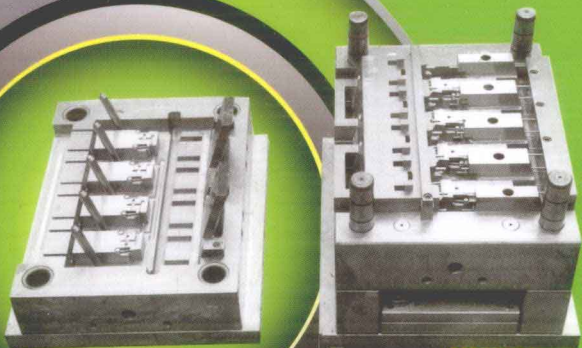


ZHUSU MUJUGONG
KUAISU RUMEN

注塑模具工 快速入门

支伟 主编



化学工业出版社

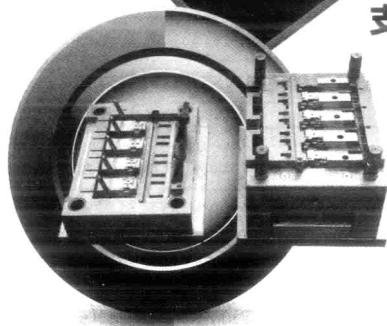


ZHUSU MUJUGONG
KUAISU RUMEN

注塑模具工 快速入门

常州轻工职业技术学院
藏书章

支 伟 主 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑模具工快速入门/支伟主编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 3

ISBN 978-7-122-13218-5

I. 注… II. 支… III. 注塑-塑料模具 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 003870 号

责任编辑: 李军亮

文字编辑: 项 激

责任校对: 陶燕华

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8½ 字数 231 千字

2012 年 6 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

前 言

由于塑料制品拥有极为优异的包括物理、机械、热、电、化学性能在内的综合性能，与金属材料相比，塑料密度小、比强度大、容易加工、生产效率高，可简化加工程序、节省费用、降低成本。因此，目前在电子电气、交通运输、机械仪表、办公设备、家用电器、建筑照明等领域得到了广泛的使用。而注塑成型是塑料制品的主要成型方法，约有 50% 以上的塑料产品是通过注塑方式进行生产的，与此相应的注塑模具在塑料模具中所占的比重最大，其设计与制造技术水平直接影响到塑料制品的质量与寿命，因此如何提高模具制造水平越来越受到各加工企业的重视。

随着我国制造业水平的稳步提高，政府越来越重视职业技能的培训，近年来出台了一系列政策、法规，以促进高水平、高素质职业技能型人才的培养，适应经济社会发展的需要。本书结合国家职业标准，根据企业对注塑模具工技能的要求，较系统地介绍了注塑模具工快速上岗应知应会的知识与技能，内容包括注塑模具识图、模具材料、模具结构、模具加工方法、典型注塑模具零件的加工实例、模具装配、试模与调整以及模具的使用与维护等，结合实际应用，重点突出了模具加工工艺方法的实用性，注重知识能力与和技能培养之间的衔接。

本书由支伟担任主编，其中王小清编写第一、三、七章，郭烨编写第二、四、八章，李军编写第五、六章。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编者

目 录

第一章 注塑模具识图	1
第一节 塑料制件图分析	1
第二节 注塑模具装配图分析	18
第二章 注塑模具材料及热处理	29
第一节 注塑模具材料的种类	29
第二节 注塑模具材料的选择原则	33
第三节 注塑模具材料的热处理	37
第三章 注塑模具结构	46
第一节 注塑模具的结构组成	46
第二节 注塑模具的类型	48
第三节 注塑模具典型结构的组成与组合	53
第四章 注塑模具加工方法	55
第一节 注塑模具的制造过程	55
第二节 注塑模具的普通切削加工	57
第三节 注塑模具数控切削加工	74
第四节 注塑模具的特种加工	107
第五节 注塑模具的表面加工	114
第六节 注塑模具的特殊加工方法	126
第五章 注塑模具零件的加工实例	134
第一节 加工工艺方案的选择	134
第二节 模架的加工	136
第三节 模具零件型芯、型腔的加工	145
第四节 导滑槽的加工	169
第五节 导柱孔的加工	171
第六节 流道的加工	180
第七节 型芯孔的加工	183

