

塑料加工实用技术丛书

# Plastic

## 硬质塑料包装容器的 生产与设计

YINGZHI SULIAO BAOZHUANG RONGQI DE  
SHENGCHAN YU SHEJI

郁文娟◎编著



中国纺织出版社

塑料加工实用技术丛书

# 硬质塑料包装容器的生产与设计

郁文娟 编著

 中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本书介绍了硬质塑料包装容器的生产与设计。本书在重点介绍基础知识的同时,汇集、整理了近几年来涉及材料、工艺、设备、设计等方面许多新的、有价值的技术信息和技术成果,充分体现了硬质塑料包装容器目前的生产技术水平。本书以从事塑料包装容器生产、设计和应用的包装工作者为主要读者对象,对从事包装教学的人员也有一定的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

硬质塑料包装容器的生产与设计/郁文娟编著. —北京:中国纺织出版社,2009.3

(塑料加工实用技术丛书)

ISBN 978-7-5064-5498-8

I. 硬… II. 郁… III. ①硬质塑料—包装容器—生产工艺

②硬质塑料—包装容器—设计 IV. TB484.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 014024 号

---

策划编辑:朱萍萍 秦丹红 责任编辑:安茂华 特约编辑:秦伟  
责任校对:陈红 责任设计:李歆 责任印制:何艳

---

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010-64168110 传真:010-64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: [faxing@c-textilep.com](mailto:faxing@c-textilep.com)

三河市华丰印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2009年3月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.25

字数:352千字 定价:38.00元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

## ■ 前言

薄膜、容器、泡沫塑料是塑料用于包装的三种主要形式。包装薄膜是传统的大宗产品,但硬质包装容器在最近几年,国内外市场需求量增长非常迅速,年均增长率已超过软包装。其中以塑料瓶需求增长最快,桶类次之。市场需求的高增长至少说明三个问题:一是人们生活方式的进步和生活质量的提高;二是塑料包装容器应用领域不断拓展和扩大;三是硬质包装容器的生产水平、技术水平得到了快速发展。

为了适应包装市场的发展动向,作者以硬质塑料包装容器的生产与设计为主题,在有选择、有重点地介绍基础知识的同时,汇集、整理了近几年来涉及材料、工艺、设备、设计诸多方面新的、有价值的技术信息和技术成果,编撰成书,以充分反映目前硬质包装容器的生产技术水平,并达到更新知识、传播新技术的目的。希望能对从事塑料包装容器生产、设计和应用的包装工作者有所借鉴和帮助。

全书共十章。第一章概括了塑料包装材料的特色,塑料包装容器的种类、应用、成型方法和技术进展。第二章介绍了聚合物化学与塑料基础的基本概念和基础理论,有助于了解和指导塑料包装容器的加工和应用。第三章、第四章比较系统而全面地介绍了塑料包装容器的应用特性和包装容器的主要原材料。第五章、第六章、第七章则分别对塑料包装容器的三种最重要的加工方法进行介绍。对于最基本的加工过程和生产设备,已经有许多专业书籍述及,因此本书在内容上有所选择和侧重。第八章介绍了常用的塑料包装容器。第九章、第十章介绍了塑料包装容器的设计,包括结构设计和功能设计,既有基本设计规则,又有典型设计实例。

本书编撰过程中,得到江南大学化工学院的领导和同事,尤其是倪忠斌高级工程师的支持和帮助。原无锡塑料公司顾忠林高级工程师为本书提供了许多很有价值的技术资料,审读了部分章节。在此一并表示由衷感谢!成书过程中,作者利用了在教学、科研和工业实践方面积累的经验和成果,同时参考了大量的专业文献。主要参考文献列于书后,这些文献包含了文献作者的劳动成果,向他们表示诚挚谢意!

