

区块链技术在航空发动机外场综合保障中的应用

Block Chain Technology for Aero Engine Integrated Support in Field

■ 赵树峰 付达 / 中国航发东安 赵振华 / 中国航发研究院

区块链技术因其独有的去中心化、可追溯、难篡改等优势，已逐步在金融、医疗以及民生等多个领域崭露头角，成为众多行业关注的焦点。航空发动机作为高端复杂机械产品的代表，在外场综合保障各个业务环节对区块链应用具有迫切的需求。

区块链是共识机制、智能合约、分布式账本、对等网络、密码等多项关键技术的创造性集成，是分布式技术的深化发展，具有去中心化、难篡改、可追溯等特点，正成为人工智能、大数据、物联网等技术后又一项目对未来发展产生重大影响的新兴技术。航空发动机作为典型复杂产品的代表，在外场综合保障的各个业务环节均有对信息化有较为迫切的需求，区块链技术应用在航空发动机外场综合保障中，将有望成为未来支撑综合保障业务运行的关键技术。

发展与应用现状

区块链技术正引领全球新一轮技术变革和产业变革，作为战略新兴产业上升为重要发展战略得到大力推广。在民航领域，区块链技术标准制定初见成效，行业应用不断拓展，产业规模持续增长，监管体系日趋完善，整体呈体系化应用态势。在军事领域，美国、俄罗斯、欧盟等世界主要军事强国和组织积极布局和推动区块链的军事应用，在战略规划、指挥控制、网络攻防、安全

各地相关政策文件清单

序号	省/市	政策文件
1	湖南	湖南省区块链产业发展三年行动计划（2020—2022年）
2	贵州	关于加快区块链技术应用和产业发展的意见
3	海南	海南省关于加快区块链产业发展的若干政策措施
4	江苏	关于加快推进区块链技术和产业创新发展指导意见
5	北京	北京市区块链创新发展行动计划（2020—2022年）
6	河北	河北省区块链专项行动计划（2020—2022年）
7	广西	广西壮族自治区区块链产业与应用发展规划（2020—2025年）
8	广州	广州市推动区块链产业创新发展的实施意见（2020—2022年）
9	宁波	宁波市加快区块链产业培育及创新应用三年行动计划（2020—2022年）
10	长沙	长沙市区区块链产业发展三年行动计划（2020—2022年）
11	泉州	加快区块链技术应用发展的若干措施

通信、武器系统防护、后勤保障、供应链管理等多个领域已开展研究和应用探索。波音公司、空客公司等商用飞机主制造商，GE公司、罗罗公司等发动机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。

自2016年以来，我国相继出台了多项关于区块链发展的政策，尤其是《“十三五”国家信息化规划》中把区块链作为一项重点前沿技术。江苏、北京、河北等省级地区，以及长沙、广州、宁波等地市相继发

布区块链专项发展行动规划，对区块链平台建设、促进企业上链方面进行规划，国内区块链产业正迎来难得的发展机遇¹⁾。

应用场景

区块链技术应用到航空发动机综合保障的目的是打通集团与用户之间的数据传输渠道，建立稳定的数据交互途径，再结合区块链技术的特性开发相关保障业务支撑平台，进而全面提升装备的保障能力。区块链技术在未来航空发动机外场综合保障模式下，将在数据管理模式、

区块链技术的航空应用汇总

时间	公司	应用
2017年1月	法国航空公司	基于区块链管理现役飞机
2017年8月	Aeron公司	基于区块链的飞行日志及飞行器维修数据的平台
2018年7月	汉莎航空集团	发起航空区块链计划寻找潜在应用并创建行业标准
2019年5月	GE公司	基于区块链开展发动机零件溯源
2019年9月	罗罗公司	基于区块链实现发动机实时数据共享
2020年3月	波音公司	基于区块链平台开放零部件交易

技术通报管控模式、技术资料分发模式、用户培训模式、航材支援模式、客户支援模式以及产品电子履历等方面有广阔的应用前景,如图1所示。

数据管理

数据管理模式将应用于运行数据综合监控与健康管理和、可靠性分析与决策诊断、使用与维修数据的智能排故分析与寿命预测等方面。航空发动机外场数据当前现状是存储于各地用户以及承研、承制单位中,形成数据孤岛,无法全面掌握外场发动机的运行状态,也无法实现对外场每台发动机进行全生命周期追溯。通过数据跨链或共链等形式,建设区块链基础平台,打造安全可信的数据环境,实现用户、飞机发动机主机厂所、修理厂、零部件厂的数据互通,解决发动机数据相对独立、跨单位协作权责不清的问题;建设外场数据管理通道,为发动机技术状态管控、性能趋势分析、健康管理和机队管理提供安全可信的数据支撑。区块链技术数据交互应用场景构想如图2和图3所示。

