

交互式智能包装在生鲜类食品中的应用研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2020.04.008

李昭 闫蕊
孙建明 廖亮

河南科技大学
艺术与设计学院
河南 洛阳 471023

摘要:交互式智能包装可根据交互对象的不同分为“人-物”交互和“物-物”交互,相较于传统生鲜类食品包装,智能包装在显示产品新鲜度、追溯产品信息、提供防伪功能、提高物流效率、延长产品保鲜期等方面具有明显的优势,交互式智能包装更加注重包装的智能交互功能,使包装由二维向多维发展、由静态向动态转变,注重消费者体验感和更优的功能性。随着人们生活品质的提高,生鲜类食品交互式包装未来将有更广阔的发展空间。

关键词:交互;智能包装;生鲜类食品;新鲜度

中图分类号: TS206 **文献标志码:** A

文章编号: 1674-7100(2020)04-0057-08

引文格式: 李昭,闫蕊,孙建明,等.交互式智能包装在生鲜类食品中的应用研究[J].包装学报,2020,12(4):57-64.

0 引言

生鲜类食品与其他种类的食品相比,具有鲜明的地域性、季节性以及新鲜性,这些特性对产品的销量、价格、口碑,甚至对消费者的身心健康都有较大的影响。生鲜类食品的新鲜性,即其“新鲜度”将直接影响生鲜类食品的口感、营养价值等,一些失鲜的生鲜类食品被消费者误食后将有损消费者的身心健康,严重影响消费者权益^[1]。消费者在选购生鲜类食品时,大多只能依靠感官及经验判断产品的新鲜度,缺乏有效的科学依据。传统生鲜类食品包装所携带的信息十分有限,多为产品的生产日期及保质期等文字信息,往往只注重容装性及产品信息的二维表达。由于生鲜类产品的特殊性,其更易因外界环境而突发变质,因此,在产品种类增加、产品销售地域性扩展、产品等级细分等发展趋势下,传统生鲜类食品包装已不能满足生鲜类食品的流通需求^[2]。以包装上的产品信息

表达为例,传统生鲜类食品包装在向消费者表达产品信息的过程具有明显的局限性:1)信息表达主要依靠文字与装潢设计,表达方式上注重逻辑性思维;2)承载信息复杂、易识别性差且不具有时效性;3)一般不具备防伪功能;4)不能有效对包装产品进行品质评价。

随着包装技术的不断发展,智能包装的应用迅速崛起,新的包装理念正不断引入生鲜类食品包装。智能包装的种类丰富、功能多样,是多学科交叉应用下的产物^[3-5],而交互式智能包装则能够通过人-物、物-物以及人-物-物的多种交互形式,实现产品的新鲜度指示、信息追溯等功能,并达到智能化、互动性传递产品信息和提高物流效率的目的。本研究对具有交互特性的智能包装在生鲜类食品中的应用进行研究,明确交互式智能包装的定义,分析交互式智能包装在生鲜类食品包装中的应用方式及意义,以期交互式智能包装在生鲜类食品中的推广应用

收稿日期: 2020-03-12

基金项目: 河南省哲学社会科学规划项目(2018BYS005);洛阳市社会科学规划基金资助项目(2018B322),河南科技大学大学生研究训练计划项目(2018173)

