

文章编号: 1003-1421(2020)08-0033-06 中图分类号: F512.4 文献标识码: A  
DOI: 10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.2020.08.06

# 基于区块链技术的多式联运 信息平台构建

Construction of Information Platform for Multimodal Transport based on Blockchain

尹传忠<sup>1</sup>, 谢毅峰<sup>1</sup>, 武中凯<sup>2, 3</sup>, 方颖蓉<sup>1</sup>

YIN Chuanzhong<sup>1</sup>, XIE Yifeng<sup>1</sup>, WU Zhongkai<sup>2, 3</sup>, FANG Haorong<sup>1</sup>

(1.上海海事大学 交通运输学院, 上海 201306; 2.中国铁路哈尔滨局集团有限公司 经营开发部, 黑龙江 哈尔滨 150006; 3.大连交通大学 机械工程学院, 辽宁 大连 116028)

(1.College of Transport & Communications, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China; 2.Business Development Department, China Railway Harbin Group Co., Ltd., Harbin 150006, Heilongjiang, China; 3.School of Mechanical Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, Liaoning, China)

**摘 要:** 多式联运作为一种具有成本低、污染少、效率高等特征的运输模式, 由于目前多式联运相关主体缺乏良好的信任关系等原因, 导致尚未建立能够有效实现信息共享的多式联运信息平台, 而区块链技术可以有效解决信息互联互通。在阐述区块链技术特征的基础上, 探讨多式联运私有链信息共享机制设计, 构建基于区块链技术的多式联运信息平台总体架构, 对多式联运信息平台的功进行分析, 为加快促进多式联运信息平台建设提供研究支撑。

**关键词:** 多式联运; 信息平台; 区块链技术; 私有链; 信息共享机制

**Abstract:** Multimodal transport has the advantages of low cost, less pollution, and high efficiency. However, due to lack of trust among the stakeholders involved in multimodal transport, the information platform of multimodal transport could effectively realize that information sharing has not been established. The blockchain technology provides a new way to solve this problem on information sharing and interconnection. Based on of technical characteristics of the blockchain, the design of the information sharing mechanism of multimodal transport private chain is discussed, the overall framework of multimodal transport information platform based on blockchain technology is constructed, and the functions of multimodal transport information platform are analyzed in this paper. The research could provide research support for accelerating the construction of a multimodal transport information platform.

**Keywords:** Multimodal Transport; Information Platform; Blockchain Technology; Private Blockchain; Information Sharing Mechanism

近年来,多式联运成为我国推进物流业降本增效和交通运输业供给侧结构改革的重要举措。多式联运的焦点体现在“联”与“运”2个方面,信息互联互通是其中的关键环节。由于交通运输行业缺乏信息交换共享平台,各个实体部门采集数据格式各不相同,难以提供行业标准统一、安全可靠的信息服务,多式联运相关主体获取信息的准时性较低,多式联运各个节点部门没有建立良好的信任关系,导致与其他机构、相关主体很难形成开放自有数据库。然而,区块链技术由于其“点对点”传输、信息传输过程加密、自动执行、可溯源、安全性好等特征,能够有效解决多式联运中信息共享、互联互通等问题。因此,将多式联运信息平台中嵌入区块链技术,有利于加快我国多式联运信息平台的发展,推动我国多式联运整体水平提升。

## 1 基于区块链技术的多式联运信息共享机制设计

### 1.1 区块链技术特征

区块链系统可以分为公有链、联盟链和私有链。公有链是各节点可以自由加入和退出网络,并参加链上数据读写,为扁平的拓扑结构,网络中不存在任何中心化的节点;联盟链是各节点有与之对应的实体机构组织,通过授权后才能加入与退出网络,各机构组织以利益约束构成联盟,共同维护区块链的正常运转;私有链各节点的写入权限收归系统内部控制,可选择性开放读取权限<sup>[1-3]</sup>。

私有链具备区块链多节点运行的通用结构,由于使用范围控制在一定范围内,虽然可以改善可审计性,但不能完全解决信任问题,适用于特定机构的内部数据管理与审计<sup>[1]</sup>。对于多式联运信息平台,如果囊括平台用户以及提供数据库的多主体,是在有限的部门与企业中使用的内部系统,更适宜采用私有链技术。

