“新零售”背景下智能包装设计的发展与应用研究

胡志才
（萍乡学院 江西省高校平面设计与动漫工程技术研究中心，江西 萍乡 337055）

摘要：目的 探索“新零售”背景下智能包装设计的技术与设计方法，为智能包装在“新零售”模式的后续开发中提供设计参考。**方法** 阐述智能包装技术在线上展示、线下体验、物流实体包装设计中的应用现状，并结合智能包装设计的技术理念与设计实例，对“新零售”模式下的智能包装进行分类及应用研究。**结果** “新零售”时代的到来为智能包装的生产落地提供了有效的突破性技术，活性智能包装设计、数字智能包装设计、结构智能包装设计作为“新型零”售模式下智能包装设计的主要应用范畴，将在包装安全、包装数字可视化、智能物流系统、包装绿色环保等方面的建设中发挥积极的作用。**结论** 智能技术在包装上的应用，不仅可以保证商品包装的安全与实际品质，让消费者获得更安全便捷的消费体验及个性化的商品服务，还可以让零售商通过包装收集消费数据，准确地进行市场预测，提升运营效率。

关键词：新零售；智能包装；包装设计；设计应用
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2022)14-0221-08
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.14.026

Development and Application of Intelligent Packaging Design Under the Background of New Retail

HU Zhi-cai
(Graphic Design and Animation Engineering Center of Jiangxi, Pingxiang University, Jiangxi Pingxiang 337055, China)

ABSTRACT: The article aims to explore the technical concepts and design methods of smart packaging design under the "new retailing" model, and provide technical and design references for the subsequent development of smart packaging in the "new retailing" model. This article expounds the current application status of smart packaging technology in online display, offline experience, and physical packaging design of logistics, and combines the technical concepts and design examples of smart packaging design to classify and apply smart packaging in the "new retail" model. The arrival of the "new retail" era provides effective breakthrough technology for the production of intelligent packaging. Active intelligent packaging design, digital intelligent packaging design and structural intelligent packaging design are the main application areas of intelligent packaging design under the "new retail" mode. It plays a positive role in the construction of packaging safety, digital packaging visualization, intelligent logistics system, green packaging and other aspects. The application of intelligent technology in packaging can not only ensure the safety and actual quality of commodity packaging, which makes consumers obtain safer and convenient consumption experience and personalized goods and services, but also enable retailers to collect consumption data through packaging, accurately forecast the market and improve operation efficiency.
KEY WORDS: new retailing; intelligent packaging; packaging design; design application

随着 5G 网络、传感器、物联网、区块链等技术的应用，“新零售”时代已经到来，互联网科技的发展彻底改变了传统产品的销售方式与包装形式。在这样的时代背景下，“新零售”与智能包装的联系越来越紧密，包装将变得更加智慧且实时互联，成为“活产品”。智能包装的出现使包装不再是一次性的生产

收稿日期：2022–02–02
基金项目：江西省教育厅科学技术研究项目资助（GJJ191161）；江西省文化艺术科学规划项目（YG2020061）
作者简介：胡志才（1990—），男，硕士，讲师，主要研究方向为智能包装设计与文创产品设计。

或销售，而是能够在全生命周期内持续与消费者互动，为消费者提供前所未有的智能体验，带动产品销售从传统的静态画像转变到动态画像的智能时代。

1 新零售与智能包装

在 2015 年举办的互联网“云溪大会”会议上，“新零售”（New Retailing）的概念首次被提出，会议指出“电子商务”的概念会逐渐消失，将开始进入“新零售”时代。所谓“新零售”，就是应用先进的互联网思维和前端技术，对传统零售方式加以改良和创新[1]，即零售商依托互联网，以消费者体验为中心，通过行业大数据来驱动的泛零售形态，在更精细的场景粒度中，对线上服务、线下体验以及现代物流进行深度融合，重新进行产品包装创新并构建销售场景[2]。国务院办公厅在 2016 年 11 月 11 日即“双 11”当天发布了《关于推动实体零售创新转型的意见》（国办发〔2016〕78 号），其中明确提出了促进我国实体零售创新转型升级的指导意见和基本原则，其中着重强调了拓展智能化、促进跨界融合、网络化全渠道布局的指导方针。工信部和商务部在《关于加快我国包装产业转型发展的指导意见》中也明确提出：注重包装设计与信息技术的结合，积极应用环境感应新材料，实现包装微环境的智能调控，满足包装产业全产业链、全生命周期、全溯源链的计量测试需求[3]。这些政策的推出，将“新零售”与智能包装紧密融合在一起，为智能新业态商业环境下的包装设计提供了更多可能性。