由于水平所限,书中难免有不当和遗憾之处,望广大读者批评指正。

郁文娟

2008年8月于江南大学

# 目录

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| <b>第一章 概述 .....</b>             | <b>(1)</b>      |
| <b>第一节 塑料包装材料的特色 .....</b>      | <b>(1)</b>      |
| 一、低密度 .....                     | (1)             |
| 二、透明、耐冲击 .....                  | (1)             |
| 三、卫生、安全 .....                   | (2)             |
| 四、成型加工性优良 .....                 | (2)             |
| 五、性能范围宽广,可设计性强 .....            | (2)             |
| 六、理想的手感、触感和视觉效果 .....           | (3)             |
| 七、节约能源,保护环境 .....               | (3)             |
| <b>第二节 塑料包装容器的种类和应用 .....</b>   | <b>(5)</b>      |
| 一、塑料包装容器的种类 .....               | (5)             |
| 二、塑料包装容器的应用 .....               | (6)             |
| <b>第三节 塑料包装容器的成型方法 .....</b>    | <b>(7)</b>      |
| <b>第四节 塑料包装容器的技术进展 .....</b>    | <b>(11)</b>     |
| 一、树脂产业新品不断 .....                | (11)            |
| 二、阻隔技术各展所长 .....                | (11)            |
| 三、成型设备推陈出新 .....                | (13)            |
| 四、发展中的包装新技术 .....               | (14)            |
| <br><b>第二章 聚合物化学与塑料基础 .....</b> | <br><b>(15)</b> |
| <b>第一节 聚合物的定义、合成与结构性能 .....</b> | <b>(15)</b>     |
| 一、聚合物的定义 .....                  | (15)            |
| 二、聚合物的合成 .....                  | (15)            |
| 三、聚合物的结构 .....                  | (18)            |
| 四、聚合物结构与性能 .....                | (23)            |
| <b>第二节 塑料的定义、分类和成型加工 .....</b>  | <b>(29)</b>     |
| 一、塑料的定义 .....                   | (29)            |
| 二、塑料的分类 .....                   | (30)            |
| 三、塑料的成型加工 .....                 | (31)            |

|                        |      |
|------------------------|------|
| <b>第三章 塑料包装材料的应用特性</b> | (37) |
| <b>第一节 材料性能与产品性能</b>   | (37) |
| 一、材料性能与产品性能的区别         | (37) |
| 二、材料性能的标准化测试           | (37) |
| 三、影响产品性能的因素            | (38) |
| <b>第二节 力学性能</b>        | (40) |
| 一、应力与应变                | (41) |
| 二、静载荷下的力学强度            | (42) |
| 三、冲击强度                 | (44) |
| 四、蠕变与应力松弛              | (46) |
| <b>第三节 热性能</b>         | (48) |
| 一、耐热性                  | (48) |
| 二、耐低温性                 | (49) |
| 三、导热性                  | (50) |
| 四、热膨胀性                 | (50) |
| 五、可燃性                  | (51) |
| <b>第四节 耐化学药品性</b>      | (51) |
| 一、耐酸碱性                 | (52) |
| 二、耐溶剂性                 | (53) |
| 三、环境应力开裂和溶剂应力开裂        | (55) |
| <b>第五节 光学性能</b>        | (56) |
| 一、透明性                  | (56) |
| 二、光泽度                  | (58) |
| <b>第六节 渗透性能</b>        | (58) |
| 一、透湿性                  | (60) |
| 二、透气性                  | (61) |
| 三、溶剂渗透性                | (63) |
| <b>第七节 表面性能</b>        | (64) |
| 一、润湿性                  | (64) |
| 二、摩擦因数                 | (65) |
| 三、耐磨损性                 | (66) |
| 四、硬度                   | (67) |
| <b>第八节 其他性能</b>        | (68) |
| 一、耐消毒性                 | (68) |
| 二、卫生性能                 | (71) |
| 三、尺寸稳定性                | (72) |

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| 四、表面电阻和抗静电性 .....               | (73)         |
| 五、环境适应性 .....                   | (74)         |
| <b>第四章 塑料包装容器的原材料 .....</b>     | <b>(76)</b>  |
| <b>第一节 包装容器的材料组成和选材要求 .....</b> | <b>(76)</b>  |
| 一、包装容器的材料组成 .....               | (76)         |
| 二、包装容器的选材要求 .....               | (76)         |
| <b>第二节 刚性材料 .....</b>           | <b>(77)</b>  |
| 一、聚乙烯 .....                     | (77)         |
| 二、聚丙烯 .....                     | (82)         |
| 三、聚氯乙烯 .....                    | (87)         |
| 四、聚苯乙烯 .....                    | (89)         |
| 五、聚碳酸酯 .....                    | (93)         |
| 六、聚对苯二甲酸乙二酯 .....               | (95)         |
| 七、聚砜 .....                      | (98)         |
| 八、聚芳酯 .....                     | (100)        |
| 九、聚4-甲基-1-戊烯 .....              | (101)        |
| 十、氨基树脂 .....                    | (102)        |
| <b>第三节 阻隔材料 .....</b>           | <b>(103)</b> |
| 一、聚酰胺 .....                     | (103)        |
| 二、聚偏二氯乙烯 .....                  | (107)        |
| 三、乙烯-乙醇共聚物 .....                | (108)        |
| 四、聚苯二甲酸乙二酯 .....                | (111)        |
| 五、丙烯腈共聚物 .....                  | (114)        |
| 六、液晶聚合物 .....                   | (116)        |
| <b>第四节 耐腐蚀材料——氟塑料 .....</b>     | <b>(117)</b> |
| 一、结构特征 .....                    | (118)        |
| 二、工艺特性 .....                    | (118)        |
| 三、使用性能 .....                    | (118)        |
| 四、应用实例 .....                    | (119)        |
| <b>第五节 降解材料 .....</b>           | <b>(119)</b> |
| 一、聚乳酸 .....                     | (120)        |
| 二、聚羟基脂肪酸酯 .....                 | (121)        |
| 三、聚丁二酸丁二酯 .....                 | (122)        |
| <b>第六节 泡沫塑料 .....</b>           | <b>(122)</b> |
| 一、聚氨酯泡沫塑料 .....                 | (124)        |

