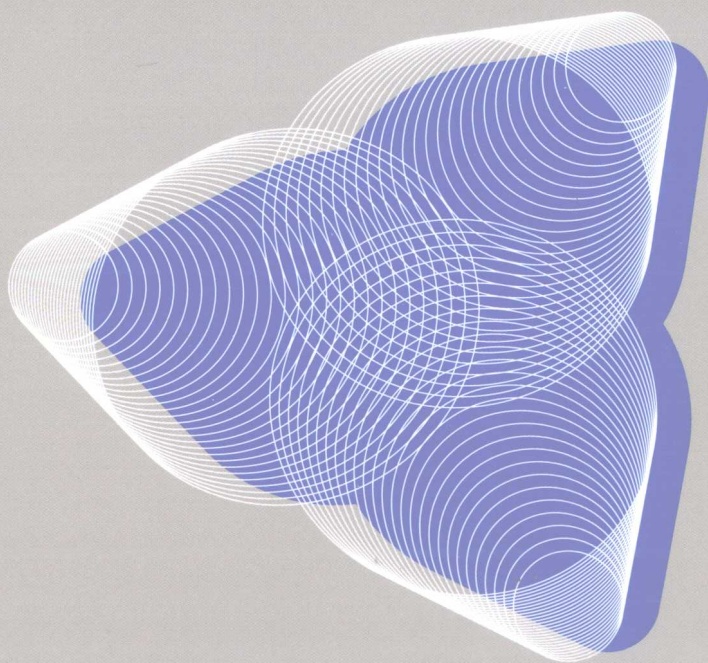


PLASTIC

塑料吹塑成型

入门

张玉龙 齐贵亮 主编

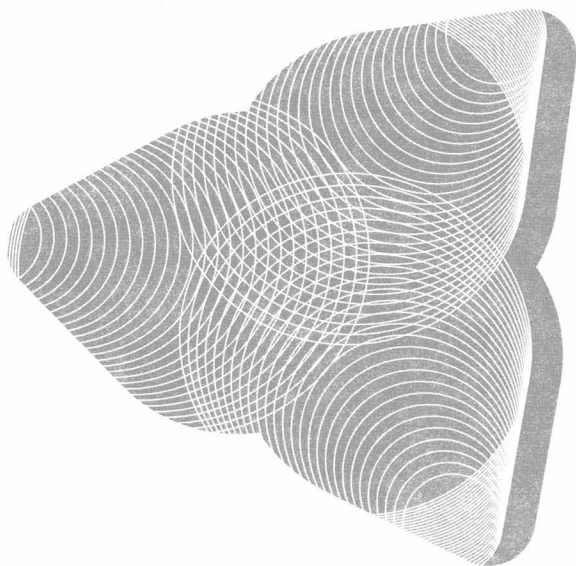


化学工业出版社

塑料吹塑成型

入门

张玉龙 齐贵亮 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书重点介绍了挤出吹塑成型、拉伸吹塑成型、注射吹塑成型和多层共挤出吹塑成型的主要设备、模具、成型工艺、设备的操作规程、生产注意事项以及常见问题、产生原因及解决办法的内容,并对薄膜、瓶、桶、油箱等制品的吹塑工艺做了详细介绍。本书实用性和可操作性强,内容翔实、图文并茂,可作为塑料加工的初学者和技术工人的良好教材,也是从事塑料加工、产品设计、管理等人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料吹塑成型入门/张玉龙,齐贵亮主编. —北京:化学工业出版社,2009.5
ISBN 978-7-122-04658-1
I. 塑… II. ①张…②齐… III. 吹塑-塑料成型
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 007984 号

责任编辑:白艳云 李 胤

责任校对:凌亚男

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张8 $\frac{3}{4}$ 字数234千字 2009年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

