

# 基于区块链技术的多式联运电子提单研究

刘昱刚, 王添碧\*, 王海玥, 莫文

(西南交通大学 交通运输与物流学院, 成都 610031)

**摘要:** 随着“一带一路”倡议的快速推进,我国多式联运发展将面临新阶段。提单作为多式联运货物运输的重要部分,势必将影响多式联运的运行效率和服务质量。虽然电子提单不仅流转效率更高并且一定程度上可以防范提单伪造,但由于电子提单无纸化、电子化的特点致使其不像传统纸质提单那样可被实际占有。考虑到区块链技术具有不可篡改和可追溯等重要特点,将其应用到电子提单中,如:不可篡改的时间戳可以按照时间顺序记录每笔交易的发生、P2P网络将向全网公开每笔交易保障每笔交易被记录和证明等,使得承运人和托运人双方安全透明、公平公正的交易成为可能。

**关键词:** 综合交通运输; 多式联运; 电子提单; 区块链技术

## Research on Multimodal Electronic bill of Lading Based on Block Chain Technology

LIU Yu-gang, WANG Tian-bi, WANG Hai-yue, MO Wen

(School of Transportation and Logistics; Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** With the implementation and promotion of “The Belt and Road” initiative, the development of multimodal transport in China will enter a new stage. Bill of lading, as an important part of freight transport, will inevitably affect the operation efficiency and service quality of multimodal transport. Although the electronic bill of lading not only flows more efficiently, but also prevents the bill of lading from forgery to a certain extent. However, because the electronic bill of lading has the characteristics of paperless and electronic, so that it can not be actually occupied as the traditional paper bill of lading. Block chain technology has important characteristics such as non-tampering and traceability. If it is applied to the electronic bill of lading, for example, non-tampering timestamps can record the occurrence of each transaction in chronological order, the P2P network will open every transaction to the whole network to ensure that each transaction is recorded and proved and so on, it is possible to ensure a safe and fair transaction between the carrier and the consignor.

**Keywords:** comprehensive transportation; multimodal transport; electronic bill of lading; block chain technology

收稿日期: 2018-01-27

修回日期: 2018-06-28

录用日期: 2018-08-29

基金项目: 国家自然科学基金/National Natural Science Foundation of China(51675451、51574201)。

作者简介: 刘昱刚(1978-) 男,湖南株州人,教授,博士。

\* 通信作者: wangtianbi@my.swjtu.edu.cn

## 0 引言

多式联运是一种整合多种运输方式的优势的运输组织形式,通过无缝衔接各种运输方式提高整体运输效率与质量。随着“一带一路”倡议的深化推进,沿线国家之间贸易合作不断加强,多式联运也是我国应对国际贸易往来的必然选择。提单是多式联运货物运输中重要的单证之一,具有的三项基本功能(货物运输合同的证明、货物收据和物权凭证)保障了货物运输过程的顺利完成。提单经历了由纸质提单向电子提单的转变,淘汰了流转速度慢、运行效率低的传统纸质提单,向处理速度快、更具安全性能有效防范提单诈骗(如:伪造、预借和倒签提单)的电子提单发展。目前,电子提单主要基于 EDI 技术,其主要的流转模式有三种,分别是 SeaDocs 模式、CMI 模式和 Belero 模式,但这三种模式都存在一些无法忽视的弊端如电子化程度过低、责任分配不均及安全保障机制不够完善等。此外,电子提单无纸性、无形性和数字化的特点导致其在流转过程中无法通过常用方式如背书实现质押。因此,如何在电子提单流转过程中实现质押运作、保护交易双方的权益、合理分配当事人责任,是影响电子提单未来发展的关键。最近,正飞速发展的区块链技术,具有不可篡改、安全透明、智能合约和可验证性的特点,为解决电子提单在货物运输中的转让和占有问题提供新方向。

## 1 电子提单

电子提单是指依照货物运输合同,由承运人签发、存储和传输的具有下述功能的电子记录:1) 证明承运人已经接管或收到运输合同项下的特定货物;2) 证明运输合同本身;3) 能够根据当事人约定的或对其适用的法律所规定的转让对货物的推定占有<sup>[1]</sup>。

### 1.1 电子提单功能分析

电子提单在实践中能否完全替代传统提单的关键在于能否实现传统纸质提单所具备的诸多功能。承运人接受货物的凭证、运输合同的证明以及运输货物的权利凭证是传统纸质提单的三项基本功能。因此,电子提单完全替代传统纸质提单成为国际货物运输的主要流通凭证的前提条件是必须具备以下三个功能。

