

智能药品包装材料在多感官维度下的应用研究

王帅, 于萍, 范帼玲, 张祖江, 杨炳海, 李辉

(郑州大学, 郑州 450001)

摘要: **目的** 探究多感官维度下智能药品包装材料的应用, 使药品包装材料在智能化的基础上发挥出更高的应用价值, 更好地满足人的感官需求, 促进药品包装行业的发展。**方法** 首先, 对智能药品包装材料和多感官包装进行概述; 其次, 着重阐述智能药品包装材料的视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉以及多感官组合的应用; 最后, 分析其发展趋势。**结论** 智能药品包装材料较少探索消费者的心理、感官需求, 多感官和智能药品包装材料的融合是智能药品包装的进一步发展。多感官构建起了消费者与产品的桥梁, 满足消费者的生理、心理需求, 为智能药品包装材料的发展提供了参考。

关键词: 智能包装; 药品包装; 智能材料; 多感官

中图分类号: TB484; TB34 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2022)19-0076-12

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.19.008

Application of Intelligent Drug Packaging Materials in the Multi-sensory Dimension

WANG Shuai, YU Ping, FAN Guo-ling, ZHANG Zu-jiang, YANG Bing-hai, LI Hui

(Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the application of intelligent drug packaging materials in the multi-sensory dimension, so that drug packaging materials can play a higher application value on the basis of intelligence, better meet people's sensory needs, and promote the development of the drug packaging industry. Firstly, intelligent drug packaging materials and multi-sensory packaging were summarized. Secondly, the vision, hearing, smell, taste, touch and multi-sensory combination applications of intelligent drug packaging materials were emphatically expounded. Finally, the development trend was analyzed to mobilize different senses according to group characteristics, enhance research on applications in smell and taste, and combine intelligent drug packaging materials, structures and technologies. As for intelligent drug packaging materials, the psychological and sensory needs of consumers are less explored. The integration of multi-sensory combination and intelligent drug packaging materials is a further development of intelligent drug packaging. Multi-sensory combination builds a bridge between consumers and products, meets consumers' physical and psychological needs, and provides a reference for the development of intelligent drug packaging materials.

KEY WORDS: intelligent packaging; drug packaging; intelligent material; multi-sensory

智能包装是指在包装过程中综合应用新型包装技术、结构及材料, 或加入集成技术元件, 使包装不仅可以模拟人们的某些日常行为, 还能替代人们在使用产品及其包装时的某些行为步骤, 积极保障了产品质量安全、流通过程可靠、使用方式便捷^[1]。

智能包装材料是指能自主识别、判断及调整周围环境的包装材料^[2]。随着科技的发展, 智能药品包装材料的应用越来越广泛, 人的使用需求可以通过材料、技术等外部因素满足, 而个性心理需求却没有得到足够的重视, 人、事、物之间没有建立深层次的联

收稿日期: 2022-07-31

作者简介: 王帅(1998—), 女, 硕士生, 主攻感性工学、智能包装。

通信作者: 李辉(1971—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为包装设计。

系，因此研究多感官维度下的智能药品包装材料应用尤为重要，其不仅注重消费者与药品包装的情感交流，还在交互化、人性化、情感化、安全化等方面实现了大幅度提升。

1 智能药品包装材料概述

1.1 药品包装材料的现状分析

塑料、玻璃、橡胶和金属是常用的药品包装材料^[3]。常用药品包装材料的分类及功能见图 1。《中华人民共和国药品管理法》规定药品包装材料应该满足力学性能、物理性能、导热性、化学稳定性和生物安全性等方面的性能，见图 2。

1.2 智能药品包装材料的功能分析

制药行业发展迅速，然而药品包装材料的发展跟不上步伐，新药开发的需求得不到满足。药品形态多样，包括粉末、液态、固体颗粒、注射用医疗药物等，药品包装材料应根据药品形态的不同而发生变化。药品包装回收利用不便、过度包装、药品质量保护不到位等问题亟待解决，因此智能药品包装材料的更新和发展十分必要。智能药品包装材料应满足安全性、易用性、便利性等要求，具备药品质量自检、防伪、药品计量等功能。

1.2.1 药品质量自检

纳米技术为传感器提供了多种敏感材料，包括纳

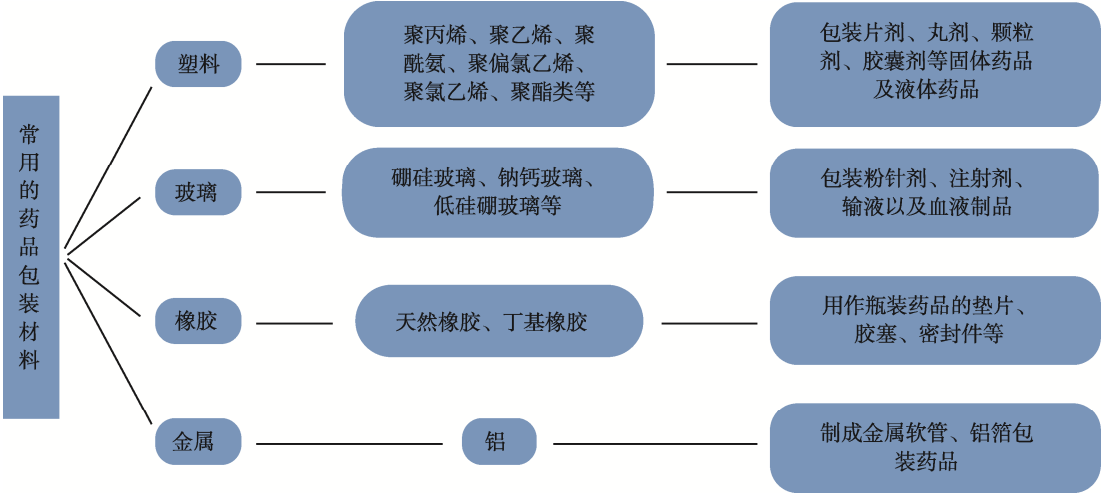


图 1 常用药品包装材料的分类及功能
Fig.1 Classification and function of commonly used drug packaging materials

