

塑料成型加工技术读本

塑料中空吹塑成型

于丽霞 张海河 编著

PLASTIC



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

塑料成型加工技术读本

塑料中空吹塑成型

于丽霞 张海河 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

塑料中空吹塑成型/于丽霞, 张海河编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 5

(塑料成型加工技术读本)

ISBN 7-5025-6880-8

I. 塑… II. ①于…②张… III. 吹塑 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 050557 号

塑料成型加工技术读本

塑料中空吹塑成型

于丽霞 张海河 编著

责任编辑: 白艳云 李晓文 王苏平

文字编辑: 王 琪

责任校对: 陈 静

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行

材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 13¼ 字数 351 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6880-8

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

近年来我国塑料加工工业一直持续快速发展，塑料制品在各个领域得到越来越广泛的应用，从事和关注塑料研究、生产与应用的人也日益增多。随着新技术、新材料和新工艺的不断涌现，特别是技术力量相对薄弱的民营企业逐渐成为行业中的重要生力军，使得塑料加工从业人员技术培训显得日益重要。为适应市场的迫切需求，我们特组织全国塑料技工培训中心、北京塑料工业学校和北京化工学校的教师编写了这套《塑料成型加工技术读本》。

本套书根据塑料加工的特点选择相关内容确定了 11 个分册，分别为《塑料注射成型》、《塑料挤出成型》、《塑料中空吹塑成型》、《塑料压延成型》、《塑料压制成型》、《泡沫塑料成型》、《塑料装饰》、《塑料热成型》、《塑料浇铸成型与旋转成型》、《塑料配混》、《塑料回收利用》。各分册在保证编写体例统一、内容格局基本一致前提下，各有侧重和特色。每册内容一般包括加工原理、常用原材料性能、典型工艺、生产设备、操作规程、常见问题分析与解决办法等。整套书的编写原则为实用性、先进性相结合，特别强调可操作性。为适应企业培训和技术人员自学，在书中还安排了思考题，希望《塑料成型加工技术读本》的出版对行业有促进作用。

化学工业出版社

前 言

中空吹塑成型作为塑料成型的一种较为普遍的成型方法之一，由于具有成型简单、生产效率高、产品成本低、操作简便等特点而被广泛采用，其成型技术随着塑料工业的发展进一步得到了完善和提高，产品应用范围日趋广泛。为了适应塑料日新月异的发展，普及中空吹塑知识，提高操作人员的技术水平，特编写《塑料中空吹塑成型》一书。

本书由北京塑料工业学校高级讲师于丽霞和北京通宝有限公司工程师张海河编写。北京塑料工业学校高级讲师张蓉、刘瑞霞提供了大量资料，在此表示衷心的感谢。

全书共分为绪论、中空吹塑常用的塑料、中空吹塑制品的设计、挤出吹塑成型设备及模具、挤出吹塑成型、共挤出吹塑成型、拉伸吹塑成型、注射吹塑成型、工业制件的吹塑成型、中空吹塑成型辅助设备使用与维护、塑料容器的性能指标与检测共计11章。

本书立足从实用性和可操作性的角度介绍每一种成型方法的成型工艺、成型设备、设备的操作与维护、制品常见故障的排除及典型制品的成型，并且在每章后附有思考题，以便于读者对章节内容的理解和吸收。编写中力求通俗易懂，简明扼要。

作者在编写过程中参阅了大量资料，在此对参阅资料的作者表示由衷的谢意。

《塑料中空吹塑成型》为普及性读物，其读者群为塑料行业技术人员、操作人员和管理人员，也可作为行业的培训教材和中等职业学校塑料成型工艺专业的学习参考用书。

由于作者编写水平有限，对书中资料处理与选用有不妥之处，
敬请读者批评指正。

作 者
2005 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1
一、中空技术的应用及发展	1
二、中空吹塑成型常用的方法	7
三、中空制品的分类及用途	9
第二章 中空吹塑成型常用的塑料	12
第一节 常用塑料的性能及用途	12
一、聚乙烯	12
二、聚丙烯	22
三、聚苯乙烯	26
四、聚氯乙烯	29
五、聚酰胺	32
六、聚碳酸酯	35
七、聚对苯二甲酸乙二(醇)酯	37
八、乙烯-乙烯醇共聚物	39
九、乙烯-乙酸乙烯共聚物	40
第二节 常用阻透性塑料	40
一、聚酰胺	41
二、聚苯二甲酸乙二醇酯材料	41
三、乙烯与乙烯醇的无规共聚物	41
四、聚偏二氯乙烯	42
第三节 常用添加剂	42
一、稳定剂	43
二、增塑剂	46
三、润滑剂	47
四、填充剂	48

