

● 塑料机械使用与维修丛书

塑料中空成型设备 使用与维修手册

吴梦旦 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



塑料机械使用与维修丛书

塑料中空成型设备使用 与维修手册

吴梦旦 编著

机械工业出版社

本书包括六章和两个附录。第1章为概述,主要介绍吹塑中空成型设备及制品的发展过程及吹塑中空成型机的分类。第2章至第4章分别介绍挤出吹塑中空成型机、注射吹塑中空成型机和注射拉伸吹塑中空成型机,这三章是本书的重点,对设备的原理、结构、参数、模具、控制、安装调试和维护保养等方面均作了详细叙述。第5章介绍了特殊中空制品的成型设备。第6章介绍了典型中空制品。

本书用较多的篇幅介绍吹塑中空成型机的使用及维修实例,方便工程技术人员和技术管理、维修人员解决生产中的具体问题。

本书适于从事吹塑中空成型设备、成型工艺和制品开发、技术管理、操作维修和保养的技术人员,以及塑料机械专业的大中专师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

塑料中空成型设备使用与维修手册/吴梦旦编著. —北京:机械工业出版社, 2006.10

(塑料机械使用与维修丛书)

ISBN 7-111-20055-1

I. 塑… II. 吴… III. ①塑料成型加工设备—使用—技术手册
②塑料成型加工设备—维修—技术手册 IV. TQ320.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 123955 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:赵晓峰 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:鞠 杨 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·9.875 印张·383 千字

0 001—4 000 册

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线电话 (010) 88379781

封面无防伪标均为盗版

序

经过 20 多年的高速发展,我国目前不仅是世界上最大的塑料机械生产国、使用国,同时也是世界上塑料机械的重要出口国和进口国。全面地了解设备、正确地使用设备、准确地判断故障以及快速低成本低地修复设备是取得设备效益最大化的重要途径之一。由机械工业出版社组织编写并出版的“塑料机械使用与维修丛书”,内容涵盖了塑料注射、挤出(含混炼)、中空和压延等成型技术和设备,这些正是我国塑料机械制造和使用的主导产品。参加编写的人员分别为我国长期从事塑料机械专业教学、研究、制造和应用的资深专家、学者。希望这套丛书的出版发行,可以为我国塑料工业的进一步发展以及在由生产大国走向强国的历程中发挥重要的积极作用。

在知识经济时代,塑料工业和其他行业一样,科技进步的速度加快,塑料原材料日新月异,其成型技术与设备高新技术含量在迅速提高。在塑料机械制造技术上,有的专家认为 20 世纪中期后更新换代周期为 10 年左右,到了 20 世纪末至现在已缩短为 5 年左右。丛书的出版适应了目前技术经济高速发展的需要。

丛书的各位作者在写作上突出强调了从制品看设备这一思路。从塑料工程意义上讲,塑料工业包括塑料原料、配方、加工工艺和加工设备(含机器和模具)。塑料机械同其他机械的最根本区别、塑料机械制造和使用中最大的难点在于其加工的塑料原料,根据制品的要求其组成是可设计的,原料变化使成型工艺条件随之不同。同时,生产同一类制品有可能由于不同的设备或其组成而采用不同的工艺路线。生产合格的制品是核心,原料、配方、工艺与设备为之服务。从制品、原料、配方和工艺阐述设备的使用与维修的思路是科学的,是符合辩证唯物论认识论的。这一思路也是实现我国塑料机械制造业成为自主创新行业的惟一正确的思路。

由于丛书作者分别来自教学、研究、制造和应用等不同性质的单位,各分册对成型理论、塑料机械制造及其使用维修的阐述在篇幅上有所差别,但总体上是系统和完整的,包括了最新的塑料成型理论,最先进的加工设备和