智能包装根据材料、功能属性的不同，可分为活性智能包装、数字型智能包装、功能结构型智能包装三大类，完整的智能包装解决方案贯穿了产品包装的整个生命周期，如智能材料的选择使用、智能实现的制作技术、智能感知的系统开发、数据交互的系统建设、后台数据的系统管理等，几乎可以实现商品包装从“生产制造—物流运输—品牌零售—消费者”流通全程的数据化管理和可视化监控。智能包装技术不仅可以解决商品包装在线上展示、线下体验、物流运输过程中遇到的问题，还可以利用新材料、新技术在包装上的集成应用，对新零售场景中的“人—货—场”进行重构，让包装具有自诊断、自感识、自适应、自修复等智能性能[4]，保证商品质量安全，满足企业对包装产品监控、管理、信息采集等功能的需要，实现人与包装、科技与包装的相互连接，智能包装技术与“新零售”模式的融合图谱，见图 1。

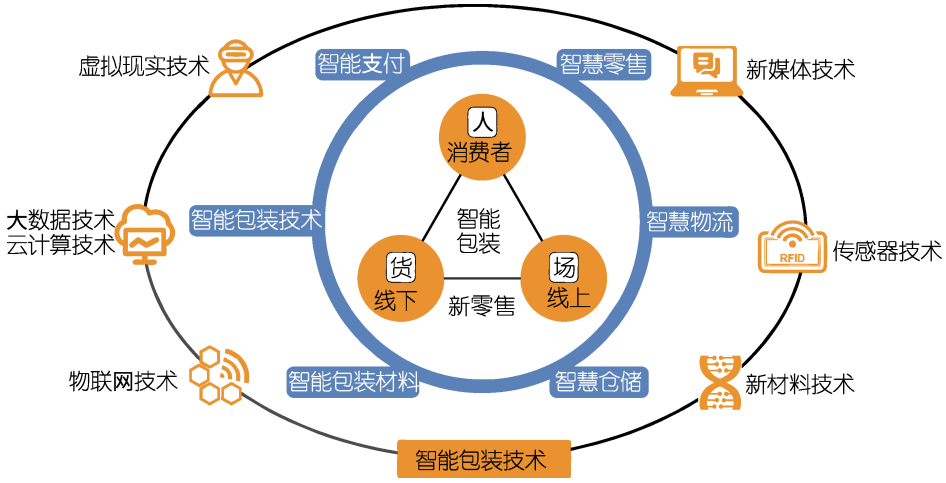


图 1 智能包装技术与“新零售”模式的融合图谱

Fig.1 Integration map of smart packaging technology and new retail model

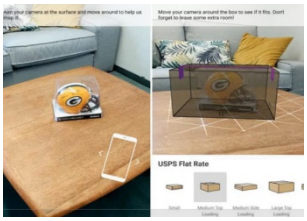
2 新零售模式下智能包装设计的构成

2.1 线上平台包装设计

随着互联网技术的发展，传统的购物方式、购物体验已经无法满足网络时代消费场景的需要，与传统包装的呈现方式相比，线上包装不再以凸显包装设计的视觉艺术为核心，而是将包装功能与展示信息无限延伸，转变成集线上非物质产品信息展示、销售、保护、运输等多功能于一体的独立包装体系，出现了真正的平台式包装[5]。以淘宝、京东、亚马逊等知名电商平台为例，如今平台包装的内容展示方式正在由详情页展示、视频展示过渡到以 AR/VR/MR 虚拟现实技术为主的综合性展示，线上平台的包装设计更加追求包装的展示场景、产品互动与技术体验。自网络购物兴起以来，平台式包装的发展经过了雏形期、成长期、成熟期 3 个主要阶段，随着技术的革新，其展示特点逐步完成了“静态—动态—交互”的转变，具体内容见表 1。在未来，线上平台的包装设计会更加注重虚拟空间的搭建以及综合性智能技术的跨界应用，使消费者可以从多维度了解商品，为消费者的线上购物带来接近真实的购物体验。

