 区块链特性及其优势

Table 1 Characteristics and advantages of blockchain

特性	优势
去中心化	数据分布式存储; 任意节点权利义务对等
开放性	设置公钥私钥,除交易主体私有信息加密外,其他数据公开透明
透明性	所有交易实时广播; 交易记录分发到所有节点
自治性	代码即法律,没有人为干预
数据不易篡改	数据永久储存,链上加盖时间戳; 开放系统下难以篡改
匿名性	只能获取除自己外的交易内容信息,无法查看交易真实身份
隐私性	链上信息受限访问; 只有授权后才能查看

2 区块链技术航空应用现状

目前,波音、空中客车等商用飞机主制造商,通用电气(GE)、罗罗等供应商以及部分航空公司,从零部件溯源、知识产权保护等方面开展了区块链技术的探索和应用(见表2)。

2.1 IATA发布《航空区块链白皮书》

IATA认为区块链是可能对航空未来产生重大影响的

表2 区块链技术航空应用汇总

Table 2 Blockchain technology aviation application summary

时间	公司	应用
2016.05	Loyyal	基于区块链和智能合约技术搭建通用忠诚度奖励平台
2017.05	波音	基于区块链与物联网提升飞机制造运营水平
2017.08	Aeron	基于区块链的飞行日志及飞行器维修数据的平台
2017.10	法航	基于区块链管理现役飞机
2017.12	SITA	基于以太网和智能合约协调航班延误冲突信息并即时通信
2018.05	空客	组建区块链工作组
2018.05	布鲁塞尔机场	利用区块链开发开放式数据共享平台
2018.07	新加坡航空	KrisFlyer常旅客计划基于区块链推出数字钱包
2018.07	汉莎航空工业	发起航空区块链计划寻找潜在应用并创建行业标准
2018.09	空客	基于区块链的捐赠平台 Heritage
2019.05	GE	开发3D打印量子安全区块链网络平台
2019.05	GE	基于区块链开展GE发动机零件溯源
2019.08	MOOG	基于区块链加密3D打印过程数据
2019.09	罗罗	基于区块链实现发动机实时数据共享
2020.01	NASA	基于区块链技术进行空中交通管理
2020.03	波音	基于区块链平台开放零部件交易

技术之一,持续开展该项技术的发展与应用跟踪。2018年IATA发布《航空区块链白皮书》,列出了区块链未来的五大应用场景^[3],如图2所示。

区块链未来在航空公司运营中可以尝试解决以下几类问题:(1)常旅客积分的优化管理,简化积分计算;(2)跟踪贵重物品状态位置;(3)简化乘客的身份管理,增强体验,保护隐私;(4)促进航空公司、旅行社和分销公司合作,优化服务。