编写人员

主 编：张玉龙 齐贵亮

副主编：王喜梅 孙晓明 李 萍 张丽娜 颜祥平

编 委：王喜梅 石 磊 齐贵亮 孙晓明 孙 梅

陈 瑞 李 萍 张广玉 张玉龙 张丽娜

宫 洁 夏 敏 柴 娟 曾泉雁 颜祥平

前 言

塑料吹塑成型工艺技术是制备塑料薄膜制品和中空制品最重要的成型技术。其技术含量较高、产品类型和款式繁多，应用范围较广泛，其制品已应用于国民经济建设、国防建设及人们日常生活中，已成为国计民生中不可或缺的重要加工技术之一。近几年来，随着高新技术在塑料吹塑加工中的应用，为这一塑料成型技术注入了新的活力，呈现出蓬勃发展的势头。

为了普及塑料吹塑成型技术的基础知识，宣传并推广近年来研究与应用成果，我们组织编写了《塑料吹塑成型入门》一书，重点介绍了挤出吹塑成型、拉伸吹塑成型、注射吹塑成型和多层共挤吹塑成型的主要设备、模具、成型工艺、影响因素与控制、吹塑设备的操作规程、设备维护保养、安全生产注意事项及常见问题、产生原因及排除方法等内容，且对薄膜、瓶、桶、油箱等制品的吹塑成型按照选材、主要设备与模具、成型工艺的格式，按材料逐一做了详细介绍，并列举了大量的实例。本书是塑料材料研究、产品设计、制造加工、管理、销售和教学人员参考之书，也是初学者和技术工人良好的教材。

本书编写中突出实用性、先进性和可操作性，理论叙述从简，实际操作内容从详，用实例和实用数据说明问题，通俗易懂，可读性强，且内容翔实，数据准确，图文并茂。若本书的出版发行能对我国塑料工业发展与技术普及起到积极作用，作者将感到无比欣慰。

由于水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

作者

2009.1

目 录

第 1 章 挤出吹塑成型	1
1.1 挤出吹塑设备	1
1.1.1 挤出吹塑成型机	1
1.1.2 螺杆	3
1.1.3 型坯机头	4
1.2 吹塑模具	10
1.2.1 吹塑模具的结构特点	10
1.2.2 模具的工作特点	10
1.3 挤出吹塑成型工艺	11
1.3.1 成型工艺过程	11
1.3.2 工艺条件与控制	12
1.3.3 影响因素分析	20
1.3.4 挤出吹塑机的操作	22
1.3.5 安全生产注意事项	24
1.3.6 常见缺陷、产生原因及解决措施	25
第 2 章 拉伸吹塑成型	29
2.1 拉伸吹塑成型的分类	29
2.2 挤出拉伸吹塑	29
2.2.1 挤拉吹工艺过程	29
2.2.2 挤拉吹成型设备	31
2.2.3 挤拉吹工艺条件	32
2.3 注射拉伸吹塑	35
2.3.1 注拉吹工艺过程	35
2.3.2 注拉吹成型设备	38

2.4 拉伸吹塑的操作规程	41
2.4.1 开车操作	41
2.4.2 停车操作	43
2.4.3 设备的维护保养	44
2.4.4 安全生产注意事项	44
2.4.5 常见缺陷的产生原因及解决措施	45
第3章 注射吹塑成型	47
3.1 注射吹塑成型设备	47
3.1.1 注射系统	47
3.1.2 吹塑系统	48
3.1.3 注射吹塑机的技术参数	49
3.2 注射吹塑成型模具	49
3.3 注射吹塑成型工艺	50
3.3.1 注射吹塑基本过程	50
3.3.2 注射吹塑成型工艺条件	53
3.3.3 注射吹塑影响因素分析	56
3.3.4 注射吹塑操作规程	59
3.3.5 安全生产注意事项	60
3.3.6 注射吹塑的常见故障与排除方法	61
第4章 多层共挤吹塑成型	68
4.1 简介	68
4.1.1 多层塑料制品的特点	68
4.1.2 多层制品的层数及复合结构	68
4.1.3 各种用途的共挤出吹塑容器及复合结构	70
4.2 共挤出吹塑设备	73
4.2.1 挤出系统	73
4.2.2 共挤吹塑机的技术参数	75
4.2.3 共挤出机头	77