表 1　线上平台包装的发展及特点

Tab.1 Development and characteristics of online display packaging

发展时期	包装内容	展示特点	界面示意
雏形期（2000—2011 年）	商品详情页：图片与文字（产品优点、产品细节、品牌展示、售后服务等）	静止	
成长期（2012—2016 年）	详情页+视频：短视频（产品视屏、品牌视屏、情景视屏）、产品直播视屏	动态	
成熟期（2017 年至今）	详情页+视频+AR/VR/MR：计算机视觉技术、AI 识别技术	交互	

2.2　线下实体包装设计

线上展示包装是移动互联网科技带来的技术性革命，线下展示的实体包装指将即时、享受、体验与科技联系在一起，为消费者带来多感官的购物体验。不同于线上平台包装设计的虚拟展示，线下实体包装设计更注重销售环节的情景体验、渠道体验与结算体验等，是材料智能包装技术、数字智能包装技术、活性智能包装技术与互联网技术集中应用的主要场景。在“新零售”时代，线上展示包装与线下体验包装将深度融合，在技术赋能下，实体包装的功能会无限放大，形成一个以实时数据为支撑的包装生态圈。线下实体包装作为商品抵达消费者的第一站，不仅是产品体验的重要环节，还成为品牌方联系互联网前端资源的重要窗口。如在实体包装中植入传导电子信号的芯片，通过与导电油墨的集成印刷应用，实现包装与线上平台、消费者、品牌商的数据连接，以此降低品牌运营和仓储成本，实现对包装的定点追踪、检测与推广。2019 年包装印刷企业“贵联控股”就基于强大的客户群开发了一款智能包装数据分析系统，通过包装内置 RFID 技术，可以实时对产品的地域分布、消费群分布、受欢迎程度进行数据分析，为企业优化产品的生产结构和库存管理提供了数据支撑。

2.3　零售物流包装设计

随着“新零售”的出现，与之相匹配的物流模式又被称为“新零售物流”，其通过数据算法、智能供应链和人工智能等技术，能够充分融合重构线上和线下的人、货、场。在包装领域中，信息技术的运用给消费者带来了诸多便利，也让商品运输的智能化监管成为可能[6]。在 2016 年，商务部等 6 个部门联合发布了《全国电子商务物流发展专项规划（2016—2020 年）》，从信息技术、包装材料、印刷技术、回收利用、智能仓储等方面提出了优先发展智能物流包装体系和绿色物流包装体系的方向和措施。物流运输包装作为包装行业的重要组成部分，从物流包装的发展历程来看，可分为传统物流和新零售物流，物流包装的发展与演进情况见表 2。从中可以看出，在“新零售”的物流时代通过共享驱动和技术驱动，促进物流运输包装的智能化、数字化、减量化、再循环化，已成为社会发展的共识。

据统计，在我国一线城市中，以传统纸箱为主的快递包装垃圾已经占到生活垃圾的 93%，快递包装回收利用率低的现象普遍存在，给生态环境造成了严重的危害。智能包装作为一种新的包装形式，能有效解决传统物流包装所面临的环保困境，并推动包装产业朝着绿色、安全、高效和人性化的方向发展[7]。以顺丰速运推出的“丰盒”快递包裹解决方案为例，它具有不粘纸的特殊性能，以及无内充、可折叠、可追溯、防水、防盗、阻燃、隔热保温等功能，而且使用次数可达数百次，在真正意义上做到了绿色、环保、智能。

表 2 物流包装的发展与包装演进

Tab.2 Development and evolution of logistics packaging

环境背景	典型产品	包装示意	外胶带箱	逆向利用	数据追踪
传统物流时代	传统纸箱		是	否	否
新零售时代	共享/智能快递箱		否	是	是

3 新零售模式下智能包装的技术应用

3.1 活性—智能包装技术

活性包装是指在包装中通过添加活性成分来改善包装中的氧气与二氧化碳浓度、温度、湿度和微生物等条件，以延长包装储存期、改善食品安全性和感官特性，同时保持食品品质不变的一种包装体系[8]。活性—智能包装技术能够将智能技术与活性材料的特点相结合，将包装变化的动态过程以可视化和数据化的方式呈现出来，以此控制和保障包装安全，并结合智能传导技术，将引起变化的数据传输到监控端口，进而起到实时监控的作用。活性包装材料作为“智能指示卡”和“生物传感器”的开关，让活性材料在包装中的变化可视化和数字化呈现成为了可能，这项技术常应用于蔬果、肉类生鲜、药品等包装领域。

