

基于智能物流的供应链包装系统集成分析

倪卫涛

(无锡职业技术学院, 无锡 214121)

摘要: **目的** 研究物流智能化发展背景下的供应链包装系统集成解决方案。**方法** 从阐释物流智能化的目标和供应链包装在智能物流过程中的效能开始, 分析两者之间的联系和契合点; 探讨物流的智能化发展赋予供应链包装的新内涵, 以及对供应链包装系统的新要求; 最后针对物流智能化的特点和目标, 研究提出由包装设计 with 防护、物联网技术、绿色材料科学以及供应链管理等方面关键技术组成的供应链包装系统集成解决方案。**结论** 作为物流信息携带和物流作业主体的包装系统是物流智能化重要的组成环节, 供应链包装与物流智能化发展应互为依存与促进。

关键词: 智能物流; 供应链; 包装系统; 集成分析

中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)23-0203-06

Integrated Analysis on Supply Chain Packaging System Based on Intelligent Logistics

NI Wei-tao

(Wuxi Institute of Technology, Wuxi 214024, China)

ABSTRACT: The work aims to study the solution to the integration of supply chain packaging system under the background of intelligent development of logistics. From the beginning on elaboration of the goals of intelligent logistics and the efficiency of supply chain packaging system in the intelligent logistics process, the link and combination points between them were analyzed. The new connotation of supply chain packaging resulting from the development of intelligent logistics and the new requirements for the supply chain packaging system were discussed. Finally, with respect to the features and goals of intelligent logistics, the solution to the integration of supply chain packaging system composed of such key technologies as packaging design and protection, Internet of things, science of green materials and supply chain management was studied and put forward. As the main body of the logistics information carrying and the logistics operation, the packaging system is an important link of the intelligent logistics. The development of the supply chain packaging system and the intelligent logistics should be interdependent and mutually promoted.

KEY WORDS: intelligent logistics; supply chain; packaging system; integrated analysis

供应链物流的灵活、快速和高效是现代企业赢得市场竞争优势的一个重要环节。在整个供应链物流体系中, 包装既是组成部分之一, 又是其它供应链物流活动的保障因素。在过去相当长一段时间, 包装被认为只是对供应链整体绩效影响十分有限

的子系统, 因而没有得到业界足够的重视^[1]。随着全球制造业和商业竞争日益激烈、企业微利时代的到来, 作为绝大多数作业活动基础的包装在现代物流中的重要性日趋显化, 成为影响供应链物流绩效的基础因素之一。在现代物流向智能化发展大趋势

收稿日期: 2015-12-23

基金项目: 国家自然科学基金 (71371162); 中国物流学会面上课题 (2015CSLKT5-038)

作者简介: 倪卫涛 (1962—), 男, 江苏启东人, 博士, 无锡职业技术学院副教授, 主要研究方向为物流管理、企业运营管理。

下,供应链物流包装不仅仅是包装结构设计,它综合了物联网、材料科学等多学科应用技术的复杂系统,包装系统整体解决方案是否合理,直接影响着供应链物流运营效率,而在现代企业物流体系中运营效率与物流包装成组化和信息化密切相关。由此,从供应链管理角度,通过物流作业环节研究和供应链包装相关技术的集成分析,探讨物流智能化目标要求和供应链包装应对该目标要求的解决方案,达到挖掘供应链物流的潜力、提高物流整体效率和效益的目的。

围绕供应链物流包装问题,国内外学者进行了一些探索性研究。Garcia-Arca J, Prado-Prado JC^[2-3]借助企业实际案例分析,研究通过包装的合理化来改善供应链物流运作效率。Hellström D, Saghir M^[4]通过对零售供应链上各物流环节作业活动的具体分析,探讨包装与物流之间的相互作用与影响。季峰民^[5]分析了现代物流的运输、仓储、装卸搬运环节对产品包装的具体要求,并阐述了如何改进产品的包装设计,使其更加适应现代物流。金国斌^[6]认为加快我国物流包装的发展,应树立运输包装与现代物流的集成化理念,建立区域性物流包装技术服务平台,开发物流运输包装新技术,推广物流包装的优化规划,加快物流包装的标准化,以及选择最佳的包装作业时机。张军^[7]等研究物联网技术在现代供应链物流包装中具体应用,解析物联网技术在物流包装中的工作原理,结合供应链管理理念,研究物联网包装在诸如生产供应、运输作业、仓储作业、配送作业和流通零售等物流环节的应用与主要功能。程元栋^[8]采用归纳方法对物流包装的合理性内容进行了分析,提出综合衡量的5个目标,并进行了目标层次分解,建立了多目标的包装系统评价体系。已有文献很少涉及到供应链智能物流环境下包装系统问题,尤其是面向智能物流环境与供应链包装相关的关键技术集成分析,文中拟在这一方面进行探讨。

