

基于工业互联网和区块链的全价值网络的供应链管理系统技术实现

Implementation of Supply Chain Management System Technology for Full Value Network Based on Industrial Internet and Blockchain

王迎帅¹ 杨宜镇² 郭仲勇³ 刘扬⁴ 涂煜金⁵

Yingshuai Wang¹ Yizhen Yang² Zhongyong Guo³ Yang Liu⁴ Yujin Tu⁵

1. 上海依找信息科技有限公司 中国·上海 200949

2. 南京工业大学浦江学院 中国·江苏 南京 211134

3. 河南中盾云安信息科技有限公司 中国·河南 郑州 450018

4. 河南工业大学 中国·河南 郑州 450001

5. 深圳前海弘展资产管理有限公司 中国·广东 深圳 518066

1. Shanghai Nongzhao Information Technology Co., Ltd., Shanghai, 200949, China

2. Nanjing Tech University Pujiang Institute, Nanjing, Jiangsu, 211134, China

3. Henan Zhongdun Yun'an Information Technology Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450018, China

4. Henan University of Technology, Zhengzhou, Henan, 450001, China

5. Shenzhen Qianhai Hongzhan Asset Management Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518066, China

摘要: 供应链是人类社会活动中非常复杂的一套系统工程,参与方包括商业活动中的核心企业、供应商、物流运输企业、客户等,内容包括整个流程中的信息流、物流、资金流。一般来说,制造业的供应链从采购的原料开始会涉及生产、加工、包装、运输、销售等环节,所以供应链在主体上会涉及不同的行业和不同的企业,在地域上可能会跨越不同的城市、省份甚至国家,供应链整个流程中的上下游本质上是一层层供应商和一层层客户的关系,每个前方的业务和发展都和后方的供应链有密切的关系。

Abstract: Supply chain is a very complex system engineering in human social activities, involving core enterprises, suppliers, logistics and transportation enterprises, customers, etc. in commercial activities, including information flow, logistics, and capital flow throughout the entire process. Generally speaking, the supply chain of the manufacturing industry involves production, processing, packaging, transportation, sales, and other links starting from the procurement of raw materials. Therefore, the supply chain will involve different industries and enterprises in terms of its main body, and may cross different cities, provinces, and even countries in terms of geography. The upstream and downstream of the entire supply chain process are essentially layers of relationships between suppliers and customers, every business and development ahead is closely related to the supply chain behind it.

关键词: 工业互联网; 区块链; 供应链管理系统

Keywords: industrial Internet; blockchain; supply chain management system

DOI: 10.12346/csai.v2i1.9103

1 当前传统供应链发展面临的问题

1.1 缺乏供应链管理战略意识和信任机制

一些中小企业对供应链管理认识不足,习惯各自为战,过于强化自身局部利益,供应链管理活动大多局限在内部,

供应链成员之间难以形成价值链,合作多为松散联系,缺乏有效协同和约束机制。

尽管供应链管理需要链上企业广泛合作,不过由于社会诚信体系建设尚不健全,链上企业间信任机制脆弱,只能依

【作者简介】王迎帅(1974-),中国辽宁人,硕士,工程师,从事区块链、工业互联网、工业物联网芯片及相关应用、传感器研究。

靠核心企业的权威进行强制管控，反过来造成链上中小企业权益和自主权受限，抑制中小企业发展。另外，中小企业自身经营规模和能力有限，可信用度较低，也增加了链上企业诚信管理的难度。

1.2 中小企业信息资源整合利用能力低，信息共享协作滞后

供应链运作过程是物流、商流和信息流的统一，涉及若干生产、运输、销售等企业及广大用户，具有跨地域、跨时空协作的特点，对信息共享依赖程度高，需要运用现代信息技术对供应链整合，但是中小企业普遍信息化建设较为落后，互联互通性差，难以有效实现信息交流共享和保障供应链系统流畅运作。

1.3 企业规模、多元化、市场覆盖扩大，造成供应链管理难度同步增加

如果供应链上下游跨度大，核心企业对供应链整体管控的难度就会相应加大，进而造成效率下降和管理成本飙升。互联网时代催生了全球分工细化，产品生产供应周期呈现复杂化、碎片化、定制化、分散化的特点，供应链不断延长，链上企业不断增加，信息不对称就会导致无效成本和寻租投机乱象，传统供应链管理技术难以实现实时、高效和穿透。