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| 二、聚苯乙烯泡沫塑料 .....                 | (125)        |
| 三、聚烯烃泡沫塑料 .....                  | (126)        |
| <b>第七节 辅助材料 .....</b>            | <b>(127)</b> |
| 一、黏性树脂 .....                     | (127)        |
| 二、塑料添加剂 .....                    | (128)        |
| <b>第五章 塑料包装容器的注塑成型 .....</b>     | <b>(132)</b> |
| <b>第一节 注塑成型机的结构组成和技术参数 .....</b> | <b>(132)</b> |
| 一、注塑系统 .....                     | (132)        |
| 二、合模系统 .....                     | (134)        |
| 三、成型模具 .....                     | (135)        |
| <b>第二节 注塑成型的原料 .....</b>         | <b>(136)</b> |
| 一、原料适用性 .....                    | (136)        |
| 二、常用原料 .....                     | (137)        |
| <b>第三节 注塑成型的工艺过程和工艺控制 .....</b>  | <b>(140)</b> |
| 一、注塑成型的工艺过程 .....                | (140)        |
| 二、注塑成型的工艺控制 .....                | (141)        |
| <b>第四节 泡沫塑料的注塑成型 .....</b>       | <b>(144)</b> |
| <b>第五节 注塑成型新技术 .....</b>         | <b>(145)</b> |
| 一、气体辅助成型技术 .....                 | (145)        |
| 二、共注射成型 .....                    | (146)        |
| 三、层状注射成型 .....                   | (146)        |
| <b>第六章 塑料包装容器的吹塑成型 .....</b>     | <b>(147)</b> |
| <b>第一节 挤出吹塑 .....</b>            | <b>(147)</b> |
| 一、挤出吹塑的工艺过程 .....                | (148)        |
| 二、挤出吹塑的设备 .....                  | (148)        |
| 三、挤出吹塑的原料 .....                  | (150)        |
| 四、挤出吹塑的工艺控制 .....                | (152)        |
| <b>第二节 注射吹塑 .....</b>            | <b>(155)</b> |
| 一、注射吹塑的工艺过程 .....                | (155)        |
| 二、注射吹塑的设备 .....                  | (156)        |
| 三、注射吹塑的原料 .....                  | (156)        |
| 四、注射吹塑的工艺控制 .....                | (157)        |
| <b>第三节 拉伸吹塑 .....</b>            | <b>(158)</b> |
| 一、拉伸吹塑的工艺过程 .....                | (158)        |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 二、拉伸吹塑的原料 .....                 | (159) |
| 三、拉伸吹塑的工艺控制 .....               | (159) |
| <b>第四节 多层吹塑</b> .....           | (160) |
| 一、共挤吹塑 .....                    | (161) |
| 二、共注射吹塑 .....                   | (161) |
| <b>第五节 发泡吹塑</b> .....           | (161) |
| <b>第七章 热成型片材与包装容器的热成型</b> ..... | (163) |
| <b>第一节 片材成型</b> .....           | (163) |
| 一、片材成型原理与工艺过程 .....             | (163) |
| 二、泡沫片材和共挤出片材 .....              | (166) |
| 三、片材挤出工艺实例 .....                | (168) |
| <b>第二节 热成型</b> .....            | (177) |
| 一、热成型适用片材 .....                 | (177) |
| 二、热成型方法 .....                   | (177) |
| 三、成型设备与工艺控制 .....               | (180) |
| 四、片材热成型工艺实例 .....               | (182) |
| <b>第八章 常用的塑料包装容器</b> .....      | (185) |
| <b>第一节 PET 瓶</b> .....          | (185) |
| 一、PET 瓶的种类和应用 .....             | (185) |
| 二、PET 瓶的成型 .....                | (186) |
| 三、PET 瓶的改性 .....                | (189) |
| 四、PET 瓶的质量测试 .....              | (192) |
| 五、PET 瓶的回收 .....                | (192) |
| <b>第二节 PVC 瓶</b> .....          | (193) |
| 一、PVC 瓶的成型 .....                | (193) |
| 二、PVC 瓶的改性 .....                | (196) |
| <b>第三节 PP 吹塑容器</b> .....        | (196) |
| 一、PP 挤吹成型容器 .....               | (196) |
| 二、PP 注吹成型容器 .....               | (197) |
| 三、PP 拉伸吹塑容器 .....               | (197) |
| 四、PP 多层吹塑容器 .....               | (199) |
| <b>第四节 PE 吹塑容器</b> .....        | (199) |
| 一、原料特性 .....                    | (199) |
| 二、成型工艺 .....                    | (200) |