IATA的应用展望为区块链技术在民用航空运营领域的发展指明了方向,让航空业内的更多企业意识到该技术的重要作用,对区块链技术的发展起到促进作用。

2.2 区块链技术用于溯源追踪

(1) 波音公司零件溯源方案

飞机的生命周期过程主要包括设计、制造、交付、运营、维修和退役,准确跟踪每个过程并保留相关记录非常困难。

波音公司提出了基于物联网(IoT)和区块链技术提升飞机零件溯源方案(见图3)。物联网用于追溯零部件的流转记录,区块链保障数据的真实可信。该溯源系统可提高

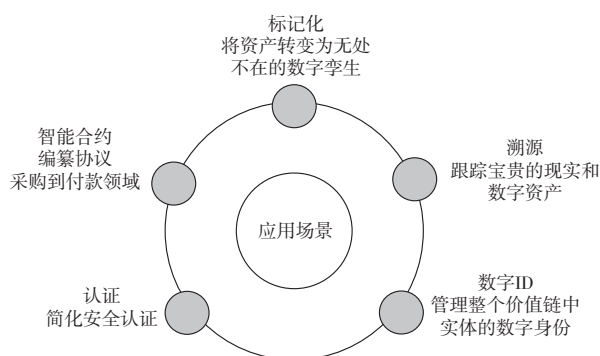


图2 IATA提出区块链技术五大应用场景

Fig. 2 Five application scenarios of blockchain technology proposed by IATA

零件管理效率,简化追溯的流程,保证数据真实可信。制造商、运营商和维修商以及局方作为区块链节点,均可访问这些信息。目前,该技术已经应用于波音 787 生产中。

(2) GE 启动 TRUEngine 区块链计划

飞机发动机是流动资产,二手交易中涉及发动机飞行维护记录、零件流转情况等。以理想价格出售需要相关记录文书,但其可信性很多情况下无法有效证明。

GE 与 Microsoft Azure 合作建立了基于区块链的供应链追踪体系,用于监控飞机发动机关键零件制造和生命周期的相关数据。这套系统可以追踪发动机制造、交付及运行数据。通过 TRUEngine 区块链计划,GE 改善发动机及零件的可追溯性和记录保存,促进有完善记录的发动机流入二手市场。

2.3 区块链技术跨界融合 3D 打印

区块链与 3D 打印融合可以对制造过程的材料流、数据、知识产权和人员进行控制,提供过程安全保障。从原料到打印作为一个数字流程,通过区块链技术进行记录和分布式储存,保证整个过程的安全性。在网络中,与设备、设计、机器、材料、组件和人员相关的每个身份都通过自动化方式快速验证、记录与管理,保证数据的完整性和真实性。

Moog 携手 ST Aerospace 共同打造基于区块链的

VeriPart 系统,对 3D 打印件进行溯源。VeriPart 系统采用由微软开发的 Azure 区块链技术,可提高 3D 打印件的服务和安全性,优化航空市场的供应链。GE 开发了一个用于 3D 打印的安全区块链网络。该系统旨在管理和保护从原材料到成品的 3D 打印过程,加密数据有望承受量子计算机攻击^[4]。

2.4 区块链技术应用于航空运营

针对航空运营安全,Aeron 公司提出一种基于智能区块链的飞行解决方案,可以收集飞行员、运营商、维修商等相关方提供的数据。飞行员和航空公司提供飞行日志,空管数据自动通过数据中心处理并验证,局方可监控其飞行许可证时间;运营商可提交机场服务数据;维修商可提交维修记录;若多方数据源出现不匹配,局方可以快速检测并解决问题。这一软件可以有效改善飞行安全。相关数据均储存在区块链中,增加了数据的安全性,保证公开透明。

针对供应链管理,法航荷航集团使用区块链技术和去中心化应用程序,实现了航空供应链自动化的目标。在该区块链网络中,运营商在区块链中将各阶段合同或交易进行验证和确认。通过自动化交易,确保航空供应链的安全。

针对常旅客积分管理,新加坡航空集团 KrisFlyer 常旅客计划推出全球首款基于区块链技术的航空公司忠诚度数字钱包,帮助乘客使用 KrisFlyer 里程在新航合作商户进行日常消费。

近两年来,区块链技术在航空领域进行了大量的应用,包括主制造商、供应商、运营商在内的企业都进行了相关的探索。区块链技术在供应链溯源管理、融合 3D 打印等新兴技术以及保护知识产权、优化质量管理等方面提出了一种新的解决路径。

