

PLASTIC

塑料吹塑 成型与实例

李树 贾毅 编



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑料吹塑成型与实例

李 树 贾 毅 编



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

塑料吹塑成型与实例/李树,贾毅编. —北京:化学工业出版社,
2005.8

ISBN 7-5025-7588-X

I. 塑… II. ①李…②贾… III. 吹塑-塑料成型 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 100782 号

塑料吹塑成型与实例

李树 贾毅 编

责任编辑:丁尚林

责任校对:王素芹

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)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 369 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7588-X

定 价: 29.00 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

前 言

塑料吹塑成型自 20 世纪 50 年代以来已经有了迅速的发展与革新,到目前为止,吹塑成型技术仍在不断发展中。为了适应飞速发展的吹塑成型加工技术和日新月异的新产品,为了使读者了解吹塑成型技术、吹塑成型材料、设备及成型加工方法,使设计、生产出的吹塑制品在所使用的原料性能、所用工艺及制品的功能等方面都达到最佳状态,也为了给中小型企业提供培训教材,特编写了本书。

本书共分 10 章,全面介绍了整个吹塑成型加工的过程。有些技术不仅适用于吹塑成型加工,也适用于其他的塑料成型加工方法。

第 1 章介绍了吹塑成型基本知识,包括吹塑的定义、基本吹塑加工过程、吹塑发展史及吹塑成型方法分类等基本概念。

第 2 章主要介绍吹塑用塑料材料,包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯塑料的结构、生产方法、性能、增强改性及常用的树脂牌号,并简单地介绍了塑料材料的组成、分类、特性及燃烧性能简易鉴别方法。

第 3 章以大量的制品实样为例,介绍了吹塑制品的设计,包括中空吹塑制品的类型、塑料的收缩率、制品的尺寸、壁厚、斜度、加强筋与支撑、圆角、圆弧和倒角、螺纹和容器类制品口部、把手、铰链、互锁系统、搭扣装置、多组合型腔、凸缘、套装和叠垛及容器切割等设计。

第 4 章介绍了挤出吹塑成型的设备,包括挤出机、机头、吹气装置、合模装置及挤出吹塑成型工艺条件。

第 5 章介绍了注射吹塑成型的设备,包括型坯注射装置、型坯与吹塑成型设备、型坯与吹塑成型模具及吹塑成型工艺条件。

第6章介绍拉伸吹塑成型的分类、机理以及拉伸吹塑成型和注射吹塑成型的成型设备、成型工艺条件。

第7章介绍了其他吹塑成型方法,包括大型容器的吹塑、多层复合吹塑、Culus 双层挤出吹塑、立式挤出型坯吹塑、挤出贮料注射成型、挤出浸蘸吹塑、三维弯曲状管件和中空夹层件的吹塑及气体辅助注塑中空成型的塑料材料、设备、工艺。

第8章介绍型坯膨胀、吹塑冷却与模拟技术,包括挤出型坯的离模胀大、型坯胀大的测量、模拟基本知识、型坯膨胀的数值模拟及吹塑容器冷却模拟分析。

第9章以中空吹塑制品为成型实例,介绍了聚乙烯桶的吹塑成型、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)瓶注射吹塑成型、聚氯乙烯瓶挤拉吹成型、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)瓶注拉吹成型,包括所用原材料、成型设备、成型工艺、成型时的注意事项、出现残次品原因及解决的方法、回料及废旧制品的回收利用等内容。

第10章介绍了吹塑制品的修饰,包括表面修饰、表面处理及印刷。

本书由李树、贾毅合作编写。其中,第1~3章,第10章由李树编写;第4~9章由贾毅编写。

限于作者水平,文中不妥之处,衷心希望读者批评指正。

李树 贾毅

2005年6月

内 容 提 要

本书以实用性、知识性为编写准则，全面讲解了吹塑制品设计、挤出吹塑成型、注射吹塑成型、拉伸吹塑成型、大型容器的吹塑成型、多层复合吹塑成型、型坯膨胀、吹塑冷却与模拟技术、吹塑制品的表面修饰等的工艺操作技术、材料选用与设备，对生产过程中的故障及产品缺陷进行了分析与解决。并以典型吹塑制品为例，介绍了它们的配料、成型设备、成型工艺、废料回收等内容。

