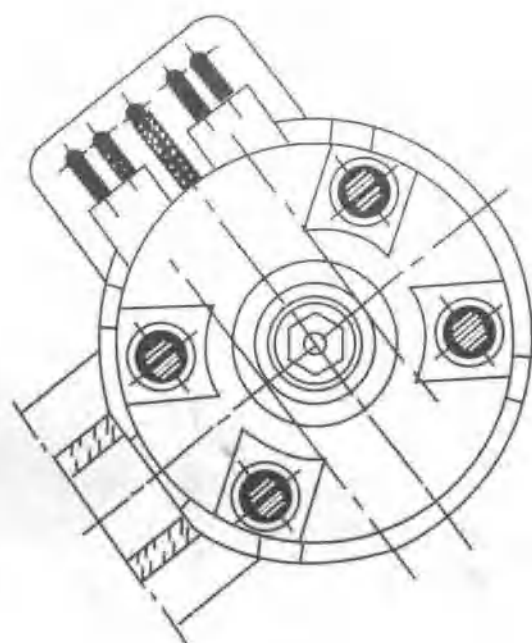


新型注塑模设计

贾润礼 李 宁 梁丽华 等编著



国防工业出版社

NATIONAL DEFENSE INDUSTRY PRESS

新型注塑模设计

贾润礼 李 宁 梁丽华 编著
王晓敏 魏丽乔

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

新型注塑模设计 / 贾润礼等编著. —北京: 国防工业出版社, 2006. 7

ISBN 7-118-04541-1

I. 新... II. 贾... III. 注塑-塑料模具-设计
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 052075 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 11 字数 249 千字

2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 23.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

随着近年来全世界范围内新材料技术的快速发展,塑料加工技术和塑料模具技术发展迅速,成为我国塑料加工业近年来连续、高速、稳定增长的重要基础,也为塑料相关领域如家电、汽车、包装等行业的发展起到了积极的促进作用。

多年来塑料注塑成型新技术发展的结果衍生出种类繁多、有别于普通热塑性注塑模的新型注塑模具。近年来,一些新型注塑模在我国的工业化应用发展迅速并快速普及,如热流道注塑模、精密注塑模、气辅注塑模、叠层注塑模、热固性注塑模等。结合我国新型注塑模发展特点和趋势,本书精选了国内外工业化应用热门的 21 类新型注塑模,进行了详细的介绍。

本书共 17 章,以热流道注塑模为重点内容。为便于工程应用,本书侧重介绍模具实例。限于篇幅,各类新型注塑模设计上与普通注塑模相同的地方省略,着重介绍各类新型注塑模所特有的设计要点。

本书第 1 章介绍了设计新型注塑模时必须注意的问题和设计要点;第 2 章至第 4 章介绍了热流道注塑模、绝热流道注塑模、热固性塑料注塑模这些涉及无流道注塑模设计的内容;以后各章分别介绍了气辅注塑模、注射压缩模具、叠层注塑模、低发泡注塑模、装配注塑模、双色注塑模、混色注塑模、熔芯注塑模、BMC 注塑模、高速注塑模、精密注塑模、动态注塑模、弹性体注塑模、复合注塑模、反应注塑模、磁场定向注塑模、逆流注塑模、多组分注塑模的设计要点。

本书由中北大学贾润礼主编,其中第 1、5 章内容由贾润礼编写,第 2、3、4 章内容由太原理工大学王晓敏编写,第 6、7、8、9 章内容由中北大学梁丽华编写,第 10、11、12、13、14 章内容由山西省化工产业技术中心李宁编写,第 15、16、17 章内容由太原理工大学魏丽乔编写。

本书主要根据文献资料,结合作者多年来教学科研的实践和理解进行编写,限于篇幅,书末只列出主要参考文献,未能将所有参考文献一一列出,在此对所有作者致以衷心的感谢,并祈请未能列出的作者特别是内部资料的作者谅解。

