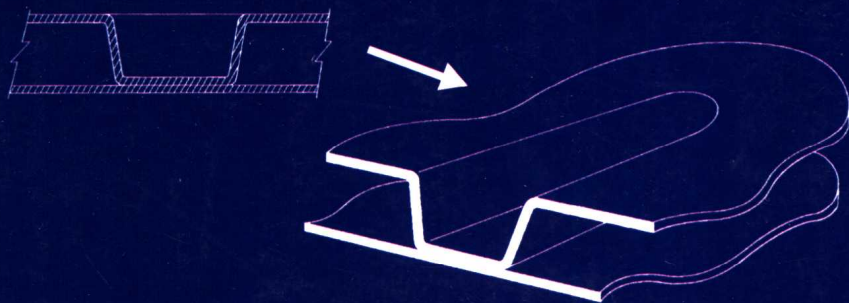
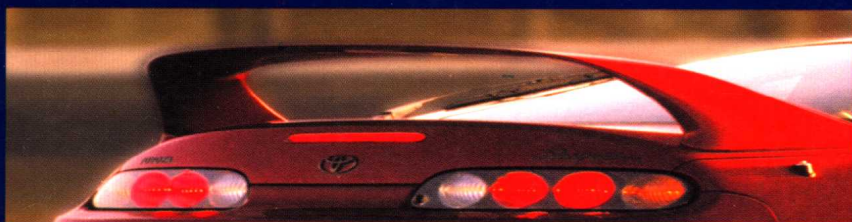


吹塑成型技术

——制品·模具·工艺

[美] Norman C. Lee 著 揣成智 李 树 译



吹塑成型技术

——制品·模具·工艺

[美] Norman C. Lee 著

揣成智 李树 译

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

吹塑成型技术—制品·模具·工艺/(美)李(Lee, N.C.)著;揣成智,李树译.—北京:中国轻工业出版社,2003.1

ISBN 7-5019-3712-5

I. 吹… II. ①李… ②揣… ③李… III. 吹塑—塑料成型 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 027476 号

Norman C. Lee

Blow Molding Design Guide

Copyright © 1998

Carl Hanser Verlag, Munich/FRG

All right reserved.

责任编辑:邵孝坤

策划编辑:赵红玉 责任终审:滕炎福 封面设计:杨焰龙

版式设计:丁夕 责任校对:李靖 责任监印:吴京一

*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话:010-65241695

印 刷:三河市艺苑印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2003年1月第1版 2003年1月第1次印刷

开 本:850×1168 1/32 印张:7.25

字 数:197千字 印数:1—3000

书 号:ISBN 7-5019-3712-5/TQ·267

定 价:20.00元

著作权合同登记 图字:01-1999-2461

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

序 言

吹塑成型加工工业正在不断地发展和完善,然而有关吹塑成型设计方面的著作极少。本书为初步接触吹塑制品生产的人员提供了一些非常实用的基本设计信息,也为一些具有一定吹塑成型设计经验的工程设计人员提供了一些解决复杂吹塑成型制品设计的有效指导。本书列出的参考文献极有价值,因为可以从中了解到谁在从事着吹塑工业工作。

Norman Lee 作为一名设计工程师在吹塑工业方面已经有 25 年多的工作经验。多年来,他在领导塑料工程师协会吹塑分会及再生塑料分会的过程中,对塑料工业的发展做出了卓越的贡献。Lee 先生在塑料工程学会培训委员会及指导吹塑人员的培训过程中,已显示出他对培训工作的热忱投入。Norman Lee 主编的第一本书是《塑料吹塑手册》,现在此书仍在印刷,而其中许多内容已作为他授课的教材。

本书浓缩了大量的工业设计方面的知识,我相信,它作为一本易理解及有益的教科书和参考资料将填补吹塑工业的一个空白。

塑料工程师协会吹塑分会主席

Lewis Ferguson

译 者 序

本书译自美国塑料工程师协会(SPE)组织出版的 Norman Lee 的新著“Blow Molding Design Guide”。

作者在进行了大量的资料总结和实践的基础上编写了这本专著。作者在本书中从吹塑成型设计基础到模具和设备及对吹塑成型的制品设计和加工等方面都做了全面的介绍,无论中文著作还是外文著作,从未有像本书这样全面地包括了整个吹塑成型加工过程。书中所讨论的有些技术,在其他书和文献中是鲜见的,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。书中还介绍了生产管理、计算机辅助设计与工程和成本估算等方面的内容。

