

塑料包装材料 成型与彩印工艺

SU LIAO BAO ZHUANG
CAI LIAO CHENG XING
YU CAI YIN GONG YI

周祥兴 主编



中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

塑料包装材料成型与彩印工艺/周祥兴主编. —北京:
中国物资出版社, 1997. 9
ISBN 7-5047-1219-1

I. 塑… II. 周… III. ①塑料: 包装材料-塑料成型②塑料: 包装材料-彩色印刷
IV. TQ320. 66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 10654 号

中国物资出版社出版发行

新华书店经销

北京市白河印刷厂印刷

开本: 787×1092mm 1/16 印张: 52.5 插页: 1 字数: 1739 千字

1997 年 9 月第 1 版 1997 年 9 月第 1 次印刷

印数: 0001—2000 册

书号: ISBN 7-5047-1219-1/TB·0029

定价: 120.00 元

《塑料包装材料成型与彩印工艺》

编 委 会

主 编	周祥兴	江苏无锡彩印厂研究所高级工程师
副主编	钱聿英	中国包装技术协会高级工程师
	路向英	河北石家庄众城塑胶有限公司董事长兼总经理
编 委	朱纪福	江苏塑料包装机械委员会经济师
	潘文文	河北石家庄朝阳企业集团公司工程师
	郁文娟	江苏无锡轻工业大学教授
	管锡康	江苏锡山市洛社塑料厂厂长、工程师

前 言

《塑料包装材料成型与彩印工艺》是在 1991 年底东南大学出版社出版的《软塑包装材料及工艺》一书的基础上,增加了硬塑包装及其它包装材料和彩印工艺等内容后编写而成的。书中引用的俄、英、日文资料截止到 1995 年底,中文资料到 1996 年底。

本书以实用为宗旨,尽量收集整理科技人员在生产和科研中急需的数据,为此,除了介绍塑料包材所用的原辅材料的性能、生产配方、工艺参数、机械设备外,还叙述了与塑料包装相关联的粘结剂、油墨等生产和应用,以及制版和印刷工艺。附录中收录了最新国内外树脂牌号,并简略介绍了我国主要塑料包装企业的有关情况。本书对塑料包装材料生产及应用单位的科技人员、大专院校师生及研究人员均有一定的参考价值。

本书在编写过程中受到全国塑料研究所科技情报站包建成厂长和王菊美工程师的指教以及无锡市塑料工业公司顾中林高级工程师的全力帮助,河南省虞城福利彩印厂刘新华厂长为本书的出版辛勤奔波,石化总公司情报站站长关肇基也给予了大力支持,在此深表谢意。没有前一本书作基础,也就很难有这本书的出版。借本书出版之机,对一切支持过前一本书和本书出版的同志,尤其是锡山市洛社塑料厂厂长管锡康和杭鹤成再次表示感谢。

编委会

1997 年 4 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 包装的定义和作用	(1)
第二节 包装的分类	(2)
第三节 包装的重要性、现状及发展	(3)
第四节 各国包装品禁忌色彩和图案	(6)
第二章 塑料包装材料加工用合成树脂	(8)
第一节 合成树脂的基础知识	(8)
第二节 聚乙烯	(23)
第三节 聚丙烯	(63)
第四节 聚氯乙烯	(98)
第五节 氯化聚氯乙烯	(110)
第六节 氯乙烯-醋酸乙烯酯共聚物	(113)
第七节 聚偏二氯乙烯树脂	(114)
第八节 乙烯-醋酸乙烯共聚物	(117)
第九节 乙烯-乙醇树脂	(120)
第十节 离子型树脂	(122)
第十一节 尼龙树脂	(124)
第十二节 聚酰胺亚酰胺	(131)
第十三节 聚苯乙烯	(133)
第十四节 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)	(149)
第十五节 丙烯酸类树脂	(161)
第十六节 纤维素塑料	(168)
第十七节 氟塑料	(173)
第十八节 热塑性聚酯树脂	(190)
第十九节 聚碳酸酯	(204)
第二十节 热塑性弹性体	(209)
第二十一节 聚甲醛	(217)
第二十二节 K 树脂	(220)
第二十三节 聚甲基戊烯 ₋₁ (TPX ₋₁)	(221)
第二十四节 聚芳酯(U 聚合物)	(223)
第二十五节 塑料超细微粉体	(224)
第三章 塑料包装材料的加工助剂	(227)
第一节 塑料添加剂概述	(227)
第二节 增塑剂	(228)
第三节 抗氧剂	(235)