3 区块链技术未来航空应用分析

区块链在需要多方信任的领域适用程度较高,使用区块链技术解决问题前需要判断其适用性。一般判断是否应用区块链技术需要分析以下 6 个问题(见图 4),以确定问题

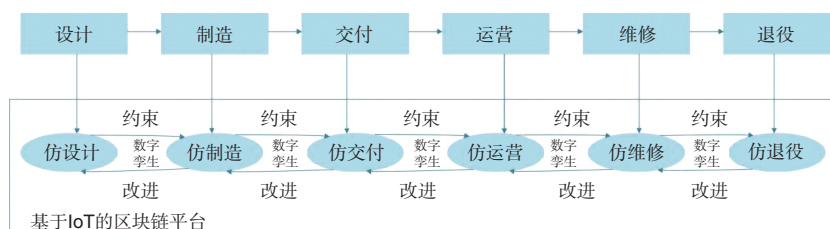


图3 波音公司基于IoT的区块链平台

Fig. 3 Boeing's block chain platform based on IoT

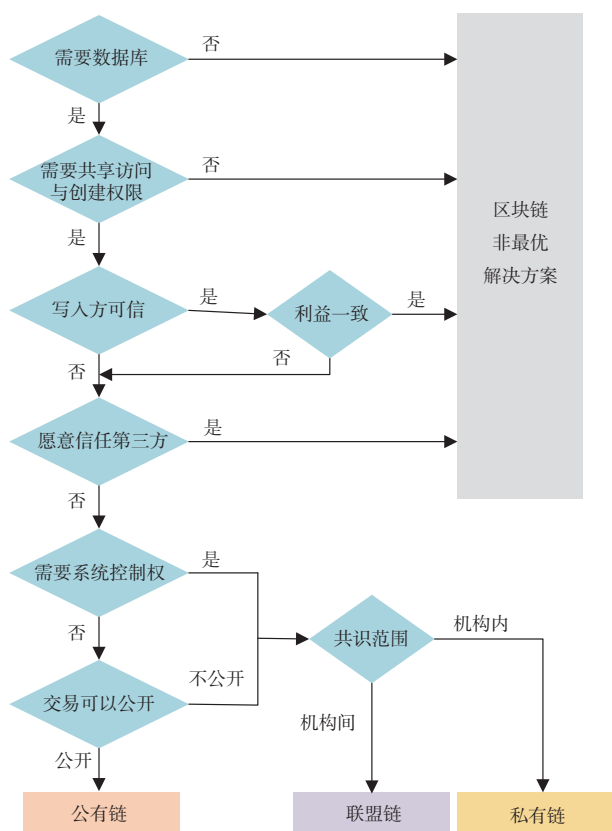


图4 区块链适用性评估流程

Fig. 4 Blockchain applicability evaluation process

是否可使用区块链解决,以及选择何种区块链。

当前,中国商用航空领域正在飞速发展,区块链技术在航空领域有着很广泛的应用前景。针对商用飞机主制造商,结合国内航空制造业务实际需求,以及区块链技术的特点,以下三大应用方向值得探索。

3.1 基于区块链的飞机零部件信息管理

当前,基于物联网技术进行零部件溯源已得到应用^[5-9]。但基于物联网获得的数据分布和隔离在多方系统中,由于竞争等相关因素造成数据共享困难。数据既不能被相关方访问,也不能被相关方信任。商用飞机对安全性的要求极高,必须掌握零部件的真实有效信息,防止出现篡改数据的可能性,需要更加有效的零部件数据采集方法^[10]。基于区块链的飞机零部件信息管理如图5所示。

基于区块链技术对飞机的零部件溯源数据进行管理,通过物联网技术采集零件的全生命周期的数据,包括出厂、物流、入库、装配、维修、交易直至报废。每个状态的详细数据均上传至区块链中进行验证。零部件生产商、主制造商、运营商、MRO企业以及局方等相关各方均作为区块链的节

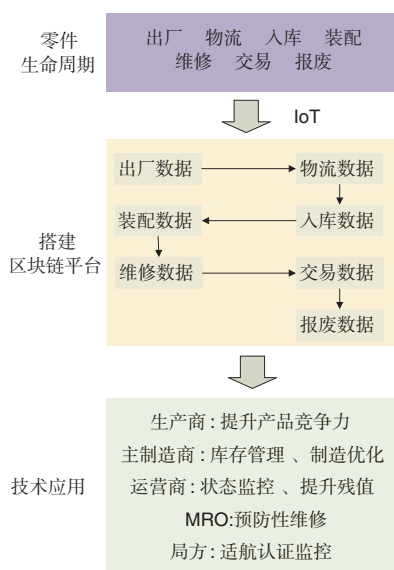


图5 基于区块链的飞机零部件信息管理

Fig. 5 The information management of aircraft components based on blockchain

点,可以更准确、更安全地跟踪关键信息。基于区块链的物联网数据不再需要人工检查和独立的第三方保证,有效降低信任成本,实现各方互利共赢。

零部件生产商使用区块链技术跟踪零部件数据作为增值服务,可以提升产品的竞争力;主制造商可以改进库存管理,优化制造流程;运营商可以实时监控飞机的状态,相关留存可信数据也将有效提升飞机及其零部件的残值;MRO企业可基于飞机运营、维修数据的可信记录对飞机进行预测性维修;局方则可以使用区块链进行适航管理工作。