本书内容简明易懂，图文并茂，并配有大量的实例和参考数据，反映了当前先进的吹塑成型技术。

本书可作为从事吹塑成型加工的研究、设计、制造、生产及管理人员的参考书，更可作为企业培训用书。

目 录

第 1 章 吹塑成型概述	1
1.1 吹塑的定义	1
1.2 基本加工过程	1
1.3 吹塑发展史简介	2
1.4 吹塑成型方法概述	2
1.4.1 挤出吹塑	3
1.4.2 注塑吹塑	5
1.4.3 拉伸吹塑	7
1.4.4 多层吹塑成型	9
1.5 吹塑的特点	12
第 2 章 中空吹塑制品所用塑料材料	14
2.1 概述	14
2.1.1 塑料材料的组成	14
2.1.2 塑料材料的分类	16
2.1.3 塑料材料的特性	19
2.1.4 塑料燃烧性能简易鉴别方法	20
2.2 聚氯乙烯	22
2.2.1 结构	22
2.2.2 性能	22
2.2.3 树脂和加工用添加剂	23
2.2.4 原料的配制	30
2.2.5 改性	31
2.3 聚乙烯	36
2.3.1 分类	36
2.3.2 低密度聚乙烯	37
2.3.3 高密度聚乙烯	38

2.3.4	线性低密度聚乙烯	41
2.4	聚丙烯	43
2.4.1	分类	43
2.4.2	性能	44
2.4.3	常用聚丙烯牌号及生产厂家	46
2.5	聚苯乙烯	48
2.5.1	分类	48
2.5.2	性能	48
2.5.3	吹塑用聚苯乙烯塑料的牌号及生产厂家	49
2.6	聚酰胺	51
2.6.1	性能	51
2.6.2	用途	52
2.6.3	吹塑用聚酰胺牌号	53
2.7	聚碳酸酯	53
2.7.1	性能	54
2.7.2	增强和改性	55
2.7.3	用途	57
2.7.4	吹塑成型用聚碳酸酯的牌号	58
2.8	聚对苯二甲酸乙二酯	59
2.8.1	性能	59
2.8.2	改性	61
2.8.3	用途	63
2.8.4	聚对苯二甲酸乙二酯的牌号	64
第3章	吹塑成型制品设计	66
3.1	概述	66
3.2	中空吹塑制品的类型	67
3.2.1	圆形容 器	67
3.2.2	矩形容 器	67
3.2.3	椭圆形容 器	68
3.2.4	异形形容 器	69
3.2.5	可折叠容 器	69

3.2.6	工业制件	69
3.3	中空吹塑制品设计	70
3.3.1	收缩率	70
3.3.2	塑件的尺寸、精度及表面粗糙度	73
3.3.3	脱模斜度	78
3.3.4	塑件壁厚	79
3.3.5	加强筋	81
3.3.6	支承面	85
3.3.7	圆角、圆弧和倒角	87
3.3.8	螺纹和容器类制品口部的设计	89
3.3.9	把手	89
3.3.10	铰链设计	92
3.3.11	互锁系统	93
3.3.12	搭扣装置	94
3.3.13	多组合型腔	95
3.3.14	凸缘	95
3.3.15	套装和叠垛	95
3.3.16	容器切割	96
3.3.17	容器容积的校正	96
第4章	挤出吹塑成型	99
4.1	概述	99
4.2	挤出吹塑设备	100
4.2.1	挤出机	100
4.2.2	机头结构	106
4.2.3	吹塑成型模具	118
4.2.4	吹气装置	132
4.2.5	合模装置	138
4.3	挤出吹塑成型工艺条件	143
4.3.1	型坯温度的控制	145
4.3.2	预吹塑过程	146
4.3.3	吹胀比	147