第四节	热稳定剂	(242)
第五节	光稳定剂	(246)
第六节	着色剂	(251)
第七节	填充料及增强材料	(262)
第八节	发泡剂	(264)
第九节	阻燃剂	(268)
第十节	交联剂与固化剂	(272)
第十一节	润滑剂	(274)
第十二节	脱模剂、抗粘连剂及滑爽剂(开口剂)	(277)
第十三节	抗静电剂	(278)
第十四节	偶联剂	(282)
第十五节	PVC 加工助剂(增韧剂)	(285)
第十六节	相容剂	(287)
第十七节	防霉剂和防护剂	(291)
第四章	塑料包装材料的成型工艺	(293)
第一节	塑料成型的理论基础	(293)
第二节	成型用物料的配制	(298)
第三节	挤出工艺	(302)
第四节	吹塑工艺	(312)
第五节	挤出流延工艺和溶剂流延工艺	(317)
第六节	挤出双向拉伸工艺	(319)
第七节	压延工艺	(321)
第八节	注射成型	(328)
第九节	中空吹塑成型工艺	(341)
第十节	铸塑及滚塑工艺	(346)
第十一节	热固性塑料的成型工艺	(356)
第十二节	软塑包装的复合工艺	(374)
第十三节	涂布工艺和蒸镀工艺	(404)
第十四节	聚合物合金及其制备	(419)
第五章	软塑包装用单种膜和复合膜	(428)
第一节	软塑包装膜的要求和基材膜的性能	(428)
第二节	各种单种膜的性能及应用	(434)
第三节	收缩薄膜	(449)
第四节	拉伸薄膜	(456)
第五节	铝箔的性能及其在包装上的应用	(458)
第六节	高阻隔性薄膜	(462)
第七节	保鲜膜	(466)
第八节	除氧包装膜和充气包装膜	(469)
第九节	耐热性包装膜	(469)
第十节	高温蒸煮袋	(474)

第十一节	食品包装中的选择性透过膜	(478)
第十二节	可食性薄膜及可食纸	(480)
第十三节	无菌包装和无菌包装膜	(482)
第十四节	导电性塑料薄膜	(484)
第十五节	防滑塑料薄膜	(488)
第十六节	双向拉伸薄膜	(489)
第十七节	塑料肠衣膜包装材料	(497)
第十八节	其它塑料薄膜	(498)
第十九节	食品包装用塑料的卫生性问题	(500)
第六章	其它塑料包装材料	(504)
第一节	缓冲包装材料	(504)
第二节	聚乙烯泡沫塑料	(506)
第三节	聚丙烯泡沫塑料	(509)
第四节	聚氯乙烯泡沫塑料	(510)
第五节	聚氨酯泡沫塑料	(511)
第六节	聚苯乙烯泡沫塑料	(516)
第七节	脲甲醛泡沫塑料	(518)
第八节	其它泡沫塑料	(520)
第九节	塑料瓶	(522)
第十节	塑料周转箱	(529)
第十一节	塑料打包带	(534)
第十二节	挤出塑料网	(536)
第十三节	气垫薄膜	(539)
第十四节	捆扎绳	(540)
第十五节	塑料编织袋、水泥塑料编织袋、集装袋	(543)
第十六节	钙塑瓦楞箱	(551)
第十七节	塑料托盘	(553)
第十八节	热成型包装制品	(554)
第十九节	纸及纸塑复合容器	(560)
第二十节	胶粘带	(561)
第二十一节	电子元器件的包装	(566)
第二十二节	复合软管包装	(569)
第七章	塑料包装材料的印刷	(573)
第一节	影响印刷质量的主要因素	(573)
第二节	塑料包装材料印刷用油墨在生产中的应用	(574)
第三节	印刷中的光学原理	(586)
第四节	凹版制版工艺	(590)
第五节	柔性版制版	(597)
第六节	丝网印刷的制版	(600)
第七节	凹版印刷工艺	(601)
第八节	柔性版的印刷	(609)

第九节 塑料丝网印刷工艺	(612)
附录一 最新国内外树脂牌号	(615)
低密度聚乙烯(LDPE)	(615)
线性低密度聚乙烯(LLDPE)	(653)
高密度聚乙烯(HDPE)	(664)
EVA 树脂	(691)
聚丙烯树脂(PP)	(701)
聚苯乙烯(PS)	(754)
聚苯乙烯泡沫(EPS)	(769)
丙烯腈-苯乙烯共聚物(AS)	(775)
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)	(779)
聚酰胺树脂(尼龙)(PA)	(796)
聚甲醛(POM)	(809)
聚碳酸酯(PC)	(815)
聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)	(820)
附录二 历届全国“软塑包装讲座”学员的提问及答案	(822)
附录三 我国主要塑料包装企业简介	(828)

第一章 绪 论

第一节 包装的定义和作用

对产品所作的任何保护目的的包扎都可以叫包装,最初的包装也就是用根绳子把商品捆扎在一起,或者用张纸把商品包在里面,绳和纸就成了原始包装最常用的包装材料。这种原始的包装在现代化的社会里,已经无法满足各种各样的商品对包装提出的各种各样的要求,为此发展了各种各样的包装材料,从纸板到塑料、金属、玻璃、陶瓷等各种材料。包装的形状也各式各样,有听罐包装、盒包装、集装袋、集装箱等。

要给包装下个正确的定义,不仅要看到包装后商品堆放在仓库内的静止状态,还要看到商品从生产地到总批发站,再到零售店,再转到顾客手中的流通过程,为此包装的现代定义是:使用适当的材料、容器和技术,不论遇到什么环境因素都能保护商品,不影响其使用价值。加拿大包装协会对包装下的定义是:将产品由供应者送到消费者手中,而能完整地保护其使用价值的工具叫包装。