本书内容全面,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,而且实践性很强。我们深信,本书无论是作为从事塑料成型吹塑的研究、设计、开发、制造与操作技术及管理人员的参考书,还是作为高分子材料加工工程专业的师生教学参考书都是很有价值的。

本书共 13 章,其中揣成智译第 1~5 章,李树译第 6~13 章。全书由揣成智校阅。

限于译者水平,文中错误及不妥之处,衷心希望读者批评指正。

揣成智 李树

2001 年 12 月

前 言

设计塑料吹塑成型制品是一项极其困难的任务,因为塑料制品的几何形状和加工过程极其复杂,甚至对有经验的设计者也是挑战。一个好的吹塑成型设计必须包括:

制品具有一定的功能性并能达到预期的目标;

在加工过程允许的条件下考虑美学设计;

切实可行地使用合适的材料,最大限度地提高加工效率;

统筹考虑成本因素、工具费用、操作方法和产量。

本书的目的是使读者了解塑料吹塑成型技术、吹塑成型材料及加工方法,以便使设计出的吹塑制品在所使用的塑料原材料的性能、所采用的工艺及制品的功能方面都达到最佳状态,并包括瓶类容器及工业结构制品的应用功能。希望本书是一本实用手册,书中尽量避免出现一些难理解的科学术语,而使其通俗化。本书力求尽量帮助读者解决吹塑制品日常易出现的降低成本和提高效率的问题。本书适用于那些希望更详细、更深入研究吹塑成型技术和那些对许多加工过程进行学术讨论的人员。

因为本书涉及到许多不同的专业,每个人不可能成为所有专业的专家,因而我采纳了大量专家在他们相关领域的信息和建议,在每章的末尾做了致谢。许多信息资料我是从公开发表的著作中得到的,但没有改变这些作者的原意,因为这些资料中的许多内容正处于此技术的前沿并通过这些作者得到了发展。

我也向帮助我汇编本书的所有人员表示感谢。他们是: Loretta Lee, A&T State 大学的毕业生(a UNC System in Greensboro, NC),他以此书的编写作为他的硕士研究生论文课题; Brent Strong 博士(Brigham Young University),他审阅了本书的手写稿,

改正了书中的一些错误并提出了许多建议;James Parr (Exxon Company)、Robert Gilbert (Equistar)和 Robert Read (Dow Brands)等领导的塑料工程师协会吹塑分会审阅组对本书的改进提出了许多有价值的意见;Sam Huffine (Huffine Associates, Greensboro, NC)为本书绘制了一些插图;James Lee (Ashboro, NC)绘制了本书中的 Auto-CAD 图。

Norman Lee

目 录

第 1 章 吹塑成型基础	1
1.1 定义	1
1.2 基本加工过程	1
1.3 吹塑历史	2
1.4 发展史简介	3
1.5 设计特点和优缺点	9
参考文献	11
第 2 章 吹塑成型设计加工及组织结构	12
2.1 概述	12
2.2 主要结构	12
2.3 产品设计和开发管理系统	15
2.4 结论	24
参考文献	24
第 3 章 吹塑成型制品设计	25
3.1 设计的基本依据	25
3.2 吹胀比增加时斜度增加	29
3.3 圆角指南	34
3.4 模塑的几何形状	36
3.5 凸缘和粘接	37
3.6 结论	41
参考文献	42
第 4 章 吹瓶设计	43
4.1 吹塑成型加工的基本形状	43
4.2 型坯吹胀的简单假设(实际机理更复杂)	44

