

智能包装技术及应用

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2018.01.005

王志伟

暨南大学

包装工程研究所^a

产品包装与物流广东普通高校

重点实验室^b

珠海市产品包装与物流

重点实验室^c

广东 珠海 519070

摘要: 智能包装技术引起了学术界和工业界的普遍关注。对智能包装技术与应用进行了综述,重点讨论智能包装与智能包装系统,分析实现智能包装的传感器技术、指示剂和无线射频识别技术,简要介绍智能化包装工业和智能包装发展的主要方向。

关键词: 智能包装; 传感器; 指示剂; 无线射频识别

中图分类号: TB484; TS206; TP212

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2018)01-0027-07

0 引言

包装工业是与国计民生密切相关的服务型制造业,在国民经济与社会发展中具有举足轻重的地位。

“十二五”期间,我国包装工业规模稳步扩大,对国民经济的支撑能力显著提升,进一步完善了涵盖设计、生产、检测、流通、回收循环利用等产品全生命周期的包装产业链体系,形成了包装材料、包装制品、包装装备3个产品大类和纸包装、塑料包装、金属包装、玻璃包装、竹木包装5大子行业。2015年,全国包装企业有25万余家,包装工业主营业务收入突破1.8万亿元^[1-2]。我国包装工业在取得突出成就的同时,也面临着食品包装安全、资源与环境等方面的巨大挑战。为此,中国包装工业发展规划(2016—2020年)明确了包装工业发展重点为:面向建设包装强国的战略任务,坚持自主创新,突破关键技术,全面推进绿色包装、安全包装、智能包装一体化发展,有效提升包装制品、包装装备、包装印刷等关键领域的综合竞争力^[2]。在推动智能包装快速发展方面,提出“以智能包装为两化深度融合的主攻方向,推进生

产过程智能化,着力发展智能包装产品,大力提升包装产业信息化水平”^[2]。

欧盟国家近10a开展了大量与智能包装有关的研发项目,主要的研究单位有:TNO-Holst Centre, Fraunhofer Institute, VTT Technical Research Centre of Finland, Technologie-Transfer-Zentrum Bremerhaven等。通过Web of Science检索可知,近10a(2008—2017)来,以intelligent packaging和smart packaging为主题发表的论文分别有715篇和1168篇,被引频次分别为3984次和7692次,*H*指数分别为31和41,篇均被引用次数分别为5.57和6.59,且发文章和被引频次呈逐年快速上升的趋势。这些检索数据从一个侧面反映了智能包装技术研究的热度。

本文对智能包装技术的应用与未来的发展方向进行综述与探讨,以期能为研究者提供一些启示。

1 智能包装与智能包装系统

1.1 智能包装

首先,需要区分智能包装与活性包装这两个概

收稿日期:2017-11-12

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50775100)

作者简介:王志伟(1963-),男,江苏无锡人,暨南大学教授,博士生导师,主要从事产品包装防护工程和食品包装安全技术方面的教学与研究,E-mail:wangzw@jnu.edu.cn

念,许多文献对此进行过讨论^[3-4]。活性包装(active packaging, AP)通过产品、包装、环境相互积极作用,达到保护产品、延长货架寿命的目的。活性包装涉及物理的、化学的、生物的作用,如:抗菌、抗氧化包装,气体吸收/散发包装,可控释放包装(controlled release packaging)等。智能包装(intelligent packaging, IP)具有如感知、检测、记录、追踪、通讯、逻辑等智能功能,可追踪产品、感知包装环境、通讯交流,从而促进决策,达到更好地实现包装功能的目的。如图1所示,包装具有包含和保护产品、方便储运、交流信息等基本功能。活性包装可认为是包装保护功能的拓展,而智能包装更多地被认为是包装信息功能的延伸。如图2所示,智能包装在从原材料供给到产品制造、产品包装、物流配送、消费和包装废弃物处置的整个供应链中承担信息感知、储存、传递、反馈等重要通讯交流功能^[3]。