第六章 注塑模具的装配	188
第一节 注塑模具装配工艺知识	188
第二节 注塑模具装配的工艺方法	192
第三节 注塑模具装配实例	211
第七章 注塑模具试模与调整	222
第一节 常见塑料注射机的分类与模具特点	222
第二节 注塑模具装模要求与方法	227
第三节 试模	231
第四节 制件质量分析与模具调整	234
第五节 注塑模具操作工安全生产技术要求	245
第八章 注塑模具的使用与维护	252
第一节 注塑模具的使用维护	252
第二节 注塑模具的故障分析与排除	254
第三节 注塑模具的修理	257
参考文献	262

第一章 注塑模具识图

第一节 塑料制件图分析

塑料制件图是表达塑料制件结构形状、尺寸和技术要求的图样，又称为塑料工作图。模具图样主要包括塑料制件图、成型零件图以及模具装配图。本节主要识读、分析塑料制件图。

(1) 塑料制件图的作用和内容

① 塑料制件图的作用。塑料产品或塑料制件是由塑料零件装配成的。如图 1-1 所示，该零件为塑料扣盒盒盖，大批量生产，材料为聚丙烯。

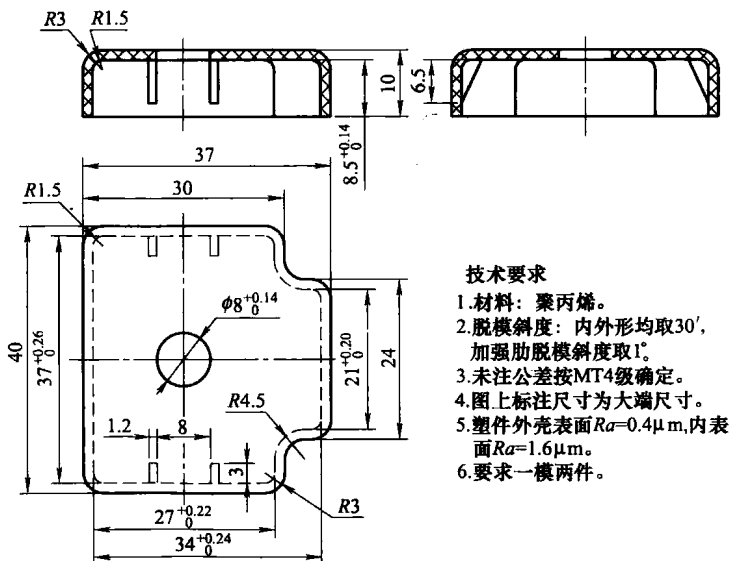


图 1-1 塑料扣盒盒盖制件图

塑料制件零件图是设计部门提交给生产部门的重要技术文件。它反映了设计者的意图，表达了对零件的要求（包括对零件的结构要求和制造工艺的可能性、合理性要求等），是制造、检验塑料零件的依据，也是检验注塑模具制造精度的依据。

② 塑料制件图的内容。从图 1-1 中可以看出作为塑料制件图一般应包括以下几方面内容：

a. 图形。用一组图形（包括各种表达方法）准确、清楚和简便地表达出制件的结构形状。如图 1-1 所示，用三个基本视图（主、左视图均采用剖视图）清楚地表达了该制件的壁厚、过渡圆角、加强肋等内外结构形状。

