

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2016.01.015

绿色包装发展的新趋势

戴宏民¹, 戴佩燕²

(1. 重庆工商大学 绿色包装研究所, 重庆 400067; 2. 重庆青年职业技术学院 图书情报室, 重庆 400070)

摘要: 在时代的推动下, 绿色包装的发展出现了一些新趋势: 天然高分子生物降解塑料的研发进展快速, 高分子设计方法使化学合成脂肪族生物降解塑料发展加快, 绿色化学的兴起加速食品绿色包装的发展, 薄壁化与轻量化在包装绿色化中所占比重增大, 电子商务的快速发展使回收再利用系统建设变得更为迫切, 金属包装成为保证食品安全的首选, 纸包装的应用领域进一步扩大, 云计算加快包装物流绿色化。

关键词: 绿色包装; 包装材料生态化; 高分子设计; 绿色化学; 薄壁化与轻量化; 回收再利用系统; 云计算

中图分类号: TB484

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2016)01-0082-08

New Trends in the Development of Green Packaging

DAI Hongmin¹, DAI Peiyan²

(1. Green Packaging Institute, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China;
2. Books and Information Office, Chongqing Youth Professional Technology College, Chongqing 400070, China)

Abstract: With the progress of the era, There are some new trends emerged in the development of green packaging, i.e. the research and development in biodegradable plastics of natural polymers, the acceleration in the study of chemical synthesis of aliphatic biodegradable plastics because of the design method of the polymer, the rise of green chemistry facilitating the development of food packaging, the increase in the proportion of thin wall and light weight in packaging, the urgent need of the construction of recycling system owing to rapid development in electronic commerce, the prioritizing of metal packaging to ensure food safety, the expanded application of paper packaging and the advancement in green packaging logistics owing to cloud computing.

Key words: green packaging; ecological packaging materials; polymer molecular design; green chemistry; thin wall and light weight; system for recycling and reusing; cloud computing

随着对资源枯竭、环境恶化、气候变暖和食品安全认识的不断深化, 人们对绿色包装的认识和要求也从减少固体废弃物及其对环境的污染扩大为在包装生命周期全过程中减排、节能、低碳、降耗、生态、安全, 可自行降解, 可循环再利用, 可持续发

展。这表明绿色包装已进入高级阶段, 它呈现出如下主要特点: 包装材料生态化, 食品包装材料无毒化, 节约能源、降低能耗, 低碳成为减排的首要指标, 3R1D(reduce, 减量化; reuse, 可重复使用; recycle, 可回收再生; degradable, 可降解腐化)绿色技术进

收稿日期: 2015-09-10

作者简介: 戴宏民(1939-), 男, 浙江奉化人, 重庆工商大学教授, 主要从事绿色包装与食品包装方面的研究,

E-mail: Daihm812@126.com

一步提高,电子商务的发展使商品包装回收再利用更显迫切。在时代的推动下,绿色包装的发展出现了一些新趋势。

1 天然高分子生物降解塑料的研发进展快速

天然高分子生物降解塑料的原材料来源于大自然的生物,如植物中的淀粉、纤维素、蛋白质、天然橡胶和动物中的甲壳素、壳聚糖、蛋白质和核酸等,利用天然高分子作原材料是包装生态化的重要取向。天然高分子植物只要通过光合作用就可以合成,因而与稀缺的石化资源比较,具有资源的可持续获得性;天然高分子生物具有多种功能基团,可通过化学或物理方法对其进行改性塑化成为塑料;其废弃物可通过大自然中的淀粉酶分解成二氧化碳和水,因而具有完全降解优势。但由于其具有性脆、易发霉、耐高温性能差等特点,故需通过进一步的化学或物理改性或化学合成,以获得较好的柔韧性、抗拉冲击性和耐潮耐热等性能。目前,天然高分子生物降解塑料主要有2种类型:全淀粉型和共混型(淀粉或纤维素、甲壳素与可降解合成高分子共混)。全淀粉型和淀粉共混型生物降解塑料又常合称为淀粉基生物降解塑料^[1]。

1.1 全淀粉型天然高分子生物降解塑料

淀粉的质量分数在90%及以上,通过“变构”方式使淀粉分子排列“无序化”,再辅以增塑剂等助剂,经挤出、注塑、吹塑、流延等工艺,可制备全淀粉型天然高分子生物降解塑料。全淀粉型天然高分子生物降解塑料受到世界各国的高度重视,美国、意大利、日本和我国均有生产。我国以氧化度 $\geq 40\%$ 的双醛淀粉为主要原料生产的全淀粉薄膜,其透明度高,成本低,使用后能迅速降解,适用于食品和一次性餐饮包装^[2];美国以淀粉、蛋白质、纤维、脂类等食品级天然高分子为原料,采用先进工艺生产出全降解的可食性内包装膜及涂膜,获得了广泛应用,仅2009年其产值就达到1亿美元^[3]。