(1) 私有链技术的隐私保障性好。只有用户提交符合相关要求的调用信息请求才能得到指定信息,而对数据库中的其他信息无法调用,既能够使用户获取需要的信息,又保证了被调用信息部门数据库中其他信息不被泄露。

(2) 信息可溯源性高。通过私有链技术可以追

溯平台中调用信息的任意用户,任何数据都能够被记录,防止数据造假,有利于监管部门对多式联运相关主体进行有效监管。

(3) 信息传输成本低。将私有链技术应用于多式联运信息平台,只需要几个高算力节点确认,其交易成本与公有链和联盟链相比极低。同时,使用私有链技术的信息共享平台不必作为中央服务器对各部门上传的数据作整合划分,仅仅是在各部门自有数据库的基础上搭建一个服务功能性的平台,能够简化平台结构。

此外,私有链技术的安全性优越,链上成员经过严格地审核授权,使系统受到恶意攻击的可能性小,可以保证多式联运信息平台的可靠性。

### 1.2 多式联运信息共享机制设计

#### 1.2.1 机制设计目标

多式联运涉及主体众多,现阶段各节点已形成稳定的业务规范流程,各主体针对自身业务特点建立了一个甚至多个管理信息系统,但由于各系统间的业务构架、作业流程、数据库结构、数据标准存在较大差异,使得各个系统运行操作相互独立,无法实现共享。信息共享机制的建立旨在运用信息技术,在多式联运的各节点部门,如港口、铁路、海关、货运代理公司、船务公司等,在各自搜集信息并存储于自有数据库的基础上,搭建多式联运信息平台,以建立全程“一次委托”“一单到底”“一次收取”等服务方式,实现多式联运相关主体信息共享与互联互通,实现统一数据标准,实时信息采集以及信息交互、数据安全流动等,设计目标体现在以下方面。

(1) 统一数据标准。目前,多式联运各相关主体的信息系统分别建立在不同的数据标准之上,很难实现信息系共享,以国际行业标准为基础,建立统一的多式联运数据标准是实现信息共享的基础。

(2) 信息实时采集。充分利用物联网技术、人工智能、5G技术等现代信息技术,逐步实现瞬间连接,实现各节点信息采集的全面化、精准化、自动化,及时掌握各种运输资源信息,为用户提供全程的货物、车辆及单证等动态追踪服务。

(3) 信息高效交互。以私有链技术连接不同节点信息系统、数据库等中的信息资源,实现系统建

设的“点对点”信息交互,防止上下游参与方信息传递错误,实现各节点的作业信息无缝连接。

(4) 数据安全流动。构建能够生成记录时间顺序、不可篡改、可信任的多式联运信息共享系统。在信息传递及交换过程中,对其通过密码学进行加密,保证信息安全、可追溯,防范来自系统内部和外部的安全攻击。

### 1.2.2 信息调用机制

基于私有链的多式联运信息共享机制,围绕数据标准体系,信息交换体系,信息共享、互联互通等内容,提供安全、可追溯、不可篡改、自动执行的信息服务平台,涵盖整个多式联运相关主体。多式联运相关主体为平台的用户层,各主体间相对独立并各自拥有的信息系统,是信息共享机制的用户基础。多式联运信息共享机制将所有参与的组织机构连成一个整体,充分实现信息共享与互联互通。以私有链技术架构为基础的信息共享机制,2条信息链为主线并贯穿其中,一条信息链是用户通过调用机制调取多式联运相关主体的信息数据;另一条信息链是用户接入多式联运子系统,子系统利用调用机制调用各机构数据库中的信息,再根据各自子系统的功能对数据进行处理、整合、存储以及调用。其中,子系统是由平台通过串联多式联运各业务流程,各个节点部门功能,如各流程如业务申报、业务审核、货物装卸、货物起票、货物查验实时跟踪等,从而衍生出相应子系统。多数据库是将多式联运子系统相关数据进行调用、存储、整合、处理后,存放于子系统相应数据的数据库;各机构数据库是各外部部门与企业的自有数据库。任何数据调用的过程都经由该调用机制完成。多式联运信息共享机制设计如图1所示。

