

Study on Framework of Smart Contract of Tourism Logistics based on Blockchain

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

¹Chengdu Textile College, Chengdu, China, 611731

²Chengdu Neusoft University, Chengdu, China, 611844

^adjyyuzh@163.com, ^byiebin@nsu.edu.cn., ^clyf717889@163.com, ^dpdqliuke@163.com

*Corresponding author

Keywords: Blockchain; Tourism Logistics; Smart Contract; Cloud Logistics Service.

Abstract: Based on the research of the interactive relationship between blockchain and smart contract, the paper analyzes the irreplaceable and important role of smart contract in cloud service platform about tourism logistics which is based on the blockchain technology. And then it indicates that there are three members involved in the stakeholders such as enterprises and individuals on the demand side of tourism logistics service, enterprises on the supply side of tourism logistics service, and relevant financial institutions. On this basis the study constructs a model of tourism logistics smart contract based on the ethereum blockchain, and complements the algorithm in this field at last.

区块链架构下旅游物流智能合约框架研究

余真翰^{1,a,*}, 叶斌^{2,b}, 刘银锋^{1,c}, 刘科^{1,d}

¹成都纺织高等专科学校, 成都, 中国

²成都东软学院, 成都, 中国

^adjyyuzh@163.com, ^byiebin@nsu.edu.cn., ^clyf717889@163.com, ^dpdqliuke@163.com

*通讯作者

关键词: 区块链; 旅游物流; 智能合约; 云物流服务

中文摘要. 在探讨区块链技术和智能合约技术所存在的契合关系基础上, 分析了在以区块链技术为基础的旅游物流云服务平台中, 智能合约所发挥的不可替代的重要作用。提出旅游物流智能合约中涉及的利益相关方包括旅游物流服务供给侧企业、旅游物流服务需求侧企业及个人, 以及参与结算与支付的有关金融机构。并以此为依据构建了以太坊为区块链应用平台的旅游物流智能合约模型, 进而补充完善了旅游物流智能合约算法流程。

1. 引言

旅游物流作为物流业服务于旅游领域的具体形式, 自提出以来学术界已经就其基本概念、适用范围、主要特征以及运行模式等多个方面开展了大量的研究, 取得了系列成果, 充分论证了旅游物流对旅游业的发展所发挥出的无可争议的重要支撑作用。2016年全域旅游概念的提出明确了下一步我国旅游业发展的主要方向, 并由此促进了旅游物流研究的进一步深化与拓展。随着全域旅游的发展, 旅游物流在与旅游产业相融合的广度和深度上都发生了显著的变化: 广度上全域旅游在旅游内涵上的拓展使旅游物流的时间效用和空间效用都得以延伸;

深度上全域旅游对旅游体验和服务质量上的高标准，要求旅游物流必须更好地提供个性化和精细化的全过程服务。为此，针对当前全域旅游大环境下旅游目的地相对集中与总体分散并存，旅游物流服务需求在比重上呈现集约化缩减与零散化上升的趋势，充分利用现代信息技术，构建主动适应这一重大变化的旅游物流服务新平台及有效运行机制已是业界的共识。因此，如何引入区块链技术以进一步完善旅游物流云服务平台是当前该领域研究的重要方向之一，而其中智能合约的实现就是区块链技术在旅游物流云服务中的一项核心运用。

分析相关领域研究成果，当前在旅游物流的效用及运行模式的研究方面已有较丰硕的研究成果，如余真翰等（2017）将成都地区作为研究样本，通过构建灰色关联模型，对该地区代表旅游业和物流业发展的历史数据进行实证分析，得出此二者之间存在紧密相关性的结论，同时就下一步推动其发展的策略提出建议^[1]；并在旅游物流云服务平台的架构研究中（2014）针对青城山——都江堰景区的旅游物流服务，提出了一种基于混合云模式构建的旅游物流信息化管理平台^[2]；在此方面，黄文富等（2015）也从旅游供应链的角度围绕旅游物流信息化管理的有效实施，提出集成化、标准化、信息化以及协同化发展策略^[3]。