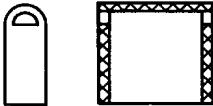
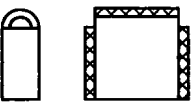
b. 尺寸。正确、齐全、清晰、合理地标注出制件各部分的大小及其相对位置尺寸，即提供制造和检验制件零件所需的全部尺寸，为注塑模具制造做好准备。

c. 技术要求。将制造制件应达到的质量要求（如表面粗糙度、尺寸公差、形位公差、材料、表面处理等），用一些规定的代（符）号、数字、字母或文字，准确、简明地表示出来。不使用代（符）号标注在图中的技术要求，可用文字注写在标题栏的上方或左方。

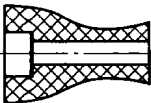
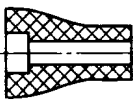
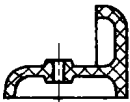
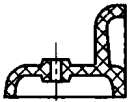
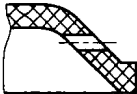
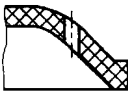
(2) 塑料制件上常见的工艺结构 塑料制件的结构形状应满足设计要求和工艺要求。塑料制件的结构设计既要考虑工业美学、造型学，更要考虑工艺可能性、方便性。

① 塑料制件的表面形状。塑料制件的内外表面形状应尽可能有利于成型。表 1-1 所示为改变制件形状以利于成型的几个实例。

表 1-1 改变制件形状以利模具成型的典型实例

不 合 理	合 理	说 明
		将左图侧孔容器改为右图侧凹容器，则不需采用侧抽芯或瓣合分型的模具
		应避免塑件表面横向凹台，以便于脱模

续表

不 合 理	合 理	说 明
		塑件外侧凹, 必须采用拼合凹模, 使注塑模具结构复杂, 塑件表面有接缝
		塑件内侧凹, 抽芯困难
		将横向侧孔改为垂直向孔, 可免去侧抽芯机构

塑件(塑料制件)内侧凹较浅并允许带有圆角时, 则可以用整体凸模采取强制脱模的方法使塑件从凸模上脱下, 如图 1-2 (a) 所示, 因为塑料制件在脱模温度下具有足够的弹性, 可以使塑件在强制脱模时不会变形, 如聚乙烯、聚丙烯、聚甲醛等都能适应这种情况。某些情况下塑件外侧的凹凸也可以强制脱模, 如图 1-2 (b) 所示。

