

Study on the Traceability System Architecture of Clothing Supply Chain of E-commerce Platform based on Double-layer Blockchain

Zhenhan YU^{1,a,*}, Bin YE^{2,b}, Ke LIU^{1,c}

¹ School of Economics and Management, Chengdu Textile College, Chengdu, China

² Department of Information Management, Chengdu Neusoft University, Chengdu, China

^{a*} djyyuzh@163.com

^b yiebin@nsu.edu.cn

^c pdqliuke@163.com

Abstract

On the basis of analyzing the composition of the clothing supply chain on the E-commerce platform, The paper points out that the E-commerce platform should be the leading party in the construction of the traceability system of the clothing supply chain, and puts forward and analyzes the four-stage step-by-step implementation strategy of this clothing supply chain traceability system architecture. Then a clothing traceability system architecture model on E-commerce platform based on the Hyperledger consortium blockchain and private blockchain is constructed, and the utility of this model is explained. Finally, the paper proposes the direction of further research in this field.

Keywords: Blockchain; Clothing Supply Chain; E-commerce; Traceability System

基于双层区块链的电商平台服装供应链溯源体系架构研究

余真翰^{1,a,*}, 叶斌^{2,b}, 刘科^{1,c}

¹ 成都纺织高等专科学校经济管理学院, 成都, 四川, 中国

² 成都东软学院信息管理系, 成都, 四川, 中国

^{a*} djyyuzh@163.com

^b yiebin@nsu.edu.cn

^c pdqliuke@163.com

摘要

在分析电商平台服装供应链构成的基础上, 指出电商平台应作为服装供应链溯源体系建设的主导方, 并提出和分析了基于电商平台的服装供应链溯源体系架构的四阶段分步推进实施策略。在此基础上构建了基于 Hyperledger 联盟链和私有链的双层区块链电商平台服装溯源体系架构模型, 进而对此模型的效用进行说明, 提出后续进一步研究的方向。

关键词: 区块链; 服装供应链; 电子商务; 溯源体系

1. 引言

随着国内电商行业长时期的持续快速发展, 在包括淘宝、京东、微信、抖音等多种平台上的网络购物已成

为当前消费的主要形式之一。服装电商作为电商的一个重要领域, 在消费者的日常生活中发挥着巨大的连接服装生产与消费的作用, 多年来同样保持了快速发展的势头。图 1 为艾媒数据中心 (iiMedia Research, data.iiimedia.cn) 所发布的 2015—2021 年度中国服装电商市场规模及预测。

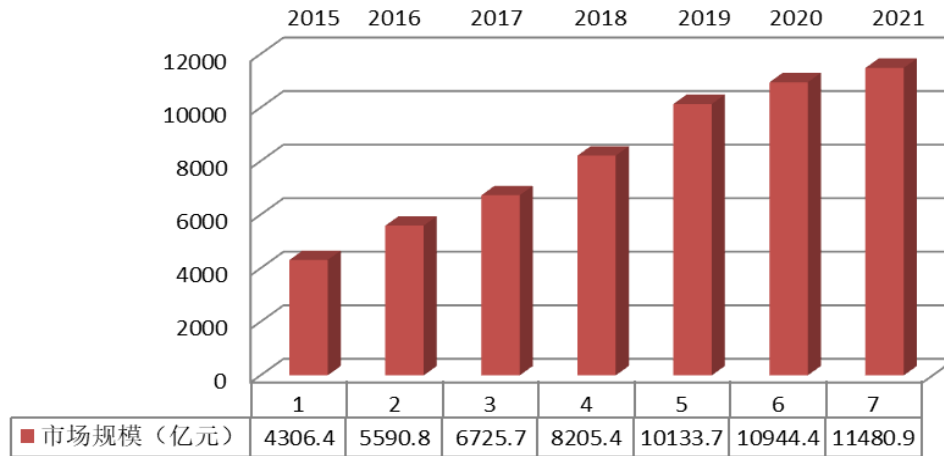


图1. 2015年-2021年中国服装电商市场规模及预测

由上图可以看出,从2015年至2021年国内服装电商规模一直处于持续增长之中,预计到2021年度国内服装电商的市场容量将达到11480.9亿元的庞大规模,这对下一步中国纺织服装行业和电商运营平台的发展无疑都是非常乐观的预测。