在区块链（Blockchain）的研究上目前呈现了从理论探讨到具体应用与实现的逐步深化。杨慧琴等（2018）提出建立以区块链技术为核心的供应链信息平台，以克服在传统供应链MIS系统中普遍存在的信息孤岛现象^[4]。针对区块链技术与云计算服务的融合，王磊等（2018）提出一种可信度和可靠性更为突出的以区块链为底层基础设施的云服务组合体系架构，其中涉及到对区块链共识机制、智能合约及可编程特征等核心技术问题的分析^[5]；余真翰等（2018）分析了全域旅游大环境下区块链技术应用于旅游物流云服务平台建设的可行性，提出了基于区块链的旅游物流混合云架构框架模型^[6]。

区块链的研究推动了有关智能合约（Smart Contract）研究的深化。贺海武等（2018）在文献综述中重点就基于区块链的智能合约技术的基本概念、基本分类、基本架构、关键技术等进行了介绍，探讨了该技术的应用场景以及发展中所存在的问题^[7]；欧阳丽炜等（2019）提出了智能合约的基础架构模型并阐述了智能合约的运行机制及其发展趋势^[8]；李杰等（2018）对如何应用区块链智能合约技术，以及如何解决区块链智能合约存在的问题进行分析研究^[9]；马春光等（2018）在重点分析了应用广泛的比特币、以太坊、超级账本等各个区块链平台中的智能合约的基础上，指出了智能合约存在的问题及解决方法^[10]。在智能合约的具体实现方面，李佳（2018）对区块链智能合约体系中的电子支付问题进行了研究，提出了基于区块链所重构的电子支付体系^[11]。

综合上述文献分析，当前在构建全域旅游大环境下旅游物流云服务体系的探索中，如何基于区块链架构来实现旅游物流智能合约，并就其机理及模式研究方面还未见应用型成果。而这正是旅游物流云服务体系的关键构成要素之一，故而也正是本文的研究出发点所在。

2. 区块链技术与智能合约的契合

2.1 区块链

综合相关文献^{[4][5][6]}的研究，区块链（Blockchain）是一种基于互联网的去中心化的分布式账本技术，该技术把加密算法、P2P文件传输等多种现有技术进行整合，将数据区块按照时间顺序组合成环环相扣的链式结构，通过加密账本分布式存储和集体维护建立交易主体间的信任网络。

区块链涉及哈希函数、梅克尔树、非对称加密、数据区块、链式结构、时间戳、P2P网络、传播机制、工作量证明机制（POW）、股权证明机制（POS）、授权股权证明机制（DPOS）等关键技术，具有去中心化、开放自治、匿名可溯源、信息不可篡改等特点。按照许可权限不同，区块链分为公有区块链、联盟区块链和私有区块链三类^[8]。

区块链技术从提出概念到现在，虽然时间不算长，但已经历了从数字货币技术的1.0版本到可应用于各行各业的2.0版本的发展和演变，未来还将拓展到可以应用于任何存在需求的行业或领域的3.0版本^[9]。而在2.0版本中智能合约机制的纳入是其标志性特征。

2.2 智能合约

虽然智能合约在区块链时代得到了广泛的关注和快速的发展，但是智能合约的理念并非伴随区块链技术的产生而提出。早在1994年，密码学家Szabo就首次提出了智能合约的概念：智能合约就是执行合约条款的可计算交易协议。同时Szabo还给出了智能合约应具有的性质：可见性、强制执行性、可验证性、隐私性。到1997年，Szabo将智能合约界定为一套以数字形式定义的承诺（Promises），包括合约参与方可以在上面执行这些承诺的协议^[10]。随着区块链技术的出现，智能合约与区块链产生融合，对智能合约的定义也进一步发展。文献[8]中对智能合约的定义从狭义和广义两个方面进行了界定，认为：“狭义的智能合约可看作是运行在分布式账本上预置规则、具有状态、条件响应的，可封装、验证、执行分布式节点复杂行为，完成信息交换、价值转移和资产管理的计算机程序。广义的智能合约则是无需中介、自我验证、自动执行合约条款的计算机交易协议。”