由于某些资料获取困难,加之作者水平和实际经验有限,缺点在所难免,敬请同行专家和读者批评指正。

编 者
2006. 7

目 录

第1章 新型注塑模设计要点	1	瓶盖模具	36
1.1 塑件分析	1	2.4.4 采用潜伏式浇口的热流道模具	37
1.2 塑料的成型性能	1	2.4.5 无加热喷嘴热流道模具 ...	38
1.3 注塑工艺路线和设备	2	2.4.6 使用外加热喷嘴的注塑模	39
1.4 模具类型	3	2.4.7 换向阀式热流道结构的注塑模	41
1.5 模具细部设计	3	2.4.8 外加热热流道系统注塑模	42
第2章 热流道注塑模设计	5	2.4.9 注塑机液压顶出加模具气动脱模的热流道模具	44
2.1 热流道模具类型	5	2.4.10 热流道与普道流道组合的带二级分流道的注塑模	46
2.1.1 热流道模适用的树脂	5	2.4.11 由普通流道两板模改装的间接加热探针的腔热流道模具	47
2.1.2 热流道模的优缺点	5	2.4.12 采用侧浇口间接加热热流道模具	49
2.1.3 设计需要考虑的主要问题	6	2.4.13 采用中心点浇口进料的镜片热流道模具	50
2.2 热流道板	6	2.4.14 间接加热喷嘴的热流道模具	51
2.2.1 加热方式	6	2.4.15 热平衡性好的间接加热喷嘴热流道模具	52
2.2.2 流道板的设计	7	2.5 阀式浇口注塑模	53
2.2.3 流道板结构形式与尺寸 ...	10	2.5.1 阀式浇口模简介	53
2.2.4 热流道直径与流道内滞留树脂的去除	14	2.5.2 模具结构形式	54
2.2.5 流道板的安装	14	2.5.3 阀式浇口设计要点	56
2.2.6 流道板的温度均匀性	15	2.5.4 阀式浇口模具实例	57
2.2.7 流道板的温度控制	15	第3章 绝热流道注塑模设计	61
2.3 喷嘴	16		
2.3.1 加热方式	16		
2.3.2 绝热方式	16		
2.3.3 喷嘴中心与浇口中心错位的纠正	22		
2.3.4 喷嘴绝热方式与加热方式的点浇口应用组合	23		
2.4 热流道注塑模实例	31		
2.4.1 大型制品注塑模具	31		
2.4.2 小型制品注塑模具	35		
2.4.3 脱螺纹装置在注射一侧的			

3.1 单型腔绝热流道注塑模	61	5.1.1 成型方法类型	77
3.2 多型腔绝热流道注塑模	62	5.1.2 工艺流程	78
3.2.1 主流道型浇口绝热流道 注塑模	62	5.1.3 优点	79
3.2.2 点浇口绝热流道注塑模 ...	62	5.1.4 气辅注塑进气喷嘴	80
第4章 热固性塑料注塑模设计	63	5.2 塑件设计原则	81
4.1 热固性塑料注射成型工艺 要素	63	5.3 气体通过喷嘴的气辅注塑浇口 与浇道设计	81
4.2 注塑模设计要点	64	5.4 气体通过流道和模腔两种 方式的浇注系统设计及 模具结构	83
4.2.1 模具材料	64	5.5 塑件内气辅注塑注气销设计 ...	84
4.2.2 模腔设计	64	5.5.1 注气销的位置	84
4.2.3 浇注系统	65	5.5.2 注气销的安装	85
4.2.4 模具的排气	66	5.6 副腔成型法气辅注塑模具	87
4.2.5 侧抽芯与顶出	66	5.7 外气法气辅注塑模具	89
4.3 温流道注塑模	66	第6章 注射压缩模具	90
4.3.1 温流道注塑模结构形式 ...	66	6.1 注射压缩工艺与模具结构	90
4.3.2 温流道注塑模设计要点 ...	67	6.1.1 工艺概述	90
4.4 热固性注塑模实例	68	6.1.2 模具结构	91
4.4.1 采用环形浇口的热固性 球形柄注塑模	68	6.2 模具结构实例	91
4.4.2 热固性塑料薄壁外壳 多腔模	70	6.2.1 由蝶簧和楔阀控制压缩 间隙的机械式注射 压缩模	91
4.4.3 采用宽薄片状进料口结构 的大型直角式模具	71	6.2.2 利用蜗轮蜗杆系统控制 压缩间隙的液压式注射 压缩模	92
4.4.4 采用旋转型芯内螺旋槽 脱模结构的热固性 注塑模	71	6.2.3 温流道注射压缩模	92
4.4.5 料滑块抽芯的热固性塑料 注塑模	72	6.2.4 具有压制模特征的双腔温 流道注射压缩模	93
4.4.6 大滑块侧向分型与内侧 抽芯的热固性塑料 注塑模	73	6.2.5 由碟簧控制压缩间隙的 注射压缩模	95
4.4.7 采用二级脱模机构的 注塑模	73	第7章 叠层注塑模设计	96
4.4.8 拼合型腔与塑件同时脱出 的注塑模	74	7.1 叠层式注塑模结构形式	96
4.4.9 带嵌件的多腔注塑模	74	7.2 模具实例	97
第5章 气辅注塑模设计	77	7.2.1 装配塑件叠层式注塑模 ...	97
5.1 气辅注塑成型概述	77	7.2.2 杯形塑件叠层式注塑模 ...	97
		7.2.3 线圈骨架模具	98
		7.2.4 带内外侧抽芯机构的热流 道叠层模	98

