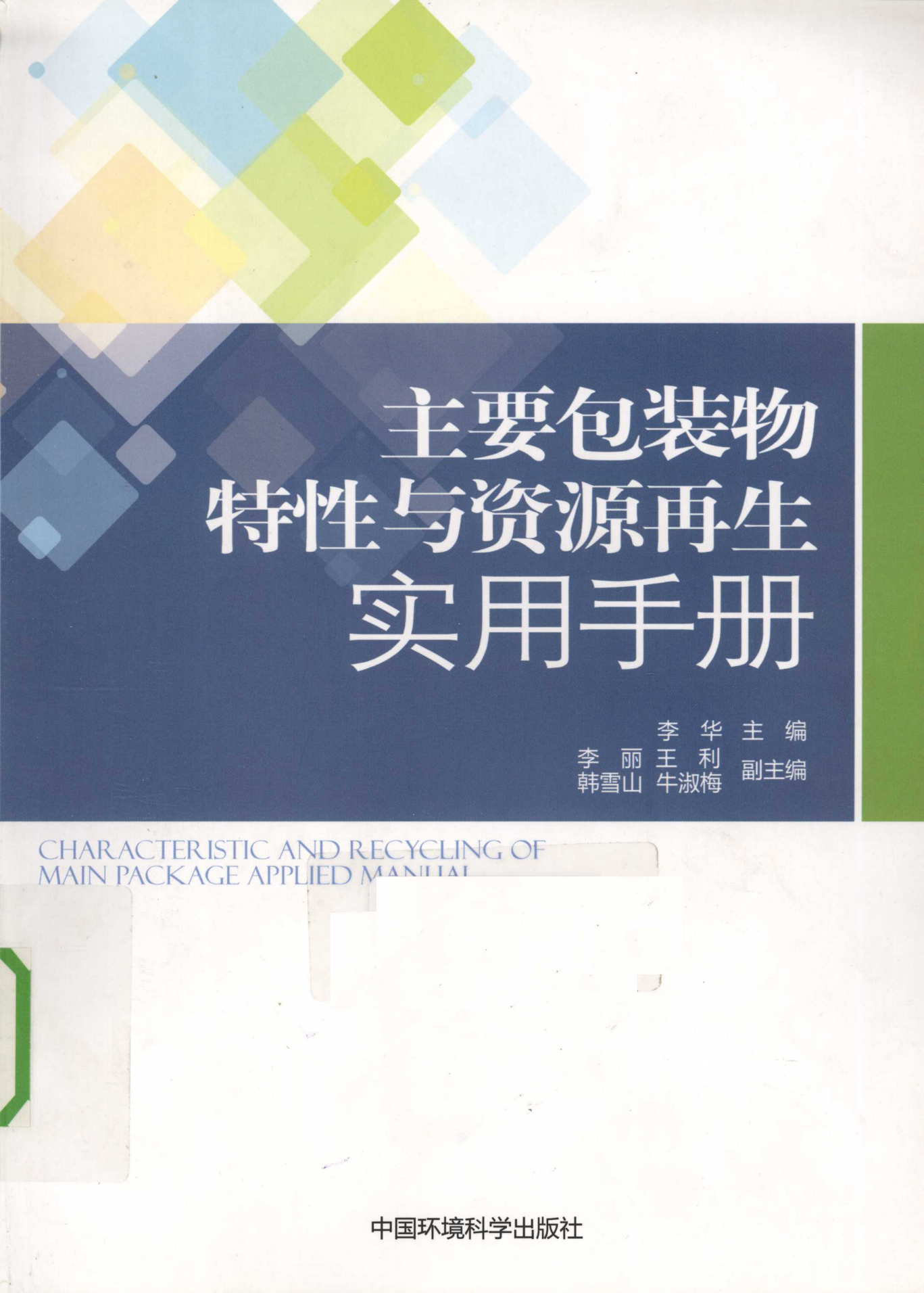




主要包装物 特性与资源再生 实用手册

李 华 主 编
李 丽 王 利 副主编
韩雪山 牛淑梅

CHARACTERISTIC AND RECYCLING OF
MAIN PACKAGE APPLIED MANUAL

中国环境科学出版社

主要包装物特性与资源再生 实用手册

李 华 主 编
李 丽 王 利 副主编
韩雪山 牛淑梅

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

主要包装物特性与资源再生实用手册/李华主编. —
北京: 中国环境科学出版社, 2010.10
ISBN 978-7-5111-0359-8

I. ①主… II. ①李… III. ①包装材料—性能
②包装材料—再生资源—资源利用 IV. ①TB484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 169073 号

责任编辑 连 斌
责任校对 尹 芳
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷	北京市联华印刷厂
经 销	各地新华书店
版 次	2010 年 10 月第 1 版
印 次	2010 年 10 月第 1 次印刷
开 本	787×1092 1/16
印 张	14.25
字 数	300 千字
定 价	43.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