(1) 能够证明货物运输收据和合同。

(2) 能够作为银行支付货款的担保。

(3) 具备流通性。这是电子提单能否替代传统纸质提单的关键所在。由于电子提单的无形性,使其不像传统提单那样,通过转让各方实现实际占有。因此,如何保障电子提单在各方之间透明转让并被各方接受认可不产生模糊纠纷是重点问题。随着货物运输实践的发展,提单流通性的含义更丰富,提单的转让不仅转让货物的占有,还转让了对货物的控制权及与其相关的运输合同。所以,电子提单的流通性应该具备这三个要素,电子提单的流通可以转让对货物的实际占有或运输合同权利或控制权。

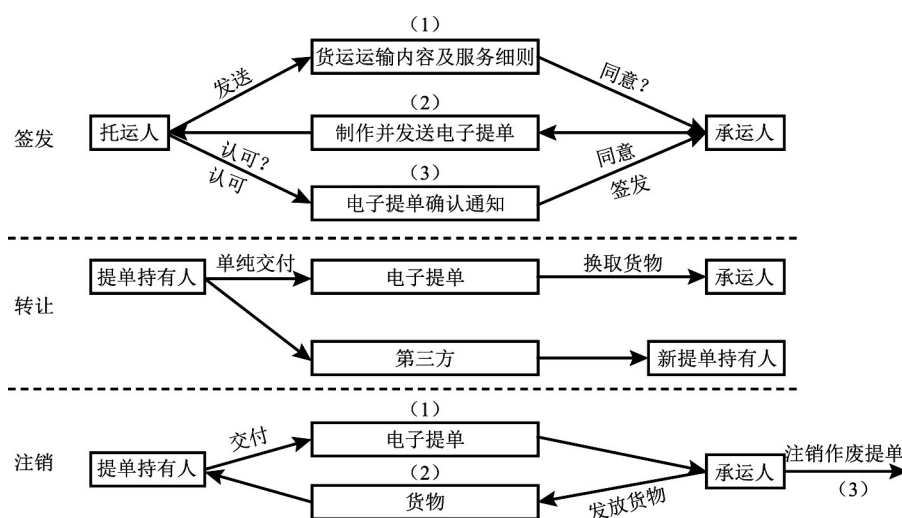


图1 电子提单流转图

Fig. 1 Flow chart of electronic bill of lading

## 1.2 电子提单流通过程

传统纸质提单的法律行为指的是“以发生、变更或消灭提单关系为目的的法律行为”。根据纸质提单和电子提单功能等价,可以将电子提单的法律行为也定义为“以发生、变更或消灭电子提单法律关系为目的的法律行为”,其具体的表现形式是签发、转让、修改和注销等,这些行为构成电子提单的流通过程,如图 1。

## 2 区块链技术

在中国区块链技术和产业发展论坛编写的《中国区块链技术和产业发展白皮书》<sup>[2]</sup>中,将区块链定义为:分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等计算机技术的新型应用模式。区块链一般被认为是一个分布式账本,是一种通过去中心化、去信任的方式集体维护一个可靠数据库的技术方案。从数据的角度来说,区块链是一种分布式数据库,且不能被篡改。这种“分布式”不仅意味着数据被分布式存储,也体现为数据被分布式记录。从技术的角度来说,区块链是多种技术整合而不是单一的技术。一般整合的关键技术有<sup>[3-4]</sup>:①P2P 网络技术;②加密算法;③智能合约;④共识机制;⑤时间戳。从效果的角度来说,区块链技术可以生成一套记录时间先后的、不可篡改的、可信任的数据库,去中心化存储是这套数据库的特点,且数据的安全能够得到有效的保证。

简而言之,区块链是一种把区块以链的方式组合在一起的数据结构,它适合存储简单的、有先后关系的、能在系统内验证的数据,用密码学保证了数据的不可篡改和不可伪造,能够使参与者对全网交易记录的事件顺序和当前状态建立共识。

### 2.1 区块链关键技术

区块链是多项技术集合的解决方案,其技术架构中的核心技术包括共识机制、加密算法、智能合约等。

#### (1) P2P 网络

称为点对点技术,是一个依靠用户群交换信息的没有中心服务器的互联网体系,译为对等网络,是一种网络连接模式。与中心化网络模式相比,不同的是在 P2P 网络模式中,没有中心化的服务器,网络中彼此相连的成千上万计算机节点的地位是均等的,网络中的数据由所有节点共同参与维护、生产、共享。