正确地使用与维修设备的知识及方法。丛书不仅适用于塑料机械使用维修人员，同时对于从事塑料机械教学、研究和制造的技术人员来说也将从中受益。

丛书的作者北京塑料集团公司的吴念总工程师、大连冰山橡塑股份有限公司刘梦华总经理、杭州机电设计研究院吴梦旦副总工程师等已经从原岗位上退下来，但依然不辞辛苦，将自己长期积累的知识、经验奉献给大家；北京化工大学的杨卫民教授、大连冰山橡塑股份有限公司的杨宥人副总工程师都是单位的在职骨干，在百忙中出色地完成了各自所负责部分的编写任务。借此机会，向丛书各位作者的辛勤劳动和无私奉献表示敬意。

中国轻工业机械总公司

许政仓

前 言

塑料加工设备按工艺流程可划分为塑料加工准备设备、塑料成型加工设备、塑料二次加工设备、塑料加工辅助设备和废旧塑料回收设备。塑料成型加工设备是塑料加工设备的重点，而塑料中空成型设备是塑料成型加工设备中重要的组成部分，也是包装行业成型容器类制品的关键设备。

本书以作者长期从事塑料机械产品的设计、开发和大量的生产实践中的亲身体会，结合从事产品设计、研究及维修和制品工艺改进提高的技术人员的经验编写。因此，整个编写过程自始至终按“交钥匙”的方式，叙述了挤出吹塑中空成型机、注射吹塑中空成型机、注射拉伸吹塑中空成型机和挤出拉伸吹塑中空成型机等吹塑中空成型机的使用与维修技术。

通过阅读本书，设备设计、维修和从事塑料中空制品工艺及模具设计的相关人员能够开阔视野，获得解决问题的办法和思路；研发人员能够了解欧洲顶级吹塑中空成型产品的发展趋势。希望本书的出版，可以为在“十一五”期间的重点——产品创新，在行业中起到抛砖引玉的作用。

本书包括六章和两个附录。第1章概述，主要介绍吹塑中空成型设备及制品的发展过程及吹塑中空成型机的分类，使读者对中空成型设备有一个宏观的了解。

第2章介绍挤出吹塑中空成型机，第3章介绍注射吹塑中空成型机，第4章介绍注射拉伸吹塑中空成型机。由于挤出拉伸吹塑中空成型机在生产实践中用得很少，故在第4章中只作简单介绍，这三章是本书的重点，从设备的原理、结构、参数、模具、控制到安装调试、维护保养，有侧重地作了详细叙述。

结合中空制品的复杂性和多样性，本书的第5章介绍了特殊中空制品的成型设备，第6章介绍了典型中空制品，帮助读者了解工艺参数的制定和选用。

文中用较多的篇幅介绍吹塑中空成型使用及维修实例，方便工程技术人员和技术管理、维修人员解决生产过程中的具体问题。



考虑到塑料机械与制品原料隶属不同学科门类,为了方便读者掌握,本书增加了两个附录。附录 A 中专门介绍吹塑中空成型中常用塑料种类和性能,且力争使所介绍的内容与吹塑成型贴近。在附录 B 中主要介绍国外吹塑中空成型设备的发展方向,为本专业的产品开发、创新提供一条思路。

因此,本书适合从事吹塑中空成型设备、工艺、制品开发的工程技术人员,从事技术管理、操作维修和保养的技术人员,塑料机械专业的大中专学生和从事塑料中空制品成型的相关人员使用。

在本书的编写过程中,江苏维达机械有限公司、张家港同大机械有限公司、黄岩科达塑料模具机械有限公司、宁波千普制造机械有限公司、汕头金明塑胶机械有限公司、宁波华泰机械有限公司等企业给予了大力支持,并提供了相应资料。在此谨对上述企业及参考文献中相关著作的各位作者表示衷心感谢。