然而,同时也需要看到中国服装电商领域快速发展的同时,也暴露出众多需要引起高度重视并得到妥善解决的问题,其中产品质量及制假售假问题是较为突出的表现。在电商投诉方面,据网经社旗下电子商务研究中心(www.100ec.cn)发布的《2019年(上)中国电子商务用户体验与投诉监测报告》显示,2019年上半年国内电商投诉同比递增12.32%,投诉量同比历年最高。在服装电商领域,产品质量问题也频频出现,如据中国纺织经济信息网(bz.jc.ctei.cn)发布,2020年初京津冀消费者对羽绒服开展了比较试验,结果显示实体店整体质量较好,电商平台销售的羽绒服质量参差不齐,150件样品中共有39件存在多种质量问题,比例高达26%。服装电商发展中存在的产品质量问题由此可见一斑。

当前,虽然各电商平台在努力确保产品质量、实现产品溯源查询功能方面已初步建立起了基于中心化数据库的网络查询体系,但是该体系存在产品信息追溯系统的“安全性较低、不能平等分享、追溯防伪成本高”等不足^[1]。因此,结合区块链(Blockchain)所固有的去中心化、开放自治、信息不可篡改、匿名可溯源等特性在电商平台的应用,研究在区块链技术支持下电商平台针对所销售服装产品的供应链实现有效的产品溯源查询,以最大限度地减少服装产品的质量投诉,提升平台的美誉度及整体经营效益,已成为必须面对的重要问题。

2. 文献综述

区块链在信息溯源方面的研究已从理论进入到了应用领域。张玉卓等(2020)提出了一种基于区块链的物流应用系统数据共享技术,并利用该技术建立了以太坊区块链架构下的物流数据共享模型^[2];张登平等(2020)针对区块链数据存储中的相关问题,结合供应链溯源的需求,提出一种基于网络分区的区块链存储模型^[3];王海英等(2020)讨论了采用了物联网数据层作为辅助,通过利用区块链分布式网络,设计了产品信息追溯与防伪模型,并进行了实例介绍^[1]。

电商领域产品信息溯源的研究目前已从传统的基于中心化数据库系统的架构为主向基于区块链的架构为主迁移。林晓羽(2017)通过对跨境电商溯源体系的研究提出了应该基于从生产端、物流段、仓储段、销售段、消费端的全程可跟踪、可追溯的考虑,采用面向服务的SOA系统架构^[4];丁庆洋等(2017)探讨了通过接入物联网信息采集终端,使信息客观公正动态地传输到电商平台产品信息区块链,以实现对产品性状等信息的实时跟踪和有效溯源的模式^[5]。

区块链在服装生产制造领域的研究中,王玺瑞等(2020)通过对服装协同制造过程的分析,提出以超级账本(Hyperledger)作为区块链系统底层选择,构建了服装产业协同制造溯源系统^[6]。

基于双区块链的研究目前成果较少。丁庆洋等(2019)研究了许可链代替公有链成为产品信息溯源的重要部署方式的必要性,提出了一种基于双层架构的溯源许可链共识机制(DLPCM),并对该共识机制下的溯源信息的查询进行了介绍^[7];李宣等(2020)在文献[7]的基础上增加了防伪溯源系统的参与者设定,架构了使用双区块链和物联网技术的产品防伪溯源系统,并通过仿真实验对该系统进行了验证^[8]。

综上所述,在基于区块链的电商平台产品信息溯源研究中,结合服装行业的针对性研究成果较少,特别是

进一步从双层区块链架构角度进行的研究还未见相关成果，而这正是本文研究的切入点和目标所在。

3. 电商平台服装供应链溯源体系建设的推进主体及策略选择

从电商发展伊始到现在成为社会消费的主要方式，服装产品都是相关电商平台的主要品类之一。以“服装”为关键词在主流电商平台中进行检索，淘宝平台和京东商城平台中反馈商家都达到了平台显示的最大值，可见其体量巨大。当然体量巨大的另一面意味着进驻电商平台的服装产品生产及销售企业信息化管理水平存在相当的差异，因此在建设电商平台服装供应链溯源体系时必须充分考虑服装供应链的具体实际采取分步策略，逐步纳入并最终实现全覆盖。

3.1. 电商平台服装供应链的构成分析

服装产品从设计到生产再到进入流通领域进行销售，其整个供应链涉及从原材料（面料）生产到服装半成品加工再到成品完成，最终通过多级销售网络后经由电商平台完成销售到达消费者手中的整个过程。本文中所研究的服装供应链对以上环节进行了必要的简化，只截取从设计到完成销售的几个主要环节，而不考虑面料供应之前的初级原材料的生产制造过程。图2是电商平台服装供应链的构成示意。

