

论新时代下的先进包装系统

彭国勋

(陕西科技大学, 陕西 西安 710021)

摘要: 面对转变经济发展方式的新形势, 在回顾包装系统发展历史的基础上, 对今后值得研发的低碳包装、绿色包装、生态包装、智慧包装、安全包装等先进包装系统进行了全面的探讨, 以期对包装科技工作者的研究方向提供一定的参考。

关键词: 低碳包装; 绿色包装; 生态降解包装; 智慧包装, 安全包装

中图分类号: TB409

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2010)02-0001-05

On the Advanced Packaging Systems in the New Era

Peng Guoxun

(Shanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: Faced with the transformation in economic development mode, and on the base of historic review of the development of packaging systems, the advanced packaging systems worthy of R&D have been explored, such as low carbon packaging, green packaging, environmentally degradable packaging, intelligent packaging, safe packaging etc., which are useful for the research direction selection for the practitioners in packaging science and technology.

Key words: low carbon packaging; green packaging; environmentally degradable packaging; intelligent packaging; safe packaging

0 前言

国际金融危机的春寒犹在, 培育新的经济增长点有待时日, 全球经济开始进入相对低速的增长期。但是, 我国的包装工业却逆势而上, 以高于 GDP 的增长速度在快速发展, 2009 年包装工业产值突破了万亿元大关。在世界经济不利的大环境下, 温总理在人大政府工作报告中提出了今年的 GDP 增长速度为 8%, 要求主要依靠结构调整来实现, 一场争夺未来发展制高点的“竞赛”已悄然涌现。如何实现经济发展方式的转变, 这道时代的命题以前所未有的峻切, 期待着包装科教工作者能拿出破解的方案。

回顾包装技术的发展历史, 就会发现一个又一个先进包装系统的出现, 不断改变着人们的生活方式, 同时创造出一片又一片包装产业的新天地。

当 1856 年英国人爱德华·西利 (Edward Healey) 和爱德华·埃伦 (Edward Ellen) 在发明了用作礼帽内衬的瓦楞纸后, 1871 年美国艾伯特·琼斯 (Albert L. Jones) 最先在瓦楞纸上贴一层衬纸, 用于包装玻璃制品等易碎品, 取名为“单面瓦楞纸板 (Single face corrugated board)”, 从而开启了现代运输包装容器的新时代。100 多年过去了, 瓦楞包装工业仍然占据着包装工业的首席地位, 销售额超过 6 000 亿美元。目前, 我国

收稿日期: 2010-03-10

作者简介: 彭国勋 (1937-), 男, 四川宜宾人, 陕西科技大学教授, 中国包装联合会技术顾问, 主要研究方向为包装工程和机械 CAD/CAE 等, E-mail: pengguoxun@gmail.com, wjgcgs@vip.sina.com

的瓦楞纸板产量近 300 亿 m^2 ，仅次于美国，位居世界第二位。

18 世纪末 19 世纪初，正是拿破仑攻城掠地、锐不可挡之时，然而令拿破仑最为头痛的，就是军队食品的供应问题。由于远途兴师讨伐，加上天气炎热，食品很快就变质了，加上士兵水土不服，部队的战斗力大大受挫，拿破仑不得不下令寻求食品保鲜办法。1805 年，尼古拉·阿佩尔 (Nicholas Appert) 发明的罐头，解决了这个难题，为打赢对俄战争做出了不可磨灭的贡献。200 多年过去了，食品与饮料的金属罐无菌包装系统，从 3 片罐发展到 2 片罐，创造出了一个大众 (POP) 饮料和方便食品的巨大产业链，改变了人们的饮食消费方式。

从 1856 年化学改性的天然塑料在美国的出现，到列奥·贝克兰 (Leo Baekeland) 于 1909 年获得酚醛高温、高压成型的专利，并于 1910 年实现产业化，人类文明进入了新的时代。石化塑料的广泛应用，彻底颠覆了包装产业的内部结构，以其特有的多功能和性价比优势，引发出了一系列的先进包装系统：袋/盒成型、充填、封口高温无菌包装系统成为食品、医药与饮料包装的主流；聚酯瓶无菌冷灌装系统大幅度蚕食了金属包装和玻璃包装的巨大市场；五花八门的塑料薄膜拉伸包装与收缩包装系统充斥着城乡商店的货架。塑料包装这个后起之秀，以其不断创新的潜在优势，正在雄心勃勃地追赶和挑战纸包装老大的地位。