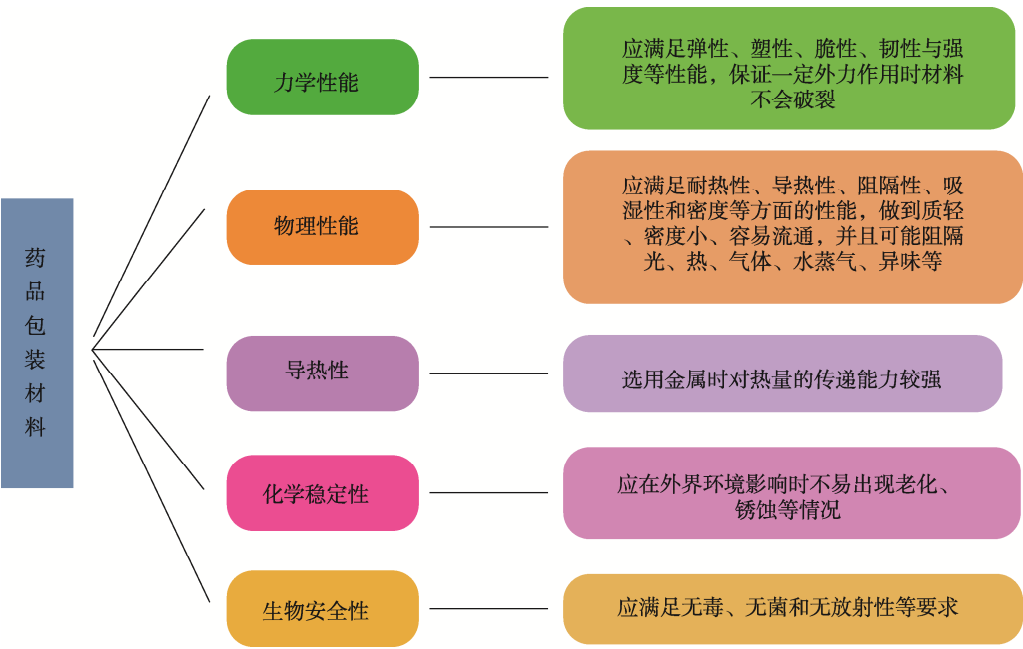


图 2 药品包装材料应满足的性能
Fig.2 Properties that drug packaging materials should meet

米气敏、纳米温敏、纳米生物、纳米化学传感材料等智能包装材料,可以判别环境温度、湿度,也可获得氧气、微生物等的含量,为人们提供实时可靠的数据变化,在药品存储的过程中扮演着重要的角色^[4]。核酸工程纳米生物条码技术可用于跟踪药品被包装后的状态,识别、评判和显示药品包装微空间中的压力、时间、湿度、温度、程度、密封速率等,从而延长药品保质期,确保药品的使用安全^[5]。

刘文良等^[6]提出可以用特殊的包装材料显示药品是否过期,比如在药品包装上应用不断变化的渗透层材料,当药物临近失效时,包装即呈现警示性图案或符号,提示消费者不再食用或使用药品。图3是 Kanupriya Goel 和 Gautam Goel 研发的一款能够“自动过期”的药品包装^[7]。这款包装的材料分为表层和底层,表层上印有详细的药品信息,而药品的过期信息标识被隐藏印刷在底层上,表层与底层之间填充有多层的可渗透材料,具有隔离功能。随着时间的流逝,药品过期信息标识逐渐从底层透过隔离材料向表层转移,当药品过期时,过期标识即可在表层材料上清晰地显示出来。过期标识的字体较大,方便老年人识别。



图3 “自动过期”的药品包装
Fig.3 “Automatically expiring” drug packaging

1.2.2 药品防伪

充分运用感觉器官,在多感官维度下鉴别药品的真伪^[8]。在视觉方面,可以直接观察或借助尺子、放大镜等工具鉴别药品及包装,观察标签印刷质量、药品包装形状及片剂颜色等^[9]。在听觉方面,应注意简单的外力作用于药品和包装时发出的声音,比如说明书的摩擦与折叠声、药品燃烧时的声音、包装与药品碰撞的声音等。在嗅觉方面,可以对药品进行简单的物理实验,辨别药品加热、燃烧时的气味特征,从而鉴别药品真伪。在味觉方面,药品特性不同,其独具的酸、甜、苦、辣、咸的味道特征则不同,药品的味道对其鉴别有重要的作用。不过,在不了解药品的性质及不良反应等情况下,切勿轻易品尝。在触觉方面,可以对药品进行捻、压、触摸等操作,检查说明书纸质、包装硬度、包装表面光洁度、片剂硬度、糖浆剂黏度、颗粒剂粒度等。

张晋美等^[10]把隐形荧光油墨和水性油墨结合起来,得到了可喷墨打印的隐形水性荧光油墨颜料,其特点是发光稳定,且水溶性能好,在药品包装的防伪中有很好的应用前景。Leem 等^[11]研发设计出了一种可食用的荧光丝蛋白标签,即在可食用的丝素蛋白上附着红色、绿色或青色荧光蛋白,放置在药丸或液体药物中,用智能手机应用程序可读取标签中的荧光代码,不仅可以追溯到药品的来源,还能验证药品的质量安全。研究发现这种荧光丝蛋白标签可以被胃肠道酶分解,表明其不仅可以食用,还可以被人体消化。每种药品贴上的可食用编码,可以在剂量层面起到序列化、追溯和认证的作用,为药品防伪提供了新的思路,让每位患者都能在打击非法药品中发挥作用。

1.2.3 药品计量

患者不容易掌控药品处方的剂量,因此研究开发有独立计量功能的新型药品包装材料非常重要。灭菌包装技术和新型复合材料的巧妙结合,可以保证固体剂、液剂药品一次用量控制的准确性,为采用这种包装形式提供了技术支持^[12]。计量包装结构的出现使包装本身即可完成药品计量的过程,并不需要使用专门的工具或产品,既准确又便捷。可计量控制的丸剂药品包装设计见图4,使用时需要先取下密封卡条,拔出药瓶的瓶塞,按压的同时,通过旋转瓶盖带动旋转曲环的旋转,保证瓶塞口的刻度数字和所需药丸的颗粒数一致,后翻转药瓶即可取出所需药丸,旋转曲环的回旋还可以将多余的药丸颗粒反推送至药瓶中,从而达到取药快速、准确及安全的目的^[13]。为了实现药品的计量功能,除了应用包装材料和计量包装结构,还可以使用预灌装注射器系统。预灌装注射器系统广泛应用于疫苗、抗血栓药及生物技术药物中,具有快速给药、给药剂量准确、避免给药污染、方便省力等优点^[14]。

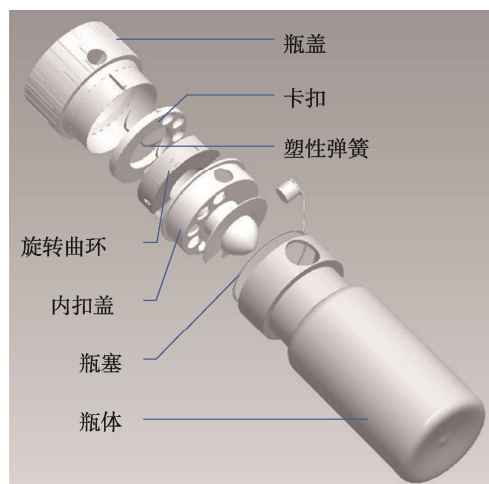


图4 可计量控制的丸剂药品包装设计
Fig.4 Quantitative and controllable pill drug packaging design

在实现上述基本功能的前提下，智能药品包装材料还应满足延长药品保质期、抗菌自清洁、提醒患者吃药等要求，为患者量身定制需要的药品包装。

2 多感官包装概述

2.1 研究现状

多感官的概念最早出现在传播、教育等领域，指不以视觉要素的整合为中心，而是注重人类感官的原始特点，逐渐发掘更多视觉以外的感官效用，而这些感官效用大多具有敏感、本能的特点^[15]。多感官包装，即设计者从视、听、触、味和嗅觉着手，多方面、多层次地开发消费者的感官机能，刺激多种感官，丰富感官体验，使消费者与包装产生共鸣。与传统包装相比，多感官包装更加注重消费者的生理、心理需求，展现了“以人为本”的人文关怀理念。2006 年，Pro Carton 德国代表大会首次提出在包装设计中运用“多感官”理念。此后，国内外许多学者对多感官包装进行了研究，部分国外学者对多感官包装的研究见表 1^[16-21]，部分国内学者对多感官包装的研究见表 2^[22-27]。