一般而言,包装至少有以下几个作用:(1)降低保管成本,方便产品的保管、运输。例如:脂肪性的肉类,为了防止在存放过程中发生变质,如无任何包装,则要在 -41°C 的低温下保管,如采用了保鲜包装,则只需在 $0\sim-5^{\circ}\text{C}$ 的浅冷下保存,这样可以减少冷冻的动力费用。(2)降低运输的成本。例如:我国出口的羽绒制品,由于采用真空包装后缩小了体积,每一条运到美国的鸭绒被子可减少运费1美元。(3)简化仓库管理工作。每一个包装有一定的数量和重量,这样进出库只需记下多少个包装就能知道仓库的进出库数,方便清点。(4)打破了商品的季节性供应。尤其是蔬菜和果品,由于有了各种保鲜包装,可以使当年的桔子放到第二年五六月份,各种蔬菜也可在仓库中存放到冬季无蔬菜上市的季节来供应,这样,水果和蔬菜的淡季和旺季可以平衡调节,满足市民的生活要求。(5)促进了商品的销售。例如:加拿大海尔吨公司采用金属化聚酯和聚乙烯的复合膜来包装油炸土豆片,销售量比原来玻璃纸包装时增加了一倍。(6)使消费者更为满意,吸引消费者购买。

在商品生产的同时,就应当根据商品可能销售的地区、风俗习惯及运输的具体情况来设计和生产包装。对于食品包装来讲,内包装材料的无毒和适用期有特别重要的意义,要根据销售产品的价格和销售产品的快慢来决定食品的适用期进而决定内包装和外包装。要根据包装商品对包装提出的具体要求来决定设计包装,原则上是既反对欠包装也反对过包装,在能够满足商品对包装提出的全面要求的前提下,采用成本最小的包装。我国以前出口的商品,包装条件差,例如:瓷器和玻璃制品仅采用稻草捆扎,以木箱板条作外包装材料,损坏极大,现在采用泡沫塑料作缓冲包装,使用塑料瓦楞箱为外包装,采用集装箱运输,大大减少了损坏。

好的包装一定要满足下面几个要求:

1. 要有良好的保护商品的功能,即:在任何情况下都能做到保护商品不被损坏,不发生霉烂变质。
2. 有良好的方便功能,便于搬动和运输,便于保管、堆垛,便于计数和检查,便于顾客携带和使用,便于展销。
3. 有良好的商品性,能提高商品档次,促进商品的销售,这要在商品包装的印刷、造型设计、图案上多加考虑,能起重要的促销作用。
4. 要有简明扼要的信息传递。商品的生产者和使用者之间无法直接对话,而唯一联系二者的纽带是商品的包装,为此商品包装上应当把生产者要告诉消费者的话,简明扼要地印刷在包装上,而这也是购买者最关心的事情。商品包装上应具有的信息包括:产品名称、生产日期、批号、生产厂家、内容物(即:原料、产品成分)、使用及保管方法、保存日期(即有效期)、合格证、注册商标以及条形码等。
5. 价格合理。

第二节 包装的分类

一、按包装的形态分类

按包装的形态来分,可以把包装分成个包装,内包装和外包装。所谓个包装是一件商品一个包装,如:一件衣服或一只苹果的包装叫个包装。内包装是为了保护商品、便于销售的包装,因此,内包装又叫销售包装,它是由若干个包装合在一起组成的,如:1kg 苹果用塑料袋包装起来,10 件衣服用大塑料袋包在一起。外包装是运输包装,一般采用纸箱或塑料瓦楞箱等,例如:苹果、鸭梨等的运输包装就是纸箱。

二、按包装的目的、用途和功能分类

按包装的目的、功能、用途来分,可以把包装分成国内包装,外销包装和特殊包装三大类。国内包装,一般运输的路途较近,对顾客的生活习性和喜好都比较熟悉,不易出问题,但是也应注意我国少数民族的各种禁忌和风俗习性,尊重他们的习俗,例如:我国回族不吃猪肉,藏族同胞有天葬的习俗。国内包装中,也有工业品包装和成品包装两大类,所谓工业品包装指生产厂家之间的原料及半成品的包装。如果距离短,只需要用周转箱就能解决问题,如果是长距离运输,就要考虑用纸箱或瓦楞塑料箱包装了。

所谓外销包装,由于运输路途长,对异国的风俗人情不大清楚,为此包材要经久结实,能经得住各种气候和颠簸。在包装印刷图案和色彩上要认真慎重选择,防止因色彩和图案不合当地风俗而遭到退货。例如:日本有家玩具商出口玩具去印度,由于包装盒上印刷了猎人射杀老鹰的图案,未曾打开包装就被全部退货,因为印度人把老鹰看成是神鸟。再比如在颜色上也各有爱好,我国人民一般把红色作为喜庆吉祥的颜色,但是有的国家视红色为凶色。

所谓特殊包装是指非一般性商品的包装,例如美术品的包装,古玩的包装,非常珍贵的金、银器的包装,古书的包装以及军用枪支、弹药的包装。这些包装有特殊的包装要求和包装标准,重量虽不大,但价值大。有的有极大危险性,为此包装要绝对安全可靠。

