

塑料吹塑技术

● 黄汉雄 编著

PE PP EVA PS PETP

PVC ABS PC

化学工业出版社

塑 料 吹 塑 技 术

黄汉雄 编著

化 学 工 业 出 版 社

• 北 京 •

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

塑料吹塑技术/黄汉雄编著. —北京:化学工业出版社

1995

ISBN 7-5025-1567-4

I. 塑… I. 黄… II. 塑料工业-吹塑-技术 IV. TQ320

.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 12161 号

出版发行: 化学工业出版社(北京市朝阳区惠新里 3 号)

社长: 佟培宗 总编辑: 蔡剑秋

经 销: 新华书店北京发行所

印 刷: 北京市管庄永盛印刷厂

装 订: 三河市雪雨装订厂

版 次: 1996 年 1 月第 1 版

印 次: 1996 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/32

印 张: 20 1/8

字 数: 468 千字

印 数: 1—5000

定 价: 27.00 元

序

现代塑料吹塑技术兴起于 20 世纪 30 年代。自 50 年代以来,由于聚合物加工工艺研究的发展以及适于吹塑的聚乙烯、聚氯乙烯和热塑性聚酯等的大规模生产,进一步促进了软塑技术的迅速发展与创新。直至目前,吹塑技术仍在不断发展,已打入了几年前还认为不大可能或甚至不可能的市场,尤其是汽车工业领域(如仪表板,多层油箱等等);全世界吹塑机械销售金额也每年约达 6 亿美元,吹塑已成为四大主要塑料加工过程(即压塑、注塑、挤塑和吹塑)之一。

虽然,自 50 年代以来,吹塑技术已有长足的进步;但有关全面综述吹塑技术的专著,国外亦不多见,仅 1989~1990 年间美国出版过两部《塑料吹塑手册》,许多研究成果和经验总结多散见于有关期刊。

我国塑料吹塑技术起源于 60 年代,历史不长但发展较快,迄今已能生产多种中空制件及中、小型吹塑机械;但国人编写的专著则更寥若晨星,仅十年前由轻工业出版社出版过一本《中空吹塑》译文选。因此,渴望有一本综述吹塑技术的专著。

华南理工大学化机系塑机教研室黄汉雄副教授有鉴于此,结合我国吹塑制品生产的现实,参考了大量近期国内、外文献资料,编写了这本《塑料吹塑技术》专著,全面介绍了塑料吹塑技术原理及其应用。这是一件大好事,也是一项“大工程”。我乐意推荐这本专著,并希望定期增补新的技术内容,以不断推动我国塑料吹塑技术的进步。

陈文汉

1994 年 11 月 25 日

于北京

前 言

作为起源于本世纪 30 年代初的塑料吹塑,历经多个阶段而得到迅速发展,目前已成为世界上仅次于挤出成型与注射成型的第三大塑料成型方法,更是发展最快的一种塑料成型方法。与其它成型方法(如注射成型)相比,吹塑的设备造价较低,适应性较强,可成型性能较高、形状复杂的制品。主要的一类吹塑制品是容器,用于包装食品、饮料、化学品、药品与化妆品等;另一类愈来愈多得到采用的吹塑制品是工业制件,如汽车配件(燃油箱、保险杠、仪表板)、家电配件与办公设施配件等。吹塑的工业制件具有高度的整体性,综合性能好,附加值较高,成本较低,可代替塑料的注射成型制件、热成型制件与结构发泡制件及金属制件。今后,塑料吹塑仍存在很大的发展潜力与机会。

近期我国出版了不少有关塑料注射与挤出成型的书籍,而论述塑料吹塑的书籍则很少见,这促使作者编著本书。作者的目的是把本书编著成国内系统、全面论述吹塑技术的第一本专著,着重为从事塑料吹塑机械的研究、设计、开发、制造与操作的技术与管理人员提供大量实用性强的技术,尤其是一些新技术,又为今后我国从事塑料吹塑机理的研究奠定基础。

塑料吹塑的整个过程包括这些步骤:①设计制品;②选择原料;③选择或设计吹塑设备;④操作吹塑设备。为此,本书着重围绕这 4 点,分成 3 篇,从制品种类/用途/设计、流变学问题、设备结构/设计/操作、吹塑用聚合物及其结构与吹塑/制品性能之间的关系、各种聚合物吹塑的原料配方/成型机械设计要点/成型

