

物流工程

智能物流的“四元主体”模型构建

文宗川, 吴兴阳

(内蒙古工业大学 经济管理学院, 呼和浩特 010051)

摘要: **目的** 以期对智能物流发展进程有一个较为深刻的认识, 为物流企业向智能化转型升级奠定理论基础。**方法** 依据智能物流的基本内涵, 明确在智能物流发展过程中起决定性作用的物流企业、政府、需求主体、技术服务中介等 4 个主体元素, 构建由这 4 个主要元素组成的智能物流四元主体模型。**结论** 分析智能物流四元主体之间的关系和智能物流发展演变过程, 结合智能物流发展 S 曲线不同时期的主体驱动元素, 将智能物流的发展过程分为政府驱动发展阶段、需求主体推动-企业拉动发展阶段和自觉均衡发展阶段, 并阐述了不同发展阶段四元主体模型的具体表现形态。

关键词: 智能物流; 四元主体模型; S 曲线

中图分类号: F270.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)11-0080-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.11.011

Construction of Intelligent Logistics "Four-dimensional" Model

WEN Zong-chuan, WU Xing-yang

(Economics and Management College, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

ABSTRACT: The paper aims to have a more profound understanding of the development process of intelligent logistics and lay a theoretical foundation for intelligent transformation and upgrading of logistics enterprises. Based on the essential connotation of intelligent logistics, the paper identified the four main elements that play a decisive role in the development of intelligent logistics: logistics enterprises, government, demand subject and technical service intermediaries. A four-dimensional model of intelligent logistics composed of the four main elements was constructed. It analyzed the relationship between the four main elements of intelligent logistics and the evolution process of intelligent logistics development. Combining the S-curve of intelligent logistics development and the main driving elements in different periods, the development process of intelligent logistics is divided into government-driven development stage, demand subject pulled-enterprise pushed development stage and consciously balanced development stage, and the concrete manifestations of the four-dimensional model in different development stages were expounded.

KEY WORDS: intelligent logistics; four-dimensional model; S-curve

近几年, 随着工业 4.0 时代的来临, 高新智能技术逐渐改变着各行各业的生产组织方式和商业运作模式, 物流产业向智能化转型升级已成为物流产业结构发展和智慧城市构建的核心驱动力^[1-4]。智能物流

是基于物联网技术全面应用的基础上, 利用先进智能技术, 完成智能运输、智能仓储、智能配送、智能包装、智能装卸搬运、智能流通加工和信息处理等基本活动, 实现货物从供应地到接收地实体流动过程中物

收稿日期: 2018-12-24

基金项目: 内蒙古自治区教育科学十三五规划 (2018MGH023); 内蒙古自然科学基金 (2017MS0721); 内蒙古社会科学
研究课题 (17B16)

作者简介: 文宗川 (1973—), 男, 博士, 内蒙古工业大学教授, 主要研究方向为管理科学。

流服务最佳化、利润最大化、资源配置最优化和生态保护程度最大化的智能物流管理体系^[5-6]。与传统物流相比,智能物流信息化、集成化程度更高,运作模式趋于系统化、柔性化、智能化、可视化,在提升货物流通效率,降低物流成本,增加企业服务水平和利润等方面,显示出了巨大的优势^[7-8]。

1 智能物流的国内外研究现状

在 Web of Science 数据库中以 intelligent logistics 为关键词检索 2009—2018 年间关于智能物流的文献,共得到 3053 篇结果,见图 1。可见近十年国外智能物流领域相关研究文献数量呈现快速增长态势,2015—2018 年智能物流领域研究文献总数量达到 2231 篇,这说明国外学者对智能物流领域关注度越来越高,智能物流已成为一个研究热点领域。其中,Harris I 等^[9]从智能技术方面研究了云计算、物联网等高新信息技术对多模式运输的积极影响。Shan Chen 等^[10]从政府角度分析了福建自贸区医药产业发展智能物流的关键成功因素。M. Yang 等^[11]从物流企业和需求主体方面研究设计了面向智能化趋势的智能物流云平台。Silver 从物流企业角度提出了需要企业各部门将业务数据与物联网数字化进行融合的库存协调补货控制系统^[12]。