4.3.4	吹气压力和出口速率	148
4.3.5	模具温度	148
4.3.6	冷却时间	149
4.3.7	熔料出口变化与型坯长度的控制	150
4.3.8	型坯切断	150
4.3.9	型坯壁厚控制	151
4.3.10	容器结构要求与工艺条件	152
第5章	注射吹塑成型	158
5.1	概述	158
5.2	注射吹塑成型过程	159
5.3	注射吹塑设备	160
5.3.1	型坯注射装置	161
5.3.2	型坯与吹塑成型设备	164
5.3.3	型坯与吹塑成型模具	169
5.4	注射吹塑成型工艺条件	179
5.4.1	原材料的干燥处理	180
5.4.2	螺杆转速的选择	183
5.4.3	熔料温度与型芯温度	183
5.4.4	型坯质量的控制	184
第6章	拉伸吹塑成型	187
6.1	概述	187
6.2	拉伸吹塑成型的分类	187
6.3	拉伸吹塑机理	188
6.4	挤出-拉伸-吹塑(挤拉吹)成型	193
6.4.1	挤拉吹成型设备	193
6.4.2	挤拉吹工艺条件	198
6.5	注射-拉伸-吹塑(注拉吹)成型	202
6.5.1	注拉吹成型设备	204
6.5.2	注拉吹成型工艺条件	210
第7章	其他吹塑成型	219
7.1	大型容器的吹塑成型	219

7.1.1	概述	219
7.1.2	挤出设备	219
7.1.3	吹塑工艺条件	228
7.2	多层复合吹塑成型	237
7.2.1	概述	237
7.2.2	挤出装置	239
7.2.3	复合机头	241
7.2.4	多层挤出工艺条件	242
7.2.5	多层型坯注射与过程	247
7.3	Culus 双层挤出吹塑	250
7.3.1	Culus 双层挤出吹塑设备	250
7.3.2	Culus 双层挤出吹塑工艺过程	251
7.3.3	Culus 挤出吹塑工艺特点	253
7.4	立式挤出型坯吹塑	254
7.5	挤出贮料注射成型	256
7.6	挤出浸蘸吹塑	257
7.6.1	挤出浸蘸吹塑工艺过程	258
7.6.2	挤出浸蘸吹塑特点	260
7.7	三维弯曲管及油箱的挤出吹塑	261
7.7.1	挤出弯曲状管件的吹塑成型	263
7.7.2	注塑弯曲状管件的吹塑成型（浮动内芯吹塑成型）	270
7.7.3	中空夹层塑件成型	271
7.7.4	中空夹层深拉伸成型	273
7.7.5	油箱的应用与特点	276
7.8	气体辅助注塑中空成型	277
7.8.1	气体辅助注塑材料	278
7.8.2	气体辅助注塑成型工艺过程	278
7.8.3	气体辅助注塑成型设备	279
7.8.4	气体辅助注塑成型工艺条件	282
7.8.5	气体辅助注塑成型技术的应用与特点	286

7.8.6	气体辅助注塑成型的注意事项	292
7.8.7	气体辅助注塑成型出现的问题、产生的原因及 解决办法	293
第8章	型坯膨胀、吹塑冷却与模拟技术	297
8.1	概述	297
8.2	型坯的离模胀大	297
8.3	型坯胀大的测量	299
8.4	模拟基本知识	302
8.4.1	动画模拟	302
8.4.2	数值模拟	303
8.4.3	数学模型的建立	304
8.4.4	吹塑成型模拟的基本步骤	305
8.5	型坯膨胀数值模拟	307
8.6	吹塑容器冷却模拟分析	310
8.6.1	基本假设	310
8.6.2	传热方程与边界条件	311
8.6.3	模拟计算与分析	312
第9章	中空吹塑成型实例	316
9.1	聚乙烯桶的吹塑成型实例	316
9.1.1	聚乙烯材料的性能与应用	316
9.1.2	聚乙烯吹塑桶的规格与要求	317
9.1.3	聚乙烯桶的吹塑设备	320
9.1.4	聚乙烯桶的吹塑工艺条件	325
9.1.5	聚乙烯桶生产中的注意事项	331
9.1.6	聚乙烯废旧瓶桶的回收技术	333
9.2	聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 瓶注射吹塑成型实例	336
9.2.1	PET 的基本性能	336
9.2.2	PET 饮料瓶规格与标准	337
9.2.3	注射吹塑设备	339
9.2.4	PET 注射吹塑成型工艺控制	346
9.2.5	注射吹塑成型注意事项	354