随着我国包装工业的迅猛发展，包装废物造成的环境问题逐渐引起公众的关注。据调查，我国进入城市生活垃圾处理场的垃圾中包装废物占 15%~20%，即我国每年至少有 3 000 万 t 包装废物进入生活垃圾处理场。增加的这部分生活垃圾将增加无害化处理的压力，增加处理费用和土地占用量，增加污染物排放量，加大环境污染的风险；如果处理不当，将造成严重的环境污染，破坏土地结构从而降低土地价值，破坏城乡景观，降低居民生活质量；大量的包装废物不能得到综合利用又将造成资源的巨大浪费。因此对包装废物造成的环境污染进行治理迫在眉睫。

为实现包装废物的减量化和资源化，降低其环境影响，应对包装废物从产生—分类收集—再生利用全过程中的各个环节进行研究，以针对不同类型的包装物的特性确定其资源再生方式。同时，通过对包装物从生产—使用—处置的整个生命周期内的性质特征进行研究，还可以利用生命周期评价（LCA）方法明确包装物生产与使用中产生的环境影响，以在环境管理中针对其全生命周期进行环境评价、制定相应的污染防治技术政策。

本手册介绍了主要类型包装物的原料来源、种类与特征、性能与应用、安全与环境影响、废弃与回收等，列出了主要包装物分类表，为对包装物进行生命周期评价、进行相应的环境管理技术与制度研究提供了基本资料。

本手册是在科技部“十一五”国家科技支撑计划重大项目“清洁生产与循环经济关键技术开发及应用”之课题“包装废物资源化利用技术”（2006BAC02A13）的资金支持下完成的。

希望本手册能对从事环境保护与资源再生、生命周期评价、包装产品等领域技术人员与管理人员有所帮助。

目 录

第一章 塑料类包装	1
第一节 塑料类包装概述	1
一、塑料包装的发展	1
二、塑料包装材料基本特性	2
三、塑料包装产品分类	3
四、塑料包装的成型工艺	4
五、塑料包装的应用	4
六、塑料包装废物的处理	7
第二节 聚乙烯包装制品	8
一、聚乙烯概况	8
二、典型聚乙烯包装产品	10
三、聚乙烯包装制品及其废物特性	11
第三节 聚丙烯包装制品	16
一、聚丙烯概况	16
二、典型聚丙烯包装产品	18
三、聚丙烯包装制品及其废物特性	18
第四节 聚苯乙烯包装制品	24
一、聚苯乙烯概况	24
二、典型聚苯乙烯包装产品	27
三、聚苯乙烯制品及其废物特性	27
第五节 聚氯乙烯包装制品	30
一、聚氯乙烯概况	30
二、典型聚氯乙烯包装产品	33
三、聚氯乙烯制品及其废物特性	33
第六节 聚偏二氯乙烯包装制品	39
一、聚偏二氯乙烯概况	39
二、典型聚偏二氯乙烯包装产品	41
三、聚偏二氯乙烯制品及其废物特性——PVDC 热收缩膜、肠衣膜	41
第七节 聚碳酸酯包装制品	42
一、聚碳酸酯概况	42
二、典型聚碳酸酯包装产品	44
三、聚碳酸酯制品及其废物特性——PC 中空容器	44

第八节 聚酯包装制品	45
一、聚酯概况	45
二、典型聚酯包装产品	47
三、聚酯制品及其废物特性	47
第九节 聚酰胺包装制品	49
一、聚酰胺概况	49
二、典型聚酰胺包装产品	51
三、聚酰胺制品及其废物特性——聚酰胺（尼龙）薄膜	51
第二章 金属类包装	52
第一节 金属类包装概述	52
一、材料来源	52
二、材料种类与特征	52
三、材料性能与应用	54
四、材料安全 and 环境影响	55
五、回收利用情况	56
第二节 金属包装物分类	57
第三节 金属包装容器及其废物特性	58
一、金属桶	58
二、金属三片罐	65
三、金属二片罐	68
四、金属喷雾罐	72
五、金属软管	76
六、金属封闭器	78
第三章 纸类包装	81
第一节 纸类包装概述	81
一、纸包装的发展	81
二、纸包装材料的特点	81
三、纸包装材料	82
四、纸包装容器	89
五、环境影响与回收利用	92
第二节 纸包装材料和制品分类	96
一、包装用纸	96
二、包装用纸板	96
三、加工纸	96
四、纸容器	96
第三节 纸包装制品及其废物特性	97
一、包装用纸	97

二、瓦楞纸箱.....	99
三、纸盒.....	102
四、纸袋.....	103
五、纸桶.....	105
六、食品纸容器.....	107
七、蜂窝纸板.....	109
八、纸浆模塑.....	111
第四章 复合包装.....	113
第一节 复合包装概述.....	113
一、复合包装材料的发展.....	113
二、复合材料来源.....	114
三、复合工艺特征.....	114
四、复合材料结构性能与应用.....	116
五、材料安全 and 环境影响.....	118
六、回收利用情况.....	119
第二节 复合包装材料和制品的分类.....	120
一、复合包装材料.....	120
二、复合包装制品.....	121
第三节 复合包装材料、制品及其废物特性.....	123
一、纸塑复合包装材料及制品.....	123
二、铝塑复合包装材料及制品.....	126
三、塑塑复合包装材料及制品.....	130
四、纸铝塑复合包装制品.....	142
五、其他复合材料制品.....	144
第五章 木竹类包装.....	149
第一节 木竹类包装概述.....	149
一、木竹包装的发展.....	149
二、木竹包装材料基本特征.....	150
三、木竹包装物分类.....	151
四、木竹包装的成型工艺.....	151
五、木竹包装材料的应用.....	152
六、回收利用情况.....	152
第二节 木材包装制品.....	161
一、木材概况.....	161
二、典型木材包装产品.....	164
三、木材包装制品及其废物特性.....	164
第三节 人造板包装制品.....	173
一、人造板概况.....	173