图1 智能包装与活性包装概念示意图
Fig. 1 Concept of intelligent packaging and active packaging

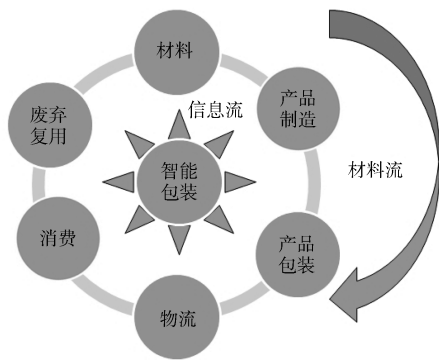


图2 智能包装信息交流功能示意图
Fig. 2 Information exchange function of intelligent packaging

1.2 智能包装系统

K. L. Yam等^[3]给出了食品供应链中智能包装系统信息流的框架性描述(如图3所示),这有助于我们理解智能包装技术。该智能包装系统由智能包装元件、数据层、数据处理和食品供应链通信网络组成。

智能包装元件是构成智能包装系统的前提,它赋予包装获取、存储和传输数据的新能力;数据层、数据处理和食品供应链通信网络共同组成决策支持系统。智能包装元件和决策支持系统协同工作,监控食品包装内部和外部环境的变化,交流食品状态信息,及时作出决策或采取适当的处理措施。

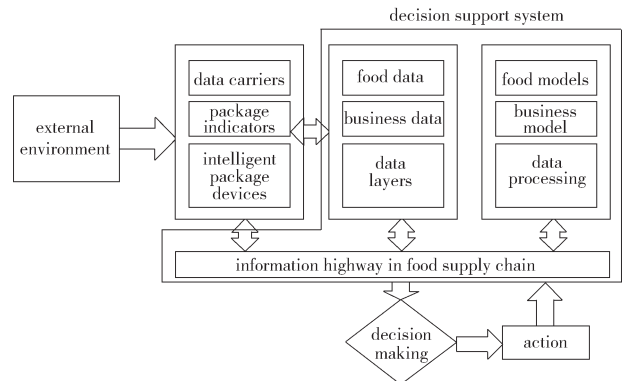


图3 食品供应链中智能包装系统框架图
Fig. 3 Intelligent packaging system in food supply chain

下面给出2个笔者研制的智能包装系统实例。

实例1 物流中果蔬腐败智能化实时监测预警技术系统。该系统由腐败机制与评判数据库、实时传感技术和设备、监测预警系统3部分组成,其系统结构如图4所示。该系统的构建思路如下:

1) 研究贮藏环境因子(温度、湿度、气体、防腐等)与果蔬微生物群落、腐败代谢物、果蔬品质之间动态互作和过程变化规律。研究物流运输过程中振动、冲击、动压等机械环境因子作用与果蔬损伤之间的关系,研究运输包装方式与果蔬损伤之间的关系,阐明果蔬损伤导致果蔬腐败的机制。研究果蔬采后贮藏期和物流运输中腐败响应因子与果蔬损伤因子、环境介质调控因子之间的关系,研究腐败代谢挥发物(气味)与腐败响应因子的关系,筛选适用于不同果蔬的腐败评估因子,建立物流中果蔬腐败预测靶点、阈值及评判数据库和评判模型系统。

2) 基于果蔬腐败代谢挥发气味和果蔬外观色泽的变化,应用果蔬腐败传感和监测的气敏传感器阵列(电子鼻)技术、近红外光谱技术和果蔬外观色泽图像分析技术,通过比较分析,确定适合于贮藏环境和复杂物流运输环境条件下,果蔬腐败实时监测的传感技术或集成,开发相应的传感监测设备以及数据处理系统。

3) 将果蔬腐败过程传感与环境因子传感集成为

果蔬贮藏和物流运输传感网络，基于物联网的原理，研发贮藏和物流运输过程中果蔬腐败智能化实时监测预警技术系统。

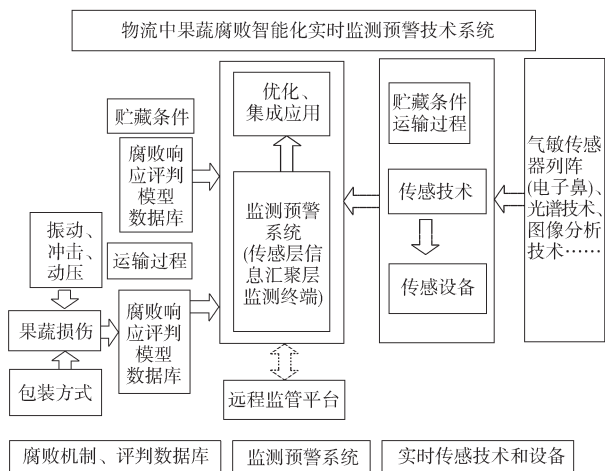


图4 果蔬腐败智能化实时监测预警技术系统结构图

Fig. 4 Intelligent real-time monitoring and pre-warning system for spoilage of fruits and vegetables

