

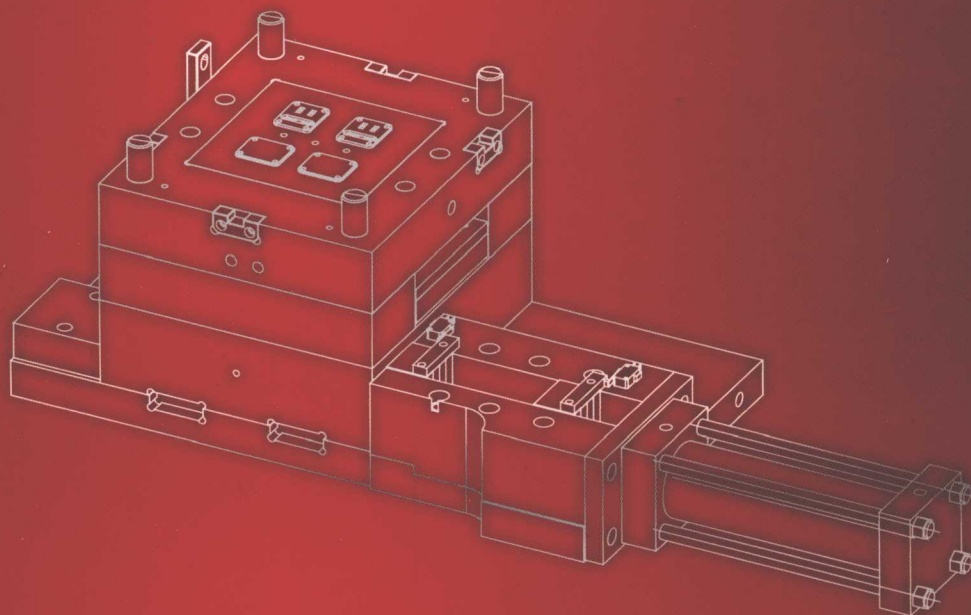
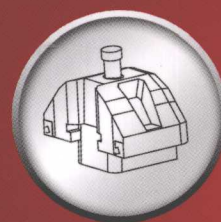
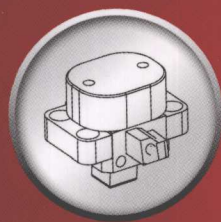
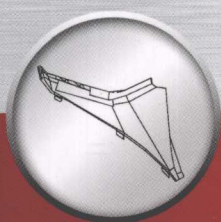
何文 朱淑君 编著

ZHUSU MOJU SHEJI

注塑模具设计

实例详解

SHILI XIANGJIE



注塑模具设计 实例详解

何文 朱淑君 编著

辽宁科学技术出版社
沈阳

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑模具设计实例详解 / 何文, 朱淑君编著. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 2009.10

ISBN 978-7-5381-6112-0

I. 注… II. ①何…②朱… III. 注塑-塑料模具-设计
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 165610 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳全成广告印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 11.5

字 数: 250 千字

印 数: 1 ~ 4000

出版时间: 2009 年 10 月第 1 版

印刷时间: 2009 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑: 秦丽娟

封面设计: 康 健

版式设计: 于 浪

责任校对: 刘 庶

书 号: ISBN 978-7-5381-6112-0

定 价: 25.00 元

联系电话: 024-23284372

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lianlian123@sohu.com

<http://www.lnkj.com.cn>

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/6112

前 言

模具工业是国民经济的基础工业，目前，电子、汽车、电机、电器、仪器、仪表、家电、通讯和军工等产品中，60%~80%的零部件都要依靠模具成型。模具是塑料成型加工的一种重要的工艺装备。

根据注射塑料成型的模具结构的分类，本书内容分3章，第1章介绍常用二板模的结构设计及实例详解；第2章介绍常用三板模的结构设计及实例详解；第3章介绍特殊模具的结构设计及实例详解。本书系统介绍了二板模、三板模和特殊模的结构特点及应用，并分别列举实例，根据实例详细地讲解模具设计过程，帮助读者提高模具设计水平。书中附有很多实用性强的模具设计经验数据和资料。书中图例丰富，尤其是配有立体图，使模具结构更加形象具体，简明易懂，贴近实际。

本书内容是根据实际工作中模具设计的步骤依次展开的，为的是让读者学完后能够更快地适应模具工厂的设计工作。本书的特点是共列举了24例产品，并针对每个实例做了比较详细的设计分析，使读者可以更加深刻地认识和掌握注塑模具设计的全部操作过程。

本书可供从事注塑成型及模具设计工作的中、高级工程技术人员参考，也适合于大、中专院校模具专业的学生学习参考。由于编者水平有限，书中难免有不当和错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年5月