1.4 信息追溯能力不足，虚假套利信息链上飞

由于供应链上企业属于独立市场主体，企业之间只是发生买卖关系、利益关系，容易存在难以验证真伪的信息不对称，出现原料、零配件等供应品和终端产品价格失真，导致假冒伪劣商品冒头，甚至洗钱等非法活动。

1.5 链上实时、完整、有效、真实的数据获取和处理难度大

由于供应链上企业只是基于某个原料、某个零配件、某个服务等发生业务关系，企业之间信息系统彼此独立、分散，甚至可能因为商业机密的缘故导致系统之间不能互联互通，对原料、采购、生产、物流、销售等各种信息无法共享和统一处置，造成信息失真，大数据、长数据价值被闲置、搁置，交易、支付和审计成本增加。

随着现代供应链的不断发展，供应链服务的需求解决越来越需要平台化，供应链信息孤岛现象不能有效解决是影响

提供整体行业效率的重要原因。需要整合商流、物流、现金流、信息流等四流形成高效协同的一个 workflow，才能够对供应链发展中遇到的全球采购集约化、互联网化、生产强需求、金融泛需求得到更好的解决^[1]。如图 1 所示。



图 1 现代供应链的发展需求

供应链的管理对于链上的企业生命都至关重要。高效的低成本的动作是供应链管理的目标，传统的供应链管理在信息网络技术的基础上已经有很大进步，包括常用的 OA 系统、ERP 系统等都有效地支撑了供应链系统的运转，然而由于传统的技术架构的限制，各方的信息系统数据无法做到有效可信的同步，信息流的同步较为低效，其次各方系统的数据都是各方独立集中的管理，有一定风险会遭到有意或者无意地篡改，对于外部不法黑客的防护也只能在系统的外部增加防护墙策略和安全设备，不能通过技术底层协议来解决这类问题。

今天，以工业互联网+区块链技术为核心的供应链价值生命周期管理（VLM）正在出现。VLM 是以一个产品或一条产业链价值的生命周期为视角，将产品价值的准备、生产、流转、增值、减值和消灭等环节的数据进行闭环管理，实现“价值流动自动化”。

通过 VLM，企业能够更好将物流、信息流和价值流统一进行管理，通证技术和工业互联网发展所带来的数字化工厂技术能够更好地连接，金融科技与实体经济将深度融合，同样属于工业 4.0 三大集成中端到端集成的范畴，这是工业的未来，也是面向产品全生命周期供应链发展的未来，如图 2 所示。



图 2 产品全价值周期生命管理

2 面向全价值网络的供应链管理系统的业务设计

面向供应链系统的整体视角来看, 供应链不是一个单一的系统, 而是经历了从原材料开始, 到制造出中间产品、加工成最终产品, 并由销售网络(分销、批发、零售)通过仓储、物流把产品送到终端用户手中的过程, 并将供应商、制造商、分销商、批发商、零售商直到终端用户连成一个整体的功能网络结构。

一个基本的供应链业务流程和数据流向, 其中物资流, 由供应商、制造商和销售网流向终端用户, 而资金流和信息流在供应链网络中多向流动, 在这个链条中, 供应链管理是指对核心业务、采购、制造、配送、客户服务等活动进行优化, 以及通过企业间的协作, 来使供应链整体效率最大化。

面向全价值网络的供应链管理系统业务设计, 主要通过应用工业互联网平台、区块链技术来对供应链业务进行设计和优化, 如图 3 所示。

2.1 典型业务场景的供应链管理业务设计

从业务角度看, 由于供应链管理涉及的业务众多, 其中很多业务环节都可以用区块链技术进行优化。例如, 交易对手的身份识别、合作企业的信用评级、供应链风险的识别与管控、商品跟踪溯源等。面向供应链系统结合典型的业务场景进行系统业务设计如图 4 所示。

