

包装创新设计中的智能技术专利数据可视化分析

黎映川¹, 蓝雯琳², 付玉龙¹, 王伶俐³

(1.兰州理工大学, 兰州 730020; 2.西北民族大学, 兰州 730020; 3.武汉设计工程学院, 武汉 430000)

摘要: **目的** 根据专利数据图谱, 探究包装创新设计中智能包装研究的演进路径及前沿热点可视化分析, 旨在讨论智能技术与创新设计方法的关系, 思考包装设计的创新因素, 为拓展包装功能提供依据。**方法** 基于包装中智能技术的普遍应用, 以德温特专利数据库(DII)收录的智能包装相关专利为数据源, 借助Citespace, 利用定量分析和定性分析方法研究有关智能包装的重要专利与文献, 分析多个阶段的热点课题与最新潮流, 并通过突发词检测验证前沿热点分析结果的准确性。**结论** 通过可视化的方法更加直观地分析包装创新设计中的智能包装技术, 得出该领域分析的热点为RFID(射频识别技术)、智能媒体和转发器等领域, 智能包装技术的广泛应用引导着未来包装行业发展的方向, 势必催生包装的创新设计方法。

关键词: 智能技术; Citespace; 德温特数据库; 包装创新设计

中图分类号: TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)02-0057-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.02.009

Visualization Analysis of Intelligent Technology of Patent Data in Innovative Packaging Design

LI Ying-chuan¹, LAN Wen-lin², FU Yu-long¹, WANG Ling-yu³

(1.Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730020, China; 2.Northwest Minzu University, Lanzhou 730020, China;
3.Wuhan Institute of Design and Sciences, Wuhan 430000, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the evolution path and frontier hot spot visualization analysis of intelligent packaging research in innovative packaging design according to the patent data map, in order to discuss the relationship between intelligent technology and innovative design methods, think about the innovative factors of packaging design, and provide the basis for expanding the packaging function. Based on the universal application of intelligent technology in packaging and with the patents related to intelligent packaging included in the Derwent patent database (DII) as the data source, the important patents and literature related to intelligent packaging were studied with Citespace through quantitative analysis and qualitative analysis methods, the hot topics and latest trends in multiple stages were analyzed, and the accuracy of frontier hot spot analysis results was verified by burst word detection. Through the visualization method, the intelligent packaging technology in the innovative packaging design is analyzed more intuitively and the hot spots in this field are RFID (radio frequency identification technology), intelligent media and transponders. The wide application of intelligent packaging technology guides the development direction of the packaging industry in the future, which is bound to accelerate the innovative design methods of packaging.

KEY WORDS: intelligent technology; Citespace; Derwent database; innovative packaging design

收稿日期: 2020-09-28

基金项目: 谢友柏设计科学研究基金(XYB-DS-202001)

作者简介: 黎映川(1983—), 男, 甘肃人, 硕士, 兰州理工大学讲师, 主要研究方向为设计形态学、创新设计、数字媒体设计。

通信作者: 王伶俐(1984—), 女, 浙江人, 博士, 武汉设计工程学院副教授, 主要研究方向为设计形态学、创新设计、设计美学。

包装创新设计,顾名思义,即基于产品多样性开发,依靠相应的设计创新思想,进而完成更加理想的产品包装设计。在包装设计中整合丰富的电气、电子、机械、和化学性能等功能,使其在功能和外观设计上具备信息化和交互性,给包装赋予更多特殊性能,满足消费者和用户对商品的特殊要求,以及解决在特殊环境条件下的产品包装问题。目前,包装创新设计中的智能包装在多个方面都有所运用,如食品药品、生活用品等,并且在仓储及运输等多个领域,着手构建了较为理想的质量信息记录机制,同时也有较为重要的柔性、环保与低成本等显著优点^[1]。

1 数据来源和研究方法

1.1 数据来源

德温特专利数据库与科学信息研究所 (ISI) 等携手上线了以网站为基础的重要数据库,其中整合了专利与引文等多个部分,实际收录了四十多个机构的两千多万条发明数据,其提供的相应专利与科技情报,在实践中都有极为理想的权威性^[2]。德温特分类系统包含了二十个学科领域,以手工代码为专利数据库的特色,被分为二十一个大类^[3]。然而该分类号只用于表述专利特定的大类,无法有效表述与专利关联的相应技术课题。它可以查找某领域新颖性的专利及专利引用信息等内容。因此在分析中,以德温特专利数据库为数据来源,可保证数据的可靠性。