1.2 共混型天然高分子生物降解塑料

天然高分子(淀粉、纤维素及甲壳素等)的性能优势是降解速度快,弱势是机械力学性能差,因此产生了共混型天然高分子生物降解塑料。它由天然高分子经改性、接枝反应后与可降解的合成高分子材料(如聚己内酯(polycaprolactone, PCL)、聚乳酸(poly(lactic acid), PLA)、聚乙烯醇(polyvinyl alcohol, PVA)等)混合,并加入化学黏结剂等助剂进行共混

后而得。共混型的生物质复合材料的机械强度高,生物降解性能较原合成高分子更好,同时还能够降低原合成高分子的生产成本,故成为复合材料研究领域的新热点。用淀粉与PVA共混生产的共混型天然高分子生物降解塑料可用作堆肥生物降解塑料垃圾袋。用纤维素与聚乳酸通过挤出-注射模塑进行共混获得的共混型降解塑料与未共混的聚乳酸比较,弹性模量和弯曲模量增大,适于制作饮料包装盒。将纤维素与无毒和可生物降解的PCL进行共混,其共混制品的机械性能提高了,可被用作食品包装材料和药物缓释包装^[4]。

目前,德国Bioplast塑料、美国Novon系列产品和意大利Mater-Bi塑料是国际市场上占有率最高的3种淀粉基生物降解塑料。我国生产的淀粉基生物降解塑料总产量已占生物降解塑料产量的60%以上,并出口欧、美、日、韩等地区和国家^[5]。

1.3 天然高分子纳米复合材料

将纳米颗粒(最常用蒙脱石或高岭土纳米黏土颗粒作为填料)与天然高分子(淀粉、纤维素、蛋白质、多糖)或其合成高聚物(PLA等酯类物质)经过添加、改性、合成,得到纳米填料分散于天然高分子基质中的天然高分子纳米复合材料。纳米粒子所具有的“微粒特性”使天然高分子纳米复合材料的机械强度以及柔韧性、耐热性、阻隔性和杀菌等性能得到了显著提高,使其作为食品包装材料使用时能够具有更好的力学性能和使用性^[6]。如在淀粉中添加蒙脱土纳米颗粒,制备成的淀粉/蒙脱土纳米复合薄膜可改善淀粉的耐水性,提高其杨氏弹性模量和拉伸强度,同时还可提高其阻隔性能^[7]。在玉米淀粉中添加二氧化钛纳米粒子,制备成二氧化钛/玉米淀粉复合涂膜剂,经涂膜处理的圣女果在室温贮藏11 d后,其失重率和腐烂率均降低,表明该复合涂膜剂具有较高的耐水性能^[8]。将纳米甘薯渣纤维素溶液辅以甘油添加入玉米淀粉中,制备成纳米甘薯渣纤维素可食性玉米淀粉膜,由于该膜的水蒸气透过性、吸湿性、溶解性和断裂伸长率均随着纳米甘薯渣纤维素溶液的增加而逐渐减小,同时膜的抗拉强度则逐渐增大,最高可达到原来的3倍,故近年常被应用于果蔬食品保鲜包装^[9]。

2 高分子设计方法使化学合成脂肪族生物降解塑料的发展加快

2.1 高分子设计方法

为进一步改善和提高淀粉基等天然高分子生物

降解塑料的强度及柔韧性, 研究人员将注意力转向用合成方法开发可生物降解塑料。合成方法有微生物合成法和化学合成法两种。微生物合成生物降解塑料有通过微生物发酵、聚合的脂肪聚酯物质, 如聚羟基脂肪酸酯 (polyhydroxyalkanoate, PHA), 它是由许多微生物合成的一种细胞内聚酯, 是一种天然的高分子生物材料, 具有良好的生物可降解性。但其机械强度较差, 不能满足包装功能的要求, 同时, 发酵法的生产成本较高, 故目前在包装上使用不多。化学合成生物降解塑料则由树脂和添加剂经聚合反应而获得较好的机械力学性能, 在废弃后又能快速生物降解。化学合成法原来需要通过大量实验以后才能获得新的聚合物, 再根据新的聚合物研究其分子的结构和物理性质, 及其加工应用。随着量子化学、分子力学、分子生物学的发展和计算机技术进入化学领域, 高分子材料领域就有可能利用分子设计原理, 并且根据已积累的相关数据及所掌握的规律, 建立一个数理统计模型 (采用功能模拟或结构模拟建模), 再用数学公式把新聚合物的物性—分子结构设计—理想的合成方法和加工条件关联起来, 这种利用计算机运算, 由物性 (聚合物所需的性能)—结构 (设计出与物性相对应的分子链和聚集态结构)—合成 (按该结构相关联的分子参数提出合成该聚合物所要求的原料、方法和合成路线) 获得预定性能高聚物的方法称为高分子设计^[10-11], 它是原来化学合成高聚物的逆向新思维, 是一条化学合成的新捷径。由于摆脱了大量实验工作, 从而加快了化学合成新聚合物的速度。

2.2 化学合成生物降解塑料

目前, 通过化学合成开发出可生物降解的高聚物是含有刚性苯环结构的脂肪族聚酯类物质, 主要有 PCL, 聚丁二酸丁二醇酯 (poly(butylenes succinate), PBS) 和 PLA。