根据波士顿咨询公司测算,基于区块链技术实现供应链数据共享,可以有效减少信用沟通成本,占收入的0.28%~0.56%。通过改善库存管理,可降低持有成本,占收入的0.17%~0.26%。

通过将区块链技术与物联网技术结合应用到零部件管理之中,可以有效加强主制造商对供应商的把控程度,做到零部件的精准掌控,真正实现零部件产品的可溯源、可追踪,有效降低管理成本,提高利润率。

3.2 基于区块链的数字孪生优化

在数字孪生时代,数据将成为企业重要的资产之一,但是单向的数据转移会导致数据资产的失控。因此,携带有大量数据的具有高价值的数字孪生转移到相关方时,需要有一个互信机制对其存继周期、应用范围进行约束,且这样的监督不能从单方面被篡改^[11-13]。

使用区块链技术将有效解决这一问题。数字孪生数据

的采集过程主要通过物联网技术实现,并使用区块链技术进行记录,保障飞机设计、制造、运营、维修过程数据的真实性与可靠性。

在飞机设计阶段,飞机构型管理是建立和维护产品技术完整性最重要的学科。当前的构型管理,还存在流程繁琐、记录不全、存在篡改漏洞等缺点,对飞机的构型管理的有效性、真实性提出挑战。基于区块链技术,可以将飞机的每一个构型变化完整、真实、全面地记录下来,所有改动数据上链留存,实时更新。既对构型变动的真实性认证,又保留了修改的印记便于溯源管理,为飞机的后续适航、制造及优化打下坚实的基础。

在飞机运营过程中,飞机实时数据采集描述飞机状态是数字孪生技术的关键。基于区块链技术对数据进行认证,保证数据的真实可信。基于这些数据,可以为飞机的状态分析及维修预测提供巨大支持。基于飞机运行数据可以重塑飞机维修方式,有效支持预测性维修,减少计划外维修;提高维修效率,减少例行检查和维护时间,提高资产利用率;可信记录关键信息,包括维修相关人员身份、位置及飞机维修类型,保证维修的有效和准确记录。普华永道分析发现,区块链技术的应用可将MRO成本削减约35亿美元。

基于区块链技术可以对飞机数字孪生进行优化构建,保证数字孪生数据的真实性与可靠性。航空公司可以基于这些数据实现单架飞机的实时状态掌控和全机队的有效管理(见图6)。

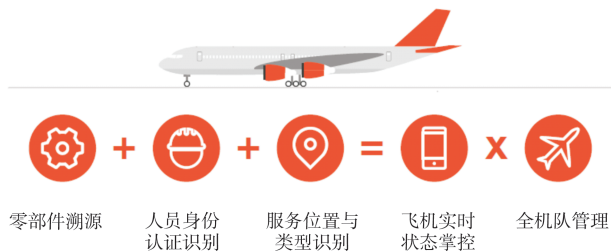


图6 飞机全生命周期实时数据跟踪

Fig. 6 Real time data tracking of aircraft life cycle

3.3 基于区块链的公务机商务模式创新

当前,中国支线飞机商业化运营已经逐步发展。公务机市场将成为另一片前景广阔的市场。但是目前公务机租赁业务目前主要存在的问题是购机成本高,运营成本贵,产品/服务同质化严重,高性价比产品严重匮乏,销售成本高^[14-15]。

基于区块链技术,可以打造围绕主制造商、运营商、消费者的公务机合作平台,为国产公务机开拓市场提供支持。

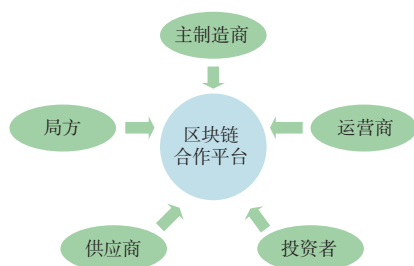


图7 基于区块链的公务机合作平台

Fig. 7 Cooperation platform of business jet market development based on blockchain

