

# 注压成型模具设计

常芳娥 坚增运 编著

西北工业大学出版社

**【内容简介】** 本书主要论述了高分子材料和金属材料注压成型的工艺性、注射模的分类、注射机牌号的确定、分型面的确定、注射模具各组成部分的设计、金属材料压铸模浇注系统的设计,并对特种注射成型的模具设计做了简单介绍,最后收集了20套典型模具结构(高分子材料的注射成型与金属材料的压力铸造成型模具结构各10套),对每套结构的设计思想做了详细分析。

本书可供热加工成型工艺人员和模具设计技术人员参考,也可作为大专院校高分子材料、金属材料专业热加工模具设计课的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

注压成型模具设计/常芳娥,坚增运编著. —西安:西北工业大学出版社,2006.10  
ISBN 7-5612-2146-0

I. 注… II. ①常… ②坚… III. 压制成型—模具—设计 IV. TG376

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第119597号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:陕西宝石兰印务有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:11.25

字数:281千字

版次:2006年10月第1版 2006年10月第1次印刷

定价:20.00元

# 前 言

---

金属材料的热加工成型已有几千年的历史,高分子材料的热加工成型也有近两百年的历史。高分子材料热加工成型的工艺及设备与金属材料热加工成型的工艺及设备具有许多类似性。例如,高分子材料的注射成型和金属材料的压力铸造成型都是将其熔体在高压下和在高速下注入模具型腔并塑化或凝固后成型的,从成型工艺、成型模具到成型设备基本上是相同的。目前,关于热加工模具设计,特别是高分子材料注射成型模具设计的论著很多,但这些论著都是将高分子材料注射成型与金属材料压力铸造成型的模具设计分开讨论的,国内目前还没有将两者综合在一起的论著。作者将高分子材料注射成型与金属材料压力铸造成型的模具设计综合在一起编著成书,其特点是可使读者比较容易地搞清两者的区别与联系。由于高分子材料的注射成型与金属材料的压力铸造成型都是将其熔体在高压、高速下注入或压入模具型腔成型的,故本书定名为《注压成型模具设计》。

本书共分5章。第1章着重讨论了熔体注压成型模具设计对制作结构工艺性的要求。要设计出一套结构合理且成本低廉的成型模具,除了具有丰富的模具设计知识和经验外,还必须熟悉制件的成型工艺性能,这样,设计出的模具才能成型出完整、合格、高质量的产品。

第2章为高分子熔体注压成型注射模具设计,本章也是全书重点讨论的内容。对高分子材料注射成型模具的分类、注射机型号的确定、分型面位置的确定以及注射模具各组成部分的设计(浇注系统、成型零件、导向机构、顶出机构、侧抽芯机构、温度调节系统)进行了详细的讨论。

第3章为高分子材料熔体特种注射成型模具设计。简单介绍了热固性塑料注射成型模具设计、精密注射成型模具设计、高性能工程塑料的注射成型模具设计。

第4章为金属熔体注压成型的压铸模具设计。由于金属材料压铸模与高分子材料注射模的结构、组成及各组成部分的设计基本相同,主要是浇注系统有所不同,因此本章只对浇注系统的设计进行了详细讨论。

在讨论了高分子材料的注射成型与金属材料的压力铸造成型模具设计之后,第5章收集了20套典型模具结构(高分子材料的注射成型与金属材料

料的压力铸造成型模具结构各 10 套),并对每套结构的设计思想做了详细分析。

作者长期从事热加工成型工艺及模具设计的技术工作和教学工作,将多年在生产第一线从事热加工成型工艺及模具设计的实践经验编著成书是作者多年的愿望。为此,作者结合 20 多年来从事热加工成型工艺及模具设计的实践经验,并参阅了大量文献资料整理编著成本书。本书可供热加工成型工艺及模具设计技术人员参考,也可作为大专院校高分子材料和金属材料专业热加工模具设计课的教学参考书。

本书得到了西安工业大学专著专项资金的资助,在编写和出版过程中得到了西安工业大学李高红老师,研究生唐光印、许军锋的大力帮助,在此表示衷心地感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和错误,热忱希望广大读者批评指正。

编著者

2006 年 7 月

# 目 录

---

第 1 章 注压成型模具设计基础	1
1.1 流体压力成型模具设计对制件结构工艺性的要求	1
1.2 制件的收缩性	9
1.3 拔模斜度	11
1.4 制件的尺寸精度和表面粗糙度	13
第 2 章 高分子材料流体压力成型注射模设计	19
2.1 注射模的分类、组成与注射机规格的确定	19
2.2 分型面的确定	27
2.3 浇注系统设计	32
2.4 成型零件设计	44
2.5 导向与定位机构设计	52
2.6 侧抽芯机构设计	57
2.7 顶出机构设计	74
2.8 排气系统设计	91
2.9 温度调节系统设计	92
第 3 章 特种注射成型模具设计	103
3.1 热固性塑料注射模具设计	103
3.2 精密注射成型模具设计	109
3.3 高性能工程塑料的注射成型模具设计	116
第 4 章 金属材料压铸模设计	120
4.1 概述	120
4.2 浇注系统设计	123
第 5 章 注压成型模具结构实例	137
参考文献	138