三、按包装的运输工具分类

按运输工具来分的包装,有铁路运输包装,卡车运输包装,海上运输包装和飞机运输包装。上述四种运输方法分别有不同的包装要求和包装标准。例如:航空运输包装适宜于重量轻、体积小、时间紧的物品,如快件资料、鱼苗、小型精密仪器仪表、古字画、工艺品等。而海上运输包装,适合货物重量大、体积大、时间性较长的包装,如:机械设备、工业原材料、农产品等。海上运输包装中,应注意包装材料要有良好的耐候性、耐热性、耐盐雾性,强度要高,冲击韧性要好,因为海上运输颠簸大,不可能不冲撞到货物,如没有良好的冲击强度,包装容易撞坏。

四、按使用的包装材料分类

按使用的包装材料来分类,可以把包装分成以下几类:

- (一) 纸及纸板包装:纸盒,纸箱,瓦楞纸箱,纸塑复合成形纸杯,纸快餐饭盒。
- (二) 木材类包装:木箱,板条箱,柳条箱,钉板箱,竹片箱,竹片编织箱。
- (三) 金属类包装:铝箔,铁片,马口铁罐,钢片。
- (四) 塑料:塑料容器,周转箱,塑料薄膜。
- (五) 玻璃陶瓷类:玻璃容器,陶瓷罐,甬,瓮等。
- (六) 棉麻类:麻袋,布袋。
- (七) 其它类:草席,草绳毡。

在上述包装材料中,纸及纸板类包装仍占第一位,占整个包装材料的 30% 左右,而金属类占 25%,为第二位。塑料占第三位约 20~25%。不过塑料的增长速度大大超过前二类包材,为此,很快塑料将会超过金属和纸及纸板,而成为四大包材中使用量最多的。

五、按包装的方法分类

按包装的方法分类有防水包装、防湿包装、除氧包装、耐热包装、真空包装、充 N_2 包装、缓冲包装、悬挂式包装、冷冻包装、气相防锈包装等。

六、按包装的内容物分类

有食品包装、小五金工具包装、药品包装、弱电器包装、电子元器件包装、机械包装、枪支包装、化学品及农药包装等。

第三节 包装的重要性、现状及发展

一、包装的重要性

包装作为一门新兴的工业已经愈来愈显示出它的重要性。包装不仅能使商品不受破坏或腐烂变质,而且还能使不少有地方风味的食品快速地运送到全国各地,让以前不可能品尝到它的人们也能够品尝到,例如:无锡的排骨、德州的烧鸡,这些地方食品,现在可以用真空高湿蒸煮杀菌包装的方法,使其适用期长达半年到一年。

我国出口去日本的柿叶茶,是日本人民喜欢喝的,以前没有什么包装,运到日本后,有的已经腐烂,有的污染严重,损失很大。现在采用塑料编织袋大量收购运输,减少了损失,增加了收益。又如:桔子是10月份收获的果品,以前没有什么包装,很快腐烂,无法存放到底,近年来有了耐辐照包装袋包装后,经 γ 射线辐照后保存,可以放到第二年的六七月份,这样大大延长了果品的存放期,使没有水果的淡季也能吃上水果。

商品包装决不是一门可有可无的工业,没有良好的有效的包装会造成巨大的浪费,减少了浪费就同增加了生产一样重要。商品包装是产品转化为商品的必要技术手段,没有了包装,试想我们如何才能把各种电气产品搬回家而不受到损坏?工农业的发展,人们生活水平的提高,不仅要求产品质量的提高,也要求产品的包装愈来愈向高档次靠近。

商品的包装科学是一门综合了物理、化学、力学、光学、装潢美术、心理学、美学等各种学科在内的科学技术。为此,要求包装科技工作者具有多方面的知识和技能,才能解决包装上出现的各种问题,设计和制造出最佳的包装制品。

我国出口的小五金工具是很多的,但是以前的包装很简单,仅仅使用纸盒包装,常常因运输时间长,海上盐雾重而引起这些金属制品的生锈,影响了产品的销售,现在采用了气相防锈纸或气相防锈热收缩薄膜包装,这些金属制品无需在装上纸盒前涂布防锈油,而可以直接用防锈纸袋或气相防锈塑料膜包装就可以保证在任何情况下两年内不生锈。如:我国出口去欧美的轴承,就已经采用了气相防锈热收缩薄膜包装,省去了不少劳动力,如采用过去的塑料盒灌上防锈油的包装,到了美国和欧洲,首先要把轴承从PE塑料筒中倒出来,用汽油清洗干净,这既造成大批PE筒子的浪费和环境污染,还需要花费不少劳动力。

无锡市油嘴油泵厂出产的发动机上的油嘴油泵,以前仅使用木板框和稻草作包装容器,结果运输中伸出外面的钢管和铜管碰弯、碰断的不少。后来改进了包装,使用泡沫塑料和木板箱子包装,把油嘴油泵用一层0.6~0.9毫米的PE膜包扎起来,放在木板箱内,箱底衬垫两块木块,然后用聚氨酯现状发泡的方法在木板箱内浇注入双组分混合后的聚氨酯,迅速发泡,盖上盖子,泡沫充满整个箱体。这种包装,防振性好,几乎杜绝了破损的可能性,大大减少了回修率。