### 1.2.3 信息共识机制

多式联运信息平台网络中所有节点对记账、验证记账结果及维护等问题达成共识,如果需要修改某个区块内的交换信息,必须将该区块和后面所有区块的信息进行修改。通过区块链技术的共识机制,可以保证存储于私有链数据库中数据的不可篡改性,是多式联运信息平台通过私有链技术的追溯功能建立各方间信任的技术保障。

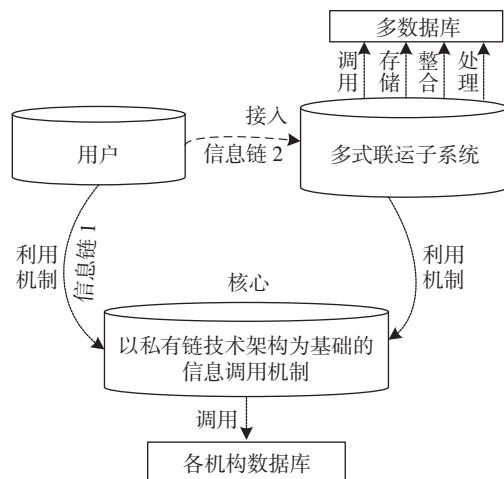


图1 多式联运信息共享机制设计

Fig.1 Design of multimodal transport information sharing mechanism

## 2 基于区块链技术的多式联运信息平台构架

### 2.1 总体构架

多式联运信息平台的核心是私有链的信息共享机制。平台首先定位于区域多式联运信息平台,如长三角区域、京津冀、港珠澳大湾区等,各区域多式联运信息平台成熟后,将区域平台进行有序连接,最终构建全国性的多式联运综合信息平台<sup>[4-9]</sup>。这样,可以充分发挥私有链技术隐私性好、可追溯性高、以及成本低等特征优势,避免初期由于规模过大导致多式联运信息平台功能无法实现。多式联运信息共享系统主要包括多式联运信息共享子系统和多式联运信息共享私有链技术构架2个部分。多式联运信息平台总体架构示意图如图2所示。

### 2.2 基础信息数据层

多式联运信息平台需要有大数据作为支撑,信息采集与信息传输的水平对平台发展起到重要作用。信息采集是利用RFID和EDI等通讯技术实时采集集装箱、列车、船舶和汽车等运载工具的实时位置、编号等信息,实现货物运输中各类状态信息<sup>[8]</sup>。这些信息来源于监管中心、海关、检验检疫、堆场/物流园区、铁路运输、公路运输、水路运输,以及金融相关企业与组织机构等外部系统,相关主体将各自所采集信息录入自有信息系统中,建立完善数据库供自身及平台使用。这些数据可以通过私有链的共享机制进行有序调用,进而实现信息互联互通。