9.3 聚氯乙烯 (PVC) 瓶挤拉吹成型实例	356
9.3.1 聚氯乙烯原料与配比	356
9.3.2 聚氯乙烯瓶挤拉吹成型加工设备	360
9.3.3 聚氯乙烯瓶挤拉吹成型工艺条件	366
9.3.4 聚氯乙烯瓶挤拉吹成型注意事项	371
9.3.5 聚氯乙烯废旧瓶的回收技术	374
9.4 聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 瓶注拉吹成型实例	375
9.4.1 PET 树脂与拉伸瓶的性能	375
9.4.2 聚对苯二甲酸乙二酯拉伸瓶成型设备	378
9.4.3 聚对苯二甲酸乙二酯拉伸瓶成型工艺条件	382
9.4.4 聚对苯二甲酸乙二酯拉伸瓶成型的注意事项	387
9.4.5 聚对苯二甲酸乙二酯瓶的回收技术	392
第 10 章 吹塑制品的修饰	396
10.1 概述	396
10.2 表面修饰	396
10.2.1 铨削	396
10.2.2 转鼓滚光	397
10.2.3 磨削	397
10.2.4 抛光	399
10.2.5 喷砂	400
10.3 表面处理	401
10.3.1 火焰处理法	401
10.3.2 贴标签	403
10.3.3 压花和表面纹饰	406
10.4 印刷	412
10.4.1 丝网印刷	412
10.4.2 凸版印刷	416
10.4.3 胶印	416
10.4.4 凹版印刷	417
10.4.5 烫印	420
参考文献	422

第 1 章 吹塑成型概述

1.1 吹塑的定义

聚合物的吹塑成型是一种生产中空制品的加工过程，它是将挤出或注射成型所得的半熔融态管坯（型坯）放于各种形状的模具中，在管坯中通入压缩空气使其膨胀，紧贴于模具型腔壁上，经冷却脱模得到制品的方法。这种成型方法可以生产形状、容量不同的瓶、桶、壶等中空容器，日常生活用品及儿童玩具等，也可以生产不同用途的工业中空制品。

吹塑成型所适用的塑料品种仅为热塑性塑料，例如聚乙烯、聚氯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯及工程塑料如聚碳酸酯等。

1.2 基本加工过程

吹塑成型加工过程可由 5 个步骤组成：

（1）将选用的塑料加热熔融，使用挤出机或注射机在一定的温度下，让塑料熔融，通过挤出机头或注塑模具制成管状型坯；

（2）将半熔型坯放到吹塑模具内，闭合模具并用夹紧装置锁紧模具；

（3）利用辅助的空气压缩机提供的压缩空气充入模具将管坯吹胀；

（4）将型坯附在模具壁上后冷却定型；

（5）冷却定型后，开模取出制品。

多数情况下，中空制品需要后加工，例如去除飞边、印刷、贴标签、灌入产品等。一些制品上的钻孔、研磨操作等可用自动操作设备完成，基本的吹塑加工过程如图 1-1 所示。

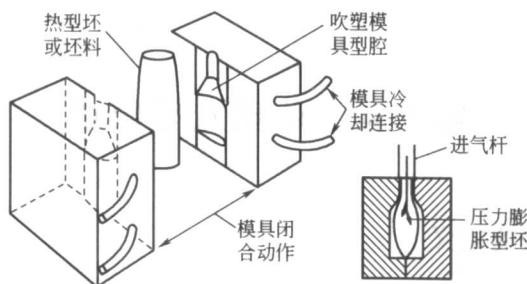


图 1-1 基本吹塑成型加工过程

1.3 吹塑发展史简介

塑料中空吹塑成型技术起源于传统的玻璃吹塑制品，公元前一世纪叙利亚玻璃工人把吹管末端的玻璃泡吹成许多带有手柄、底座并随意附加一些装饰的制品，图 1-2 所示的就是公元一世纪吹塑的长方形玻璃瓶。



图 1-2 公元一世纪用长方形模具吹制成的玻璃瓶

塑料的中空成型的发展已有近 70 年的历史，直到 20 世纪 40 年代末才形成产业化规模。随着塑料工业的发展，塑料中空吹塑技术经历了逐步改进，不断发展的过程，尤其是聚乙烯工业的发展带动了中空吹塑技术的进步。近代塑料中空吹塑的确立是在 20 世纪 30 年代初期，但在工业上的大规模发展是在 20 世纪 50 年代。我国从 1956 年开始研究中空吹塑技术，至今已有一定规模。

1.4 吹塑成型方法概述

中空吹塑可以分为两类：挤出吹塑和注射吹塑。两者的主要

区别在于型坯的制备，吹塑过程基本相同。在这两类成型方法的基础上发展起来的还有挤出-拉伸-吹塑和注射-拉伸-吹塑及多层吹塑的共挤吹塑和共注吹塑等。图 1-3 概述了四种吹塑方法的成型过程。