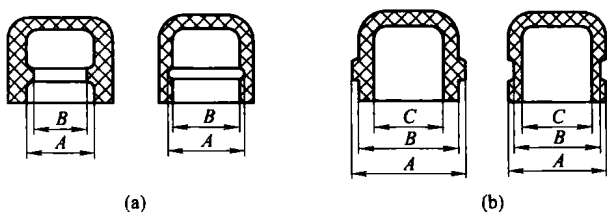


图 1-2 可强制脱模侧向凹凸

塑料制件的形状还应有利于提高制品的强度和刚度。薄壳状塑件可设计成球面或拱形曲面, 如图 1-3~图 1-5 所示。

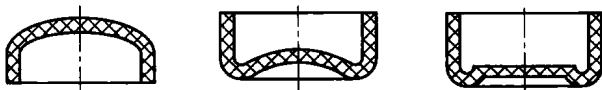


图 1-3 容器底与盖的加强



图 1-4 制件边缘的增强

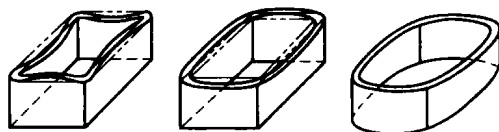


图 1-5 防止矩形薄壁容器侧里内凹变形

② 壁厚。塑料制件壁厚的大小对塑件质量的影响：

- a. 壁厚太小。制件强度及刚度不足，注塑时塑料流动困难。
- b. 壁厚太大。原料浪费，注塑时冷却时间长，易产生气泡、缩孔等缺陷。

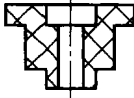
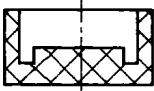
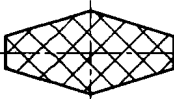
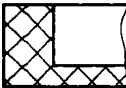
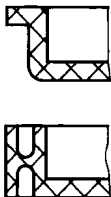
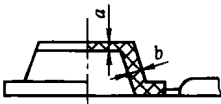
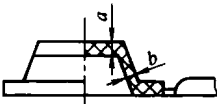
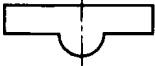
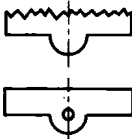
热固性塑料的小型塑件，壁厚取 $0.6 \sim 2.5\text{mm}$ ，大型塑件取 $3.2 \sim 8\text{mm}$ 。苯基酚醛塑料等流动性差者取较大值，但一般不宜大于 10mm 。脆性塑料如矿物填充的酚醛塑料件壁厚应不小于 3.2mm 。热塑性塑料易于成型薄壁塑件，最小壁厚能达到 0.25mm ，但一般不宜小于 $0.6 \sim 0.9\text{mm}$ ，常取 $2 \sim 4\text{mm}$ 。各种热塑性塑料制件的最小壁厚与壁厚推荐值见表 1-2。

表 1-2 热塑性塑料制件的最小壁厚与壁厚推荐值 mm

塑件材料	最小壁厚	小型塑件的 推荐壁厚	中型塑件的 推荐壁厚	大型塑件的 推荐壁厚
尼龙	0.45	0.76	1.50	2.4~3.2
聚乙烯	0.6	1.25	1.60	2.4~3.2
聚苯乙烯	0.75	1.25	1.60	3.2~5.4
改性聚苯乙烯	0.75	1.25	1.60	3.2~5.4
有机玻璃	0.8	1.50	2.20	4~6.5
硬聚氯乙烯	1.2	1.60	1.80	3.2~5.8
聚丙烯	0.85	1.45	1.75	2.4~3.2
氯化聚醚	0.9	1.35	1.80	2.5~3.4
ABS	0.55	0.90	1.70	2.5~3.4

同一塑件的壁厚应尽可能一致, 否则会因冷却或固化速度不同产生附加内应力, 使塑件产生翘曲、缩孔、裂纹甚至开裂。表 1-3 为改善塑件壁厚的典型实例。如果结构要求必须有不同壁厚时, 不同壁厚的比例不应超过 1 : 3, 且应采取适当的过渡半径以避免壁厚的突然变化。

表 1-3 改善塑件壁厚的典型实例

不 合 理	合 理	说 明
		左图壁厚不均匀, 易产生气泡及塑件变形, 右图壁厚均匀, 改善了成型工艺条件, 有利于保证质量
		
		
		
		平顶塑件, 采用侧浇口进料时, 为避免平面上留有熔接痕, 必须保证平面进料通畅, 故 $a > b$
		壁厚不均塑件, 可在易产生凹痕表面采用波纹形式或在厚壁处开设工艺孔, 以掩盖或消除凹痕