在智能合约的现实应用方面，当前典型的代表包括以太坊（Ethereum）和超级账本（Hyperledger）两个区块链应用平台。二者不同之处在于前者是目前开发智能合约最常见的公有链平台，而后者是最常见的联盟链平台。

2.3 区块链2.0与智能合约的契合分析

如前所述，区块链技术特别是区块链2.0的出现，使智能合约具备了可信的执行环境，由此促进了智能合约技术的快速发展。结合相关文献^{[8][9][10]}的研究，本文认为区块链2.0与智能合约存在如表1所示的诸项契合点，这也正是二者相融合发展的基石。

表1.区块链2.0与智能合约的契合分析

关键特质	区块链2.0具备特质	智能合约实现要求	是否契合
去中心化	不依赖额外的第三方管理机构或硬件设施，没有中心管制。	以自动运行为特征并可在触发了条件之后执行的程序，去中心化至关重要。	是
共识机制	所有节点进行认证，形成共识。	解决信任问题，即共识机制，所有操作在成功之前都需要经过共识机制的验证和确认。	是
数据透明	除了交易各方的私有信息被加密外，区块链的数据对所有人开放。	运行时交易双方都可以看到对方的数据和代码，加深交易双方的互相了解。	是
不可篡改	所有数据都具有不可篡改性。	一旦建立了智能合约，就无法对合约进行篡改。	是
可编程性	内置了图灵完备编程语言。	具备编程并封装分布式节点的复杂行为。	是

3. 智能合约在基于区块链架构的旅游物流云服务平台运行中的效用分析

旅游物流从本质上来看是物流服务于具体行业的一种特殊形式，其目标是服务于旅游行业的发展，其规模和业态伴随地区旅游经济的发展不断扩大和调整，同时也能有效地促进地区旅游业的持续健康发展。文献[1]研究证实，一个地区旅游经济的发展与当地物流业发展存在显著的正相关关系，这也充分说明了旅游物流服务于地区经济发展的重要性。

针对当前大力推进全域旅游发展的总体要求，旅游物流的发展也必然与旅游业态的发展趋势相一致，即旅游物流从业方需要针对国家旅游发展战略从“景点旅游”向“全域旅游”转变

的客观态势，研判由此而对旅游物流服务提出的新要求，并做出正确的应对。笔者在文献[6]中就此提出了三个方面的判断，即：其一，旅游物流的空间范围与城市区域物流高度重叠；其二，旅游物流市场需求侧可预期与随机性需求并存；其三，旅游物流市场供给侧主体与城市区域物流相交叉。由此，旅游物流管理服务平台的构建需要充分考虑上述旅游物流业态的变化特点，特别是旅游物流服务与社会物流服务在供给侧上大幅度交叉的现实，放弃以打造专业化的旅游物流服务企业为主的思路，而是更多地注重调动整个社会所有相关物流企业的各方面资料，以形成物流“资源池”的形式，根据不同的旅游物流业务组合需求，灵活高效地组织“资源池”中的物流服务资源从而实现旅游物流服务的目标。实现这一功能的架构即是旅游物流云服务平台。

考虑到传统云平台的强中心化架构和运行实践中在交易业务达成的高效性、交易资金结算的时效性与安全性、交易行为可追溯性、交易记录的不可篡改性等方面存在中心化控制的潜在风险因素，而这些风险正是区块链技术可以很好避免的，因此笔者在文献[6]中对旅游物流混合云架构引入区块链进行了进一步的完善，形成了如图1所示的基于区块链的旅游物流混合云架构体系。