# 第 1 章 注压成型模具设计基础

流体压力成型包括金属材料压力成型和高分子材料压力成型,它们都是热状态下将不同材料的熔体在高压、高速下注入型腔成型,因此,对制件的成型工艺性的要求基本上都是相同的,模具设计员要设计出一套结构合理且成本低廉的模具,除了具备丰富的模具设计知识和经验外,还必须熟悉制件的成型工艺性能,这样,设计出的模具才能成型出完整、合格、高质量的产品。

## 1.1 流体压力成型模具设计对制件结构工艺性的要求

### 一、制件壁厚

合理的制件壁厚才能既满足其使用要求(一定的刚度和强度)和成型工艺要求(良好的流动性),又不会产生成型缺陷。流体压力成型制件的壁厚一般取  $1.5 \sim 3 \text{ mm}$ ,最厚不能超过  $6 \text{ mm}$ ,过厚会使制件产生缩松、缩陷等缺陷,过薄会产生浇不足、冷隔等缺陷。

制件壁厚最好均匀一致,如果结构要求必须壁厚不同时,其过渡要平缓或厚大部分设计成空心的,如图 1-1 所示。

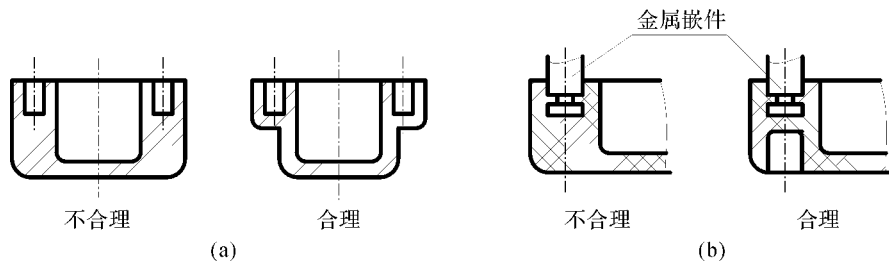


图 1-1 制件壁厚的确定

制件的壁厚应满足在使用时的刚度、强度和成型工艺的前提下越薄越好,同一成型方法不同材料所要求的最小壁厚不同,同一材料不同成型方法所要求的最小壁厚也不同,表 1-1 为不同材料的流体压力成型制件所能达到的最小壁厚。

表 1-1 不同材料压力成型制件最小壁厚

制件的 表面积 cm <sup>2</sup>	制件最小壁厚																	
	金属材料					高分子材料												
	铅锡合金	锌合金	镁合金	铝合金	铜合金	聚乙烯	聚苯乙烯	改性聚苯乙烯	有机玻璃	软聚氯乙烯	硬聚氯乙烯	聚甲醛	聚丙烯	氯化聚醚	聚碳酸酯	聚苯醚	聚酰胺	聚砜
~ 25	0.6	0.8	1.3	1.0	1.5	0.5	0.75	0.75	0.8	0.85	1.2	0.8	0.85	0.85	0.95	1.2	0.5	0.95
25 ~ 100	0.7	1.0	1.8	1.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.5	1.0	1.2	1.2	1.3	1.8	1.0	1.3
100 ~ 225	1.1	1.5	2.5	2.0	3.0	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.2	1.8	2.0	2.0	2.2	2.5	1.5	2.2
225 ~ 400	1.5	2.0	3.0	2.5	3.5	2.2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	2.5	2.5	2.5	2.8	3.2	2.0	2.8
400 ~ 600	1.8	2.5	3.5	3.2	4.0	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.4	4.0	2.5	3.4
600 ~ 1 000	2.5	3.0	4.2	4.0	4.5	3.5	4.5	4.5	5.0	3.2	4.0	4.5	3.2	3.2	4.0	4.6	2.8	4.0
1 000 ~							5.4	5.4	6.5	3.5	6.4	5.8	3.5	3.5	4.5	5.8	3.4	4.5

## 二、加强筋

前面论述过,流体压力成型制件的壁厚不能太厚,太厚容易形成缩松、缩陷等缺陷,但太薄对于有刚度或强度要求的截面又不能满足其使用要求,解决这一问题的行之有效的办法是在制件的适当部位设计加强筋。加强筋在不改变制件壁厚的条件下不仅能提高制件的刚度或强度,而且还可改善制件的成型工艺性。同一壁厚金属材料在一般情况下由于其刚度或强度比高分子材料高,因此金属材料制件的结构中较少设计加强筋,如果有也与高分子材料基本相同。下面着重论述高分子材料制件加强筋的设计。加强筋尺寸设计如图 1-2 所示。