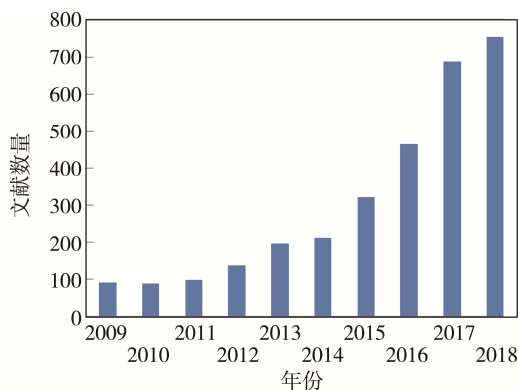


图1 2009—2018 年 WOS 网站中智能物流领域已有文献数量

Fig.1 Quantity map of existing literature in the field of intelligent logistics on WOS website from 2009 to 2018

在中国知网数据库以智能物流为关键词,对 2009—2018 年关于智能物流已有研究成果进行检索,共得到 1938 篇结果,运用 Citespace 软件绘制文献关键词知识图谱,见图 2。前 7 位关键词是智能物流、物联网、物流行业、机器人、人工智能、物流企业和中华人民共和国。可以发现,目前国内学者对智能物流领域研究集中在智能技术、物流行业、政府等方面,相关研究更关注于智能物流自身介绍和智能技术运作应用。其中,张春霞等^[13]从智能物流本身探讨了我国物流智能化发展过程中存在的问题,并提出了相应

的解决对策。何黎明^[14-15]从物流企业、政府和社会角度分析了智能物流发展现状和趋势。赵立权^[1]介绍了智能物流主要支撑技术。曾奕棠等^[17]从智能技术应用运作角度,在云计算与分类挖掘技术结合的基础上,构建了基于云分类挖掘的物流信息智能分析模式。



图2 2009—2018 年国内智能物流领域已有研究关键词知识图谱

Fig.2 Keyword knowledge map of existing researches in the field of intelligent logistics in China from 2009 to 2018

从上述研究来看,国内外智能物流相关研究成果虽日益丰硕,但大多数学者是从政府、物流企业和需求主体三个方面对智能物流进行研究,少有学者将提供智能技术支持和智能物流业务的第三方企业概括成技术服务中介^[18]这一主体,对智能物流发展中起重要作用的重要主体元素进行系统性研究,并通过分析各主体元素之间的关系对智能物流阶段性演变过程进行直接研究。文中依据影响智能物流发展过程的物流企业、政府、需求主体、技术服务中介 4 个主要元素构建智能物流四元主体模型,结合 S 曲线不同时期主体驱动元素,分析不同发展时期各主体元素在智能物流发展演变的过程及其具体形态,理清智能物流发展路线,为推动我国物流相关产业发展、技术进步及结构转型升级奠定坚实的基础。