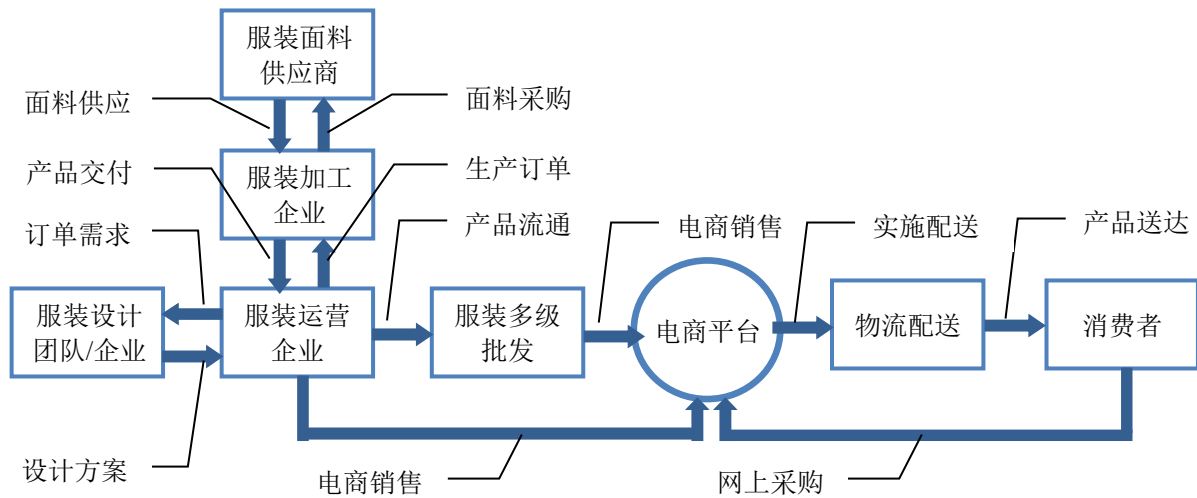


图2. 电商平台服装供应链架构

由图2可知，电商平台所涉及的服装供应链向上游可达服装设计、生产企业以及面料供应商，向下游通过物流渠道与终端消费环节相连。入驻电商平台的服装销售企业其上游可以是经传统的多级批发环节获取网上销售货源，也可以直接从服装运营企业取得货源。因此，在对服装供应链进行溯源时，应该涵盖上述整个服装供应链所涉及的所有环节。

3.2. 作为服装供应链溯源体系规划建设主导的电商平台

虽然区块链从本质上而言具有全链去中心化的鲜明特征，但并不意味着区块链的规划建设及应用可以由无序状态自发聚合形成，而是需要有相应的建设主导和应用推进方。正如相关文献^{[3][7][8]}研究结论中所指出，这一体系的构建需要由“生产企业或具有一定信息技术基础的大型销售企业负责整体溯源链的规划与建设，负责溯源链参与节点的审核并进行权限管理，向消费者提供溯源信息的查询服务。^[7]”因此具体到本研究所涉及的电商平台服装供应链溯源体系建设，则因由作为大型销售企业的电商平台来牵头实施。其原因主要如下：

一是作为大型销售企业的电商平台具备推进溯源体系建设的内在动力。服装产品溯源体系的建设，所涉及的利益相关方是供应链上的所有参与方，而其中消费者无疑是最迫切需求一方，但作为分散个体处于被动接受状态；处于电商平台上游的生产环节相对分散，各企业诉求不一，大多处于乐见其成但无力主导建设的角色；而作为服装产品集中销售平台的电商企业，入驻商家的数量、平台交易的频率以及商家的赢利等因素都直接影响到电商平台的经济效益和社会美誉度，因此推进溯源体系的建设是电商平台在竞争中打造具有比较优势的营商环境，吸引入驻商家及消费者交易的重要举措。

二是作为直接面向消费者的电商平台具备推进溯源体系建设的客观便利。这种便利体现在两个方面：首

先，对众多消费群体而言电商平台是其接入服装供应链的最直接接口，因此从消费者角度考虑电商平台服装供应链的溯源接口也应该通过电商平台实现，而不是在其它平台另建接口再由消费者登录查询；其次，基于区块链的产品溯源体系需要足够的共识验证参与方，从理论上讲参与方越多，区块链数据的防篡改越强，溯源信息越具备真实有效性。而电商平台集聚了海量的入驻企