目 录

第 1 章 常用三板模的结构设计及实例详解	1
1.1 注塑模具设计概述	1
1.1.1 注射成型基本过程	1
1.1.2 注塑模具的结构组成	2
1.1.3 注塑模具设计的基本程序	2
1.2 三板模的结构设计	3
1.2.1 模具的强度设计	4
1.2.2 分型面的设计	11
1.2.3 浇注系统的设计	14
1.2.4 脱模机构的设计	23
1.2.5 冷却系统的设计	41
1.2.6 排气系统的设计	45
1.3 三板模的实例详解	47
1.3.1 摩托车前壳模具的设计	47
1.3.2 手机电池盖模具的设计	52
1.3.3 手机下翻盖模具的设计	56
1.3.4 手机小机架模具的设计	61
1.3.5 手机上壳模具的设计	64
1.3.6 手机电池扣模具的设计	69
1.3.7 手机摄像头盖模具的设计	73
1.3.8 电视机排钮模具的设计	77
1.3.9 电视机功能按钮模具的设计	81
1.3.10 电视机导光柱模具的设计	85
1.3.11 电视机支架模具的设计	89
1.3.12 转轴盖模具的设计	93
1.3.13 手机翻盖上壳模具的设计	98
1.3.14 手机听筒装饰片模具的设计	103
1.3.15 塑料支架模具的设计	108
第 2 章 常用三板模的结构设计及实例详解	113
2.1 三板模的结构设计	113
2.1.1 常用三板模的机构	114
2.1.2 行程计算	117

2.1.3 常用三板模的工作过程	118
2.1.4 三板模的应用范围	119
2.2 三板模的实例详解	120
2.2.1 翻盖手机前壳模具的设计	120
2.2.2 直板手机前壳模具的设计	127
2.2.3 手机前壳装饰片模具的设计	133
2.2.4 电话机前壳模具的设计	139
2.2.5 电话机后壳模具的设计	145
2.2.6 电话机按键模具的设计	152
第3章 特殊模具的结构设计及实例详解	158
3.1 气体辅助模具的结构设计	158
3.1.1 气辅注射工艺概述	158
3.1.2 气辅设备	158
3.1.3 气辅工艺控制	158
3.1.4 气辅模具	159
3.1.5 电视机前壳的气辅注塑模具的设计	159
3.2 螺纹模具的结构设计	166
3.2.1 螺纹模具概述	166
3.2.2 螺纹塑件模具的设计实例	166
3.3 二次顶出模具的结构设计	171
3.3.1 二次顶出模具概述	171
3.3.2 手机前壳的二次顶出模具的设计	171
参考文献	179

第1章 常用三板模的结构设计及实例详解

1.1 注塑模具设计概述

1.1.1 注射成型基本过程

注射成型是现在成型热塑性塑件的主要方法。所使用的成型设备称为注射机。典型的射出成型机如图 1-1 所示, 主要包括了射出系统 (Injection system)、模具系统 (Mold system)、油压系统 (Hydraulic system)、控制系统 (Control system) 和锁模系统 (Clamping system) 共 5 个单元。

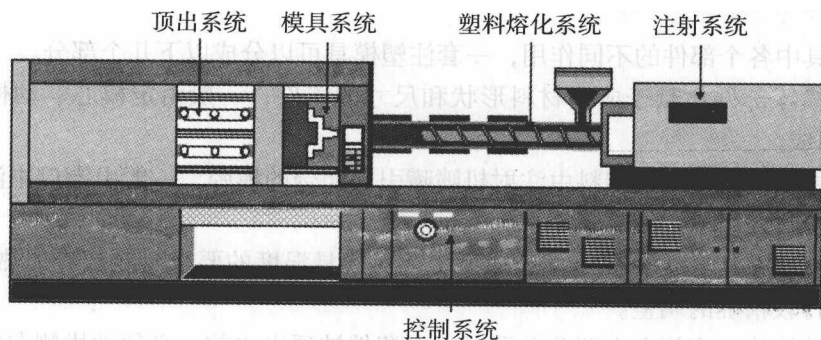


图 1-1 应用于热塑性塑料的单螺杆射出成型机

注射成型是把塑料原料 (一般为经过造粒、染色、加入添加剂等处理后的颗粒料) 放入料筒中, 经过加热熔化, 使之成为高黏度的流体——熔体, 用柱塞或螺杆作为加压工具, 使熔体通过喷嘴以较高的压力注入模具的型腔中, 经过冷却、凝固阶段, 而后从模具中脱出, 成为塑料制品。

注射成型的全过程如下。

(1) 塑化过程。现代的注射机基本上是采用螺杆式的塑化设备。塑料原料 (称为物料) 自送料斗以定容方式送入料筒。通过料筒外的电加热和料筒内螺杆旋转的摩擦热使物料熔化, 达到一定的温度后即开始注射。注射动作是由螺杆的推进完成的。

(2) 充模过程。熔体自注射机的喷嘴喷出后, 进入模具的型腔, 使型腔内的空气排出, 并充满型腔, 然后将其升到一定的压力, 使熔体的密度增加, 充实到型腔的各部位。

充模过程是注射成型中最主要的过程。由于塑料熔体的流动是非牛顿流动, 而且黏度很大, 所以在充模过程中的压力损耗、黏度变化、多股汇流等现象影响着塑件的质量, 因此, 充模过程的关键问题——浇注系统的设计就成为注塑模具设计过程中的重点。现代的模具设计方法已经运用了计算机辅助设计 (CAD) 以解决浇注系统中的疑难问题。

(3) 冷却凝固过程。热塑性塑料的注射成型过程是热交换过程。即:

塑化→注射充模→固化成型
加热→(理论上绝热)→散热

热交换效果的优劣决定塑件的质量——外表质量和内在质量。因此,模具设计时对热交换也要作充分考虑。现代的设计方法中也采用了计算机控制温度以解决冷却凝固过程中的疑难问题。

(4) 脱模过程。塑件在型腔内固化后,必须用机械的方式把它从型腔中取出。这个动作要由模具结构中的脱模机构来完成。不合理的脱模机构对塑件的质量有很大的影响,因塑件的几何形状千变万化,必须采用最有效的和最适当的脱模方式,因此,脱模机构的设计也是注塑模具设计中的一个主要环节。由于标准化的推广,许多标准化了的脱模机构零部件都有商品供应。

由(1)到(4)形成了一个循环。每一次循环,就完成了—次成型——一个乃至数十个塑件。

1.1.2 注塑模具的结构组成

根据模具中各个部件的不同作用,一套注塑模具可以分成以下几个部分。

(1) 内模零部件:赋予成型材料形状和尺寸的零件,一般由定模芯、动模芯、镶件(镶针等)组成。

(2) 浇注系统:将熔融塑料由注射机喷嘴引向闭合的模腔,一般由灌口主流道、分流道、浇口和冷料穴组成。

(3) 热交换系统:为了满足注射成型工艺对模具温度的要求(冷却或加热),需要对模具温度进行较精确的调整。

(4) 抽芯机构:当侧向有凹凸及孔时,在塑件被顶出之前,必须抽拔侧向的型芯(或镶件),才能使塑件顺利脱模。

(5) 顶出系统:实现塑件脱模的机构,其结构形式很多,最常用的是顶针、司筒针和推板等。

(6) 导向定位部件:是保证动模与定模闭合时能准确对准、脱件时运动灵活的部件。注射承受侧向力的部件,常由导柱和导套及定位器、锥面、斜面等组成。

(7) 排气系统:将型腔内空气导出的排气槽及间隙。

(8) 结构件:如模架板、支承柱、限位件等。

1.1.3 注塑模具设计的基本程序

模具设计的主要依据,就是客户或研发中心提供的2D或3D图样及其技术要求。模具设计人员必须对制品图及实样进行详细的分析和消化,同时在进行模具设计时,必须遵循以下两个原则。

1.1.3.1 设计注塑模具应考虑的问题

(1) 分析塑件结构及其技术要求,要注意塑件的尺寸精度、表面粗糙度的要求及塑件的结构形式,对不合理的结构要提出改进塑件设计的建议。

(2) 了解注射机的技术规格。包括锁模力、最大容模量、开模距离、顶杆(棍)孔大

小位置和数量、码模方式、定位圈尺寸及其他设备参数。

(3) 了解塑件材料的加工性能和工艺性能，包括塑件能达到的最大流动距离比；塑料在模具内可能的结晶、取向及导致的内应力；塑料的冷却收缩和补缩；塑料对模具温度的要求等。

(4) 了解客户特殊技术要求，若与标准相异要与客户协商解决。

(5) 考虑模具的结构和制造，包括选择分型面和型腔的布置及进料点；模具的强度、刚度和模腔尺寸精度；滑块机构和顶出系统；模具零件的制造方法及制造的科学性、可行性及经济性；装拆的工艺性；必要的辅助工具的设计等。

(6) 考虑模具材料的选择，包括材料的机械加工工艺性能及热处理要求，材料坯料的大小等。

(7) 考虑模具的成型效率，合理地设置冷却系统。

1.1.3.2 注塑模具设计的一般流程

(1) 流程图。注塑模具设计的流程图如图 1-2 所示。

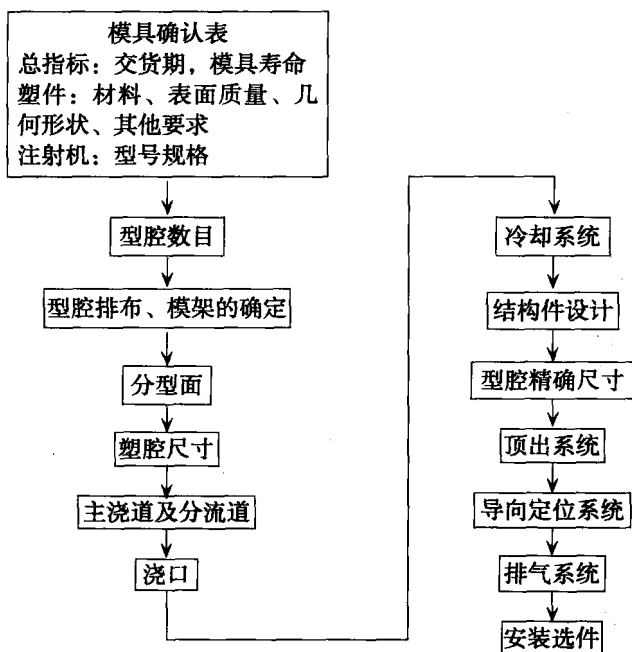


图 1-2 注塑模具设计流程图

(2) 对流程图的补充说明。图 1-2 所示的流程图只说明了在注塑模具设计过程中考虑问题的先后顺序，而在实际的设计过程中可能并不是按此顺序进行设计的，而且在设计中经常要再返回上一步或者上几步对已经设计的步骤进行修正，直到最终确定设计。