2 智能物流中起决定性作用的主体元素

因为物流业的发展离不开物流企业、政府、需求主体和中介的协调配合^[19-21],智能物流又是物流业新

的发展目标和价值体现,所以,智能物流主体模型中的物流企业、政府、需求主体和技术服务中介等4个主体要素符合物流发展过程中各主体要素的演变过程。

在影响智能物流的主体要素中,政府主体是指政府各职能部门和其他法律允许制定物流相关规章制度的政府组织。政府对智能物流发展起政策支持和行业监管作用,负责物流业的总体建设和运行,为智能物流创造良好的发展环境和氛围,保障市场有序平衡。物流企业是指根据社会需求从事物流活动,通过各种软件和硬件资源,为需求主体提供物流服务的集体,包括配送中心、物流中心、物流园区、各类型仓库、快递企业、代理企业等经营体,承担运输、仓储、转运、调度、装卸搬运、配送、流通加工、包装和组织管理等业务内容。需求主体是指需要物流企业提供物流服务的组织和个人的统称。包括个人消费者和所有行业中具有物流需求的各类企业或部门。他们对物流服务要求的提高直接推动物流业向智能化转型升级,促进智能物流向前发展。技术服务中介这一主体与物流发展过程中的中介主体在服务内容上存在着本质的不同,文中引用的技术服务中介是一个广义的概念,它可以代表一个企业、一个机构或一个部门。技术服务中介通过自动识别、数据挖掘、人工智能、地理信息系统(GIS)、物联网等数字化、信息化、自动化智能技术,和无人车、无人仓、配送机器人等先进智能设施设备的深度融合,在传统物流的运输、仓储、配送、包装、装卸搬运、流通加工、信息处理各个物流功能环节上,进行智能改进、智能协同、智能整合、智能运筹、智能决策、智能控制,实现物流体系的高效化、精准化、科学化、集成化、智能化运行,为传统物流注入新的活力。物流相关企业可以由技术服务中介来研发、试用、应用和推广所需的先进智能物流技术,也可以通过借助技术服务中介现有的智能技术和智能物流运作模式来弥补物流企业在智能物流运营上的缺口。换句话说,物流企业可以将人工智能相关技术在企业研发、应用过程中的任意环节甚至全部环节交给技术服务中介来进行。

3 智能物流四元主体模型的构建

四元主体模型^[22]是由4个端点、6条连线和4个面组成的四面体结构,见图3a。位于模型顶端的元素A是起引领作用的主导驱动元素,处于模型底端的元素B、C、D作为基底,起支撑作用。模型中各端点两两相连,互相传递信息、分享资源。每3个端点相互联系组成一个面,每个面都可以在主导元素变化过程中充当支撑底面。4个端点互相交融、互利耦合形成最终的四面体结构。每个发展时期,四元模型中起主导驱动作用的主体元素不同,主体元素在模型中起到

的作用不同,在发展变化过程中承担的责任也不同,因此,该四元模型处于动态变化中。这使得四元主体模型的结构在元素A主导驱动作用和元素B、C、D支撑作用下变化的同时,趋向于稳定的正四面体结构。

智能物流发展不仅取决于物流企业的发展战略、需求主体的物流需求偏好、政府的政策支持,还依赖于技术服务中介提供的智能技术支撑、各主体元素之间的协同配合。由此,笔者提出智能物流四元主体模型是以物流企业、政府、需求主体和技术服务中介4个主体要素构成的四面体结构,见图3b。智能物流四元主体模型中物流企业、政府、需求主体和技术服务中介之间相互融合,互为联系。物流企业在政府政策支持、需求主体物流服务要求水平增长和技术服务中介资源整合下快速发展,需求主体物流服务要求满足于政府宏观调控、服务中介技术支撑和物流企业的推动,技术服务中介在政府的大力支持和需求主体物流服务要求持续提升的机遇下迸发活力,四方主体之间通过智能信息技术传递信息进行反馈,共同推动智能物流朝着健康进步的方向发展,促进智能物流体系实现整体资源配置最优和协同配合效率最高。

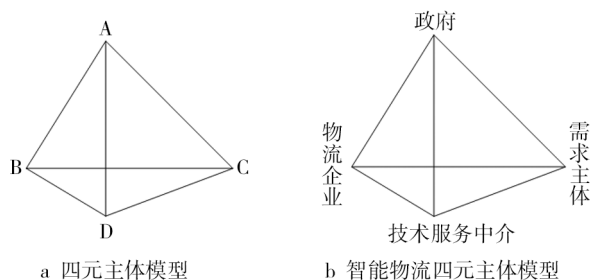


图3 四元主体模型
Fig.3 "Four-dimensional" model

4 智能物流的演变过程及其具体形态

4.1 智能物流的演变过程

智能物流发展会历经3个阶段:萌芽期、快速成长期、成熟期。当前我国正处于智能物流快速成长期。

智能物流发展初期,物流企业、政府和需求主体之间关联度较低,各环节衔接不足,导致各主体之间信息和技术的交流沟通不畅,加上相关智能物流管理制度不完善,物流企业仅依靠部分简单自动化技术和人工的配合,难以满足需求主体物流服务要求,导致物流产业发展与市场需求结合率低,智能物流发展遇到瓶颈。随着我国政府大力支持智能产业发展,物流相关企业意识到了应用物流智能技术的重要性,智能物流进入快速成长期。在这个时期中,提供智能物流技术的中介服务融入物流产业,物流企业、政府、需求主体和技术服务中介4个主体之间相互配合。政府重视物流和智能制造的发展,支持物流相关产业的转