实例2 产品物流多参数智能监测系统。该系统由传感层、信息汇聚层和智能监测层组成^[5-6]，其系统结构如图5所示。该系统可在线或远程监控物流中重要产品和危险品的状况，包括环境温湿度、振动和冲击强度、气体浓度以及产品运动等。实践表明，该系统能对物流中重要产品和危险品实施有效监控。

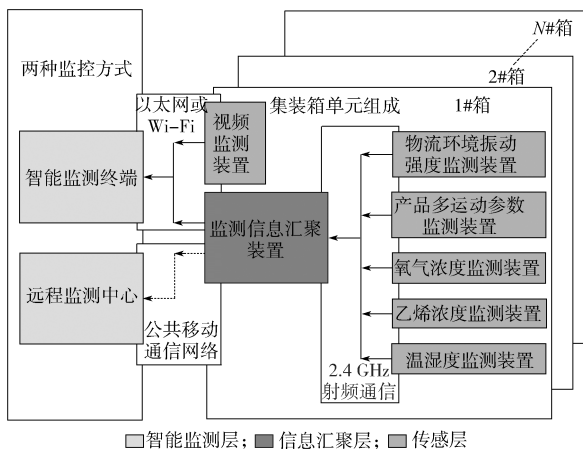


图5 产品物流多参数智能监测系统结构图

Fig. 5 Multi-parameter intelligent monitoring system for products in logistics

2 智能包装技术

目前，实现智能包装主要有3种技术：传感器（sensors）、指示剂（indicators）和无线射频识别（radio

frequency identification, RFID）。这3种技术无论其物理组成还是数据捕获和传输的量 and 类型均不同^[7]。

2.1 传感器技术

传感器是指能感受规定的被测量件并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。在包装材料中应用和集成传感器实现智能包装系统，已变得触手可及。除了传统的传感器常用来测量温度、湿度、压力、运动、pH值和曝光量等外，化学传感器近年已引起越来越多的关注，并用于监控食品质量和包装完整性。利用小尺寸柔性化学传感器可开发智能食品包装，以监测与食品腐败变质和包装泄漏相关的挥发性有机化合物（volatile organic compounds, VOCs）和气体分子（H₂、CO、O₂、H₂S、NH₃、CO₂、CH₄等）。

印刷电子技术是利用导电功能油墨印制电路。这是一个迅速崛起的新技术，它实现了在柔性包装材料（薄片、薄膜、纸、复合包装材料）上制造电子元件（射频识别标签、显示器、传感器、电池等）的技术创新。将敏感元件印制在柔性材料上做成传感器，这类柔性印制化学传感器无疑将彻底改变智能包装的开发和生产^[7]。如挪威科技公司Thin Film Electronics ASA，开发了一个由电池供电，独立、集成印刷电子温度跟踪智能传感标签系统，用于监测易腐货物^[8]。

为满足低检出限、低工作温度、尺寸更小、灵敏度更高、选择性好和连续测量等气体检测要求，用于传感功能特别是气体传感的纳米材料方面的研究论文，近年来呈指数增长的趋势。由于具有高的比表面积，碳纳米材料（如炭黑和富勒烯碳纳米颗粒、石墨烯、石墨纳米纤维和纳米管）呈现出优异的检测灵敏度。结合其优异的电性能和机械特性，碳纳米材料非常适合于制造化学传感器的敏感元件。在实验室条件下，碳纳米管具有10⁻⁹浓度水平的检测限灵敏度。石墨烯是由一层原子组成的二维材料，所以其每个原子都可以参与到与气体的相互作用中。理论上石墨烯可以达到最低的气体检测能力，即单个分子的检测能力。富勒烯抗变型能力强并能很好恢复原型。目前，学者们主要关注于富勒烯和富勒烯薄膜作为化学传感器的敏感元件，以及富勒烯薄膜对各种有机和无机化合物吸附特性的研究^[9]。碳纳米纤维通过功能化和表面修饰适合于制作化学传感器的敏感元件。