作者简介: 李昭(1987-),男,河南郑州人,河南科技大学讲师,硕士,主要研究方向为包装系统设计,
E-mail: lzwhale@163.com

提供理论参考。

1 交互式智能包装

1.1 基本概念

智能包装一般指能够“控制”“识别”与“判断”环境因素的包装系统，具有可识别或指示包装空间内待测参数、跟踪记录产品信息等智慧功能。此外，智能包装还承担着产品的信息追溯、延长产品保鲜期等重任^[6-8]。交互式智能包装是指符合智能包装特征的、具有交互功能的包装。“交互”最初是指人与计算机界面的信息传递互动，后来随着信息技术的飞速发展，其演变成了一个跨学科的名词，应用在各个领域之中，特指两个主体之间的交流沟通^[9-10]。一般意义上的交互式包装是指那种人与产品之间具有互动行为的包装，其能够给人提供愉悦的、符合逻辑的、高效的使用体验^[11-13]，其表现形式多为二维的，依靠图片、文字、结构等基础对象进行表现。而交互式智能包装则以互联网技术、新材料技术、虚拟现实技术等为表现载体，由于其表现形式为多维的，因而用户的体验感也达到新的高度^[14]。针对生鲜类食品的特性，交互式智能包装在生鲜类食品中的应用主要表现在显示产品新鲜度、追溯产品信息、追踪记录产品供应链环节、延长产品保鲜期等方面^[15]。

1.2 主要分类

交互式智能包装种类繁多，不同的包装其交互对象、交互方式与交互内容都不相同。包装流通中的交互对象主要包括消费者、产品、环境、供应链4个方面，交互式智能包装可通过不同的技术方案实现交互对象之间的智能交互，如图1所示。



图1 交互式智能包装交互对象
Fig. 1 Interactive object of interactive intelligent packaging

本研究中根据交互对象的不同将交互式智能包

装分为人-物交互与物-物交互两大类，其中物-物交互又可分为包装与供应链交互、包装与产品交互两类，如图2所示。目前，在生鲜类食品普遍依靠感官经验进行品质评价的大环境下，交互式智能包装的应用可以使消费者更加简单、准确地获得产品信息和判断产品价值，能够最大程度地保证消费者的权益，提高消费者的购物体验感。

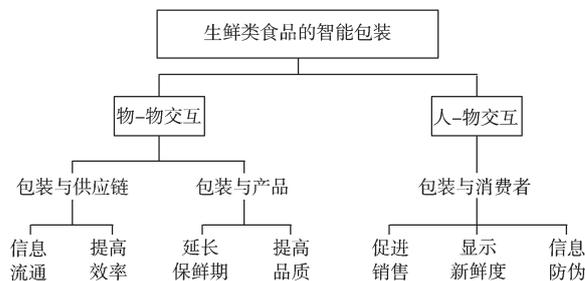


图2 交互式智能包装的分类与功能

Fig. 2 Classification and function of interactive intelligent packaging

2 基于人-物交互的智能包装

人-物交互即消费者与产品包装之间的交互，是产品包装将包括产品新鲜程度、品质等级、产地、生产日期等在内的产品信息传达给消费者的行为。包装本就是多学科融会贯通的产物，具有容纳、保护和储存产品、传递产品的功能^[16]。但随着现代生活节奏的加快，消费者在购物过程中愿意花费的时间与精力越来越有限，同时消费者对传统包装枯燥的信息表达方式也缺少足够的耐心，但对产品信息获取的全面度却越来越高^[17]。与其他非生鲜类食品倾向情感、人文类信息的表达方式相比，生鲜类食品往往追求简单、清晰的表达方式，提倡可直接观察产品的极简包装风格，使消费者能够准确、便捷地了解产品状态。

2.1 可视化体验

基于可视化体验的交互式智能包装意在将产品信息通过颜色或图形等形式，以视觉化语言传达给消费者，使其能够清晰、快速、准确地了解产品现状，如时间-温度智能标签（time-temperature indicator, TTI）、新鲜度指示型标签等，使得产品信息的可视化效果更加丰富、设计更具有创意^[18-20]。

2.1.1 TTI 标签

TTI 标签可感知和记录产品环境的变化，特殊的指示剂会根据时间与温度的变化发生不可逆反应，通过颜色或结构的变化表达产品所处环境的变化，

结合时间-温度积累效应判断产品的新鲜程度^[21-23], 几种常见类型的 TTI 标签如图 3 所示。TTI 标签具有结构简单、制造成本低、检测效率高特点, 在预测食品安全性以及显示食品剩余货架信息等方面具有显著优点, 能够引导消费者选购^[24]。