型升级，鼓励物流企业应用智能技术。需求主体对物流服务需求持续增长，推动物流市场需求与物流行业规模迅速扩大，智能化物流技术在物流企业中开始起支撑作用。技术服务中介为物流企业提供智能技术支持和服务，提升智能技术转化速度，各主体之间联系越发紧密，智能物流体系初步形成。随着智能技术的不断创新，智能物流进入成熟期。在成熟期，各主体之间互利耦合，实现各主体间信息资源共享。政府通过调控来保证消费供需的均衡，为技术服务中介和物流企业的发展提供法律法规、政策、专业化人才和资金支持，并通过智能网络信息系统得到实时的市场反馈信息，驱动智能物流体系有序发展。物流企业根据需求主体物流服务要求提供个性化、专业化物流服务，为技术服务中介提供资金支持和合同中规定的信息数据，以推动技术服务中介对智能技术的研发和改进。技术服务中介根据需求主体对物流服务要求的变化来提升智能化物流科技转化效率，并为物流企业提供智能物流技术和智能化服务。智能物流体系自觉有序发展，物流企业业务流程环节进入高效最优状态，物流资源配置达到最优化。

4.2 不同演变阶段四元主体模型的具体表现形态

智能物流的发展依靠物流企业、政府、需求主体和技术服务中介的共同努力，当四元主体模型处于稳定的正四面体结构时，智能物流发展体系整体智能技

术创新能力最强，物流技术创新活动呈良性均衡发展状态。根据智能物流发展阶段的不同、模型主导驱动元素的不同和各元素发挥功能的不同，将智能物流发展过程分为政府驱动发展阶段、需求主体推动-企业拉动发展阶段和自觉均衡发展阶段。智能物流发展过程中，智能物流技术系统的主要性能参数随时间变化，呈 S 曲线的发展规律。每个发展时期中，智能物流系统都存在一个转折点。随着时间的推移和技术的进步，智能物流的结构发生调整，原有物流系统到达一个极限点后，智能物流技术要求程度随即发生改变，智能物流进入新的发展阶段，出现新的发展形态。依据 S 曲线的生命周期规律将智能物流发展体系细分为：第 1 阶段（政府驱动发展阶段）、第 2 阶段（需求主体推动-企业拉动发展阶段）和第 3 阶段（自觉均衡发展阶段），见图 4。

智能物流发展是一个循序渐进的过程，发展初期是以物流企业、技术服务中介和需求主体为支撑，以政府为主导驱动力构成的四面体结构模型，见图 4 中 a。在政府驱动发展阶段中，政府的主要职责是调控市场供需变化，鼓励相关物流企业发展智能物流，支持技术服务中介研发、推广新型智能技术和智能系统，营造智能技术创新氛围，明确智能技术创新各主体的义务和责任，为智能物流发展制定相关法律法规和支持政策，培养掌握专业化知识和智能化技能的物流人才，保证智能物流的健康发展。我国