1 物流智能化与包装之间的关联

智能化物流与传统物流最明显的区别是物流信息化,物流信息化应用现代信息技术手段,以信息采集、处理、传输和管理等物联网应用技术日臻完善为基础,通过对物流运行全过程的状态监控、信息传输的智能化、实时数据分析和决策,以及有

利于物流过程的自动化,为供应链物流管理提供可靠的决策依据,确保货物在供应链节点之间快速有效地移动,达到整合物流资源、降低物流成本、提升物流运作效率的目的^[9-10]。构建在物联网技术基础上的智能物流体系,通过物流系统的实时感知系统、信息采集跟踪系统、智能物流调度系统,以及电子商务系统组成的智能物流体系,实现整个物流过程的信息化和智能化,把传统物流发展成为感知、互联、可视、智能的现代化物流^[11]。

供应链物流过程由包括包装在内的若干作业环节组成,包装作业处在生产物流终点、社会物流始点。包装也是其它物流作业活动的基础和保障条件,是供应链物流过程不可或缺的重要组成部分^[12]。除了传统功能外,供应链包装又是物流智能化所需的产品和物流过程信息的主要携带者,这在一定程度上决定了包装在物流智能化发展进程中的重要性,同时也拓展了包装的内涵,即供应链包装系统。供应链包装系统是一个以包装相关联的、实现物流智能化的完整解决方案。

智能物流与供应链物流包装系统之间的关联分析见图1。供应链包装是产品物流移动的实际载体,确保产品安全抵达目的地是它的基本功能。在物流智能化进程中,包装是物流过程信息的携带与传递者,其本身还需满足便于机械化、自动化运作等提高供应链整体物流效率的要求。物流智能化更要实现物流过程的全面监控和状态信息数据的实时传输、即时分析和优化决策等目标。研究表明,供应链管理技术、现代信息处理技术、包装设计制造标准化等是把包装与智能物流两者联系起来的纽带。为此,从供应链包装系统角度,如何有效地适应、满足现代物流的智能化发展方向面临一系列新要求。

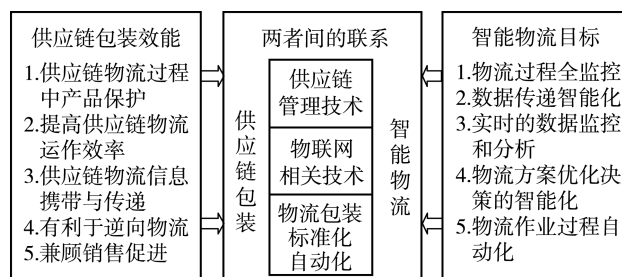


图1 供应链包装与智能物流关联

Fig.1 Interface between supply chain packaging and intelligent logistics

2 物流智能化对供应链包装的新要求

包装是供应链物流的基本组成环节,同时它与物流过程中具体作业活动(如装卸、搬运、运输、仓储等)密切相关,因此从物流管理角度看,供应链物流包装比销售包装更为重要。物流智能化强化了包装在供应链物流管理中的作用,除了实现传统包装的所有功能外,物流智能化对供应链包装还提出了更高的新要求。这些新要求包括传统包装功能内涵的扩展延伸和智能物流对包装的一些特定要求,主要体现在以下几方面。

2.1 物流包装安全化、绿色化

确保运输产品安全地运达目的地是物流包装的首要功能,因此包装本身必须具有合理的强度和相关的防护技术措施,以确保包装物的安全。从物流智能化角度来说,物流包装安全化还体现在包装物上信息携带物的安全性和运输作业过程中信息处理传输安全性,因而扩展了物流包装安全化的范围和内容。包装的绿色化涉及包装材料的选择和物流智能化过程的控制等方面是否符合绿色环保要求,因此包装绿色化隐含着以下两方面要求:选取的包装材料对生态环境损害最小化,有利于环境和自然资源的保护;借助于物流智能化,实现包装品生产、销售流通、使用和逆向物流等过程的绿色环保。