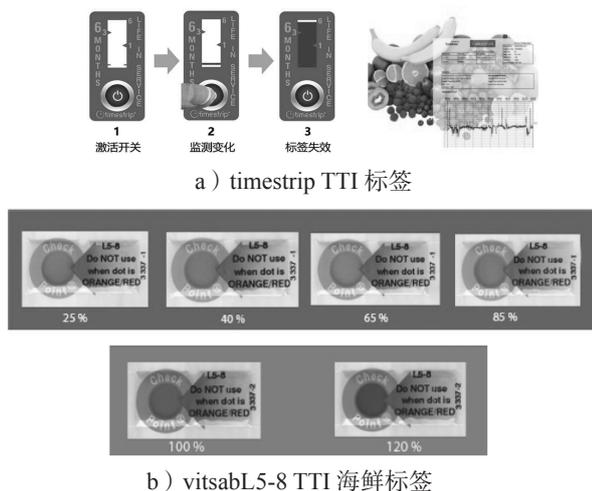


图 3 TTI 标签

Fig. 3 TTI tags

2.1.2 新鲜度指示型标签

新鲜度指示型标签是通过特定指示剂与产品在储存过程中产生的特殊气体发生反应, 从而引起指示剂的颜色发生变化, 以此显示产品的新鲜度^[25-26]。2 种类型的新鲜度指示型标签如图 4 所示。新鲜度指示型标签使包装具有传递食品品质信息的功能, 让消费者更容易辨认食品品质与货架期^[27]。



图 4(a) To-Genkyo 工作室设计的新鲜度 (时间) 指示标签

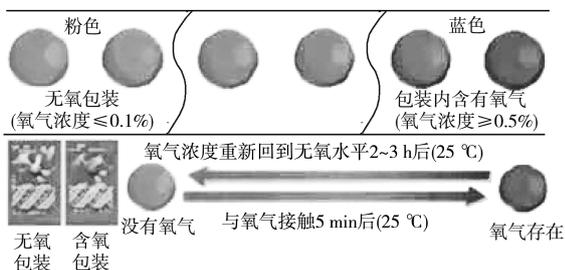


图 4(b) Mitsubishi 公司开发的新鲜度 (氧气) 指示标签

图 4 新鲜度指示型标签

Fig. 4 Freshness indicator label

2.2 信息化体验

基于信息化体验的交互式智能包装意在通过物联网技术将丰富的产品信息多维地展示给消费者, 如二维码标签、近场通信 (near field communication, NFC) 标签、增强现实 (augmented reality, AR) 技术等。

2.2.1 二维码标签

二维码标签是通过在二维平面方向规律分布的几何图形对产品的数据进行记录^[28], 利用移动终端扫描识别标签上的二维码图形, 通过互联网更加详细地查询产品信息、辨别产品真伪。二维码具有成本低、操作简单、信息存储量大等优点, 并且可以进行“一物一码”包装 (见图 5), 验证产品真伪, 同时还可以让消费者通过扫码了解门店位置、优惠信息等促销信息, 促进产品销售^[29]。



图 5(a) 二维码标签应用



图 5(b) 手机识别

图 5 “可溯源”二维码标签

Fig. 5 Traceable QR code label

2.2.2 近场通信标签

NFC 技术属于非接触式信息识别技术, 目前很多移动终端都具有 NFC 识别功能, 这为其在包装中的应用提供了条件。如图 6 所示, 消费者通过移动终端靠近产品 NFC 标签, 就可以进入线上商城获得更多商品信息, 具有操作简单、识别迅速等优点; 同时结合近场通信标签, 商家可方便、快速调整产品价格,