2.2 应用现状

视觉是光作用于视觉器官使细胞兴奋，视觉神经系统将信息加工后产生的感觉。视觉是最容易引起人类共鸣的一种感觉，在感官系统中占有主导地位。相

较于其他感觉，视觉具有功能遮蔽性和时间优先性。视觉在包装中的应用主要体现在色彩、造型、图形、文字、材料等方面^[28]。

听觉是外界声波通过介质传到外耳道，再传到鼓膜，信号被听小骨放大后再传到内耳，经过耳蜗内的纤毛细胞产生神经冲动，听神经将神经冲动传到大脑皮层的听觉中枢，受到刺激后从而形成的感觉。通过听觉表达信息的优势是限制小、范围广、易于传播、方式灵活等，能够赋予包装更加独特的个性^[29]。利用音乐、传媒等传播渠道为商品作广告，也属于听觉包装的范畴^[30]。广告语容易被广泛传播，比如听到“今年过节不收礼，收礼只收脑白金”的广告语想到脑白金，听到“我们不生产水，我们只是大自然的搬运工”的广告语想到农夫山泉，听到“好吃看得见”的广告语想到康师傅。将某些看起来没有关联的领域连接起来，在借鉴、融合的过程中寻求新的灵感，使听觉在包装方面的应用又迈出了重要的一步。

嗅觉是人体对外界信息的接收器，可以给人带来独特的感觉。与其他 4 种感觉不同，只有嗅觉不需要经过下丘脑，其是一种远感，即长距离感受化学刺激的知觉^[31]。与其他感觉刺激相比，气味到达人们大脑的边缘区域的速度更快，因此人类可以直接通过嗅觉与外界交换信息^[32]。视觉与听觉是由后期进化得到的，因此嗅觉比视觉与听觉更能直接地与情感、记忆联系起来^[33]。将嗅觉应用到包装中是一种比较创新的

表 1 部分国外学者对多感官包装的研究
Tab.1 Some foreign scholars' research on multi-sensory packaging

年份	研究者	国家	研究意义
2004	原研哉 ^[16]	日本	指出了要在设计中突出五感
2011	马丁·林斯特龙 ^[17]	美国	提出了企业品牌战略中多感官的地位及作用
2014	贝蒂尔·霍特等 ^[18]	瑞典	说明了 5 种感官如何被视为企业感官战略，以及如何用来对待消费者为出发点
2017	Krishna 等 ^[19]	美国	针对包装设计的感官方面提出了综合概念
2021	Charles ^[20]	英国	研究了多感官设计对于药品包装的影响
2021	Villarino 等 ^[21]	英国	描述了使用感官科学评估消费者对食品和饮料产品、包装和品牌反应的快速变化

表 2 部分国内学者对多感官包装的研究
Tab.2 Some domestic scholars' research on multi-sensory packaging

年份	研究者	研究意义
2008	李檬等 ^[22]	研究了如何在包装设计中应用感官设计理念
2010	罗天榜 ^[23]	说明了不同感官的组合方式及其特点
2011	陈莹燕等 ^[24]	探讨了视觉、触觉、听觉、嗅觉和味觉在包装设计中的表达
2015	王盼盼 ^[25]	分析了“多感官”理念在包装设计中的运用方法
2021	刘瑞佳等 ^[26]	从不同感官体验出发研究了多感官包装设计的价值
2021	俞柯梦等 ^[27]	探究了多感官融入包装设计的积极作用与可行性

方式,消费者通过包装的独特气味与其产生共鸣,进而促进产品的销售。

味觉是一种直接体验,当可溶性物质刺激味蕾时即产生味觉。味觉包括口感和舌感,口感指的是坚硬、松软、顺滑等咀嚼感受,舌感指的是酸、甜、咸、辣等知觉品味^[34]。传统包装中应用味觉不需要通过品尝实现,而是将视觉与味觉联系起来,即将非视觉感官的味作视觉化,通过产品包装的色彩、材质、造型、图案等要素来暗示味觉的表达^[35]。智能包装中的味觉表达方式不仅包括传统包装的味觉表达,还可以应用新型材料,使包装可被直接食用,从而使包装和消费者之间的联系更为紧密。

触觉是震动、压力、温度、湿度等外界的机械性刺激接触皮肤上的感受器时形成的感觉。触觉是比较复合的感觉^[36],包含干湿、软硬、冷热等对比性感觉,压觉、痛觉等程度性感觉,以及恐惧、愉悦、惊喜等感觉^[37]。在5种感觉中,触觉是唯一一个需要零距离、直接接触的感觉^[38]。将触觉应用到包装中,可以给消费者带来最真实、最直接的感觉,厚实的材质带有安全的感觉,光滑的材质带有流畅的感觉,磨砂的材质带有粗糙的感觉。

美国品牌大师戴维·阿克研究得到,大脑中心部位的海马区对粗糙的物体表面、响亮或刺耳的声音、丰富的颜色等信息特别敏感^[39],因此,人们只从视觉层面获取信息是远远不够的,还可以通过非视觉感官获得更多体验。对图5进行分析,能够影响消费者购买决定的感官体验要素不仅有视觉,还有诸如嗅觉、触觉、味觉与听觉等多种感官,按照感官体验要素与购买决定的关联性由强到弱排序为视觉(57%)、嗅觉(45%)、听觉(41%)、味觉(31%)、触觉(25%)^[40]。由此可见,在包装中加入更多形式的感官刺激,可以促使消费者做出购买决定,促进销售。融入多感官理念是包装发展的方向,也是智能药品包装材料发展的出路。人们在使用智能药品包装时,可以通过感官的参与,体验智能药品包装材料带来的独特感受,不仅在物质上得到了满足,还在精神上得到了享受,这是传统包装所不具备的。

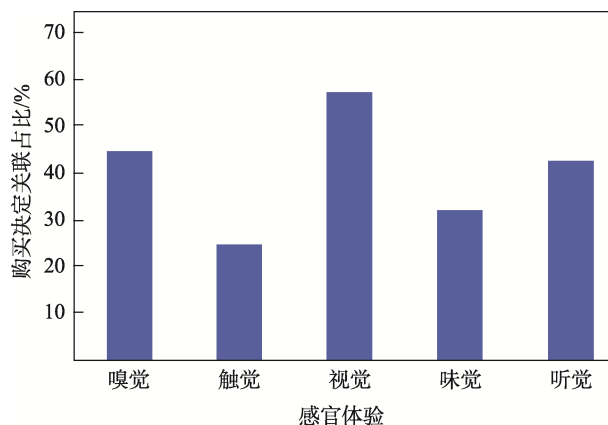


图5 购买决定和感官体验之间的关联性
Fig.5 Correlation between purchase decision and sensory experience