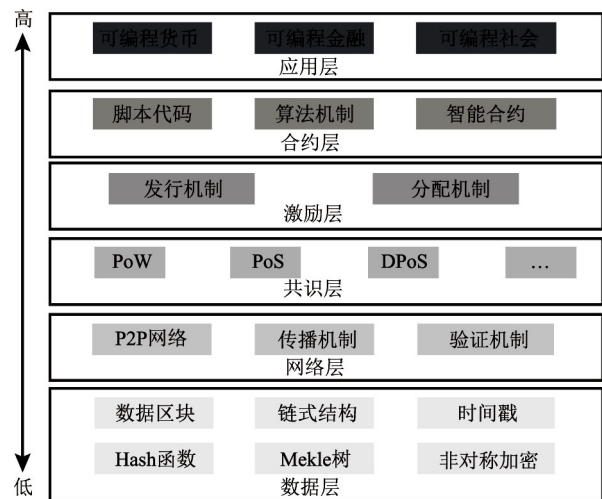


图 2 区块链基础架构模型

Fig. 2 Block chain infrastructure model

#### (2) 加密算法

区块链的核心问题是在身份不确定、信息不对称的情况下,如何建立保证经济活动正常开展的“信任”机制,来确保网络节点间能自由、安全地交换数据,并保证数据的安全性和可靠性。加密算法解决了这个核心问题,应用最多的加密算法是散列(哈希)算法和非对称加密算法。

#### (3) 智能合约

智能合约的实现基于脚本技术,智能合约可视为一段部署在区块链上的去中心化、可信息共享、可自动运行合约条款的计算机程序或代码,这段程序将协议双方约定的内容进行数字化编码写入区块中,约定内容一旦发生,系统将自动执行智能合约。

#### (4) 共识机制

是网络中所有节点如何记账、验证记账结果及维护等问题达成的一致认识。若要修改某个区块内的交易信息,就必须将该区块和后面所有区块的信息进行修改。

#### (5) 时间戳

时间戳是指对区块链中的每一个区块上的信息生产加上时间验证,对每一个数据的输入追本溯源、根据时间顺序排列、验证、确保数据的真实性,不容数据被篡改,证明数据的原创性和所有权的归属<sup>[5]</sup>。

### 2.2 区块链技术特点

(1) 去中心化。全网没有明显的中心点,区块链中的数据块由系统中全部节点共同维护,每一节点享受的权利和承担的义务是均等的。

- (2) 高度透明. 开源的程序 ,能够保障交易记录 and 规则可被所有人查看.
- (3) 不可篡改. 系统中单个或数个节点被修改不能影响其他节点甚至整体数据库 ,若要修改数据库须保证整个网络中超过 51% 的节点同时被修改 ,这种情况发生的概率接近于 0.
- (4) 可追溯. 在区块链中 ,每笔交易都与相邻两个区块串联并且通过密码学进行加密 ,因此即可保证每笔交易的安全又可追溯出任何一笔交易的来龙去脉.

3 基于区块链技术的电子提单流转平台

基于区块链技术的电子提单流转平台可支持作为承运人的多式联运、金融机构、托运人、海关、商检等多个参与方在线协作完成电子提单签发、电子提单转让、货款支付、货物检查等事项来完成货物运输整个过程.

3.1 整体架构

平台的整体架构可分为 3 个部分: 公共区域、节点设备和成员区域 ,结构如图 3 所示.

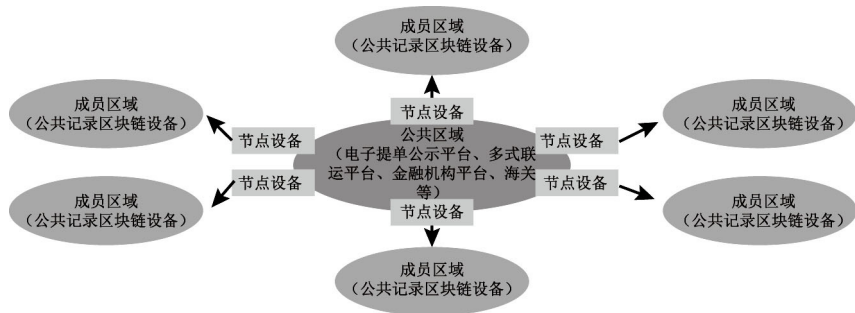


图 3 电子提单流转平台架构

Fig. 3 Platform architecture of electronic bill of lading

- (1) 公共区. 公共区域为电子提单公示平台 ,主要作用是搭建信息通讯架构 ,实现参与方之间的连接 ,实时更新电子提单对应的货运状态. 此外 ,公示平台还可对参与方进行认证与管理 ,以及电子提单的查询以及货物运输交易详情的追溯.
- (2) 成员区. 作为公共区域记录块链的备份 ,采用共识算法和公私钥等密码学技术来共同维护整个系统的运转 ,监督公共区域的区块链记录的正确性.
- (3) 节点设备. 作为公共区与成员区的中间者 ,首先连接了两者 ,再接收来自公共区的消息将数据从公共区备份到记录块链 ,完成自有数据的块链生成和提交 ,实现与成员区的安全通讯<sup>[6]</sup>.