还可以举很多因改进包装而减少了损坏,提高了产品的档次的例子。总之,包装的重要性随着经济的发展已越来越为人们所接受。

二、国内外包装业的现状

从世界各发达国家来看,目前就包装材料来讲,依旧是纸和纸板占第一位,尤其在最近,各国对塑料废弃物造成的环境污染越来越重视,因而纸及纸板包装材料有所发展。相对来讲,纸质包装容器易被大气分解消化掉,而塑料却很难。有人测算,塑料膜的自然老化分解年限为70~100年,而纸及纸板制品,包括涂塑纸杯包装的自然老化分解年限仅2~3年。金属包材在包装材料中占第二位,薄壁铝合金易拉罐的开发成功,为金属包材的地位提供了有力的支持。塑料包材尽管受到了各种非议和责难,但是由于它有不少优点是其它包材无法替代的,为此它在包材家族中的地位依旧得到巩固且有不断的发展,已占包材的25%左右,在有的国家甚至排在金属包材之前,有的略逊于金属包材。玻璃是包材中消费量占第4位的材料,最近向薄壁瓶轻量化和厚壁瓶方向发展,每年有2%左右的增长速率。

表 1-1 美国各类包材在包材总量中占的百分比

年 份 材 料	1973	1979	1984	1973~1979 年增长(%)
纸板	34.7	31.1	30.3	8.3
金属	26.7	27.9	26.7	11.0
塑料	11.1	14.6	17.3	15.7
纸	12.5	11.2	10.8	8.4
玻璃	9.2	10.7	10.5	13.1
木材	3.9	3.2	3.2	6.6
织物	1.7	1.3	1.1	1.3

一般来讲,各工业发达国家的包装工业占国民经济总产值的 2~3%,我国包装工业已由改革开放十年前的 1.5% 增长到 1994 年的 3.2%,基本上做到了包装工业和国民经济同步协调发展。原先依靠进口的包装材料,目前国内基本上都能生产。包材还有少量出口。

表 1-2 日本各类包装材料和容器的总产量及比例(千吨)

材料	1977 年		1979 年		1981 年	
	数量	%	数量	%	数量	%
纸及纸板	7637.8	52.8	8747.2	52.9	8213.5	53.0
玻 璃 纸	70.3	0.5	72.7	0.4	62.2	0.4
塑 料	1254.7	8.7	1796.3	10.9	1624.5	10.5
金 属	1368.1	9.5	1579.5	9.5	1415.8	9.1
玻 璃	1953.4	13.5	2156.3	13.0	2008.9	13.0
木 材	1814.5	12.6	1816.0	11.0	1871.5	12.0
织 物	216.7	1.5	263.5	1.6	200.8	1.3
其 它	134.9	0.9	111.1	0.7	95.5	0.6
总 计	14450.4	100.0	16543.0	100.0	15492.7	100.0

表 1-3 前联邦德国包装工业产值及其在国民总产值中占的百分比

年 份	国民经济总产值	包装工业产值	包装工业所占%
1960 年	30.3×10^9	5.43×10^9	1.79
1970 年	679×10^9	11.55×10^9	1.78
1980 年	1492×10^9	23.20×10^9	1.56

注:单位为德国马克。

日本对包装业相当重视,有各种研究所和大中专院校,培养各个层次的技术力量。人们对日本包装业有深刻的印象,日本人送给中国的礼物,往往从外表到里面有 3~5 层的包装,其实里面仅仅是一支圆珠笔而已,这种过包装,并不是我们所应取的,但是这种重视包装业的态度是可取的。日本国内生产的包装材料不仅满足了本国的需要,而且出口到国外,包括我们中国。主要出口的包装材料有纸、瓦楞纸、铜版纸、各种塑料膜。在运输包装中,最近已开发了高强度的瓦楞纸箱,可以代替木箱包装,这使纸及纸板的竞争更多了一份力量。根据 1980 年的统计资料,美国包装工业的年产值达 342 亿美元,日本为 204 亿美元,均占国民生产总值的 2% 左右。我国 1980 年包装工业总产值 6.7 亿美元,是国民经济总产值的 1.02%。