1.2 三板模的结构设计

注塑模具的结构是由塑件的复杂程度和注射机的形式等因素决定的。凡是注塑模均可

分为动模和定模两大部分，注射时动模与定模闭合成型腔和浇注系统，开模时动模与定模分离，取出塑件。定模安装在注射机的固定模板上，而动模则安装在注射机的移动模板上，图 1-3 为一典型的二板模的模具结构图。

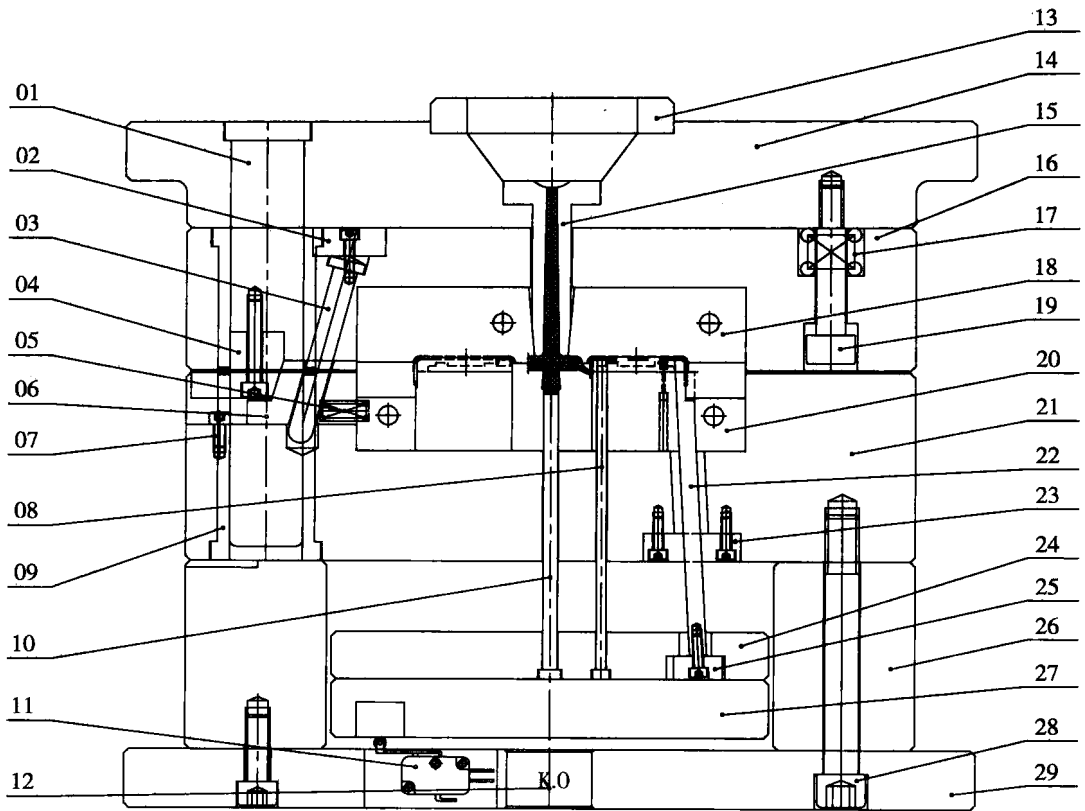


图 1-3 二板模的模具结构图

- 01.导柱 02.斜导柱压块 03.斜导柱 04.楔紧块 05.弹簧 06.滑块 07.限位螺丝 08.顶针
09.导套 10.拉料杆 11.行程开关 12.顶杆孔 13.定位圈 14.顶板 15.浇口套 16.定模板
17.弹簧 18.定模芯 19.内六角螺纹 20.动模芯 21.动模板 22.动模斜顶 23.斜顶导板
24.顶针固定板 25.斜顶座 26.垫块 27.顶针底板 28.内六角螺纹 29.底板

1.2.1 模具的强度设计

注塑模具的工作状态是长时间地承受交变负荷，同时还伴有冷热的交替。现代的注塑模具使用寿命至少几十万次，多至几百万次，因此，模具必须具有足够的强度和刚度。工作状态下模具所发生的弹性变形对塑件的质量有很大的影响，尤其是对于尺寸精度高和大尺寸的塑件，模具的刚度更加重要。

1.2.1.1 凹模型腔的强度和刚度

由于注射压力的作用，凹模型腔有向外胀出的变形产生。当变形量大于塑件在壁厚方向的成型收缩量时，会造成脱模困难，严重时还不能开模。

另外，由于成型过程中各种工艺因素的影响，型腔内的实际受力情况有时非常复杂，不可能以一种简单的模式完全解释，因此，在强度计算上采取比较宽容的做法，原则是：

宁可有余而不可不足, 这样安全系数较大。

通过理论分析和实践证明, 模具对强度和刚度的要求并非要同时兼顾。对大尺寸和尺寸精度要求高的塑件, 刚度不足是主要问题, 应按刚度条件计算; 对于小尺寸的塑件, 强度不足是主要问题, 应按强度条件计算。强度计算的条件是满足各种受力状态下的许用应力。刚度计算的条件则由于模具的特殊性, 可以从以下几个方面加以考虑。