7.2.5 带铰链外壳类塑件热流道 叠层模	99	11.2 模具设计要点	124
7.2.6 薄壁透明盒类塑件热流道 叠层模	100	11.2.1 浇口数量与位置	124
7.2.7 大面积扁平塑件热流道 叠层模	104	11.2.2 型芯的固定	124
7.2.8 大面积扁平透明塑件热流道 叠层模	104	11.2.3 型芯变形分析	125
7.2.9 斜导柱侧向分型的多腔热流道 叠层模	107	11.2.4 传热分析	126
第8章 低发泡注塑模设计	109	11.2.5 塑件材料、型芯材料、加工 温度的选择与匹配	126
8.1 低发泡注塑工艺特点	109	第12章 BMC注塑模设计	128
8.2 模具设计要点	110	12.1 模具结构特点及要求	128
8.2.1 模具的整体结构	110	12.2 型腔数的确定	128
8.2.2 浇注系统的设计	110	12.3 分型面设计	129
8.2.3 排气槽的设计	112	12.4 型腔布置	129
8.2.4 顶出机构的设计	112	12.5 浇注系统的设计	130
8.2.5 冷却系统的设计	112	12.5.1 流道的设计	130
8.2.6 脱模斜度的设计	113	12.5.2 浇口的设计	130
8.2.7 收缩率	113	12.6 成型零件设计	132
8.3 模具实例	113	12.7 顶出机构	132
8.3.1 高压法注塑模	113	12.8 模具的排气	133
8.3.2 低压法注塑模	113	12.9 嵌件及其安装	134
8.3.3 平板状塑件低发泡模	114	12.10 BMC注塑模实例	135
第9章 装配注塑模	115	第13章 高速注塑模设计	136
9.1 成型工艺特点	115	13.1 高速注塑件设计原则	136
9.2 模具结构	115	13.2 模具设计	137
9.3 模具设计要点	116	13.2.1 模具的排气	137
9.4 模具实例	117	13.2.2 模具的冷却	138
9.4.1 在钢丝绳上连续成型输送 盘的双腔注塑模	117	13.2.3 顶出	141
9.4.2 帘圈滚轮多腔热流道注塑 装配模	118	13.2.4 模具表面	141
第10章 双色注塑模与混色 注塑模	120	13.2.5 模具的刚性	141
10.1 双色注塑模具结构	120	13.2.6 不同心度	142
10.2 混色注塑与模具要点	122	13.3 高速注塑模实例	142
第11章 熔芯注塑模设计	123	第14章 精密注塑模与动态 注塑模	143
11.1 工艺特点	123	14.1 精密注塑模具设计要点	143
		14.1.1 制品的收缩率	143
		14.1.2 零件加工精度和装配 精度	144
		14.1.3 模具的刚性	145
		14.1.4 多腔模的浇口平衡和模具 的冷却	146

14.1.5 塑件的脱模	146	16.1 塑件设计要点	155
14.2 精密注塑模实例	147	16.2 模具设计要点	157
14.2.1 小模数圆锥齿轮精密 注塑模	147	16.2.1 浇道和浇口	157
14.2.2 制品是仪表用小模数双 连齿轮	147	16.2.2 型腔内物料流动设计	158
14.3 动态注塑模结构	148	16.2.3 嵌件	159
第15章 弹性体注塑模与复合 注塑模	150	16.2.4 脱模	159
15.1 弹性体注塑模设计要点	150	16.2.5 冷却	160
15.2 弹性体注塑模实例	150	第17章 其他注塑模	161
15.2.1 橡胶缓冲垫温流道多腔 注射模	150	17.1 磁场定向注塑模	161
15.2.2 热塑性弹性体密封垫多 腔热流道模具	151	17.1.1 工艺原理	161
15.2.3 热塑性弹性体缓冲仪表 板热流道模	151	17.1.2 模具结构	161
15.3 复合注塑及其模具	153	17.2 逆流注塑模	162
第16章 反应注塑成型模具设计	155	17.2.1 工艺原理	162
		17.2.2 模具结构	163
		17.3 多组分注塑工艺与模具 结构	163
		17.3.1 模具回转成型	163
		17.3.2 浇道系统成型	165
		参考文献	167

第1章 新型注塑模设计要点

新型注塑模的一般设计程序与普通热塑性注塑模基本相同,所不同的是在设计之前要选择成型工艺方法、设备和模具类型,而这一过程正是新型注塑模设计的关键,其次才是模具的具体设计。通常,大多数注塑件能够采用本书所涉及的两种或多种注塑工艺方法和模具类型来注塑成型,但还应从材料性能、各种注塑工艺和相应模具特点及其所能成型制品的质量、经济性、制约条件等角度综合考虑,以得出最佳或相对较好的方案。

1.1 塑件分析

在任何情况下设计模具,是针对具体塑件设计相应的模具,因此首先遇到的问题是选择确定塑料品种和注塑工艺路线,最终确定模具类型。确定模具类型是一个复杂的综合过程,首先要从模具设计的最终目标——塑件要求成型合格制品来考虑,分析塑件的形状结构特征、壁厚、尺寸大小和尺寸精度、外观要求、质量和质量偏差要求、强度和刚性要求、装配要求、使用环境条件要求等因素,在此基础上依据塑料材料性能初步筛选出可以考虑采用的塑料品种、注塑工艺路线和相应的注塑机类型以及相应的模具类型。