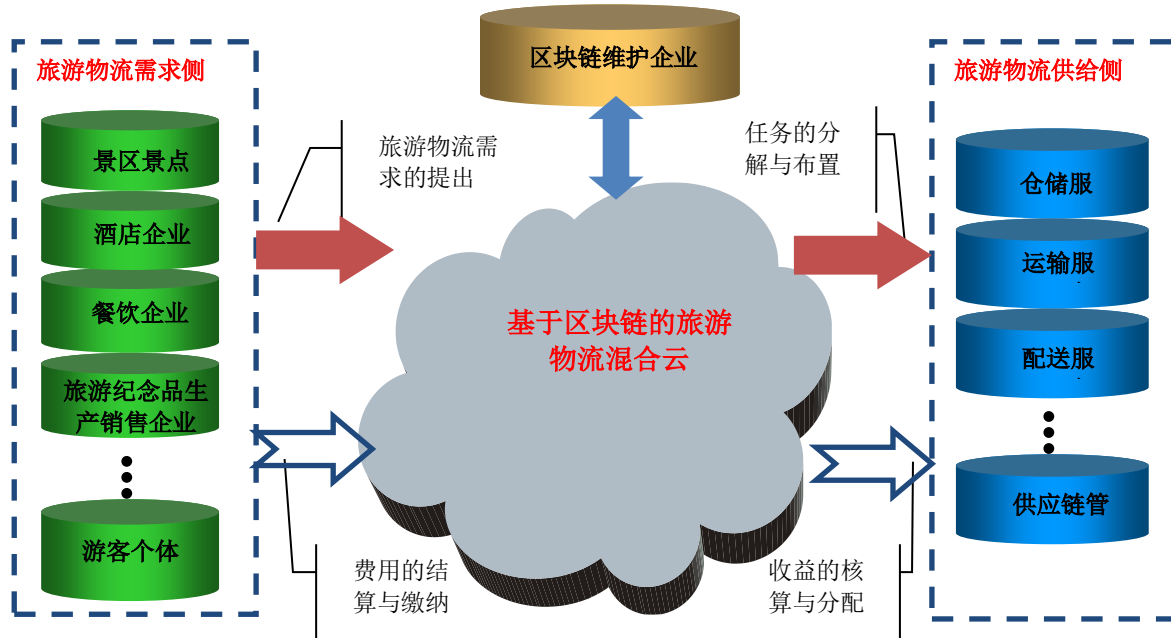


图1. 基于区块链的旅游物流混合云架构

在这一体系中，智能合约是实现云平台功能的必不可少的重要组成部分。通过智能合约技术，确保了旅游物流的需求侧与供给侧能通过事先达成协议并封装于区块链中的合约自动执行相关交易与支付。具体而言，区块链所封装的合约代码中用If-Then和What-If语句预置了合约条款的相应触发场景及响应规则，经签名后通过P2P的方式分发至区块链的每一个节点，并由整个区块链中的节点通过Hash值进行比较验证，最终达成共识。当约定的条件满足时，合约即被触发并按预设的规则自动执行。通常为确保持约执行的有效和安全，区块链2.0中是将合约在虚拟机中运行（如以太坊的以太坊虚拟机，EVM），运行结果在区块链各节点中互相验证无误后方可确认有效。交易执行完成后随即按合约中的约定自动完成P2P的费用结算与支付，在此过程中无任何具备中心化角色的第三方参与。合约执行完毕后，相关结果数据由所有区块进行更新保存，由此确保了交易过程的可追溯和结果的不可篡改。

4. 区块链架构下旅游物流智能合约的基本框架

如前所述，区块链架构是旅游物流云服务平台的一种有效实现形式，而智能合约是基于区块链架构的该平台必须要实现的重要功能。因此，研究探讨构成旅游物流智能合约的基本框架是达成该功能的前提。以下本文从智能合约利益相关方、智能合约模型、智能合约算法流程三个方面就此进行讨论。

4.1 旅游物流智能合约利益相关方构成

旅游物流智能合约利益相关方即是指参与旅游物流服务多边交易合约形成并共同执行的直接利益关切方。大量研究^{[5]-[10]}在涉及智能合约的参与方时，强调了由服务需求方和服务提供方共同构成，本文认为应该还要在此基础上增加参与结算与支付的有关金融机构。由此三方共同构成旅游物流智能合约利益相关方体系。