3.1.1 智能活性包装指示卡

智能活性包装指示卡的种类丰富，应用于零售包装中的智能活性包装指示卡主要有食品新鲜度指示型、食品成熟度指示型、气体敏感度包装指示型、时间—温度指示型等类型[9-11]。这类包装的智能之处是可以利用包装基材的颜色变化来分辨包装是否完整与新鲜，又称为智能变色包装，智能活性包装指示卡的种类及相关案例的变色原理见表 3，为确保包装安全，在食品和药品领域的颜色变化均为不可逆。智能活性包装指示标签在食品、药品等销售和物流包装领域的应用，在实时监测包装品质、减少食物浪费、保障药品安全等方面的积极作用已经初步显现。早在 2013 年英国科技公司 Insignia Technologies[12]就在零售超市推出了一款叫“Novas”的智能变色标签，可应用于肉类和奶制品包装领域，见图 2。在设计形式方面，该款标签采用了环状的颜色对比形式，中间圆形部分为颜色变化区域，标签的初始颜色为土黄色，当标签颜色变为橘红色时，包装内的食物品质较低，提醒消费者尽快食用；当标签变为紫色时，包装内的食物变质严重，提醒消费者不可食用。在保证疫苗安全方面，我国在“疾病预防控制中心 2019 年一类疫苗招标公告”中增加了一项疫苗热标签（VVM）的招标信息，VVM（Vaccine Vial Monitor）是一种疫苗温度控制标签，又被称为疫苗热标签或疫苗瓶指示剂，是一种粘贴于疫苗外包装上、含有热感应物质的指示器类产品[13]。在设计上，VVM 标签最大限度地保留了简约的设计风格，采用了圆形与方形的颜色对比形式，通过方形内颜色的不可逆变化来反映疫苗的

表 3 不同智能活性包装指示卡的案例特点

Tab.3 Case characteristics of different intelligent active packaging instruction cards

智能指示类型	应用案例	检测原理	制备材料	颜色变化
食品新鲜度指示型	肉制品包装	肉质腐坏产生的挥发性有机胺，包装内 pH 值增加	玫瑰茄花青素[15]	暗红（新鲜）→淡紫（不新鲜）→褐色（变质）
水果成熟度指示型	番石榴包装	水果成熟过程中挥发的有机化合物引起的 pH 值变化	溴酚蓝和细菌纤维素膜[16]	蓝色（成熟）→绿色（变质）
气体敏感度指示型	馒头、面包等面制品包装	溴百里香酚蓝和甲基红与 CO_2 和水蒸气反应	聚乳酸基膜（Poly Lactic Acid, PLA）[17]	绿色（新鲜）→黄色（开始变质）→橙红色（变质）
时间—温度指示型	疫苗包装（疫苗贴 VVM）	丁二炔在特定温度下激活，生成固态聚合物，颜色变化不可逆	丁二炔[10]	浅灰（可使用）→深蓝（不可使用）

图 2　“Novas”食品新鲜度包装设计
Fig.2 Packaging design of "Novas" food freshness

有效使用期，当标签内方形的颜色比圆形的颜色浅时，疫苗可以使用；当方形内的颜色与圆形一样或者比圆形深时，疫苗不能使用，见图 3。同时在疫苗的冷链物流运输过程中，VVM 作为一种可以记录并检测温度和时间的工具，能够帮助企业找出疫苗在流通过程中的问题，优化疫苗的存货周转系统，减少疫苗的浪费，有效保障疫苗接种者的权益[14]。