平台可将利益相关的主制造商、运营商、投资者、局方、供应商、平台服务商等纳入其中作为节点。平台服务商负责提供合作平台,打造生态体系;主制造商负责提供公务机产品,获得公务机订单;运营商负责公务机的日常运营、维修,并收取运营服务费用;投资者负责提供公务机购买资金,拥有公务机的所有权,享受公务机服务,并可将服务权利市场化转让。

合作平台基于区块链技术打造,是各方沟通协作的基础。平台将收集到的各方数据全部上传至区块链,保证数据的真实性、可靠性、完整性,包括资产数据、现金流数据、设备数据等,保证相关方能够及时有效地获取权限内的数据,搭建起各方相互信任的平台。

基于区块链技术打造的公务机销售模式主要包含以下4点。

(1) 飞机使用权共享

公务机采购采用投资方集体力量,减少资金压力,共享使用权。基于区块链技术保证投资人的飞机使用权益和消费权益。

(2) 投消联动

以投资带动公务机市场消费,将市场拓展到投资人层面,形成去中心化的市场营销体系。

(3) 业务上链

对飞机运营数据上链,确保所有的数据真实可信,做到投资权益的透明化管理,解决信任危机。

(4) 权益发行交易

将投资权益使用区块链划分为数字资产,数字资产可以兑换为飞行权益,未使用的权益可以在平台交易市场进行交易。

4 未来发展建议

区块链技术作为一种分布式记账技术,利用巧妙的技

术设计和数据治理方式,为多方协作的工作提供了信任基础,有助于解决业务发展痛点,促进业务模式创新。本文总结了区块链技术在航空领域的典型应用,有针对性地提出区块链技术应用发展方向,为区块链技术在航空领域的发展应用提供参考。针对区块链技术在航空领域的应用,主要提供三点建议。

(1) 加强重视,开展基础研究

区块链技术是近年来新兴技术发展的典型代表,是科技进步的重要成果之一,得到了国家层面的高度重视。

首先,要增强思想认识,深刻理解区块链技术对于未来推动社会行业变化的巨大潜力。区块链技术将有望成为突破和重塑生产关系的一种关键技术。

其次,做好人才储备。区块链技术起源于数字货币领域,其初始应用与航空领域间隔较远,造成该技术与航空领域当前的人力资源交叉不足。要加大技术人员的人才储备,着力培养一批既懂航空又懂区块链技术的新型人才,为区块链技术在航空领域落地打下坚实基础。

第三,扎实推进基础研究水平。区块链技术本身具有独特的优点,为推动其应用落地,需要对其技术本身具有较深刻的理解。要积极开展技术的基础研究和攻关,了解发展起源,深入开展技术原理研究,理解技术内涵,打好开拓应用的坚实基础。

(2) 加强应用,强调解决问题

区块链技术目前在金融领域应用较多,并带动应用不断优化,水平不断提高。可以发现,将技术与行业需求结合,真正用起来,在应用中不断完善和改进是加快技术在该领域发展的途径。因此,要加强区块链技术与航空领域的融合,积极分析与筛选区块链技术可以解决的航空领域问题,将需求与区块链技术进行匹配,找到合适的应用方向,扩大应用范围,让区块链技术为航空领域遇到的问题提供更好的解决方案,提升航空科技水平。在应用中发展区块链技术,实现技术本身的优化升级。

(3) 加强跨界合作,打造生态体系

区块链起源于数字货币,目前已经在金融、保险、政务、民生、医疗等领域均开展了广泛的应用探索,并形成了一批具有较强技术储备的企业。随着业务的发展,未来区块链技术与实体经济更深入的结合将是必然的发展方向。因此,我们也要充分研究借鉴区块链技术在其他领域的应用成果和积累形成的技术,加强跨界融合,积极打造区块链技术与航空领域的跨界合作的平台,促进相关生态体系的建立,推动区块链技术在航空领域落地生根。