PCL 是由 ϵ -己内酯在金属有机化合物中做催化剂、二羟基或三羟基做引发剂条件下合成的开环聚合物, 属于聚合型聚酯。它具有良好的机械力学性能、生物相容性和生物降解性, 可作为食品包装材料。PBS 也是一种能快速生物降解的塑料, 其原料脂肪族二元酸既可通过石油化工路线生产, 也可通过纤维素、糖类等含量较高的可再生农作物发酵生产。PBS 的抗拉、抗冲击、耐热性能优良, 热变形温度接近 100 °C, 可用于制备餐盒和冷热饮料包装盒。它生产时还可混碳酸钙或淀粉作为填充料, 从而使制品成本降低。我国已建成世界上最大的万 t 级 PBS 生产线, 日本和美国的 PBS 生产已实现全球产业化和

市场化^[12]。

最具发展前景的 PLA 以淀粉为原料, 经磨粉、分离淀粉、提取葡萄糖、发酵, 使葡萄糖转化成乳酸, 再经聚合反应制成聚乳酸。聚乳酸具有良好的抗拉及延展性能与优良的抗霉性能, 光泽度和透明度高, 可用作快餐盒、食品包装盒, 也可作药物缓释剂包装。聚乳酸食品包装材料降解性能优良, 堆肥 60 a 后可完全降解, 其降解产物经光合作用能再生为淀粉原料, 故被誉为“21 世纪的环境循环材料”。美、法、日和我国等均已开发出较完善的生产工艺^[13]。

PLA、PBS 和淀粉基被称为发展前景最好的三大主流生物降解塑料, 我国将在今后 5~10 a 内形成一个以三大生物降解塑料为主, 销售值高达几百亿元人民币的大市场^[12]。

3 绿色化学的兴起加速食品绿色包装的发展

3.1 绿色化学蓬勃兴起的背景及主要特点

化学在为人类创造财富的同时, 也为人类带来了危害。传统的化学工业每年产生有害废物达 3 亿~4 亿 t, 给环境带来严重污染的同时, 严重威胁人类健康。如: 1993 年, 按向大气、水和土壤等排放的 365 种有毒物质排放估算, 美国排放量达到 136 万 t。1992 年, 美国化学工业用于环保的费用为 1 150 亿美元, 治理已污染地区花费 7 000 亿美元^[14]。无论从对环境的危害还是从承担治理污染的费用来看, 化学工业已不能再走过去的老路子, 必须研究从源头上减少和消除污染的绿色化学。在这样的背景下, 美国化学会 (American Chemical Society, ACS) 于 1991 年首先提出“绿色化学”口号, 获得了美国环保署的大力支持, 并受到全世界的积极响应。

ACS 提出的绿色化学是指在制造和应用化学产品时应有效利用原料, 消除废物, 避免使用有毒和危险的试剂和溶剂。其核心是充分利用化学原理, 从源头上减少和消除工业生产对环境带来的破坏。绿色化学的主要特点为: 1) 充分利用资源和能源, 采用无毒、无害的原料, 利用太阳能, 节能减耗, 减少废弃物排放量; 2) 在无毒、无害条件下进行反应, 避免使用有毒的和危险的试剂和溶剂, 尽量减少向环境排放的废物; 3) 提高原料的利用率, 尽量使所有作为原料的原子都被产品所消纳, 努力实现“零排放”; 4) 生产出有利于环境保护、人体健康, 使用后容易降解为无害物质的环境友好产品。

为了鼓励对绿色化学的研发, 美国于 1996 年设立“美国总统绿色化学挑战奖”。如今已在开发“原

子经济性”反应,采用无毒无害的原料、催化剂、溶剂,使用可再生的资源合成化学品,清洁生产,开发海洋生物除垢剂及使用减少尾气的新配方汽油等方面都取得了令人可喜的成果^[15]。

3.2 包装及相关行业近年开发的绿色化学成果

1) 环保无苯型增塑剂。食品包装材料中最易发生迁移的是增塑剂,原来我国使用最多的邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(di-2-ethylhexyl Phthalate, DEHP)增塑剂含有害成份苯,最易在含油食品和酒类中发生迁移,导致畸胎和癌症。近年来,我国山东省按照绿色化学理念研发并批量生产出新型环保无苯型增塑剂(柠檬酸酯类增塑剂),该产品相容性高,绝缘性好,耐迁移,耐挥发,无毒无害,增塑效率高,已通过国际权威机构检测认证^[16]。

2) 无苯无酮环保型油墨。包装印刷油墨多数是含苯、酮的有机溶剂型油墨,苯系物被世界卫生组织定为强致癌物质,酮系物饱和蒸气被吸入人体后对皮肤和眼睛有刺激和麻醉作用。残留在有机溶剂油墨中的苯、酮和有机挥发物等均会渗透、迁移到被包装的食品中,从而对人体造成危害,故应在食品包装中应用无苯无酮的环保型油墨取代有机溶剂型油墨。当前已开发出以水为溶剂的水基油墨、以毒性小的乙醇为溶剂的醇性油墨,以及无溶剂并在一定波长紫外光照射下能光固化的UV油墨。