我国的包装业在改革开放的 10 年中发生了巨大的变化,各种新材料、新设备、新工艺、新技术大量涌现,旧包装已经被淘汰,包装业基本上和国民经济的发展同步发展。

三、我国塑料包装业的发展前景

我国塑料包装业在包装业中已占到 25% 左右,而包装在塑料总量中也占到 25% 左右,两个 25% 说明了塑料包装业在塑料工业和包装工业中的地位。有人认为塑料包材会受到限制使用,前途不测,这实际上是多虑的,即使在谴责塑料造成污染最多的欧美各国,到 1994 年的统计表明,塑料包材在这些国家中仍占相当大的比重,而且发展速度相当快。例如,塑料包材占塑料制品的百分数如下:美国 29.6%,日本 29%,法国 24%,德国 36%,意大利 41.7%,英国 36%,巴西 47%,澳大利亚 33%。这是《上海塑料》1995 年 9 月 4 日第 3 版提供的资料。由此可见塑料在包装上的使用不可能被人为地废除或禁用,因为塑料作为包材有其它包材不具备的各种特性,无法用其它包材替代,例如:塑料重量轻,比强度高,容易改性,容易成型,不易破碎,只要选择材料合适,有同玻璃、金属一样好的阻隔性,所包装食品的存放期可达一年甚至二年,能满足食品工业包装食品的要求。至于塑料的毒性问题,目前已经证实不少高聚物是无毒的,其单体的毒性也较小,如:乙烯、丙烯, PVC 树脂的单体氯乙烯的毒性虽然很大,但是,我们现在已经能够生产出 VCM 含量 $\leq 1\text{ppm}$ 的树脂,这样低含量单体的 PVC 树脂是无毒的。塑料受人们谴责最主要的是废弃物很难处理,现在在欧洲、日本、美国等工业发达国家对这些塑料废弃物的处理办法是:(1)深埋法,就是在空地上开掘一个洞把塑料垃圾埋在地下,事实证明,这不是什么好办法,深埋在地下的塑料经过几百年后也不会被消化掉,而且还会污染地下水,占用大量的良地,我国北京、上海在搞垃圾深埋法,这实在是不足取的;(2)焚烧法,这是日本人广为采用的方法,把塑料从各种垃圾中分拣出来,然后经过造粒等方法,成为球状或其它形状的可燃性燃料,在炉中燃烧。燃烧发出的热量相当于一级煤的燃烧热,用于发电。而燃烧后的气体中,含有 CO_2 和 HCl ,回收这二类气体,生产出干冰和盐酸,如用氨水吸收可生产出氯化铵化肥,日本建造的焚烧炉都有气体处理装置,为此,日本尽管是一个塑料生产、消费大国却没有塑料污染造成的酸雨的威胁。而欧洲和美国虽然也有不少的焚烧炉,但是大多数没有气体处理装置,塑料焚烧后的气体严重污染大气,造成酸雨增加,腐蚀建筑物。气体处理装置是一个技术复杂、投资颇高的举措,在欧洲和美国,必须要有国会和政府通过拨款才能实施。焚烧法不失为工业高度发达国家采取的对付日益增多的废塑料的最佳处理方法,但必须要有气体处理装置,否则,焚烧炉就只能是使固体污染转变成气体污染的另一个污染源,没有价值;(3)塑料的再生利用,这是最好的办法,但是在发达国家里,例如美国和欧洲,这种废塑料的再生利用没有经济实用价值,为此,无法开办工厂,像废塑料干馏成燃料油, PET 废塑料再生为粗对苯二甲酸和乙二醇都是早就有专利了,但是由于成本高,加工费用高,工厂没有盈利,因此,技术再好,也只能束之高阁。据国外最近报导,美国有家公司用再生的 PET 瓶废料同新的 PET 料进行共挤出吹塑拉伸,这样制得的 PET 瓶有同全部采用新料制得的 PET 瓶一样的性能,从经济上来讲,也是可行的,该公司现正在扩大生产。用废 PET 虽然可再生回原为粗对苯二甲酸和乙二醇,但是很难再提纯到生产聚合级的精对苯二甲酸,为此,只能用作油漆、涂料等的原料。利用废 PS 泡沫及 PS 制品,可生产 PS 清漆和胶粘剂。总之,塑料包装不仅在我国,在世界都有广阔的发展前景,关键不在于如何禁用,而在于如何再生利用好废塑料,使它重新得到利用而不污染环境。

据美国预测,回收塑料的需求量每年增长 27%,到 1996 年回收塑料量将达到 1410 万吨,其中大约 80% 来自塑料包装, PET 和 HDPE 将占回收塑料总量的 60%。1994 年光美国就回收 HDPE 43 万吨,回收 PET 40.8 万吨。

法国专门组成了一个 Valorplast 公司,作为国家回收利用废物组织的一个分部来处理废塑料,该公司到 1996 年计划回收 4 万吨塑料中空容器,到 2003 年,法国 75% 的塑料必须回收或焚烧。

1994 年世界合成树脂的生产量已经超过 1.1 亿吨,而其中 25% 以上用于包装,只要处理好废弃物,不影响环境污染,塑料包装业将会同以往一样,以 5% 的正常速度递增。而其它材料的增速仅 2% 左右。

我国用于包装上的合成树脂量,逐年有所提高,1991 年为 98 万吨,92 年为 107 万吨,93 年为 117 万吨,94 年达 130 万吨,平均年增长率达 9.8%。1994 年我国合成树脂的总生产量为 480 万吨,而用于包装的塑料达 130 万吨,占树脂总产量的 27%,其中:包装薄膜 48 万吨,编织袋 30 万吨(达 50 亿条标准袋),中空容器 19 万吨(内含 PET 3.5 万吨),包装基材 12 万吨,周转箱 6 万吨,绳带 3.8 万吨,泡沫塑料 5 万吨,钙塑瓦楞箱 2.7 万吨,复合膜 8 万吨。1990 年用于药品包装的塑料瓶为 5 亿只,到 1994 年用于药品包装的塑料瓶达 6 亿

只。塑料包装在我国的发展是十分惊人的,1981年以前我国还没有一家完整的生产复合膜的软塑厂家,无锡市彩印厂是全国第一家由外贸包装公司投资引进国外整套先进设备和技术生产复合软包装的厂家。也就在此同时,无锡市塑料一厂引进日本的万克注塑机,生产塑料周转箱,到现在全国引进大、中型设备生产塑料软包装的厂家不下100家,而且正向内地发展,连最西北的新疆也有引进设备的软塑包装厂家,1994年已投入生产。