同步后台信息。价签的数字化可省去频繁变价消耗的人力和物力,降低运营成本,对于生鲜卖场这样需要频繁变价的商家来说,NFC标签带来的便利尤为明显。



a) NFC 标签应用



b) 终端识别

图6 NFC 标签

Fig. 6 NFC tags

2.2.3 增强现实技术

AR技术包含多媒体、场景融合等多种元素,可实现消费者与包装之间的多维互动,借助互联网可提供多元化、实时更新、生动有趣的海量信息,最大限度地展现商品的魅力,提高消费体验,实现个性化服务和精准营销等^[30-31]。由英格兰的Peter Woods设计的创新可食用印刷油墨代码,可应用于鱼、肉、水果、蔬菜等生鲜产品的包装上,如图7所示。消费者利用移动终端扫描产品代码,即可获得增强现实体验,了解产品更多的信息,如产品来源、生产信息、成分、过敏指南、如何烹饪等。



图7 AR技术在交互式智能包装中的应用

Fig. 7 Application of AR technology in interactive intelligent packaging

3 基于物-物交互的智能包装

物-物交互指的是物体与物体之间的交互行为,即包装与供应链、产品之间信息、物质的交换流通。包装作为产品与外部环境之间的唯一屏障,它不仅起到隔绝产品与外部环境之间的作用,也起到维持产品内环境氛围的作用,通过物-物交互智能包装可实现产品信息智能化管理、延长产品保鲜期等功能。

3.1 包装与供应链之间交互

3.1.1 交互特点

产品供应链一般指从产品生产到进入消费者手中这一过程中,由生产商、物流运输商、中转储存商、销售商以及最终消费者构成的整体功能网链。产品通过智能包装与供应链之间进行大量双向的信息交流,供应链需要了解产品的来源、种类、数量等基本信息,然后对产品进行分析归类,决定产品去向;产品包装则需要记录每一步流程的操作及其负责人、目标方向等信息。

智能包装的应用,使得包装与供应链之间具有了如下特点:1)可以自动识别、与记录产品相关信息;2)利用物联网技术由后方数据库进行信息整理分类;3)信息承载量大;4)信息流通范围大;5)信息记录完整、详细。详细完整的流通信息可在售后问题反馈时及时发现原因、快速明确责任,有效地防止假冒伪劣等产品进入市场,提高产品的防伪能力,维护生产商与消费者的双重利益。

3.1.2 交互方式

在生鲜类食品的供应链中,应用比较广泛的产品-供应链交互式智能包装为非接触式信息识别技术,主要实施载体为射频识别(radio frequency identification, RFID)标签与NFC标签(见图8)。二者同属非接触式信息识别技术的应用,不过性能与工作环境具有一定的区别:RFID标签可以同时针对多个目标进行信息识别,而NFC标签是点对点(point to point, P2P)识别标签,感应距离相对较短。



a) RFID 标签

b) NFC 标签

图8 交互式智能包装标签

Fig. 8 Interactive smart packaging tags

1) RFID 标签

RFID 标签应用在供应链系统中, 可实现产品与数据库的信息交流。RFID 标签的频段分为 3 种: 低频、高频与超高频, 识别距离在几米至几十米不等, 即使产品在高速运动的情况下 RFID 标签也能准确读取产品信息, 并且不受恶劣环境的影响, 能够较好适应供应链过程中复杂的流通环境。RFID 技术在交互式智能包装中的应用能够使生鲜类食品的供应链信息透明度更高、物流效率更好、企业管理成本更低。

2) NFC 标签

物流型 NFC 标签, 其工作原理与 RFID 标签相似, 但有效工作距离小于 10 cm, 且 NFC 技术仅能进行 P2P 双向信息交流, 但 NFC 标签的使用可确保供应链信息的可靠性、真实性和完整性, 能够提高生鲜类食品的防伪能力^[32]。NFC 技术引入到生鲜类食品供应链系统中, 可以帮助系统进行全程监控, 对供应链各环节参与者进行信息共享, 并提供实时查询功能, 提高供应链参与者的抗风险能力。