图 3　VVM 疫苗包装设计
Fig.3 Packaging design of VVM vaccine

3.1.2　智能包装生物传感器

智能生物包装传感器主要由活性识别敏感元件和信号感应器组成，活性材料可以用来识别包装内的环境成分，并将识别反应过程中活性材料的物理或化学变化作为信号传感器的“开关”，当包装内的活性识别感应元件与信号感应器结合后，可以转换成相应的电子传导信号，最后通过移动终端来识别包装状态。如通过生物传感器与 RFID 技术获得的探测信号电子，可以用来判断食品的质量和剩余货架期[18]。在包装应用上，传感器可分为与包装一体化应用和借助检测设备识别应用 2 种。一体化应用指将智能指示标签与生物传感器相结合在包装上进行集成应用，包装内的环境变化不仅可以通过可视化的状态呈现出来，还可以将包装内部状态通过数字信号的方式传递出来。在借助包装检测设备识别应用方面，Kiryukhin 等[19]研制出了一种新型的包装薄膜传感器（MFS），可以用于测量包装内流体的 pH 值，无需打开包装就可以检测食物的新鲜度，传感器设计及反应原理见图 4。MFS 包括聚电解质多层膜，所制备的薄膜密封在聚乙烯薄膜上，在包装应用上，MFS 反映了金鲳鱼片在 5 ℃贮藏时的变化，MFS 检测的 pH 值与鱼类样品的细菌学分析相关，鱼汁的 pH 值在贮藏 10 天后升高，可以检测到包装内的细菌性腐败情况，所开发的 MFS 可以与透明包装材料融合应用，并作为智能生物包装传感器用来感知食品新鲜度。

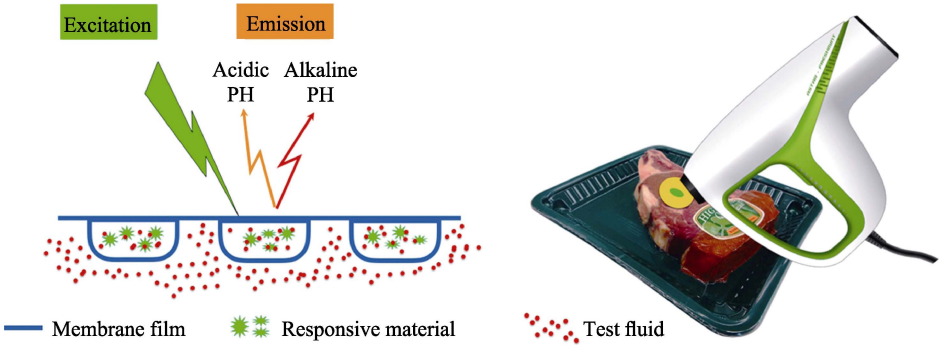


图 4　新型包装薄膜检测传感器
Fig.4 New packaging film detection sensor

3.2 数字智能型包装技术

数字智能型包装技术指通过数字化场景的构建使消费者能快速感知包装产品的属性和特点，为品牌商的零售场景提供数据支持，增强消费者与包装的互动体验。围绕包装产业的数字智能型包装已经运用于“新零售”领域，这项技术的应用主要包括制造智能可追溯的包装元件和构建虚拟现实的包装情景 2 个方面。

3.2.1 制造智能可追溯的包装元件

智能可追溯的包装元件主要是指在现有的包装产品上添加近场通信技术（NFC）和射频识别技术（RFID）的数字元件。NFC 技术指采用近场磁耦合方式进行信号的传输[20]。RFID 技术是指通过空间耦合实现无接触信息传递，并通过所传递的信息实现识别目标的自动识别技术[21]。包装的应用形式主要分为 2 种，一种是将 NFC 直接镶嵌在包装盒内的镶嵌式包装元件；另外一种是结合智能印刷、导电油墨将智能芯片印刷在包装上的印刷式 RFID 包装元件。这 2 种技术可以使包装具有更大的信息容量，数字化信息的呈现还能有效跟踪、追溯商品在整个供应链中的实际情况，便于消费者查询产品真伪、企业掌握实时的消费数据，常应用于物流包装与线下实体包装领域。