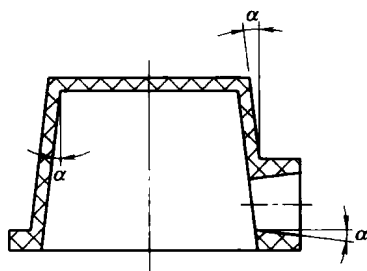


图 1-6 脱模斜度

③ 脱模斜度。为了便于塑件脱模，防止脱模时擦伤塑件，必须在塑件内外表面脱模方向上留有足够的斜度，在模具上称为脱模斜度，如图 1-6 所示。

a. 脱模斜度的取法。外形以大端为基准，斜度由缩小方向取得；内形以小端为基准，

斜度由扩大方向取得。

b. 选择脱模斜度一般应掌握以下原则：

① 脱模斜度取决于塑件形状、壁厚及塑料收缩率，一般取 $30' \sim 1^\circ 30'$ 。

② 成型型芯长或型腔深，则斜度应取偏小值，反之可选用偏大值。

③ 塑件高度不大（通常小于 $2 \sim 3\text{mm}$ ）时可不设计脱模斜度。

④ 当制件在使用上有特殊要求时，脱模斜度可采用外表面（型腔）为 $5'$ ，内表面（型芯）为 $10' \sim 20'$ 。

⑤ 开模后为了使塑件留在凹模内或凸模上，往往有意减小凹模的脱模斜度或者增大凸模的脱模斜度。

⑥ 热固性塑料一般较热塑性塑料收缩率要小一些，故脱模斜度也相应小一些。

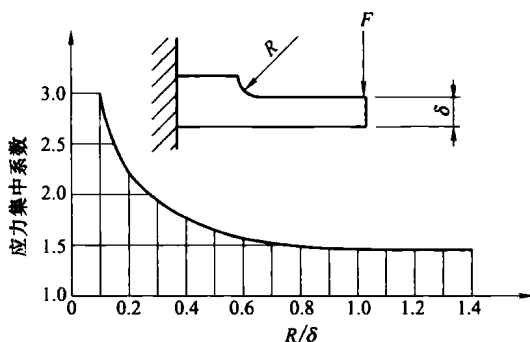
⑦ 压缩成型较大的塑件时，内表面的脱模斜度应比外表面的大些，以保证顶缘部分的密度。

一般情况下，脱模斜度不包括在塑件的公差范围内。表 1-4 为常用塑料制件的脱模斜度推荐范围。

④ 制件的圆角。塑料制件除了使用上要求采用尖角之外，其余所有转角处应尽可能采用圆角过渡。因为带有尖角的塑件，往往会在尖角处产生应力集中，在受力或受冲击振动时发生破裂，甚至在脱模过程由于成型内应力而开裂，特别是塑件的内角处。图 1-7

表 1-4 塑料制品的脱模斜度推荐范围

塑料制品材料	脱模斜度	
	型腔	型芯
聚酰胺(通用)	20' ~ 40'	25' ~ 40'
聚酰胺(增强)	20' ~ 50'	20' ~ 40'
聚乙烯	20' ~ 45'	25' ~ 45'
聚苯乙烯	35' ~ 1°30'	30' ~ 1°
聚甲基丙烯酸甲酯	35' ~ 1°30'	30' ~ 1°
聚碳酸酯	35' ~ 1°	30' ~ 50'
ABS 塑料	40' ~ 1°20'	35' ~ 1°

图 1-7 R/δ 与应力集中系数的关系

所示为塑料件受应力作用时应力集中系数与圆角半径的关系。从图中可以看出，理想的内圆角半径应在壁厚的 1/3 以上。

塑料制件上圆角的作用：

a. 避免了应力集中，提高了强度，而且还使塑件变得美观，有利于塑料充模时的流动。

b. 避免模具在淬火或使用上不致因应力集中而开裂。

通常，内壁圆角半径应是壁厚的 1/2，而外壁圆角半径可为壁厚的 1.5 倍，一般圆角半径不应小于 0.5mm，壁厚不等的两壁转角可按平均壁厚确定内、外圆角半径。

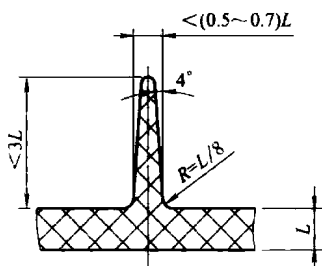


图 1-8 加强肋的尺寸

⑤ 制件的加强肋。制件采用加强肋，可以在不增加壁厚的情况下，增加塑件的强度和刚度，避免塑件变形翘曲，避免由于收缩不均产生的缩孔、气泡、凹陷等现象，有的加强肋还能改善成型时熔体的流动状况。加强肋的尺寸如图 1-8 所示。