五、着色剂	48
思考题	49
第三章 中空吹塑制品的设计	51
第一节 中空吹塑制品的结构设计概述	51
一、包装容器的功能及性能	51
二、中空吹塑容器的设计程序	55
第二节 吹塑制品的设计	56
一、瓶体结构与外形	56
二、瓶口	60
三、瓶颈与瓶肩	63
四、瓶底	64
五、热灌装能力	65
六、容器壁厚的选择	65
第三节 材料的选择	66
一、吹塑制品使用性能对塑料的要求	66
二、中空吹塑成型方法对塑料的要求	68
三、塑料吹塑中空制品的选材	69
第四节 配方设计	74
一、配方中材料用量的表示方法	75
二、聚乙烯吹塑容器的配方设计	76
三、聚氯乙烯吹塑容器的配方设计	77
思考题	81
第四章 挤出吹塑成型设备及模具	82
第一节 概述	82
一、挤出吹塑机的分类	82
二、挤出吹塑机的技术参数	83
三、挤出吹塑成型机的结构及控制原理	84
第二节 单螺杆挤出机	85
一、挤出机的分类	86
二、挤出机型号的表示方法	88
三、挤出机的基本技术参数	88

四、螺杆	90
五、机筒（料筒）	95
六、多孔板和过滤网	96
七、加料装置	97
八、挤出机传动系统	100
九、挤出机加热冷却系统	102
第三节 其他挤出机介绍	107
一、排气式挤出机	107
二、双螺杆挤出机	110
三、挤出机的选择	113
第四节 型坯机头	114
一、机头的形式	114
二、型坯机头工艺要求	119
第五节 锁模装置	122
一、锁模装置的组成及功能作用	122
二、锁模装置的传动方式	123
三、锁模装置的工艺参数	125
第六节 挤出吹塑模具	126
一、模具的结构与特点	126
二、模具材料	127
三、模具制造的工艺要求	129
四、成型模具的使用	135
五、挤出吹塑模具的定制及检查	136
六、模具的管理及保养	136
第五章 挤出吹塑成型	141
第一节 挤出吹塑成型方式	141
一、连续挤出吹塑成型	142
二、间歇挤出吹塑成型	145
第二节 挤出吹塑工艺	148
一、塑料的挤出	148
二、型坯的形成	150

三、型坯的吹胀	161
四、制品的冷却	167
五、制品的脱模	169
六、吹塑后加工	170
第三节 挤出吹塑成型机的操作与维护	171
一、挤出吹塑成型机的操作	171
二、机械设备常见故障的排除	175
三、挤出吹塑机的保养与维护	177
第四节 挤出吹塑制品质量检查及常见故障的排除	181
一、挤出制品的质量控制	181
二、中空制品缺陷的检查	182
三、制品常见故障及排除方法	185
四、提高中空制品厚度均匀性的方法	191
第五节 典型制品的挤出吹塑成型	194
一、聚乙烯中空容器的挤出吹塑成型	194
二、全塑闭口大桶 (200L)	197
三、双 L 环塑料包装大桶 (200L)	199
四、聚氯乙烯烹饪油包装容器	203
五、聚碳酸酯饮用水包装容器	209
六、改性聚酯医用吹塑瓶	212
七、聚酰胺 6 吹塑成型容器	213
思考题	216
第六章 共挤出吹塑成型	217
第一节 概述	217
一、共挤出的目的	217
二、其他阻隔技术的介绍	218
三、共挤出吹塑制品的应用	222
第二节 多层容器的复合结构	223
一、多层容器的基本结构	223
二、多层制品的复合结构设计	229
第三节 共挤出吹塑成型设备	230

一、共挤出系统	231
二、共挤出型坯机头	232
三、典型三层塑料容器共挤出复合机头	236
四、设备的技术参数	240
五、共挤出中空制品模具	240
第四节 多层容器的生产	241
一、成型原理及塑化性能	241
二、共挤出机头的调节	242
三、共挤出吹塑机械的操作与维护	245
四、共挤出吹塑故障及排除方法	246
第五节 典型共挤出吹塑制品的生产	247
一、重点多层油箱的生产工艺	247
二、三层复合容器	251
思考题	253
第七章 拉伸吹塑成型	254
第一节 拉伸吹塑成型概述	255
一、拉伸吹塑成型过程	255
二、拉伸吹塑的分类	255
第二节 拉伸吹塑工艺过程	257
一、挤出拉伸吹塑工艺过程	257
二、注射拉伸吹塑工艺过程	260
第三节 拉伸制品材料的选择	266
第四节 拉伸吹塑工艺	267
一、型坯的成型	267
二、拉伸温度（取向温度）	269
三、拉伸比	270
四、拉伸速率及冷却速率	270
五、取向程度	271
六、拉伸吹塑制品常见的故障及排除方法	271
第五节 拉伸吹塑成型设备	272
一、一步法挤拉吹设备	272