4.3 多层制品的生产工艺	82
4.3.1 工艺条件与控制	82
4.3.2 共挤吹塑操作规程	85
4.3.3 设备的维护保养	85
4.3.4 共挤出吹塑故障及排除方法	85
第5章 塑料薄膜吹塑成型	87
5.1 聚乙烯薄膜的吹塑成型	87
5.1.1 简介	87
5.1.2 普通聚乙烯薄膜吹塑成型	92
5.1.3 超薄聚乙烯薄膜的吹塑成型	95
5.1.4 聚乙烯大棚膜的吹塑成型	97
5.1.5 聚乙烯地面覆盖膜的吹塑成型	99
5.1.6 聚乙烯高光效薄膜的吹塑成型	100
5.1.7 食品包装用薄膜的吹塑成型	101
5.1.8 重包装用薄膜的吹塑成型	103
5.1.9 热收缩包装薄膜的吹塑成型	104
5.1.10 调味品包装用复合薄膜的吹塑成型	105
5.1.11 防滑薄膜的吹塑成型	106
5.1.12 拟纸膜的吹塑成型	108
5.1.13 管膜法单向拉伸 HDPE 扭结膜成型	109
5.1.14 HDPE/EVA 复合薄膜共挤出吹塑成型	110
5.2 聚丙烯薄膜的吹塑成型	114
5.2.1 简介	114
5.2.2 聚丙烯包装薄膜的吹塑成型	120
5.3 聚氯乙烯薄膜吹塑成型	122
5.3.1 软聚氯乙烯吹塑薄膜的吹塑成型	122
5.3.2 硬聚氯乙烯透明包装薄膜的吹塑成型	124
5.3.3 聚氯乙烯保鲜膜的吹塑成型	125
5.4 乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜吹塑成型	128

5.4.1	乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜的吹塑成型	128
5.4.2	乙烯-醋酸乙烯共聚物多功能三层复合棚膜的吹塑 成型	130
5.5	尼龙薄膜的吹塑成型	133
第 6 章	塑料瓶的中空吹塑成型	135
6.1	聚乙烯药瓶的注射吹塑成型	135
6.2	聚丙烯瓶的吹塑成型	139
6.2.1	聚丙烯瓶的挤出吹塑成型	139
6.2.2	聚丙烯瓶的拉伸吹塑成型	143
6.3	聚氯乙烯瓶的吹塑成型	148
6.3.1	硬聚氯乙烯瓶的挤出吹塑成型	148
6.3.2	聚氯乙烯瓶的拉伸吹塑成型	157
6.3.3	聚氯乙烯废旧瓶及边角料回收技术	160
6.4	高抗冲聚苯乙烯 65mL 饮料瓶的注射吹塑成型	162
6.5	聚酰胺 6 瓶的挤出吹塑成型	163
6.6	聚碳酸酯瓶的吹塑成型	165
6.6.1	聚碳酸酯纯净水瓶的挤出吹塑成型	165
6.6.2	聚碳酸酯奶瓶注射-拉伸-吹塑成型	169
6.7	聚对苯二甲酸乙二醇酯瓶的吹塑成型	171
6.7.1	冷灌装聚酯瓶的生产	171
6.7.2	热灌装 PET 瓶的生产	183
6.7.3	PET 瓶注射吹塑设备	186
6.7.4	改性 PET 医用瓶的挤出吹塑成型	199
6.7.5	PET 瓶的回收技术	201
第 7 章	塑料桶的吹塑成型	205
7.1	聚乙烯桶的吹塑成型	205
7.1.1	简介	205
7.1.2	200L 聚乙烯全塑闭口大桶吹塑成型	212