3 智能药品包装材料在多感官维度下的应用

智能药品包装材料具有感应、识别和变化的特点,其与药品质量生命周期联动,辅以多样的艺术表现方式,既能展示药品信息,又能使消费者产生更多的精神愉悦感,在药品包装的保质提醒、安全防护、商品防伪等方面的应用越来越广泛。在多感官维度下探究智能药品包装材料的应用,可以更好地满足消费者对于药品包装的心理、感官需求,为智能药品包装的发展提供了新的思路。

根据材料本身及其应用在智能药品包装上表现的功能特点,对智能药品包装材料进行了归纳分类,见表3^[41]。根据多感官维度下的应用不同,智能药品包装材料的划分又有所不同。

3.1 智能药品包装材料的视觉应用

智能药品包装材料的视觉应用范围广泛,其视觉变化的形式、内容及作用见表4^[42]。

表3 智能药品包装材料的分类体系
Tab.3 Classification system of intelligent drug packaging materials

分类	涉及材料类别				
变色材料包装	光敏变色材料	温敏变色材料	电敏变色材料	气敏变色材料	其他变色材料
水溶材料包装	水溶性薄膜材料	水性油墨材料	水溶性纸材	水溶性线材	其他水溶材料
发光材料包装	光致发光材料	力致发光材料	电致发光材料	化学发光材料	其他发光材料
活性包装	氧气去除型材料	乙烯去除型材料	CO ₂ 清除型材料	水分吸收型材料	异味清除型材料
	CO ₂ 产生型材料	乙烯产生型材料	抗菌型材料	乙醇产生型材料	其他活性材料

表 4 视觉变化的形式、内容及作用
Tab.4 Form, content and effect of visual change

视觉变化	形变	色变	光变
内容	图形变化	颜色变化	发光图形变化
	造型变化	透明度变化	发光颜色变化
	形状变化	饱和度变化	发光形式变化
作用	信息交互与传达	警示、防伪	信息传递、警示、趣味娱乐、展示

3.1.1 智能变色包装材料

智能变色包装材料是在包装上应用智能变色材料,外界因素如光、电、压力、温度、溶剂含量和化学环境等对包装产生刺激时,通过颜色变化来反馈信息,实现包装的防伪、图案显示、警示信息提醒、信息显示记录等功能^[43]。颜色变化的表现形式不一,可以单一变色,也可连续变色;可以利用渐变的颜色破坏关键信息,也可以运用单一渐变的颜色更精准地传达信息;图形创意和颜色变化的相互结合,能够赋予商品更为独特的魅力。

北京大学化学与分子工程学院与香港中文大学物理系合作研制出了一种智能变色标签,这种标签的成本低、无毒、无污染,适合于对温度、时间敏感的药品包装^[44]。该智能变色标签应用的化学原理是金纳米棒外延银壳生长,维生素 C 与硝酸银形成“核壳运动”,当外界温度产生刺激变化时,包装上的智能变色标签可自动快速地记录其过程,并且在视觉维度下改变颜色,红色、黄色、绿色 3 种颜色分别表示为“新鲜”、“不新鲜”、“变质”,见图 6。韩国 Nanobrick 公司率先将纳米技术应用于防伪市场,生产出以磁致变色光结晶材料为核心材料的 M-Tag 磁感应变色防伪标签,其应用了新型纳米材料,通过磁场感应产生颜色变化,消费者根据颜色变化即时认证产品真伪,见图 7。当用磁铁扣、冰箱贴等带有磁性的物体靠近 M-Tag 时,如果标签颜色或纹路发生变化,即为真品。M-Tag 不仅用于药品包装方面,还在食品、烟酒类、服装、配饰、电子产品等领域有广泛的应用。



图 6 智能变色标签
Fig.6 Intelligent color-changing label

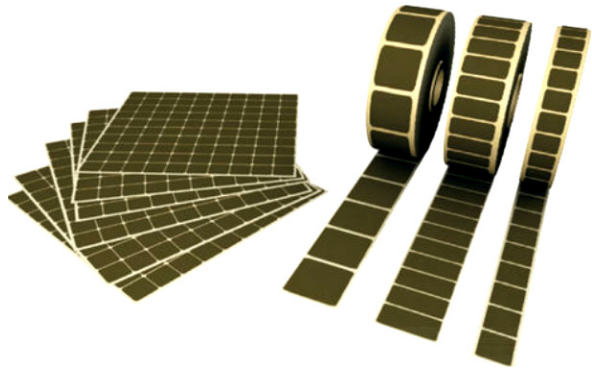


图 7 M-Tag 磁感应变色防伪标签
Fig.7 M-Tag magnetic induction color changing anti-counterfeiting label

3.1.2 智能发光包装材料

智能发光包装材料是在包装上应用智能发光材料,通过某种渠道吸收能量,并以发光的方式表现出来,包装本体颜色与环境光颜色叠加后得到第三方色彩,形成动态色彩的多样化表达,以此实现包装的视觉传达^[45]。与传统包装材料不同,智能发光包装材料拥有独特的视觉美感与艺术效果,当其与实际使用环境相结合时,呈现出最佳的视觉效果,快速吸引消费者的注意力。

安徽大学魏培发教授团队设计出具有动态构型的发光分子,实现了多孔智能材料的发光可控,解决了简单分子构筑高级智能发光材料困难的难题,还提出了柔性环境诱导有机白光发射新策略^[46]。大多数智能发光材料只能两态切换,其多重转变的实现有一定困难,为了解决上述问题,研究发现具有通道的多孔材料能够让刺激源与样品中的分子轻松且深入地作用,设计具有柔性空腔的氢键有机骨架(HOFs)与不同客体适配,诱导框架产生动态响应,并伴随宏观光学性质改变,可以实现材料发光的可控调节,接着引入同样具有柔性特征的刺激源(软长链烷烃),通过柔性框架和柔性客体的协同作用,促进激发态从本征蓝光发射到黄光发射的弛豫,从而产生纯白光发射。研究工作为智能发光材料的合理化设计提供了新思路,柔性环境诱导的激发态弛豫代表了一种制备有机白光发射材料的新策略,将其应用到药品包装上有无限的发展潜力。

3.2 智能药品包装材料的听觉应用

3.2.1 药品语音二维码标签

许晓强等^[47]将语音二维码技术与药品标签结合起来,开发了新型的药品语音二维码标签,在儿童安全用药和药物科普宣教等方面发挥重要作用。传统的用药文字指导的专业性和有效性均不达标,而药品语音二维码标签利用口语的形式传递用药指导的内容,使用者利用听觉感官获取信息,更加通俗易懂。ChsVoice 软件能把各种药品的用药指导文字内容转变成语音文件,应用二维码管理系统、云存储技术获得药品语音二维码。接着测试解码是否稳定,测试通过后打印成药品语音标签,将其贴到药品的外包装盒上。药品语音标签经移动客户端扫描后,患者即可读取、浏览数据,随时随地获取用药语音指导,使安全用药的远程化和全程化得到保障。