参加本书编写工作的还有高学飞、李勇、朱建新、庞均天、朱大韶、罗宝树、邢世和、李子琴等中高级技术人员。

由于塑料中空成型设备使用与维修涉及内容繁多,编写时间又紧,特别是实地调研还不够,加上编者水平有限,本书尚有不尽完善和不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第 1 章 概述	1
1.1 简史	1
1.2 用途	2
1.3 分类	5
第 2 章 挤出吹塑中空成型机	6
2.1 工作原理	6
2.2 组成与作用	7
2.2.1 挤出机	8
2.2.2 机头	10
2.2.3 合模装置	15
2.2.4 吹气装置	17
2.2.5 控制系统	17
2.3 多层挤出吹塑（共挤吹塑）	29
2.4 不对称挤出吹塑	33
2.5 参数的确定与选用	35
2.5.1 挤出机参数	35
2.5.2 合模部分	38
2.5.3 机头参数	39
2.5.4 工艺参数	42
2.6 模具	45
2.6.1 模具选用基础	47
2.6.2 瓶类模具的结构	54
2.6.3 中型容器模具的结构	57
2.6.4 四分型模具的结构	58
2.6.5 分型面为曲面的模具	59
2.6.6 大型模具的结构	62
2.6.7 吹塑模的辅助机构	64
2.7 自动控制	68
2.7.1 型坯壁厚控制	69
2.7.2 型坯长度控制	71
2.7.3 型坯壁厚监测机构	72



2.7.4 24点型坯壁厚控制器介绍	72
2.8 安装调试	74
2.8.1 安装	74
2.8.2 调试	75
2.9 操作与维护保养	75
2.9.1 操作	76
2.9.2 维护保养	77
2.9.3 定期检修	80
2.10 常见故障及排除方法	82
2.11 型谱与发展趋向	91
2.11.1 型谱	91
2.11.2 发展趋向	94
2.11.3 “吹灌封三合一”组合型机器	95
第3章 注射吹塑中空成型机	105
3.1 工作原理	105
3.2 组成与作用	106
3.2.1 注射装置	108
3.2.2 立式挤出注射装置	112
3.2.3 合模装置	113
3.2.4 吹塑成型部分	116
3.2.5 脱模装置	116
3.2.6 回转工作台	116
3.2.7 模具系统	117
3.2.8 辅助装置	119
3.2.9 电气控制系统	120
3.3 参数的确定与选用	124
3.3.1 注射装置参数	124
3.3.2 合模装置参数	127
3.3.3 选型要点	129
3.4 安装调试	129
3.4.1 安装	129
3.4.2 调试	130
3.5 操作与维护保养	131
3.5.1 操作	131
3.5.2 维护保养	135
3.6 常见故障及排除方法	146
3.6.1 设备故障及排除方法	146
3.6.2 型坯、制品缺陷及解决方法	149

3.6.3 液压元件常见故障及排除	153
3.7 型谱及发展趋向	157
3.7.1 型谱	157
3.7.2 发展趋向	161
第4章 注射拉伸吹塑中空成型机	162
4.1 工作原理	162
4.2 组成与作用	163
4.2.1 一步法注射拉伸吹塑成型机	164
4.2.2 二步法注射拉伸吹塑成型机	165
4.3 参数的确定与选用	167
4.3.1 拉伸吹塑部分参数	167
4.3.2 设备选型要点	169
4.4 成型工艺要求	170
4.4.1 熔体温度	170
4.4.2 热流道系统	170
4.4.3 型坯模具及其冷却	170
4.4.4 型坯设计	170
4.4.5 型坯的再加热	171
4.4.6 型坯的温度调节	172
4.4.7 型坯的拉伸吹塑	172
4.4.8 型坯的定位	172
4.4.9 耐热 PET 瓶工艺	174
4.5 安装保养	175
4.5.1 安装	175
4.5.2 保养	175
4.6 常见故障及排除方法	175
4.7 型谱及发展趋向	180
4.7.1 型谱	180
4.7.2 发展趋向	186
4.8 挤出拉伸吹塑中空成型机	191
4.8.1 分类及工艺过程	191
4.8.2 常用成型材料的温度变化曲线	194
4.8.3 挤出拉伸吹塑中空成型机的维护	195
4.8.4 挤出拉伸吹塑成型设备生产情况	195
第5章 中空制品的其他成型设备	197
5.1 大型容器的滚塑成型	197
5.1.1 概述	197
5.1.2 滚塑成型工艺特点	197