二、典型人造板包装产品	175
三、人造板包装制品及其废物特性	175
第四节 竹包装制品	179
一、竹材概况	179
二、典型竹材包装产品	181
三、竹材包装制品及其废物特性	181
第六章 玻璃类包装	184
第一节 玻璃类包装概述	184
一、玻璃包装材料的发展	184
二、玻璃包装材料基本特征	185
三、包装性能与应用	186
四、安全和环境影响	187
五、回收利用情况	187
第二节 玻璃包装容器产品分类	189
第三节 玻璃包装容器及其废物特性	190
一、各种包装玻璃瓶罐	190
二、医用包装安瓿和管制药瓶	195
第七章 陶瓷类包装	200
第一节 陶瓷类包装概述	200
一、陶瓷包装的发展	200
二、陶瓷材料来源	200
三、陶瓷材料种类和基本特征	202
四、陶瓷材料性能与应用	202
五、材料安全及环境影响	203
六、回收利用情况	203
第二节 陶瓷包装产品的类别	205
第三节 陶瓷包装容器及其废物特性	206
一、基本配方	206
二、陶瓷包装容器的制造和加工工艺过程	206
三、使用资源、生产环境与排放	209
四、陶瓷包装产品主要缺陷及技术指标	210
五、陶瓷包装应用	213
六、陶瓷包装的应用标准	213
七、产品复用性	215
八、回收利用情况	215
参考文献	216

第一章 塑料类包装

第一节 塑料类包装概述

一、塑料包装的发展

现代包装是从使用塑料薄膜进行预包装开始的。

最早的薄膜包装是玻璃纸。20 世纪 50 年代, 开发出了用于火腿肠真空包装的聚合玻璃纸。此后, 新薄膜的开发扩大到方便面的自动包装应用。塑料包装材料强度高, 阻隔性好, 质轻携带方便。随着商品流通的发展, 商品预先包装的需求愈来愈旺盛, 促使新型塑料包装材料得到开发和应用, 也使采用新型材料的包装商品在市场上得到推广, 同时促进了填充和包装的包装机械的开发, 在这三者相互关联的基础上, 包装技术得到不断发展。

塑料用作包装材料是现代包装技术发展的重要标志, 因其性能优良, 成为近几十年来发展最快、用量最大的包装材料。塑料包装材料逐步取代传统包装材料, 体现了包装形式的丰富多样、流通使用方便的特点。

用于包装的塑料产品主要品种及特点如下:

➤ 薄膜、片材包括各种膜、袋等

特点: 功能化、复合化、多样化、产量大。

➤ 容器包括桶、箱、瓶、杯、盘等

特点: 材料品种单一、有功能化趋势、产量稳步增长。

➤ 编织制品包括编织袋、集装袋等

特点: 材料品种单一、产量大。

➤ 泡沫制品包括泡沫垫、膜、袋等

特点: 有限品种、产量稳步增长。

➤ 其他如打包带、胶粘带等辅助包装制品

特点: 量较少, 但用途广泛、不可或缺。

目前, 世界塑料制品总产量中的 25% 用于包装。中国包装工业经过近 30 年的发展, 已形成了一个以纸、塑料、金属、玻璃、印刷和包装机械为主的独立、完整、门类齐全的工业体系。其中, 塑料包装是包装产业中发展最快的分支之一, 1980 年我国塑料包装材料总量仅有 19.1 万 t, 产值 30 亿元; 2005 年塑料包装材料年产量超过 800 万 t, 占我国包装材料总量的 30% 以上; 预计到 2010 年我国塑料包装材料年产量将达到 1 100 万 t。

我国塑料包装需求量及预测见表 1-1。

表 1-1 我国塑料包装需求量及预测

单位: 万 t

塑料包装类别	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年
包装薄膜	52.0	100.0	300.0	415.0
复合薄膜	12.0	43.0	85.0	125.0
包装用片材	14.8	24.0	35.0	46.0
周转箱	4.7	7.0	10.0	14.0
瓦楞箱	2.8	4.0	5.0	7.0
塑料托盘	0.5	1.0	2.0	5.0
中空容器	20.1	33.0	68.0	80.0
饮料瓶	3.6	18.0	35.0	47.0
编织制品	31.4	120.0	220.0	300.0
包装带、胶粘带	5.2	5.0	7.0	8.0
泡沫包装材料	4.9	22.0	40.0	53.0
总产量	152.0	377.0	807.0	1 100.0