之所以在此智能合约体系中有必要增加相关金融机构作为参与方，主要是考虑到旅游物流智能合约的执行结果通常会涉及到费用的结算与支付。如某旅游纪念品生产销售企业接入基于区块链的旅游物流云服务平台，通过调用该平台整合的相关物流服务资源，实现旅游纪念品生产原材料从各供应地向本企业的运输、仓储以及配送。当这些物流服务项目自动执行结束并在区块链各节点中互相验证无误后，就会确认有效，最后再进入物流服务费用的结算与支付环节。而如果此时旅游纪念品生产销售企业账户上资金不足，则会导致无法支付。因此为杜绝智能合约执行过程中出现此种情况，就需要引入相关金融机构（如开户银行）参与合约的确立，并在合约执行的触发条件中增加对相关企业或个人进行资信验证的环节，在满足其它触发条件并通过此环节后，智能合约方被触发执行。

4.2 旅游物流智能合约模型：以基于以太坊为例

由于构建在区块链技术基础上的不同的应用平台在智能合约的具体运行机制上存在差异，因此在探讨旅游物流智能合约模型时必须以某一应用平台为背景，以此来对旅游物流智能合约体系的主要构成进行说明。鉴于以太坊平台的相对成熟性和应用的广泛性，在此所构建的图2所示旅游物流智能合约模型是以基于以太坊为例而展开。

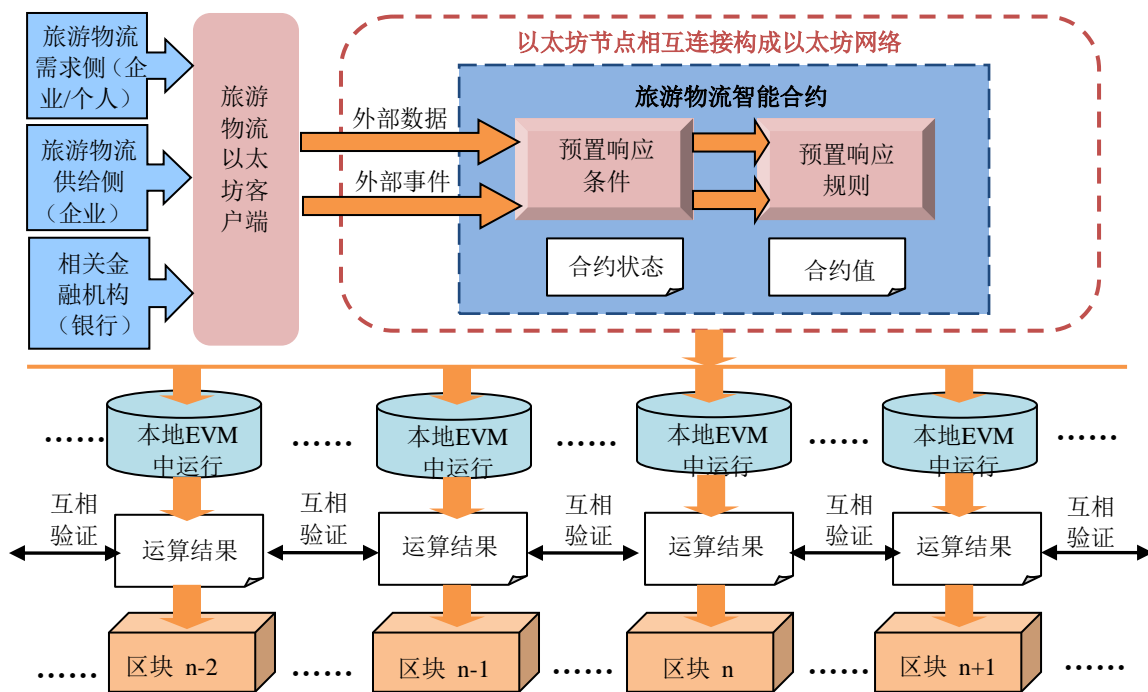


图2. 基于以太坊的旅游物流智能合约模型

在该模型中，旅游物流各利益相关方，如旅游物流服务需求侧（旅游企业、景区景点、酒店企业、餐饮企业、旅游纪念品生产销售企业、旅行者个人等），旅游物流服务供给侧（物流仓储企业、物流运输企业、物流配送企业、供应链运营企业等），以及相关金融服务机构（银行）通过“旅游物流以太坊客户端”的可视化操作界面与云物流服务平台连接，并将各自利益诉求通过自然语言导入“旅游物流以太坊网络”，在其中达成共识后以机器语言封装成为相关的旅游物流智能合约。当智能合约触发条件具备时，合约将在以太坊各节点的虚拟机（EVM）中执行，一直运行到达成该项合约所预定的结果为止，然后执行结果经过各节点的共同互相验证，如果无误即可作为最终结果写入到区块链中，成为永远无法篡改的旅游物流交易数据。