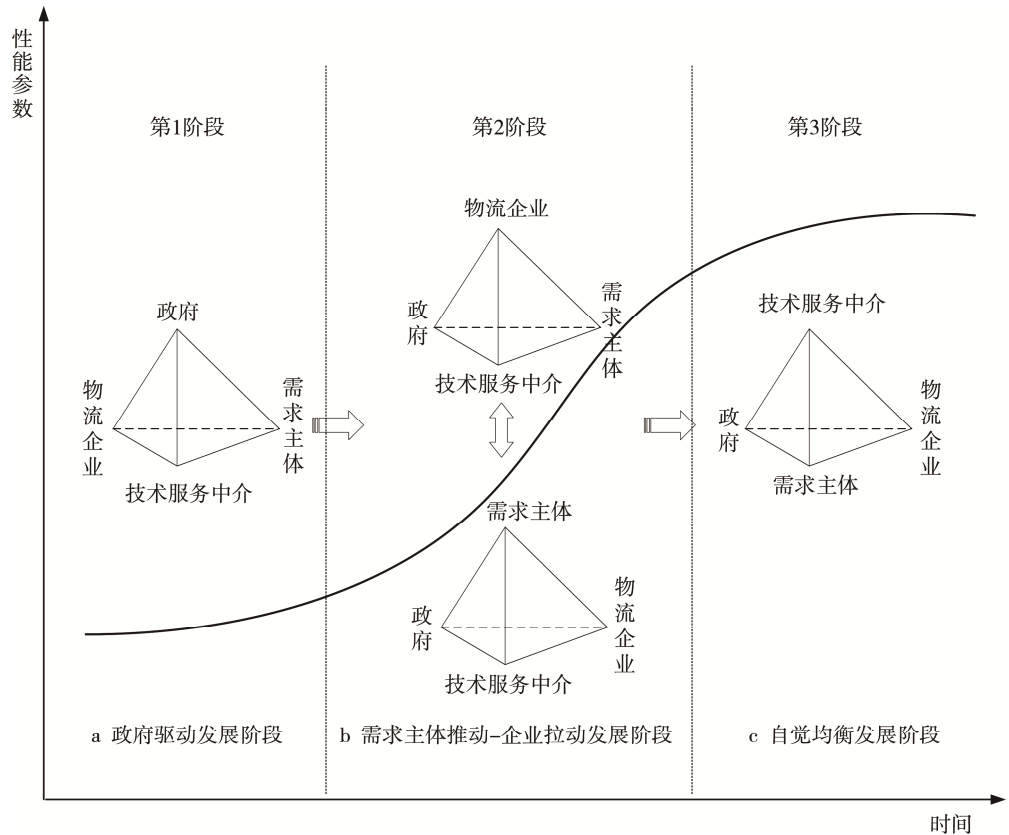


图 4 基于 S 曲线不同发展阶段四元主体模型的具体表现形态
Fig.4 Specific manifestations of quaternary subject model in different development stages based on S curve

政府相继出台与智能物流相关的政策文件,大力支持智能物流的发展,吸引中介服务融入到物流企业发展过程中,智能物流体系初步成型。

智能物流发展的第2阶段是以政府、技术服务中介和物流企业为支撑,需求主体为主导驱动元素,构成的需求主体推动智能物流发展模型,和以政府、技术服务中介和需求主体为支撑,以物流企业为主导驱动力构成的企业拉动智能物流发展模型组合成的四元主体模型集合体,见图4中b。在第2阶段中,消费者购买能力的增长提高了需求主体对物流服务水平的要求,促使物流企业为需求主体提供专业化、个性化和快速化的物流服务,进而推动各种智能技术和智能设施设备在物流企业中应用。在物流企业内部,原有技术系统难以支持物流企业快速发展,迫使物流企业根据社会市场需求引进各种智能技术、设施设备和智能物流管理手段,准确捕捉社会物流服务需求变化并有效解决供需时效问题,拓展智能技术在企业应用的深度和广度,提升物流企业的科学管理水平。在需求主体推动和物流企业拉动相互协调配合的作用下,智能物流体系的效率和性能大幅度提高,智能物流技术的市场前景越来越好,吸引更多的技术服务中介加入到智能物流发展体系中,推进整个物流行业向系统化、一体化、柔性化方向发展。