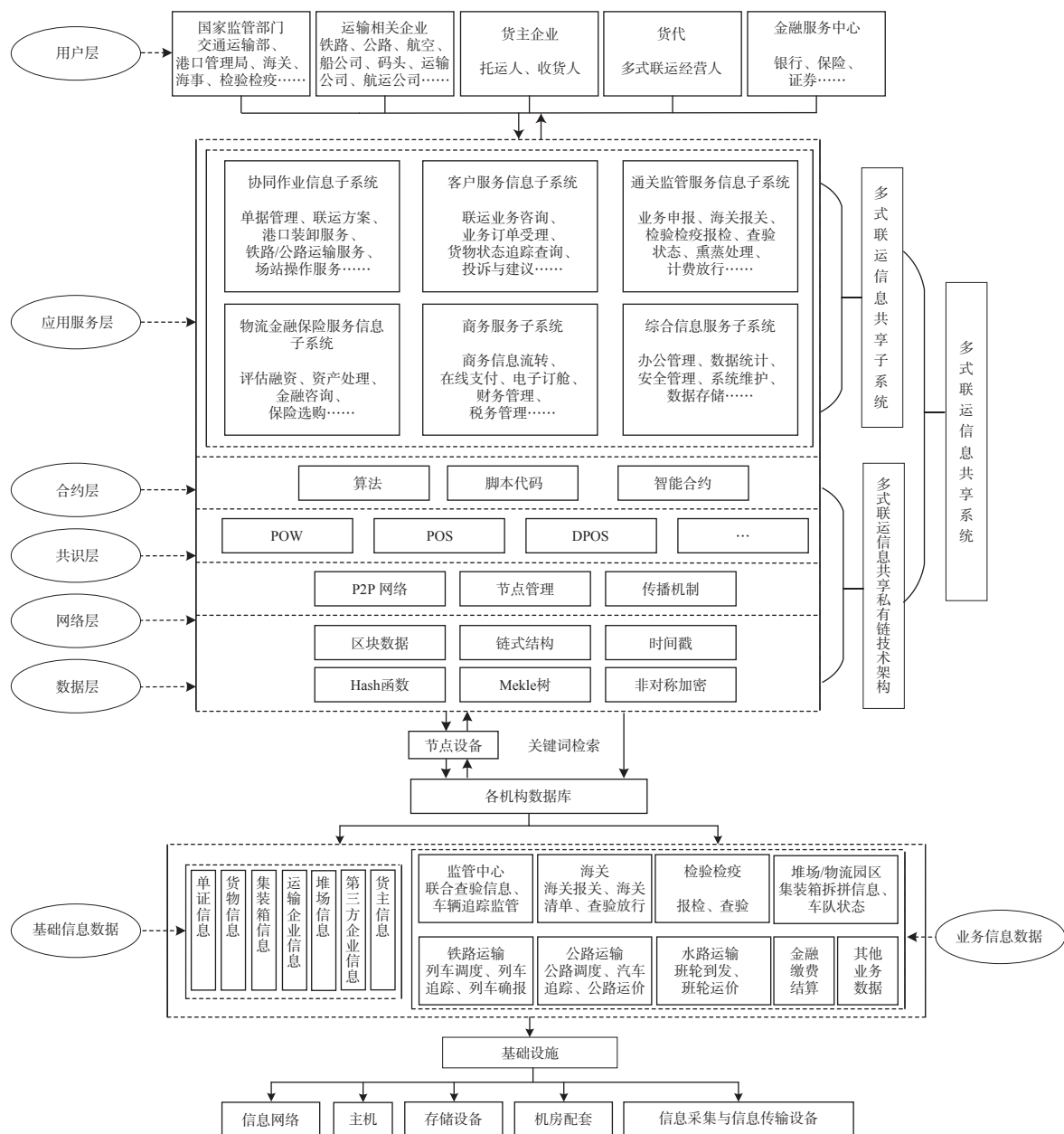


图2 多式联运信息平台总体架构示意图

Fig.2 Overall framework of multimodal transport information sharing platform

### 2.3 技术构架层

多式联运信息共享私有链技术构架，为用户从各机构自有数据库中调用数据提供技术支持，是多式联运信息共享系统的基础部分，包括数据层、网络层、共识层及合约层4个部分。

数据层是私有链技术架构的底层，封装区块数据、哈希函数、时间戳、非对称加密等，一般是不可篡改、分布式的数据库。网络层由P2P网络、节点管理及其传播机制构成，实现了私有链网络各

节点之间的数据传输与信息交换。共识层封装各种共识算法，如工作量证明(Proof-of-Work, POW)、权益证明(Proof-of-Stake, POS)、委托权益证明(Delegated Proof-of-Stake, DPOS)等。共识层是通过代码设计来实现信任，确定区块链的区块构造者，以及维护全网数据一致性。合约层封装算法、脚本代码以及智能合约3个部分，其中智能合约是由各类不同的算法以及脚本代码构成，可视为一段部署在私有链上的去中心化、信息共享、可自动