4.3	吹瓶设计基本原理	45
4.4	容器的容积	52
第5章	工业制品与结构制品设计	60
5.1	吹塑成型加工过程	60
5.2	动能设计工程	64
5.3	嵌件埋入成型	65
5.4	互锁系统	66
5.5	搭扣装置	67
5.6	多组合型腔	68
5.7	容器的结构设计	69
5.8	结论	72
	参考文献	74
第6章	计算机辅助设计与工程分析	75
6.1	性能标准	75
6.2	计算机软件模拟	75
6.3	减少型坯厚度	76
6.4	熔体流动的有限元模拟	78
6.5	聚合物吹胀和壁厚分析	82
6.6	结论	86
	参考文献	86
第7章	吹塑成型制品装饰	88
7.1	概述	88
7.2	表面处理	88
7.3	喷涂	92
7.4	标签	94
7.5	丝网印刷	96
7.6	凸版印刷	98
7.7	烫印	100
7.8	贴花法	102

7.9 在模内贴标签	103
7.10 结论	106
参考文献	106
第8章 吹塑成型加工过程	107
8.1 挤出吹塑成型	107
8.2 进气杆/气针	125
8.3 注坯吹塑成型	126
8.4 拉伸吹塑成型	130
参考文献	132
第9章 吹塑成型工艺的新应用	133
9.1 大制品的共挤吹塑成型	133
9.2 三维吹塑成型	140
9.3 硬-软-硬和软-硬-软生产工艺	149
9.4 长玻璃纤维增强吹塑成型	150
9.5 吹塑发泡成型工艺	151
9.6 结论	154
参考文献	154
第10章 吹塑模具	155
10.1 模具半模的主要特征	155
10.2 模具材料	157
10.3 模具快速冷却的重要性	157
10.4 切断和接合型坯(截坯口)	161
10.5 不受损伤的高质量模具型腔抛光	164
10.6 阻塞在模具进气口中的空气和湿气的影响	164
10.7 压缩空气的注入	166
10.8 制品顶出装置	167
10.9 吹瓶模具	167
10.10 注塑吹塑成型模具	172
10.11 结论	179

参考文献	182
第 11 章 模具制造中的计算机辅助设计与加工工程	183
11.1 优点	183
11.2 体系和方法	185
11.3 在模具制造组织中使用 CAD/CAM 系统	186
参考文献	191
第 12 章 聚合物和塑料材料	192
12.1 聚合物基础化学	192
12.2 聚合物	194
12.3 物理特性	199
12.4 吹塑材料的特性	203
12.5 塑料材料着色	211
12.6 回用料	211
12.7 使用过的和工业上重复使用的材料	213
参考文献	214
第 13 章 成本估算	215
13.1 概述	215
13.2 典型成本估算表	215
13.3 成本结论	219
13.4 成本估算结论	220
全书其他参考文献	221

第 1 章 吹塑成型基础

1.1 定 义

塑料吹塑成型是一种生产中空塑料制品的加工过程,它仅适用于热塑性塑料,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。吹塑成型加工的三种主要方法是:挤出吹塑成型、注塑吹塑成型和拉伸吹塑成型^[1]。

1.2 基本加工过程

吹塑成型加工过程可分为三个阶段:

- ① 熔融塑化 利用挤出机或注塑机使原料熔融;
- ② 型坯成型 利用挤出机机头和口模或注塑模具成型型坯;
- ③ 吹塑成型 利用辅助的空气压缩机提供压缩空气并用液压夹紧装置夹紧模具成型制品。

上述成型加工过程中,首先是需要生产管坯,通常称为型坯,此术语来源于玻璃工业。可以用挤出机或注塑机生产型坯,常将注塑机生产的型坯称为预成型^[2]。

吹塑过程是将热的型坯或坯料送入吹塑模具内,模具闭合的同时夹紧型坯,然后将热的管坯吹到冷的模具壁上,冷却定型后顶出制品。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见图 1.1^[4]。