随着技术创新机制的不断完善和各主体之间的利益不断交织,各主体之间的联系越发紧密,智能物流健康地向前发展,进入自觉均衡发展阶段,见图4c。这个阶段智能物流技术创新发展不单纯是物流企业、政府和需求主体的事,而是在技术服务中介的链接作用下,各方主体协同配合。此时,以技术服务中介为核心驱动元素,政府、需求主体和物流企业三者为基底的四元主体模型中各主体之间的衔接链最为紧密,物流资源配置最优,信息资源实现共享,智能物流发展体系最稳定。物流企业在技术服务中介的技术支持和政府的政策支持下,将智能物流科技理论与实际应用需求相结合,建立具有创新机制的企业文化,树立现代物流管理经营理念,拓展现有业务的界面,建立相应的信息系统,接受需求主体反馈的同时与技术服务中介进行信息数据交换和传输。技术服务中介根据物流企业提供的数据信息并结合社会市场需求变化,进行智能技术研发和改良工作,挖掘更深层次的智能技术和智能设施,提升物流企业智能技术与社会需求的结合度。政府提供政策、资金、法律、人才支持,起到相应的鼓励、监管、保障的作用,推动智能物流技术的研发、优化和改进。在这一阶段,四方主体之间资源整合,互利耦合,协同创新,通过智能衔接使智能物流体系性能水平达到最高,成为一个能够支撑物流业高效运作和模式创新的数字化、可视化智能系统。

5 结语

一个能够支持物流业高效运作的体系需要各方主体通过信息、技术、资金的相互流通,形成具有一定水平的节能环保、高效便捷、安全有序、技术先进、互利互惠的智能物流系统。建立一种以物流企业、政府、需求主体和技术服务中介为主体的四元模型,分析了4个主体元素之间的关系,将智能物流的发展过程分为萌芽期、快速成长期和成熟期,阐述了智能物流基于S曲线不同发展时期演变过程的具体形态,为智能物流发展整体利益最大化提供参考,为物流企业向智能化转型发展奠定理论基础。

参考文献:

- [1] 富金鑫,李北伟. 新工业革命背景下技术经济范式与管理理论体系协同演进研究[J]. 中国软科学, 2018(5): 171—178.
FU Jin-xin, LI Bei-wei. Research on the Coevolution of Technological Economy Paradigm and Management Theory System Under the Background of New Industrial Revolution[J]. China Soft Science, 2018(5): 171—178.
- [2] 陈玉兰,张灵. 长三角城市智慧产业发展比较研究[J]. 南通大学学报(社会科学版), 2017, 33(6): 6—11.
CHEN Yu-lan, ZHANG Ling. Comparative Study on the Development of Urban Smart Industry in the Yangtze River Delta[J]. Journal of Nantong University (Social Science Edition), 2017, 33(6): 6—11.
- [3] 李霞,戴胜利. 面向建设国家中心城市的智慧武汉发展评价及模式优化:理论与实证[J]. 中国软科学, 2018(1): 77—89.
LI Xia, DAI Sheng-Li. Wuhan Development Evaluation And Model Optimization for Building a National Central City: Theory and Demonstration[J]. China Soft Science, 2018(1): 77—89.
- [4] LEE J H, PHAAL R, LEE S H. An Integrated Service-Device-Technology Roadmap for Smart City Development[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2013(80): 286—306.
- [5] 李蔚田,神会存. 智能物流[M]. 北京:北京大学出版社, 2013: 2—27.
LI We-tian, SHEN Hui-cun. Intelligent Logistics[M]. Beijing: Peking University Press, 2013: 2—27.
- [6] 杨昊,郑淑蓉. 智能物流的科技视角[J]. 科技管理研究, 2012, 32(17): 18—35.
YANG Hao, ZHENG Shu-rong. Technology Perspective of Intelligent Logistics[J]. Science and Technology Management Research, 2012, 32(17): 18—35.
- [7] 钟央. RFID在智能物流系统中的关键技术研究[D]. 上海:复旦大学, 2014.
ZHONG Yang. Research on the Key Technology of