在“新零售”时代，数字元件取代传统包装的图形防伪识别码将会成为一种趋势，如“五粮液”白酒包装在 2017 年就开始使用镶嵌式“RFID+NFC”一芯双频的可追溯防伪技术，见图 5。其中，通过 RFID 技术可远距离读取包装在仓储和物流过程中的数据，使用具有 NFC 功能的手机读取“五粮液”的商品信息，可以鉴定包装真伪。另外，智能可追溯的镶嵌式包装元件在一些针对特殊人群的药品包装上已经得到了应用，如沃尔玛联合山姆会员店在美国零售药店中推出的由 En-Vision America 公司提供的“Scrip Talk”药物解决方案，见图 6。该设计方案采用了通

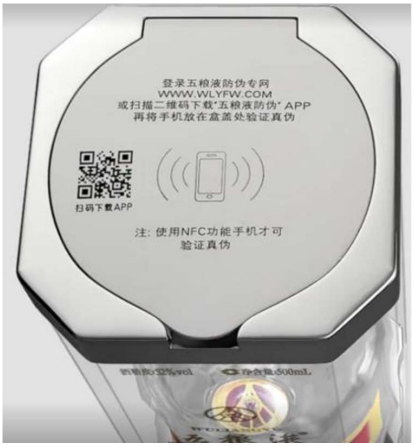


图 5 “五粮液”包装 NFC 防伪查询
Fig.5 NFC anti counterfeiting query of "Wuliangye" package

图 6 “Scrip Talk”智能药品包装
Fig.6 “Scrip Talk” smart drug packaging

信频率为 13.56 MHz 的数字打印机技术，能够快速地将药品的信息、使用说明、处方信息等数据信息写入药瓶底部的 RFID 标签，患者在用药时只需要将药瓶靠近“Scrip Talk”阅读器，就能够听到标签上的内容，通过该技术的应用可以帮助有视觉障碍的患者和老年人更加便捷地获取药品包装上的处方信息，体现出设计对特殊人群的关怀。

3.2.2 构建虚拟现实的包装情景

5G 信息时代的到来意味着购物情景的一部分将会以虚拟数字的形态呈现出来，通过 AR、VR、MR 等虚拟现实技术的应用，包装除了具备基本的保护、运输、促销功能之外，还是一个能够承载产品信息和模拟情景购物的信息媒介平台。利用线上虚拟平台和线下实体零售相结合的产品销售模式，通过构建虚拟现实的包装情景可以使消费者不出家门便可以感受到真实的购物情景。根据信息技术研究与分析机构 Gartner Group 和数据机构 BRP 的报告显示，从 2019 年开始，至少有一亿用户使用过支持 AR 购物技术的移动终端，调查中有 48%的消费者表示，他们更倾向于在具备增强现实体验环境的零售商那里进行消费。虚拟现实技术赋予了包装全新的媒体功能，通过包装可以实现将计算机生成的图像、声音、影片、虚拟物体或场景叠加到真实的环境中，从而增强人们对现实环境的体验[22]。由“享优乐”推出的儿童牙刷包装设计（见图 7），就采用了视频、3D 动画等虚实融合的 AR 技术，更好地呈现了包装信息，吸引了消费者，促进了包装设计向信息三维化、体验互动化、营销娱乐化的方向发展。虚拟现实作为包装数字化的重要发展方向，可以让展示包装与虚拟无人零售店无缝融合，并成为购物渠道的重要入口，通过 AR 技术可以使消费者不依靠浏览器就可以进入仿真世界进行购物。如由翼支付推出的 AR 购物平台（见图 8），其用户登录与消费结算采用了虹膜识别技术，消费者带上 AR 眼镜就可以模拟真实的零售场景进行购物，消费者在走动时甚至可以获得基于智能 AI 机器人的客户

支持，当消费者在购物体验中对包装的功能、价格、产品品质等有疑惑时，聊天机器人可基于自然语言处理技术为消费者提供答案。

图 7　儿童电动牙刷包装的
VR 互动场景
Fig.7 VR interactive scene of children's electric toothbrush packaging

图 8　翼支付 AR 虚拟购物场景
Fig.8 Virtual shopping scene of wing payment

3.3　结构智能型包装技术

结构智能型包装是为满足产品的包装安全、可靠的物流运输等某些特定的需求，进而对包装结构进行改进的一类智能型包装[23]，利用的主要技术手段是在普通的包装结构中加入智能化的结构元素，使包装结构具备智能转换的条件，从而全面提升包装使用的安全性、可靠性与自动性，使包装体验更加便捷、安全。