5.1.3 滚塑成型所用模具	198
5.1.4 滚塑成型机	199
5.1.5 滚塑成型工艺的控制	199
5.1.6 基本结构及主要参数	200
5.1.7 设备选用要点	204
5.1.8 辅助与配套设施	207
5.1.9 滚塑成型制品异常及解决方法	208
5.1.10 发展趋向	209
5.2 气体辅助注射成型复杂中空件	209
5.2.1 概述	210
5.2.2 成型原理	210
5.2.3 成型方法	211
5.2.4 成型设备的组成	214
5.2.5 注塑件的型式	214
5.2.6 翘曲与零件结构	216
5.2.7 缺陷排除	216
5.2.8 气体辅助共注射成型	217
5.2.9 液体辅助注射成型	224
第6章 典型中空制品	226
6.1 灌装啤酒用塑料(PET)瓶成型	226
6.1.1 原材料与特性	226
6.1.2 成型工艺	227
6.1.3 PET瓶灌装啤酒存在的问题及解决办法	228
6.1.4 PET拉伸吹塑成型制品(瓶)缺陷、产生原因及对策	229
6.2 灌装纯净水用塑料桶成型	234
6.2.1 原材料	234
6.2.2 成型设备	234
6.2.3 成型工艺	235
6.2.4 制品质量指标	236
6.2.5 成型中的不正常现象、产生原因及解决方法	236
6.3 汽车塑料燃油箱成型	237
6.3.1 概述	237
6.3.2 多层塑料共挤燃油箱结构与功能简述	239
6.3.3 多层燃油箱生产设备及相关技术	240
6.4 常用各种PE桶成型	245
6.4.1 原材料	245
6.4.2 PE桶的成型	245
6.4.3 HDPE桶成型不良的原因及其对策	246

6.5 PVC透明瓶成型	249
6.5.1 原辅材料及配方	249
6.5.2 成型工艺	250
6.5.3 制品缺陷、产生原因及解决方法	251
6.6 双层壁衣物箱成型	252
6.6.1 主要原料	253
6.6.2 工艺流程	253
6.6.3 成型工艺	253
6.6.4 主要设备及特点	253
6.6.5 聚丙烯吹塑成型中常见的不良现象	253
附录	255
附录 A 中空制品常用塑料	255
A1 聚乙烯 (PE)	255
A2 聚丙烯 (PP)	259
A3 聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)	265
A4 聚碳酸酯 (PC)	270
A5 尼龙 PA (以 PA6 为主)	273
附录 B 国外吹塑中空成型机发展趋向	277
B1 挤出吹塑中空成型机	277
B2 注射吹塑中空成型机	279
B3 注射拉伸吹塑中空成型机	280
B4 最新的灌装技术	281
B5 参考型谱	284
参考文献	303

第 1 章 概 述

吹塑中空成型机是各种中空制品的主要成型设备。其成型工艺是将处于粘弹性状态的挤出或注射获得的塑料型坯置于各种各样的模具中，并通入一定压力（通常为 $0.2 \sim 1\text{MPa}$ ，个别达到 2MPa ）的压缩空气（食品类容器必须用无油或净化后的压缩空气），将型坯吹胀，使之紧贴于模腔壁上，经冷却定型，脱模后得到与模腔外形完全一致的塑料中空制品。