(1) 要防止溢料。模具型腔的有些配合面当高压塑料熔体注入时, 会产生足以溢料的间隙。为了使型腔不致因模具弹性变形而发生溢料, 此时应根据不同塑料的最大不溢料间隙来确定其刚度条件。如尼龙、聚乙烯、聚丙烯等低黏度塑料, 其允许间隙为 0.025~0.04mm; 对聚苯乙烯、ABS 等中等黏度塑料, 其允许间隙为 0.05mm; 对聚碳酸酯、硬聚氯乙烯等高黏度塑料, 其允许间隙为 0.06~0.08mm。

(2) 应保证塑件精度。塑件均有尺寸要求, 尤其是精度要求高的小型塑件, 这就要求模具型腔具有良好的刚性, 即塑料注入时不产生过大的弹性变形。最大弹性变形值可取塑件允许公差的 1/5, 常见中小型塑件公差为 0.13~0.25mm (非自由尺寸), 因此, 允许弹性变形量为 0.025~0.05mm, 可按塑件大小和精度等级选取。

(3) 要有利于脱模。当变形量大于塑件冷却收缩值时, 塑件的周边将被型腔紧紧包住而难以脱模, 强制顶出则易使塑件划伤或损坏, 因此, 型腔允许弹性变形量应小于塑件的收缩值。但是, 一般来说, 塑料的收缩率较大, 故多数情况下, 当满足上述两项要求时已能满足本项要求。

上述要求在设计模具时, 其刚度条件应以这些项中最苛刻者 (允许最小的变形值) 为设计标准, 但也不宜无根据地过分提高标准, 以免浪费材料, 增加制造困难。

1.2.1.2 凹模型腔壁厚的计算

(1) 中小型模具的型腔强度。中小型模具是指模板的长度和宽度在 500mm 以下的模具 (这仅是从模具的力学角度来划分, 而不是以塑件质量来划分的)。这类模具的强度, 只要模板的有效面积不大于其长度和宽度的 60%, 深度不超过其长度的 10%, 可以不必通过计算。

例如: 标准模架的模板为 500mm×500mm, 可以做成 300mm×300mm×50mm 的凹模。

(2) 大型模具的型腔强度。模板的长度或宽度在 630mm 以上时, 必须通过计算, 常用圆形和矩形凹模侧壁和底部的厚度计算公式见下文。公式中使用的符号意义和单位如下:

P_M —— 模腔压力, MPa;

E —— 材料的弹性模量, MPa;

σ_p —— 材料的许用应力, MPa;

μ —— 材料的泊松比;

Y —— 成型零部件的许用变形量, mm;

r —— 凹模型腔内孔或凸模、型芯外圆的半径, mm;

R —— 凹模的外部轮廓半径, mm;

l —— 凹模型腔内孔 (矩形) 长边尺寸, mm;

L —— 凸模、型芯的长度或模具支承块 (垫块) 的间距, mm;

- h —— 凹模型腔的深度, mm;
- H —— 凹模外侧的高度, mm;
- c —— 凹模型腔的内孔(矩形)短边尺寸或其底面的受压宽度, mm;
- B —— 凹模外侧底面的宽度, mm;
- b —— 凹模型腔侧壁的计算厚度, mm;
- t —— 凹模型腔底部的计算厚度, mm。

下面计算公式中的两个系数 α 、 α' , 见表1-1和表1-2。

表1-1 系数 α

L/h	0.25	0.50	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0
α	0.02	0.081	0.173	0.321	0.727	1.226	2.105

表1-2 系数 α'

L/c	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	∞
α'	0.3078	0.3834	0.4356	0.4680	0.4872	0.4974	0.5000