结构智能型包装的类型主要有：自动报警型智能包装、自动加热或冷却智能包装、显窗启型智能包装、计量型智能包装。大部分自动报警型智能包装采用的是电子结构的报警系统，其包装内置有相应的环境感应器，应用的原理与文中提到的生物传感器一致。自动加热/冷却智能包装常见于零售行业，如自加热米饭、自嗨锅等食品包装。其中，自动加热的鸡蛋包装设计见图 9，其外包装容器采用了纸浆模塑技术，容器内部结构分为 3 个隔层，利用分割片将加热材料与催化材料分开，使用时只需要将分割片抽出，容器内部反应产生的温度可以刚好蒸熟一个鸡蛋，这种类型的包装结构具有无缝、多层等特点。显窗启型智能包装又称为障碍式智能结构包装，是指通过改变包装整体或局部的结构、适当增加障碍元素来限制或调控包装的使用行为，从而实现保护内容物及特定对象安全的包装形式[24]，主要分为智力结构类、力量结构类、技巧结构类 3 种类型，常应于药品、食品等包装领域，可有效防止儿童开启包装，避免误食。计量型智能包装是通过管控、计量等手段来解决包装安全、便携等问题的一类包装形式，常应用于药品包装领域，可以有效预防不合理用量导致的健康隐患，从而保障消费者的使用安全，并且能够提供一种更加人性化的、连续舒适的使用体验[25]。如 Memobox 智能药盒的包装设计（见图 10），患者将需要服用的药品分类放在盒内，使包装上附带的蓝牙功能与手机 APP 相连，通过设置吃药提醒功能，将用药功能可控化，科学地提高了用药的依从性，该设计获得了 2016 年红点设计大奖。

图 9　智能自加热鸡蛋包装设计
Fig.9 Intelligent self heating egg packaging design

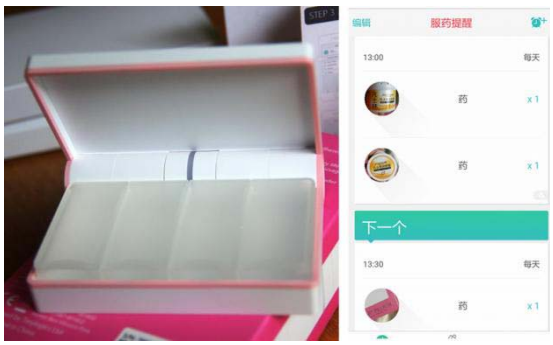


图 10　“Memo Box”智能药盒包装设计
Fig.10 Packaging design of “Memo Box”

4 结语

我国智能包装的相关研究与应用已于近几年开始不断发展，虽然起步较晚，但是发展迅速，尤其是随着“新零售”理念的推进，市场对智能包装的需求与应用愈加明显与迫切。回望过去，人们追求包装新材料、新技术的脚步不曾停止，从传统包装强调保护与功能，到现代包装融入生物技术、信息技术、人工智能技术等，智能包装一直是延续包装产品与前沿技术发展的产物。在未来，面对智能技术在包装上的成熟应用，智能包装将会与“新零售”深度融合，不断改变人们的消费方式与购物方式，给商品零售产业与包装产业带来深远持久的影响。

参考文献：

[1] 赵树梅, 徐晓红. “新零售”的含义、模式及发展路径[J]. 中国流通经济, 2017, 31(5): 12-20.
ZHAO Shu-mei, XU Xiao-hong. The Meaning, Pattern and Development Path of “New Retail”[J]. China Business and Market, 2017, 31(5): 12-20.

[2] 刘官华, 梁璐. 新零售从模式到实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.
LIU Guan-hua, LIANG Lu. New retail[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2019.

[3] 张卫. 巩固包装大国地位 推动包装强国建设[J]. 中国食品, 2017(2): 110-117.
ZHANG Wei. Consolidate the Position of Packaging Power and Promote the Construction of Packaging Power[J]. China Food, 2017(2): 110-117.

[4] 许文才, 李东立. 智能包装技术的发展与应用[J]. 印刷工业, 2009, 4(4): 11-14.
XU Wen-cai, LI Dong-li. Development and Application of Intelligent Packaging Technology[J]. Print China, 2009, 4(4): 11-14.