3) 覆膜纸的纸膜分离技术。美国一化学家发明一种工艺,将书封面不降解的聚酯酸乙烯覆膜改性为能溶于水的聚乙烯醇/淀粉共混型塑料膜,从而使美国纸的回收利用率由50%提高到60%,该化学家获得2006年美国绿色化学挑战奖^[17]。

4) 废弃的聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate, PET)瓶再生成食品级的树脂颗粒原料。我国一再生资源公司引进世界先进的绿色化学回收再生技术,采用无毒无害原料,在无毒无害条件下反应,将废PET瓶经水(水)解、醇(甲醇)解、糖(二甘醇)解等复合降解法还原成纯化单体或低聚物,经纯化后再与乙二醇(ethylene glycol, EG)共聚生成食品级的PET树脂颗粒原料。

5) 绿色合成生物降解塑料。以原生态的天然高分子生物或无毒无害物质作为原料,在无毒无害的条件下进行改性或合成,获得全淀粉型、共混型的天然高分子生物降解塑料和脂肪族生物降解塑料。

4 薄壁化与轻量化在包装绿色化中的比重增大

减量化被欧美等国列为发展绿色包装的首选措

施。目前更重视从原材料或容器本身薄壁化、轻量化去实现减量化,既节约了材料又减少了材料生产的能耗,符合低碳生产的要求。

薄壁化、轻量化从最急需的玻璃包装开始,薄壁化不仅能节约原材料,更能提高玻璃包装的竞争力。近年来,瓦楞纸箱、塑料薄膜和金属包装也在薄壁化与轻量化方面迈出了大步,在节约资源、降低能耗、减少碳排放等方面取得了显著成效。

我国近年在薄壁化、轻量化方面和世界各国基本保持同步,取得了喜人的进展:山东某厂通过调整配方、瓶形优化设计、使用强化工艺和表面涂层强化等综合措施,使玻璃瓶从原来平均壁厚3.5 mm减薄至2 mm。通过使瓦楞原纸轻量化(五层变三层)和采用微细瓦楞,香港、台湾和内地都生产出120, 140, 170 g/m²瓦楞原纸的高强度、低克重瓦楞纸板,由于它在质量、成本和环保上的三重优势而在国内拥有巨大市场。为减少难于回收的塑料包装废弃物总量,各国均积极开发轻量优质塑料:日本研制出了超韧超薄PET薄膜,其厚度仅为0.5 μm,用于精密电子元件的包装;我国江苏某厂也开发出0.7~0.8 μm的超薄型塑料软薄膜^{[18]5}。如将纳米粒子与包装材料聚乙烯(polyethylene, PE)、聚丙烯(polypropylene, PP)、聚氯乙烯(poly(vinyl chloride), PVC)等原料颗粒复合,则获得的纳米复合包装材料不仅能减少用量,而且能获得优异的阻隔性能。美国一家公司在啤酒和碳酸饮料的包装中使用了甲基环戊二烯三羰基锰(methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl, MMT)复合聚合物纳米包装材料,很好地阻隔了啤酒和饮料中的气体外溢和外界空气中氧气的侵入,从而延长了啤酒和饮料的保质期^{[18]8}。金属罐薄壁化、轻量化近年也发展迅速,我国奥瑞金包装股份有限公司通过改进制罐工艺,不断减小金属罐壁厚,将3片番茄罐罐身的马口铁薄板从0.2 mm减少到0.15 mm,将番茄罐上下底盖的马口铁薄板从0.18 mm减少到0.16 mm,生产1亿个罐就能节约马口铁薄板412 t,从而获得了显著的经济效益^{[18]5}。

5 电子商务的快速发展使回收再利用系统建设变得更为迫切

2005年,笔者曾提出我国要解决包装废弃物回收再利用需解决3个问题:一是国家应强制性立法,包装生产商(供应商)要负起回收包装废弃物的责任;二是要大力研发包装材料回收再生和重复再利用的技术;三是建立起完整的回收再利用系统^[19]。时隔10 a,第二个问题已基本获得解决,塑料中的聚酯

(polyester, PET)、PE、PP、PVC等均有较成熟的回收再生技术,连最难回收再利用的发泡聚苯乙烯,我国也于近年开发出熔融挤出回收造粒法,成功解决了废弃聚苯乙烯泡沫塑料的回收难题,其回收率达到了国际先进水平。瑞典和德国采用高端的清洗和灭菌技术,使PET瓶和碳酸酯瓶分别可重复使用20次和100次以上,铝罐可以100%循环使用,重新用于饮料灌装^[12]。但是第一和第三个问题却至今未解决好。由于废弃物回收责任不明确,集收集、清洗、加工、运输为一体的完整回收再利用系统尚未建立起来,使得电子商务发展带来的大量包装废弃物不能及时回收,造成了严重的社会问题。