技术通报管控

传统的技术通报管控形式是由用户或服务代表执行完毕后通过快递的形式将反馈单寄回管控单位,

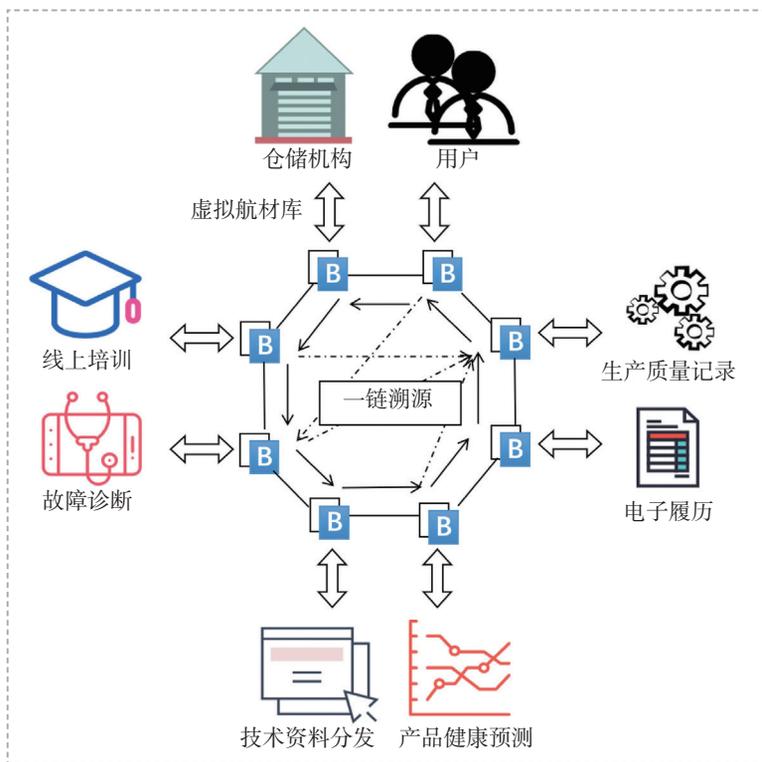


图1 区块链应用场景

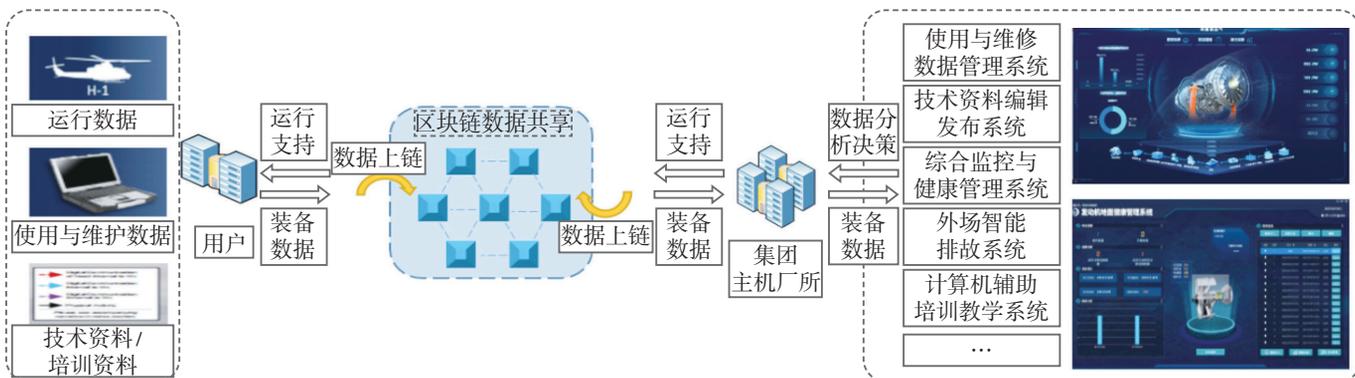


图2 数据共链交互应用场景构想

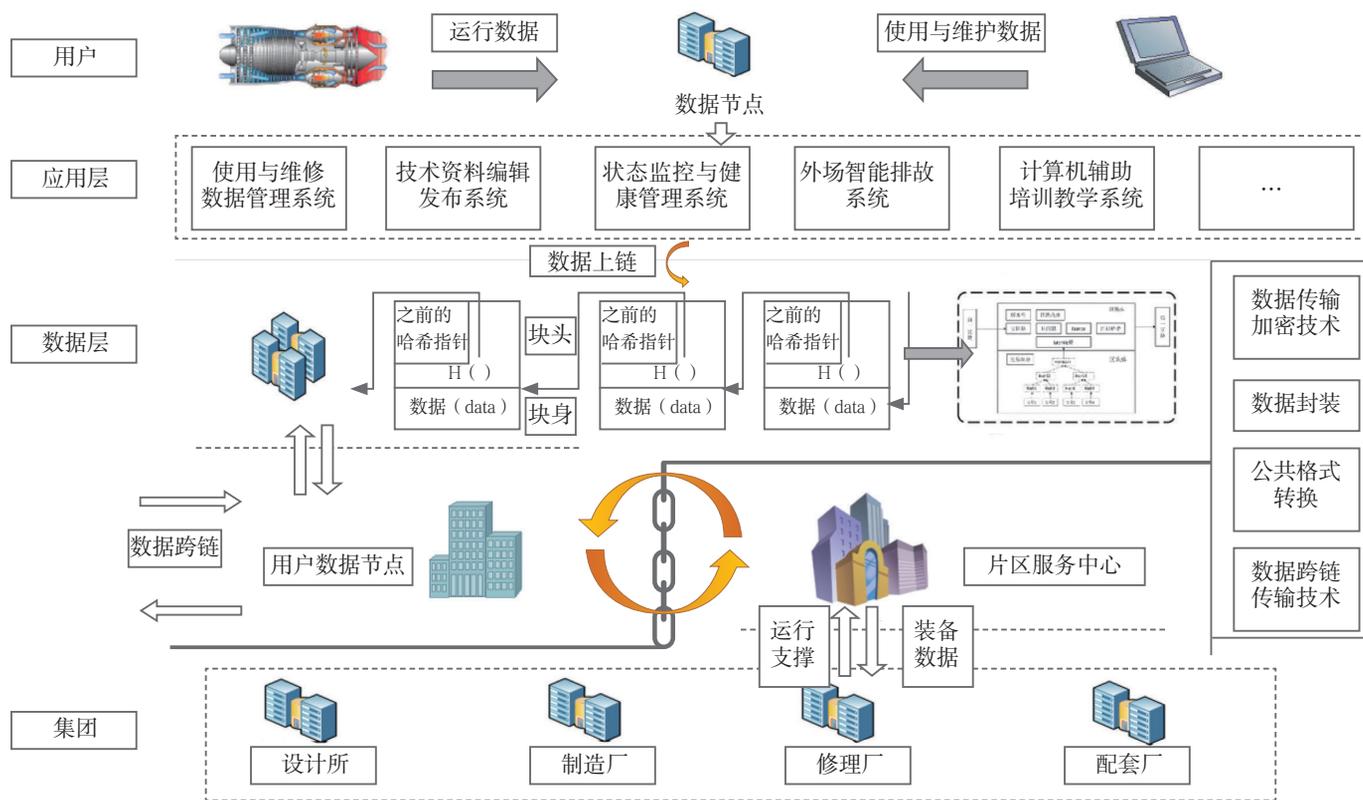


图3 数据跨链交互应用场景构想

由管控人员登记上账。实际工作中，反馈单在传递和归档过程中容易丢失，导致产品查阅历史档案准确性差，技术通报执行过程中涉及多个业务流转点，管控过程繁琐，风险点多，溯源难度大。通过区块链分布式账本、信息传递加密、共识机制以及智能合约等技术可以实现智能化跟踪管控，对按期未执行的技术通报进行预警，对已执行的技术通报进行台账更新，自动监控技术通报完成率，数据溯源简单、准确性高。

技术资料分发

技术资料在实际使用中常出现换版以及增改单页的情况，同时技术资料在修改前也需要多轮上报审批，上报审批过程一般占用至少半年以上的时间，实际业务开展与最新要求往往无法在短时间内保持一