3.2.2 智能声控装置

美国 Weatherchem 公司研发出智能化声控流量药瓶,可以精确控制倒出药液的剂量,同时伴随着非常清晰的滴答声^[48]。老年人服药时将瓶盖按住,然后将瓶身倾斜,药液便以细线状流出。听到的滴答声数应与说明书指示数一致,从而控制流出的药液剂量,防止服药过量。此外,国外研究者设计了一种新型的智能药品包装形式——钱夹式泡罩药品包装,包装盒内装有新型信息技术材料——有声芯片,若患者没有按时用药,芯片会立刻自动发出警示声,提醒患者用药^[49]。

3.3 智能药品包装材料的嗅觉应用

王洋^[50]研制出了一种气味标识标签,将其贴到药品包装上,无需破坏包装气密性即可体验到包装内物质的气味。气味标识标签由基膜层和覆盖层组成,基膜层的主要原材料是纸张或塑料薄膜或塑料不干胶或纸张不干胶,并且印有与包装内物质气味相同的气味物质层;覆盖层的主要原材料是纸张或塑料薄膜,并且印有指示说明的图案、符号和文字;基膜层和覆盖层之间的四周边沿有一层胶水层。不破坏包装的气密性,将覆盖层揭开即可闻到气味,既方便又实用。将气味标识标签应用到药品包装上,可以鉴别药品的真伪,如复方醋酸地塞米松乳膏(皮炎平)的成分中包含带有特异芳香的樟脑,揭开气味标识标签的覆盖层,若无芳香气味则判断为假药;胃苏颗粒的成分中含有陈皮、香橼等,因此正品具有较浓的芳香气味,若没有则为假药。

3.4 智能药品包装材料的味觉应用

美国细胞生物工程有限公司研制出了一种可食用标签,将其融入药片内部,能够鉴别、跟踪和追溯每一片药片,可以食用,并且不影响药效^[51]。这种可食用标签的主要材料是二氧化硅,成本价格不到 1 美

分,利用配套设备扫描标签后即可获取药品的相关信息。与通过传统的外包装获取信息相比,直接在药片上获取信息在根源上确保了药品的安全性。

3.5 智能药品包装材料的触觉应用

3.5.1 柔性可穿戴触摸传感器

传统的触摸传感器由刚性材料(金属或半导体)制成,笨重、复杂、不灵活且难以佩戴,相比之下,柔性可穿戴触摸传感器无毒且质量小,可以舒适地佩戴在身上,包括电阻式、电容式、摩擦电式和压电式触摸传感器^[52]。除此之外,多功能传感混合机制是提高柔性可穿戴触摸传感器的关键工具,其涉及 2 个或多个原理的集成机制,双原理机制由各种集成机制组成,例如摩擦电-压电机和电容-压电机,这 2 种原理的机制广泛用于可穿戴设备,涉及 3 种集成机制的混合将在未来的人机界面、智能机器人和可穿戴电子设备中发挥作用。柔性可穿戴触摸传感器的功能和概念随着新材料的开发而扩展,在电子医疗、电子皮肤、电子控制、电子纺织品等领域有极大的应用潜力^[53]。柔性可穿戴触摸传感器是下一代健康监护技术的核心解决方案,监护设备不断地感知、获取、分析和存储大量人体日常活动中的生理数据,为人体健康状况提供必要、准确、长期的评估和反馈。

图 8 是柯胜海团队^[54]设计的可穿戴冠心病安全警示智能药品包装,内置有心电传感器,通过与患者皮肤接触来快速测量人体的心脏电活动,检查患者自身的心脏跳动频率是否在正常心跳频率范围内。若在正常心跳频率范围外,心电传感器会传达指令到手机,手机端 APP 收到信号后震动手机来提醒患者服药,开启包装时解除警报,若警报未及时解除,将发送紧急求救信号,确保患者及时得到救治。

3.5.2 盲文标签

目前,大多数药品包装面向的是有健全功能的人,却忽视了视障人群的需求,盲文标签在药品包装上的应用为视障人群提供了极大的便利^[55]。图 9 是带有盲文标签的药品包装。根据感官代偿理论,视障人群由于视觉的缺失,对触觉非常敏感,用手代替眼睛,通过触觉“看见”事物,去感受物体的大小、形状、纹理等,在大脑中进行信息分类及储存。中国首个在药品包装上应用盲文标签的是华润三九药业有限公司,在红盒皮炎平包装上加印盲文标签;后来进行尝试的是阿斯利康(中国)有限公司,采用压凹凸的方法在药品包装上标注布莱尔凸点盲文;接着是浙江贝德药业有限公司,其采用丝网印刷的方式印制盲文标签的药品多达 5 种,保证视障人群在无人陪同的情况下可以正确识别药品名称,并安全用药。可见,将适用于视障人群的信息以盲文标签的形式表达,在药品包装中有广泛应用的趋势。



图 8 可穿戴冠心病安全警示智能药品包装
Fig.8 Wearable intelligent drug packaging for coronary heart disease safety warning



图 9 带有盲文标签的药品包装
Fig.9 Drug packaging with braille label

3.6 多感官维度下智能药品包装材料的组合应用

3.6.1 视觉和听觉组合表达

图 10 是阿根廷设计师研发的 PillClock 智能药盒, 其应用智能发光包装材料和智能声控装置, 通过调动视觉和听觉感官, 准时提醒老年人服药。首先, 应提前设置好每天提醒老年人吃药的时间, 各个药格和不

同的吃药时间对应; 接着, 向药格中添加相应的药物, 并盖好盒子; 提醒吃药时, 哪一格发出声音和光就要服哪一剂药, 而且盒边还有跳字钟显示时间, 让老年人清楚剂量, 也不会忘记服药时间。图 11 所示的 GlowCap 药瓶是一种智能药品包装瓶, 瓶盖中设有智能语音提醒装置和计时器^[56]。预先设置吃药时间, 时间到时橘黄色的光会闪烁, 调动患者的视觉感官来提醒吃药; 若灯光闪烁 1 h 未回应, 药瓶则会发出声音, 调动患者的听觉感官来提醒吃药。无论对青年人还是老年人, 这款智能药品包装瓶使用起来都非常方便。

3.6.2 听觉和触觉组合表达

斯道拉恩索公司研发出了 Pharma DDSi Wireless 智能包装, 见图 12, 可以充分调动患者的听觉和触觉感官^[57]。特殊的纸质材料中装有微芯片, 患者的服药时间及地点都能被准确记录; 包装纸盒上装有智能声控装置, 可以发出“嘟嘟”声来提醒患者服药; 根据药盒表面的提示信息, 患者触摸相应按钮, 即可将服药后的一系列身体反应记录下来, 无需将医患双方长时间禁锢在同一诊治空间环境中, 医生能随时随地根据数据实时评估药物疗效的变化, 同时调整用药方案^[58]。