1.2 塑料的成型性能

塑料的基本性能包括力学性能、热性能、电学性能、光学性能、耐老化性能、卫生性能、耐磨性、抗疲劳性、抗蠕变性等,但这里重点讨论与成型加工有关的性能。本书所涉及的模具可用于成型热塑性塑料、热塑性和热固性增强塑料、热固性塑料、弹性体(包括热塑性弹性体、橡塑共混动态硫化弹性体、橡胶),下面对直接影响模具设计的成型加工性能分别加以叙述。

(1) 收缩率。各类材料收缩率大小顺序为:弹性体 > 纤维增强或填料填充的弹性体 > 热塑性塑料 > 纤维增强或填料填充的热塑性塑料 > 热固性塑料 > 纤维增强或填料填充的热固性塑料。软质弹性体收缩率大于硬质弹性体,软质热塑性塑料收缩率通常大于硬质热塑性塑料。上述收缩率顺序是一般规律,可供参考。材料的收缩率在很大程度上决定了制品所能达到的精度,影响着模具浇注系统和成型零件设计,有时甚至决定了注塑工艺方法和模具类型,比如收缩率大的塑料不能用于精密注塑。

塑件的收缩率具有复杂性和多变性,因为影响收缩率的因素除配方和注塑工艺条件外,还与模具浇口设计(数量、位置、形状、尺寸)、塑件壁厚、型腔中的拐角、加强筋、嵌件、型芯结构尺寸有关。制品成型过程的收缩率通常由以下几部分决定:①熔体充满型腔后由熔体到固体阶段的熔体冷却收缩(对热塑性塑料)和固化相变收缩,这一部分收缩量较大,但由于保压过程补充了收缩量,所以模具设计不考虑这一部分收缩。②塑件固化后在

模内及模外冷却到室温的收缩,即由线胀系数决定的收缩,这一项比较简单,可以测出。
③由结晶(对结晶型聚合物)引起的收缩。④由取向引起的收缩。后两项变化无常,它们随注塑工艺条件、浇口形状、尺寸、数量和布置,模腔形状结构尺寸,冷却速度(对热塑性材料)或交联固化速度等因素而变化,设计时需要结合经验和试验确定。

(2) 流动性。在注塑充模时,热固性塑料和部分热塑性塑料流动性较好,弹性体和大多数热塑性塑料流动性中等或较差。物料的流动性对模具细节设计有诸多影响,浇注系统形式、浇口形状、尺寸、数量和布置,配合间隙,排气问题等设计都与流动性有关,冷却或加热系统、型腔形状与壁厚等因素又能影响物料的流动性,从而影响上述细节设计。流动性的好坏涉及到流动过程中在流动通道各处剪切梯度的大小,即影响到取向,进而影响收缩率的变化。设计时需要把握的重点:一是分析充模过程物料流动方向,二是流动性对模具设计细节的影响范围和影响程度。流动性好,则浇注系统阻力可以大一些,成型零件之间配合精度要高一些,排气问题需要特别考虑。流动性差,则要尽可能减小浇注系统阻力,对配合精度和排气要求不高,但冷却系统的设计需要注意,过度冷却会影响充模及熔结强度。

(3) 结晶性。结晶通常是对具有结晶性的热塑性塑料和弹性体(包括橡胶)而言。结晶问题主要影响制品的收缩率,不同材料有不同的收缩率,同一种材料的收缩率受配方、注塑工艺条件、模具温度和冷却速度、制品出模温度、制品脱模后的冷却环境和条件、制品冷却到室温后的存放时间影响而变化。与结晶相关的模具设计细节主要是冷却系统设计,即冷却要均匀有效,以确保塑件在完成大部分结晶后脱模,因为制品在模内冷却收缩是夹持冷却收缩,有利于尺寸稳定,而在模外冷却收缩是自由收缩,难以保证制品形状和尺寸的稳定,特别是一些塑料的后结晶现象明显,如聚乙烯塑件,在模外冷却到室温后的几天内仍会因缓慢结晶而收缩。

(4) 热敏性。热固性塑料、部分热塑性塑料、橡胶在注塑过程中对热有不同程度的敏感性,这里的热对模具设计而言有两方面的含义:剪切生热和长时间受热。剪切生热主要关系到浇注系统设计特别是浇口形状、尺寸、数量与浇口布置,比如使用点浇口时,浇口数量越多,剪切就越弱,剪切发热量就越小。受热时间的长短主要关系到浇道设计是否合理,是否能最大限度地减少树脂的滞留量和滞留时间。

(5) 热性能与固化特性。热塑性塑料和热塑性弹性体的熔点(或熔体流动温度)、结晶温度、热变形温度影响模具冷却系统的设计,热固性塑料和橡胶的固化特性影响模具加热系统的设计。此外,制品脱模时的软、硬、脆特性将直接影响模具脱模顶出系统的结构形式和尺寸的设计。