为加快建立完整的回收再利用系统,除要重点解决好上述2个问题外,从包装本身采取措施,也有利于回收再利用系统的建立。一是采用系统化包装方式。如芬兰瓶装业对所有的玻璃瓶、塑料瓶均按照标准设计制作,对啤酒瓶统一采用可回收、可重装的棕色玻璃瓶,其他饮料瓶则采用可回收、可重装的透明玻璃或聚酯乙烯瓶。由于各个生产厂家采用了统一的设计标准,供应商的灌装设备也与瓶类统一设计规格相一致,因此任何统一规格的瓶类包装都可为任一饮料供应商回收和重新灌装。每种玻璃或塑料瓶均可重新灌装5次,从而使每个玻璃或塑料瓶的使用寿命延长5~10 a。消费者在购买饮料时,对每个包装瓶支付一定的押金,退还包装瓶时再收回押金;供应商在运送新饮料瓶的同时收回消费者退回的饮料瓶。这样就形成了由生产商-供应商-零售商-消费者联手建立的饮料瓶回收再利用系统。又如电脑打印机的喷墨盒、碳粉盒可采用统一规格的系统化包装方式,由于具有互换性,所以经过再次填充的打印机喷墨盒、碳粉盒可以使用5次以上^[20]。二是包装要大力采用回收再利用的材料,以推动回收再利用系统的建设。如瑞典阿维达(Aveda)公司的粉饼盒,其生产材料的85%来自回收铝。采用回收材料进行包装,不仅能节约资源,而且能有效推动回收再利用系统的建立。

中国仓储协会为解决由电子商务引发的包装废弃物急待回收再利用的突出问题,于2015年初开展了“2015中国电商物流绿色包装创新大奖赛”,目的是从包装技术和管理技术两方面创新,加快电商物流包装废弃物回收再利用系统的建设。

6 金属包装成为保证食品安全的首选

随着食品安全日益受到世界各国的高度重视,

金属包装越来越受到人们的青睐,成为保证食品安全的首选,饮料和肉食、水果罐头选用最多。这是因为:1)金属罐是唯一能够提供100%保护性装能的包装。金属罐的阻隔性能优良,能完全阻隔氧气、水蒸汽、光线以及外界污染物,而塑料瓶、软包装袋则不具备金属罐的阻隔性能,即使是含铝箔的铝塑复合包装也会因外力揉搓和针孔而使其阻隔性能下降,所以阻隔性能最佳、最能保证食品安全和品质的包装是金属罐。2)装入食品后的金属罐可以进行高温杀菌,从而消除任何细菌和微生物对食品的污染,这是金属罐具有的独特优势。3)金属属于惰性物质,其成分(包括有害成分)一般不可能向内装食品迁移,从而消除了对被包装食品安全的潜在危害。4)金属罐上很易采用无线射频识别(radio frequency identification devices, RFID)标签技术,能够对产品的整个物流过程进行自动跟踪,防止假冒产品混入,保证食品安全;同时RFID智能标签还能告诉消费者内装食品的新鲜程度,从而更好地保证消费者的健康。5)金属包装易于回收利用。由于铁质包装具有磁性,能很容易地从垃圾中分离出来,回收1 t铁罐能节省1.5 t铁矿石、565 kg煤和191 kg石灰石^[21-22]。在金属包装中,铝罐的回收率一直保持前列,它既可经清洗灭菌后重新灌装饮料,也可以回收再生,市场上约一半的铝罐是用回收铝罐制造的。欧洲委员会于2005年将钢铁包装列入可持续消费和生产行动计划,主要理由是钢铁包装能最大限度地多次反复利用自然资源,从而降低二氧化碳排放量,满足当前发展低碳经济的要求。

我国金属包装经过20世纪90年代的大发展,目前已具备极强的实力,进入持续、快速、稳健发展的新时期。两片罐有26条生产线,年生产能力达110多亿只;马口铁3片罐制全自动或半自动生产线500余条;皇冠盖生产线近300条;印铁设备生产线500多条,年印刷160多亿印次;钢桶年加工生产量4 000~5 000万只。产品主要有印铁制品(听、盒)、易拉罐(包括铝制2片罐、钢制2片罐、马口铁3片罐)、气雾罐(马口铁制成的精美药用罐、杀虫剂罐、化妆品罐等)、食品罐(罐头、液体或固体食品罐等)和各类瓶盖(马口皇冠盖、旋开盖、铝质防盗盖),以及马口铁制成的1~18 L的化工桶,冷轧板、锌板制成的20~200 L的钢桶。金属包装的产值占我国包装工业总产值的10%^[23]。

金属包装凭借其出色的印刷性能、高贵的金属质感、优异的风味保持性能,成为食品、饮料以及油脂、化工、药品、化妆品等包装的主力,尤其是

在食品包装行业拥有不可替代的地位。

7 纸包装的应用领域进一步扩大

在四大类包装中,纸包装的绿色性能最佳,具有无毒无害、便于回收再利用、能自身降解、资源可再生,以及生产成本低、加工性能好、易于印刷、适应大生产等优点,在使用上还能满足透气、防潮、抗震、抗压等多种要求,因此,在商品流通领域里,不论是用于运输包装的瓦楞纸箱,还是用于销售包装的纸盒、纸袋,或是以纸板为基材的复合包装材料,都居各种包装材料之首,且在部分食品包装领域和物流运输领域还有取代塑料和木包装的趋势。近年来,我国纸包装在各类包装中产量增长最快,2000年的产量为1 320万t,2005年增至2 000万t,2010年增至2 700万t,2015年预测其产量将达到3 600万t,占四大包装总产量的55%;其中,瓦楞纸箱的规模和增长率最高,预计到2017年全球瓦楞纸箱需求将达2 340亿m²,而其中近一半的需求将来自快速发展的我国市场^[24]。