图 10 PillClok 智能药盒
Fig.10 PillClok intelligent pill box



图 11 GlowCap 药瓶
Fig.11 GlowCap medicine bottle



图 12 Pharma DDSi Wireless 智能包装
Fig.12 Pharma DDSi Wireless intelligent packaging

4 智能药品包装材料在多感官维度下的发展趋势

4.1 针对群体特征调动不同感官

儿童、残疾人、老年人群体在智力、体力等方面有较大的劣势,选用智能药品包装材料时,考虑到儿童好奇心强,智力等方面发育不成熟,应调动视觉、听觉、触觉等多种感官,同时增大药品包装的开启难度,保证儿童安全用药;考虑到视障人群在视觉方面有所不便,应调动听觉、触觉等多种感官;考虑到听障人群在听觉方面有所不便,应调动视觉、触觉等多种感官;考虑到老年人的视觉、听觉、理解力衰退,应调动视觉、听觉、触觉等多种感官,同时在触觉方面,老人与幼儿、成年人的触觉握力各不相同,进行药品的包装设计时应将其考虑在内。从视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉感官方面出发,针对不同弱势群体的使用需求进行药品包装设计,不只是局限于在多感官维度下应用智能包装材料,还可以利用传感器、发光设备、语音设备等元器件,或者应用障碍式结构和自加热结构,增强包装的警示提醒、无障碍获取信息等功能,满足弱势群体的物质与精神层面的双重需求,使弱势群体可以享受正常的生活,减小弱势群体和普通人之间的差距。

4.2 加强嗅觉和味觉的应用研究

不同年龄层次的消费者对药品包装的需求各不相同,还有更多层次的用户需求有赖于设计者去挖掘。购买药品前,消费者首先通过视觉对药品包装的色彩、外形等产生关注,进而用手触摸药品包装,进一步探索包装的造型、材料、肌理等带来的生理触觉。使用药品时,部分智能药品包装可通过语音播报来提醒用药或解说用药指导,充分调动消费者的听觉感官,用药过程更加安全方便。无论是在购买药品的过程中,还是使用药品时,药品包装并没有积极调动消费者的嗅觉和味觉感官,这更需要设计者加以关注。从运用的感官方面来看,视觉占有极高的主导地位,其次是触觉和听觉,嗅觉和味觉相对较少,因此应该加强智能药品包装材料在嗅觉和味觉感官的应用研究,不仅能提高药品包装的交互性、新奇性和附加值,还可以拓宽消费人群,满足更多层次的用户需求。在多感官维度下应用智能药品包装材料,应践行以人为本的理念,合理运用感官体验,使药品包装更加多元化和人性化。

4.3 智能药品包装材料、结构和技术相互结合

随着信息技术的飞速发展,多感官智能包装应运而生,成为现代包装发展的新方向。现代包装已具备

完整的理论体系和丰富的实践成果,为多感官智能包装奠定了坚实的基石,而多感官智能包装也为现代包装注入了新鲜的血液,实现了智能化、人文主义等设计理念。现代包装呈现绿色、环保、安全、以人为本的趋势,这也是多感官智能包装所强调的。现代药品行业中,单一的保护药品质量的传统药品包装,已经无法满足人们的需求,传统药品包装逐渐转变为以满足人的多感官需求为中心的智能药品包装,强调人性化的多感官智能药品包装的应用越来越广泛。实现药品的多感官智能包装,仅应用智能药品包装材料是行不通的,应将智能药品包装材料、结构和技术相互结合,更加注重药品包装的安全性和环保性,有效减少药品信息的堆积,使药品包装更具有针对性,为智能药品包装的多感官体验开辟新的方向。智能包装材料能补足原有药品包装材料的短板,智能包装结构能实现药品包装的安全智能效用,智能包装技术能收集、控制、管理药品信息,获得药品包装的特殊性能,从而满足多种药品、环境及消费者的不同要求。随着科技在药品包装中的不断渗透,新材料、新结构和新技术等被应用在多感官智能药品包装中,对于人们来说既是机遇也是挑战,设计者应该不断开拓创新,锐意进取,为多感官智能药品包装的发展做出贡献。

5 结语

随着科技的发展,包装的技术与设备呈现智能化的趋势,包装材料更加智能化和多元化,智能药品包装材料的应用也愈加广泛。药品特性各不相同,选择的智能包装材料需适应药品的特性,在相匹配的药品包装中准确应用智能包装材料的色彩、发光、软硬、肌理等特质。以人为本的理念已渗入到生活中,人作为包装的主要使用者,在其中的感官感受尤为重要,在多感官维度下应用智能药品包装材料能满足消费者的心理、感官需求,并向更加交互化、人性化、情感化、安全化的趋势发展,使药品包装材料在智能化的基础上发挥出更高的应用价值,促进药品包装行业的发展,慢慢地改善人们的生活。

参考文献:

- [1] 朱和平,姚进. 智能化包装设计的方法研究——以老年人智能药品包装为例[J]. 装饰, 2013(5): 96-97.
ZHU He-ping, YAO Jin. Research of the Intelligent Packaging Design: Take the Elderly Intelligent Drug Packaging as an Example[J]. Art & Design, 2013(5): 96-97.
- [2] 张艳琦. 智能材料型包装的视觉形态与审美特征研究[D]. 西安: 西北大学, 2021: 22.
ZHANG Yan-qi. Research on Visual Form and Aesthetic Characteristics of Intelligent Material Packaging[D]. Xi'an: Northwest University, 2021: 22.
- [3] 梁吉雷,吴萌萌,宋玉鹤,等. 浅议我国药品包装材料现状及发展趋势[J]. 山东化工, 2017(6): 65-67.
LIANG Ji-lei, WU Meng-meng, SONG Yu-he, et al. Progress of Pharmaceutical Packaging Materials in China[J]. Shandong Chemical Industry, 2017(6): 65-67.
- [4] 陈希荣. 纳微传感器技术在包装印刷领域的应用(一)[J]. 中国包装, 2005(1): 90-93.
CHEN Xi-rong. Application of Nanosensor Technology in Packaging and Printing (1)[J]. China Packaging, 2005(1): 90-93.
- [5] 刘文良,李毛,梁敏怡. 中国药品包装智能化设计研究述评[J]. 湖南包装, 2020, 35(1): 52-57, 64.
LIU Wen-liang, LI Mao, LIANG Min-yi. Summary of Research on Intelligent Packaging Design of Drugs[J]. Hunan Packaging, 2020, 35(1): 52-57.
- [6] 刘文良,唐立华. 基于安全策略的老年人药品包装无障碍设计[J]. 装饰, 2016(12): 71-73.
LIU Wen-liang, TANG Li-hua. Barrier-Free Packaging Design of Medicine for the Elderly Based on Safety Policy[J]. Art & Design, 2016(12): 71-73.
- [7] 佚名. SelfExpiring: 可自动显示过期信息的药物包装袋[J]. 中国包装, 2013(11): 14.
ANON. SelfExpiring: Drug Packaging Bag that can Automatically Display the Expired Information[J]. China Packaging, 2013(11): 14.
- [8] 陈国权,雷毅. 药品包装防伪技术进展及在感官鉴别中的应用[J]. 中国药事, 2014, 28(5): 542-548.
CHEN Guo-quan, LEI Yi. Progress of Anti-Counterfeiting Technology and Its Application in Sensory Identification of Drugs[J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2014, 28(5): 542-548.
- [9] 杨蕾. 药品真伪鉴别方法探究[J]. 中国处方药, 2018, 16(2): 53-54.
YANG Lei. Research on the Method of Drug Authenticity Identification[J]. Journal of China Prescription Drug, 2018, 16(2): 53-54.
- [10] 张晋美,黎厚斌. 芘荧光材料的研究进展[J]. 包装工程, 2018, 39(7): 104-111.
ZHANG Jin-mei, LI Hou-bin. Research Progress of Pyrene Fluorescent Materials[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(7): 104-111.
- [11] LEEM J W, JEON H J, JI Y, et al. Edible Matrix Code with Photogenic Silk Proteins[J]. ACS Central Science, 2022, 8(5): 513-526.
- [12] 何爽. 差异化战略在药品包装中的运用[J]. 包装工程, 2008(5): 177-179.
HE Shuang. Difference Strategy in the Use of Medicine Packaging[J]. Packaging Engineering, 2008(5): 177-179.
- [13] 郭娟,张进,张鹏鹏,等. 丸剂药品包装多功能封缄盖的结构设计[J]. 包装工程, 2012, 33(11): 88-90.
GUO Juan, ZHANG Jin, ZHANG Peng-peng, et al. Structural Design of Multifunctional Sealing Cap for Pill Drug Packaging[J]. Packaging Engineering, 2012,