2.2 物流包装智能化、科学化

随着物联网技术应用日趋成熟,物流智能化已成为现代供应链物流发展的必然趋势,物流包装智能化是实现供应链物流快速高效管理的基础。包装本身携带有供应链物流管理所需的大部分信息,这些信息除了反映商品本身一些常规消费使用信息外,更重要的是便于智能化管理的 RFID 标签、商品条形码等信息载体,它们携带信息的多寡和传递的有效性直接影响到物流运营的效率 and 速度。包装智能化是促进和形成供应链物流管理信息化的有利媒介^[13]。

包装智能化推动了物流资源配置管理的科学化,如包装智能化可以使仓储堆码更合理,提高了仓库利用率;同时也提高商品和包装的安全性;更科学地实施包装物回收等逆向物流;及时优化物流路线,实现供应链物流过程的快速高效。

2.3 物流包装标准化、集装化

物流包装标准化要适应和满足智能化的发展趋势,首要工作是实施包装件规格的标准化和模数化,物流包装标准化涉及包装件尺寸和装载器具空间尺寸规格标准化等层面。装载器具包括托盘、集装袋、集装箱等集合器具,叉车、载重汽车、铁路货车等运输载具。另外,执行与国际相同的包装标准有助于国内外联运和智能物流的实施,降低全球供应链物流成本^[14]。包装集装化是将一定数量的包装件,利用托盘等工具将其组合成一个整体运输单元,一方面可以提高集装箱等装载器具的空间利用率,另一方面可在装卸、搬运等物流作业环节利用先进的装卸搬运设备减少作业次数,同时也减少物流作业环节不确定因素引起的货损货差事故发生,有效降低物品在物流环节的成本。

2.4 物流包装合理化、系统化

包装的合理化表现在技术和经济等方面。包装结构、材料的合理设计和选用,物联网技术、供应链管理等技术合理引入,以满足物流作业活动的智能化需要,体现了物流包装在技术层面上的合理化。在经济层面上,包装的合理化集中在避免包装不足或包装过度。包装不足将影响到包装本身效能和物流智能化目标的实现,而过度包装虽然能够增强包装结构强度,提高包装物保护程度,但是增加了资源原材料成本和物流环节作业的成本,也增加了包装废弃物数量,加重了环境负担。另外,从系统化角度来衡量整个供应链物流系统,物流包装的合理性不仅要求作为物流基础的包装与其它环节的紧密衔接和密切配合,强调包装相关费用节省与可能出现由于包装质量差造成的破损率高之间的平衡,还体现在包装本身的功能与物流智能化要求其承担的物流信息携带之间的问题。

2.5 物流作业机械化、自动化

供应链物流作业过程的高速、高效是物流智能化的一个重要特征。实现这一目标的主要途径是物流作业活动的机械化和自动化。机械化、自动化不仅能提高物流作业过程效率,还可避免人为等因素对产品的损坏,减小物流过程中的产品受损率。这就要求供应链包装系统解决方案一方面符合合理性、安全性的要求,同时还要兼顾包装规格和组合

包装的标准化,要与物流过程装备相匹配,满足机械化、自动化操作要求。在现代智能化物流环境里,以运输和集合包装为基础,实施物流作业活动机械化、自动化,即提升了物流过程装卸运输效率,更重要的是促进了运输作业向集约型方向发展。

3 物流智能化背景下的供应链包装系统分析

针对物流智能化发展趋势带来的对供应链物流包装一系列新要求,研发实践表明只从包装技术本身寻找办法不能应对这样的挑战,必须借助于多学科技术集成,从系统角度寻找有效达成这些目标要求的整体解决方案。包装本身在服务于流通经济过程中具有明显的依附性和交叉性,它贯穿于原材料供应、产品制造环节,以及商品仓储流通的整个过程,参与物流过程的所有活动。由此可知,供应链包装系统的合理性和科学性不仅在于包装本身

设计制造这一个方面,更多表现在整个供应链物流过程效率的提升。

物流智能化是建立在物联网技术快速发展的基础上,借助于包装设计技术和物流过程信息技术,提高了供应链物流的运作效率和管理水平,开拓了制造业、物流业的利润增长点 and 空间。无论是制造业企业,还是商贸流通企业,面对日益激烈的全球化竞争,降低供应链物流成本是企业利润重要的增长点。现代供应链物流管理以信息技术为核心,智能化、环境可持续发展为目标,供应链包装系统集成包装设计制造、物联网、材料科学、供应链管理等多学科技术,包装系统整体解决方案是否合理、科学直接影响着供应链物流活动的运营效率。综合供应链包装在物流智能化环境中的效能,以及实现这些效能所采取的技术实现手段,供应链包装系统相关的关键技术可以归纳为表 1 描述的五维系统^[15]。