塑料材料在灌装包装薄膜和运输硬质容器包装上显示出技术优点, 塑料包装易加工, 生产线速度快, 运输包装成本低, 具有较强的竞争力, 市场前景看好。除不断扩大在各种包装材料中所占的份额之外, 塑料包装材料正向高机能、多功能性、环保适应性、新材料、新工艺、新设备及拓宽应用领域等方向发展。例如将在高阻隔性、耐高温、保鲜、防虫防霉、无菌等方面增强其功能; 在保证包装效果的同时将努力减轻、减薄, 以降低包装成本。此外, 包装产品的发展将更重视包装材料的功能化, 如高阻隔化、耐高温和保鲜功能等。

二、塑料包装材料基本特性

塑料是以聚合物树脂为基本成分, 再加入一些用来改善其性能的各种添加剂制成的。用于包装的聚合物树脂主要包括聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚酯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚偏二氯乙烯、乙烯-乙烯醇共聚物等。常用的添加剂有稳定剂、增塑剂、着色剂等, 用以改善树脂加工及使用性能。

塑料包装材料主要有以下特点:

(1) 质轻, 机械性能好。塑料的密度一般为 $0.9 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$, 按材料单位质量计算的强度比较高。

(2) 适宜的阻隔性与渗透性。如 PVC 具有良好的阻油、阻气性, 但阻湿性较差; PVA 的阻气、阻香性好, 等等。

(3) 化学稳定性好。塑料对一般的酸碱盐等均有良好的抗腐蚀力, 足以耐受来自被包装物(如食品中的酸性成分、油脂等)和包装外部环境的水、氧气、二氧化碳及各种化学介质的腐蚀, 这一点较金属有很强的优势。

(4) 光学性能优良。如 PS、PVC 具有很好的透明度。

(5) 卫生性良好。纯的聚合物树脂几乎是没有毒性的, 可以放心地用于食品包装。但个别树脂的单体(如聚氯乙烯中单体氯乙烯等), 如果在用作食品包装容器时含量过高,

超过一定浓度时,容易迁移到被包装的食品中,经食品进入人体后有一定的危害作用。如果在树脂聚合过程中,尽量将单体控制在一定数量之下,则可确保其卫生性。

(6)良好的加工性能和装饰性。塑料包装制品可以用挤出、注射、吸塑等方法成型,还能很容易地染上美丽的颜色或印刷上装潢图案。塑料薄膜还可以方便地在高速自动包装机上自动成型、灌装、热封,生产效率高。

除上述特点之外,塑料还有以下性能:①大多数塑料化学性稳定,不会锈蚀;②耐冲击性好;③具有较好的透明性和耐磨耗性;④绝缘性好,导热性低;⑤一般成型性、着色性好,加工成本低;⑥大部分塑料耐热性差,热膨胀率大,易燃烧;⑦尺寸稳定性差,容易变形;⑧多数塑料耐低温性差,低温下变脆;⑨容易老化;⑩某些塑料易溶于溶剂。

三、塑料包装产品分类

塑料包装的形态有膜袋(初级产品)、容器(桶、箱、瓶、盒等)、编织袋、托盘、打包带、胶粘带、标签等。

塑料包装制品按材料和形状分类如下:

(1)聚乙烯包装制品:

薄膜袋:包装用聚乙烯吹塑薄膜、液体包装用聚乙烯吹塑薄膜、高密度聚乙烯吹塑薄膜、单向拉伸高密度聚乙烯薄膜、聚乙烯自粘保鲜膜、聚乙烯热收缩薄膜,未拉伸聚乙烯薄膜、运输包装用缠绕膜、夹链自封袋、商品零售包装袋。

容器:聚乙烯吹塑桶、软塑折叠包装容器、塑料防盗瓶盖、聚乙烯塑料瓶。

其他:塑料编织袋、塑料周转箱、聚乙烯泡沫塑料、托盘等。

(2)聚丙烯包装制品:

薄膜片材类:热封型双向拉伸聚丙烯薄膜、双向拉伸聚丙烯珠光薄膜、未拉伸聚丙烯薄膜、聚丙烯挤出片材。

容器类:塑料餐饮具、各种瓶和瓶盖等。

其他:塑料编织袋、集装袋、塑料周转箱、聚丙烯泡沫塑料、托盘、打包带、胶粘带。

(3)聚氯乙烯包装制品:

薄膜、片材:聚氯乙烯膜片、热收缩膜。

容器:聚氯乙烯瓶。

其他:周转箱、聚氯乙烯泡沫。

(4)聚苯乙烯包装制品:

双向拉伸聚苯乙烯片材、聚苯乙烯泡沫、发泡聚苯乙烯饭盒。

(5)聚对苯二甲酸乙二醇酯包装制品:

薄膜:包装用双向拉伸聚酯薄膜。

容器:聚酯无气饮料瓶、聚对苯二甲酸乙二醇酯碳酸饮料瓶、热罐装用聚对苯二甲酸乙二醇酯瓶、饮水桶、奶瓶等。

(6)聚酰胺包装制品:

双向拉伸尼龙薄膜、肠衣膜(复合膜)。

(7)聚碳酸酯包装制品:

聚碳酸酯饮用水罐、塑料奶瓶、塑料饮水杯。

(8) 聚偏二氯乙烯包装制品:

食品包装用聚偏二氯乙烯片状肠衣膜、聚偏二氯乙烯乳胶(用于涂布复合膜)。

(9) 乙烯-乙醇共聚物包装产品:

EVOH 薄膜(主要为共挤复合膜)。

四、塑料包装的成型工艺

塑料的成型加工是指由聚合物制成最终塑料制品的过程。加工方法(通常称为塑料的一次加工)包括模压成型、吹塑成型、挤出成型、注射成型、压延成型等。

(1) 模压成型或压制成型,是将粉状、粒状或纤维状塑料放入成型温度下的模具型腔中,然后闭模加压使其成型并固化,开模取出制品的成型方法,主要用于酚醛树脂、脲醛树脂、不饱和聚酯树脂等热固性塑料的成型。

(2) 吹塑成型,是借助于气体压力使闭合在模具中的热熔型坯吹胀形成中空制品的方法。吹塑成型可以制得各种不同容量、不同壁厚的塑料瓶、桶、罐等包装容器。适于吹塑的塑料有 PE、PVC、PP、PS、PET、PA、PC 等。

(3) 挤出成型,是指物料通过挤出机料筒和螺杆间的作用,边受热塑化,边被螺杆向前推送,连续通过机头而制成各种截面制品或半制品的一种加工方法。挤出方法按塑化方式分为干法挤出与湿法挤出,按加压方式分为连续挤出与间歇挤出。其特点是生产连续、效率高、投资省、成本低、操作简单、应用范围广。

(4) 注射成型,是指有一定形状的模型,通过压力将熔融状态的胶体注入模腔而成型,工艺原理是将固态的塑胶按照一定的熔点融化,通过注射机器的压力,用一定的速度注入模具内,模具通过水道冷却将塑胶固化而得到与设计模腔一样的产品。注塑是使热塑性或热固性模塑料先在加热料筒中均匀塑化,而后由柱塞或移动螺杆推挤到闭合模具的模腔中成型的一种方法。注射成型几乎适用于所有的热塑性塑料。近年来,注射成型也成功地用于成型某些热固性塑料。注射成型的成型周期短(几秒到几分钟),成型制品质量可由几克到几十千克,能一次成型外形复杂、尺寸精确、带有金属或非金属嵌件的模塑品。因此,该方法适应性强,生产效率高。

(5) 压延成型,是将熔融塑化的热塑性塑料通过两个以上的平行异向旋转辊筒间隙,使溶体受到辊筒挤压延展、拉伸而成为具有一定规格尺寸和符合质量要求的连续片状制品的成型方法。

(6) 二次成型,是塑料成型加工的方法之一。以塑料型材或型坯为原料,使其通过加热和外力作用成为所需形状制品的一种方法。主要包括以下几种成型方法:热成型,双轴拉伸,固相成型等。

五、塑料包装的应用

(一) 食品

塑料食品包装产品广泛应用在我们日常生活中,主要产品有塑料袋和发泡塑料盒。塑料用于食品包装的量约占塑料总产量的 1/4。在超市及商场,很多食品包装均是塑料做

的。在饮料市场上,塑料瓶,特别是 PET 瓶是最主要和最引人注目的包装。塑料袋装酱油也已经出现,塑料桶装酱油、醋等已经打破玻璃瓶的一统天下。味精、胡椒粉等小包装基本是塑料袋的市场,纸包装很少采用。从中国罐头工业协会获悉,国内市场中,以难以开启的笨重的玻璃瓶、马口铁包装为主的罐头,在国外发达国家,正在被小包装、易携带、好开启的塑料软包装罐头逐步取代。塑料软包装罐头受到消费者的青睐,在短短的几年内就迅速占领罐头包装市场近 30% 的份额。在我国,阻碍塑料包装在罐头领域大显身手的主要因素是价格。

此外,在啤酒行业中,目前全球都在着力开发 PET 塑料瓶作为替代产品。与罐头包装相比,啤酒包装要求有更好的保鲜性和氧气阻隔性,目前因技术尚未完全成熟,如瓶口的密封性、耐压程度、防渗透等方面对啤酒质量的影响程度仍在探索,所以国内企业对是否采用塑料包装仍处于观望和实验阶段。

(二) 药品

目前药品包装仍是铝、塑、玻共存,但塑料包装比例正在迅速提升。我国药品片剂用铝、塑包装比例已从 1990 年的 10% 提升到了 40%,玻璃瓶包装比例从 1990 年的 85% 下降到了 2003 年的 15%。塑料瓶、铝塑泡罩包装、条包装、袋包装已占到片剂总包装量的 95% 以上。其中,条包装约占 15%,袋包装约占 10%,塑料瓶与铝塑泡罩包装各占 30% 以上。塑料瓶已抢占了玻璃瓶的大部分市场份额。铝塑泡罩包装方兴未艾,不仅占了 30% 以上,而且呈与瓶包装一争高下之势。但塑料袋包装比例较几年前明显下降,只有个别小药厂还在采用这种包装形式。到 2005 年底,我国药品包装用 PVDC 及 PVC/PVDC、PVC/PE 复合材料需求量已达到 6 万 t。但我国药用塑料瓶主要是由 PE 和 PP 制成的,由于要考虑避光保存,PET 瓶在这一领域的应用受到一定限制。不过总的趋势是使用量越来越大。部分生产中低速 PET 设备的厂家,已经把目标锁定在药品包装上。