3.2 包装与产品之间交互

3.2.1 交互特点

包装与产品的交互是指包装本身能够通过化学、物理或生物反应对包装内部环境产生影响, 调节产品所处的包装内部环境中影响产品保鲜期的因素, 如氧气、氮气、水分等^[33-34]。生鲜类食品的保存条件要比其他食品更加严格, 通常低温保存可有效延长产品的保鲜期, 但在目前普遍使用常温物流运输的环境下, 大规模低温运输难以实现且成本较高, 即使目前较普遍采用“泡沫箱+冰袋”的方式营造低温环境, 以延长产品的保鲜期, 但其达到的效果十分有限。实际上, 生鲜类食品的保鲜期长短并不仅仅取决于所处环境的温度, 周围环境的气体成分、湿度以及微生物活动都对其保鲜期有明显的影响。

生鲜类食品在储运过程中仍然会进行复杂的生命活动, 在此过程中会不断改变包装的内部环境特征, 甚至产品本身所释放的气体还会对自身产生不利影响。另外, 产品本身所携带的微生物菌落也会因所处环境的不同而进行不同程度的活动, 造成包装内部环境的改变。基于以上原因, 能够主动、持续维持内部环境稳定的包装将具有更好的延长产品保鲜期、提高产品品质的作用, 且成本相对较低。

3.2.2 交互方式

目前已知的能够主动、持续维持包装内部环境的

包装为活性材料包装, 其种类较多, 工作原理也各不相同, 大体可以分为两类: 过滤型活性材料包装与反应型活性材料包装。

1) 过滤型活性材料包装

过滤型活性材料包装的工作原理是使用一种可选择性透过物质的包装材料, 将外界环境中适宜产品储存的气体成分放进包装内部, 或将包装内部不利于产品储存的气体成分排出包装, 使包装内部环境维持在动态平衡中, 始终处于最适宜产品储存的状态, 从而延长产品的保鲜期, 其工作原理如图 9 所示。如硅窗调剂保鲜膜, 其作用是调节包装内部 CO₂ 与 O₂ 的气体比例^[35]; 活性陶土-聚乙烯保鲜袋, 其作用是调节包装内水气比例。

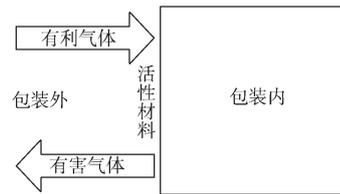


图 9 过滤型活性材料包装工作原理

Fig. 9 Working principle of active material packaging by filtering

2) 反应型活性材料包装

反应型活性材料包装的工作原理是将特殊材料涂覆在包装薄膜上, 通过涂层与包装内特定成分发生反应或涂层自行分解并释放出特定气体来调节包装内部环境, 维持包装内部环境的稳定, 达到延长产品保质期的目的, 其工作原理如图 10 所示。如日本研制的一种以磷酸钙为原料的矿物浓缩吸水纸袋即为此类包装, 包装可吸收果蔬类生鲜产品释放的乙烯与 CO₂ 气体, 维持产品新鲜度。

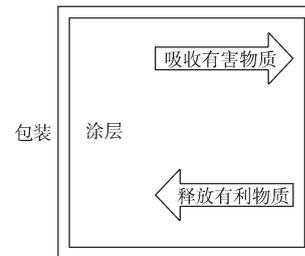


图 10 反应型活性材料包装工作原理

Fig. 10 Working principle of active material packaging by reaction

4 结语

生鲜类食品传统的销售方式具有较强的地域性

和时域性,但随着包装技术的发展、物流速度的提升以及消费者需求的增加,其地域性和时域性正在不断被打破。生鲜类食品作为一类特殊的消费产品,消费者的关注点主要集中在产地信息和新鲜度指示。因此,未来生鲜类食品包装的发展趋势主要集中在如何全面、真实、便捷地显示产品的产地信息以及直观、即时地显示产品的新鲜度,同时如何进行高效的物流管理以节省储运时间,如何改进包装设计以增加产品的保鲜期等方向。通过智能包装的引入,可有效满足生鲜类食品包装发展趋势的要求,而交互式智能包装在包装智能化的基础上更加注重交互的实现,通过信息载体、数据、物理及化学等多方面的交互行为,实现生鲜类食品包装促进销售、提高物流效率、延长产品保质期等目的,以满足消费者对产品包装多样性的需求。随着消费者购物观念的转变以及市场实际需求的不断增加,未来交互式智能包装必将迎来更加广阔的发展空间。