上世纪出现的数字化技术，颠覆了传统的包装印刷方式，各种各样的先进包装印刷系统不但大幅度提高了印刷的劳动生产率，更是把包装装点得无比精美，让消费者流连忘返于超市花一样的海洋之中。

与先进包装与印刷系统配套的各种高速度、高精度自动包装机与自动包装线，一直是西方强国对我国出口的主导产品，能否自主研发此类产品成为我国从包装大国跨向包装强国的最大难关。

包装科教工作者站在这个新时代的路口，肩负着开发出与这个时代相适应的先进包装系统的历史重任，新的时代正在召唤科技工作者在建设包装强国的伟大事业中添砖加瓦^[1-2]。

下面试列举一些与当前形势有关的先进包装系统开发问题供包装科教工作者商榷^[3-4]。

1 低碳包装系统

大气中的二氧化碳浓度从工业革命前的 0.028%，到今天已经大幅度增加到了 0.037%。如果目前使用矿物燃料的趋势继续下去，到本世纪末二氧化碳浓度可能超过 0.07%。根据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 的研究表明，这可能导致全球气候上升 1.4~5.8

℃，恶劣天气更加频繁，许多自然生态系统被破坏。最近连续召开的国际气候变化会议，要求各国迅速加快行动，确保大气中二氧化碳浓度稳定在 0.05%~0.055%。这是一个很大的挑战，因为全球能源需求，预计将在 2000~2050 年间增加一倍。温总理在最近的哥本哈根会议上庄严承诺，到 2015 年中国将把单位 GDP 的碳排放量减少 40%~45%。中国应对气候变化与实施可持续发展战略，把加快建设资源节约型、环境友好型社会与建设创新型国家结合起来，以发展经济为核心，以节约能源、优化能源结构、加强生态保护和建设为重点，以科技进步为支撑，努力控制和减缓温室气体排放，不断提高适应气候变化能力，为保护全球气候处于可持续发展范围做出应有的贡献。与低碳经济相适应的低碳包装系统的开发迫在眉睫。

图 1 所示是美国某企业从所用的各种包装材料中抽查出 715 t，并进行统计分析，发现在各种包装材料的碳排放构成中，纸包装占的比例最大，为 85% 左右，其中瓦楞纸箱居首位，而塑料包装不到 15%。因此，减少瓦楞纸板的用量是低碳包装系统的发展方向之一，这涉及瓦楞包装系统的 CAD/CAE 系统的开发。

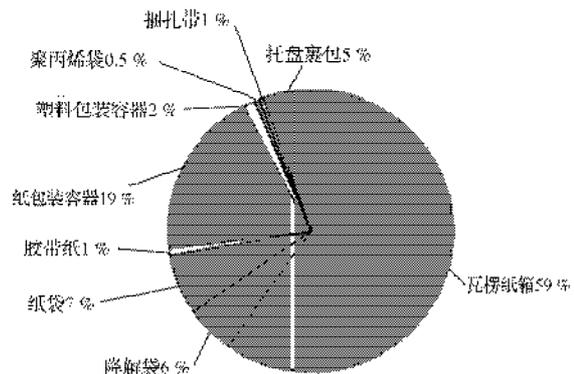


图 1 典型包装系统的包装材料碳排放构成

Fig. 1 Packaging material composition of carbon emissions with typical packaging system