1.3 注塑工艺路线和设备

大多数注塑件可以采用一种以上的注塑成型方法来注塑成型。首先根据塑件的基本情况列出可以采用的注塑成型方法及相对应的注塑机,然后根据设备条件和塑件具体情况并结合经济性,进行反复评估,筛选出要采用的注塑方法和模具类型。例如,拟生产塑料球阀,需要设计模具,首先分析塑件特征:金属阀杆作为嵌件嵌在阀芯内,阀芯作为可转动型芯包在阀体内部,阀芯与阀杆材料不同。由塑件的基本特征可以很容易地列出可以

考虑采用的注塑成型方法:(1)由普通注塑机进行二次注塑,两套模具,第一次成型阀芯,第二次以阀芯为嵌件成型阀体,需要的设备是两台精密程度中等或更高的小型普通注塑机;(2)装配注塑成型,第一台装配注塑机成型阀芯,第二台装配注塑机成型阀体,实现最后装配;(3)双组分注塑成型,需要使用合模装置有可旋转部分的双组分注塑机。然后根据设备条件情况进一步筛选,如果没有装配注塑机和双组分注塑机,一般情况下采用两台普通注塑机进行二次注塑;如果塑料球阀批量大、效益好、市场前景好并且条件容许,可以购买双组分注塑机或装配注塑机。这里假定选择采用普通注塑机二次注塑工艺,因为塑料球阀规格通常较小,所以用普通小型注塑机即可,如果只有大中型注塑机,可以在模具结构设计时考虑一模多腔以有效利用设备。在本书模具实例中有一例,因模具需要较长的开模顶出制品的距离,而现有的注塑机开模距离和顶出距离不够,在不添置设备的情况下,采用了特殊的顶出方式:先利用注塑机液压顶出将塑件推出一定距离,然后靠模具的气动脱模装置将制品吹出,缩短了开模距离,从而有效地利用了现有的注塑机。总之,注塑工艺路线和设备的选择是一个综合分析和平衡的过程,具有相对的灵活性,需要根据具体情况仔细分析综合评价。

1.4 模具类型

在确定注塑工艺路线后,相应的模具大类型也就确定。每一类模具中又有若干类不同结构原理的模具,需要根据塑件原材料、形状结构、尺寸精度、制品批量以及设备情况进行细致的分析平衡,确定出适宜的模具结构类型。例如拟生产酚醛注塑件,设备有热固性注塑机,可以考虑采用的模具类型有普通热固性注塑模、温流道注塑模、热流道注塑模、绝热流道注塑模。如果塑件没有特殊要求且批量很小,则选择结构最简单、成本最低的普通热固性注塑模,就能完全满足要求,且经济性最好;如塑件有一定批量且塑件要求不高,则可采用温流道注塑模,温流道注塑模结构相对简单且对设备要求不高;如塑件批量大,则可考虑采用绝热流道注塑模或热流道注塑模。此外,还应结合各类模具特点及所能够成型出的塑件的质量和精度综合考虑。

1.5 模具细部设计

模具浇注系统设计、分型面确定、型腔数的确定和型腔布置、型芯型腔结构形式的确定、排气问题、冷却或加热设计、侧抽芯、脱模机构设计等模具细部设计的程序和基本考虑与普通热塑性或热固性注塑模有很多相似之处,设计时可以参照。但要注意,每一类注塑模都有其特殊之处体现在模具的某一或某几部分设计上,如热固性注塑模型芯型腔结构形式和排气要求、弹性体注塑模脱模方式、精密注塑模的配合精度及模具刚性要求和排气要求等,因此在设计时要深入研究各类注塑模的特点和特殊要求,根据塑件的具体情况将其特点准确体现在设计方案上,这样才能把握设计要点,保证设计成功。各类模具的细部设计在各章均有介绍,在此不予讨论。

鉴于各类新型注塑模的应用普及程度远不及普通热塑性注塑模,在一些具体模具设计问题上难免会遇到设计理论依据不足、参考经验不多的情况,此时要充分把握模具特征

和设计要点,优先保证设计成功,模具在试模过程甚至在使用一段时间后仍可修模或改动一些结构。本书在模具实例中收集了一些在实践中使用了一段时间,然后进行了结构改动甚至是二次结构改动的模具实例,供设计者参考。有一个多点浇口的热流道注塑模实例,设计者对浇口数量和位置确定没有把握,所以采用了保险设计,使用 H 形热流道板,这样最多可以有 5 个点浇口,然后在热流道歧管增设了开关阀,周边 4 个浇口可任意关闭,这样模具在使用中可以根据塑件的成型质量调节改变浇口数量和位置。该例在保险设计中采取的措施比较极端,一般不提倡,但在模具细节设计中保证模具设计成功、为修模留有余地的保险设计思路常常会有所体现。

第2章 热流道注塑模设计

2.1 热流道模具类型

为解决注塑成型的浇道凝料问题,降低塑件生产成本,人们开发了热流道注塑模,通过对浇注系统进行加热使浇道料始终处于熔融状态,有效地消除了塑件脱模后附带的浇道凝料。随后人们又开发了绝热流道注塑模和温流道注塑模,这三类注塑模统称无浇道凝料注塑模,简称无流道注塑模。