为进一步提高纸包装的绿色化水平,我国纸包装近年努力开发了以下绿色技术:降低包装用纸、纸板、瓦楞纸原纸克重的轻量化技术,改变瓦型提高原纸利用率技术,高强度轻量化瓦楞纸板生产技术,食品包装用功能性专用纸板技术,复合纸盒、纸袋的生产技术,氧气和高氧化氢、少污染的漂白纸浆技术,以无氯元素漂白纸浆为主要原料的生产技术,重型蜂窝纸板箱技术,瓦楞纸板与蜂窝纸板折叠后作缓冲元件的缓冲应用技术,纸浆模塑技术等。其中,以低克重原纸生产的高强度轻量化瓦楞纸箱、以废纸板、废纸为主原料的纸浆模塑制品和纸基6层复合材料的利乐包,是我国纸包装中生产量最大、应用最广泛、回收再生最多的3种代表性绿色产品。

我国纸包装今后进一步绿色化、功能化的发展趋势是:1)材料复合多元化。传统单一的纸包装材料已经不能满足软包装多元化的需求,如糖果、饼干、槟榔、食盐、瓜子等各种食品和牛奶类液态饮料,均需采用具有特定功能或液体无菌包装的复合纸材料。2)黏接剂环保化。为保证食品和药品安全,其包装黏接剂须符合安全环保的要求,水性黏接剂已逐渐突破价格和印刷工艺的限制,成为复合纸黏接剂的主流产品。如浙江新东方的8830水性聚氨酯黏剂,中山康和、北京高盟的水性黏接剂都已研发成功,并推向了市场。3)食品包装专用纸板功能化。目前食品包装使用的白纸板品种单一,不能满足不同食品包装的要求。如在包装含油食品后,渗

油现象相当普遍,故有必要研制供包装固体食品和液体食品的功能型专用纸板、防渗油的糕点包装纸盒纸板、防光防潮的食盐包装纸罐纸板、包装蒸烤加工半成品的纸盒纸板,包装牛奶和果汁的纸罐纸板等。4)植物分离制浆造纸技术无污染化。利用该技术,可使用少量催化剂经蒸煮将稻麦草等植物纤维分离出来,以制造出各种高强度纤维板、瓦楞纸、箱板纸等,催化分离出的非纤维部分经处理后可以作为饲料。植物分离制浆造纸,除使用少量催化剂外,不需另加任何化工原料,故与化学造纸相比较,可以节省用水,排放水的pH值也能符合国家要求。5)纸的原材料生态化。采用大自然的植物纤维(如稻草、麦秸、棉秆、谷壳等)制作快餐盒,还可将纤维经过碾压或编织,制成方便袋,或编制强度更好的草袋。竹板纸包装箱更可用做机械、电器等设备的运输包装,矿物材料和黏土、陶瓷也可制成酒类、茶叶等包装。因此,为节约宝贵的森林资源,逐步扩大使用植物纤维作纸包装材料必将是今后的发展趋势。

8 云计算加快包装物流绿色化

云计算是一项计算资源虚拟化和分配使用模式的计算信息技术。云是数据存储和应用服务的中心,它根据人们的需要,随用随取有关的信息,并按使用量付费。美国国家标准与技术研究院对其的定义是:这种模式提供可用的、便捷的、按需的网络访问,进入可配置的计算资源共享池(资源包括网络、服务器、存储、应用软件、服务),只需投入很少的管理工作,或服务供应商进行很少的交互即可实现这些资源的快速提供^[25]。

云计算应用在包装物流上,可推动我国物流信息化和物流与包装的绿色化。绿色物流就是随着物流及数据管理技术的发展而发展出的一个概念,它一方面抑制物流对环境造成危害,另一方面又要实现对物流环境的净化和优化,使物流资源得到充分利用。绿色物流包括物流作业环节和物流管理全过程的绿色化,物流作业环节绿色化指绿色运输、绿色包装、绿色流通加工等;物流管理过程绿色化则指物流资源充分利用和物流效率最大化^[26-27]。

利用云计算对包装物流实施操作时,应实现各大型物流企业的信息互融互通与资源共享,搭建起一个云计算的绿色物流信息平台,各物流企业就可通过该平台取用所需的绿色物流信息;或用以缩短运输配送路线,降低燃油消耗,实现节能减排;或用以合理选择仓库地址和货仓布局,节约运输和

仓储成本,最大化地提高仓储面积利用率;或对包装废弃物实现回收再循环,提高包装材料回收利用率,降低资源消耗和减少环境污染^[28]。

9 结论

1) 为应对全球资源日益枯竭、环境不断恶化、气候变暖、食品安全以及电子商务发展带来的大量包装废弃物等问题,绿色包装发展的总趋势是生态包装或可持续包装,其主要特点是包装材料生态化、非石油基化,食品包装材料成分无毒化,降低能耗,低碳排放,深化3R1D,适应电子商务发展需求。