基于实际功能分析智能包装,可将其划分成信息、材料与结构型三大类别^[4]。技术层面包括射频防伪识别、食品安全溯源、指示器、传感器、追踪设备(如 RFID 和 NFC 等)。根据包装行业对智能包装领域的分类,综合关键词检索获取的数据,以 TI 为检索表达式;共检索到 10 500 条数据,记录过程中设定“全记录”,题录之中涵盖相应的标题、摘要等基础数据。检索时间是 2020 年 7 月 2 日,时间设置为 2010 年到 2020 年,最后将数据导入 Citespace 进行归纳性的计量与统计分析。智能包装设计研究检索流程图 1。

1.2 研究方法

将社会网络分析、引文分析、共被引分析、词频分析等作为本研究的主要方法。基于文献的引用、耦合等维度开展分析,进一步描绘有关智能包装的相应知识图谱。依靠被引数据研究与课题相关的学者和方向等问题,从而更加直观地表述重要学者间的联系;依靠共词分析法建立关于智能包装的重要图谱,进而更加全面地展现知识结构与热点分布等信息;依靠引文的方式分析探索智能包装的前沿与最新潮流。基于 Citespace,学者可依靠对最新专利信息的分析确定最为重要的专利,了解目前社会中最新的技术,研究有关课题的最新动态和潮流。本研究的目的是基于

流程	流程内容
检索词	主题“Smart Packaging*” OR “Intelligent Packaging*” OR “Smart Label*” OR “Intelligent Traceability*” OR “RFID*” OR “Communication Packaging*”
文献类型	专利信息数据
来源类型	Derwent World Patents Index (世界专利) Patent Citation Index (专利索引)
搜索时间年限	2010 年到 2020 年
专利来源分类	Chemical Section (化学科) Electrical and Electronic Section (电气和电子科) Engineering Section (工程科)
检索	检索得到智能保鲜包装设计研究相关专利,共 10 500 篇

图 1 智能包装设计研究检索流程
Fig.1 Retrieval process of intelligent packaging design research

Citespace 实现对专利数据的动态研究。

2 智能包装技术总体概况

2.1 智能包装相关专利申请年度分析

分析数据库可知,1971 年到 2020 年全球智能包装技术专利量和申请人数在全球范围内持续增长。2003 年和 2008 年有小幅减少,导致该变化的实际原因或许是 2003 年的经济下滑,以及 2008 年的金融危机;2011 年后专利规模及申请规模都有较为快速的提升,其中 2016 年涨幅达到巅峰;2020 年受到疫情的影响,虽然截至到统计时的数据还不太可观,但是依照总体发展趋势,新环境下专利规模与申请规模会有较为快速的提升,有益于增加后续的研发投入,进一步助力整个产业发展到更加理想的状态。1971 年到 2020 年智能包装技术专利年申请量变化趋势见图 2。

2.2 地域分布

基于专利实际的区域分布信息,可从宏观的视角来认知各个国家的研发水平。世界范围内相关的专利产品聚集在五大国家,其中美国与日本的发展成果较为突出。美国在智能包装上有更加理想的分析深度,实际掌握的专利规模达到了 5 670 项,位列全球第一;拥有标签,即 RFID 相关专利 4 286 项、指示器相关专利 1 384 项,均为世界第一。2012 年以来,中国相关的专利申请明显上涨,整体增速超过日本,尽管中国在智能包装领域的基础较为薄弱,而日本在 RFID 和可追溯性包装方面实力较为突出,但是经过近十年的发展,中国智能包装的发展水平提升很快^[5]。中国在指示器、传感器和追踪设备(如 RFID 和 NFC 等)

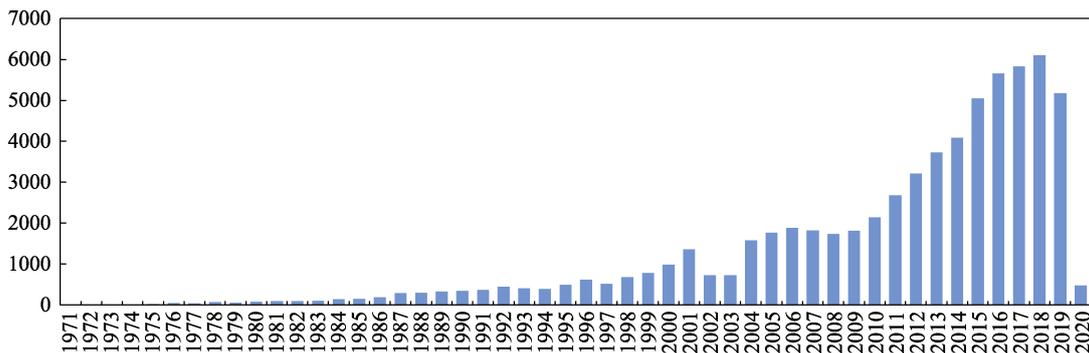


图 2 1971 年到 2020 年智能包装技术专利年申请量变化趋势
Fig.2 Trend of patent application of intelligent packaging technology from 1971 to 2020