热流道注塑模多用于多腔注塑模和多点进料单腔模,热流道注塑模有多种类型,最简单的是用于单腔模的延伸式喷嘴注塑模,用于多腔膜的热流道注塑模形式有主流道喷嘴、接触式喷嘴、绝热喷嘴、针阀式喷嘴等。

2.1.1 热流道模适用的树脂

由于近年来热流道技术的进步,除熔点特别高的树脂如 PEEK、黏度很大的树脂如 PTFE 和 UHMWPE 外,其他几乎所有的热塑性塑料、热塑性弹性体、热固性塑料、橡胶都可以采用热流道模成型。然而基于树脂性能和热流道模特点,最适合热流道模成型的热塑性塑料是具有以下特征的树脂:

(1) 熔点低且熔体黏度对温度不敏感的树脂。此类树脂在低温下易流动的特性,有利于防止喷嘴中树脂冷却固化,由于树脂带入模具内的热量少,冷却迅速,从而可以缩短成型周期。喷嘴温度控制易于操作,可防止喷嘴中树脂的冷却固化且不流涎。

(2) 熔体黏度低且熔体黏度对压力敏感的树脂。此类树脂可以用低温喷嘴成型。有利于消除浇口周围的皱褶,减少喷嘴中树脂冷却固化的可能性,并且便于防止流涎。

(3) 热变形温度高的树脂。如热变形温度高,制品的温度即使很高也不产生变形,即能在较短的固化时间后进行顶出,有利于缩短成型周期。

热变形温度高的树脂固化迅速,注射到模具型腔内的树脂,提高了模具的温度。由于在较高的温度冷却固化,所以模具内的高温部位使制品产生皱纹、变形的倾向减少。

热变形温度高的树脂,不适合于薄壁、冷模具及流长比大的制品。流入模具内的熔体需要极高的压力才能充满型腔,这种情况下大分子容易产生单向取向,导致制品出现显著的各向异性。但如果是高速成型,可以在某种程度上得到补偿。

(4) 导热性好的树脂,散热快冷却时间短,注塑周期短。

(5) 比热容低的树脂,为了固化而应除去的热量少,从而缩短了固化时间。

2.1.2 热流道模的优缺点

1. 优点

(1) 由于流道中的压力损失小,既可以降低树脂温度,也可以降低注射压力。流道中

熔体的温度基本不下降,故流道中的压力损失减少,所以可以降低树脂温度,这样既提高了塑化能力,也可改善制品的物理性能。另外,降低注塑压力可减少制品的变形。

(2) 不必用三板式模具,即可使用点浇口。热流道模具可用于所有的树脂。大型制品最好使用多个点浇口成型,如果使用热流道,就不必采用三板方式,可以用多个点浇口来成型大型制品。

(3) 可以侧浇口成型一个制品,且比冷流道方式更经济。

(4) 以直接浇口成型的制品,可用多个点浇口成型,减少浇口周围的变形。

(5) 可以并用针形阀。

2. 缺点

(1) 结构复杂且模具费用高。因为必须精确控制加热器温度,所以要设置测温装置、温控装置;为了防止热流道板的热量传向注塑机的模板、模具模板,要采取绝热结构,从而使模具结构变复杂、模具费增高。

(2) 温度控制精度要求严格。因温度的波动会使树脂的注入量波动,并带来喷嘴中树脂的冷却固化、流涎等问题。

(3) 因模具厚度增大,可能增加对注塑机型号的要求。

(4) 检修复杂。由于加热装置的烧损、绝热不良、温度控制不良,树脂泄漏,异物堵塞浇口等,增加了以往模具中没有的检修项目,使得检修复杂。

(5) 改换制品颜色困难。

2.1.3 设计需要考虑的主要问题

(1) 流道板的加热方式、加热设计计算、加热器的安装、温度控制。

(2) 喷嘴的加热方式和绝热方式。

(3) 喷嘴处的防泄漏、喷嘴中心和浇口中心错位问题。

(4) 流道板的流道直径、流道内滞留树脂脱出。

(5) 流道板温度的均一化、流道板的安装。

2.2 热流道板

2.2.1 加热方式

流道板的加热方式分外加热方式和内加热方式。

1. 外加热方式

从外部对流道进行加热,有如下方式:

(1) 在与流道平行的方向上开设加热孔,内插加热棒。

(2) 在流道的侧面安装加热装置。

(3) 使用铸铝加热器。

(4) 用加热圈加热。

外加热方式属于间接加热,流道中的树脂虽然无局部加热现象,但热效率低。由于流道直径不受流道结构的限制,可以取较大数值。流道内树脂的流动阻力小,可用较低的注

塑压力成型。与内加热方式相比,外加热方式流道容易加工,加热装置成本低。

图2-1表示铸铝加热器。铸铝加热器散热好,使用寿命较长。

2. 内加热方式

内加热方式是将加热棒设置在流道中,从流道内部进行加热。如图2-2所示。

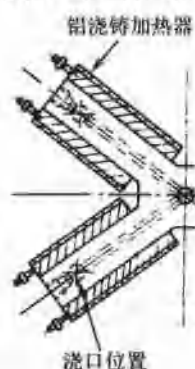


图2-1 铸铝加热器

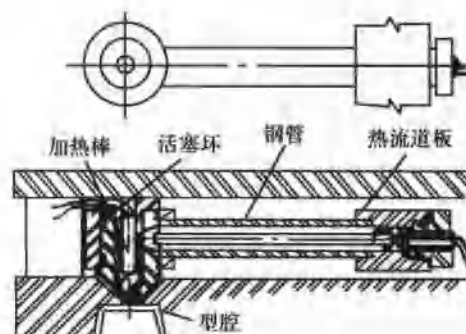


图2-2 内加热方式

由于温度越高,树脂的黏度下降越多,所以加热棒周围树脂的流速最快,越靠近流道内壁,树脂的温度就越低,流速下降,与流道壁接触的树脂几乎处于固化状态,起绝热作用。将加热的树脂和加热棒与外界绝热,防止了流道内部的树脂固化,因而加热棒的损失最小。与外加热方式相比,可以小容量的加热器得到所需的树脂温度。但是由于加热器的温度调节,有时树脂受到极端的局部加热,树脂有可能产生分解。另外,当加热棒周围的树脂流动间隙取得过大时,加热棒周围和流道内壁的温差过大,制品会产生内应力。因此,流道间隙不能取得过大,一般为(3~5)mm。通常将加热棒的温度控制在较低的温度,而使用高注塑压力成型。

2.2.2 流道板的设计

停机后热流道中的树脂以固体状态存在于流道系统中,进行下一次操作时必须先融化流道内树脂。流道板的加热器容量如果太小,达到正常操作温度的时间就要增长,可以使用较大功率的加热器。但由于受加热器瓦密度(单位面积的功率, W/cm^2)的制约,不能使用太大的加热器,可考虑用绝热等辅助手段提高热效率。

1. 流道板的热量计算

钢制流道板的热量计算公式如下:

$$P = 0.115 \times t \times \omega / 860 \times T \times \eta \quad (kW) \quad (2.1)$$

式中 P ——所需要的加热功率,kW;

t ——所需要的流道板的温度(基点: $0^\circ C$);

ω ——流道板的质量,kg;

T ——温度上升时间(即从 $0^\circ C$ 上升到 $t^\circ C$ 所需要的时间,h);

η ——效率,(一般 $t=1$ 时,可取0.2~0.3),钢的比热容= $0.115kcal/kg \cdot ^\circ C$ ($0.481kJ/kg \cdot ^\circ C$)。

显然,如果延长升温时间,加热器容量可以减小,但生产准备时间增长。如过分缩短

升温时间,加热器容量增加太大,由于受加热器安装空间的限制,不得不增大瓦密度,那样会缩短加热器的寿命。

一般升温时间可定为 1h,但是只要安装上加热器,最好定为 30min。

上述方法中,效率 η 的取值是关键。必须根据模具结构,凭经验决定。下面介绍将此简化的一个方法。

流道板加热所提供的热量,必须满足下述各项所需的热量:将室温下的树脂加热到树脂熔融温度所需的热量;由于流道板向周围辐射、对流的热损失、补充流道板和模具接触部分的热传导等因素而引起的热损失。

(1) 由热传导、辐射、对流而产生的热损失为零时,设效率 $\eta = 1.00$, 升温时间 $T = 0.5h$:

$$P = 0.267t\omega \quad (W) \quad (2.2)$$

(2) 辐射和对流引起的热损失。设流道板表面的热辐射率为 α (见表 2.1), 对流上下两面的表面积相等, 流道板温度在 $(200 \sim 300)^\circ\text{C}$ 时, 近似地求得 1cm^2 表面积的热损失为:

$$\text{辐射热损失} = (0.00302t - 0.356)\alpha \quad (W)$$

$$\text{对流热损失} = 0.0079t - 0.043 \quad (W)$$

如表面积为 $A\text{cm}^2$, 两者合计为:

$$\text{热损失} = A(\text{辐射热损失} + \text{对流热损失}) =$$

$$A[(0.00302t - 0.356)\alpha + (0.0079t - 0.043)]$$

(3) 传导热损失。设流道板只与热流道的承压板接触, 树脂止漏环与模具的其他部件接触。使用直接接触喷嘴时, 还必须考虑直接接触喷嘴的接触面积。

设流道板和承压板等接触的模具其他部件的距离为 $L\text{cm}$, 流道板和承压板等的接触面积为 $a\text{cm}^2$, 流道板和模具接触部件间的温差为 $t'\text{C}$, 热流道承压板等, 通过流道板与模具其他部件间部件材料的热导率为 $\lambda\text{W}/(\text{cm} \cdot \text{C})$, [如 0.5C 钢 $\lambda = 0.5336\text{W}/(\text{cm} \cdot \text{C})$, 18-8 不锈钢 $\lambda = 0.1624\text{W}/(\text{cm} \cdot \text{C})$]。