致。基于区块链的特性，可以探索技术资料的换版申请在区块链技术资料分发系统中进行。资料正式发布前的审核环节使用区块链技术，一方面可以追溯各业务专家提出的修改意见，另一方面可以跟踪技术资料改版的完成进展，敦促各流程节点快速处理业务，从而提升技术资料分发效率。

用户培训

区块链技术可应用于用户培训的学员档案管理、学员资质管理以及远程计算机辅助培训。常规开展的用户培训模式一般为前往用户现场或者用户来厂开展培训，专业人员大部分时间消耗在前往用户现场的途中。基于区块链技术可以开展远程培训，学员通过线上培训，完成规定的课程与预定考核，完成学

习后的学习档案以及学员档案信息自动上链存储，提高了工作效率，同时通过区块链远程培训技术也可以实现对每位学员知识掌握程度的精准化把控，便于后续制定针对性的能力提升课程，提高培训效果。

航材支援

航材支援模式可在航材备件管理方面开展应用。航材备件资源分布以及数量一直是制约当前装备完好率提升的重要环节，资源分布无法可视调配导致用户资源过剩或紧张。通过区块链技术建立一体化虚拟航材资源库，随时跟踪管控分布在各地域的航材资源，实现航材资料的统一调配，减少企业与用户双方的成本占用，杜绝航材超期报废等问题^[2]。同时基于区块链技术的存证溯源功能，也可以实现航材的全



图4 区块链应用于发动机外场综合保障的支撑平台与支撑技术

生命周期管控。

客户支援

客户支援模式可在产品销售支援管理方面开展应用。完成产品销售支援活动或服务支援活动，与用户签订一份纸质登记证明用以同用户进行账务结算，纸质材料数量大、不宜保管、查找难度大，易造成账务不清等问题。利用区块链难篡改、可追溯、数据公开的特点，通过使用区块链的关键技术可以实现支援业务活动链上记账、按单结算，解决了产品销售支援业务因账、物不清影响结款周期的问题。

电子履历管理

通过区块链技术可以解决产品设计构型、制造构型、实物装备构型到服务构型之间的信息关联问题，构建了产品承制方与使用方共同参与维护的电子履历管理的新模式，实现了产品的设计信息、使用信息、维护信息和修理信息高效共享，也解决了企业修理之外的发动机机构型变化信息和故障件信息共享问题。同时基于区块链自身具备的可追溯性强和难篡改的特点，确保了产品全生命周期电子履历数据信息的真实性与准确性。

需要解决的问题

区块链仍处于技术发展的初期，技术成熟度不高，数据安全和互信建立在牺牲存储空间、访问速度和整体效率上，因此区块链技术主要适用于低频度、安全性要求高、时效性较低、数据量较小的应用场景，目前仍需研究以下问题。

一是区块链网络安全问题，保证数据传输安全。在民用领域，全民参与节点维护基本可以保证网络安全；在装备保障领域，参与节点较少，系统安全性急需考虑。2018年以后，比特币节点数量稳定在10000个左右，其网络安全受控节点的比例定在51%，即便如此，2018年5月仍发生了51%以上的节点被恶意控制，比特币黄金遭遇双重支付的攻击。而装备综合保障业务参与节点维护的用户数量有限，更易受到网络攻击。因此，必须合理设定区块链在装备保障领域的安全受控节点比例。

二是建立适用于航空发动机外场综合保障技术的支撑平台与支撑技术（见图4）。区块链在航空发动机综合保障领域尚没有落地的应用系统，须研究用于支撑

开展综合保障业务的基础支撑平台、支撑数据传输的信息传递加密技术、数据跨链传输技术、区块链网络架构等。

结束语

区块链适合于多个主体参与、跨责任边界的复杂应用场景，通过建立安全、互信的数据基础环境，在存证溯源、数据共享、业务协同、信任管理等方面可以赋能航空发动机外场综合保障业务应用，在外场诸多业务中均有应用场景，能促进航空发动机外场综合保障业务向敏捷化、智能化发展，区块链有望成为未来支撑综合保障业务的关键技术之一。

航空动力

（赵树峰，中国航发东安，工程师，主要从事航空产品服务保障体系与支撑技术研究）

参考文献

- [1] 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(6):7-13.
- [2] 尚勇,付玉.区块链及其在航空发动机领域的潜在应用[J].航空动力,2018(1):60-63.