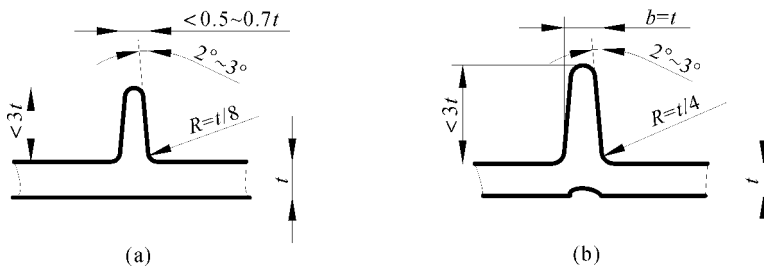


图 1-2 加强筋尺寸的确定

加强筋尺寸的大小一般按图 1-2(a) 所示尺寸比例来设计,必要时也按图 1-2(b) 所示尺寸比例来设计,但按图 1-2(b) 设计时容易在加强筋底部的表面产生“沉陷点”。

当受力面积较大时,应设计多个加强筋才能满足其要求,如图 1-3 所示。加强筋的数量多一些更好,但加强筋之间的中心距离不应小于  $2b$ ,加强筋的加入不能影响制件的使用,加强筋的端面不应与支撑面相平或高出支撑面,应低于支撑面  $0.5 \text{ mm}$  以上。

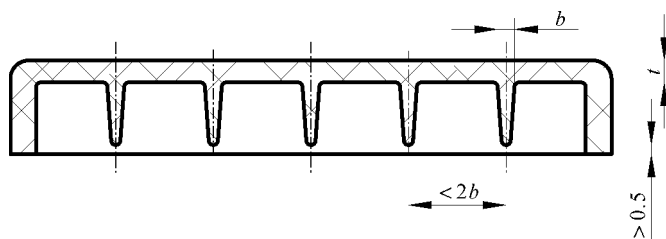


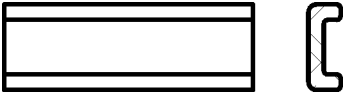
图 1-3 多个加强筋尺寸的确定

加强筋的设计非常灵活,并不一定按上述标准来设计,表 1-2 是实际生产中加强筋设计的图例。

表 1-2 加强筋设计图例

图 例	说 明
	<p>边缘加强:像塑料口杯、盆、桶等因承受较大的重量,因此口边设计成此形状来提高强度</p>
	<p>底面加强:像塑料口杯、盆、桶等的底部设计成此形状来提高其强度以防止承受重量较大时而变形</p>
	<p>平面加强:像较大的平板类制件或大型的盖类制件,当无法设计加强筋时可设计成此形状来提高其强度</p>
	<p>防塌设计:当加强筋根部的厚度等于或大于制件的壁厚时,设计成此形状避免塌陷缺陷产生</p>
	<p>防变形或改善成型工艺:此加强筋可提高薄壁且面积较大的制件的刚度和强度,防止变形,还可作为辅助的横浇道,改善其成型工艺性能</p>
	<p>防变形或改善成型工艺:此加强筋可提高薄壁且面积较大的制件的刚度和强度,防止变形,还可作为辅助的横浇道,改善其成型工艺性能</p>

续表

图 例	说 明
	带状加强:像杆、手把等类型的制件,其断面设计成此形状可提高其强度

### 三、孔或螺纹孔

同一材料不同成型方法所能成型孔径的大小和孔的深度不同,同一成型方法不同材料成型孔径的大小和孔的深度也不同,不管成型孔或成型螺纹孔是通孔还是盲孔,流体压力成型制件成型孔的工艺金属材料和高分子材料略有不同,下面分别论述。

流体压力成型金属材料制件的孔时,都要对图纸上的尺寸留有一定的加工余量,然后再通过机械加工到图纸要求的尺寸。金属材料制件很少直接成型螺纹孔,一般情况下,螺纹孔先成型成光孔并留有余量,再通过机械加工来完成,如图 1-4 所示。图 1-4(a) 为高分子材料图,图 1-4(b) 为金属材料图。当螺纹孔要求不高时可直接用模具成型。表 1-3 和表 1-4 为金属材料成型孔和螺纹孔的最小尺寸。