该模型的运转可以有效地支撑旅游物流云服务平台自动协调旅游物流供给与需求，自动匹配并确保各项旅游物流服务项目达成预期目标，自动进行相关费用的结算与支付的系列功能得以很好地实现。

4.3 旅游物流智能合约算法流程的补充

出于将现实交易各方自然语言达成的协议以图灵完备编程语言封装成区块链中可执行的智能合约的要求，需要设计出智能合约的运行算法。相关文献^[12]就物流服务交易智能合约算法进行了研究和设计。但是这一算法显然没有考虑到本文4.1中所论及的金融服务机构必须介入的问题。为此，本文在已有的智能合约算法成果的基础上进行补充，增加金融机构进行资信评估的环节，形成如图3所示的更为完善、可行的旅游物流智能合约算法流程。

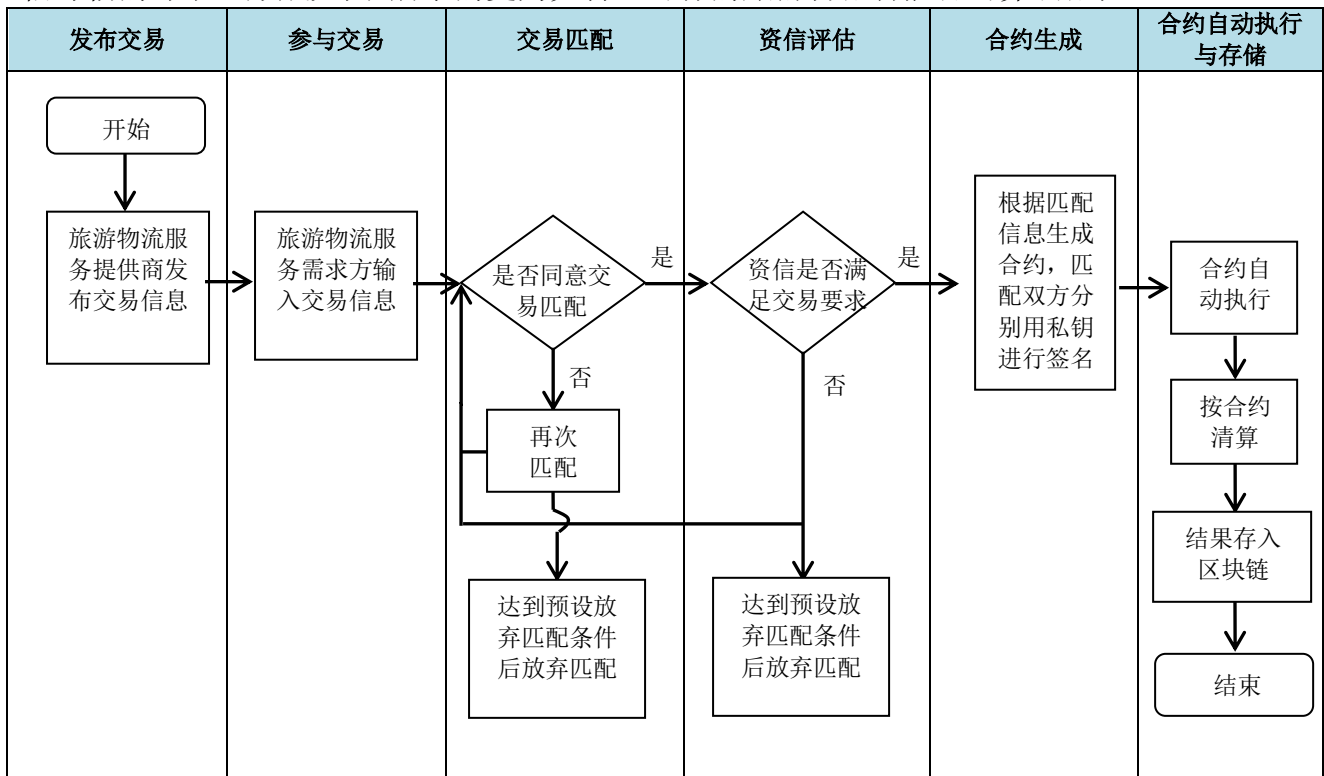


图3. 旅游物流服务交易智能合约算法流程图

5. 结论

在以区块链技术为基础的旅游物流云服务平台中，智能合约是其重要功能之一，必须得到实现。旅游物流智能合约中涉及的利益相关方包括旅游物流服务供给侧企业、旅游物流服务需求侧企业及个人，以及参与结算与支付的有关金融机构。因此无论是在以太坊为区块链应用平台构建旅游物流智能合约模型时，还是在完善旅游物流智能合约算法流程的过程中，

都必须充分考虑到此三方利益相关者的参与，所构建的模型与算法才更具服务于旅游物流的现实意义与可操作性。

致谢

本文为成都纺织高等专科学校重点课题“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] YU Zhenhan, YE Bin, LIU Ke, etc. Study on the Correlation of Tourism Economy and Logistics in Chengdu based on Grey Relevance Analysis [J]. 2017 7th ESE International Conference on Management Science, Education Science and Human Development (ESE-MEH 2017), 2017:238-245
- [2] YU Zhenhan, HUANG Wenfu, HU Qiuju, etc. Study on Platform of Informatization Management about Tourism Logistics in Smarter Tourism Area based on Hybrid Cloud: A Case of Mount Qingcheng and Dujiangyan Scenic Area [J]. Logistics Technology, 2014(8): 396-399
- [3] HUANG Wenfu, YU Zhenhan, LOU Aling. Analysis of the Informatization Mode of Tourism Logistics Based on Supply Chain [J]. 2015 5th International Conference on Applied Social Science (ICASS 2015), 2015:3-8