7.1.3	200L 聚乙烯双 L 环包装大桶的吹塑成型	218
7.1.4	聚乙烯浓硝酸专用桶吹塑成型	222
7.1.5	LLDPE 软质折叠桶的吹塑成型	224
7.2	聚碳酸酯饮用水桶的吹塑成型	229
7.3	塑料桶成型技术发展	231
第 8 章	其他塑料中空制品的吹塑成型	233
8.1	塑料油箱的吹塑成型	233
8.1.1	简介	233
8.1.2	多层油箱的吹塑成型	236
8.2	塑料管材的吹塑成型	240
8.2.1	聚烯烃类热塑性弹性体波纹套管的吹塑成型	240
8.2.2	聚酯类热塑性弹性体进气管的吹塑成型	242
8.2.3	聚四氟乙烯热收缩管的吹塑成型	243
8.2.4	塑料双壁波纹管的吹塑成型	248
8.3	塑料托盘的吹塑成型	252
8.3.1	大型塑料托盘的吹塑成型	252
8.3.2	超大型中空吹塑托盘的吹塑成型	255
8.4	聚碳酸酯圆筒 (33g, $\phi 54\text{mm} \times 150\text{mm}$) 的吹塑成型	258
8.5	汽车配件 (扰流板) 的吹塑成型	259
8.6	渔用浮标的吹塑成型	260
8.7	LDPE 球的吹塑成型	265
8.8	聚乙烯痰盂的吹塑成型	266
8.9	三层复合容器的吹塑成型	267
参考文献		269

第 1 章

挤出吹塑成型

1.1 挤出吹塑设备

1.1.1 挤出吹塑成型机

(1) 设备组成 由于挤出吹塑可采用不同的成型方式完成其工艺步骤,因而实现这些成型方式的模具、机头、设备(包括辅助设备)的不同组合,就形成了不同型号、不同适用范围、不同技术水平的挤出吹塑成型机组。

图 1-1 所示为挤出吹塑成型机的组成。它一般包括型坯切断装

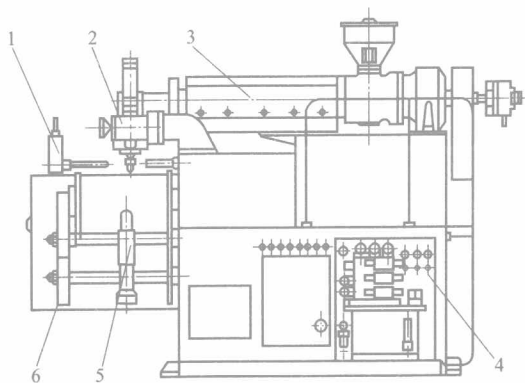


图 1-1 挤出吹塑成型机

1—型坯切断装置; 2—直角机头; 3—挤出机; 4—电气控制装置;
5—吹气装置; 6—锁模装置(模夹具)

1.1

挤出吹塑设备

置、直角机头、挤出机、电气控制装置、吹气装置、锁模装置（模夹具）、模具等。为实现制品生产的低成本、高质量、高效率，用户还可根据制品生产要求，选择必需的辅助设备，如混料机、上料机、色母料计量加料机、模温自控机、机械手（制品自动取出装置）、型坯壁厚测量（自动打点）装置、制品刮口或修整装置、制品检测装置、粉碎机及回料造粒机、表面印刷机等。

（2）挤出吹塑机的技术参数 典型挤出吹塑机的技术参数见表 1-1。

表 1-1 典型挤出吹塑机的技术参数

项 目	HFB65 系列	HFB75 系列
制品的最大容量/L	7.5	20
生产能力(空循环)/(个/h)	600	500
挤出机螺杆直径/mm	65	75
螺杆长径比(L/D)	22	22
挤出机塑化能力/(kg/h)	65	100
挤出机加热区段数/个	3	3
机头加热区段数/个	3	2
挤出口最大直径/mm	100	150
双模头机型模头中心距/mm	150	190
模具最大尺寸(宽×高)/mm	330×410;200×1500	540×650
模具厚度范围/mm	100~260	150~350
模板最大间距/mm	550	700
锁模力/kN	90	160
空气压缩机功率/kW	2.2	2.2
挤出机最大驱动功率/kW	23.4	25
最大加热功率/kW	9.3	16