2.1.1 订单履行

当消费者订购某个商品时, 将由智能合约自动向销售方开放区块链访问权限, 让零售商得以查看该消费者的历史消费数据。除此之外, 零售商也可以通过区块链和物联网将真实的物流状态共享给消费者, 通过提高信息透明度来加速供应链上的订单履行流程。区块链在订单履行环节能够应用的业务流程利用智能合约可以准确, 安全地执行标识出的流程, 不仅可以减少订单履行时可能出现的错误还可以提升执行的效率。此外, 由于区块链还能将数据安全地开放给相关联的其他区块链网络参与者, 增强了订单履行过程的可见性, 从而可以通过多方约束来规避订单履行错误的风险。



图 3 面向全价值网络的供应链管理的业务体系总体设计

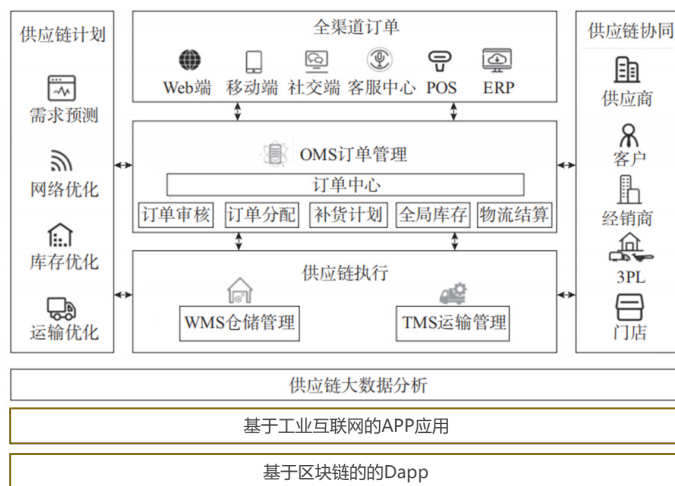


图 4 供应链管理系统的业务流程基本设计

2.1.2 信用评级

区块链可以为智能合约提供真实的历史数据,在这个基础上,可以将交易结算的信用评级规则用计算机编码的形式写入智能合约,让其在每次结算后自动履行并计算交易双方的信用积分,从而对风险进行识别与评估。例如,对未按时发货的企业,按照延迟天数进行相应惩罚;对未按时支付货款的企业或个人也可以按照拖欠天数进行惩罚;对信用良好的企业和个人按照如期履约天数进行加速上升的积分奖励等。由诸如此类规则计算供应链上企业和个人的信用评分,评价信用等级,生成用户信用画像。信用画像可以用于供应链主体寻找合作伙伴、贷款融资等金融活动,也将影响供应商的下一轮供货、制造商的下一轮采购、消费者的下一轮交易,从而促进供应链主体自律,降低供应链风险,优化供应链流程。

2.1.3 商品追溯

将射识别、条码识别、视觉感知、特征识别等技术和区块链相结合,可以记录商品从原材料/零件生产、加工、物流、权属变更到报废回收的全过程,并将当时发生的信息实时保存为图像、视频或结构化数据打上时间戳记录到区块链上,形成按时间序的事件链条,终端用户可以在区块链上查询购买商品的来源和历史轨迹,甄别伪产品当商品出现问题时,第三方监管机构也可以通过区块链追溯供应链的每个环节,还原事实真相,确定责任方。更有意义的是,真实的历史数据也可以让供应链的各个主体共同进行道德监督,实现自我约束和治理^[2]。

2.2 供应链管理系统主要功能

供应链上发生的业务种类繁多,区块链也可能涉及制造、采购、物流、金融等多种业务。但无论涉及哪种业务,一个基于区块链的供应链管理平台,其基本功能都应包括门户、用户管理、合约管理、资金管理、运营管理、系统管理和电子合同管理。

2.2.1 门户

门户功能包括供应链的企业、个人用户门户和系统运营方门户。企业、个人用户门户用于展示企业、个人的基本信息,包括已签订的智能合约概况和已执行的智能合约概况;用户可以在门户中进行个人设置、修改密码、绑定邮箱、退出系统。系统运营方门户展示全网企业和个人用户的信息、区块链平台的运行概况。

2.2.2 用户管理

企业、个人用户向供应链联盟链递交基本注册信息和CA认证信息,注册加入联盟链网络的资格,获取登录账号及密钥,并按需更新相关信息。供应链联盟(可以是核心企业一方,也可以是多个联盟链成员)审核用户的注册申请、分配用户权限,并管理已注册的用户。