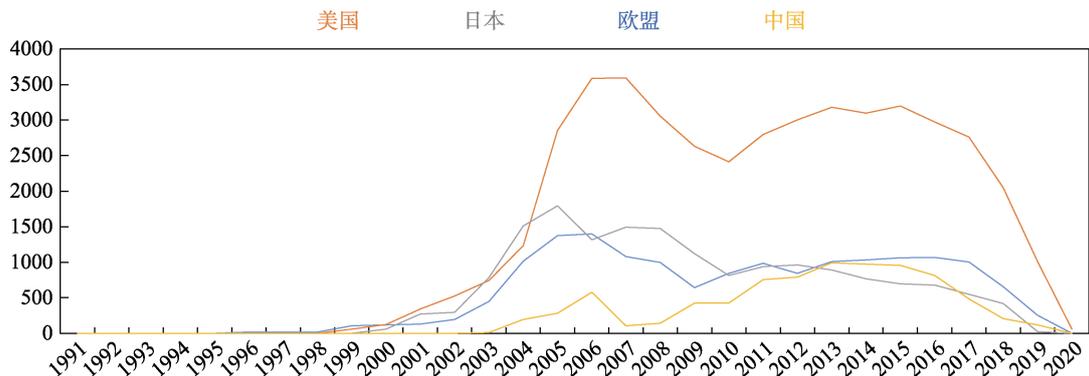


图 3 1991 年到 2020 年部分各国专利申请数
Fig.3 Number of patent applications in some countries from 1991 to 2020



图 4 专利权人知识图谱
Fig.4 Knowledge map of patentee

等重点技术实际的发展水平上都有显著偏差，在多个领域的实际发展策略上都有一定区别。尽管当前 RFID 的方案依旧有显著的落后问题，但是依靠大数据技术的快速发展与突破，依靠该技术具备的显著优点，让我国行业内的公司与研究机构，在 RFID 上有较为理想的发展效果，可大幅增强智能包装产业与产品上的显著优势。1991 年到 2020 年部分各国专利申

请数见图 3。

2.3 专利权人分析

拥有的专利数量在一定程度上能反映专利权人的研发实力及相对区域内的科研竞争力。专利权人知识图谱见图 4，智能包装相关专利申请量排世界前十位的企业（高校）见表 1。由表 1 可知，美国、日本

表 2 标记频次前十位的智能包装关键技术
Tab.2 Key technologies of intelligent packaging with top 10 marking frequency

DMC (字段)	FREQ (频率)	YEAR (年份)	TITLE (内容标题)
T04-K03B	3111	2011	RFID/应答器
T04-K02B	1745	2012	智能媒体
B04-A10	676	2008	植物提取物:生物碱等
T04-K01B	597	2011	智能媒体
B04-A10	597	2008	植物提取物、聚合物
D03-K08	592	2011	食品运输包装设备
D03-P	572	2011	食品和处理
W01-A06C4	510	2011	电话和数据传输系统
D03-A04	451	2011	蔬菜、水果或蘑菇保存

对应领域为 RFID/transponder^[10],也就是 RFID。RFID 作为非接触式的重要识别技术,无需人工操作,就能适应各种复杂恶劣的环境,得到物品关联数据的辨识支持。该技术作为非常重要的由电子标签、读写与系统等多个部分整合完成的新产品,其实际运行原理就是运用读写器来扫描 RFID 实际释放的基本频率,从而确保可以较为便捷地完成信息的录入与输出等操作,后续再将信息传达至该系统,通过程序完成商品数据的统计^[11]。通过分析可发现, T04-K03B 是当前智能包装关联最多的技术。排序第二的是 T04-K02B,实际标记数为 1 745 次,对应领域即智能媒体,如集成电路存储器的卡等。排名第三的手工代码是 B04-A10,通过资料得出该部分实际标记数据是 676 次,查阅相关资料得出该部分对应的领域是植物提取物:生物碱等(Plant Extracts General and Other),即药物组合,这也是智能包装常涉及的领域。