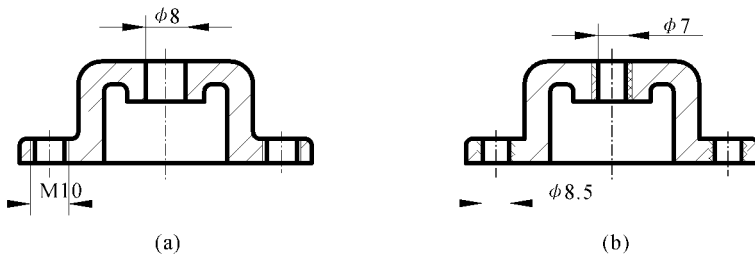


图 1-4 孔或螺纹孔尺寸的确定

(a) 高分子材料; (b) 金属材料

加工流体压力成型高分子材料制件的孔时,不管是成型孔还是成型螺纹孔,都是直接靠模塑来完成,很少通过后续的机械加工。表 1-5 和表 1-6 为高分子材料成型孔和螺纹孔的最小尺寸。

表 1-3 流体压力成型金属材料制件成型孔最小尺寸

合金种类	孔的最小直径 mm	最大孔深(为该孔直径的倍数)/mm		最小孔边厚度 (孔径的倍数)/mm
		盲孔	通孔	
铅锡合金	1	4	8	2
锌合金	1	4	8.5	2
镁合金	2	$< \phi 5 = 3, > \phi 5 = 4$	$< \phi 5 = 6, > \phi 5 = 8$	1.5
铝合金	2.5	$< \phi 5 = 3, > \phi 5 = 4$	$< \phi 5 = 5, > \phi 5 = 7$	1.5
铜合金	3	$< \phi 5 = 2, > \phi 5 = 3$	$< \phi 5 = 4, > \phi 5 = 6$	1.5

表 1-4 流体压力成型金属材料制件成型螺纹孔最小尺寸

合金种类	最小螺距 /mm	最小螺纹直径 /mm	
		内螺纹	外螺纹
锌合金	0.75	10	6
镁合金	1.00	15	6
铝合金	1.00	20	10
铜合金	1.5		12

表 1-5 流体压力成型高分子材料制件孔最小尺寸

塑料种类	孔的最小直径 $d$ mm	最大孔深(孔径的倍数)/mm		最小孔边厚度 (孔径的倍数)/mm
		盲孔	通孔	
聚乙烯	0.2	4	10	2
软聚氯乙烯	0.2	4	10	2.5
硬聚氯乙烯	0.25	3	8	2
改性聚苯乙烯	0.3	3	8	2
有机玻璃	0.25	3	8	2.5
氯化聚醚	0.3	3	8	2
聚苯醚	0.3	3	8	2
聚甲醛	0.3	3	8	2
聚酰胺	0.2	4	10	2
聚碳酸酯	0.35	2	6	2.5
聚砒	0.35	2	6	2

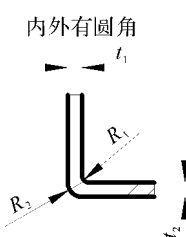
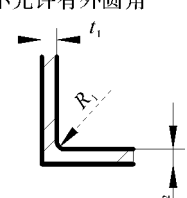
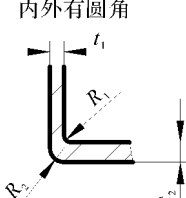
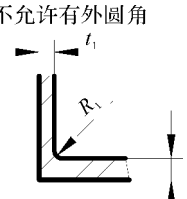
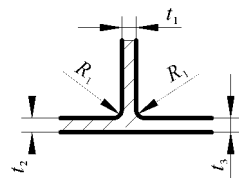
表 1-6 流体压力成型高分子材料制件螺纹孔最小尺寸

塑料种类	螺纹的最小直径 $d$ /mm		螺纹孔最大深度 mm	外螺纹最大长度 /mm	
	内螺纹	外螺纹		$d < 5$	$d > 5$
聚酰胺	2	3	$3d$	$1.5d$	$2d$
有机玻璃	2	3	$3d$	$1.5d$	$3d$
聚碳酸酯	2	2	$3d$	$2d$	$4d$
氯化聚醚	2.5	2	$3d$	$2d$	$3d$
改性聚苯乙烯	2.5	2	$3d$	$2d$	$3d$
聚甲醛	2.5	2	$3d$	$2d$	$3d$
聚砒	3	3	$3d$	$2d$	$3d$

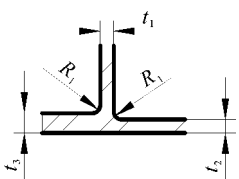
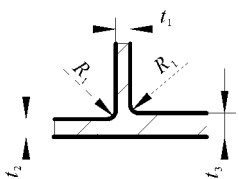
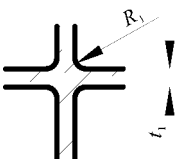
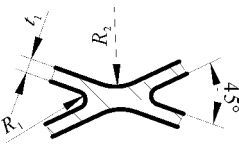
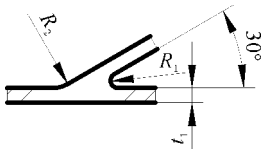
## 四、圆角