则由热传导引起的热损失合计为:

$$\text{热传导损失} = \sum (\lambda at'/L)$$

(4) 加热流道板所必须的总热量。加热流道板及喷嘴的加热器的总加热功率为(设热辐射率 $\alpha = 0.8$, 盈余率为 10%):

$$\text{总加热功率} = [0.267t\omega + (0.003206t - 0.3278)A +$$

$$\sum (\lambda at'/L)] \times 1.1 \quad (2.3)$$

2. 流道板的质量

显然流道板的质量 $\omega(\text{kg})$ 越小, 加热器功率 $P(\text{kW})$ 就越小, 因此只要强度上允许, 就要去除不必要的部分, 以减轻流道板的质量 ω 。如果在强度上不能减小尺寸的话, 经常采用钻孔以减轻质量。流道板经试用证明加热器容量不足时, 也可通过开孔补偿加热功率的不足。

图 2-3 为热流道板的典型形状。图(a)大多用于周转箱等箱形制品, 易于使流道平衡和进行温度控制。图(b)用于较大型的制品。更大型制品时, 可采用图(c)的形式。

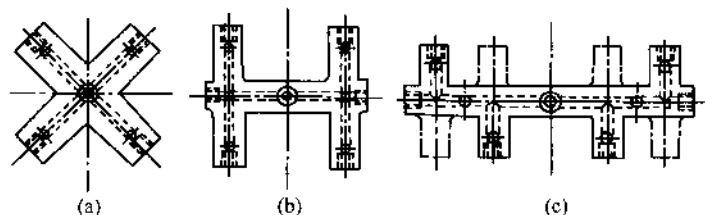


图 2-3 热流道板的典型形状
(a) X 形; (b) H 形; (c) 大型制品用。

3. 流道板的绝热

在设计热流道模具时,必须充分考虑注塑机模板和模具底板之间、流道板和模具底板之间、流道板和型腔板之间的绝热。

注塑机模板和模具底板之间,一般使用(6~10)mm 厚的石棉板绝热。流道板和型腔板,模具底板之间的绝热,虽然也可以使用石棉板,但通常用设置间隙的方法进行绝热,此法能保证尺寸的稳定性。采取设置间隙法时,间隙量可控制在(3~8)mm 范围内。对于热辐射,可以采取防止热辐射措施提高绝热效果。表 2-1 表示不同金属表面状态的热辐射率(吸收率)。

承受树脂压力、合模压力的部件,必须尽可能地减少与流道板的接触面积。这些部件要设在最佳支撑位置,以不使流道板变形。主流道、各喷嘴相对应的背侧,必须设置承力部件。这些部件最好使用导热性差的不锈钢。喷嘴背侧的承力部件一般为承压螺柱。如图 2-4 和图 2-5 所示。承压螺柱虽然能防止流道板的变形,但也是流道板的导热通路,因此最好如图 2-4 所示,使用绝热垫圈。图 2-5 为承压螺柱直接和流道板接触的结构。在加入 3mm 厚的绝热垫圈的图 2-4 的结构中,为将流道板保持在所需的温度,需要 0.245kW,图 2-5 承压螺柱直接和流道板接触时,需要 0.348kW,约高出 42%。所使用的绝热垫圈必须是对热稳定、抗高压力的材料。

表 2-1 各种金属表面
状态的热辐射率

材料及表面	辐射率 α
镜面	0.04~0.05
车床车削面	0.40
氧化面	0.80~0.90
铝涂料	0.40
黑体	1.00

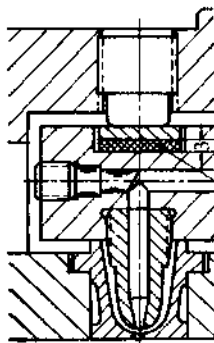


图 2-4 承压螺柱(带绝热垫圈)

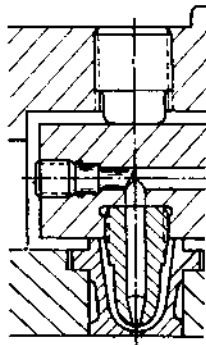


图 2-5 承压螺柱

在主流道的反面,设有同心圆盘,起中心定位和承压的作用。由于同心圆盘也将流道板的热量传向模具,因此接触面积要控制在最小,同时应使用热导率低的抗压材料。图 2-6(a)为原来的形式,图(b)及图(c)是改良形式。图(a)和模具全面接触,与此相对应,改良的图(b)及图(c)的接触面积最小。

图 2-7 所示的方法是在浇口和浇口接近无法加衬套的情况下,在型腔板加衬套的绝热方法。由于衬套和型腔板的接触面积最小,绝热极好。