3.2 智能包装专利研究领域的热点分布

通过查询 Citespace 中的词语,能有效查询并识别特定阶段中强度相对偏高的代码。利用该词语可较为高效地分析与查询专利数据,发现虽然手工代码的产生时间或许为相对较早的时间段,但是伴随时间的不断延长,在特定时期,其实际标记成参考频率会骤然出现明显提升。通过这一功能能够发现 Burst 代码的实际强度。引用频率最高的前二十五个学科类别见图 6,按强度排列的前二十五位代码内容见表 3。其中 T04-K03B (RFID/transponder) 的 Citation Burst 强度最高,为 44.430 5,其在 2010 年到 2016 年产生了较大规模的标记,即这一时间段内该词语成为了智能包装专利关键的分析课题。基于课题相关的翻译资料即可发现,其作为 RFID 非常关键的技术,排名前五的手工代码都是智能包装专利热点技术。然而从图 6 又可以看出,通常情况下针对智能包装专利问题的分析,其实际起始时间相对偏早,但也有一些课题的

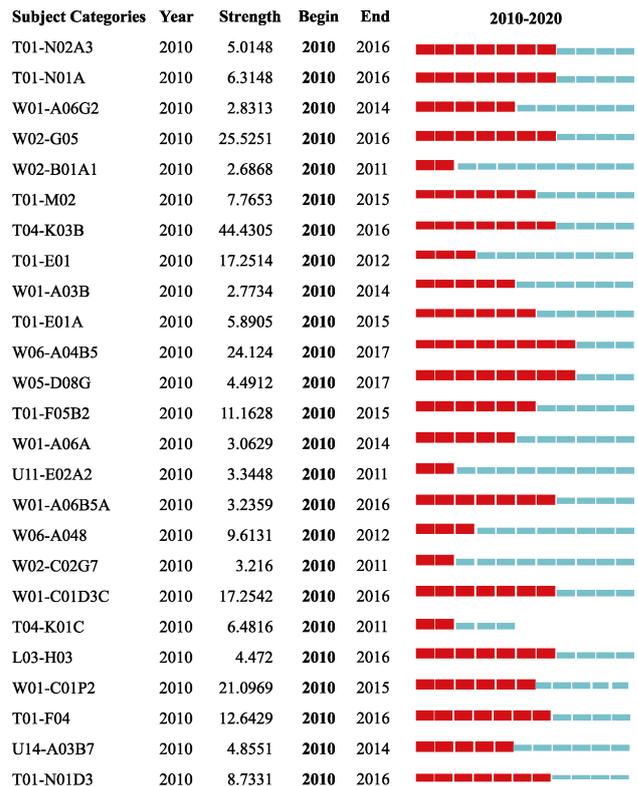


图 6 引用频率最高的前二十五位学科类别
Fig.6 Top 25 subject categories with the strongest citation bursts

持续时间相对较小,如 W02-B01A1 (With core e.g. ferrite rod)、U11-E02A2 (Package assembly, attaching covers, joining dissimilar materials) 和 W02-C02G7 (For smart card data transfer) 等,持续时间都是一年。

4 智能包装领域专利研究前沿的演变路径

基于已开展的相关研究活动,可较为深入地认知智能包装近十年的研究前沿和新兴产业研究领域的变化^[12]。依靠前文实际产生的新代码,进一步确认智能包装课题的最新分析课题,明确其中具体的演变轨迹^[13]。Timezone 图谱排名前十的手工代码作为该图谱的相应解释,可以看出 T04-K03B 的频率高达 3 111 次,对应的是 RFID 领域,而且研究持续时间很长,热度也很大。其次为 T04-K02B,对应智能媒体领域,如集成电路存储器的卡等,它在智能包装中也占主要部分。接着是 W06-A04B,对应货物/货物领域,它也是智能包装领域中必不可少的部分。其中 RFID 在追踪设备技术方面处于比较主流的地位,其专利数目占所有追踪设备技术的 65%。目前此项技术在我国药品和食品的监管和控制力度中应用较为广泛,有效地推动了 RFID 电子标签在我国的实际应用^[14]。德温特手工代码 Timezone 图谱见图 7, Timezone 图谱排名前十的手工代码见表 4。