运行合约条款的计算机程序或代码,将协议双方约定的内容进行编码写入区块中,约定内容形成后,系统将自动执行合约<sup>[10]</sup>。

## 2.4 应用服务层

多式联运信息共享子系统体现为应用服务层,通过私有链技术架构调用各机构自有数据库信息,进行部分信息整合、处理、利用以及提供衍生功能,为用户提供信息服务。

(1) 通关监管服务信息子系统为客户提供多式联运在线申报、审批以及信息查询等服务,涵盖了业务申报、海关报关、检验检疫报检、查验状态、熏蒸处理、计费放行等业务。

(2) 物流金融保险服务信息子系统。该子系统为各联运单位和银行、保险机构提供电子化平台。货主可以通过该系统实现向保险企业咨询、选购保险业务及交付保费;银行通过该系统可以对相关企业所拥有的资产进行评估、处理及担保融资等业务。

(3) 客户服务信息子系统连接了多式联运各相关主体,为客户整合各环节用户基本信息与运输过程中相关信息资源,建立一套完整的客户数据库。包括联运业务咨询、业务订单受理、货物状态追踪查询、投诉与建议等功能,旨在实现“一站式”客户服务。

(4) 协同作业信息子系统提供单据管理、联运方案、港口装卸、铁路/公路运输、场站操作等服务,实现在各节点上的信息共享与互联、互通,并进行集约化管理。平台通过数据交换专用引擎,辅以创建多源异构接口,对区域多式联运关键节点的数据检索、入库、核验、汇总,实现一体化的多式联运协同作业方案。

(5) 商务服务子系统主要为客户提供商务信息交流和财务电子化结算等服务,涵盖商务信息流转、在线支付、电子订舱、财务管理、税务管理等业务,使多式联运作业流程和各阶段的服务有效协调、调度,为客户实现“一站式”服务功能。

(6) 综合信息服务子系统,主要为客户提供商务信息交流和财务电子化结算等服务,涵盖了商务信息流转、在线支付、电子订舱、财务管理、税务管理等业务。

此外,平台的用户层主要包括多式联运相关主

体,其他相关用户通过严格的用户协议,可以进入平台,获取相关信息,货主(收货人)也可以通过平台对货物进行查询、追踪以及与相关的多式联运经营人等进行信息交互。

## 2.5 信息互联互通

区块链技术应用多式联运信息平台,充分发挥其隐私保障性、安全性、可溯源性等特征的优越性,促进各主体之间的相互信任,实现信息互联互通。

(1) 去中心化。不同于以往的信息平台数据池,将数据进行收集、整合并存储到信息平台的中心服务器中的信息整合存储。以私有链技术架构为依托所构建的多式联运信息平台基础功能仅作为信息通讯架构,实现参与方之间的连接,用户通过信息系统调用所需要部门存储于自有数据库之中的信息,实现“点对点”信息交互。多式联运信息系统通过节点设备与各部门数据库相连接,是多式联运各主体互联互通的重要基础。

(2) 分布式数据库。区块链是一个不断增长的分布式数据库。在多式联运信息共享系统中,仅将用户信息和用户调用信息存储于私有链数据库中;在私有链中存储的数据由全部节点共同维护;各个子系统整合处理的数据和平台运作产生的数据等,储存在独立于私有链数据库之外的关系型数据库中。

(3) 关键词检索。在用户发出调用数据库信息指令时,通过智能合约对信息进行调用。良好的关键词检索机制设计,可以实现使用者单个调用数据和批量调用数据的功能,用户快捷精确地搜寻到所需要的数据,也可以为子系统的衍生功能与服务提供便捷的数据检索。

(4) 智能合约。在多式联运信息共享私有链技术架构中,设置合适的智能合约,当用户向信息系统提交调用信息指令时,并通过关键词检索,符合智能条约设定的要求,系统将相关信息自动从相应数据库中调送至用户。数据库供应方协调设计完善的智能合约,规定数据信息调用的准则。由于智能合约满足要求自动调取数据的机制,相比于传统审核机制中通过人工审核通过调用请求更快捷高效。

(5) 信息加密与追溯。将用户调用信息的过程

用私有链技术进行加密,使得调用信息这一事件既被进行加密又可被追溯。如果产生信息泄露事件,可以通过追溯能力确认对指定信息进行调用的用户信息,在使用多式联运信息共享平台的各组织机构之间建立良好的信任关系。