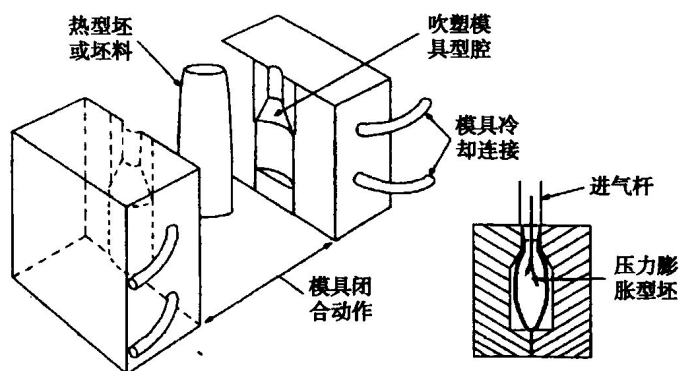


图 1.1 基本吹塑成型加工过程

1.3 吹塑历史

玻璃、塑料、铝是现今吹塑制品的三种原材料。现代的塑料吹塑成型技术是从玻璃吹塑制品中发展起来的,如图1.2所示。这



图 1.2 玻璃吹塑

种方法是公元前 1 世纪由叙利亚玻璃工人首先发明的。他们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物的制品。在中世纪,由英国和欧洲的一些地方将这种加工技术进行了改进和完善并使之成为一种重要的商品工业^[3]。

1.4 发展史简介

现代塑料吹塑成型加工(图 1.1)起源于 20 世纪 30 年代。当时的 Plax 公司和 Illinois 的 Owens 公司发明了第一个专利。它是以玻璃吹塑技术为基础的自动化设备,如图 1.3 所示。但由于当

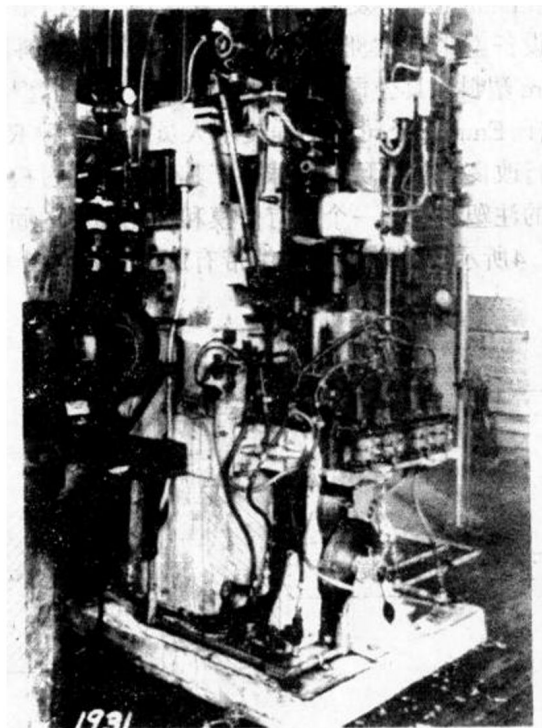


图 1.3 Plax 有限公司在 20 世纪 30 年代中期发明的生产醋酸纤维素瓶子的挤出吹塑机

时塑料材料价格高、性能差而阻碍了塑料吹塑成型的发展,使塑料瓶优点不及玻璃瓶。然而在 40 年代中期,由于低密度聚乙烯的采用(英国 ICI 研制),提供了玻璃所不能比拟的耐挤压的优点。1950 年,Elmer Mill 发明了一个连续挤出旋转吹塑机的专利并由 Continental Can 公司使用。50 年代末,高密度聚乙烯和工业化成型设备的研制使塑料工业得到了迅速的发展^[4]。

高密度聚乙烯的采用也拓宽了塑料瓶设计能力。更重要的是塑料瓶具有质轻、不易破碎的优点,同时工业化的生产设备也给吹塑成型加工创造了有利的条件。那时,世界上只有几家公司利用专有技术生产吹塑成型制品。当时由于美国的信息接近闭塞,大部分设备在欧洲得到了发展,主要是在德国。美国第一个工业化吹塑成型设备就来自欧洲,并于 1958 年在国际塑料展览会上展出。Empire 塑料玩具公司买了一台 Fischer 吹塑成型机用于生产玩具滚动杆,Empire 公司的工程技术人员也将一种 Reed Prentice 注塑机进行改良去生产玩具棒球棒。其吹塑是通过模板上部的一个可移动的注塑料筒和一个带有口模和轴瓦装置的固定机头实现的,如图 1.4 所示。后一步骤是由带有旋转阀的两个机头控制并