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 三、HDPE 容器的改性 .....             | (202)        |
| <b>第九章 塑料包装容器的结构设计 .....</b>   | <b>(204)</b> |
| <b>第一节 容器的结构要素 .....</b>       | <b>(204)</b> |
| 一、壁厚 .....                     | (204)        |
| 二、脱模斜度 .....                   | (205)        |
| 三、加强筋 .....                    | (205)        |
| 四、孔 .....                      | (205)        |
| 五、螺纹 .....                     | (205)        |
| <b>第二节 容器的刚性设计和抗变形设计 .....</b> | <b>(206)</b> |
| 一、几何形状的改变 .....                | (206)        |
| 二、加强筋的设计和运用 .....              | (208)        |
| <b>第三节 注塑容器的结构设计 .....</b>     | <b>(209)</b> |
| 一、壁厚设计 .....                   | (209)        |
| 二、圆角设计 .....                   | (210)        |
| 三、脱模斜度 .....                   | (211)        |
| 四、加强筋 .....                    | (212)        |
| 五、孔的设计 .....                   | (213)        |
| 六、侧孔和侧壁内外表面凹凸形状的设计 .....       | (214)        |
| 七、产品设计实例——周转箱 .....            | (214)        |
| <b>第四节 吹塑容器的结构设计 .....</b>     | <b>(216)</b> |
| 一、外形设计 .....                   | (217)        |
| 二、容量和尺寸控制 .....                | (217)        |
| 三、圆角设计 .....                   | (217)        |
| 四、脱模斜度 .....                   | (218)        |
| 五、嵌件和加强筋 .....                 | (218)        |
| 六、产品设计实例——塑料瓶 .....            | (218)        |
| <b>第五节 热成型容器的结构设计 .....</b>    | <b>(225)</b> |
| 一、壁厚设计 .....                   | (226)        |
| 二、牵伸比 .....                    | (226)        |
| 三、侧孔侧凹 .....                   | (227)        |
| 四、转角设计 .....                   | (227)        |
| 五、脱模斜度 .....                   | (227)        |
| 六、加强筋 .....                    | (227)        |
| <b>第十章 塑料包装容器的功能设计 .....</b>   | <b>(229)</b> |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| <b>第一节 容器的包装功能设计</b>  | (229) |
| 一、设计考虑的要素             | (229) |
| 二、设计要点                | (233) |
| <b>第二节 包装容器的安全设计</b>  | (237) |
| 一、材料选择                | (237) |
| 二、结构设计                | (238) |
| <b>第三节 包装容器的装饰设计</b>  | (240) |
| 一、着色                  | (240) |
| 二、涂饰                  | (243) |
| 三、丝网印                 | (244) |
| 四、移印                  | (245) |
| 五、热转印                 | (245) |
| 六、真空镀膜                | (247) |
| 七、植绒                  | (248) |
| 八、模内贴标                | (249) |
| 九、装饰纹制作               | (249) |
| <b>第四节 包装容器的绿色设计</b>  | (250) |
| 一、材料选择                | (250) |
| 二、结构设计                | (251) |
| 三、装饰设计                | (251) |
| <b>第五节 包装容器的组合设计</b>  | (252) |
| 一、铰链连接                | (252) |
| 二、搭扣连接                | (253) |
| 三、联体组合                | (254) |
| 四、叠合与套装               | (255) |
| 五、功能组合                | (256) |
| <b>参考文献</b>           | (257) |
| <b>附录一 塑料及树脂缩写代号</b>  | (259) |
| <b>附录二 各种塑料瓶的实用性能</b> | (262) |

# ■第一章 概述

塑料进入包装领域有近百年的历史,但在大多数国家的应用则始于第二次世界大战之后。20 世纪 70 年代以来,塑料包装材料在包装领域迅速崛起,其发展速度大大超过了传统包装材料,并在此后一直保持 6% ~ 7% 的较高年增长率。塑料包装材料的快速增长,得益于它的一系列优点为越来越多的人所认识,例如安全、清洁、卫生、透明、质轻、耐冲击、成本低廉、节约能源等。迄今为止,塑料已经成为消耗量仅次于纸类的重要包装材料。塑料包装的产值占世界包装业总产值的 31% 左右。