- 33(11): 88-90.
- [14] 杨柳. 药品包装材料的现状及发展趋势[J]. 海峡药
学, 2017, 29(8): 16-18.
YANG Liu. Present Situation and Development Trend of
Pharmaceutical Packaging Materials[J]. Strait Pharma-
ceutical Journal, 2017, 29(8): 16-18.
- [15] 吴林珍. 超视觉感官体验——Anestasia Vodka 钻石伏
特加概念包装[J]. 包装与设计, 2017(3): 106-107.
WU Lin-zhen. Super Sight Sensual expe-
rience-Conceptual Packaging of Anestasia Vodka[J].
Package & Design, 2017(3): 106-107.
- [16] 原研哉. Haptic: Takeo Paper Show 2004 (In English
and Japanese)[M]. Osaka: Asahi Shinbun, 2004: 1-5.
- [17] 马丁·林斯特龙著, 赵萌萌译. 感官品牌[M]. 天津: 天
津教育出版社, 2011: 11-13.
MARTIN L. Brand Sense[M]. Tianjin: Tianjin Educa-
tion Press, 2011: 11-13.
- [18] 贝蒂尔·霍特, 尼可拉斯·布劳依斯, 马库斯·范迪克著,
朱国玮译. 感官营销[M]. 上海: 格致出版社, 2014:
1-3.
Bertil Hulten, Niklas Broweus, Marcus van Dijk. Sen-
sory marketing[M]. Shanghai: Gezhi Press, 2014: 1-3.
- [19] KRISHNA A, CIAN L, AYDINOĞLU N Z. Sensory
Aspects of Package Design[J]. Journal of Retailing,
2017, 93(1): 43-54.
- [20] CHARLES S. The Multisensory Design of Pharmaceu-
ticals and Their Packaging[J]. Food Quality and Prefe-
rence, 2021, 91: 104200.
- [21] VILLARINO, SEKINLRTSCB. Trends in food Sensory
Science[J]. Food Science and Technology, 2021, 35(4):
46-50.
- [22] 李檬, 王安霞, 邓丽. 感官设计理念在包装设计中的
应用[J]. 包装工程, 2008, 29(3): 128-130.
LI Meng, WANG An-xia, DENG Li. Application of
Sense Organ Design Idea in Packaging Design[J].
Packaging Engineering, 2008, 29(3): 128-130.
- [23] 罗天榜. 包装的多感官表达研究[D]. 成都: 西南交通
大学, 2010: 21-39.
LUO Tian-bang. Study on Multi-Sensory Expression of
Packaging[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University,
2010: 21-39.
- [24] 陈莹燕, 李蔓丽. 现代包装设计中的多感官表达之探
讨[J]. 装饰, 2011(2): 96-97.
CHEN Ying-yan, LI Man-li. Discussion of Mul-
ti-Sensory Expression in Modern Packaging Design[J].
Art & Design, 2011(2): 96-97.
- [25] 王盼盼. “多感官”理念在包装设计中的运用研究 [J].
中国包装工业, 2015(12): 25.
WANG Pan-pan. Research on the Application of "Mul-
ti-sensory" Concept in Packaging Design [J]. China
Packaging Industry, 2015(12): 25.
- [26] 刘瑞佳, 肖颖喆. 多感官体验在包装设计形式中的表
达[J]. 绿色包装, 2021(8): 87-93.
LIU Rui-jia, XIAO Ying-zhe. Multisensory Expression
in the Form of Packaging Design[J]. Green Packaging,
2021(8): 87-93.
- [27] 俞柯梦, 任钟鸣. 多感官体验在包装设计中的研究
[J]. 设计, 2021, 34(21): 113-115.
YU Ke-meng, REN Zhong-ming. Research on mul-
ti-Sensory Experience in Packaging Design[J]. Design,
2021, 34(21): 113-115.
- [28] 杨峰. 包装设计中“五感”的应用探究 [J]. 智库时代,
2017(11): 268.
Yang Feng. Research on the Application of "Five
Senses" in Packaging Design [J]. Think Tank Times,
2017, (11): 268.
- [29] 郑钊. 基于“五感”体验在产品包装设计中的应用研究
[J]. 艺术大观, 2021(17): 59-60.
Zheng Zhao. Research on the Application of "Five
Senses" Experience in Product Packaging Design [J].
Art View, 2021(17): 59-60.
- [30] 孔令强. 电视频道包装中视觉与听觉元素的设计与应
用[J]. 青年记者, 2017(36): 76-77.
KONG Ling-qiang. Design and Application of Visual
and Auditory Elements in TV Channel Packaging[J].
Youth Journalist, 2017(36): 76-77.
- [31] 毛宏萍, 康修机. 设计嗅觉的体验——论产品设计中
的气味设计[J]. 装饰, 2007(12): 60-61.
MAO Hong-ping, KANG Xiu-ji. Experience of Design-
ing Sense of Smell[J]. Art & Design, 2007(12): 60-61.
- [32] PORTER J, CRAVEN B, KHAN R M, et al. Mechan-
isms of Scent-Tracking in Humans[J]. Nature Neuros-
cience, 2007, 10(1): 27-29.
- [33] DOTY R L, BRUGGER W E, JURS P C, et al. Intranas-
al Trigeminal Stimulation from Odorous Volatiles: Psy-
chometric Responses from Anosmic and Normal Hu-
mans[J]. Physiology & Behavior, 1978, 20(2): 175-185.
- [34] 蔡新元. 食品包装的味觉设计[J]. 上海包装, 2004(2):
22-24.
CAI Xin-yuan. Gustatory Design in Food Package[J].
Shanghai Packaging, 2004(2): 22-24.
- [35] 张林燕. 基于味觉要素的食品包装设计 [J]. 中国包
装工业, 2015(17): 89.
ZHANG Lin-yan. Food Packaging Design Based on
Taste Elements [J]. China Packaging Industry, 2015(17):
89.
- [36] 王维, 安文亚. 关注触觉的产品设计[J]. 艺术与设计
(理论版), 2007(2): 113-115.
WANG Wei, AN Wen-ya. Keep Eye on the Touch of
Product Design[J]. Art and Design (Theory), 2007(2):
113-115.
- [37] 王妍, 吴斯一. 触觉传感: 从触觉意象到虚拟触觉[J].
哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2011, 13(5):
93-98.
WANG Yan, WU Si-yi. Haptic Sensing Technology:
From Haptic Images to the Haptics[J]. Journal of Harbin
Institute of Technology (Social Sciences Edition), 2011,