(三) 化妆品

化妆品市场对包装的外观要求越来越高,塑料因为其坚固耐久而被广泛使用,玻璃则给人一种高贵的外观感,因此也是化妆品包装中的主选材料。玻璃的璀璨夺目非常适合于香水瓶等的包装,而塑料凭借着合理的价格和较轻的质量赢得了这场化妆品包装材料的竞争。塑料的强度大、质量轻和不易破碎等特点使其在竞争中立于不败之地,不仅如此,种类繁多的塑料包装设计可在很短的时间内实现并实施于生产。塑料包装赋予了化妆品生产商很多机会,可用经济合理的成本生产出众多包装精美、匠心独具的产品。

通过化学家和塑料生产商的努力,塑料制品又取得了从前只有玻璃才有的透明特性。现在绝大部分洗发用品的瓶子还是不透明的 PE 瓶,只是个别瓶盖改用透明 PP 材质。今后高透明性的 PP 瓶和 PET 瓶将在洗发护发品等包装方面获得更多的应用。PET 很容易被染成各种颜色,而且即使经过抗 UV 处理,透明性依旧不变。多层塑料复合技术能使多层不同种类的塑料复合在一起,一次成塑出来,可以选择任何可想象的色彩以及设计出各式容器。有了多层成塑技术,塑料包装一方面能完全隔绝光、空气,避免护肤品氧化;另一方面通过糅合进不同种类的物质,在外观上获得奇妙的视觉效果和独特的手感,提高了软管的可曲折性。多层塑料复合技术将会有广泛的应用前景。

(四) 水泥袋

纸袋是水泥包装几十年一贯的传统包装物，塑料编织袋是水泥包装改革以来最早出现的新材料袋型。当时是包装机械引进的全盛年代，上百条塑编生产线从外国引进，带有成型制袋全套设备的也有一二十条，国产设备也自此纷纷上马。国家建材主管部门面对当时水泥产量年年递增纸袋纸极度短缺的压力下，积极寻找水泥包装新材料，缓解纸资源之不足，塑料编织布的出现，无疑是一个振奋人心的喜讯。结果证明，除聚氯乙烯外，凡聚丙烯、聚乙烯、高密度聚乙烯制作的塑编水泥袋都对水泥质量无影响，塑料编织袋具有较高的强度，能大大降低包装的破损率，是综合性能优良的一种新材料。自此，塑料编织袋走上了水泥包装的舞台，成为它的主要成员。

(五) 兵器包装

1. 导弹包装

我国的导弹包装经过科研人员的多年努力，取得了很大进展。借鉴国外先进经验用玻璃钢经缠绕成型导弹包装筒兼发射筒，成功地应用到红箭-8及某新型反坦克导弹的包装上，用具有高阻隔性的铝塑复合材料制作前、后密封膜片及防潮包装袋，用高发泡聚乙烯塑料作缓冲材料，并用工程塑料制作包装筒兼发射筒的前、后密封膜保护盖（易碎盖）。

2. 枪械包装

近年来，国内新兴的包装工业得到迅速发展，各种性能优良的包装隔离材料、缓冲材料、代木材料等相继投入生产，为枪械的防潮密封材料和代木包装提供了必要的物质条件，并在枪械包装上推广应用，我国正逐步利用工程塑料、玻璃钢及木质塑料等作枪械外包装。借鉴国外先进技术，用软质复合塑料防潮包装袋作内包装，用泡沫塑料作缓冲材料，并将气相防锈塑料薄膜、气相防锈复合纸等气相封存技术应用于枪械及各类轻重武器上的防锈封存包装，获得很大成功。

3. 弹药包装

国外关于弹药等军用设备的包装材料及包装容器的研究较深入，目前正大量开发各种耐寒薄膜、防潮薄膜、防腐膜、高屏蔽薄膜等多功能性复合薄膜，以适应各种产品的包装需要。目前美军不断地寻求新的内包装材料，大力发展各种新型材料在弹药包装上的应用，在内包装上大量采用塑铝塑复合膜进行防潮密封包装；外包装上正研制各种高性能、轻质化的塑料筒、玻璃钢筒及玻璃钢箱，以提高包装的贮存、运输、使用性能。我国在20世纪60年代中期曾采用低密度聚乙烯挤出拉管成型，两端热焊封用来包装、小口径炮弹。用玻璃钢制作包装筒这种非金属弹丸筒具有质量轻、比强度高、耐化学腐蚀性等特点，弹丸筒一致性好，装配方便，生产效率高，勤务维修性好。