[5] 柯胜海, 吴益博. 平台式包装设计研究[J]. 装饰, 2019(6): 90-93.
KE Sheng-hai, WU Yi-bo. Platform Packaging Design Research[J]. Art & Design, 2019(6): 90-93.

[6] 刘文良. 基于安全策略的药品智能包装设计[J]. 装饰, 2015(11): 96-97.
LIU Wen-liang. Intelligent Design of Drug Packaging Based on Safety Policy[J]. Art & Design, 2015(11): 96-97.

[7] 何青萍, 柯胜海. 我国商品包装在智能化转型过程中的问题与对策[J]. 包装工程, 2019, 40(11): 239-243.
HE Qing-ping, KE Sheng-hai. Problems and Countermeasures of China's Commodity Packaging in Intelligent Transformation[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(11): 239-243.

[8] 许文才, 付亚波, 李东立, 等. 食品活性包装与智能标签的研究及应用进展[J]. 包装工程, 2015, 36(5): 1-10.
XU Wen-cai, FU Ya-bo, LI Dong-li, et al. Research and Application Progress of Food Active Packaging and Smart Labels[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(5): 1-10.

[9] 王长安, 陈晓翔, 邹永德. 活性-智能食品包装的应用进展[J]. 包装工程, 2010, 31(17): 68-73.
WANG Chan-gan, CHEN Xiao-xiang, ZOU Yong-de. Advances in Applications of Active and Intelligent Food Packaging[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(17): 68-73.

[10] 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, 4(3): 16-20.
SUN Yuan-yuan. Research and Application of Freshness Indicative Smart Packaging for Food[J]. Packaging Journal, 2012, 4(3): 16-20.

[11] 胡志才, 柯胜海. 智能变色材料在包装上的应用及设计形式研究[J]. 包装工程, 2020, 41(9): 117-123.
HU Zhi-cai, KE Sheng-hai. Application of Intelligent Color-Changing Materials to Packaging and Their Design Form[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(9): 117-123.

[12] 食品科技网. 英国研制出可显示食品新鲜度的变色标签[EB/OL]. (2012-12-14)[2021-02-01]. https://www.tech-food.com/news/detail/n0946147.htm.
Food Technology. A Colour-Changing Label that Shows the Freshness of Food has been Developed in the UK[EB/OL]. (2012-12-14)[2021-02-01]. https://www.tech-food.com/news/detail/n0946147.htm.

[13] 王瑶瑶, 徐文, 黄昀, 等. 疫苗温度控制标签在疫苗冷链储运中的应用[J]. 生物产业技术, 2018(4): 90-93.
WANG Yao-yao, XU Wen, HUANG Yun, et al. Application of Vaccine Vial Monitor in the Storage and Transportation of Vaccine Cold Chain[J]. Biotechnology & Business, 2018(4): 90-93.

[14] 王敬仁, 黄昀, 王瑶瑶, 等. 疫苗冷链物流风险管理中物联网技术的应用[J]. 中国药事, 2018, 32(1): 1-7.
WANG Jing-ren, HUANG Yun, WANG Yao-yao, et al. Application of Technology of Internet of Things in the Risk Management of Vaccine Cold Chain Logistics[J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2018, 32(1): 1-7.

[15] 邹小波, 张俊俊, 石吉勇, 等. 基于玫瑰茄花青素的猪肉新鲜度智能指示膜研究[J]. 食品科学, 2017, 38(23): 243-248.
ZOU Xiao-bo, ZHANG Jun-jun, SHI Ji-yong, et al. Development of Intelligent Indicator Films Based on Roselle Anthocyanins for Monitoring Pork Freshness[J]. Food Science, 2017, 38(23): 243-248.

[16] KUSWANDI B, MARYSKA C. Real Time On-Package Freshness Indicator for Guavas Packaging[J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2013, 7(1): 29-39.

[17] 邢月. 以 CO_2 为特征气体的新鲜度比色指示卡的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2015.
XING Yue. Study on Freshness Colorimetric Indicates Cards of Characterized Gas by CO_2[D]. Tianjin: Tianjin University of Science & Technology, 2015.

（下转第 253 页）