无锡前程包装工程有限公司最近开发的笔记本电脑的气垫包装系统，是一次低碳包装系统的探索，如图 2 所示。

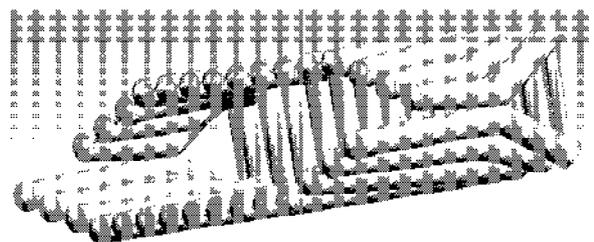


图 2 笔记本电脑气垫缓冲垫

Fig. 2 Air cushion of notebook

图2所示系统采用气垫代替传统的瓦楞缓冲垫,把碳排放量从原包装系统的21.851 2 kg减少到15.682 8 kg,降低了30%。

图3所示的可视包装系统是一种值得重点发展的低碳包装系统,具有极大的开发空间。我国家电产品正在致力于可视包装系统的开发,期望能极大地降低包装系统的碳排放量。然而,可视包装系统的推广有赖于物流环境条件的改善,急需冷收缩薄膜的国产化。



图3 家电产品可视包装系统

Fig. 3 Visual packaging systems for electrical appliances

2009年11月17日,上海济丰包装纸业股份有限公司成为国内首家通过自愿碳减排及碳交易实现碳中和的包装企业,在天津碳排放权交易所登记注销了一笔6 266 t二氧化碳当量的、自愿碳标准VCS (voluntary carbon standard)的碳信用/碳抵免额(carbon credits)交易,抵消上海济丰2006年1月1日至2009年6月30日产生的碳排放量,在低碳包装领域迈出了里程碑式的一步。随着企业对低碳包装重视程度的增加,建立我国包装企业碳排放量与包装材料碳强度系数的评价体系和数据库,已经到了刻不容缓的地步,需要政府、中国包装联合会和有关企业共同投入大量人力物力才能完成。

降低瓦楞纸板生产的能耗,是瓦楞生产企业必须重点解决的问题,这有赖于瓦楞生产线的技术革新。最近在衢州开发的无碳低温瓦楞定型生产线,是瓦楞工业生产有关低碳技术革新的有益尝试。

2 绿色包装系统

比较公认的绿色包装内涵是3R,即减量化(Reduce)、复用化(Reuse)和资源化(Recycle)。

当前市场上的产品,同时存在过包装和欠包装的情况。前者造成物流包装成本的增加和资源的浪费,后者则造成营销成本的增加和资源的更大浪费。主要原因是产品生产企业和包装企业懂得提供整体包装解决方案(CPS)的专家太少。正在开发的面向CPS的CAD/CAE专家系统,希望能为实现包装减量化提供科学的手段。

包装的复用化应该成为今后绿色包装的主旋律。图4所示的欧洲流行的托盘围板包装系统,可以复用

10~15 a,在我国却没有受到应有的关注,亟待结合包装标准化的推行进行深层次的技术开发。



图4 托盘围板包装系统

Fig. 4 Tray panels of packaging system

可以多次复用的标准化联通平托盘的大量推广和租赁系统的开发,对大幅度降低我国居高不下的物流费用具有极大的意义,一系列技术经济问题值得联合多方面的力量来协同解决。

涉及包装废弃物回收与循环再生的资源化问题,一直是各国政府十分头痛的难题。遍布全国的成千上万“捡破烂”大军,成为我国包装废弃物资源化的主力,他们基本解决了我国包装废弃物的回收难题,使得我国包装材料回收率达到了极高的水平。随着农村流动人口大量返回农村,以及环保法规的进一步完善,包装废弃物资源化问题将面临许多挑战,需要包装科教工作者下大功夫进行研发,以便寻求适合我国国情的包装废弃物资源化的最佳途径,形成包装循环经济的新增长点。

3 生态包装系统

当前充斥世界的塑料包装所用的原料,基本上依赖于石油化工。由于石化塑料根本无法降解,一直受到一些环保人士的责难,要求塑料包装能够降解。对于石化塑料,我们不能因噎废食。客观地讲,目前还没有哪种包装材料像它那样生机勃勃,正处于发展的壮年期,短期内还不可能开发出它的替代物。我国目前市场上见到的所谓降解塑料,基本上是塑料加淀粉,只能部分降解,它虽然解决了景观污染问题,但实际上石化塑料碎片仍然被掩埋在土壤中无法分解。对于塑料包装来说,当前最现实的环保问题不是降解,而是如何提高回收与高值循环的水平。当然,开发出性价比与石化塑料相当的、可完全生物降解的塑料,是我们的最终目标。