（3）特点 挤出吹塑机具有如下特点。

- ① 所有控制元件经美国 UL、CSA 检验合格，采用了专利液压回路与液压伺服机构，电气系统采用 OMRON 可变程序控制。
- ② 能全自动高速运转，具有自动排瓶功能。
- ③ 使用 PVC 时，可随开随关，免用清机料。
- ④ 若操作设定有误或出现随机误差，机器具有自我诊断或补偿功能。

⑤ 若超载运行或违反操作规程运行，出现故障时，机器具有报警功能。

⑥ 具有自动切除瓶口、拉底，去除飞边功能。

⑦ 配有旋转切刀装置，对广口瓶可进行直接自动刮口；配选各种储料缸，可进行快速成型型坯。

⑧ 控制元件配置 LED 显示屏幕，具有故障自我诊断及代码显示功能；配置 MOOG 型多点壁厚控制装置；机头的设计采用先进先出方式，可消除合缝线的残留应力。

1.1.2 螺杆

最常用的螺杆有普通型、分离型和混炼型三种，其结构与特点如下。

(1) 普通型螺杆 普通螺杆在结构上可分为三段，即加料段、渐变段和计量段。三段间相互独立而不重叠，其特点为长径比 (L/D) 为 $(20\sim30)/1$ ；加料段长度为 $(4\sim8)D$ ，计量段长度为 $(6\sim10)D$ 。其作用是对原料进行固体输送、熔融、熔体输送、排气和混炼。

(2) 分离型螺杆 分离型螺杆结构与普通螺杆结构大体相同，其不同之处是用分离段代替了渐变段。其中分离段的长度是螺杆直径的 $5\sim15$ 倍。分离段中，在螺槽内设有屏障棱（又称次螺棱），这种次螺棱与机筒壁面间隙大于主螺棱间隙。在设计时，以使熔体可顺利通过次螺棱，而又可防止大尺寸固体颗粒越过次螺棱为宜。采用这一次螺棱可有效地把塑料熔体与固体分开，形成两相邻螺槽，沿着螺槽方向塑料固体槽截面逐步变小，而熔体槽截面逐步变大，达到分离段末端，固体槽变消失，熔体槽便占了整个螺槽。

其作用是把塑料固体与熔体分开后，有利于使固体床稳定，降低或消除固体床的破坏程度；并能使塑料熔体完全或绝大多数通过次槽棱。这样就使塑料熔体受到更为匀称和较为强烈的剪切作用，使塑料熔体流变性更佳。

(3) 混炼型螺杆 塑料在加工过程的混炼可分为分布型混炼和分散型混炼。分布型混炼是指不会使流体呈现屈服应力，只是增加

各组分间空间分布，是组分的尺寸不发生变化的混炼。分散型混炼是可使熔体呈现屈服应力的混炼过程，可使料团或凝胶类物质被粉碎到一临界尺寸，并使其分布到混炼物中去。在塑料加工过程中，分散型混炼过程总会伴有分布型混炼作用，但分布型混炼过程中几乎不会伴有分散型混炼作用。

对混炼型螺杆的基本要求为：设计尽可能为流线型，无死角；螺棱运行能触擦到机筒壁面，不得采用切向槽；易于拆装，易于操作与清理；制造方便价格低廉。

分布型混炼段主要有：螺棱裂口型混炼段、变深螺槽型混炼段、空穴转换型混炼段、销钉型混炼段等。

分散型混炼段有：沟槽型混炼段和横向屏障槽棱型混炼段等。

1.1.3 型坯机头

形成型坯的主要装置，它包括滤板及滤网组件、连接头、型芯组件、加热器等。根据不同的机头结构，型芯组件可包括模套、模芯、分流梭、储料腔、型坯厚度调节及控制装置。

型坯机头按结构形式分为如下几种。

① 水平机头。一种类似于塑料管材挤出的机头，适用于赛璐珞、聚氯乙烯等塑料，现已很少采用。

② 中心进料直角机头。它主要用于聚氯乙烯等热敏性塑料，也可用于聚烯烃塑料。

③ 侧向进料直角机头。

以上三类机头，常用于连续挤出吹塑成型。

④ 储料缸机头及可编程序控制的储料缸机头等。

(1) 中心进料直角机头 直角机头是型坯挤出方向与螺杆轴线垂直的一种机头结构形式，如图 1-2 所示。中心进料直角机头的主要特征，是机头内设置分流梭。分流梭一般由分流头（鱼雷头形状）、分流筋、芯棒等组成。