① 圆形凹模。

a. 整体式, 如图1-4所示。

$$\text{侧壁: } b = r \left(\sqrt{\frac{\sigma_p}{\sigma_p - 2P_M}} - 1 \right)$$

$$\text{底部: } t = \sqrt{\frac{3P_M r^2}{4\sigma_p}}$$

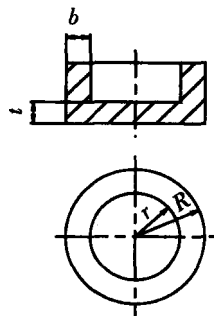


图1-4 整体式圆形凹模

b. 镶拼组合式, 如图1-5所示。

$$\text{侧壁: } b = r \left(\sqrt{\frac{\sigma_p}{\sigma_p - 2P_M}} - 1 \right)$$

$$\text{底部: } t = r \sqrt{\frac{1.22P_M}{\sigma_p}}$$

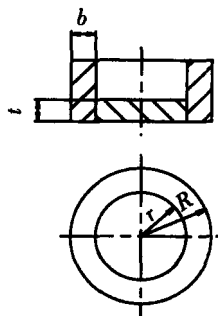


图1-5 镶拼组合式圆形凹模

② 矩形凹模。

a. 整体式, 如图1-6所示。

$$\text{侧壁: } b = h \sqrt{\frac{\alpha P_M}{\sigma_p}}$$

$$\text{底部: } t = c \sqrt{\frac{\alpha' P_M'}{\sigma_p}}$$

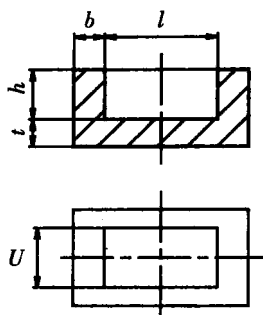


图1-6 整体式矩形凹模

b. 镶拼组合式, 如图1-7所示。

$$\text{侧壁: } b = l \sqrt{\frac{P_M h}{2H\sigma_p}}$$

$$\text{底部: } t = l \sqrt{\frac{3P_M b}{4B\sigma_p}}$$

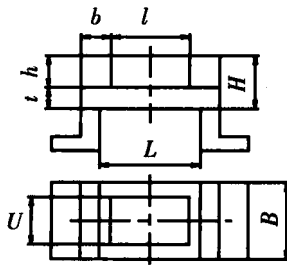


图1-7 镶拼组合式矩形凹模

1.2.1.3 成型零件的设计

注射成型模具中的成型零件是直接成型塑件的零件。它主要包括凹模（型腔）、凸模（型腔）和成型杆（入子）等。

(1) 凹模（型腔）。凹模（型腔）是成型塑件外表面的零件，它一般安装在定模板上。凹模的结构随着塑件形状、成型需求、模具加工装配等工艺要求而变化，其结构形式上有整体式和组合式两种类型。

①整体式凹模。整体式凹模由整块材料加工而成，其优点是模具结构简单、牢固、强度高、成型塑件无拼缝线；缺点是对形状复杂的凹模加工困难，需用电火花和数控加工，模具热处理变形大。它适用于中、小型且形状简单的模具，如图1-8所示。

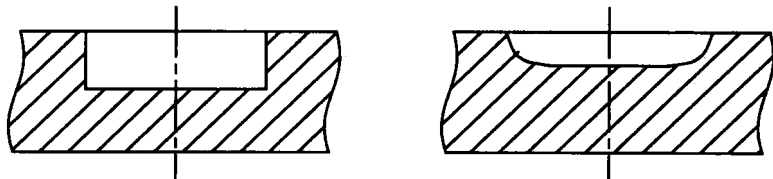


图1-8 整体式凹模

②组合式凹模。组合式凹模是指由多块材料加工而成，优点是简化了复杂型腔的加工工艺、减少了热处理变形、有利于排气、节约了贵重的模具钢，便于模具的维修，避免了整体式凹模的报废；缺点是型腔的精度、装配的牢固性会受影响，在塑件上留下镶拼的痕迹，而且模具结构复杂，它适用于形状复杂的模具。

组合式凹模根据其组合形式的不同又分为整体嵌入式、局部镶拼式和四壁拼合式，分

别介绍如下。

a. 整体嵌入式。嵌块的外形多采用带台阶的圆柱体，加工和安装容易；便于损坏时的更换和维修；多用于多型腔模具，如图1-9所示。

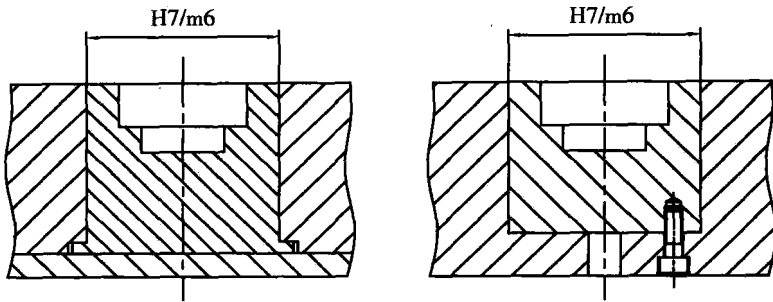


图 1-9 整体嵌入式

b. 局部镶拼式。模具加工方便；凹模易损坏的部分容易更换。形状复杂的凹模常做成通孔式，再镶入成型底板，这样便于模具的加工且热处理的变形小。但要注意各个结合面需要磨平、抛光，以减少塑件成型时的水平毛刺，以利于脱模，提高塑件的质量，如图1-10所示。

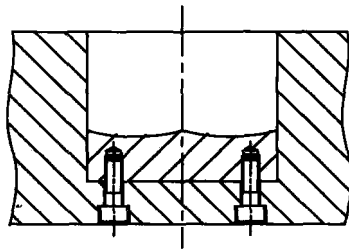


图 1-10 局部镶拼式

c. 四壁拼合式。侧壁之间采用扣锁连接，以保证型腔拼合的准确性，增强塑件的质量，此类结构牢固、承受力大，如图1-11所示。

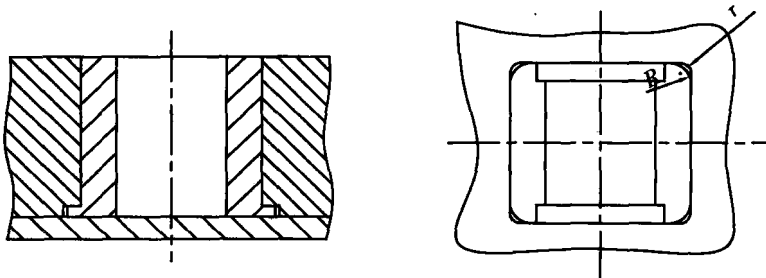


图 1-11 四壁拼合式

(2) 型芯和成型杆。型芯和成型杆是成型塑件的内表面。大的型芯也称为凸模，成型杆一般是指成型塑件的孔或凹槽的小型芯，它一般安装在动模板上，其结构形式也有整体式和组合式两种。