流体压力成型制件的内外转角处都应以圆角过渡,这样不但使制件壁厚趋于一致,避免产生应力集中,还可以改善流体在型腔内的流动性,提高模具寿命,改善制件组织,提高性能。圆角的连接形式及大小设计如表 1-7 所示。

表 1-7 圆角的连接形式及大小设计

连接形式	壁厚条件	图 例	参数计算
直角连接	壁厚相等 $t_1 = t_2$	内外有圆角 	$R_1 = t_1 = t_2$ $R_2 \approx R_1 + (t_1 \text{ 或 } t_2)$
		不允许有外圆角 	$R_1 \approx (1.0 \sim 1.25)t_1$
	壁厚不等 $t_1 < t_2$	内外有圆角 	$R_1 \approx \frac{2}{3}(t_1 + t_2)$ $R_2 < R_1 + t_2$
		不允许有外圆角 	$R_1 \approx \frac{2}{3}(t_1 + t_2)$
T形壁连接	壁厚相等 $t_1 = t_2 = t_3$		$R_1 \approx (1.0 \sim 1.25)t_1$

续 表

连接形式	壁厚条件	图 例	参数计算
T形壁连接	壁厚不等 $t_3 > t_1 (t_2)$ $t_1 \approx t_2$		$R_1 \approx (1.0 \sim 1.25)t_1$
	壁厚不等 $t_3 > t_2 > t_1$		$R_1 \approx (1.0 \sim 1.25)t_1$
交叉连接	壁厚均匀		$R_1 = t_1$
	壁厚均匀		$R_1 \approx 0.7t_1$ $R_2 \approx 1.5t_1$
	壁厚均匀		$R_1 \approx 0.7t_1$ $R_2 \approx 2.5t_1$

## 五、镶嵌件

镶嵌件就是直接将金属件或非金属件预先固定在模具上,成型过程中与制件熔为一体镶嵌其中从而满足制件的某些特殊要求,如提高制件的刚度和强度、抗蚀性、导电性、增加制件的尺寸稳定性、提高制件的配合精度等。

镶嵌件因为是在成型过程中与制件成为一体,所以设计镶嵌件应注意以下几方面:

(1) 镶嵌件周围制件要有一定的壁厚,以防止冷却过程中破裂,镶嵌件周围制件的壁厚见表 1-8。

(2) 镶嵌件尽量选择与制件材料的线膨胀系数相近的材料。

(3) 在镶嵌件的形状设计上,镶入部分不允许有尖角,以防止因收缩引起应力集中导致制件出现裂纹。为了增加接触

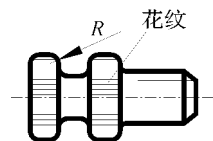
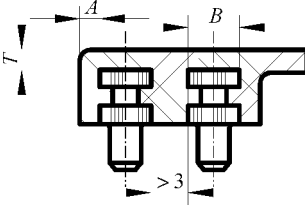


图 1-5 镶嵌件的表面设计

面积,防止镶嵌件从制件中拔出或转动,在其表面可设计一些沟槽或花纹,如图 1-5 所示。

表 1-8 镶嵌件周围制件壁厚的最小值

	B	< 4	4 ~ 8	8 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 25
	T	1	1.5	2.0	2.5	3.0
	A	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0

(4) 镶嵌件要牢固精确地固定在模具上,以防止在成型过程中由于高压冲刷而使镶嵌件移位、变形,但又要保证制件易于脱模,也就是说镶嵌件与模具应有准确的定位或具有一定的精度配合,如图 1-6 所示。图 1-6(a),(b) 能保证镶嵌件精确地固定在模具上且又易于脱模,图 1-6(c) 的支柱是为了防止在成型过程中由于高压而使镶嵌件变形,图 1-6(d) 的支柱是为了防止在成型过程中镶嵌件发生位移。