### 3 结束语

信息互联互通、数据共享是目前影响我国多式联运发展的瓶颈,各主体之间缺乏有效的信任关系是其中的关键问题。将区块链技术中的私有链相关技术与框架结构应用在多式联运信息平台之中,可以充分发挥私有链技术中的“点对点”信息传输、自动执行、可溯源等特性,为解决上述问题提供新的思路。以私有链技术架构为基础的信息调用机制作为多式联运信息平台核心,能够保证多式联运信息安全、可追溯、高效便捷地在系统之间有序流动,有利于打破目前多式联运各主体之间的信息孤岛壁垒,实现信息互联互通及数据共享。同时,充分利用区块链的私有链关键技术设计我国自主知识产权的多式联运信息平台,有利于促进我国多式联运高质量发展及交通强国建设。

#### 参考文献:

- [1] 中国区块链技术和产业发展论坛. 中国区块链技术和应用发展白皮书[R/OL]. (2016-10-18) [2019-12-09]. <https://wenku.baidu.com/view/7d7ab73f09a1284ac850ad02de80d4d8d05a01f4.html>.
- [2] 王 成, 史天运. 区块链技术综述及铁路应用展望[J]. 中国铁路, 2017(9): 91-98.  
WANG Cheng, SHI Tianyun. Technical Review of Block Chain and Prospects of Its Application on Railway[J]. Chinese Railways, 2017(9): 91-98.
- [3] JESSE Y H, DEOKYOON K, SUJIN C, et al. Where Is Current Research on Blockchain Technology?: A Systematic Review[J]. PLOS ONE, 2016, 11(10): 1-24.
- [4] 李惠玲, 王 婷, 周海锐. 基于区块链技术的房产信息共享平台研究[J]. 工程经济, 2019, 29(5): 46-49.  
LI Huiling, WANG Ting, ZHOU Hairui. Research on Real Estate Information Sharing Platform based on Block Chain Technology[J]. Engineering Economy, 2019, 29(5): 46-49.
- [5] 王孝坤, 王 雷, 刘 嘉. 区域多式联运协同服务信息平台架构建设研究[J]. 铁路运输与经济, 2019, 41(6): 75-80.  
WANG Xiaokun, WANG Lei, LIU Jia. A Study on the Regional Multi-modal Transport Collaborative Service Information Platform Planning[J]. Railway Transport and Economy, 2019, 41(6): 75-80.
- [6] CHRISTIDIS K, DEVETSIKIOTIS M. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things[J]. IEEE Access, 2016(4): 2292-2303.
- [7] 黄洁华, 高灵超, 许玉壮, 等. 众筹区块链上的智能合约设计[J]. 信息安全研究, 2017, 3(3): 211-219.  
HUANG Jiehua, GAO Linchao, XU Yuzhuang, et al. The Design of Smart Contracts on Crowd Funding Private Blockchain[J]. Journal of Information Security Research, 2017, 3(3): 211-219.
- [8] 张 玲. 多式联运监管通关模式与信息系统结构分析[D]. 成都: 西南交通大学, 2017.
- [9] 周亮瑾, 王富章. 铁路客运私有链共识机制关键技术研究[J]. 铁路运输与经济, 2018, 40(6): 59-63.  
ZHOU Liangjin, WANG Fuzhang. Study on the Key Technologies of the Consensus Mechanism for the Private Chainblock of Railway Passenger Transport[J]. Railway Transport and Economy, 2018, 40(6): 59-63.
- [10] 刘昱刚, 王添碧, 王海玥, 等. 基于区块链技术的多式联运电子提单研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2018, 18(S1): 74-79.  
LIU Yugang, WANG Tianbi, WANG Haiyue, et al. Research on Multimodal Electronic Bill of Lading based on Block Chain Technology[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2018, 18(S1): 74-79.

收稿日期: 2020-02-02

基金项目: 上海市2019年度“科技创新行动计划”软科学研究领域重点项目(19692105400); 中国铁路总公司科技研究开发计划重点课题(2017X009-J)

责任编辑: 张婷钰