表3 按强度排列的前二十五位代码内容
Tab.3 Top 25 code content ordered by intensity

SUBJECT (代码)	STRENGTH (强度)	TITLE (内容标题)	SUBJECT (代码)	STRENGTH (强度)	TITLE (内容标题)
T04-K03B	44.430 50	RFID/应答器	T01-E01A	5.890 50	排序、选择、合并或比较数据 T01-E01A 排序
W02-G05	25.525 10	转发器、响应器	T01-N02A3	5.014 80	硬件
W06-A04B5	24.124 00	货物/货物	U14-A03B7	4.855 10	具有可调阈值 MOS 晶体管的存储器
W01-C01P2	21.096 90	个人数字助理	W05-D08G	4.491 20	使用应答器
W01-C01D3C	17.254 20	便携式、手持式	LO3-H03	4.472 00	电气通信技术[一般]
T01-E01	17.251 40	排序、选择、合并或比较数据	U11-E02A2	3.344 48	不同材料连接包装组装
T01-F04	12.642 90	子程序执行	W01-A06B5A	3.235 90	小规模 (LAN)
T01-F05B2	11.162 80	配置中	W02-C02G7	3.216 00	用于智能卡数据传输
W06-A04B	9.613 10	二次雷达系统	W01-A06A	3.062 50	测试与监控
T01-N01D3	8.733 10	从远程站点或服务器	W01-A06G2	2.831 30	存储和正向切换
T01-M02	7.765 30	计算机/处理架构码 T01-M02 标题多处理器系统	W01-A03B	2.773 40	分组传输
T04-K01C	6.481 60	智能媒体, 例如带有集成电路存储器等的卡 T04-K01 卡与 T04-K01C 天线	W02-B01A1	2.686 80	铁氧体棒
T01-N01A	6.314 80	金融/商业数字计算机 T01-N 互联网和信息传输 T01-N01 应用			

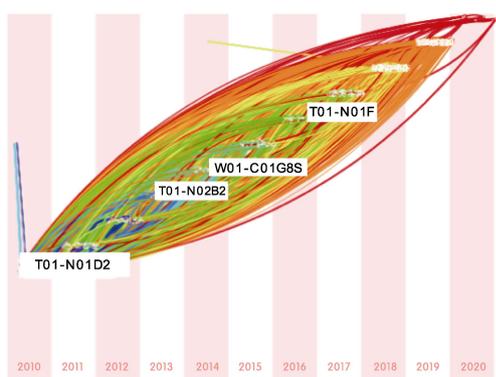


图7 德温特手工代码 Timezone 图谱
Fig.7 Timezone Atlas of Derwent's manual code

表4 Timezone 图谱排名前十的手工代码
Tab.4 Top 10 manual codes of Timezone Atlas

DMC (字段)	FREQ (频率)	TITLE (内容标题)
T04-K03B	3 111	RFID/应答器
T04-K02B	1 745	智能媒体, 类似于相关的存储卡等
W06-A04B	1 530	货物/货物
T04-K01C	898	智能媒体
T04-K01B	676	总体结构细节
T04-A03B	595	使用光(包括红外线、紫外线)
T01-S03	592	生成的软件产品
W01-C01D3C	572	便携式、手持式
W01-A06C4	510	无线电连接
T01-N01D3	451	从远程站点或服务器

5 结语

通过专利相关数据的计量分析,发现包装设计中关于智能包装的重要分析课题聚集于 RFID、智能媒体及转发器等方面。其中, RFID 领域一直是国内外研究领域的热门,持续时间较长。在德温特专利数据库中,单独增加了“RFID”检索词。RFID 作为和该课题密切相关的项目,在关联关键词中也有很高的占比,当在检索标签中追加相应的 RFID 标签再度检索时,实际检索获得的项目即可从 1 947 项提升到 10 550 项。其核心原因为, RFID 不仅结合了智能包装,而且 RFID 的相关技术还应用于软件产品、集成电路、植物提取等领域,甚至在食品运输包装设备及仓储物流管理、政府监督医药管理、医疗管理等领域的应用范围分布也极为广泛^[15],应用场景远远超越了包装行业的研发范畴。

今天,包装设计朝着标准化、网络化、交互化的方向发展。传统的包装设计方法效率低、成本高。将智能包装技术引入产品的包装创新设计中,旨在解决传统包装向智能化包装转型所遇到的一些问题,让包装行业,从前向、后向、旁侧找到新技术并应用于实践中。而且智能化包装不仅只具备这些技术与应用方式,还需要我国在未来的发展过程中,加强最新领域人才的培养工作,进一步强化各个学科的交错地带,进一步深化关于行业规则的拟定等任务。在后续的分析中,基于大数据最新技术成果衍生为新的智能包装