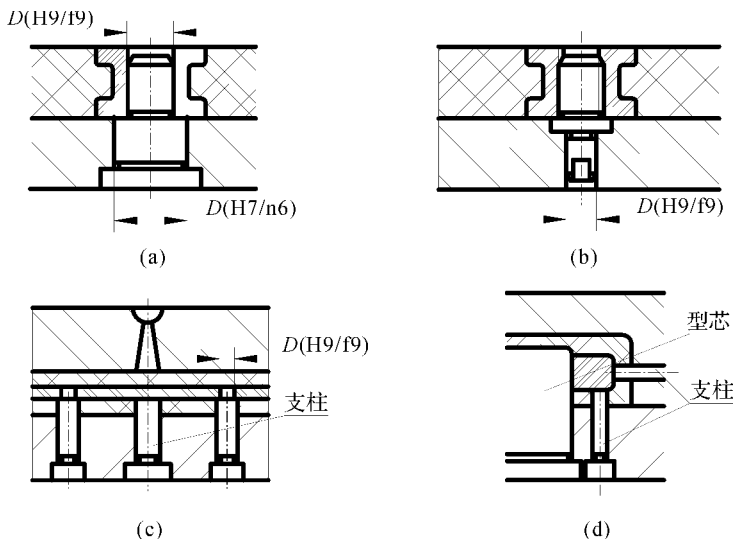


图 1-6 镶嵌件在模具上的固定

## 六、制件上的标记、符号及花纹

制件的表面上经常会有一些标记、符号或花纹,像单位名称缩写、产品型号、装饰花纹等。标记、符号或花纹的设计一是要考虑模具易于加工,二是要考虑其是否能清晰地成型。

标记、符号或花纹设计时不是凸的就是凹的,如图 1-7(a) 和(b) 所示,凸的在型腔内就是凹的,凹的在型腔内就是凸的,而目前模具加工多采用冷挤压或电火花等加工技术,显然凹的比凸的易于加工,因此一般标记、符号或花纹都设计成凸的。为了便于模具加工,可以将标记、符号部分做成镶嵌件拼在模具上,如图 1-7(c) 所示。

为了能清晰地成型出制件上的标记、符号或花纹,其凸出的高度一般不小于 0.2 mm,宽度不小于 0.3 mm,一般取 0.8 mm 较适宜,线条间距离不小于 0.4 mm,当设计成图 1-7(c) 的形

式时,标记不能高出制件的表面。

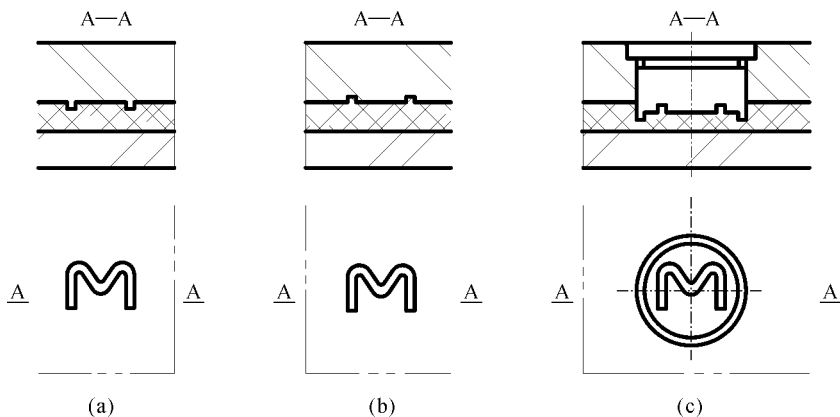


图 1-7 标记、符号、花纹的设计

## 1.2 制件的收缩性

一般情况下,不管是金属材料还是高分子材料,在由熔体变成固体的过程中都会发生不同程度的体积收缩,我们把这种现象称为材料的收缩性。收缩性是材料本身具有的性能,材料不同其收缩性能不同,熔体在高压、高速下注入型腔冷却凝固后形成制件的过程中所发生的不同程度的体积收缩称为制件的收缩性。制件的收缩性除了与材料的种类有关外,还与制件结构、模具结构、成型工艺等因素有关。为了使成型后制件尺寸满足图纸尺寸精度要求,模具设计时必须考虑制件的收缩性,并对其收缩量进行一定补偿。下面分别介绍影响制件收缩性的因素、收缩量的计算以及如何给出合理收缩量的经验和技巧。

### 一、影响制件收缩性的因素

#### 1. 制件结构的影响

(1) 制件的壁厚:壁厚大其收缩量大,壁厚小其收缩量小,制件的壁厚差过大,会因收缩不均而使制件翘曲、变形或产生裂纹,所以制件的壁厚尽可能要均匀一致。

(2) 受阻收缩和自由收缩:受阻收缩量小,自由收缩量大。例如包住型芯的径向尺寸收缩量小,轴向尺寸收缩量大。

(3) 制件的复杂程度:制件复杂,型芯多,收缩量小,反之则收缩量大。

#### 2. 模具结构的影响

模具结构对制件收缩性的影响主要体现在浇注系统的形式、开设位置和大小上。同一个制件,浇注系统的形式、开设位置和大小不同,其收缩量不同。

例如图 1-8(a) 所示为侧浇口,熔体从侧面进入型腔后,由于型腔内各部分的温度差别大,故其各部分的收缩量会明显不同;图 1-8(b) 为直接浇口(直进式浇口),制件的每个横向截面和纵向截面温度分布基本一致,故每个横向截面和纵向截面的收缩性基本一致;图 1-8(c) 为点浇口,制件的温度分布与直接浇口相同,但由于点浇口比直接浇口的成型比压大,制件致密,