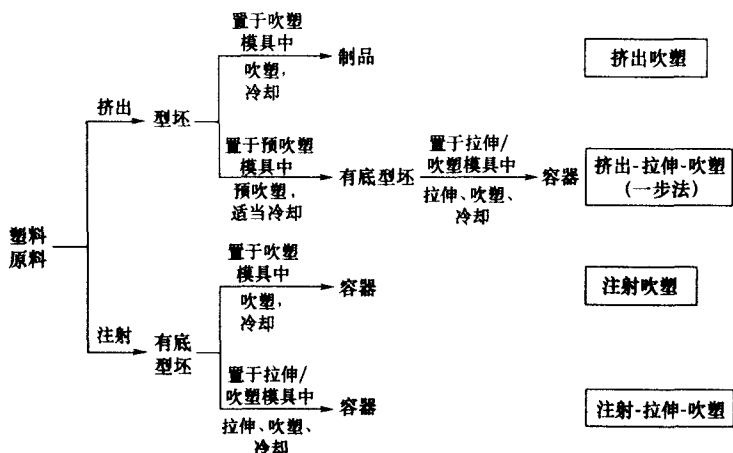


图 1-3 四种吹塑方法的成型过程

1.4.1 挤出吹塑

挤出吹塑是目前产量最大、经济性良好的一种吹塑成型方法。

1.4.1.1 挤出吹塑用塑料

挤出吹塑成型常用的塑料有：低密度聚乙烯、高密度聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、乙烯-醋酸乙烯共聚物、改性聚酯、热塑性工程塑料如聚碳酸酯、热塑性弹性体等聚合物及各种混合物。

1.4.1.2 挤出吹塑工艺过程

- (1) 采用挤出机将热塑性塑料熔化，并通过机头挤出型坯；
- (2) 将达到规定长度的型坯置于吹塑模具内合模，并靠模具上刃口将型坯切断；
- (3) 依靠模具上的进气口通往压缩空气，吹胀型坯；
- (4) 保持模具型腔内压力，使制品冷却定型后开模取出制品。

挤出吹塑的基本工艺过程如图 1-4 所示。

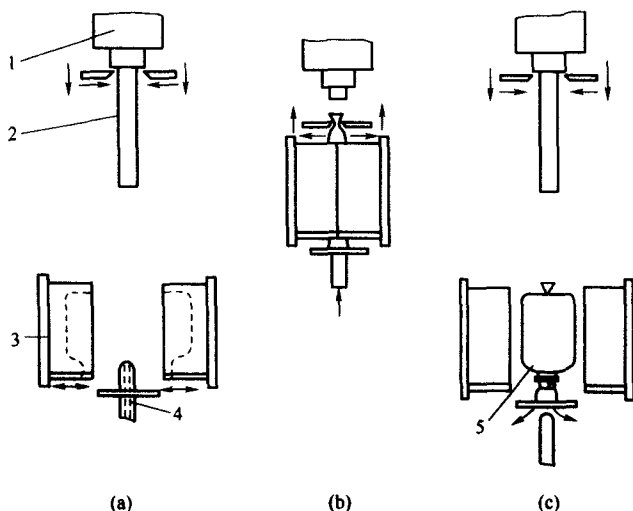


图 1-4 挤出吹塑成型过程

(a) 挤出型坯；(b) 合模吹塑；(c) 脱出制品

1—型坯机头；2—型坯；3—吹塑模具；4—进气杆；5—制品

1.4.1.3 挤出吹塑的种类

挤出吹塑按其出料方式的不同可分为两大类：一类为连续挤吹法；一类为间歇挤吹法。

(1) 连续挤吹法 连续挤吹法是挤出机通过机头直接连续挤出型坯，主要用于生产产量大、容积小（不超过 8L 容量）的中空制品。优点是设备简单、投资少、操作容易。适用的塑料品种多，是目前国内中、小企业普遍采用的成型方法。

(2) 间歇挤吹法 间歇挤吹法是挤出机间歇地直接挤出型坯或是将熔料挤入一个贮料缸中，当贮料缸中的熔料满足需要时，通过机头口模挤出型坯，经过吹塑、冷却、定型后可得到大容量的中空制品。带有贮料缸机头的吹塑机如图 1-5 所示。

两类挤出吹塑法比较见表 1-1。