①整体式型芯。整体式型芯是指整个型芯和模板为一个整体，其优点是型芯结构牢固、成型塑件的质量好；缺点是模具的加工量大、耗钢材、热处理变形大。这种结构适用

于内形比较简单的塑件，如图1-12所示。

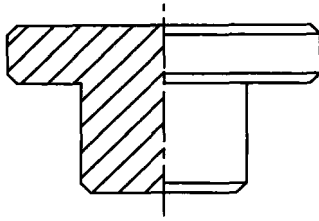


图 1-12 整体式型芯

②组合式型芯。组合式型芯是指由多块材料加工而成，优点是加工简单、容易，更换方便，减少贵重钢材的耗量，节省加工工时，避免大型塑件的热处理变形；缺点是强度较弱，易产生溢料。适用于塑件内形复杂，机加工困难的型芯，如图1-13所示。

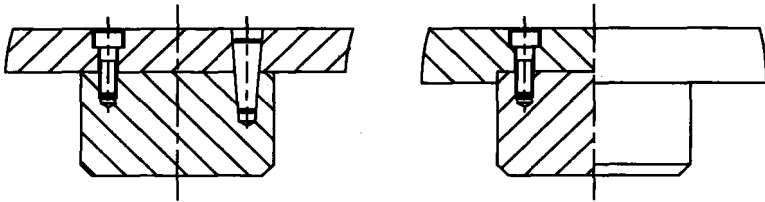


图 1-13 组合式型芯

③成型杆。成型杆通常单独加工制造，再镶入模板中，为了制造方便，常将其设计成圆形与异形两段，在固定时注意定位，如图1-14所示。

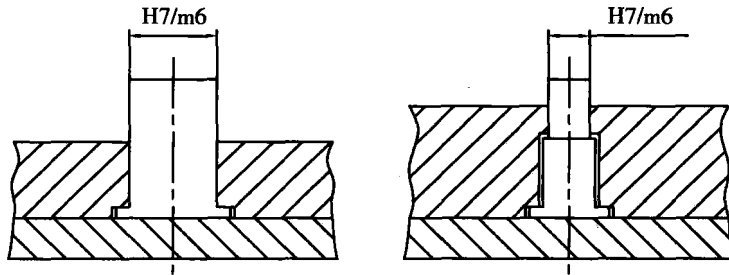


图 1-14 成型杆

(3) 成型零件镶拼组合的注意事项。

①防止产生横向飞边影响脱模，如图1-15所示。

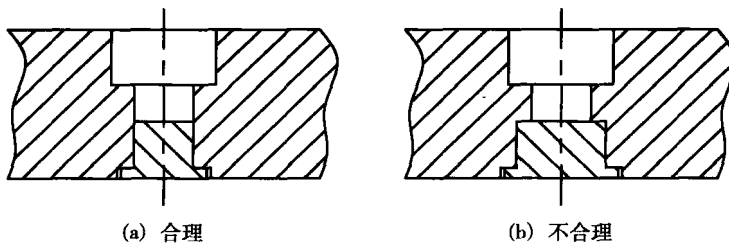


图1-15 避免产生横向边

②防止拼镶交接处错位使痕迹残留在塑件表面，如图1-16所示。

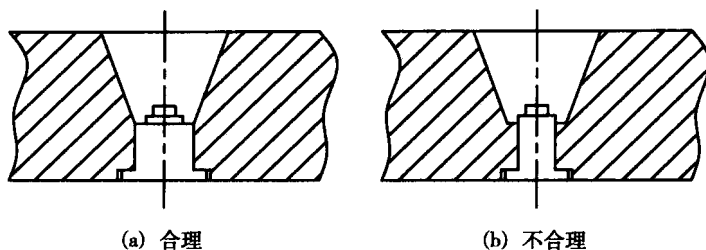


图1-16 防止错位痕迹留在塑件表面

③要保证镶件的强度足够牢固，应避免嵌件有尖角影响塑件的外观，如图1-17所示。

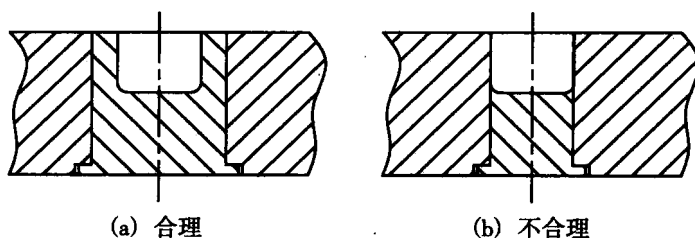


图1-17 避免嵌件尖角影响外观

④为了便于加工，镶件与孔的配合长度应尽可能短，如图1-18所示。

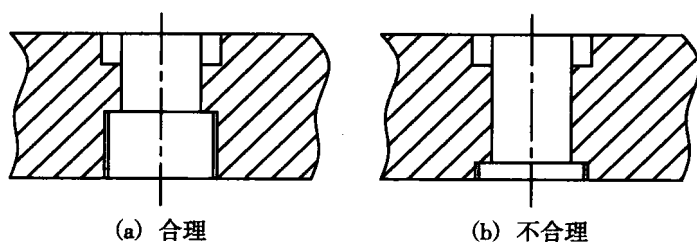