我国的包装工业发展速度近年来超过其它工业的发展速度,1980年包装工业产值为72亿人民币,占工农业总产值的0.8%,而1994年包装工业产值达979亿人民币,占国民总产值的1.57%。1980年县以上的包装企业仅2555家,而1994年达1.5万家。引进世界上先进技术装备共1000多条流水线,6000多台套。塑料编织袋、纸箱复合软包装、金属桶制品已名列世界前茅。塑料工业1994年产量达680万吨,总产值达600亿人民币。我国2000年时的塑料制品将超过1000万吨,而包装用塑料制品将达250万吨。发展前景是十分广阔的。

表 1-4 世界包装用材料比例及年平均增长率

包装材料	1990 年	1992 年	1995 年	1990~1995 年平均增长率(%)
纸 板	34.0	27.04	24.4	-2.0
金 属	26.0	19.2	17.18	-1.4
塑 料	23.2	32.9	35.12	8.7
玻 璃	11.9	16.11	19.2	2.2
木 材	1.5	2.0	1.2	-2.9
纺织品	1.5	0.75	0.5	-1.5
其 它	1.9	2.0	2.4	1.4
共 计	100.0	100.0	100.0	

日本1991年塑料包装材料的总产值达1兆6851亿日元,占日本包装材料总金额6兆6272亿日元的25.4%,塑料包装材料总产量是324.5万吨,占日本包装材料总产量2221.6万吨的14.6%。

第四节 各国包装品禁忌色彩和图案

正如我们在前面已讲到的那样,在设计包装时,必须了解商品销售地的风俗和各种禁忌,如果在商品上错用了这些禁忌,显然不会有好的销售。在此,我们特地介绍这些禁忌,以供包装设计时参考。

一、各国的数字和动物忌讳

在一些亚洲国家,“4”同“死”谐音,为此,对“4”很反感。香港、新加坡、马来西亚、韩国和日本都是这样的国家。

在非洲,除摩洛哥外,都对“7”讨厌,新加坡也不喜欢“7”字。不少国家讨厌“13”这个数字,尤其是欧美。

熊猫:在穆斯林国家,熊猫因体胖如猪,不受欢迎。

大象:在英国忌用大象图案,欧洲人的词汇中,大象与笨拙是同义词。

山羊:在英国被喻为“不正经的男子”。

狗:在非洲北部的一些国家中忌用狗的图案。

猫:是西方人的宠物,泰国人讨厌狗而喜欢猫。

公鸡:我国和法国人喜爱,但美国俗语中,cock具有海淫的意思。印度人最忌讳公鸡和棕榈树。

孔雀:是印度国鸟,在欧洲则认为是“淫鸟”和“祸鸟”。

仙鹤:东方国家表示长寿,而在法国贬为“蠢汉”“淫妇”的代名词;非洲国家人们认为仙鹤是凶鸟,不能作图案。

猫头鹰:中国人不喜欢,但在西方人心目中是智慧、勇猛、刚毅的化身。

法国人和比利时人忌讳孔雀、核桃和菊花图案。日本人忌讳荷花、狐狸和獾。

二、各国的颜色忌讳

印度人喜欢红色和猴子,美国一石油公司用红猴做商标,大获成功。

奥地利以绿色为高贵;意大利最忌讳用菊花做商标;法国人认为核桃是不祥之物;英国人忌讳用人像作商品装潢;伊斯兰国家忌猪;保加利亚喜爱灰调的茶色和绿色;土耳其人喜爱绿色,法国、比利时人讨厌绿色;加纳以桔黄色为丧服色;奥地利人最喜绿色;保加利亚人讨厌代表无政府主义农民党的鲜绿色;瑞士以黑色为丧服色;巴西认为紫色为悲哀,暗茶色象征不幸,黄色表示绝望,深咖啡色会招来不幸,为此特别反感。

在美国禁忌色的实例是:日本一钢笔制造商,在银色钢笔盒内,用紫色天鹅绒衬里,遭到美国人的抵触。美国人喜爱色彩对比鲜明的几何图案。

伊斯兰教徒对黄色特别讨厌,它象征死亡的颜色,而绿色最受欢迎,它能驱病镇邪,这些国家是巴基斯坦、叙利亚、摩洛哥、突尼斯、土耳其等伊斯兰国家。

第二章 塑料包装材料加工用合成树脂

第一节 合成树脂的基础知识

一、塑料的定义、分类及共性

(一) 定义

塑料是一种可塑性的材料,但是,可塑性的材料不都是塑料。我们现在研究的塑料,是一种在分子合成材料即树脂中添加各种辅助材料,在一定的温度和压力下具有延展性,可以熔融流动成型,冷却后可保持其形状的材料。通常我们把平均分子量低于 1000 的称低分子化合物,高于 1 万的叫高分子化合物,大于 1 百万的叫超高分子化合物。

世界三大合成材料中,以合成树脂产量为最大,已达 1 亿吨/年,而合成纤维和合成橡胶仅 5 千万吨/年。

橡胶、塑料和纤维虽都是高分子化合物,但有明显的区别:橡胶的弹性大,杨氏模量低,是线性分子,分子间有交联,无结晶性,分子间凝聚力小;纤维的拉伸强度和弹性模量都很高,分子具有对称性,分子间凝聚力大,具有高度的结晶性。塑料则介于橡胶和纤维之间。表 2-1 为高聚物分子的比分子凝聚力。