工艺等对吹塑技术进行论述。涉及的吹塑方法主要有挤出吹塑、注射吹塑、拉伸吹塑与多层吹塑等；涉及的设备有挤出机、型坯机头/模具、吹塑模具、辅助装置与控制系统等；涉及的聚合物有HDPE、LDPE、LLDPE、PP、PVC、PETP、多种工程塑料(如PC、PA)与热塑性弹性体、PAN及PS等。本书还针对吹塑的发展趋势，较大篇幅地论述了工业制件、高阻渗性容器与耐热性容器等的吹塑技术。

在本书的编写过程中，作者得到陈文瑛先生的热情关心和支持，他审阅了书稿的部分章节，还亲自撰写“序”向同行推荐本书。彭玉成教授与吴舜英教授也分别审阅了书稿的部分章节。在此，我表示衷心的感谢和深深的敬意。

本书涉及面广，如有不妥之处，诚望读者提出宝贵意见。

黄汉雄

1994年10月·广州

内 容 提 要

本书系统地介绍了吹塑技术原理及其应用。

全书共分十九章。第一章着重介绍了吹塑技术的发展及其前景。其余十八章分别介绍了吹塑制品的用途和设计、吹塑的过程、吹塑设备及操作、各种聚合物的吹塑。本书在理论方面力求简明扼要,并反应了生产单位的实践经验,还参阅了大量的国外文献,对应用方面用大量插图作了较详细的说明。

本书可供从事塑料行业有关生产、加工和应用部门的工程技术人员使用。也可作为从事本专业的研究与教学的院校师生参考。

目 录

第一章 吹塑及其发展历程与前景	1
第一节 吹塑的发展历程	1
一、起始时期(1930~1944 年)	1
二、LDPE 时期(1945~1956 年)	2
三、HDPE 初期(1957~1964 年)	3
四、HDPE 后期(1965~1970 年)	5
五、PETP 时期(1971~1978 年)	6
六、工业制件时期(1979~1989 年)	7
第二节 各种吹塑方法概述	9
一、挤出吹塑	10
二、注射吹塑	13
三、拉伸吹塑	15
四、共挤出吹塑	18
五、发泡吹塑	20
第三节 90 年代吹塑的发展前景	22

第一篇 吹塑制品的用途与设计

第二章 吹塑制品的种类与用途	25
第一节 容器	25
一、各种物品的包装容器	25
二、大容积储桶/储罐	27
三、可折叠容器	28
第二节 工业制件	29
一、汽车配件	29
二、办公设施配件	37

三、家用电器配件	37
四、建筑/家具用件	37
五、运动/文件器械配件	38
六、医用配件	38
七、箱体制件	39
八、其他工业制件	40
第三章 吹塑制品的设计	41
第一节 吹塑制品设计概述	41
第二节 包装容器的设计	44
一、形状	44
二、颈部	45
三、把手	46
四、底部	48
五、纵向强度	49
六、刚度	51
七、热灌装能力	51
八、耐瘪陷能力	52

第二篇 吹塑的过程、设备与操作

第四章 吹塑中的流变学	53
第一节 型坯的膨胀与垂伸	53
一、型坯膨胀的定义及其研究方法	54
二、型坯膨胀的测量方法	55
三、型坯膨胀与时间的相关性	56
四、机头结构对型坯膨胀的影响	57
五、型坯膨胀与聚合物性能之间的关系	61
六、挤出条件对型坯膨胀的影响	63
七、型坯膨胀与毛细管挤出物膨胀之间的关系	65
八、型坯的垂伸	65

第二节 型坯的熔体破裂与褶皱	67
一、熔体破裂	67
二、型坯的褶皱	69
第三节 多层型坯的共挤出成型	69
第四节 熔体的拉伸流动及型坯的吹胀与拉伸	72
第五章 挤出吹塑	75
第一节 挤出吹塑的全过程	75
一、连续挤出吹塑	76
二、间歇挤出吹塑	78
第二节 挤出机	85
一、挤出机性能的评价指标	85
二、普通螺杆	87
三、分离型螺杆	95
四、混炼型螺杆	102
五、行星挤出机	118
六、开槽进料挤出机	120
第三节 型坯机头	132
一、中心入料式机头	133
二、侧向入料式机头	135
三、储料式机头	138
四、机头口模与芯棒的设计	140
五、型坯(制品)壁厚的调节	143
第四节 型坯的吹胀	148
一、压缩空气的注入	148
二、吹胀气压与进气孔径	150
第五节 吹塑模具	153
一、模具结构与特点	153
二、模具材料	154
三、模具型腔	157
四、模具底部嵌块	160