另外还有军用光学仪器包装、坦克和车辆封存包装等。

(六) 农药包装

农药包装中采用塑料包装的仅占10%。长期以来液剂农药一直采用玻璃瓶包装，玻璃瓶包装破损率高、易泄漏、计量不便、难以回收、运输成本高。近现代塑料加工应用

以来,化工农药部门推广应用塑料包装,塑料包装将成为今后市场的主流。

(七) 运输用托盘

托盘有木托盘、塑料托盘、纸托盘、钢托盘、复合材料托盘之分。我国的托盘以木托盘为主导,大约占 90%。据称,一棵成材大树只能制 6 个标准托盘,用木材制造托盘是对资源的极大浪费。从环境保护和节省资源的角度出发,很多托盘生产企业开发出了人造板(中纤板、刨花板、夹板)托盘、蜂窝纸托盘、塑木托盘、模压托盘等。目前全球对塑料托盘的需求正以每年 10% 的速度增长。

六、塑料包装废物的处理

目前,塑料包装材料废物的回收处理方法很多,依照有益于生态环境可持续发展的含义来对它们进行排序,首先是回收再利用,其次是重获原料或焚烧获取能量,最终处置方式一般是填埋。

(一) 塑料包装的回收再利用

塑料包装回收再利用是一种最积极的促进材料再循环使用的方式,即不再有加工处理的过程,而是通过清洁后直接重复再用。这是一种回收循环利用技术,它是有效节约原料资源和能源、减少包装废物产生量的重要手段,应予以充分重视。

许多塑料包装容器如托盘、周转箱、大包装盒、塑料桶等用于运输包装的硬质、光滑、干净、易清洁的较大容器,经一次使用甚至多次使用仍然完好,只需稍作修整和清洁消毒就可以重复使用。其复用技术处理工艺一般为:分类→挑选(刚用后丢弃的,基本无污染、无划痕、透明、光滑)→水洗→酸洗→碱洗→消毒→水洗→亚硫酸氢钠浸泡→水洗→蒸馏水洗→50℃烘干→再使用。

(二) 机械处理再利用

机械处理再利用包括直接再生和改性再生两大类。

直接再生主要是指废旧塑料经前处理破碎后直接塑化,再进行成型加工或造颗粒,有些情况需添加一定量的新树脂或适当的配合剂(如防老剂、润滑剂、稳定剂、增塑剂、着色剂等),制成再生塑料制品的过程。它可采用现有技术、设备,既经济又高效。直接再生利用的一般过程为:预处理(分拣、清洗、脱泡等)→粉碎→冲洗搅拌→混炼均化→塑化→造粒或再制品成型。

改性再生的目的是提高再生料的基本力学性能,以满足再生专用制品质量的需要。改性的方法,可分为物理改性和化学改性。

(三) 塑料包装材料的化学降解再生

化学降解再生的基本原理是将废旧塑料制品中原树脂高聚物进行较彻底的大分子链分解,使其回到低分子状态,有的组分就是其单体,其他组分是基本有机原料,不同聚合度的小分子、化合物、燃料等高价值的化工产品。这种回收处理方式使自然资源的使用真正形成了一个封闭的循环圈。

此种方法有如下优点：其一，分解生成的化工原料在质量上与新的原料不分上下，可以与新料同等使用，达到了再资源化；其二，具有相当大的处理潜力，能达到真正治理塑料所形成的“白色污染”。所以此法具有更高的经济效益和社会效益，是必然的发展趋势。它可分为解聚、水解和醇解、热裂解、氢解、气化。其中，水解是一种既方便又经济的塑料回收手段；热裂解也属于比较有发展前景的技术，国内外对此都极为重视。热裂解按照所得产物的不同可分为油化工艺、气化工艺及炭化工艺。

（四）焚烧法回收热能和填埋处理

焚烧法是将不能用于回收的混杂塑料及其他垃圾的混合物作为燃料，置于焚烧炉中焚化，然后充分利用燃烧产生的热量。此法最大的特点是将废物转化成为能源，同时具有明显的减容效果。燃烧后的残渣体积小、密度大，填埋时占地极小，也很方便，同时又稳定，易于解体溶于土壤之中。但焚烧方法存在以下不足之处：焚烧设备建设的一次性投资大，费用高；若不加以区分地焚烧处理，有些塑料在焚烧过程中不可避免地产生二次污染的有害物质，如 SO_2 、 HCl 、 HCN 等，剩余灰烬中残存有重金属及有害物质，它们都会对生态环境和人体健康造成危害。

因为普通塑料要经过好几百年才会分解，因此填埋是一种消极简单的处理方法，对于减轻环境负荷来说是最不理想的，只能是在无法进行上述处置时对塑料类包装材料的最终处置方式。

第二节 聚乙烯包装制品

一、聚乙烯概况

（一）材料来源及加工生产

聚乙烯简称 PE，为目前使用量最大的通用型塑料之一。聚乙烯是乙烯单体经聚合制得的一种热塑性树脂，在工业上，也包括乙烯与少量 α -烯烃的共聚物。聚乙烯的性质因品种而异，主要取决于分子结构和密度。采用不同的生产方法可得不同密度（ $0.91 \sim 0.96 \text{ g/cm}^3$ ）的产物。随着石油化工的发展，聚乙烯生产得到迅速发展，产量约占塑料总产量的 $1/4$ 。