虽然碳纳米材料在制造化学传感器方面展现出了十分诱人的前景，但其商业化应用方面还有许多技

术瓶颈, 不过近年来已取得了重要的技术突破。碳纳米管可以喷印在 PET (polyethylene terephthalate) 和纸上制作小于 10^{-6} 浓度水平, 来检测 Cl_2 和 NO_2 的化学传感器^[10]。用碳纳米管和石墨可以在纸上制作选择性化学气体传感器, 来检测和分辨气体^[11-12]。

生物体内细胞、抗体或酶之类的生物成分是天然的敏感元件。随着生物技术的突破, 可实现这些成分的分离和纯化, 从而可把它们作为生物敏感元件, 整合到所谓的生物传感器上。生物传感器与化学传感器之间的主要区别在于, 生物传感器的敏感元件包含了用于检测化学分析物的生物成分^[13]。生物传感器可以应用于识别和测量过敏原与分析物, 如糖、氨基酸、醇、脂、核苷酸等。目前, 为食品工业应用开发的大多数生物传感器, 只限定在初步的概念验证阶段^[14], 还需要进一步研究如何把它们整合到食品包装中。Scheelite Technologies 公司开发了一种商用柔性生物传感器, 用于食品供应链中包装食品的大肠杆菌和沙门氏菌的检测。其核心技术是使抗毒素在塑料包装材料上的沉积, 以及通过无线网络对生物传感器进行实时监控^[15]。

传感器一般输出电信号。随着硅光子学技术的发展, 传感器输出光学信号的研究已引起科技界和工业界的关注。相比于电传感器, 光学信号传感器不需要电力提供, 可利用紫外光、可见光或红外光在一定距离内驱动和读出结果。因此, 光学信号传感器的开发有着诱人的前景。用于 NH_3 气体检测的基于绝缘体上硅 (silicon-on-insulator, SOI) 微环谐振器 (microring resonator, MR) 的化学传感器的概念验证已经进行^[16]。

单个化学传感器或生物传感器主要是针对特定化合物的高度选择性和敏感性而设计, 因此常常需要用一维或二维传感器阵列 (电子鼻系统) 来检测和分辨气味中的每一种化合物。随着现代传感器制造技术的飞速发展, 一维或二维传感器阵列将在智能包装领域得到实际应用。

2.2 指示剂

与传感器相比, 指示剂不能提供定量信息 (如浓度, 温度等), 不能存储测量数据和时间数据。指示剂通过颜色变化、色彩浓度的增强或沿直线颜色的扩散, 提供包装食品的直观、定性 (或半定量) 的信息^[17]。指示剂结合柔性无线射频识别, 被认为是目前可集成于智能包装的切实可行的技术。

气体指示剂提供了一种非侵入式的方法来检测

包装的完整性及包装内的环境状况。例如, 对气调包装的密封泄漏, 气体指示剂通常可指示气体 (CO_2 , O_2 , 水蒸气, 乙醇气体等) 浓度变化的定性或半定量的信息; 它可监测整个物流链中气调包装的状况。

新鲜度指示剂通过其与微生物生长代谢物的反应, 直接提供食品中微生物生长或化学变化所引起的食品质量信息, 也可用于对易腐产品剩余货架寿命的估计。它可分为多种类型, 如对 pH 值敏感的指示剂、对挥发性物质或气体敏感的指示剂以及病原菌指示剂等。

时间-温度指示剂 (time-temperature indicators, TTIs) 提供产品物流过程中经历温度的信息, 通过时间-温度积累效应指示食品剩余货架寿命。时间-温度指示剂已广泛应用于易腐产品包装、冷链运输和高温杀菌等的监测。时间-温度指示剂按工作机理可分为多种类型, 如聚合物型、酶型、化学型、微生物型、纳米型等。