业及注册消费群体，这些经过平台真实性认证的入驻企业及消费群体将自然地参与到所有交易共识形成之中，很好地提升了区块链交易数据的安全性。

三是作为信息技术应用前导的电商平台具备推进溯源体系建设的技术实力。电商平台肇始于企业信息化的深化和互联网的广泛应用，因此技术和人才及经验的积累使大型电商平台企业具备了建设基于区块链的产品溯源体系的综合技术实力，这是不言而喻的事实。

3.3. 电商平台服装供应链溯源体系建设的分步推进策略

鉴于电商平台服装供应链总体呈现链长点多的特点，链上企业从规模到信息化水平都存在相当的差异，因此在推进服装供应链产品溯源体系建设中，不可能要求链上所有企业都能实现同步并行，而是需要由作为溯源体系建设主体的电商平台采取“引导——示范——鼓励——强制”的多阶段分步推进策略来推进建设。

引导阶段重点要建立加入溯源体系的申报和审核机制，引导满足条件的服装供应链上游企业加入区块链产品溯源体系中。作为电商平台企业直接面对的上游是入驻平台的服装销售企业，因而电商平台无法延伸到详细掌握更上游的服装运营企业、服装生产企业及供应商的有关生产资质、设计团队、原材料采购、生产环节、产品质量检验及进入流通领域等诸多环节的准确信息，因此只能通过入驻商家负责与上游各环节沟通，确定是否加入溯源体系中。一旦决定加入则由入驻平台的商家代表上游供应链相关环节向电商平台提交资质证明材料，电商平台企业进行审核通过后向该服装供应链的所有上游环节提供区块链接口，由其自行接入区块链产品溯源体系中。全链接入并测试通过后，则在该入驻销售企业的产品搜索结果页面标记醒目的“可溯源”标签，为消费者的选择提供参考。同时，为鼓励更多服装供应链加入到产品溯源体系中，电商平台企业可以采取对平台产品搜索算法引入“可溯源”参数进行调整完善的策略，增大“可溯源”因素在产品搜索排序各影响因子中的权重，加强对“可溯源”产品的推介力度，引导更多的入驻服装销售企业主动积极地牵头上游企业加入到产品溯源体系中。图3为电商平台中标记有“可溯源”标签的服装产品搜索结果示例。



图3. 电商平台标记“可溯源”标签的搜索结果

通过前期引导扶持，首批服装供应链加入该产品溯源体系后，通过一段时期的运营，电商平台就其经营绩效与加入前进行对比分析，一方面对溯源体系的建设机制及运行模式进行进一步的完善，另一方面树立示范，鼓励更多的入驻服装销售企业牵头所在供应链加入该溯源体系中。当系统建设更加完备、运行趋于成熟后，电商平台可通过变更入驻规则，将“可溯源”作为基础入驻条件之一，强制推动平台上所有服装供应链实现“可溯源”。

4. 基于 Hyperledger 联盟链和私有链的电商平台服装供应链溯源体系的双层区块链架构

4.1. 区块链的分类及其应用特点

文献[6]和文献[8]中介绍了从区块链去中心化程度的角度所进行的三种分类及各自特点。一般而言，根据去中心化程度和应用场景的不同，区块链系统可以分为公有链、联盟链和私有链三类。综合以上文献对这三类区块链系统的特点归纳如表1所示^{[6][8]}。

表1. 三类区块链的特点对照

对比项	公有链	联盟链	私有链
去中心化程度	完全去中心化	部分中心化	弱中心化
参与方	所有接入用户	授权联盟节点用户	指定成员
运行效率	低	较快	快
数据安全保密性	较弱	较强	很强
具备优势	可信度高	强扩展性	安全性强、效率高
存在不足	效率低	存在一定的信任问题	存在一定的中心化
代表性应用	Ethereum	Hyperledger	企业内部区块链

4.2. 双层区块链架构的现实选择

基于表1对三类区块链系统应用特点的对比分析，综合考虑参与方的构成、数据的安全性、系统运行效率、电商平台对服装产品溯源体系的架构及运行管理等诸方面因素，构建表层基于联盟链和底层基于私有链的双层区块链架构是同时满足以上诸条件制约的有效选择，而联盟链的应用平台就采用该类区块链系统中最具代表性、最为成熟的Hyperledger平台。