- RFID In Intelligent Logistics System [D]. Shanghai: Fudan University, 2014.
- [8] 肖美华, 李娅楠, 李伟. 物联网环境下物流产业发展关联分析及对策研究——以江西省为例[J]. 企业经济, 2017, 36(4): 167—173.
- XIAO Mei-hua, LI Ya-nan, LI Wei. Correlation Analysis and Countermeasures of Logistics Industry Development Under the Internet of Things Environment: A Case Study of Jiangxi Province[J]. Enterprise Economy, 2017, 36(4): 167—173.
- [9] HARRIS I, WANG Y, WANG H. ICT In Multimodal Transport and Technological Trends: Unleashing Potential for the Future[J]. International Journal of Production Economics, 2015(159): 88—103.
- [10] CHEN Shan, WANG Cheng, OU Shi-ming. The Key Success Factors of Developing Intelligent Logistics Within Pharmaceutical Industry in Fujian Free Trade Area[C]. 2017 International Conference on Green Informatics, 2017: 149—154.
- [11] YANG M, MAHMOOD M, ZHOU X, et al. Design and Implementation of Cloud Platform for Intelligent Logistics in the Trend of Intellectualization[J]. China Communications, 2017, 14(10): 180—191.
- [12] SILVER. Control System for Coordinated Inventory Replenishment[J]. International Journal of Production Research, 2013(12): 647—670.
- [13] 张春霞, 彭东华. 我国智慧物流发展对策[J]. 中国流通经济, 2013, 27(10): 35—39.
- ZHANG Chun-xia, PENG Dong-hua. Countermeasures for the Development of Intelligent Logistics in China[J]. China Business and Market, 2013, 27(10): 35—39.
- [14] 何黎明. 推进物流业高质量发展面临的若干问题[J]. 中国流通经济, 2018, 32(10): 3—7.
- HE Li-ming. Problems in Promoting High-Quality Development of Logistics Industry[J]. China Business and Market, 2008, 32(10): 3—7.
- [15] 何黎明. 中国智慧物流发展趋势[J]. 中国流通经济, 2017, 31(6): 3—7.
- HE Li-ming. Development Trend of Intelligent Logistics in China[J]. China Business and Market, 2017, 31(6): 3—7.
- [16] 赵立权. 智能物流及其支撑技术[J]. 情报杂志, 2005(12): 49—53.
- ZHAO Li-quan. Intelligent Logistics and Its Supporting Technology[J]. Journal of Information, 2005(12): 49—53.
- [17] 曾奕棠, 张玉峰. 基于云分类挖掘的物流信息智能分析方法研究[J]. 情报科学, 2016, 34(11): 135—139.
- ZENG Yi-tang, ZHANG Yu-feng. Research on Intelligent Analysis Method of Logistics Information Based on Cloud Classification Mining[J]. Information Science, 2016, 34(11): 135—139.
- [18] 陈画. 我国 B2B 电子商务信用信息的中介服务机制完善[J]. 管理世界, 2018, 34(12): 186—187.
- CHEN Hua. Perfection of Intermediary Service Mechanism of B2B E-Commerce Credit Information in China[J]. Management World, 2008, 34(12): 186—187.
- [19] 孙丽丽. 推进现代物流业建设法制创新研究——以太原市为例[J]. 经济问题, 2016(7): 81—109.
- SUN Li-li. Research on Promoting the Legal System Innovation of Modern Logistics Industry: a Case Study of TAIYUAN City[J]. Economic Issues, 2016(7): 81—109.
- [20] 肖艳丽, 李谷成. 农产品物流主体合作边界及效应探讨[J]. 中国流通经济, 2012, 26(2): 33—38.
- XIAO Yan-li, LI Qu-cheng. Discussion on Cooperation Boundary and Effect That is Main Body of Agricultural Product Logistics[J]. China Business and Market, 2012, 26(2): 33—38.
- [21] 陈长彬, 陈泉. 第四方物流运作主体的信用机制构建研究[J]. 工业技术经济, 2016, 35(1): 72—82.
- CHEN Chang-bin, CHEN Quan. Research on The Construction of Credit Mechanism of the Fourth Party Logistics Operation Subject[J]. Industrial Technology & Economy, 2016, 35(1): 72—82.
- [22] 文宗川, 张璐. 基于“四元主体模型”的城市技术创新体系研究[J]. 科技进步与对策, 2011, 28(11): 37—39.
- WEN Zong-chuan, ZHANG Lu. Research Urban Technology Innovation System Based on "Four-Dimensional Model"[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2011, 28(11): 37—39.