二、一步法注拉吹成型设备	273
三、两步法注拉吹设备	274
四、模具	276
第六节 挤出拉伸吹塑机械的操作与维护	278
一、一步法挤出吹塑机械的操作	278
二、两步法挤出拉伸吹塑机的操作	279
三、挤出拉伸吹塑机械的维护	280
四、两步法注射拉伸吹塑操作及维护	281
第七节 典型拉伸吹塑成型制品工艺	283
一、聚氯乙烯瓶的拉伸吹塑	283
二、聚碳酸酯奶瓶注射-拉伸-吹塑成型工艺	285
三、PET 注射拉伸吹塑——冷灌装聚酯瓶的生产	288
四、热灌装 PET 瓶的生产	303
五、拉伸吹塑 PP 瓶	306
第八章 注射吹塑成型	313
第一节 注射吹塑成型的方式	314
一、注射吹塑成型的工艺过程	314
二、注射吹塑成型方式	318
三、注射吹塑成型用塑料	319
第二节 注射吹塑成型设备	319
一、注射系统	320
二、吹塑系统	320
三、注射吹塑机的技术参数	320
第三节 注射吹塑成型模具	321
一、型坯注射模具	321
二、型坯吹塑模具	326
第四节 注射吹塑制品的生产	327
一、二工位注射吹塑生产过程	327
二、三工位注射吹塑生产过程	328
三、四工位注射吹塑生产过程	329
第五节 注射吹塑成型工艺	330

一、温度	330
二、压力	332
三、生产周期	333
第六节 注射吹塑机操作及异常现象排除方法	333
一、注射吹塑机操作及保养	333
二、异常现象及排除方法	336
第七节 注吹成型	343
一、注吹中空成型优点	343
二、工艺流程	344
三、注吹中空成型设备	346
第八节 典型注射吹塑成型	349
一、PE 普通药瓶注射吹塑成型	349
二、聚碳酸酯圆筒 (33g, $\phi 54\text{mm} \times 150\text{mm}$) 的生产	352
三、65mL 饮料容器	354
第九章 工业制件的吹塑成型	356
第一节 吹塑工业制件的特点及采用的聚合物	356
一、吹塑工业制件生产的特点	356
二、吹塑成型生产工业制件所采用的聚合物	358
第二节 吹塑成型工业制件对设备及成型工艺的要求	359
一、挤出机	359
二、型坯机头	360
三、吹塑模具与合模装置	360
四、控制系统的工艺要求	361
五、干燥系统的工艺要求	361
第三节 三维吹塑成型简介	362
一、X-Y 加工	363
二、三维负压吹塑成型	364
第四节 典型工业制件的生产	366
一、大型塑料托盘	366
二、聚烯烃类热塑性弹性体波纹套管的生产	368
三、聚酯类热塑性弹性体进气管的生产	369

四、汽车配件扰流板的生产	371
思考题	372
第十章 中空吹塑成型辅助设备使用与维护	373
第一节 原料的预热和干燥设备	373
一、常用的干燥设备介绍	374
二、物料的干燥条件及要求	376
第二节 原料混合设备	376
一、桶混机	376
二、螺带式混合机	376
三、高速混合机	377
四、冷却混合机	378
第三节 塑料破碎机	378
一、塑料粉碎机的结构	379
二、塑料破碎机的操作规程	380
三、塑料粉碎机的维护与保养	380
四、塑料粉碎机常见故障及排除方法	381
第四节 其他设备	382
一、压缩空气的干燥装置	382
二、模具去湿装置	382
三、挤出造粒机	383
思考题	384
第十一章 塑料容器的性能指标与检测	385
第一节 包装容器性能检测概述	385
第二节 塑料容器的主要性能测试项目	387
一、塑料容器材料的基础性能测试项目	387
二、塑料刚性容器的主要性能测试项目	388
第三节 塑料包装容器的性能测试方法	389
一、塑料容器材料的基础性能测试	389
二、塑料容器的性能测试	391
附录 1 常用塑料缩写及中文名称	396
附录 2 塑料中空成型容器有关的国家及部颁标准	398