2.2.3 合约管理

将供应商、制造商、分销商、零售商以及终端客户的交

易主数据(产品数据、供应商数据、客户数据)从ERP系统中抽离并上链。供需双方可以通过协商制定合约规则,如定期采购、满额折扣、到期回购等。系统提供合约模板,由一方填入参数后,传递给另一方签署,最终完成交易。在合约管理模块,用户可以查询已签订的合约、撤回未签订的合约,还可以穿透合约查看详情以及关联数据。

2.2.4 资金管理

根据智能合约运行情况和交易结算情况生成资金结算单,通过银行转账或第三方支付渠道完成支付,提供结算单查询和资金收支明细查。

2.2.5 运营管理

核心企业作为系统运营方,可在运营中心查看供应商情况、客户情况、相关交易情况、产品情况、资金收支情况等,也可创建和维护合约模板。同时,系统也提供自定义模板功能,供应商、制造商、销售商均可以根据需要定义智能合约的模板,并预存在系统中。

2.2.6 系统管理

系统管理模块提供日志、消息、应用服务和区块链平台状态监控等功能。系统运营方可以添加或删除节点、设置节点的类型(背书节点/记账节点/普通节点)。所有接入供应链联盟的用户均需通过第三方CA认证。企业管理员/个人用户可以通过此功能对企业/个人的信息进行更新。企业管理员可以通过上传营业执照进行企业认证。系统运营方、企业管理员可以添加角色,可以为角色分配系统操作权限。

2.2.7 电子合同管理

在采购、仓储、物流、销售等环节,都会涉及合同。为了促进一个庞大、跨地域的供应链高效运作,电子合同很有必要。系统应联合第三方合同认证机构提供电子合同的签署、修改、查询、存证等功能,确保电子合同的法律效力。此外,电子合同也可以在区块链上存证。

3 面向全价值网络的供应链管理系统的技术设计实现

3.1 应用区块链技术的供应链系统的技术总体实现

基于区块链的供应链管理系统总体分为数据资源层、产品服务层、产品应用层和负载均衡层。

①数据资源层:应用数据存储,主要包括关系型数据库、非关系型数据库、缓存服务、区块链分布式账本;其中关系型数据库主要存储业务数据、电子合同等不上链数据;非关系型数据库主要存储合同文本、日志等非结构化数据;缓存服务提高系统访问效率;区块链分布式账本与企业ERP系统相连接,存储主数据地址。

②产品服务层:系统按微服务方式,根据业务场景划分为不同的产品服务,主要包括门户服务、主数据服务、4A服务、订单服务、销售服务、区块链服务等;服务可独立部署,也可以集中部署。系统服务提供SAAS服务能力,为构建

不同的区块链应用提供支撑。

③产品应用层:依据不同的业务主体角色构建业务系统,主要包括核心企业(以零售商为例)、供应商、制造商、分销商、服务支持方系统;网络中的业务主体可动态管理。

④负载均衡层:各业务系统支持横向扩展,负载均衡层提供统一访问服务,保证服务的高可用性。

3.2 应用区块链技术的供应链管理系统的技术应用设计

应用区块链技术的供应链管理系统的技术应用设计如图

5 所示。

面向全价值网络的供应链管理通过集成的工业互联网和区块链技术为每一个订单确定供应链,并在供应链内预设了快速的结算系统,所有供应商都直接与最终消费者达成结算关系^[3]。

该系统的技术实现,是基于协同供应链管理的思想,配合供应链中各实体的业务需求,使操作流程和信息系统紧密配合,为做到各环节无缝连接,形成物流、信息流、商流和资金流四流合一的领先模式提供了先进的技术支撑。



图 5 应用区块链技术的供应链管理系统的技术应用设计

参考文献

[1] 刁俊武,邱斌.石化行业工业互联网标识解析系统接口规范研究[J].中国标准化,2022(20):151-154.
 [2] 鲍志坚,蓝军平,杨兴.工业互联网标识解析在智慧能源管理系统中的应用[J].机电信息,2022(8):40-42.
 [3] 谢家贵,齐超,朱佳佳.工业互联网标识解析体系架构及部署进展[J].电信网技术,2020(10):10-17.