表 1 供应链物流包装效能和包装关键技术
Tab.1 Functions of logistics packaging and technical solution

维度	供应链物流包装效能	供应链包装的关键技术
1	防止货物在物流渠道中损失和产品、环境的保护	防护包装技术(包括力学、物理、生化和辅助包装防护技术)
2	提高货物在物流渠道中的操作效率, 兼顾销售促进	包装设计技术(包装结构形式、及其组合包装的科学合理)
3	商品和物流过程信息的准确快速采集、传递和监控	物联网技术 (包括RFID技术、条码技术等)、电子商务技术
4	包装材料、器具的选用、处理全过程的环保和循环经济	绿色包装材料技术(LCA生态设计方法)
5	协调应用先进技术、减少供应链物流包装系统总费用	供应链管理技术、与物流相配套的包装技术标准与法规

借助于包装在供应链物流过程功能分析,结合物流过程智能化带来的对供应链包装的新要求,以及包括多学科组成的现代物流包装关键技术集成,协调使用各种技术手段,实现供应链物流的智能化发展目标。在实际的供应链包装设计,针对所包装产品的特性、销售形式以及供应链物流特点等诸多方面的因素,综合评价供应链物流效率与成本平衡,以此确定相关关键技术应用的深度和广度。包装关键技术主要包括物流包装防护技术、物联网技术、绿色材料科学技术和供应链管理技术等,涉及不同专业学科,下面就供应链物流系统中包装防护技术和面向智能物流的物联网技术进行简要分述。

1) 物流包装防护技术。包装防护技术是保证产品在供应链物流环境中安全流通的关键技术条件,直接影响着现代供应链物流的合理化、有序化、低成本等目标的实现。物流环境因素是供应链物流

包装系统的重要组成部分,包装物流活动是在一定的空间和时间范围内展开的,与环境因素既相互作用又相互制约。一方面任何包装件或者货物本身在寿命期内各物流作业活动受到各种物流环境因素的单独、组合或者综合作用,如气候、机械、生化等环境因素的影响。另一方面,产品(如冷冻食品、精密仪器等)基于本身特性,对外部环境及包装物流活动提出了苛刻的要求。由此,应在供应链物流作业过程中根据物流环境条件及货物特性,采取合适的物流包装防护技术,以提高货物的安全运输保障。针对不同供应链物流系统中包装物的特点和环境影响因素,包装防护技术有:环境防护包装技术,包括防潮和防水包装技术;生物防护包装技术,包括防霉、无菌、防虫害等;化学防护包装技术,包括防锈、保鲜等;储运包装技术,包括缓冲、集合等。研究采用适当的包装防护技术方法,尽可能避免物流过程中包装物质量的变化,保护包装物安全

通过物流过程的各个环节。

2) 面向智能物流的物联网技术。现代供应链物流管理越来越向信息化、自动化、网络化和智能化方向发展, 为了实现这些目标, 供应链物流包装系统必须迎合这些趋势, 其中物联网技术在物流包装中的应用开发扮演了十分重要的角色。RFID 是物联网技术在供应链包装应用中的核心技术。通常将集成了 RFID 电子标签的芯片嵌入包装的材料中或者包装体上, 利用射频识别信号, 通过空间耦合和传输, 实现对静止或移动的待识别包装物进行自动识别、信息采集、通信和身份查验等相关互联活动。通过与供应链管理系统中生产、供应、运输、仓储、销售等各个环节的物联网智能设备进行信息通信、控制与信息处理, 实现供应链物流作业活动过程的智能化管理。物联网技术在智能物流包装中的应用一般有 2 个层面: 应用 RFID 电子标签内本身存储的信息, 用于供应链物流活动过程中的门禁、防伪等领域, 属于静态应用; 在供应链物流作业中的应用, 把物流包装上的 RFID 电子标签携带的信息与供应链物流系统上的其他信息管理系统相链接, 实现对供应链物流系统所有作业活动进行监控与管理, 属于动态应用。

4 结语

面对物流管理智能化的发展趋势, 供应链包装系统整体解决方案是否合理, 直接影响着现代物流过程的运营效率和效益。物流智能化以信息技术为核心, 集成了物联网技术、包装设计制造、材料科学和供应链管理等多个学科技术。没有科学的包装设计将包装件成组化、集装化和没有基于物联网技术的信息采集、传递和实时处理, 就没有现代的智能物流系统。