图1-18 镶件与孔的配合方式

⑤型芯较多，距离很近时，沉孔应加工成贯通，可节约加工工时，也能避免各沉孔的深度不一致，如图1-19所示。

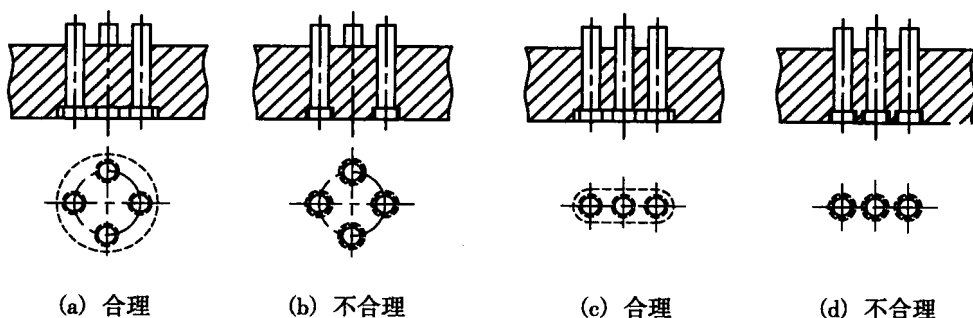


图1-19 多型芯与孔的配合方式

⑥镶件嵌入沉孔内时，应设计拆卸镶件的孔，如图1-20所示。

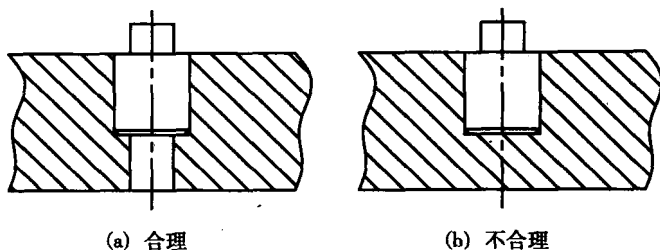


图1-20 镶件与沉孔的配合方式

1.2.2 分型面的设计

分型面是指用于取出塑件和浇注系统凝料（流道料）的可分离接触表面。分型面设计在注塑模的设计中有相当重要的位置，分型面的设计对塑件的质量、模具的整体结构、工艺操作的难易程度及模具的制造等均有很大的影响。注塑模可以有一个分型面，也可以有多个分型面，分型面应尽可能简单，以便于塑件脱模和模具制造。

1.2.2.1 分型面的表示方法

在模具总装配图上常用箭头指向分型面移动的方向。当模具分开时，若分型面两面的模板都做移动，用“—”表示，如图1-21 (a) 所示。若其中一方不动，另一方移动，用“T”表示，如图1-21 (b) 所示。当注塑模存在多个分型面时，以“Ⅰ”、“Ⅱ”、“Ⅲ”等标识来表示其开模的先后顺序，如图1-21 (a) 所示。

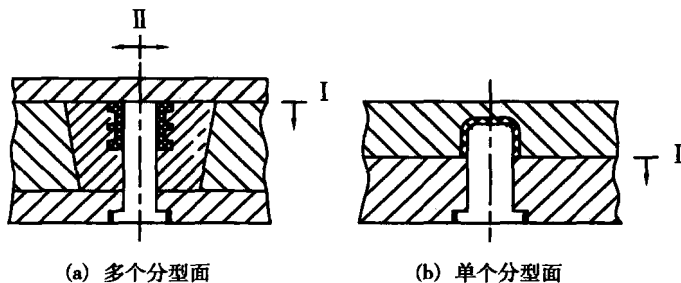


图1-21 分型面的表示方法

1.2.2.2 分型面的形式

模具分型面可垂直于合模方向，也可倾斜于合模方向或平行于合模方向。分型面的形式如图1-22所示。图1-22 (a) 为平面分型面，图1-22 (b) 为斜面分型面，图1-22 (c) 为阶梯面分型面，图1-22 (d) 为曲面分型面。

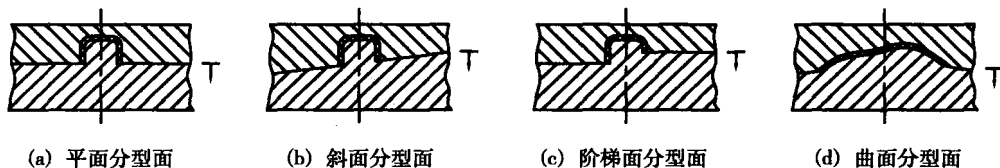


图1-22 分型面的形式