

塑料模具设计

北京市塑料工业公司 编

0.66

轻工业出版社

内 容 提 要

本书简要地介绍了塑料注射成型、压缩成型和铸压成型模具的设计基础知识和原理，并附有设计实例，可供塑料模具厂或塑料加工厂工人和技术人员参考。

塑 料 模 具 设 计

北京市塑料工业公司 编

*

轻 工 业 出 版 社 出 版

(北京阜成路3号)

北 京 印 刷 二 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

787×1092 毫米 1/16 印张: $14\frac{12}{16}$ 字数: 329 千字

1977年1月第一版第一次印刷

印数: 1—21,500 定价: 1.20元

统一书号: 15042·1408

毛 主 席 语 录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

FBS/22

前 言

在毛主席的革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命、批林批孔和学习无产阶级专政理论运动，我国塑料工业和其他工业一样，正在迅速发展，形势一片大好。随着塑料工业的发展，塑料模具的设计与制造已成为发展塑料制品的生产的关键。为了促进塑料制品生产的进一步发展、普及塑料模具设计的基本知识，编写了《塑料模具设计》一书，供塑料模具工人、技术人员参考。

本书由马金骏同志汇编。由于业务水平有限，编写内容又局限于我们的生产范围，因此本书可能有不少缺点和错误，希望读者批评指正。

北京市塑料工业公司

一九七六年一月

目 录

第一章 塑料模具设计的基础	(1)
第一节 塑件的结构	(1)
一、壁厚	(1)
二、斜度	(2)
三、加强筋.....	(2)
四、支承面.....	(3)
五、圆角	(4)
六、孔	(4)
七、螺纹	(7)
八、嵌件	(7)
九、凸凹纹.....	(10)
十、标志.....	(10)
十一、塑件结构设计示例	(10)
第二节 塑料的收缩和公差	(14)
一、塑料的收缩	(14)
二、塑件的公差	(16)
三、模具部件尺寸的计算	(17)
第三节 分型面的选定	(21)
第二章 塑料模具的基本零部件	(26)
第一节 凹模	(26)
一、结构设计.....	(26)
二、强度计算.....	(28)
第二节 凸模	(33)
第三节 成型芯	(34)
第四节 导柱和导套	(38)
第五节 支承件	(40)
一、模底板.....	(40)
二、支板和支柱间距计算	(40)
第六节 模用弹簧的计算	(42)
第三章 塑料模具材料	(45)
第一节 钢材	(45)
一、基本要求	(45)
二、常用品种	(45)
第二节 其他制模材料	(49)

一、环氧树脂	(49)
二、低熔点合金	(50)
三、制模过渡材料	(51)
第四章 塑料模具的加热和冷却	(54)
第一节 塑料模具的加热	(54)
一、概述	(54)
二、模具的电阻加热	(54)
三、电热装置的计算	(56)
第二节 塑料模具的冷却	(58)
一、概述	(58)
二、冷却的计算	(59)
三、设计要点	(59)
四、冷却方法和装置	(60)
第五章 热塑性塑料注射模的设计	(66)
第一节 概述	(66)
一、注射工艺原理和设备	(66)
二、注射模的基本类型	(73)
第二节 注射机和注射模的关系	(79)
一、注射量和塑件重量的关系	(80)
二、塑化量和型腔数的关系	(82)
三、锁模力及注射面积和型腔数的关系	(83)
四、注射机压板行程及间距和模具闭合高度的关系	(83)
五、注射机压板尺寸及拉杆间距和模具尺寸的关系	(84)
六、注射机顶出装置和注射模顶出机构的关系	(84)
第三节 注射模的进料系统	(85)
一、注口	(85)
二、流道	(86)
三、浇口	(90)
四、冷料井	(95)
第四节 注射模的顶出机构	(96)
一、作用和方式	(96)
二、类型	(101)
三、驱动机构	(104)
四、回程机构	(106)
五、设计要点	(108)
第五节 注射模的抽芯机构	(108)
一、作用和类型	(108)
二、斜导柱抽芯机构	(109)

三、弯销抽芯机构	(121)
四、斜滑块抽芯机构	(121)
五、齿轮齿条抽芯机构	(124)
六、螺纹型芯和型圈的退芯	(125)
第六节 注射模的排气	(126)
一、概述	(126)
二、设计要点	(127)
三、设计示例	(127)
第七节 注射模设计实例	(128)
第六章 热固性塑料压塑模的设计	(166)
第一节 概述	(166)
一、压塑工艺原理和设备	(166)
二、液压机和压塑模的关系	(167)
三、压塑模的主要类型	(169)
第二节 压塑模结构设计要点	(170)
一、凹模料腔的计算	(170)
二、顶出装置	(174)
三、标准模架	(175)
第三节 压塑模设计实例	(176)
第七章 热固性塑料铸压模的设计	(207)
第一节 概述	(207)
一、铸压工艺原理	(207)
二、铸压模的优缺点	(207)
三、铸压模的分类	(208)
四、铸压模和液压机的关系	(209)
第二节 铸压模结构设计要点	(211)
一、料腔和压柱	(211)
二、注口套、流道和浇口	(212)
第三节 铸压模设计实例	(213)
附 录	(219)
一、面积计算公式	(219)
二、体积和表面积计算公式	(221)
三、长度单位换算表	(222)
四、重量单位换算表	(223)
五、体积和容积(容量)单位换算表	(224)
六、面积和地积单位换算表	(225)
七、常用材料比重表	(226)
八、硬度换算表	(227)