在塑件上设置加强肋有以下要求：

- a. 布置加强肋时，应尽力减少塑料的局部集中，以免产生缩孔和气泡。
- b. 加强肋的尺寸不宜过大，以矮一些、多一些为好。
- c. 加强肋之间中心距应大于 2 倍壁厚，这样既可以避免缩孔产生，又可以提高制品的强度和刚度。
- d. 加强肋布置的方向尽量与熔体流动的方向一致，以利于熔体充满型腔，避免熔体流动受到搅乱。
- e. 加强肋的端面不应与制件支承面平齐，应有一定间隙。

⑥ 塑料制件的支承面及凸台

a. 支承面。通常塑件一般不以整个平面作为支承面，而是以底脚或边框为支承面，如表 1-5 序号 1 所示。

b. 凸台。凸台是用来增强内孔强度或装配附件或为塑件提供支承的截锥台或支承块。设计凸台时，除应考虑前面所述的一般问题外，在可能情况下，凸台应当位于边角部位，其几何尺寸应小，高度不应超过其直径的 2 倍，并应具有足够的脱模斜度。设计固定用凸台时，除应保证有足够的强度以承受紧固时的作用力外，在转折处不应有突变，连接面应局部接触，如表 1-5 中序号 2 和 3 所示。

⑦ 塑料制件上孔的设计。对塑件上的孔的设计有以下要求：

- a. 孔的形状宜简单，复杂形状的孔，模具制造较困难。
- b. 孔与孔之间、孔与壁之间均应有足够的距离（表 1-6）。

表 1-5 支承面和固定凸台的结构

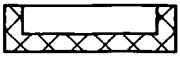
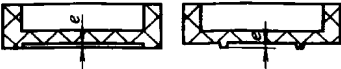
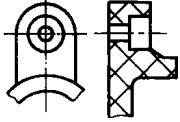
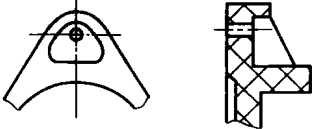
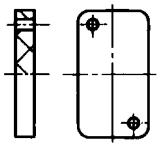
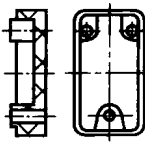
序号	不 合 理	合 理	说 明
1			采用凸边或底脚作支承面,凸边或底脚的高度 e 取 $0.3\sim 0.5\text{mm}$
2			安装紧固用的螺钉的凸台或凸耳应有足够的强度,避免突然过渡和用整个底面作支承面
3			凸台应位于边角部位

表 1-6 热塑性塑料孔间距、孔边距与孔径的关系 mm

孔径 d	<1.5	$1.5\sim 3$	$3\sim 6$	$6\sim 10$	$10\sim 18$	$18\sim 30$
孔间距	$0.75\sim 1.2$	$1.2\sim 1.5$	$1.5\sim 2.3$	$2.3\sim 3$	$3\sim 3.8$	$3.8\sim 5.3$
孔边距						

c. 孔径与孔深的关系见表 1-7。

表 1-7 孔径与孔深的关系

成型方式	孔的形式	孔 的 深 度	
		通孔	不通孔
压缩模塑	横孔	$2.5d$	$<1.5d$
	竖孔	$5d$	$<2.5d$
挤出或注射模塑	横孔、竖孔	$10d$	$(4\sim 5)d$

注: 1. d 为孔的直径。

2. 采用纤维状塑料时, 表中数值乘系数 0.75。

塑件上紧固用的孔和其他受力的孔，应设计出凸台予以加强，如图 1-9 所示。固定孔建议采用图 1-10 (a) 所示沉头螺钉孔形式，一般不采用图 1-10 (b) 所示沉头螺钉孔形式，也可采用图 1-10 (c) 所示的形式，以便设置型芯。