底层基于私有链着重在于确保接入区块链服装供应链溯源体系的所有生产、流通及销售企业的核心敏感

数据的安全性。同时由于此类信息体量庞大，每个成员的每次生产经营活动都需要在私有链所有成员节点中进行共识和验证，选择私有链能提高共识和验证的效率。并且私有链能确保每个区块节点成员只能查询本企业的相关数据，保障了企业信息的安全性和保密性。但私有链的封闭性却无法满足不同电商平台消费群体对相关数据溯源查询的要求。

表层基于Hyperledger联盟链着重解决三个问题：其一，提高溯源查询的效率。在联盟链中各区块不存储服装供应链成员的生产经营相关详细数据，而是以哈希（Hash）指针的方式与私有链中存储详细数据的区块头相连接，减小了存储量与运算量，由此带来溯源查询效率的极大提高。文献[7]指出，联盟链Hyperledger Farbic采用的PBFT共识能实现每秒约2000笔交易；其二，确保了溯源查询的权限可控。联盟链的特点之一是参与方需要得到相应的授权，同时联盟链的部分中心化使在区块链服装溯源体系建设中起主导作用的大型电商平台企业拥有该授权能力，因而电商平台可以设置对每笔溯源查询进行审核，只有一定时间段内购买了相应产品的消费者才被授予对应的查询权限；其三，保障了服装供应链上企业敏感数据的安全。Hyperledger联盟链区块中未保存服装供应链上企业的具体生产经营数据，溯源查询过程是通过哈希指针连接到底层私有链中进行验证，验证结果反馈给消费者，因此溯源查询过程中不会接触到私有链中企业敏感数据，保障了企业的数据安全。

4.3. 基于Hyperledger联盟链和私有链的双层区块链电商平台服装溯源体系架构模型

根据上述分析结论，构建图4所示的基于Hyperledger联盟链和私有链的双层区块链电商平台服装溯源体系架构模型。

在此模型中，服装电商数据云中包含Hyperledger联盟链和私有链所构成的表层与底层的双层架构。服装供应链各环节通过云平台接口接入服装电商云端，其运营过程中所产生的需要严格保密的敏感交易及相关数据直接通过云端私有链的共识机制得到验证并存储与私有链各区块中。而Hyperledger联盟链中各区块存储的数据只是私有链各区块的哈希值，私有链存储的服装供应链上各企业产品溯源信息通过哈希指针与Hyperledger联盟链实现相连，因此Hyperledger联盟链共识验证过程中的数据处理量将极大减小，进而能够有效地降低延迟时间，满足溯源查询的效率要求。电商平台作为该体系架构规划、建设与运营的主导方，还承担了申请参与该体系节点的审核和相应的权限管理任务，同时接受消费者的溯源查询请求，审核请求的有效性，对查询信息向消费者进行反馈。因此，该模型的运行可以有效地实现电商平台服装供应链溯源的预设功能。

具体到该模型所设计的电商平台数据云端双层区块链架构中私有链和联盟链各自的数据区块结构，文献[7]进行了详细的介绍，二者之间如何通过哈希指针实现相连文献[8]也做了分析，此处不再赘述。