五、模具颈部嵌块	164
六、模具排气	168
七、模具内制品壁厚的自动测量	176
八、模具制造与装配	177
九、模具 CAD/CAM/CAE 简介	179
十、典型模具结构	181
第六节 挤出吹塑制品的冷却	182
一、吹塑模具冷却的分析	184
二、吹塑制品的冷却方法	190
第七节 合模装置	207
第八节 挤出吹塑制品的脱模、修整与后加工	209
第九节 挤出吹塑机械的操作与保养	211
一、开机与停机	211
二、操作参数	211
三、机械保养	214
第十节 挤出吹塑的反常现象及其排除方法	216
第六章 注射吹塑	223
第一节 注射吹塑的全过程	223
第二节 注射吹塑机械	228
一、注射系统	228
二、型坯模具	231
三、吹塑模具	239
四、模架	242
五、脱模装置	244
第三节 注射吹塑机械的操作	244
第四节 注射吹塑的反常现象及其排除方法	245
第七章 多层吹塑	247
第一节 共挤出吹塑的目的	247
第二节 共挤出吹塑制品复合结构的组成	250
第三节 共挤出吹塑采用的聚合物	252

一、基层聚合物	252
二、功能层聚合物	253
三、粘合层聚合物	259
第四节 共挤出吹塑容器的复合结构设计	260
第五节 各种用途的共挤出吹塑容器及其复合结构	263
一、食品与饮料包装容器	263
二、药品与化妆品包装瓶	264
三、化学剂包装容器	264
第六节 共挤出吹塑机械	267
一、挤出系统	269
二、共挤出型坯机头	274
三、吹塑模具	286
第七节 共挤出吹塑机械的操作	287
第八节 共挤出吹塑制品的厚度测量	290
第九节 共注射吹塑	291
第十节 提高吹塑容器阻渗性能的其他方法	296
一、聚合物共混法(层状掺混技术)	296
二、聚乙烯容器内表层的化学改性	301
三、容器表面涂覆	308
四、共聚合	310
五、聚合物形态的改变	311
第八章 拉伸吹塑	313
第一节 拉伸吹塑采用的聚合物	313
第二节 拉伸吹塑方法的分类	314
第三节 拉伸吹塑的机械与过程	315
一、挤出拉伸吹塑	315
二、注射拉伸吹塑	323
三、其他拉伸吹塑方法	337
第四节 拉伸吹塑的拉伸参数	339
一、取向温度	340

二、拉伸比	341
三、拉伸应变速率与冷却速率	342
四、取向程度的估计	342
第五节 注射拉伸吹塑的反常现象及其排除方法	342
第九章 其他吹塑方法	344
一、蘸料吹塑	344
二、Pressblowing 吹塑	347
三、Culus 吹塑	349
四、注射压缩吹塑	350
五、旋转注射吹塑	351
六、Co-Pak 吹塑	353
第十章 工业制件的吹塑	356
第一节 吹塑工业制件的特点	356
第二节 工业制件吹塑采用的聚合物	359
第三节 工业制件吹塑对设备与成型工艺的基本要求	363
一、挤出机	363
二、型坯机头	363
三、型坯的预吹胀与吹胀	365
四、吹塑模具与合模装置	365
五、制件的冷却与修整	368
六、控制系统	369
七、其他	370
第四节 获得 A 级表面吹塑制件的方法	371
第五节 工业制件吹塑的各种方法	373
一、弯曲吹塑法	373
二、顺序共挤出吹塑法	382
三、挤压拉伸吹塑法	386
四、移动块吹塑法	391
五、多分模面吹塑法	394
第六节 典型工业制件的吹塑	396

一、汽车燃油箱	396
二、汽车仪表板	404
三、汽车保险杆	405
第十一章 吹塑的辅助设备	406
一、原料干燥系统	406
二、压缩空气的致冷干燥系统	413
三、模具去湿设备	415
第十二章 吹塑中的控制	418
第一节 吹塑中各种控制概述	418
第二节 型坯壁厚的程序控制	418
一、轴向壁厚的控制	418
二、周向壁厚的控制	421
第三节 型坯长度的控制	423
第四节 制品质量的控制	426
第五节 吹塑中的 CIM	427