参考文献:

- [1] 闻卉,陶建平,曹晓刚,等.基于双边质量控制的生鲜农产品供应链决策[J].控制工程,2017,24(12):2478-2484.
WEN Hui, TAO Jianping, CAO Xiaogang, et al. Fresh Agricultural Supply Chain Decision Based on Bilateral Quality Control[J]. Control Engineering of China, 2017, 24(12): 2478-2484.
- [2] 李昭,武志云,王小芳,等.基于智能化理念的食品包装设计研究[J].包装学报,2018,10(5):25-31.
LI Zhao, WU Zhiyun, WANG Xiaofang, et al. Research on Food Packaging Design Based on Intelligent Concept[J]. Packaging Journal, 2018, 10(5): 25-31.
- [3] 廖雨瑶,陈丹青,李伟,等.智能包装研究及应用进展[J].绿色包装,2016(2):39-46.
LIAO Yuyao, CHEN Danqing, LI Wei, et al. Intelligent Packaging Research and Application Progress[J]. Green Packaging, 2016(2): 39-46.
- [4] 李杨,陈曲.智能包装技术在我国的发展及应用现状[J].印刷质量与标准化,2011(12):14-16.
LI Yang, CHEN Qu. The Development and Application of Intelligent Packaging Technology in China[J]. Printing Quality & Standardization, 2011(12): 14-16.
- [5] VANDERROOST M, RAGAERT P, DEVLIEGHERE F, et al. Intelligent Food Packaging: The Next Generation[J]. Trends in Food Science & Technology, 2014, 39(1): 47-62.
- [6] 郑秋丽,王清,高丽朴,等.蔬菜保鲜包装技术的研究进展[J].食品科学,2018,39(3):317-323.
ZHENG Qiuli, WANG Qing, GAO Lipu, et al. Progress in Packaging Technologies for Vegetables[J]. Food Science, 2018, 39(3): 317-323.
- [7] 王志伟.智能包装技术及应用[J].包装学报,2018,10(1):27-33.
WANG Zhiwei. Intelligent Packaging Technology and Its Application[J]. Packaging Journal, 2018, 10(1): 27-33.
- [8] GHAANI M, COZZOLINO C A, CASTELLI G, et al. An Overview of the Intelligent Packaging Technologies in the Food Sector[J]. Trends in Food Science & Technology, 2016, 51: 1-11.
- [9] 汤新星,孙湘明,顾晓枫.身体维度下体验性食品包装设计[J].食品与机械,2018,34(6):101-104.
TANG Xinxing, SUN Xiangming, GU Xiaofeng. Research on Experiential Food Package Design from the Perspective of Body Perception[J]. Food & Machinery, 2018, 34(6): 101-104.
- [10] 周筱菲,朱冉,崔楚悦,等.交互理念在智能农产品包装设计中的研究[J].科技创新与应用,2019(31):39-40.
ZHOU Xiaofei, ZHU Ran, CUI Chuyue, et al. Research on Interactive Concept in Intelligent Agricultural Product Packaging Design[J]. Technology Innovation and Application, 2019(31): 39-40.
- [11] 黄兰婷.基于网购用户交互体验的包装设计研究[D].杭州:浙江农林大学,2016.
HUANG Lanting. The Research of Package Design Based on the Interactive Experience of the Online Shoppers[D]. Hangzhou: Zhejiang Agricultural and Forestry University, 2016.
- [12] 张朦朦.交互式理念在包装设计中的应用研究[D].开封:河南大学,2013.
ZHANG Mengmeng. Research on the Application of Interactive Concept in Packaging Design[D]. Kaifeng: Henan University, 2013.
- [13] 王小芳.基于“人-包交互”理念的食品及药品包装研究[J].食品工业,2017,38(8):203-207.
WANG Xiaofang. Food and Drug Package Research Based on “Human-Packaging Interaction” [J]. The Food Industry, 2017, 38(8): 203-207.
- [14] 李光,韩芮.“工业4.0”视阈下智能包装装备发展趋势[J].包装学报,2018,10(1):34-41.
LI Guang, HAN Rui. Development Trend of Intelligent Packaging Equipment from the Perspective of “Industry 4.0” [J]. Packaging Journal, 2018, 10(1): 34-41.
- [15] ANETTA B, JOANNA W. Innovations in the Food