由于塑料包装的快速发展,包装已成为塑料的最大应用领域。据统计,世界各国平均有 35% 的塑料应用于包装。在欧洲的一些国家,这一比例高达 40% 以上。

## 第一节 塑料包装材料的特色

塑料包装材料具有很多优良性能。

### 一、低密度

塑料的密度一般在  $0.9 \sim 1.4 \text{g/cm}^3$  范围内,密度最高的是聚四氟乙烯,在  $2.4 \text{g/cm}^3$  左右,内部充满气泡的泡沫塑料,其密度可以控制在  $0.005 \sim 0.3 \text{g/cm}^3$  甚至更低。

密度低的塑料包装材料,与传统的金属包装材料(如铁皮桶、马口铁罐)和玻璃包装材料(玻璃瓶)相比,在应用上有其特殊的意义。其优点是:一是个人携带方便;二是减轻包装物转运的劳动强度;三是降低运输成本,减少运输能耗;四是提高商品安全性。

### 二、透明、耐冲击

纸质和金属包装材料的不透明性以及玻璃包装材料的易破损性是这类传统包装材料无法回避的问题,而透明塑料兼顾了透明性和耐冲击性。许多塑料包装材料都具有非常良好的透明性,透明性好的塑料,透光率可达 92%,高于无机玻璃。透明塑料与无机玻璃相比,不仅密度小,而且冲击性大大提高。例如饮水桶采用的聚碳酸酯包装材料,密度仅为无机玻璃的  $1/2$ ,而冲击强度是无机玻璃的 250 倍。耐冲击性的提高,意味着商品安全性提高了,造成破损、泄漏和污染的可能性被大大降低了。

此外,具有透明性的塑料包装制品增加了可视性,由此也大大提高了包装商品的价值和

品位。

### 三、卫生、安全

以食品级、卫生级的树脂为原料,在熔融温度下成型,在无菌或高温消毒的环境下灌装的各类食品、饮料包装容器,是安全的、卫生的。美国的 FDA 机构对食品包装、医用包装许可用的塑料包装材料(包括辅助材料)有严格的审查和限制,已经有数十种塑料材料获得了批准。每一种新研发的材料用于接触食品都必须得到许可。各个国家也都建立了一系列相应的法规和条文,以保证消费安全。所有回收来的塑料制品都不允许直接粉碎,清洗后熔融再生,加工成以食品、医疗为使用对象的包装材料。

### 四、成型加工性优良

塑料包装材料有非常优良的成型加工性,表现在:

**1. 成型方法多** 塑料包装材料有很多种成型方法,每一种成型方法都有其自身的特点。以包装容器为例,注塑工艺可生产薄壁容器和瓶盖;吹塑工艺可以生产容量从 1mL 至 10000L 的包装容器,采用特殊的吹塑工艺还可以生产双壁结构的包装箱。这种结构的包装箱强度/质量比值高,两壁之间的空间部分可充填泡沫塑料,从而起到缓冲和保温隔热的效果;滚塑工艺则能生产容积更大的储槽、储罐;片材热成型工艺可生产小型包装容器,如杯、盆、碟、浅盘;发泡成型是一种以气体充填到聚合物基体,形成泡沫结构的一种方法。采用不同的树脂和生产工艺,可生产泡孔大小、密度高低和分布可控制的、性能范围较广的、各种用途的模塑容器和热成型片材。泡沫塑料包装材料具有质轻、缓冲和绝热保温的功效。

**2. 从原料到成品一次完成、生产效率高** 塑料加工成型的一个很大优点是形状复杂的制件可以从原料到成品一次成型,不需要或很少需要二次修整,直接得到光洁的表面和所需要的颜色。随着加工技术的不断进步,高效高速、高度自动化成为企业追求的目标。现今一条热成型生产线,使用 24 腔模具,生产直径为 75mm 的饮料杯,可以达到平均 16 个/s 的生产速度;用 45 腔模具生产 40mL 的 PP 饮料杯,生产速度可以达到 10 万个/h;而生产 PET 瓶的吹塑机,也创造了 6 万个/h 的速度纪录。

**3. 造型结构设计上的灵活性** 塑料容器在造型结构设计上有很大的灵活性。具有将多种结构元素设计在一个部件中,成型时一次性加工出由多个零件集成的组合式部件的特性。可以减少制件所需部件的数量,简化装配过程。例如,一个有盖的开口容器的联体组合设计,设计时可盖与容器本体设计成一体一次成型,成型后盖与本体切开再以搭扣连接;或者以铰链组合的形式将盒子与盖设计成一体。