方案,进而从生产到销售为商品提供更完整的技术保障,基于新技术层面下的包装创新设计思维也将深刻地改变着包装设计的思维。

未来,伴随中国经济体系较为快速的发展,智能包装领域的专利申请也将越来越多、越来越全面。具备科技含量和智能应用的产品包装潜力巨大,相对应的包装创新设计必然可以对未来的经济建设与产业成长提供极大的支持,使智能化的包装激发产品的潜在价值。

参考文献:

- [1] 柯胜海, 庞传远. 材料智能型包装的分类及设计应用[J]. 包装工程, 2018, 39(21): 15-19.
KE Sheng-hai, PANG Chuan-yuan. Classification and Design Application of Intelligent Packaging of Materials[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(21): 15-19.
- [2] 孙媛媛. 食品新鲜度指示型智能包装的研究与应用[J]. 包装学报, 2012(3): 16-20.
SUN Yuan-yuan. Research and Application of Indicative Intelligent Packaging for Food Freshness[J]. Journal of Packaging, 2012(3): 16-20.
- [3] ZHOU Hao-yu, LI Si-ying, CHEN Su-jie. Enabling Low Cost Flexible Smart Packaging System with Internet-of-things Connectivity via Flexible Hybrid Integration of Silicon RFID Chip and Printed Polymer Sensors[J]. Ieee Sensors Journal, 2020, 20(9): 5004- 5011.
- [4] 王春, 杨志萍, 方曙. 利用德温特分析家软件开展专利情报研究[J]. 现代情报, 2005(12): 14-17.
WANG Chun, YANG Zhi-ping, FANG Shu. Using Derwent Analyst Software to Carry Out Patent Information Research[J]. Modern Intelligence, 2005(12): 14-17.
- [5] 张振刚, 黄洁明, 陈一华. 基于专利计量的人工智能技术前沿识别及趋势分析[J]. 科技管理研究, 2018, 38(5): 36-42.
ZHANG Zhen-gang, HUANG Jie-ming, CHEN Yi-hua. Identification and Trend Analysis of Artificial Intelligence Technology Frontier Based on Patent Measurement[J]. Research on Science and Technology Management, 2018, 38(5): 36-42.
- [6] CHEN C. Citespace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature[J]. Journal of The American Society for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [7] 王旭东. 基于德温特手工代码的专利技术挖掘研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2017.
WANG Xu-dong. Patent Technology Mining Based on Derwent's Manual Code[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2017.
- [8] 闾家梁. 基于专利分析的中国智能手机企业技术创新能力研究[J]. 中国集体经济, 2020(14): 153-154.
CHUANG Jia-liang. Technological Innovation Capability of Chinese Smartphone Enterprises Based on Patent Analysis[J]. China's Collective Economy, 2020(14): 153-154.
- [9] 王艳娟, 王桂英, 王艺萌. 食品类智能包装技术研究进展[J]. 包装工程, 2018, 39(11): 6-12.
WANG Yan-juan, WANG Gui-ying, WANG Yi-meng. Research Progress of Food Intelligent Packaging Technology[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(11): 6-12.
- [10] 谢勇, 刘林, 王凯丽, 等. 包装用智能标签的应用及研究进展[J]. 包装工程, 2017, 38(19): 121-127.
XIE Yong, LIU Lin, WANG Kai-li, et al. Application and Research Progress of the Intelligent Label for Packaging[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(19): 121-127.
- [11] WU Dan, ZHANG Min, CHEN Hui-zhi. Freshness Monitoring Technology of Fish Products in Intelligent Packaging[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2020(3): 1-14.
- [12] RENATA D, ROBERT P. New Perspectives in Active and Intelligent Food Packaging[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2019, 43(11): 1-4.
- [13] LIU Dan-fei, YANG Ling, SHANG Mi. Research Progress of Packaging Indicating Materials for Real-time Monitoring of Food Quality[J]. Materials Express, 2019, 9(5): 377-396.
- [14] 波特, 坎宁安. 技术挖掘与专利分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
PORTER A L, CUNNINGHAM S W. Technology Mining and Patent Analysis[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2012.
- [15] 陈克复, 陈广学. 智能包装: 发展现状、关键技术及应用前景[J]. 包装学报, 2019, 11(1): 1-17.
CHEN Ke-fu, CHEN Guang-xue. Intelligent Packaging: Development Status, Key Technology and Application Prospect[J]. Journal of Packaging, 2019, 11(1): 1-17.