- Packaging Market-Intelligent Packaging: A Review[J]. Czech Journal of Food Sciences, 2017, 35(1): 1-6.
- [16] 羊力超. 支持远程客户交互的产品包装设计系统研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2015.
- YANG Lichao. Product Packaging Design System for Remote Client Interaction[D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2015.
- [17] POYATOS-RACIONERO E, ROS-LIS J V, VIVANCOS J, et al. Recent Advances on Intelligent Packaging as Tools to Reduce Food Waste[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 172: 3398-3409.
- [18] 周 爽. AR 前景及在包装设计中的应用[J]. 包装世界, 2018(4): 46.
- ZHOU Shuang. AR Foreground and Its Application in Packaging Design[J]. Packaging World, 2018(4): 46.
- [19] 高晓阳, 何敏丽. 食品新鲜度指示标签的研究现状及进展[J]. 绿色包装, 2018(5): 57-60.
- GAO Xiaoyang, HE Minli. Research Status and Progress of Food Freshness Indicator[J]. Green Packaging, 2018(5): 57-60.
- [20] MA Q Y, DU L, WANG L J. Tara Gum/Polyvinyl Alcohol-Based Colorimetric NH_3 Indicator Films Incorporating Curcumin for Intelligent Packaging[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2017, 244: 759-766.
- [21] 沈 力, 胥 义, 占锦川, 等. 智能化标签在食品包装中的应用及研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(5): 377-383.
- SHEN Li, XU Yi, ZHAN Jinchuan, et al. Application and Research on Intelligent Labels in the Food Packaging[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(5): 377-383.
- [22] MUSSO Y S, SALGADO P R, MAURI A N. Gelatin Based Films Capable of Modifying Its Color Against Environmental pH Changes[J]. Food Hydrocolloids, 2016, 61: 523-530.
- [23] 贾惜文, 王 浩, 曹传爱, 等. 颜色指示型智能包装监测生鲜肉新鲜度的研究进展[J/OL]. 食品工业科技. [2019-12-12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20191016.1131.010.html>.
- JIA Xiwen, WANG Hao, CAO Chuanai, et al. Research Advances in Application of Color Indicator Intelligent Packaging for Monitoring Freshness of Raw Meat[J/OL]. Science and Technology of Food Industry. [2019-12-12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20191016.1131.010.html>.
- [24] 王 麟, 张 岩, 李 菲. 酶型时间-温度指示剂在食品包装中的应用及研究进展[J]. 食品工业科技, 2019(13). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.13.054.
- WANG Lin, ZHANG Yan, LI Fei. Application and Research Progress of Enzyme Type Time Temperature Indicator in Food Packaging[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019(13). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.13.054.
- [25] 贾代涛, 卢立新, 潘 嘹, 等. 改性花青素涂覆聚丙烯新鲜度指示膜的制备与研究[J]. 功能材料, 2019, 50(6): 6211-6215.
- JIA Daitao, LU Lixin, PAN Liao, et al. Preparation and Study of Modified Roselle Anthocyanin Coated Polypropylene Freshness Indicator Film[J]. Journal of Functional Materials, 2019, 50(6): 6211-6215.
- [26] LIU J R, WANG H L, GUO M, et al. Extract from Lycium Ruthenicum Murr. Incorporating K-Carrageenan Colorimetric Film with a Wide pH-Sensing Range for Food Freshness Monitoring[J]. Food Hydrocolloids, 2019, 94: 1-10.
- [27] 李 洋, 冯 刚, 王磊明, 等. 新鲜度指示型智能包装的研究进展[J]. 现代食品科技, 2018, 34(4): 287-293.
- LI Yang, FENG Gang, WANG Leiming, et al. Review: Freshness Indicator Intelligent Packaging[J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(4): 287-293.
- [28] 唐 蕾. 二维码信息隐藏技术研究及实现[D]. 长沙: 湖南大学, 2015.
- TANG Lei. The Research and Implementation on Two-Dimensional Barcode Information Hiding[D]. Changsha: Hunan University, 2015.
- [29] 李志浩. 信息型智能包装技术及应用实践探微[J]. 中国包装工业, 2015(20): 100-101.
- LI Zhihao. Information Intelligent Packaging Technology and Its Application Practice[J]. China Packaging Industry, 2015(20): 100-101.
- [30] 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 Kefu, CHEN Guangxue. Intelligent Packaging: Development Status, Key Technologies and Application Prospects[J]. Packaging Journal, 2019, 11(1): 1-17.
- [31] 王小芳. 基于人性化设计理念的食品包装案例解读[J]. 食品与机械, 2017, 33(8): 114-117.
- WANG Xiaofang. Case Interpretation of Humanized Packaging Design for Foods[J]. Food & Machinery, 2017, 33(8): 114-117.
- [32] 张 宇, 邢 娜, 徐秋茹. 基于 NFC 技术的冷链物流智能防伪的设计[J]. 自动化技术与应用, 2017, 36(4): 42-45.