### 五、性能范围宽广,可设计性强

塑料是品种非常多的一类材料。经常使用的塑料包装材料也有二十余种。由于品种繁多,可选择性强。既有非常柔软的材料,也有质地坚硬的刚性材料;既有耐水耐湿气的材料,又有可水溶的材料。耐高温的和耐低温的,透明的和不透明的,透气性的和气密性的,耐油的和耐化学

腐蚀的,这些都可以根据需要加以选择。不同性能的塑料利用多层复合技术,还可以达到功能的优势互补和性能的兼顾,如防潮材料和气密性材料的组合、刚性材料和柔性材料的组合、透明材料和不透明材料的组合、发泡材料和非发泡材料的组合、新料和回收料的组合等。

此外,对于塑料来说,更为宝贵的使用特性是,每一个树脂品种都可以通过共聚、共混、交联、填充、增强、发泡等物理的、化学的改性手段,来不断改善和提高原有材料的品质或增加特殊功能,以适应各类包装用途的需要。塑料还可以通过各种表面处理技术,如涂层、贴膜、蒸镀、植绒等改变其表面特性。这说明,塑料较许多传统包装材料更方便、更容易实现功能的多样性和拓展性。

塑料很强的功能拓展性,导致了许多功能性包装塑料的开发和应用,例如抗静电塑料、抗菌塑料、阻隔塑料、香味塑料、降解塑料、热敏显色塑料等。

重要的是一些功能性填料的开发。将那些有特殊功效的填料,以合适的比例分散于聚合物基体之中,所生产出来的制件就能发挥出其特殊的功效。例如在聚合物基体中加入一种能在特定温度下变色的热敏颜料,分散到聚合物中,此后该产品在一特定温度下,颜色发生可逆性的变化。这种称之为热敏显色塑料的潜在应用前景很广,可用于对温度有一定限制的制品,如婴儿奶瓶,在达到预定的温度时,可利用变色给予提示或警告。

## 六、理想的手感、触感和视觉效果

产品良好的手感、触感可以给使用者以生理上的舒适感和心理上的愉悦感。许多包装产品要求有良好的手感和触感,如婴儿奶瓶、化妆品瓶、个人护理用品瓶、啤酒瓶等。由于不同的产品,有时需要不同的手感和触感,因此,也可以通过各种技术手段,根据需要,赋予材料以细腻、致密、软硬、冷暖、光滑、皮革纹理等不同的触感。

视觉效果是许多塑料包装产品具有吸引力的一个重要因素。一些视觉效果可通过光和色彩的运用达到目的。例如,通过电镀、金属喷涂,可使塑料包装产品具金属感;特效颜料技术的运用,能使塑料包装产品具有特殊的光学效果,如荧光颜料、珠光颜料。为了更简捷方便,一些树脂生产商开发出了一系列可供选择的、具特殊视觉效果的树脂,只需直接将这种原料加工成产品,便可得到所需要的视觉效果。

一些化妆品容器的设计师往往利用塑料多层共挤技术,巧妙构思视觉效果。例如外层为透明材料,内层采用有金属光泽的材料,可增强光线的反射和折射,容器在不同光线和不同角度下观看,会有不同的外观效果。或者设计成三层共挤结构,内外层均为透明材料,中间层采用带某种颜色的材料,则整个制品可呈雾状的外观。

## 七、节约能源,保护环境

节约能源,注重环境和生态问题是当今经济发展的重要特点之一。塑料作为石化资源深度开发的高附加值产品,仅耗费世界石油的4%,直接用作包装材料的塑料能源耗费更少。其耗费能源的形式不同于汽车和建筑供暖,它是以包装产品的形式在应用领域发挥其作用,并因使用塑料包装材料而节省了能源。根据实际预测,就整体而言,使用塑料所节省的石油,超过了生

产塑料原料所需的石油总量,因此塑料是节能效益非常显著的材料。

塑料包装材料的高能源效率体现在以下几个方面:

**1. 生产和加工过程中的节能** 塑料从合成原料到加工成产品,其总的能耗低于传统材料。根据测算,生产同样规格的包装制品,纸的能耗是塑料能耗的 3~5 倍;而生产 100 万个容量 1L 的玻璃瓶所耗能量,大约是同样数量和同样规格聚氯乙烯瓶的 3.5 倍,聚酯(PET)是世界包装工业中用量增长最快的树脂,其 PET 瓶的生产能耗仅为玻璃的 41%~64%。