从挤出机挤出的熔体，经挤出机接头 2，从分流梭 4 顶端的中心位置进入机头；并按圆周分布经分流筋，分成若干股熔体，在芯棒 5 处重新汇合，挤出成型坯。

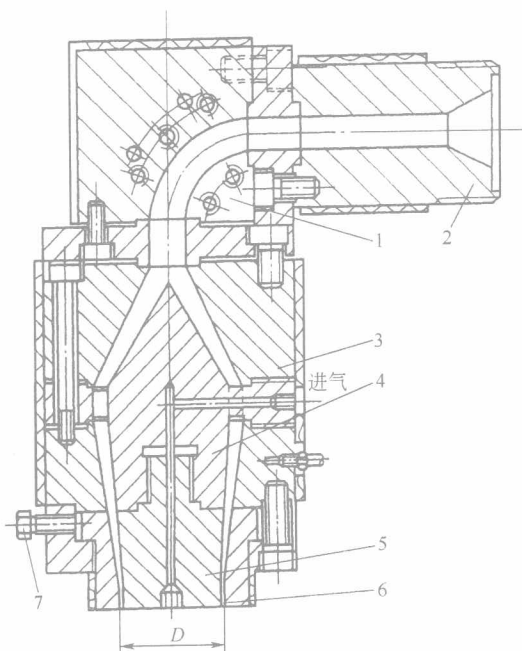


图 1-2 中心进料直角机头

- 1—直角连接体；2—挤出机接头；3—机头体；4—分流梭；
5—芯棒；6—模套；7—调节螺钉；D—口模直径

中心进料机头的熔体流道较短，其在机头内的停留时间几乎一致，熔体的流量更少，周向压力差较小；熔体的流速均匀；容易对挤出的型坯进行壁厚调节。因此，熔体在机头内的降解可能性也小，形成的型坯壁厚较均匀，较适合于 PVC 等热敏性塑料。

采用中心进料直角机头形成的型坯，容易出现一条或多条熔接线。在型坯的熔接线处，熔体的结合强度低，容易在吹胀时爆裂；或者使制品（特别是薄壁制品）在熔接线处的力学性能明显降低；还会使制品在转换颜色（特别是由深色向浅色转换）时，在型坯处长期出现深色熔接处，造成大量的不良制品。

产生型坯熔接线的原因有：①熔体经分流梭分流后，压力降低；②在分流筋表面，熔体承受了较大的剪切速率，其纵向分子取向

向也较大；③熔体受分流梭阻碍，使流动速度降低。

为改善型坯在熔接线上呈现的缺陷，通常采用的方法有：①增加熔体在芯棒汇合后的停留时间，例如，在分流梭开设“U”形流道；②提高机头的加热温度；③增加机头内的熔体压力；例如，设计分流筋相互错开的双环式分流梭，在芯棒处增加节流环，在芯棒处增加螺纹槽等。

(2) 侧向进料直角机头 这类直角机头，熔体由侧向进入机头芯棒，并从周向流动逐渐过渡到轴向流动。芯棒在熔体分流转向位置，可设计不同形状，如环形、心形、螺旋形等。

① 环形侧向进料直角机头。图 1-3 所示为环形侧向进料直角机头结构。机头芯棒在熔体入口部位，开设环形槽使进入机头的熔体成环形流入芯棒。环形槽的流动截面积较大，熔体的流动阻力小，熔体可以快速地沿环形槽周向流动，并在入料口相对的另一个侧汇合，轴向挤出成型坯。这种机头结构简单，制造方便，流道长度较短，型坯只有一条熔体汇合线。但是，由于熔体在环形槽成环向流动，造成熔体入口处压力高，熔体汇合处压力低，易使型坯出