- 13(5): 93-98.
- [38] 吴智艳, 吴祐昕, 杜雅婷, 等. 触觉体验引导下的儿童智能玩具交互设计[J]. 包装工程, 2022, 43(12): 290-296.
- WU Zhi-yan, WU You-xin, DU Ya-ting, et al. Interactive Design of Children's Intelligent Toys Guided by Tactile Experience[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(12): 290-296.
- [39] 戴维·阿克著, 奚卫华, 董春海译. 管理品牌资产[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 71-94.
- AAKER D A. Managing Brand Equity[M]. Beijing: China Machine Press, 2006: 71-94.
- [40] 周雨, 张任远. 多感官整合理念在食品包装设计中的应用[J]. 工业设计, 2017(1): 117-120.
- ZHOU Yu, ZHANG Ren-yuan. Application of Multi-Sensory Integration Concept in Food Packaging Design[J]. Industrial Design, 2017(1): 117-120.
- [41] 庞传远. 材料智能型包装设计研究[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2019: 24.
- PANG Chuan-yuan. Research on Intelligent Packaging Design of Materials[D]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2019: 24.
- [42] 柯胜海. 智能包装设计研究[M]. 南京: 江苏凤凰美术出版社, 2019: 78.
- KE Sheng-hai. Research on Intelligent Packaging Design[M]. Nanjing: Jiangsu Phoenix Art Publishing House, 2019: 78.
- [43] 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): 6-10.
- KE Sheng-hai, PANG Chuan-yuan. Classification and Design Application for Intelligent Packaging Design of Materials[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(21): 6-10.
- [44] ZHANG Chao, YIN An-xiang, JIANG Rui-bin, et al. Time-Temperature Indicator for Perishable Products Based on Kinetically Programmable Ag Overgrowth on Au Nanorods[J]. ACS Nano, 2013, 7(5): 4561-4568.
- [45] 柯胜海. 智能发光包装设计研究[J]. 装饰, 2016(9): 76-77.
- KE Sheng-hai. Research of the Intelligent Light-Emitting Packaging Design[J]. Decoration, 2016(9): 76-77.
- [46] SHI Y, WANG S, TAO W, et al. Multiple yet Switchable Hydrogen-Bonded Organic Frameworks with White-Light Emission[J]. Nat Commun, 2022, 13(1): 1882.
- [47] 许晓强, 廖莉, 陈晓瑾, 等. 基于互联网的药品语音二维码标签系统开发及应用研究[J]. 医院管理论坛, 2019, 36(12): 74-77.
- XU Xiao-qiang, LIAO Li, CHEN Xiao-jin, et al. Research on Development and Application of QR Code Label for Drug Use Guidance Base on Internet[J]. Hospital Management Forum, 2019, 36(12): 74-77.
- [48] 胡志鹏. 我国药用塑料瓶市场分析[J]. 今日印刷, 2011(12): 81-83.
- HU Zhi-peng. Analysis of Medical Plastic Bottle Market in China[J]. Print Today, 2011(12): 81-83.
- [49] 闫优优, 梁毅. 国外最新“钱夹式”包装及其设备[J]. 机电信息, 2012(8): 49-52.
- YAN You-you, LIANG Yi. Foreign Latest Wallet Packaging and Equipment[J]. Mechanical and Electrical Information, 2012(8): 49-52.
- [50] 王洋. 气味标识标签: 中国, 101038708A[P]. 2007-09-19.
- WANG Yang. Odor Identification Label: China, 101038708A[P]. 2007-09-19.
- [51] 佚名. 可食用标签将掀起标签行业的新革命 [J]. 中国包装工业, 2009(7): 55.
- ANON. Edible labels will set off a new revolution in the label industry [J]. China Packaging Industry, 2009(7): 55.
- [52] CHEN S, WANG Y, YANG L, et al. Electron-Induced Perpendicular Graphene Sheets Embedded Porous Carbon Film for Flexible Touch Sensors[J]. Nanomicro Lett, 2020, 12(1): 136.
- [53] ANWER A H, KHAN N, ANSARI M Z, et al. Recent Advances in Touch Sensors for Flexible Wearable Devices [J]. SENSORS, 2022, 22(12): 1-21.
- [54] 柯胜海, 谭井华, 蔡京声, 等. 可穿戴冠心病安全警示智能药品包装 [J]. 湖南包装, 2017, 32(3): 22-23.
- KE Sheng-hai, TAN Jing-hua, CAI Jing-sheng, et al. Wearable Smart Drug Packaging for Coronary Heart Disease Safety Warning[J]. Hunan Packaging, 2017, 32(3): 22-23.
- [55] 刘禹. 触觉设计在非可视人群药品包装设计中的应用与研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2019: 6-8.
- LIU Yu. Application and Research of Tactile Design in Drug Packaging Design for Non-Visible People[D]. Guiyang: Guizhou University, 2019: 6-8.
- [56] INOUE S, KODJEBACHEVA G, SCHERRER T, et al. Adherence to Hydroxyurea Medication by Children with Sick Cell Disease (SCD) Using an Electronic Device: a Feasibility Study[J]. International Journal of Hematology, 2016, 104(2): 200-207.
- [57] 佚名. 斯道拉恩索创新药品包装解决方案 Pharma DDSi Wireless[J]. 印刷技术, 2011(12): 49.
- ANON. Doranso's Innovative Drug Packaging Solution Pharmadsi Wireless[J]. Printing Technology, 2011(12): 49.
- [58] 牛立超. 斯道拉恩索:将“智能”嵌入包装[J]. 包装财智, 2011(8): 23.
- NIU Li-chao. Stora Enso: Embed "Intelligence" into Packaging [J]. Packaging Caizhi, 2011(8): 23.