参考文献

- [1] Tejasvi A, Vinay C, Nishad S, et al. Applications of blockchain in unmanned aerial vehicles: A review[J]. Vehicular Communications, 2020, 23:100249.
- [2] Missy Z. Finding a place for blockchain in aviation[Z]. Airport Business, 2018.
- [3] Houman G, Juan M. Blockchain in aviation white paper[Z]. International Air Transport Association, 2018.
- [4] 董海澄. 当区块链拥抱民航业[J]. 大飞机, 2019(11):50-54.
Dong Haicheng. When blockchain embraces civil aviation industry[J]. Jetliner, 2019(11):50-54. (in Chinese)
- [5] 郭珊珊. 供应链的可信溯源查询在区块链上的实现[D]. 大连: 大连海事大学, 2017.
Guo Shanshan. Implementation of the supply chain's trusted traceability query on the blockchain [D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2017. (in Chinese)
- [6] Assunta V, Luisa V. Blockchain technology in supply chain management for sustainable performance: Evidence from the airport industry[J]. International Journal of Information Management, 2020, 52:102014.
- [7] Petri H, Yuqiuge H. Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation[J]. Computers & Industrial Engineering, 2019, 136:242-251.
- [8] Zia Y, Akash B, Usama G, et al. Pairing blockchain with IoT to cut supply chain costs [Z]. Boston Consulting Group, 2018.
- [9] Michael S, Constantine K, Michael W. Modernizing the supply chain of airbus by integrating rfid and blockchain processes[J]. International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace, 2018, 5(4):1-17.
- [10] 尚勇, 付玉. 区块链及其在航空发动机领域的潜在应用[J]. 技术, 2018(1):60-63.
Shang Yong, Fu Yu. Blockchain and its potential application in aero engine industry [J]. Technology, 2018 (1): 60-63. (in Chinese)
- [11] Claudio M, Antonio P, Gianluca P, et al. Building a digital twin for additive manufacturing through the exploitation of blockchain: a case analysis of the aircraft industry[J]. Computers in Industry, 2019, 109:134-152.
- [12] Yash M, Peter P. Blockchain and supply chain management: aircrafts' parts' case [C]// 28th DAAAM International Symposium

- on Intelligent Manufacturing and Automation, 2017:1051-1056.
- [13] Kari K, Jukka H, Tomi D. Digital supply chain transformation toward blockchain intergration [C]// Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, 2017: 4182-4191.
- [14] 罗世杰. 2018年亚太地区公务机包机报告[Z]. 亚翔航空, 2018.
- Luo Shijie. Report on business aircraft charter in the Asia Pacific region in 2018 [Z]. Asian Sky Group, 2018. (in Chinese)
- [15] 王宏坤. 区块链技术驱动航空金融创新发展研究[J]. 区域经济评论, 2018(1):117-123.
- Wang Hongkun. Research on the development of block chain technology driving aviation finance innovation[J]. Regional

Economic Review, 2018(1): 117-123. (in Chinese)

(责任编辑 王为)

作者简介

王宁(1992-)男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 新技术应用探索。

Tel: 010-57808952 E-mail: wangning2@comac.cc

王煜(1992-)男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 新技术应用探索。

Tel: 010-57808837 E-mail: wangyu5@comac.cc

张志雄(1979-)男, 博士, 高级工程师。主要研究方向: 新技术应用探索。

Tel: 010-57808997 E-mail: zhangzhixiong@comac.cc

Application and Development of Blockchain Technology in Aviation

Wang Ning, Wang Yu, Zhang Zhixiong*

Beijing Key Laboratory of Civil Aircraft Design and Simulation Technology, COMAC Beijing Aircraft Technology Research Institute, Beijing 102211, China

Abstract: Blockchain technology is a cutting-edge emerging technology that has received extensive attention and development in recent years. It has gradually gained initial exploration and application in the aviation field. The current application status of blockchain technology in the foreign aviation field is studied, and future research directions are discussed in combination with the current status of domestic civil aircraft development. Aircraft supply chain information management, digital twin construction, and business jet business model innovation are identified, preliminary application exploration and research are conducted on three application directions. It provides suggestions for the future development of blockchain technology in the aviation field to promoting the application of blockchain technology in civil aviation.

Key Words: blockchain; aviation; application; prospect

Received: 2020-03-20; **Revised:** 2020-04-09; **Accepted:** 2020-04-26

Foundation item: Youth Innovation Foundation of COMAC BATRI(Q19QT08)

***Corresponding author.** Tel. : 010-57808997 **E-mail:** zhangzhixiong@comac.cc