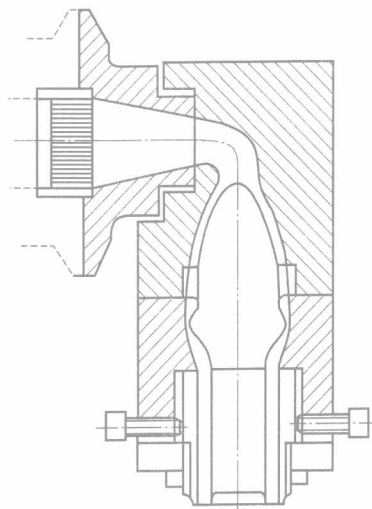


图 1-3 环形侧向进料直角机头

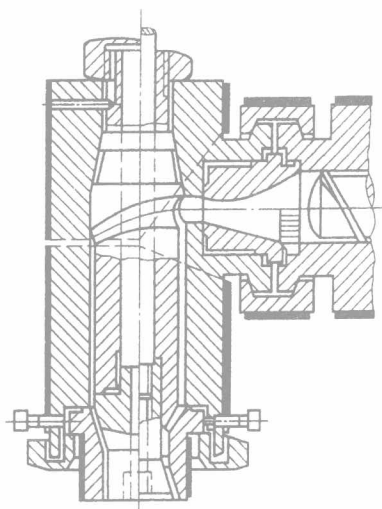


图 1-4 心形侧向进料直角机头

现周向波动,而影响型坯壁厚的均匀性和稳定性。它主要适用于中小容量的聚烯烃吹塑制品。

② 心形侧向进料直角机头。图 1-4 所示为心形侧向进料直角机头结构。机头芯棒在熔体入口部位,设计成心形。进入机头的熔体被分成二段,在周向流动的同时,进行轴向流动,最后汇成一条熔体汇合线,挤出成型坯。

心形机头的入口处,虽然熔体压力最高,但熔体至型坯出口处的流道也最长;熔体汇合处的熔体压力虽然低,而流道也短。这样,就可以通过流道长度,来补偿熔体周向压力的差异,使挤出的型坯壁厚趋于均匀。此外,这种形式的机头,流道设计成流线型,熔体的流动通畅,流速高,残存熔体量少,容易拆下清理。这类机头适用于聚烯烃塑料,也可用于聚氯乙烯等塑料的成型;它可成型纵向带双色条纹的型坯,或带透明嵌条的双色型坯;它还适用于需经常更换型坯颜色及材质的吹塑制品。

机头芯棒有多种心形形状的设计,也可有两个熔体入口处。

③ 螺旋形侧向进料直角机头。机头芯棒的入口处,还可设计成螺旋形,它类似于吹塑薄膜所普遍采用的螺旋形机头,如图 1-5 所示。

熔体从螺旋形芯棒的中心孔进入机头,再从中心孔周向的一个或多个孔,侧向流入单头或多头螺旋流道。这时,大部分熔体沿螺旋流道流动,少部分熔体沿轴向漏流。最后,流体沿芯棒成轴向流动,挤出成型坯。芯棒螺旋流道的深度,从进料处向出料处渐浅,使熔体在流道内的压力损失,得以逐步补偿。改变螺旋流道的头数、流道长度、流道截面积,可调整熔体的压力降,改善型坯壁厚的周向均匀性。

螺旋形机头,结构紧凑,熔体流动的均匀性好,型坯无熔接线,熔体的压力损失少,型坯性能均一;但它的结构较复杂,制造费用较高,拆洗机头较费时间。主要用于聚烯烃塑料的吹塑成型。

(3) 带储料缸的直角机头 带储料缸的直角机头,也是中心进料式机头,适用于间歇挤出吹塑成型。图 1-6 所示为带储料缸直角机头结构。