表 2-1 高聚物分子的比分子凝聚力

高分子物质		比凝聚力
橡 胶	聚丁二烯	1.1
	天然橡胶	1.3
塑 料	PE	1.0
	PVC	2.6
	PS	4.0
	PA	5.8
纤 维	纤维 素	6.2
	生 丝	9.8

(二) 分类

1. 按其受热时的性质分类

热塑性塑料:线型或带支链的高分子化合物,受热熔融流动成型,可以反复进行热熔融成型多次而性能基本上不改变的一类塑料。例如:PE、PP、PS、PVC 等。

热固性塑料:树脂是多官能团的大分子,在固化剂和热、压的作用下可软化(或熔融)成型,但固化后成为不溶不熔的立体型结构的高分子化合物,不能进行二次热熔融成型的材料。例如:(PF)、UF、MF、EP、UP 等。

2. 按高分子主链的元素结构分类

碳链高分子:主链全由碳原子构成,多属加成聚合物,如:PE、PVC、PS、PP 等。

杂链高分子:主链除碳原子外,还有氧、氮、硫、磷等原子,多属缩聚物,如:UP、PA、PUR、PPS 等。

元素高分子:主链中不一定含碳,而是由硅、氧、氮、铝、硼、钛等元素组成,也多属缩聚物,如:SI 等。

3. 按应用范围分类

通用型塑料:它具备以下三个条件:综合性能好;应用范围广;价格便宜。主要有以下六类:PVC、PE、PP、PS、酚醛和胺基塑料。

工程塑料:机械物理性能相当好,可代替金属使用在机械零部件或工程结构件上,例如:尼龙、PET、PBT、ABS、PC 等。

特种塑料:某种性能特别优良的一类工程塑料,如 耐高温塑料、耐低温塑料、耐辐射塑料、导电塑料等,如 PI、PASF、PPS、SI 等。

4. 按高聚物分子的结晶性分类

高聚物分子同低分子化合物一样有无定形和结晶型的分别。

(1) 聚合物结晶的能力

聚合物结晶的能力同分子结构有很大关系,重要条件是分子空间排列的规整性和分子链节之间有足够的吸引力来克服分子热运动。此外,环境温度和时也是能否结晶的条件。例如:可以使熔融态的结晶高聚物用急冷来降低结晶度,使之成为无定形。任何高聚物都是结晶体和无定形体的共存体。

(2) 结晶度

结晶度是结晶了的聚合物在整个聚合物中所占的重量百分数。有量热法、X 射线衍射法、密度法、红外线法、核磁共振法等测定方法。密度法最简单,可根据下式计算

$$C = \frac{d_1}{d} \left[\frac{d - d_2}{d_1 - d_2} \right] \times 100\% \quad \text{式 2-1}$$

式中: C ——结晶度,%(重量);

d ——测得的样品密度, g/cm^3 ;

d_1 ——完全晶体时该树脂的密度, g/cm^3 ;

d_2 ——完全非晶体时该树脂的密度, g/cm^3 。

式中的 d_1 和 d_2 可以查手册而得。表 2-2 为几种常见塑料的完全晶体和完全非晶体的密度。

表 2-2 几种聚合物完全晶体和完全非晶体时的密度

聚合物	完全晶体密度 d_1 (g/cm^3)	完全非晶体密度 d_2 (g/cm^3)
PE	1.014	0.850
PP	0.936	0.85
PS	1.111	1.04~1.065
PVC	1.44	<1.39
PET	1.455	1.335

表 2-3 是某些聚合物的最大结晶度和结晶速率。

表 2-3 某些聚合物的最大结晶度和结晶速率

聚合物	最大结晶度, %	$\tau_{1/2}$	聚合物	最大结晶度(%)	$\tau_{1/2}$
PE(线型)	95		PET	60	40 秒
聚四氟乙烯	88		PS	50	
聚三氟氯乙烯	90		PA66	50	5 秒
PP	80		顺式聚异戊二烯	30	2.5 小时
PVDC	75		聚异丁烯	20	5 天
聚环氧乙烷	75	16 秒			

注: $\tau_{1/2}$ 是结晶速率,在最快速率(0.85 T_i) 的温度下完成结晶一半所需的时间。

(3) 结晶度与性能

对同一种聚合物而言,随结晶度的提高透明性降低、玻璃化温度提高、比重增加、弹性模量提高、表面硬度和屈服应力增加(只有高度结晶的聚合物,在 $T_g \sim T_i$ 之间有明显的屈服应力)。

对不同聚合物而言,结晶型聚合物有较明显的熔点,其熔域较窄,仅 10°C 左右;无定型聚合物熔域相当宽。

(三) 塑料的优缺点

优点:(1)易于成型,设计的自由度高;(2)易于着色;(3)比强度比金属大,即:单位重量的机械强度大;(4)比重比较轻;(5)容易改性,易获得所需性能;(6)电绝缘性好;(7)耐水性好,不生锈;(8)耐化学性好;(9)