塑料成品加工过程中低的能耗,与其低的加工能量要求(通常塑料加工温度在 300℃ 以下,一般不超过 400℃)以及加工过程的一次性完成有关。

**2. 使用过程中的节能** 塑料包装材料大量应用于食品包装。来自于国外一项对食品能量链的能量平衡研究报告表明,塑料用于食品包装所节省的能量总和,超过包装材料生产、灌装和运输所需能量的两倍。另一项研究表明,如果没有塑料包装材料,总体包装重量将增加 291%,生产耗能增加 108%,废物容量增加 158%。

此外,高强度、耐高温、耐消毒的工程塑料制成的包装容器(如以聚碳酸酯为原料的婴儿奶瓶、净水桶)可以重复消毒、灌装使用达 100 次,大大延长了使用寿命,改变了包装材料一次性使用的消费方式,也降低了能源消耗。

**3. 废弃物的能量回收** 塑料包装材料对节能的贡献,不仅表现在生产和应用方面,而且也表现在废弃物的回收处理方面。由于城市废弃物中塑料具有较高的热值,平均热值为 32.5MJ/kg,与热燃料(如煤、燃油)处于同一水平,因此将使用后废弃的塑料焚烧处理,就可以将产生的热能转化为蒸汽的热量来供暖,或者用来发电,这种方法在国外已广为采用。

塑料废弃物也可以直接作为燃料用于高炉冶炼,从而为冶金行业节约能源、提高效益提供了一种新的手段。废弃塑料实际上也可以被视为有利用价值的固体石油,化工原料通过高温分解成为各种碳氢化合物,如煤油、汽油、重油和气体燃料。一些容易清洗干净的废塑料,用于再生制品,则可比使用新材料节约合成所需能量的 85%~90%,节约加工能量 6%~17%。

近年来,由于许多一次性使用的包装塑料,没有做好回用处理,其废弃物对环境的污染,使得世人对塑料包装材料的生产、使用和发展多有质疑。实际上,任何包装材料的过度使用都会引起环境问题。重要的是塑料与传统材料相比较,哪一种对环境更为有利,需要有科学的分析和判断。

首先,包装领域以塑代木、以塑代纸、以塑代钢,可以降低对木材和钢材的过度依赖,从而减少对森林的砍伐和对矿山的开采,保护环境免受破坏。

其次,许多人认为以纸包装代替塑料包装,可以改善对环境的影响,殊不知,纸生产过程中释放的二氧化碳及氮氧化物比塑料高出数倍之多,对水的污染则更为严重。与纸张生产情况类似,玻璃、钢铁生产过程中对环境的污染也是十分严重的。

由此可见,对环境问题的讨论仍然局限在特定材料的生产、应用和处置上是相当片面的。从 20 世纪 70 年代初,国际上已经将重点转移到总体上,逐渐确立了一个新的概念,即应当对一种材料在整个存在的周期中对环境的影响进行综合评价:它在生产、使用和处置过程中消耗的

能量;它与其他替代材料之间的关系;它对现代环境控制的适应能力以及无污染废料的处理技术等。如果考虑到制造玻璃和金属的原料在开采时,以及制造纸张的原木在采伐时对环境的影响和计算生产过程中所需要的各种辅助材料及能源消耗,就能得到一个总体的认识:与这些替代材料相比,塑料在生产时一般只耗费较少的能量,对环境的损害也要少一些。总而言之,只要加强对塑料废弃物的综合利用,塑料是一种相当环保的材料。目前对环保型塑料包装材料的开发和应用已步入快速通道,今后从节约能源和保护地球环境的角度出发,塑料包装材料还将继续发挥它更大的作用。

## 第二节 塑料包装容器的种类和应用

塑料用于包装主要有三种形式:薄膜、容器和以保护产品、抵御冲击破坏、隔热包装为目的的泡沫包装。以用量计算,薄膜消耗量位居第一,但容器(不包括塑料袋、编织袋)发展异常迅速,消耗量占塑料包装材料的30%左右。

### 一、塑料包装容器的种类

容器的概念比较宽泛,小至杯、盒、碗、盆、碟、瓶、软管,大至桶、箱、筐、罐、槽等,都属于容器的范畴。

所谓瓶,通常是指容量在几十毫升至几升,带有细长颈部且颈部尺寸比瓶体尺寸小得多的一类容器。细长颈口的设计,有利于倾倒饮料、食品和其他流质的东西,也有利于在瓶口加盖密封。颈部直径大于40mm的瓶,又称为广口瓶。根据包装要求,塑料瓶可以采用单层结构,也可以采用多层复合结构。

桶,一般是指容积在5L以上的一类包装容器,造型有圆形、椭圆形、方形、扁形多种。5L左右容量不太大的桶,可用注塑工艺或吹塑工艺成型,通常带有提手或拎攀,可用于桶装水、果汁饮料、酒类、酱醋、盐渍食品、汽油等一类包装。5L以上规格甚多,包括10L、20L、50L、100L乃至200L的塑料桶,则多采用吹塑工艺成型,可用于涂料、洗涤剂、农药、液体化工原料等包装。现代城市垃圾的收集也广泛采用塑料大桶,容量有240L、600L和1000L等不同规格,可使用滚塑工艺加工而成。