- [4] YANG Huiqin, SUN Lei, ZHAO Xichao. Build Mutual Trust Supply Chain Information System based on Block Chain [J]. Science and Technology Progress and Policy, 2018(3):21-31
- [5] WANG Lei, ZHAO Xiaoyong. Research on Service Composition Strategy based on Block Chain Mechanism in Cloud Computing Environment [J]. Application Research of Computers, 2019(1)
- [6] Zhenhan YU, Bin YE, Ke LIU. Study on BaaS-based Cloud Service Platform of Tourism Logistics from the Perspective of Comprehensive Tourism[J]. 2018 5th International Conference on Economic, Business Management and Education Innovation (EBMEI 2018), 2018:413-419
- [7] HE Haiwu, YAN An, CHEN Zehua. Survey of Smart Contract Technology and Application Based on Blockchain [J]. Journal of Computer Research and Development, 2018(55):2452-2466
- [8] OUYANG Liwei, WANG Shuai, YUAN Yong, NI Xiaochun, Wang Feiyue. Smart Contracts: Architecture and Research Progresses[J]. Acta Automatica Sinica, 2019(3):445-457
- [9] LI Jie, CHAI Yanming, YANG Yan, etc. The Application and Prospect of Blockchain Smart Contract[J]. Yunnan Electric Power, 2018(12):12-18
- [10] MA Chunguang, AN Jing, BI Wei, etc. Smart Contract in Blockchain[J]. Net Info Security, 2018(11):8-17
- [11] LI Jia. The Reform and Prospect of Blockchain-based E-payment[J]. Chain Business and Market, 2018(10):16-25
- [12] LI Songzhao, LI Wenjing, LU Jianbo. Research on Logistics Service Transaction Blockchain and Ant Colony Smart Contract Algorithm[J]. Computer Engineering and Applications, 2019-05-16