用于包装的聚乙烯主要种类如下：①LDPE：低密度聚乙烯；②LLDPE：线性低密度聚乙烯；③MDPE：中密度聚乙烯；④HDPE：高密度聚乙烯；⑤改性聚乙烯：CPE、交联聚乙烯（PEX）；⑥乙烯共聚物：乙烯—丙烯共聚物（塑料）、EVA、乙烯—丁烯共聚物、乙烯—其他烯烃（如辛烯 POE、环烯烃）的共聚物、乙烯—不饱和酯共聚物（EAA、EMAA、EEA、EMA、EMMA、EMAH）。

（二）聚乙烯材料性能和包装应用

1. 低密度聚乙烯（LDPE）

低密度聚乙烯为乳白色圆珠形颗粒。无毒、无味、无臭，表面无光泽。密度为 $0.916 \sim$

0.930 g/cm^3 。性质较柔软,具有良好的延伸性、电绝缘性、化学稳定性、加工性能和耐低温性(可耐 -70°C),但机械强度、隔湿性、隔气性和耐溶剂性较差。分子结构不够规整,结晶度(55%~65%)低,结晶熔点($108\sim 126^\circ\text{C}$)也较低。

低密度聚乙烯(即高压聚乙烯)适合热塑性成型加工的各种成型工艺。成型加工性好,如注塑、挤塑、吹塑、旋转成型、涂覆、发泡工艺、热成型、热风焊、热焊接等。主要用途是作薄膜产品,如农业用薄膜、地面覆盖薄膜、农膜、蔬菜大棚膜等;包装用膜,如糖果、蔬菜、冷冻食品等包装;液体包装用吹塑薄膜(牛奶、酱油、果汁、豆腐、豆奶);重包装袋、收缩包装薄膜、弹性薄膜、内衬薄膜;建筑用薄膜,一般工业包装薄膜和食品袋等。还用于注塑制品,如小型容器、盖子、日用制品。医疗器具,药品和食品包装材料、热成型等制品;吹塑中空成型制品,如奶制品和果酱类食品容器,药物、化妆品、化工产品容器、槽罐等。

低密度聚乙烯主要产品牌号有 18D、18D0、2426F、2426H、2426K。

2. 线性低密度聚乙烯(LLDPE)

LLDPE 产品无毒、无味、无臭,呈乳白色颗粒。与 LDPE 相比具有强度高、韧性好、刚性强、耐热、耐寒等优点,还具有良好的耐环境应力开裂、耐撕裂强度等性能,并可耐酸、碱、有机溶剂等。

线性低密度聚乙烯由于较高的抗张强度、较好的抗穿刺和抗撕裂性能,主要用于替代 LDPE 制造薄膜。2005 年世界 LLDPE 消费量为 1 617 万 t,同比增长 6.4%。在消费结构中,薄膜制品仍占最大比例,消费量为 1 190 万 t,占总消费量的 73.6%;其次为注塑,消费量为 114.8 万 t,约占 LLDPE 总消费量的 7.1%。

2005 年,我国 LLDPE 和 LDPE 消费总量为 598 万 t,其中 LLDPE 消费量为 355 万 t,同比增长 25.4%,占 LLDPE 和 LDPE 消费总量的 59.4%;LDPE 消费量为 243 万 t,同比增加 0.7%,占 LLDPE 和 LDPE 消费总量的 40.6%。

与通常使用的丁烯共聚单体相比,以己烯和辛烯作为共聚单体生产的 LLDPE 具有更为优良的性能。LLDPE 树脂的最大用途在于薄膜的生产,以长链 α -烯烃(如己烯、辛烯)作为共聚单体生产的 LLDPE 树脂制成的薄膜及制品在拉伸强度、冲击强度、撕裂强度、耐穿刺性、耐环境应力开裂性等许多方面均优于用丁烯作为共聚单体生产的 LLDPE 树脂。自 20 世纪 90 年代以来,国外的 PE 生产厂商及用户均趋向于用己烯及辛烯替代丁烯。据悉,用辛烯作共聚单体,树脂性能不一定能比己烯共聚有更进一步的改善,且价格反而贵些,因此目前国外主要 LLDPE 生产商使用己烯来替代丁烯的趋势更为明显。

3. 高密度聚乙烯(HDPE)

高密度聚乙烯是一种结晶度高、非极性的热塑性树脂。原态 HDPE 的外表呈乳白色,在微薄截面呈一定程度的半透明状。高密度聚乙烯具有优良的耐化学品的特性、不吸湿并具有好的防水蒸气性,可用于各种包装用途。

密度是决定 HDPE 特性的主要变量,密度与结晶率呈线性关系。美国一般分类按美国材料试验学会(ASTM) D1248 规定,HDPE 的密度在 0.940 g/cm^3 以上;中密度聚乙烯(MDPE)密度范围为 $0.926\sim 0.940 \text{ g/cm}^3$ 。其他分类法有时把 MDPE 归类于 HDPE 或 LLDPE。均聚物具有最高密度、最大的刚度,良好的防渗透性和最高的熔点,但一般具有很差抗环境应力开裂(ESCR)。ESCR 是 PE 抗由机械或化学应力所引起的开裂性的能