故其收缩量比直接浇口大。

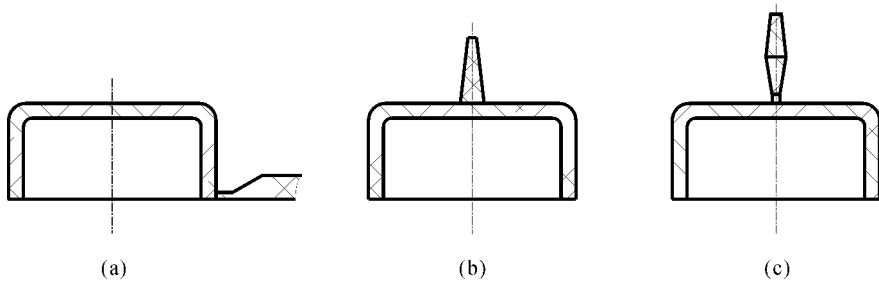


图 1-8 浇注系统对收缩性的影响

### 3. 成型工艺的影响

成型比压的大小、浇注温度和模具温度的高低、持压时间和成型周期的长短都会影响制件的收缩性,成型比压大、浇注温度高、模具温度低、持压时间和成型周期长,制件的收缩量大。

### 二、制件收缩量的计算

收缩率是表示制件收缩性大小的指标,收缩率的表达式为

$$\eta = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (1-1)$$

因此

$$A = \frac{B}{1-\eta} \quad (1-2)$$

式中  $\eta$  —— 制件的收缩率;  
 $A$  —— 室温下型腔尺寸;  
 $B$  —— 室温下制件尺寸。

又因为有

$$\frac{1}{1-\eta} = 1 + \eta$$

所以

$$A = B(1 + \eta) \quad (1-3)$$

因为影响收缩率的因素很多,模具设计时并不是每个型腔尺寸都严格按公式(1-3)计算,可根据制件结构、模具结构、成型工艺作适当调整。例如当制件中有镶嵌件时,收缩率要适当调小。型芯的收缩率适当取小而型腔的收缩率适当取大以便试模后容易修模。表 1-9 和表 1-10 是一些常用的材料在流体压力成型条件下的收缩率。

表 1-9 金属材料在流体压力成型条件下的收缩率

合金种类		铅合金、锡合金	锌合金	镁合金	铝合金	铜合金
收缩率 (%)	自由收缩	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.65	0.6 ~ 0.85	0.5 ~ 0.75	0.7 ~ 1.0
	受阻收缩	0.3 ~ 0.4	0.4 ~ 0.6	0.5 ~ 0.75	0.45 ~ 0.65	0.6 ~ 0.85

表 1-10 高分子材料在流体压力成型条件下的收缩率

材料名称	聚乙烯 (低压)	聚氯乙烯 (硬质)	聚丙烯	聚碳酸酯	苯乙烯-丁二烯- 丙烯腈共聚物	聚醋酸纤维素
缩写	PE	PVC	PP	PC	ABS	CA
收缩率 / (%)	1.5 ~ 3.6	0.6 ~ 1.5	1.0 ~ 2.5	0.5 ~ 0.8	0.3 ~ 0.8	1.0 ~ 1.5
材料名称	聚甲醛	聚苯乙烯	氯化聚醚	聚砜	聚芳砜	聚苯醚
缩写	POM	PS	CPT	PSF	PAS	PPO
收缩率 / (%)	1.2 ~ 3.0	0.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.8	0.5 ~ 0.7	0.8	0.7 ~ 1.0
材料名称	聚三氟 氯乙烯	聚全氟 乙丙烯	聚-4 甲基 戊烯(1)	聚酰亚胺	改性有机玻璃	尼龙 11
缩写	PCTFE(F-3)	FEP(F-46)		PI	PMMA	N11
收缩率 / (%)	1.0 ~ 2.5	2.0 ~ 5.0	1.5 ~ 3.0	0.5 ~ 1.0	0.5 ~ 0.7	1.2 ~ 1.5
材料名称	尼龙 1010	尼龙 6	尼龙 66	尼龙 610	尼龙 9	
缩写	N1010	N6	N66	N610	N9	
收缩率 / (%)	0.5 ~ 4.0	0.8 ~ 2.5	1.5 ~ 2.2	1.2 ~ 2.0	1.5 ~ 2.5	