2) 为适应时代对绿色包装的新要求,首先要研发新型绿色包装材料,即:生态化、易降解的天然高分子塑料,应用高分子设计方法化学合成的能自行降解的生物降解塑料,无毒、环保的塑料添加剂和包装印刷油墨,薄壁化、轻量化的纸、塑料、金属和玻璃包装材料,安全性能优良、质轻、易再生的金属包装材料,复合多元化的纸质食品包装材料。同时,要大力建设完整的回收再利用系统,使用云计算为包装物流绿色化服务。

3) 我国发展绿色包装的优势是市场需求量大,人力资源相对便宜;弱势是资源的有效利用率低,单位产值排污量高,尤其是使用煤能排放温室气体多;包装的高端产业,即包装机械和包装材料的研发能力相对薄弱;缺乏强制性的包废物回收利用法律等。弱势的改善就是潜力所在,只要我们抑弊扬利,进一步强化节能减排,对高端产业加大研发投入,我国的绿色包装产业就会进一步快速发展,成为世界绿色包装强国。

参考文献:

- [1] 戴宏民,戴佩燕. 食品包装材料生态化发展下的非石油基降解塑料[J]. 包装学报, 2015, 7(1): 1-6.
DAI Hongmin, DAI Peiyan. Non-Petroleum Based Biodegradable Plastic with the Development of Ecologicalization in Food Packaging Materials [J]. Packaging Journal, 2015, 7(1): 1-6.
- [2] 戴宏民. 包装与环境[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2007: 106-116.
DAI Hongmin. Packaging and Environment[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2007: 106-116.
- [3] [佚名]. 国内外可食性与全降解食品包装材料发展现状与趋势[EB/OL]. [2015-05-15]. <http://www.03964.com/read/f76eeb80d3521256639b00de.html>.
[Anon]. Edibility and Full Biodegradable Food Packaging Materials at Home and Abroad Development Situation and Trends[EB/OL]. [2015-05-15]. <http://www.03964.com/read/f76eeb80d3521256639b00de.html>.
- [4] 段丽艳,王春鹏,储富祥. 纤维素基可生物降解共混高分子材料的制备和性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2008, 24(9): 32-35.
DUAN Liyan, WANG Chunpeng, CHU Fuxiang. Extrusion Swell and Melt Fracture of Polymer[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2008, 24(9): 32-35.
- [5] 陈庆,刘宏. 三大生物降解塑料未来5年市场需求预测[J]. 塑料工业, 2010, 38(2): 1-3.
CHEN Qing, LIU Hong. Market Demand Forecast of Three Bio-Degradable Plastics in the Next Five Years[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(2): 1-3.
- [6] 李倩,刘晨光. 纳米技术在食品科学中的应用研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(6): 24-29.
LI Qian, LIU Chenguang. Research Progress Applications of Nanotechnology in Food Science[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2009, 11(6): 24-29.
- [7] 张宏康, MITTAL G S. 纳米复合食品包装材料研究进展[J]. 食品工业, 2011, 36(5): 82-84.
ZANG Hongkang, MITTAL G S. Recent Development of Nanocomposites in Food Packaging[J]. The Food Industry, 2011, 36(5): 82-84.
- [8] 宋贤良,叶盛英,黄苇,等. 纳米TiO₂/玉米淀粉复合涂膜对圣女果保鲜效果的研究[J]. 食品科学, 2010, 31(12): 255-259.
SONG Xianliang, YE Shengying, HUANG Wei, et al. Fresh-Keeping Effect of Nano-Titania/Corn Starch Compound Coating on Cherry Tomato[J]. Food Science, 2010, 31(12): 255-259.
- [9] 贾云芝,陈志周,迟建. 纳米SiO₂改性玉米淀粉/聚乙烯醇复合薄膜研究[J]. 中国食品学报, 2012, 12(1): 59-64.
JIA Yunzhi, CHEN Zhizhou, CHI Jian. The Study on Corn Starch/Polyvinyl Alcohol Composite Films Modified by Nano-SiO₂[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2012, 12(1): 59-64.
- [10] 戴宏民,戴佩燕. 非石油基食品包装生物降解塑料的研制方法及关键技术[J]. 包装学报, 2015, 7(2): 1-4.
DAI Hongmin, DAI Peiyan. Method and Key Technology in the Development of the Non-Petroleum Based Food Packaging Biodegradable Plastics[J]. Journal of Packaging, 2015, 7(2): 1-4.
- [11] 周磊,汤脱险,魏巍,等. 完全生物降解塑料的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(13): 7867-7871.
ZHOU Lei, TANG Tuoxian, WEI Wei, et al. Research Advances in the Completely Biodegradable Plastics[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2012, 40(13): 7867-7871.
- [12] [佚名]. 三大生物降解塑料未来5年市场需求预测[EB/OL].