热变色油墨可以在不同的温度下改变颜色。不可逆热变色油墨是不可见的, 但暴露在一定温度下时会呈现强烈的颜色, 并且颜色随温度的变化而改变, 并留下永久的温度变化指示。

冲击指示剂 (防震标签) 已广泛应用于运输过程货物的监视, 常贴于货物的外包装箱上。当指示剂所受的冲击超出其设定阈值时, 指示剂晶管便会由白色转变为有色。冲击指示剂可提供若干个感应阈值, 不同转变颜色表示激活指示剂的外来冲击设定阈值。冲击指示剂有明显的警示作用, 可引导物流工作人员正确操作。

2.3 无线射频识别技术

无线射频识别 (RFID) 以及条形码、二维码、磁墨水、语音识别、生物识别等归类为自动识别技术, 可提供信息和 / 或控制材料流, 特别适用于物流供应链等大型生产网络。与传感器技术和指示剂相比, 自动识别技术不提供如产品质量状况等的定性或定量信息, 通常用于识别、自动化、追溯、防盗和防伪。

在无线射频识别系统中, 阅读器使用电磁波通过天线与射频识别标签 (RFID tag) 进行通信。射频识别标签是一种数据携带装置, 它由天线及其连接的微芯片组成。射频识别标签基于电力供给可以分为 3 种类型: 无源射频识别标签、半无源射频识别标签、有源射频识别标签。无源射频识别标签没有电池, 由阅读器发射的电磁波驱动, 阅读范围只有几米。半无

源射频识别标签使用电池来维持标签的记忆,或驱动标签调节阅读器天线发出的电磁波。有源射频识别标签由内部电池供电,微芯片电路运行,向阅读器发送信号,阅读范围一般为100 m。

射频识别标签按用于通信的电磁波的频率可分为3类:低频(30~500 kHz),高频(10~15 MHz),超高频(850~950 MHz, 2.4~2.5 GHz, 5.8 GHz)^[7]。频率决定了阅读范围和数据传输率。

要使无线射频识别技术广泛应用于智能包装系统中,目前还需要解决一些技术、工艺和安全方面的问题。现在的研究主要集中在可感应的射频识别标签(sensor-enabled RFID tag)以及它们在物流供应链中的应用^[5]。为使射频识别系统更加智能化,射频识别标签应能够提供包装的完整性、产品质量状况以及物流环境条件的信息,这会涉及到如温度、相对湿度、pH值、压力、曝光量、挥发性化合物和气体分子浓度等一个或多个参数的测量。可感应的射频识别标签是将一个或多个传感器连接到射频识别标签,同时确保传感器和其所测数据在标签中储存的能量供给^[18-19]。

对于可感应的射频识别标签的开发,目前要解决的主要问题是:在射频识别标签的设计中如何集成一个或多个传感器,以及在包装材料中如何集成可感应的射频识别标签。荷兰Holst Centre开发了一个柔性可感应的射频识别标签样品,可监测温度、湿度和三甲胺^[20]。欧盟国家研发项目正在通过提高传感器的灵敏度和选择性,应用印刷电子技术,集成在包装材料中,开发可感应的射频识别标签。

3 智能化包装工业

从包装产业的角度讲,智能化包装工业也可指包装工业的智能化^[21-24]。

所谓包装工业的智能化,一是指包装材料生产和产品包装过程的智能化,如:供送、计量、清洗、裹包、灌装、封合、堆码等包装工序一个或多个的智能化;包装生产线成套装备的网络化与智能化;包装机械手、机器人等在包装工序中的应用。二是指智能化的包装车间或工厂。三是指包装产业信息化、智能化工程建设,如:包装电子商务,包装工业云和大数据平台,包装企业、行业信息化建设等。

4 智能包装发展主要方向

智能包装发展的主要方向可以归纳为4个方面。

1) 进一步发展智能包装元件。在这方面的可选技术有:柔性印刷电子技术,即用电子功能油墨在柔性包装材料上印制电子元件;碳纳米材料技术用于气体和化合物检测;硅光电技术用于VOCs、CO₂检测;电子鼻技术(传感器阵列)用于识别复杂气味;生物传感技术用于检测生物成分。混合智能包装元件的研发将更受青睐,例如信息携带标签与指示剂的结合、传感器与指示剂的结合、可感应的射频识别标签等。