第三篇 各种聚合物的吹塑

第十三章 吹塑用聚合物及其结构与性能	429
第一节 吹塑采用的聚合物	429
一、种类	429
二、性能概述	434
第二节 聚合物结构与吹塑及其制品性能之间的关系	440
一、分子量	440
二、分子柔性	445
三、结晶	447
四、取向	453
第三节 添加剂	457
第四节 吹塑对聚合物的要求	460
一、各种吹塑方法对聚合物的特殊要求	460

二、吹塑制品使用性能对聚合物的要求	461
第十四章 聚烯烃的吹塑	463
第一节 聚烯烃吹塑的树脂性能与制品用途	463
一、聚乙烯	463
二、聚丙烯	468
三、乙烯-乙酸乙烯共聚物	472
第二节 聚烯烃吹塑的机械与工艺条件	472
一、聚烯烃的挤出吹塑	472
二、云母增强 HDPE 的挤出吹塑	477
三、滑石粉增强 PP 的挤出吹塑	478
四、PP 的挤出发泡吹塑	479
五、PP 的拉伸吹塑	480
第三节 高密度聚乙烯大桶的吹塑	483
一、L 环大桶的吹塑	483
二、整体式大桶的吹塑	486
三、多层大桶(容器)的吹塑	488
第十五章 聚氯乙烯的吹塑	489
第一节 聚氯乙烯吹塑的树脂性能与制品用途	489
第二节 吹塑级聚氯乙烯的种类	490
第三节 吹塑级聚氯乙烯混合料的添加剂与配方	492
一、添加剂	492
二、配方	494
第四节 聚氯乙烯吹塑用挤出机	496
一、单螺杆挤出机	497
二、双螺杆挤出机	498
三、行星挤出机	499
第五节 聚氯乙烯吹塑用型坯机头与模具	500
第六节 聚氯乙烯的拉伸吹塑	501
一、拉伸吹塑聚氯乙烯瓶的优点与用途	501
二、聚氯乙烯拉伸吹塑的方法与工艺条件	503

第七节 聚氯乙烯的注射吹塑	505
第十六章 热塑性聚酯的吹塑	506
第一节 PETP 瓶的问世与用途	506
第二节 PETP 的特性与干燥	507
第三节 PETP 的注射拉伸吹塑	510
一、拉伸吹塑 PETP 瓶的性能	510
二、型坯的注塑	513
三、型坯的再加热	519
四、型坯的温度调节	523
五、型坯的拉伸吹塑	525
第四节 特种 PETP 瓶的注射拉伸吹塑	529
一、高阻渗性 PETP 瓶的成型	529
二、耐热性 PETP 瓶的成型	536
三、广口 PETP 瓶的成型	544
四、带把手 PETP 瓶的成型	545
第五节 PETP 的注射吹塑	545
第六节 PETP 的挤出吹塑	546
第七节 PETG 共聚聚酯的吹塑	547
第八节 PETP 瓶与型坯的储存	548
第九节 PETP 与 PVC 的吹塑与瓶子用途比较	550
一、吹塑	550
二、瓶子性能与用途	550
第十七章 工程热塑性塑料的吹塑	552
第一节 工程塑料拓宽了吹塑制品的应用领域	552
第二节 工程塑料的特性	553
第三节 工程塑料挤出吹塑的机械与工艺条件	554
一、原料干燥	555
二、挤出机	556
三、型坯机头	558
四、熔体温度	561

五、型坯的预处理与吹胀	562
六、吹塑模具	564
七、合模装置	566
八、废料回收	566
九、吹塑机械的操作及成型反常现象的排除方法	567
第四节 各种工程塑料的吹塑	569
一、聚碳酸酯	569
二、聚酰胺(PA)	578
三、ABS	584
四、聚苯醚合金	587
五、聚砜	590
六、聚甲醛	590
七、其他工程塑料	591
第十八章 热塑性弹性体的吹塑	592
第一节 热塑性弹性体的特性及其吹塑制品的用途	592
第二节 热塑性弹性体的吹塑方法	594
第三节 各种热塑性弹性体的吹塑	597
一、聚酯类	597
二、聚烯烃类	599
三、聚氨酯类	601
四、苯乙烯类	602
五、弹性体合金类	603
第十九章 其他聚合物的吹塑	605
第一节 聚丙烯腈	605
一、树脂性能与吹塑容器用途	605
二、吹塑的机械与工艺条件	606
第二节 离子交联聚合物	609
第三节 聚苯乙烯	611
第四节 K-树脂	612
参考文献	614
本书涉及的缩略语	623