- OL]. [2015-08-04]. <http://www.gotoread.com/mag/11159/contribution144337>.
- [Anon]. Three Bio Degradable Plastics in the Future Market Demand Forecast for 5 Years[EB/OL]. [2015-08-04]. <http://www.gotoread.com/mag/11159/contribution144337>.
- [13] 宋 莉. 长春经开区倾力发展以聚乳酸为主的生物制造产业: 四[N]. 长春日报, 2015-02-12(06).
SONG Li. Poly Lactic Acid as Main Biological Manufacturing Industry in Changchun Economic Development Zone Development; 4[N]. Changchun Daily, 2015-02-12(06).
- [14] 闵恩泽, 傅 军. 绿色化工技术的进展[J]. 化工进展, 1999(3): 5-9, 14.
MIN Enze, FU Jun. Progress of Green Chemical Technology[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 1999(3): 5-9, 14.
- [15] [佚 名]. 绿色化学[EB/OL]. [2015-04-22]. <http://baike.haosou.com/doc/5414953-5653095.html>.
[Anon]. Green Chemistry[EB/OL]. [2015-04-22]. <http://baike.haosou.com/doc/5414953-5653095.html>.
- [16] 戴宏民, 戴佩燕. 提高食品包装材料安全性的途径[J]. 包装学报, 2014, 6(1): 1-4.
DAI Hongmin, DAI Peiyan. The Approach to Improving the Safety of Food Packaging Materials[J]. Packaging Journal, 2014, 6(1): 1-4.
- [17] 戴宏民, 戴佩燕. 生态包装的发展动态及我国的对策: 上[J]. 中国包装, 2014(3): 66-69.
DAI Hongmin, DAI Peiyan. The Development of Ecological Packaging and China's Countermeasures: Part 1[J]. China Packaging, 2014(3): 66-69.
- [18] 戴宏民, 戴佩燕. 生态包装的基本特征及其材料的发展趋势[J]. 包装学报, 2014, 6(3): 1-9.
DAI Hongmin, DAI Peiyan. The Basic Characteristics and the Development Trend of Ecological Packaging Materials [J]. Packaging Journal, 2014, 6(3): 1-9.
- [19] 戴宏民, 戴佩华. 包装工业在科学发展观的指导下的新趋势和新政策[J]. 包装工程, 2005, 26(3): 1-4.
DAI Hongmin, DAI Peihua. New Trend and New Countermeasure of Packaging Industry Under the Direction of Scientific Developing Views[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(3): 1-4.
- [20] [佚 名]. 美国或禁止食品包装中使用部分化学物质[EB/OL]. [2014-12-15]. <http://www.tech-food.com/news/detail/n1166343.htm>.
[Anon]. Some Chemical Substances May Be Forbidden in Food Packaging in the United States[EB/OL]. [2014-12-15]. <http://www.tech-food.com/news/detail/n1166343.htm>.
- [21] 戴宏民. 我国包装发展低碳经济的对策[J]. 中国包装, 2010(8): 7-9.
DAI Hongmin. China's Packaging Development of Low Carbon Economy Countermeasures[J]. China packaging, 2010(8): 7-9.
- [22] 肖永清. 解读绿色环保包装的材料新趋势[J]. 印刷质量与标准化, 2015(5): 8-15.
XIAO Yongqing. Interpretation of the New Trend of Green Packaging Materials[J]. Printing Quality & Standardization, 2015(5): 8-15.
- [23] [佚 名]. 国家包装印刷业VOCs排放标准明年有望出台[EB/OL]. [2014-12-15]. <http://news.pack.cn/show-272445.html>
[Anon]. National Packaging Printing Industry VOCs Emissions Standards Are Expected to Be Introduced[EB/OL]. [2014-12-15]. <http://news.pack.cn/show-272445.html>
- [24] 郭 志. 欧盟 EuP 指令电视机生态设计的实施措施解析及应对[J]. 电器, 2009(9): 62-63.
GUO Zhi. The EU EuP Directive Television Ecological Design Implementation Measure Analysis and Response [J]. Electrical Equipment, 2009(9): 62-63.
- [25] 喻 莉, 吴茂华. 云计算在促进绿色物流发展中的应用 [J]. 中外企业家, 2015(11): 3-4.
YU Li, WU Maohua. Application of Cloud Computing in the Development of Green Logistics[J]. Chinese & Foreign Entrepreneurs, 2015(11): 3-4.
- [26] 汪 芳, 张云勇, 房秉义, 等. 物联网、云计算构建智慧城市信息系统[J]. 移动通信, 2011(15): 49-53.
WANG Fang, ZHANG Yunyong, FANG Bingyi, et al. The Construction of the Smart City Information System[J]. Mobile Communications, 2011(15): 49-53.
- [27] 任 芳. 绿色仓储与配送的新发展[J]. 物流技术与应用, 2015(4): 54-57.
REN Fang. New Development of Green Storage and Distribution[J]. Logistics & Material Handling, 2015(4): 54-57.
- [28] 贡祥林, 杨 蓉. “云计算”与“云物流”在物流中的应用[J]. 中国流通经济, 2012(10): 29-33.
GONG Xianglin, YANG Rong. “Cloud Computing” and “Cloud Logistics” Application in Logistics[J]. China Business and Market, 2012(10): 29-33.

(责任编辑: 蔡燕飞)