2) 智能包装元件与包装系统的有机集成。其主要方向为可感应的射频识别标签与包装材料的融合。

3) 智能包装与活性包装的融合。二者的这一融合将展现广阔的发展前景,但主要风险是化学物质从活性和智能包装材料向食物的过多迁移^[25-26]。

4) 智能包装的决策支持系统。在这一方面需要研发支撑决策支持系统的各类模型。未来人工智能技术将在决策支持系统中得到重要的应用。

参考文献:

- [1] 工业和信息化部,商务部. 关于加快我国包装产业转型发展的指导意见: 工信部联消费 [2016] 397号 [EB/OL]. [2017-11-01]. <http://www.mofcom.gov.cn/article/h/redht/201612/20161202273150.shtml>. Ministry of Industry and Information Technology, Ministry of Commerce. Guidance on Accelerating the Transformation and Development of Packaging Industry in China: Consumer Goods Industry Division, Ministry of Industry and Information Technology [2016] No. 397[EB/OL]. [2017-11-01]. <http://www.mofcom.gov.cn/article/h/redht/201612/20161202273150.shtml>.
- [2] 中国包装联合会. 中国包装工业发展规划(2016—2020年) [EB/OL]. [2017-11-01]. <http://www.cpta.org.cn/articleDetail.html?id=6821>. China Packaging Federation. China Packaging Industry Development Plan (2016—2020)[EB/OL]. [2017-11-01]. <http://www.cpta.org.cn/articleDetail.html?id=6821>.
- [3] YAM K L, TAKHISTOV P T, MILTZ J. Intelligent Packaging: Concepts and Applications[J]. Journal of Food Science, 2005, 70(1): R1-R10.
- [4] REALINI C E, MARCOS B. Active and Intelligent Packaging Systems for a Modern Society[J]. Meat Science, 2014, 98(3): 404-419.
- [5] 王志伟,方科,叶晨炫. 一种物流集装箱多参数智能监测系统以及监测方法: CN201210311657.0[P]. 2013-01-09.