### 1.3 拔模斜度

由前面的知识可知,材料冷却后由流体变成固体会产生收缩,收缩后的制件会紧紧地包住模具的凸出部分产生较大的摩擦力,另外制件和型腔壁之间也存在摩擦力,由于摩擦力的存在而使制件脱模困难,为了使制件顺利地由型腔中取出而不被划伤或擦毛,制件的内外表面需在开模方向设拔模斜度,如图 1-9 所示。

拔模斜度可以用不同的方法做出,如图 1-10 所示。

图中  $b$  为制件的原始壁厚,图 1-10(a) 为增大制件壁厚的形式,适用于薄壁,受力制件;图 1-10(b) 为部分增大制件壁厚、部分减小制件壁厚的形式,适用于中等壁厚的制件;图 1-10(c) 为减小制件壁厚的形式,适用于厚壁制件。

拔模斜度的大小按下列原则确定:

- (1) 材料的收缩阻力大时,拔模斜度应取大。
- (2) 收缩量大、浇注温度高时,拔模斜度应取大。
- (3) 制件需要拔模部分尺寸大,拔模斜度应取大。
- (4) 模具型腔表面越光(即表面粗糙度越小),拔模斜度越小。

流体压力成型制件的壁厚一般较薄,因此拔模斜度取增大制件壁厚的形式。当制件尺寸精度要求不高或制件的图纸未做特殊规定时,其外形、凸出部分的拔模斜度取  $0^{\circ}30'$ ,内腔、孔、凹入部分的拔模斜度取  $1^{\circ}$ 。当整体制件尺寸精度要求较高或制件的图纸中某尺寸精度要求较高时,拔模斜度按表 1-11 选取,并应在尺寸公差范围内。

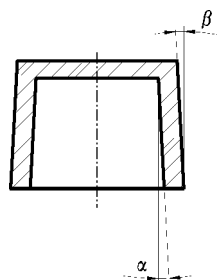


图 1-9 拔模斜度

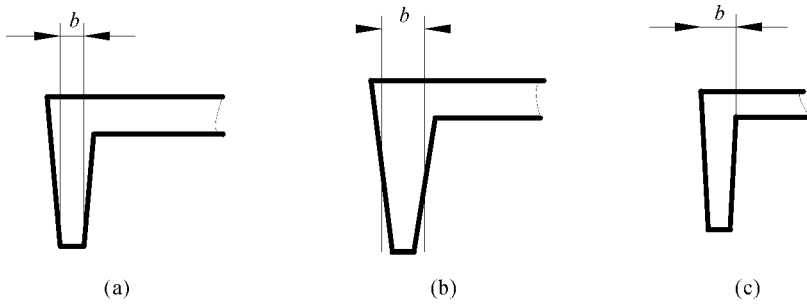


图 1-10 拔模斜度的形式

在实际生产中,模具加工时做出的拔模斜度要比图纸给出的拔模斜度小,待试模完后,根据制件脱模后的情况,在制件划伤或擦毛处以及对应的模具处再适当调大拔模斜度。

表 1-11 不同高度、不同材料的拔模斜度

材料	金属材料		高分子材料	
	内腔	外腔	内腔	外腔
~ 50 mm	50'	1°	45'	1°
> 50 ~ 100 mm	45'	1°	30'	45'
> 100 ~ 180 mm	30'	45'	30'	15'
> 180 mm	15'	45'	15'	15'

模具设计时,型芯或凸台的拔模斜度可取某高度范围的最大值,型腔的拔模斜度可取某高度范围的最小值,如图 1-11 所示。型芯的拔模斜度取最大值,动模型腔的拔模斜度取最小值,这样,试模后可根据制件实际情况对模具进行修理。

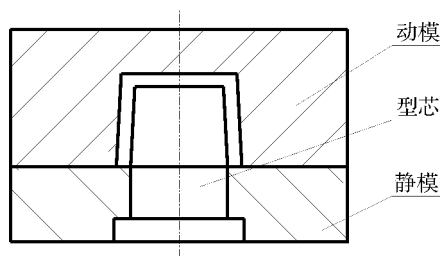


图 1-11 拔模斜度取值技巧

流体压力成型机床的顶出机构在动模部分,只有保证开模后制件停留在动模,才能有效完成制件的顶出。模具设计时,当不能完全确定制件在开模后到底停留在哪一半模时,在制件尺寸公差范围内适当调整拔模斜度可使制件在开模后停留在预想的那一半模。如图 1-12 所示,当对制件中的  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$  有同心度要求时,分型面必须在 A—A 处且  $d_1$  与  $d_2$  设计在同一型芯上才能使模具保证其要求,但很难确定制件在开模后到底停留在哪一半模。模具设计时只要把动模的拔模斜度尽可能取小而静模的拔模斜度取大(在制件尺寸公差范围内),就可使制件在开模后停留在动模。