3.2 功能模块设计

基于区块链技术的电子提单流转平台包括区块链基础平台和电子提单应用平台. 其中 ,区块链基础平台分为区块链基础功能和区块链系统管理. 电子提单应用平台基于区块链基础平台构建 ,功能包括区块链电子提单服务、区块链货运事件、电子提单登记对接和协同、货物运输融资对接和协同、

提单交易对接和协同等功能<sup>[7]</sup>. 平台功能模块情况如图 4 所示 ,功能描述如表 1 所示.

表 1 模块功能描述表

Table 1 Module function description

模块编号	模块名称	模块主要功能描述
1	提单登记与公示	托运人拟定货物运输内容后申请托运 ,待安检与承运人审核完毕后 ,触发区块链提单事件 ,生成电子提单进行全网公示
2	提单监管	托运人提交提单申请之后 ,由安检部分进行审核 ,货物数量与质量正常 ,通过审核
3	提单交易	提单正式生成后 ,可在特定金融平台挂牌交易 ,交易状态实时更新
4	金融服务	提单可在金融机构的平台上进行融资或贷款 ,触发区块链系统的提单事件 ,将状态改为质押
5	区块链管理	节点管理和会员管理

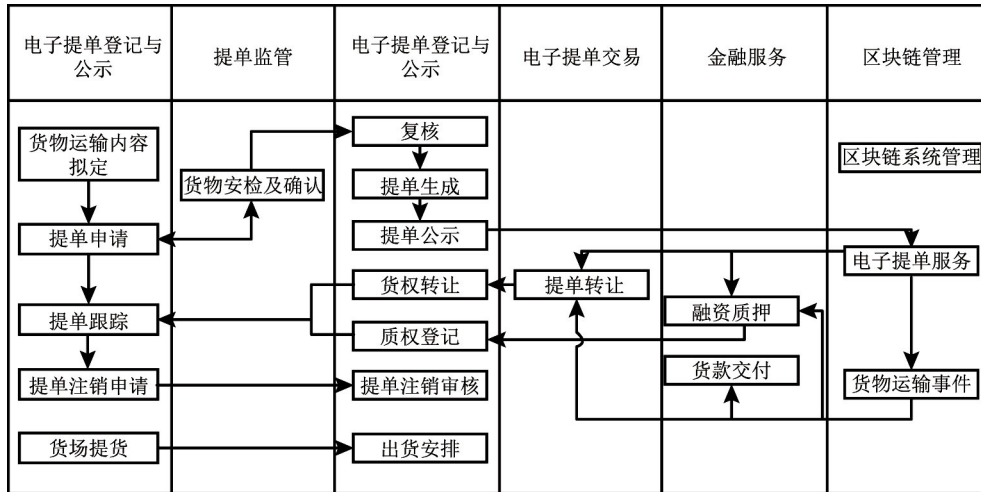


图 4 平台功能模块图

Fig. 4 Platform function module diagram

3.3 应用流程

(1) 托运人通过电子提单流转平台向承运人发送货物运输内容及细则申请托运。

(2) 承运人终端对托运人提出的申请自动处理,检查申请的合法性和安全性。如果符合接受申请的条件,则承运人终端将自动生成电子提单并发送托运人,由托运人终端确认并通知货物运输调度。

(3) 托运人终端随后向一关三检(海关、商检、卫检、动植物检疫)的终端发送货物运输申请后经确认传送有关电子信息证明给承运人。

(4) 承运人收到货物后,其终端自动向托运人发送收货信息具体内容包括托运人名称、收货时间

与地点、货物说明、运输方式及班次等情况,以及后续与托运人的通信密钥,托运人终端收到信息后,托运人则成为电子提单的准持有人。

(5) 货物装载后,承运人将签署电子收货单,然后由承运人终端发送电子提单和更新的通信密钥给托运人终端,托运人终端确认后托运人将拥有货物的支配权,此时电子提单签发完毕。

(6) 托运人终端向金融机构终端发送电子发票、电子保单及电子提单等,经确认完成货款结汇。

(7) 托运人向承运人发送信息通知货物支配权已转移至金融机构,随后承运人销毁与托运人的通信密钥,并向金融机构确认以及提供新交易密钥,金融机构成为电子提单的质押持有人。