- WANG Zhiwei, FANG Ke, YE Chenxuan. A Multi-Parameter Logistic Container Intelligent Monitoring Systems and Monitoring Methods: CN201210311657.0[P]. 2013-01-09.
- [6] 方科, 王畅田, 王志伟, 等. 物流环境下产品的多种运动参数测量装置及测量方法: CN201410476491.7[P]. 2014-12-17.
FANG Ke, WANG Changtian, WANG Zhiwei, et al. Measuring Device and Measuring Method for a Variety of Motion Parameters of Product Under Logistics Environment: CN201410476491.7[P]. 2014-12-17.
- [7] 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.
- [8] [Anon]. Thin Film Builds First Stand-Alone Sensor System in Printed Electronics[EB/OL]. [2017-11-03]. <http://thinfilm.no/2013/10/16/stand-alone-system/>.
- [9] GRYNKO D, BURLACHENKO J, KUKLA O, et al. Fullerene and Fullerene-Aluminum Nanostructured Films as Sensitive Layers for Gas Sensors[J]. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics, 2009, 12(3): 287-289.
- [10] AMMU S, DUA V, AGNIHOTRA S R, et al. Flexible, All-Organic Chemiresistor for Detecting Chemically Aggressive Vapors[J]. Journal of the American Chemical Society, 2012, 134(10): 4553-4556.
- [11] MIRICA K A, AZZARELLI J M, WEIS J G, et al. Rapid Prototyping of Carbon-Based Chemiresistive Gas Sensors on Paper[J]. PNAS, 2013, 110(35): E3265-E3270.
- [12] ABDELLAH A, ABDELHALIMA, LOGHIN F, et al. Flexible Carbon Nanotube Based Gas Sensors Fabricated by Large-Scale Spray Deposition[J]. IEEE Sensors Journal, 2013, 13(10): 4014-4021.
- [13] REYES DE CORCUERA J I, CAVALIERI R P. Biosensors[M]//HELDMAN D. Encyclopedia of Agricultural, Food and Biological Engineering. New York: Marcel Dekker, 2003: 119-123.
- [14] PILOLLI R, MONACI L, VISCONTI A. Advances in Biosensor Development Based on Integrating Nanotechnology and Applied to Food-Allergen Management[J]. Trends in Analytical Chemistry, 2013, 47(47): 12-26.
- [15] Scheelite Technologies, LLC. Flex Alert Biosensor Technology Solutions[EB/OL]. [2017-11-03]. <http://www2.flex-alert.com/flexalert/wp-content/uploads/2011/11/Flex-Alert-Flyer-v2.pdf>.
- [16] YEBO N A, SREE S P, LEVRAU E, et al. Selective and Reversible Ammonia Gas Detection with Nanoporous Film Functionalized Silicon Photonic Micro-Ring Resonator[J]. Optics Express, 2012, 20(11): 11855-11862.
- [17] 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.
- [18] ABAD E, ZAMPOLLI S, MARCO S, et al. Flexible Tag Microlab Development: Gas Sensors Integration in RFID Flexible Tags for Food Logistic[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2007, 127(1): 2-7.
- [19] SAMPLE A P, YEAGER D J, POWLEDGE P S, et al. Design of an RFID-Based Battery-Free Programmable Sensing Platform[J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, 2008, 57(11): 2608-2615.
- [20] SMITS E, SCHRAM J, NAGELKERKE M, et al. Development of Printed RFID Sensor Tags for Smart Food Packaging[C]//The 14th International Meeting on Chemical Sensors. Nuremberg: IMCS, 2012: 403-406.
- [21] WANG Shiyong, WAN Jiafu, LI Di. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook[J]. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2016(4): 1-10.
- [22] ZHONG Ray Y, XU Xun, WANG Lihui. IoT-Enabled Smart Factory Visibility and Traceability Using Laser-Scanners[J]. Procedia Manufacturing, 2017, 10: 1-14.
- [23] MCFARLANE Duncan, GIANNIKAS Vaggelis, LU Wenrong. Intelligent Logistics: Involving the Customer[J]. Computers in Industry, 2016, 81: 105-115.
- [24] 周倩. 云工厂的演变与中国制造业前景展望[J]. 中国工业评论, 2016(6): 66-71.
ZHOU Qian. The Evolution of Cloud Factory and Prospects of China's Manufacturing Industry[J]. China Industry Review, 2016(6): 66-71.
- [25] WU Y M, WANG Z W, HU C Y, et al. Influence of Factors on Release of Antimicrobials from Antimicrobial Packaging Materials[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2016. DOI: 10.1080/10408398.2016.1241215.
- [26] BARSKA A, WYRWA J. Innovations in the Food Packaging Market-Intelligent Packaging-a Review[J]. Czech Journal of Food Sciences, 2017, 35(1): 1-6.

Intelligent Packaging Technology and Its Application

WANG Zhiwei

(Packaging Engineering Institute^a, Key Laboratory of Product Packaging and Logistics of Guangdong Higher Education Institutes^b, Zhuhai Key Laboratory of Product Packaging and Logistics^c, Jinan University, Zhuhai Guangdong 519070, China)

Abstract: Intelligent packaging technology has drawn the attention of both academia and industry. Intelligent packaging technology and its application were reviewed. The intelligent packaging and its system were emphasized, and the sensor technology, indicator and radio frequency identification device (RFID) to achieve intelligent packaging were analyzed. The intelligent packaging industry and the future development of intelligent packaging were briefly introduced.

Keywords: intelligent packaging; sensor; indicator; radio frequency identification (RFID)

.....

“绿色包装与包装安全”栏目获评 “第六届湖南省期刊优秀栏目”

2017年湖南省期刊协会组织的“第六届湖南省期刊优秀栏目”评选工作尘埃落定。《包装学报》的“绿色包装与包装安全”栏目从全省公开发行的253种期刊的4000余个栏目中脱颖而出，荣获“第六届湖南省期刊优秀栏目”荣誉称号。

《包装学报》的“绿色包装与包装安全”栏目内容导向正确、定位精准，形式新颖、特色鲜明，在全国特别是包装行业内影响较大。此次获奖，对《包装学报》的品牌建设与发展有重大促进作用。