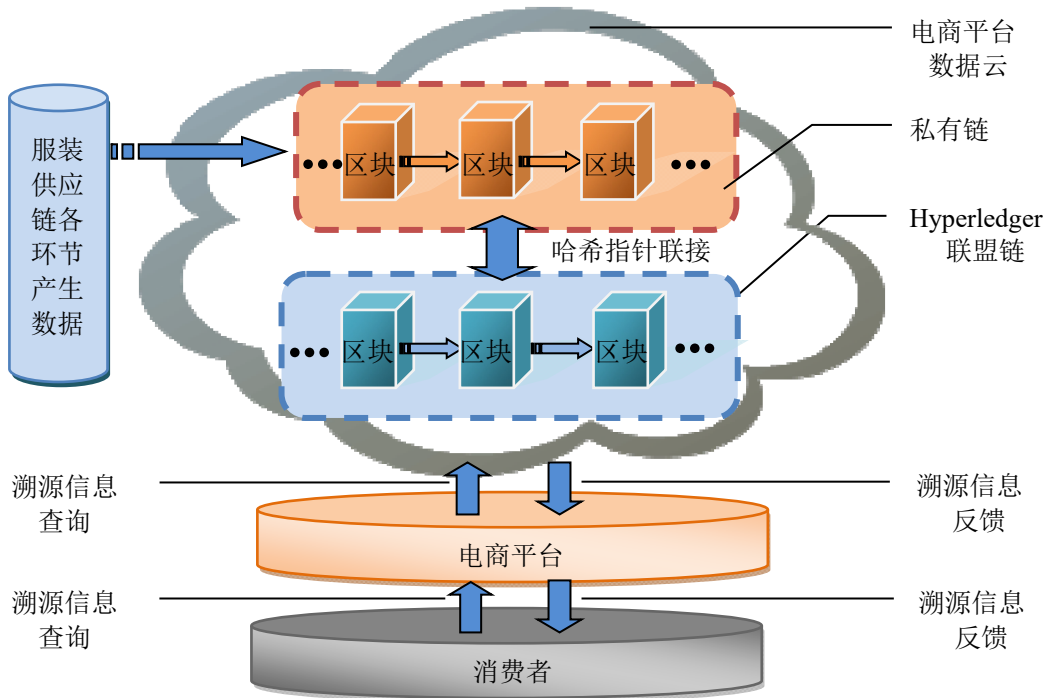


图4. 基于双层区块链的电商平台服装溯源体系架构模型

需要注意的是该模型能有效实现电商平台服装供应链溯源查询，但并不意味着天然具备针对服装产品完

备的防伪功能。其原因在于产品从源头上的防伪需要通过利用物联网等技术确保源头上接入区块链数据的真

实准确性，如果该环节中故意导入错误数据，则将导致该模型溯源信息反馈虽为真，但产品实为假的结果。关于在该模型中如何引入物联网技术确保数据源头的真实有效性，将在后续的研究中进行探讨。

5. 结论

本文通过研究得出如下结论：1、大型电商平台应作为基于区块链的服装供应链溯源体系建设的主导和应用推进方，承担牵头实施的责任；2、针对服装供应链上各环节信息化发展水平差异较大的现状，该链溯源体系架构的推进需分四阶段分步实施，其中重要的是建立参与方的申报和审核机制；3、该架构中双层区块链的构建选择基于Hyperledger联盟链和私有链来实现，二者通过哈希指针实现有效关联，此架构能有效地满足各参与方对敏感数据信息保密与安全性的要求，又能溯源查询，达到该体系架构设计的预期效用；4、如何在该模型中引入物联网技术以确保数据源头的真实有效性，是该研究进一步深化的一个重要研究领域。

项目基金

本文为2016年度成都纺织高等专科学校校级课题“智慧旅游背景下成都旅游物流架构及运行模式研究”（项目编号：2016FZLKB05，主持人：余真翰）的阶段性成果之一。

References

- [1] WANG Haiying, LIU Xinhong, GUO Futian. Product Information Tracing and Anti-counterfeiting Model Construction based on Blockchain [J]. Automation & Instrumentation, 2020(7):31-33,37
- [2] ZHANG Yu-zhuo, LI Na. Data Sharing Technology of Logistics Spplication System based on Blockchain [J]. Electronic Design Engineering, 2020(7):72-76
- [3] ZHANG Deng-ping, XU Liang. Research on Data Storage Model of Blockchain Used for Supply Chain Traceability Scene [J]. Modern Computer, 2020(1):8-11
- [4] LIN Xiaoyu. Construction and Development Strategy of Cross Border E-commerce Traceability System [J]. Journal of Chengdu University (Social Sciences), 2017(10):23-27
- [5] DING Qing-yang, ZHU Jian-ming. The Product Information Traceability and Security Model of B2C E-Platform from the Perspective of Blockchain [J]. China Business And Market, 2017(12):41-49
- [6] WANG Xirui, TAO Ran. Research on the Traceability of Garment Industry Collaborative Manufacturing based on Block chain [J]. Intelligent Computer and Applications, 2020(3): 150-159
- [7] DING Qingyang, ZHU Jianming, ZHANG Jin, SONG Biao, XU Yanjing, JIA Chuanchang, GAO Zheng. Traceability Permissioned Chain Consensus Mechanism based on Double-layer Architecture [J]. Chinese Journal of Network and Information Security, 2019(4):1-12
- [8] Li Xuan, Liu Yi. Traceability System based on Double Blockchain and Internet of Things Technology [J]. Application Research of Computers, 2020(1)