附录 3 塑料燃烧估测表	400
附录 4 塑料种类快速估算	402
主要参考文献	404

第一章 绪 论

我们日常生活中见到的药瓶、饮料瓶、油桶以及盛装化学用品的桶、储罐等都是采用中空成型方法制得的。塑料中空成型就是借助于气体的压力，使闭合在模具中的热型坯吹胀为中空制品的一种方法。这种方法是塑料成型的主要方法之一，它以生产的产品成本低、工艺简单、效益高等独特的优点得到了广泛的应用。

自 1949 年德国人发明了用热塑性塑料生产瓶子的加工方法和装置以后，挤出中空成型就开始在欧洲发展。50 年过去了，热塑性塑料中空吹塑技术有了长足的进步，中空吹塑不仅用于成型各种瓶子，而且还用于成型大小不同、形状各异的生活用品和工业用品的容器，以及各种形状复杂的中空工业零件（三维中空吹塑）；成型用的材料从单层发展到双层和多层；吹塑工艺有挤出吹塑、注射吹塑、挤出拉伸吹塑、注射拉伸吹塑等多种。近年来，吹塑工艺继续向着更大的和更多样的中空制品以及更快的生产速度和更高的品质的方向发展，计算机模拟技术在中空吹塑的进一步发展过程中成为越来越重要的手段。

一、中空技术的应用及发展

1. 中空吹塑制品的应用及发展

通常把中空吹塑产品分为日用品容器和工业及结构用制品。日用品容器约占其中 85% 的市场份额，每年约增长 4%。而工业及结构用制品占总量的 15%，估计每年增长速度为 12%。塑料容器的应用范围不断扩大而引起日用品容器消耗量的增长，工业用制品的消耗量增长主要由新兴加工技术的改进所致，如多层型坯共挤、双轴取向挤出、非轴对称吹塑等。

(1) 日用品容器 近年来，饮料和日用品的包装对材料轻质

化、透明化的要求愈加强烈，加上全社会对环境保护的普遍重视，具有多种优异性的聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）瓶在市场上更加走俏。据法国西得乐公司的资料报道，近 10 年来全球 PET 瓶的使用量年平均增长率为 10%，1993 年全球 PET 瓶消费量为 240 万吨，2000 年达到 460 万吨。从国内市场上看，用于软饮料包装的 PET 瓶数量最多，在矿泉水、食用油、清洁剂及化妆品包装方面的用量也在逐年上升。由于 PET 瓶质地轻、耐冲击，并且具有极佳的力学性能、透明性和阻隔性，而且经过特殊加工后可进行耐热灌装和重复使用。特别是耐热 PET 瓶的出现，又为塑料中空容器开辟了新的应用领域。目前，国内有 50 多家企业引进了美国、德国、意大利、日本等国的注射拉伸吹塑制瓶设备 100 台套以上，制瓶能力达到年产 13 亿个。国产 PET 制瓶设备的生产厂家很少，已开发的这类设备在制品质量上跟国外设备比还有一定的差距。耐热 PET 瓶的生产设备方面目前还是空白。随着购买力的不断增长，市场对 PET 容器的需求在日益增长。目前，国内食用油包装容器中约有 60% 以上采用的是 PVC 容器，由于 PVC 对人体健康有害，美国食品与药物管理局早已严禁使用，世界各国都在从 PVC 容器转到 PET 中空容器。

（2）大型吹塑制品和设备的发展 一般而言，容积大于 30L 的中空制品就称为大型吹塑制品。由于高分子量高密度聚乙烯（HMWHDPE）树脂以其超高的冲击强度和熔体强度给吹塑行业带来了新的发展，因此使得生产符合国际危险品运输包装要求的大型塑料桶成为可能。近年来，发达国家在化工、运输、汽车等行业开始使用大型中空容器，市场上已开发的主要产品有各种耐热、耐腐蚀、高强度的大规格（200L）中空容器（桶），质量达到 IMDG（国际海运危险货物）规定的要求，且得到国际公认。各种具有阻燃、质量轻、卫生安全、强度高的垫仓板，实现了以塑代木，可节约大量木材，寿命亦可大大提高。1984 年我国开始试产 200L 全塑大桶，1993 年设计和制造了首台国产化大型吹塑机组并投入运行。此后内地数家企业和德国公司合作或与我国台湾厂商合资等方式制