研究了面向智能化的供应链物流环境, 分析了物流智能化发展目标与供应链包装系统效能之间的相互联系, 针对供应链物流智能化发展趋势对整个供应链包装系统的新要求进行全方位的探讨, 最后就物流智能化的特点和要求, 提出了由 5 个方面关键技术组成的供应链包装系统解决方案, 并就物流智能化过程中的包装防护、物联网等关键技术作了进一步展开分析。该研究对于推动供应链物流管理向智能化发展, 为供应链包装系统设计和多学科技术的集成应用提供了理论参考和现实指导。

参考文献:

- [1] AZZI A, BATTINI D, PERSONA A, et al. Packaging Design: General Framework and Research Agenda[J]. *Packaging Technology and Science*, 2012, 25: 435—456.
- [2] GARCIA-ARCA J, PRADO-PRADO J C. ANTONIO-GARCÍA L, Logistics Improvement through Packaging Rationalization: A Practical Experience[J]. *Packaging Technology and Science*, 2006, 19: 303—308.
- [3] GARCIA-ARCA J, PRADO-PRADO J C. Packaging Design Model from a Supply Chain Approach[J]. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2008, 13(5): 375—380.
- [4] HELLSTRÖM D, SAGHIR M. Packaging and Logistics Interactions in Retail Supply Chains[J]. *Packaging Technology and Science*, 2007, 20(3):197—216.
- [5] 季峰民, 刘俊杰. 物流对包装功能要求的分析[J]. *包装工程*, 2006, 27(2): 218—219.
JI Feng-min, LIU Jun-jie. Analysis and Study on Logistics Requirements of Packaging Function[J]. *Packaging Engineering*, 2006, 27(2): 218—219.
- [6] 金国斌. 论现代物流包装的作业及推动其发展的因素[J]. *浙江科技学院学报*, 2010, 22(6): 501—506.
JIN Guo-bin. Effects of Modern Logistics Packaging and Driving Factors to Packaging Innovation[J]. *Journal of Zhejiang University of Science and Technology*, 2010, 22(6): 501—506.
- [7] 张军, 梅仲豪. 基于物联网技术的物流包装及其应用研究[J]. *包装工程*, 2014, 35(17): 135—139.
ZHANG Jun, MEI Zhong-hao. Logistics Packaging and Application Based on the Internet of Things Technology[J]. *Packaging Engineering*, 2014, 35(17): 135—139.
- [8] 程元栋. 物流包装合理性评价指标体系的构建[J]. *辽宁工程技术大学学报(社会科学版)*, 2014, 16(1): 18—21.
CHENG Yuan-dong. Construction of Evaluation Index System for the Rationality of Logistics Packaging[J]. *Journal of Liaoning Technical University(Social Science Edition)*, 2014, 16(1):18—21.
- [9] 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—20.
YANG Hao, ZHENG Shu-rong. On Intelligent Logis-

- tics from Technical Perspective[J]. Science and Technology Management Research, 2012, 32(17): 18—20.
- [10] 李蔚田, 神会存. 智能物流[M]. 北京: 北京大学出版社, 2013.
- LI Wei-tian, SHEN Hui-cun. Intelligent Logistics[M]. Beijing: Beijing University Press, 2013.
- [11] 倪卫涛. 面向智能物流环境的运输包装系统研究[J]. 包装工程, 2014, 35(23): 33—36.
- NI Wei-tao. Transport Packaging System Oriented to Intelligent Logistics Environment[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(23):33—36.
- [12] 胡卉. 智能物流条件下多业务实体的组合优化与协调问题研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2008.
- HU Hui. Study on Combined Optimization and Coordination Problem of Entities under Intelligent Logistics Condition[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2008.
- [13] 陈海燕, 常连玉. 物流包装发展探析[J]. 交通企业管理, 2009(1): 56—57.
- CHEN Hai-yan, CHANG Lian-yu. Logistics Packaging Development Analysis[J]. Transportation Enterprise Management, 2009(1): 56—57.
- [14] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2012.
- PENG Guo-xun. Logistics Packaging Design[M]. Beijing: Graphic Communications Press, 2012.
- [15] 金国斌. 中国物流包装中存在的问题与发展策略探讨[J]. 包装学报, 2011, 3(2): 1—6.
- JIN Guo-bin. Research on Existing Problems and Developing Tactics for Logistic Packaging[J]. Packaging Journal, 2011, 3(2): 1—6.