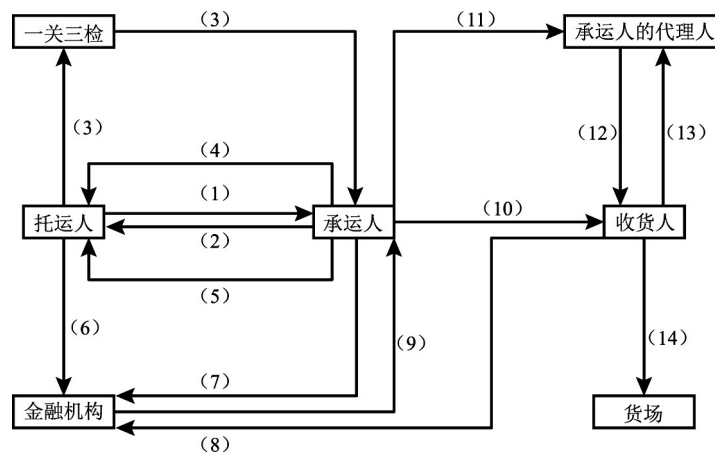


图 5 应用流程图

Fig. 5 Application flow chart



(8) 收货人向金融机构通过电子付款形式付款赎单后,取得对货物的支配权。

(9) 金融机构终端发送信息通知承运人货物支配权已转移至收货人,承运人随即销毁与金融机构的通信密钥。

(10) 承运人终端发送信息至收货人终端,确认收货人控制着货物,并传送电子提单以及更新的通信密钥,由收货人的终端加以确认。

(11) 承运人终端向代理人终端发送货物运输信息,通知该代理人货物说明、运输方式以及收货人名称等。

(12) 货物到达目的港后向收货人的终端发送到货通知。

(13) 收货人向承运人的代理人发送密钥,经代理人确认后反馈提货时间和地点。

(14) 收货人准时到货场完成提货。

#### 4 结 论

为了解决电子提单流转过程中的互信和交易安全等问题,本文紧跟技术前沿,尝试性地将区块链基础理论和体系框架迁移到电子提单领域,给出基于区块链技术的电子提单流转平台研究方案。首先深入分析并借鉴区块链时间戳、共识机制、智能合约等自身特征,首先利用时间戳按照时间顺序记录电子提单每笔交易的发生,然后采用P2P网络将电子提单交易信息打包成区块进行全网广播,全网中所有节点均可验证电子提单对应的每笔货物运输交易的合法性和有效性,最后通过共识机制达成共识将区块加入到区块链中,至此电子提单交易信息不能被篡改。本文将区块链技术引入到电子提单中,不仅可以保证电子提单流转的安全性和公正性,同时也为电子提单实践运行中的质押问题提供更加有效的解决方案,并且对提高多式联运货物运

输运行效率和服务质量也有改善。

#### 参考文献:

- [1] 闫娜. 国际贸易中电子提单的流通问题研究[D]. 对外经济贸易大学, 2013. [Yan N. Study on the circulation of electronic bill of lading in international trade [D]. University of International Business and Economics, 2013.]
- [2] 周平. 中国区块链技术和产业发展白皮书[M]. 北京: 工业和信息化部, 2016. [Zhou P. White paper on chain technology and industrial development in China block [M]. Beijing: Ministry of industry and information technology, 2016.]
- [3] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481 - 494. [Yuan Y, Wang F Y. Development status and Prospect of block chain technology [J]. Acta automatica Sinica, 2016, 42(4): 481 - 494.]
- [4] Crosby M., Pattanayak P., Verma S., et al. Block Chain Technology: Beyond Bitcoin [M]. Berkeley: Applied Innovation Review, 2016.
- [5] 袁亮. 时间戳在区块链技术中的运用研究[J]. 中国化工贸易, 2017, 9(15). [Yuan L. Application of timestamp in block chain technology [J]. China chemical trade, 2017, 9(15).]
- [6] 杨茂江. 基于密码和区块链技术的数据交易平台设计[J]. 信息通信技术, 2016(4): 24-31. [Yang M J. Design of data transaction platform based on cipher and block chain technology [J]. information and communication technology, 2016(4): 24-31.]
- [7] 蒋东东, 商玉林, 田野, 等. 基于区块链的电子仓单流转平台建设[J]. 西安工程大学学报, 2017(6): 828-834. [Jiang D D, Shang Y L, Tian Y et al. Construction of electronic warehouse receipts transfer platform based on block chain [J]. Journal of Xi'an Polytechnic University, 2017(6): 828-834.]