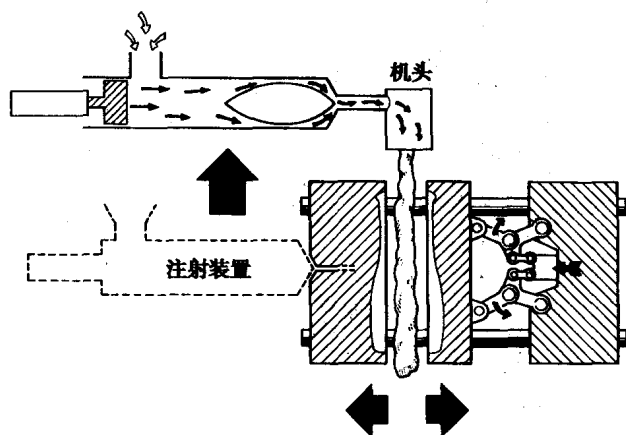


图 1.4 改良的注塑机剖面图

分配塑料从一侧到另一侧完成的(图1.5)。中部的Ross Hartig公司得到 Empire 公司的允许,利用这种设计为 Ideal 玩具公司制造了6台机器用来生产娃娃的身体,这是由制造挤出机的 Harting 公司生产的第一批吹塑成型机。后来公司相继改名为 Waldron Hartig 公司和 Battenfeld Hartig 公司,现在该公司已具有自己的 Davis 标准。同一时期,Paul Marcus 公司也设计和制造了被称为自动吹塑的双机头吹塑机。1960年,ZARN 公司在北卡罗来纳与生产机器和模具的 Uniloy 公司一起合作(现由 Johnson 控制)为 Borden Dairy 公司生产奶瓶。为了减少空奶瓶的运输费用,Uniloy 机器和模具生产奶瓶的生产线就建在 Burlington 北卡罗来纳的牛奶场^[3]。

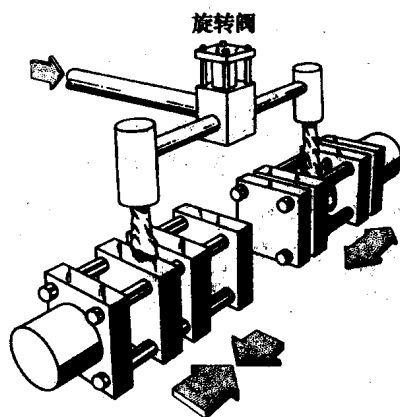


图 1.5 旋转阀

在所有的吹塑塑料材料中,聚乙烯的综合使用价值比其他所有材料都大。尽管其主要产品仍是瓶子,但吹塑方法已发展到用来生产工业零件,例如可生产汽车后部空气阻流器盖、座椅靠背、玩具三轮车、车轮、打字机盒、冲浪板、柔软的波纹管和燃料罐等,如图 1.6 所示。

高分子量聚乙烯的采用加快了吹塑的发展,由于这种材料在

密度、熔体流动速率及一些其他基本性能上的范围较宽,所以制品最终性能上的可允许变化范围也较宽。柔软瓶子最好用低密度或中密度聚乙烯制造,高密度聚乙烯塑料更适合于做硬制品。聚乙烯吹塑制品的共同优点是质量轻、韧性(即使在低温下)好、耐腐蚀、耐化学渗透性,当灌满液体时在压力下耐龟裂(在环境压力下耐龟裂性)和极好的可模塑性。工程上应用的塑料,如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯和尼龙的使用范围也在不断增加,现在也成为吹塑市场上的一个重要组成部分。



图 1.6 系列吹塑制品

图 1.7 显示的是吹塑成型加工过程的流程图。吹塑设备与其他任何塑料二次加工方法相比有很大的不同。一台吹塑机可以像办公桌椅那样大,用来生产像铅笔一样小的中空制品,也可以占据一个大房间,生产容积为 1937.5L 大的制品。

表 1.1 显示了吹塑市场单一生产中空塑料制品的材料增长情况。这种生产能力与注塑成型、热成型及金属冲压成型完全不同。