塑料箱,常见的有周转箱、运输箱、工具箱、家用储物箱、旅行箱等。周转箱既适合货物运输和周转,又可直接作为售货陈列箱,适用于啤酒、饮料、食品、果蔬、水产品等一类产品包装。家用储物箱的出现,既清洁卫生、透明美观,又轻便灵巧,还能防尘防潮防蛀。

软管,是一种比较特殊的包装容器,主要用于包装膏状物品,如牙膏、药膏、洗发膏、颜料、粘接剂、果酱等。软管有两大特点:第一,口部小于管体,盖子可严密封闭,便于贮存;第二,使用方便,管体上稍加挤压,就能挤出需要的量。

塑料软管可用单一材料(如聚乙烯)制成,有气密性要求的,可采用挤出复合工艺生产的多层复合材料。软管制作过程比较复杂,一般需经过片状基材卷筒、筒体切割、注头成型、装配、尾

部焊封等几道工序。采用吹塑成型工艺得到的管筒,则省略了卷筒的过程。

储槽,或称储罐,是工业上用于储存原料和产品,直径和容量都非常大的一类包装容器。在石油、化工、冶金、食品、酿造、环保和医药等领域有广泛的应用。材质有聚氯乙烯、聚丙烯、玻璃钢。

## 二、塑料包装容器的应用

塑料包装容器最重要、面广量又大的应用,是作为食品、化妆品、化学用品、医药用品的包装材料。

食品包装是塑料包装业最早涉足的领域,也是目前应用最多的包装门类。2005年,美国的食品包装中,塑料容器占29%,主要应用于饮料、果酱、奶制品、食用油、酒类等。

以PET瓶为包装容器的饮料包装,有很大的市场需求量,占整个饮料行业包装市场的60%以上,这其中包括95%的瓶装水、70%左右的碳酸饮料、50%以上的果汁饮料。今后的市场还会进一步扩大。啤酒包装预计将占据很大的份额。

化妆品包装是玻璃包装的传统市场,但近些年,具有玻璃样质感的塑料包装,以其良好的耐破裂性、高透明度、比玻璃包装更丰富的色彩效果及更方便的加工性能,正在悄然进入高档化妆品市场。根据全球化妆品业的报告,全球总值110亿美元的香水及个人护理用品,将陆续由玻璃包装转向塑料包装。2005年化妆品工业需要的730亿个包装,其中塑料包装占61%。

没有一种产品能比化妆品更注重包装的美学效果。业内人士认为,塑料的多样化,容许产品设计师自由设计出不同形状、赋予各种化妆品包装以优雅的品位和受消费者青睐的外观设计,是化妆品越来越多使用塑料包装的重要原因。随着塑料工业的发展,更高性能的塑料材料将成为高档化妆品包装设计的首选。

对化妆品包装而言,物理防护尤为重要。需要保护的内容包括化学成分、水分、香味等。

良好的耐化学性和耐冲击性,也使塑料包装不断拓展化学品包装的市场。采用塑料瓶或多层复合瓶替代玻璃瓶包装的化学品包括:杀虫剂、除草剂、漂白剂、洗净剂、去污剂、涂料、化学试剂等。由于玻璃瓶包装破损率高(一般为10%~20%),既造成损失,又污染环境,其他不安全因素包括:所贴标签容易脱落,生产、储运、使用过程中经常发生事故甚至中毒,致使塑料包装逐步取代玻璃包装成为必然趋势。欧洲已规定某些危险性有机化学品,特别是农药的包装必须采用以聚乙烯(PE)为基料的塑料容器。国内有关部门正在考虑制定法规,规定农药包装必须采用塑料包装。

医用包装是塑料包装材料在医学领域应用的一个重要方面,医用包装包括药品包装、医疗用品包装(如血液)和医疗器械包装。药品用塑料包装现在已经相当普遍,有效地提高了药品包装档次和药品包装质量,也大大增加了安全性。铝塑复合包装、多层塑料复合包装、泡罩包装,各种盛装固体、液体药品的药瓶和输液瓶,是主要的药品包装形式。目前国内医用BOPP输液瓶已突破10亿个/年,大容量的玻璃瓶正迅速退出这一领域,由于治疗中使用的蛋白质和缩氨酸越来越多,包装材料和药品之间潜在的相互作用越来越引起人们的重视,因此未来的药品包装发展将要求更高的安全性。