1.1 简史

自从人类在地球上生存以来，人们就开始为存放粮食、水等必需品探求理想的容器。古代的陶瓷器、木制桶、斛，以及大量的玻璃吹制品都是早期的中空容器，是吹塑技术的雏形。

经过漫长的发展历史以后，于 1851 年出现天然高分子树脂（马来胶）吹制成型资料记载。在 1880 年出现的赛璐珞吹塑成型的记载，介绍了其成型过程是将预成型的赛璐珞管放在金属模具内加热软化吹胀而成。1910 年至 1925 年间人们用这种吹胀成型的方法，把赛璐珞制成各种玩具。这种成型属于典型的粗放型吹塑成型。

现代吹塑成型始于 1935 年，由 Enoch Fergern 和 William Koptike 一起开发了吹塑制品加工工艺方法，并于 1936 年将这一方法转让给 Hartford Empire 公司，随后成立了 PIAX 开发公司。

与此同时第一台专用吹塑中空成型机于 1936 年诞生。在第二次世界大战中的 1942 年，英国 ICI 公司研制成功了高压法合成聚乙烯的机械设备，并生产出了低密度聚乙烯（LDPE），这使得吹塑成型技术作为工业加工方法被广泛地普及。1955 年高密度聚乙烯（HDPE）开始生产并获得应用，使吹塑成型工艺得到了很快发展。随着新型树脂的不断出现，带动了吹塑成型工艺和相关吹塑成型设备的发展。表 1-1 所示为国外中空成型技术及设备的发展。

到 20 世纪 70~80 年代，塑料吹塑中空成型设备在技术上已发展到相当高的水平，从挤出成型到注射成型，从单层到多层，从单模到多模，从对称到不对称……已经形成了一个完整的加工体系。目前，塑料吹塑中空成型设备的自动化程度越来越高，从开环发展到闭环，小时产量从几百个发展到几万个，制品从普通的日常生活用品发展到电子、汽车等行业……



表 1-1 中空成型技术及设备发展

年份	内 容	区 域
1851	马来胶中空成型	欧、美
1879	螺杆式连续挤出机	欧、美
1880	赛璐珞的中空成型	欧、美
1936	塑料中空成型机	欧、美
1937	中空成型开发公司 PIAX 公司成立	欧、美
1938	塑料挤出中空成型法	欧、美
1942	ICI 公司高压聚乙烯设备	欧、美
1943	注射中空成型法	欧、美
1949	引进高压聚乙烯中空成型设备	日本
1950	回转式中空成型机	欧、美
1953	罗伯特科伦坡多层机头	欧、美
1955	高密度聚乙烯的生产	欧、美
1957	高密度聚乙烯中空瓶制造	美国
1958	硬质聚氯乙烯中空瓶制造	欧、美
1960	聚乙烯中空瓶制造	日本
1962	聚苯乙烯中空瓶制造	英国
	聚氯乙烯中空瓶制造	日本
1967	高抗冲聚苯乙烯中空瓶制造	日本
1968	聚偏二氯乙烯拉伸中空瓶制造	日本
1969	聚丙烯腈拉伸中空瓶制造	欧、美
	聚丙烯拉伸中空瓶制造	欧、美
1970	聚氯乙烯拉伸中空瓶制造	欧、美
1972	多层中空瓶制造	日本
1974	聚对苯二甲酸乙二醇酯拉伸中空瓶试制	欧、美
1977	聚对苯二甲酸乙二醇酯拉伸中空瓶制造	欧、美
1978	聚对苯二甲酸乙二醇酯拉伸中空瓶制造	日本
1982	多层中空瓶制造	欧、美

我国吹塑中空成型机的开发起步比较晚，始于 20 世纪六七十年代。经过近 40 年的发展，典型的吹塑成型技术和相关的成型设备，如挤出吹塑、注射吹塑、拉伸吹塑、多层吹塑等中空成型机，均已系列化，并向高速化、自动化方向发展。型坯厚度数字自动控制、自动加热及模内贴标、机上修边和自动检漏，以及满足制品多样化、高功能化、高阻隔性等方面均得到了很大的发展，并正在努力缩短与世界先进水平的吹塑中空成型设备的差距。