- ZHANG Yu, XING Na, XU Qiuru. Design of Cold Chain Logistics Intelligent Anti-Counter Feiting Based on NFC[J]. Techniques of Automation and Applications, 2017, 36(4): 42-45.
- [33] FANG Z X, ZHAO Y Y, WARNER R D, et al. Active and Intelligent Packaging in Meat Industry[J]. Trends in Food Science & Technology, 2017, 61: 60-71.
- [34] SOHAIL M, SUN D W, ZHU Z W. Recent Developments in Intelligent Packaging for Enhancing Food Quality and Safety[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2018, 58(15): 2650-2662.
- [35] 邵海燕, 陈杭君, 穆宏磊, 等. 生鲜食品包装材料研究进展 [J]. 中国食品学报, 2015, 15(10): 1-10.
- GAO Haiyan, CHEN Hangjun, MU Honglei, et al. Research Advances of Fresh Food Packaging Materials[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2015, 15(10): 1-10.

(责任编辑: 李玉华)

Application of Interactive Intelligent Packaging for Fresh Food

LI Zhao, YAN Rui, SUN Jianming, LIAO Liang

(School of Art and Design, Henan University of Science and Technology, Luoyang Henan 471023, China)

Abstract: Interactive intelligent packaging could be classified into “human-object” interaction and “object-object” interaction according to different types of interaction objects. Compared with the traditional packaging for fresh food, intelligent packaging had obvious advantages in displaying freshness of products, tracing product information, providing anti-counterfeiting function, improving logistics efficiency and prolonging fresh-keeping period of products, while interactive intelligent packaging paid more attention to the interactive function of packaging by making packaging development from two-dimensional to multi-dimensional, from static to dynamic, and focusing on consumer experience and better functionality. With the improvement in quality of life, interactive packaging for fresh food would have a broader development space in the future.

Keywords: interaction; intelligent packaging; fresh food; freshness