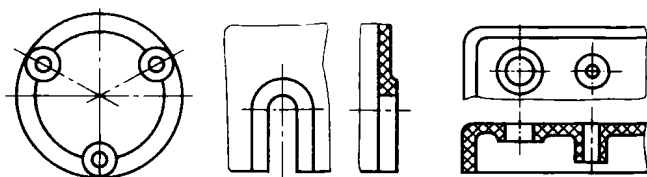


图 1-9 孔的加强

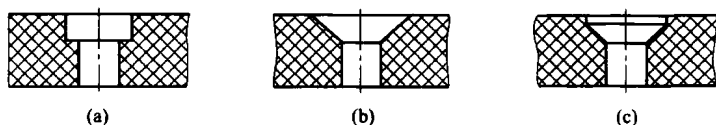


图 1-10 固定孔的形式

相垂直的孔或斜交的孔，在压缩模塑制品中不宜采用；在注射模塑和传递模塑中可以采用，但两个孔的型芯不能互相嵌合 [图 1-11 (a)]，而应采用图 1-11 (b) 所示的结构形式。成型时，小孔型芯从两边抽芯后，再抽大孔型芯。需要设置侧壁孔时，应尽可能避免侧抽芯装置，使模具结构简化。

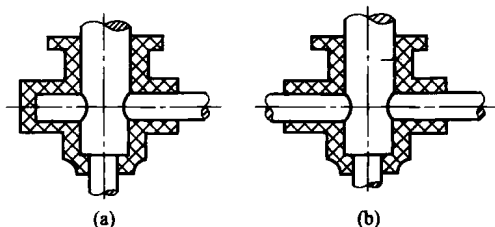


图 1-11 两相交孔的设计

⑧ 塑件上的花纹、文字及符号。塑件上的花纹（如凸、凹纹、皮革纹等）有的是使用上需要，有的则是为了装饰。设计的花纹应

易于成型和脱模，便于模具制造，为此纹向应与脱模方向一致。

图 1-12 (a)、(b) 所示制品脱模麻烦，模具结构复杂，图 1-12 (c) 所示结构在分型面处的飞边不易清除，而图 1-12 (d)、(e) 所示结构则脱模方便，模具结构简单，制造方便，而且分型面处的飞边为圆形，容易去除。

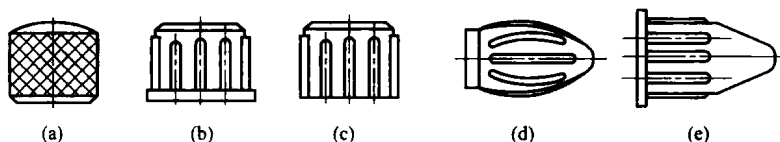


图 1-12 塑件上花纹的设计

塑件上的标记、符号和文字有三种不同的结构形式：第一种为凸字 [图 1-13 (a)]，这种形式制模方便，但使用过程凸字容易损坏。第二种为凹字 [图 1-13 (b)]，凹字可以填上各种颜色的油漆，字迹鲜艳，但这种形式如果用机械加工模具则较麻烦，现多用电铸、冷挤压、电火花加工等方法制造模具。第三种为凹坑凸字，在凸字的周围带有凹入的装饰框 [图 1-13 (c)]，制造这种结构形式的模具可以采用镶块中刻凹字，然后镶入模体中，这种结构形式的凸字在使用时不易损坏，模具制造也较方便。

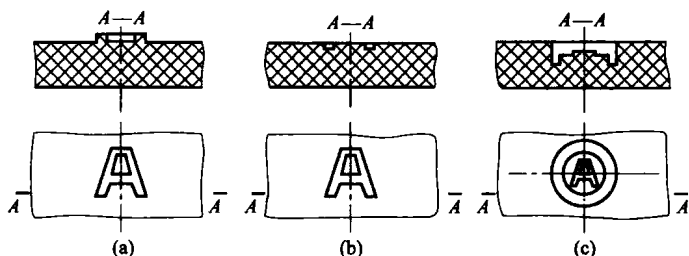


图 1-13 塑件上文字的结构形式

⑨ 螺纹设计。塑料制件上的螺纹可以直接模塑成型，也可以用后加工的办法机械加工成型，在经常装拆和受力较大的地方，则应该采用金属螺纹嵌件。塑件上的螺纹应选用螺牙尺寸较大者，螺