1.2 用途

塑料中空制品在国民经济各个领域用途极广，主要用于食品、饮料、化工、农药、医药、化妆品等的包装。进入 20 世纪 80 年代中期，吹塑技术有了很



大的进展,其制品扩大到汽车工业用零、部件,如保险杠、汽油箱、燃料油罐等。

中空吹塑制品已跃居为继挤出、注射成型制品之后,处于第三位的塑料制品。据估计,目前世界上中空制品的生产已占整个塑料制品产量的15%~20%。以中空容器为例:目前生产的中空容器的最小容量为1mL,最大容量已达到10000L,其中以5mL~3000L的中空容器居多。

由于单一材质的塑料中空制品不能满足商品对包装容器功能的需要,因而多层吹塑中空制品应运而生,如今多层中空制品可达2~9层,其中以2~5层用得比较普遍。

立体中空制品成型,是近年来发展起来的一种新型成型方法,图1-1所示为立体连接管的中空制品:主体是一个空间连接管,两端用软的材质,中间用硬的材质,这种连接管具有吸振、耐热、耐水蒸气等功能,且安装方便、灵活。通常立体连接管的内壁采用具有气密性和耐油性的塑料(如EVA、EVOH、PA6),中间是软质的烯烃弹性体,外层则是硬质烯烃弹性体。

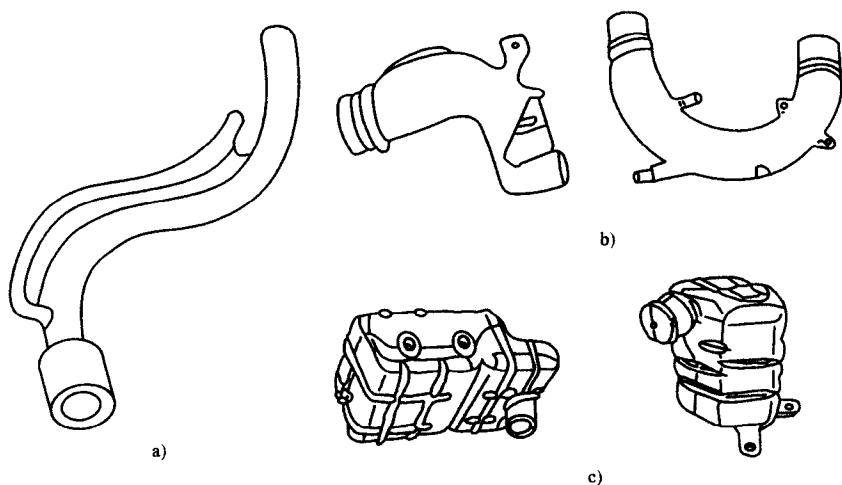


图 1-1 立体连接管

a) UHMW-HDPE 汽油加油管 b) 轿车发动机室内的管道 c) 汽车共鸣箱

20世纪90年代,令人瞩目的中空制品是中空夹层深拉伸制品。图1-2a所示为中空单层深拉伸制品。图1-2b所示为内是单层外是双层的深拉伸制品,其典型的例子是塑料手提箱。图1-2c所示为中空双层深拉伸制品。

近年来,量大面广的瓶类中空制品关键部位的质量有了提高,表现在:

- 1) 工业用瓶增多,瓶类的颈部、螺纹部分的强度提高。
- 2) 壁厚均匀,变形小,尺寸稳定。



3) 外壁光滑, 一次成型后无需再整飞边, 因而使用范围越来越广。

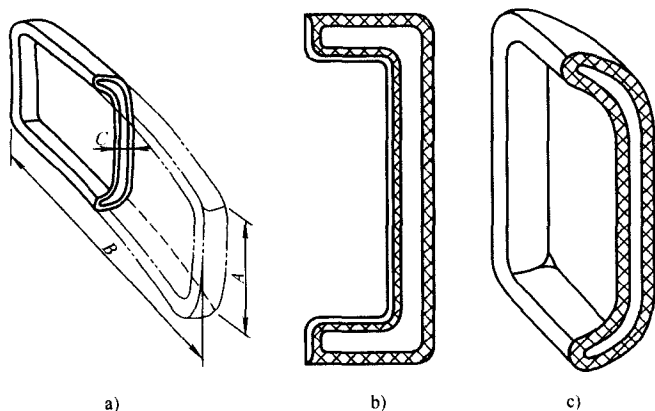


图 1-2 中空夹层深拉伸制品

a) 单层 b) 内是单层外是双层 c) 双层

除此之外, 吹塑中空成型制品与注射成型制品比较, 还有以下一些优点, 见表 1-2, 从而获得了快速发展。

表 1-2 吹塑中空成型制品与注射成型制品比较

类 别	名 称	吹塑中空制品	注射制品
原料	相对分子质量	↑	↓
	熔融指数	↑	↓
成型条件	压力	↓	↑
	温度	↓	↑
制品质量	应力集中	↓	↑
	翘曲	↓	↑
	比强度	↑	↓
	成型面积	↑	↓
	精度	↓	↑
	表面光泽	↓	↑
模具	制造费用	↓	↑
	生产周期	↓	↑
制品应用范围	精度	功能性制品	精密制品
	制品尺寸	大型、厚壁制品	小型、薄壁制品
	制品壁	中空夹层制品	实心制品
	制品颈	细颈制品	粗颈制品



1.3 分类

吹塑中空成型机的分类如图 1-3 ~ 图 1-6 所示。

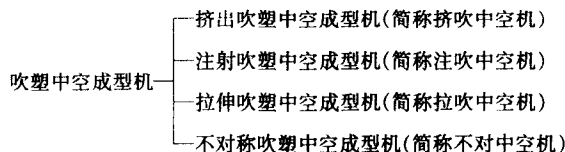


图 1-3 吹塑中空成型机的分类

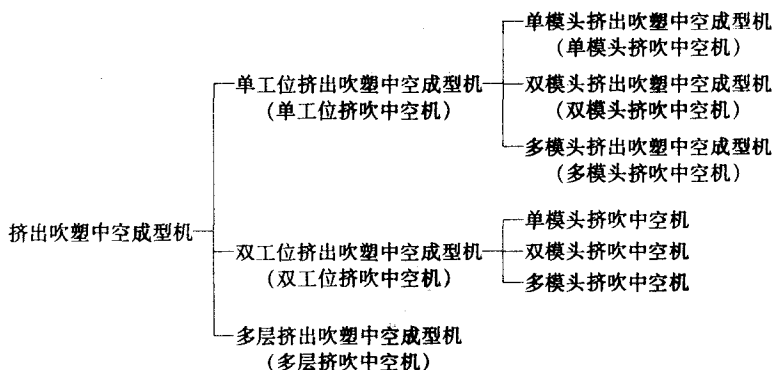


图 1-4 挤出吹塑中空成型机的分类

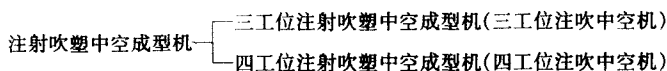


图 1-5 注射吹塑中空成型机的分类

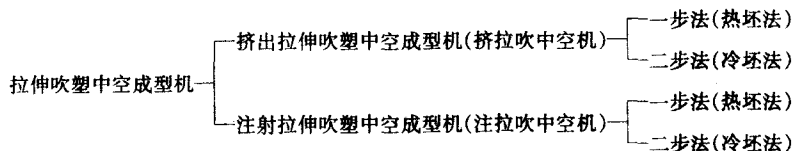


图 1-6 拉伸吹塑中空成型机的分类