实际上,石化塑料真正的危机是它的可持续性。目前石油消耗量与新发现量之比是4:1。依照我国目前的发展及其相应的石油消耗速度,石油存贮将在16 a后消耗殆尽,全球将在20~100 a后消耗殆尽。我国石油将越来越依赖进口,现在已经成为仅次于美国

的石油进口国。中东等地区的动荡，潜伏着巨大的不安全因素。我国在每年 8 000 万 t 总塑料消费量中，需要从国外进口 1 000 万 t 以上，其中塑料包装所占比例在 22 % 左右。因此，我国包括塑料包装在内的塑料生产，从石油原料到塑料母粒，越来越受制于国外，形势十分危险。

为了解决塑料工业的可持续发展问题，发达国家的科技工作者投入了大量的人力物力，开发出了不依赖石油的可降解生态塑料（environmentally degradable plastics, EDP），如价格相对便宜、可加工性好的聚乳酸（polylactic acid, PLA），价格便宜、但可加工性差的全淀粉或大豆蛋白材料，机械性能多样、可加工性好，但价格较贵的聚羟基脂肪酸酯（polyhydroxyalkanoates, PHA）等。图 5 给出了聚乳酸的生态循环的示意图，只要地球上土壤、大气和阳光，聚乳酸就能源源不断地生产出来。

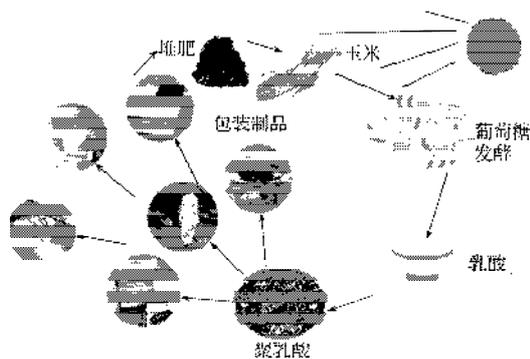


图 5 聚乳酸的生态循环示意图

Fig. 5 Eco-cycle diagram of PLA

采用这类 EDP 材料所形成的包装系统，称之为生态包装系统，这是今后需要着力发展的方向。成熟的 EDP 需要具备以下条件：1) 完全生物可降解；2) 完全生物合成，绿色制造工艺；3) 基于可再生的生产原料；4) 具有一定的物理化学性能；5) 可加工性强；6) 价格便宜。

EDP 在国内外已经投入产业化生产，且在一些特殊场合得到了应用。但由于规模不大，物理化学性能仍不能全面达到石化塑料的水平，售价较高，因而限制了它在包装领域里的推广应用。有待科技工作者开展进一步的研发，同时需要政府的政策扶持，使其性价比能尽快接近和达到石化塑料的水平。

木包装系统也是一种生态包装系统，因为它的原料是木材，符合上述 EDP 需要具备的条件。

纸包装系统基本上符合 EDP 需要具备的条件，只是制造工艺不是绿色的，特别是能耗和水污染等问题比较难于解决。

利用麦秸、稻草、棉秆等农业废料生产包装材料，已经获得初步成功，但只有当其中许多实际问题进行了深入研究后，方能在中央推行的节材代木规划中发挥作用。

4 智慧包装系统

过去开发的智能包装系统，主要停留在某些功能上，比如气调保鲜包装系统、自热包装系统、内装物状态自动显示的包装系统、防伪包装系统等。随着信息化技术的飞速发展，有必要开发新一代的智慧包装系统。

智慧包装系统可以归结为 3I：更透彻的感知（Instrumented）、更全面的互联互通（Interconnected）、更深入的智能化（Intelligent）。

继互联网时代之后的又一个热点是物联网（The Internet of things），它将引发商业模式的革命，催生无主机时代和数据托管时代，是第四次信息产业革命的核心，这可能是个万亿级的大市场。物联网的定义是：通过射频识别（RFID）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通讯，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络，如物到物（M2M）、物到系统（M2S）等。物联网的概念是在 1999 年提出的。物联网就是“物物相连的互联网”。这有两层意思：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，进行信息交换和通讯。

如何把现在包装系统采用的冲击振动标签、湿度标签、倾斜标签、射频识别标签等能感知包装件进行深层次的开发，重新组建面向物联网的先进包装系统，具有巨大的市场空间。

例如，据美国专家测算，一旦包装件都用 RFID 的电子标签代替目前使用的条形码，可以让美国 400 万人失业。沃尔玛的商品如果不再使用条形码，而全部改用 RFID，每年可节省 83 亿美元，因为减少了人力成本和失窃。使用 RFID 后，在超市里，可以远距离一次扫描完所有物品，顾客不必排队，购物车推到收银台前，就可以立即付费走人；货物的盘点将可以自动完成，能够大力节省超市的管理成本。

食品包装用上 RFID 后，还实现了全程可追溯的食品管理。北京奥运会的食品 RFID 标签，记录了食品从生产、养殖、检疫、加工企业、日期和批次，到运输温度、运送车辆及位置、日期等信息，实现了从“牧

场到餐桌”的全程管理。一旦出现问题，马上能找到源头，召回问题食品，食品仓库和货架的RFID读写器可以自动识别问题食品，拒绝出库和销售。

5 安全包装系统

与人们生活密切相关的商品安全包装问题，特别是食品包装安全问题，受到上上下下的格外关注。防儿童开启的药品儿童安全包装系统，从源头上减少了儿童误食药品的事故发生；防旧瓶被重新罐装的包装系统，既保护了厂家的核心利益，又保障了消费者的服用安全。

欧美等国对安全包装系统制定了完整的法规，有严格的监管体系，值得认真研究。

利用前面介绍的智慧包装系统，应用于安全包装系统时，可以监管食品与药品是否超过保质期，敦促商家及时把过期的商品撤下货架。

医疗器件的无菌包装系统关系到人们的健康和生命安全，有必要在常用的塑塑袋（Poly Pouch）、纸塑袋（Paper Poly Pouch）、剥离袋（Peel-off Sachet）等基础上进行创新开发。

据有关方面统计，从市场上自动召回的药品中，有70%~80%是由于药品包装上的问题引起的，其中绝大部分原因是包装上印刷信息不准确或不完整。如果对与药品直接接触的内包装材料选择不当，内包装材料就会吸附药物中的活性成分，影响药品的疗效。有些内包装材料还会向药品中迁移、释放有毒有害物质，有些物质甚至还会导致药品加速降解，不仅影响药品的临床使用疗效，还会给公众用药带来严重的安全隐患。

按照国家标准或国际标准要求，开发适合各种危险品的先进包装系统，关系到消费者人身安全与环境

保护的重大问题，要求在包装系统可靠性理论等方面开展更深入的研究。

6 结语

开发具有中国特色的、先进的包装系统是时代的要求，也是历史赋予我们的责任。对于包装科技工作者来说，既是严峻的挑战，也是成功的机会。我们期待着中国的包装科技工作者在包装强国的建设过程中有着惊人的建树，为开拓包装事业的锦绣前程作出更大的贡献。

参考文献：

- [1] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京：印刷工业出版社，2006.
Peng Guoxun. Logistics Transportation Packaging Design[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2006.
- [2] 彭国勋. 瓦楞包装设计[M]. 北京：印刷工业出版社，2007.
Peng Guoxun. Corrugated Packaging Design[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2007.
- [3] 彭国勋. 对纸包装木材节约代用技术的评述[J]. 出口商品包装，2010(1): 52-54.
Peng Guoxun. Review on the Wood Saving and Substitutes Technology for Paper Packaging[J]. Export Commodities Packaging, 2010(1): 52-54.
- [4] 彭国勋. 瓦楞包装企业发展战略思考[J]. 包装世界，2010(2): 18-29.
Peng Guoxun. Stratagem Reflect for Corrugated Packaging Enterprises[J]. Packaging World, 2010(2): 18-29.

（责任编辑：蔡燕飞）