第一章 塑料模具设计的基础

第一节 塑件的结构

模具设计和塑件结构的关系十分密切。模具设计必须体现塑件结构的要求，而塑件结构在符合使用和成型条件的同时，也要符合模具设计和制造的要求；因此，设计塑料模具之前，必须充分分析和研究塑件的结构，以便使塑件设计和模具设计两者的经济合理性相互协调和统一。

现将塑件结构设计的基本要求，分别讨论于下：

一、壁 厚

根据使用条件，各种塑件都应有一定的厚度，以保证其应有的机械强度。壁厚太厚则浪费原料，增大塑件的成本，更重要的是延长塑件在模内冷却或固化的时间，也容易产生凹陷、缩孔、夹心等质量上的缺陷；特别是在注射成型中，塑件的壁厚不能太薄，因为壁厚越薄，熔融塑料在模腔内的流动阻力就越大，在大型塑件的情况下，有时甚至会造成成型困难。

表1-1 常用塑料的塑件壁厚范围

塑 料		塑 件 的 壁 厚 范 围 (毫米)
热 固 性 塑 料	酚醛塑料	
	木粉填充	1.5~2.5
	布屑填充	1.5~9.5
	矿物填充	3.0~2.5
	氨基塑料	
	纤维填充	0.9~5.0
	布屑填充	1.5~5.0
热 塑 性 塑 料	矿物填充	1.0~9.5
	聚 乙 烯	0.9~4.0
	聚 丙 烯	0.6~3.5
	聚 酰 胺	0.6~3.0
	聚 甲 醛	1.5~5.0
	聚苯乙烯	1.0~4.0
	聚甲基丙烯酸酯	1.5~5.0
	聚氯乙烯、硬质	1.5~5.0
	聚碳酸酯	1.5~5.0
	醋酸纤维塑料	1.0~4.0
	ABS塑料	1.5~4.5

塑件的壁厚应尽量均匀，壁与壁连接处的薄厚不应相差太大，并且应尽量用圆弧连接；否则，在连接处会由于冷却收缩的不均，产生内应力而使塑件开裂。

热塑性塑料塑件的壁厚，常在1~5毫米范围内选取；热固性塑料塑件的壁厚，小件常在1.5~2.5毫米范围内选取，大件常在3~10毫米范围内选取。

各种常用塑料的塑件壁厚范围，可参考表1-1。

二、斜 度

由于塑料冷却时的收缩，塑件能紧扣在凸模或成型芯上；为了便于脱模，与脱模方向平行的塑件表面，都应具有合理的脱模斜度。

塑件的斜度取决于塑件的形状和壁厚以及塑料的收缩率。斜度过小则脱模困难，会造成塑件表面损伤或破裂；但斜度过大也影响塑件尺寸的精度。在许可的情况下，斜度应稍大，一般取 $30' \sim 1^\circ 30'$ 。成型芯愈长或型腔愈深，则斜度应取偏小值；反之可选用偏大值，如图1-1所示， $\alpha < \alpha_2 < \alpha_1$ 。

常用塑件脱模斜度见表1-2。

表1-2

塑 件 脱 模 斜 度

塑 件 材 料	脱 模 斜 度	
	型 腔	型 芯
聚酰胺		
通用	20'~40'	25'~40'
增强	20'~50'	20'~40'
聚乙烯	20'~45'	25'~45'
聚甲基丙烯酸酯	35'~1°30'	30'~1°
聚苯乙烯	35'~1°30'	30'~1°
聚碳酸酯	35'~1°	30'~50'
ABS塑料	40'~1°20'	35'~1°

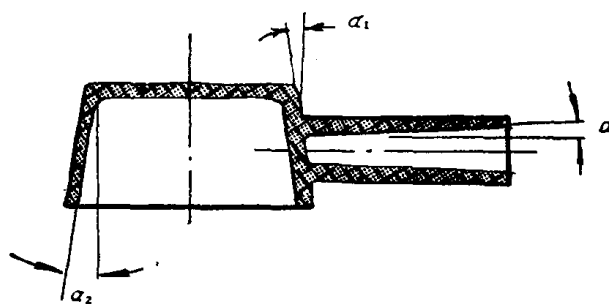


图1-1 塑件的斜度

三、加 强 筋

加强筋的作用是在不增大塑件厚度的条件下增强塑件的机械强度。塑件上适当设置加强筋，通常可防止翘曲。

加强筋的形状和尺寸，如图1-2所示；其高度h通常为塑件壁厚s的3倍左右，并

有 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的脱模斜度 α 。加强筋和塑件壁的连接处及端部，都应用圆弧相连，防止应力集中影响塑件质量。加强筋的厚度 b 应为塑件壁厚的 $1/2$ 。原则上，加强筋的厚度不应大于塑件壁厚，如大于壁厚就会产生瘪陷，如图1-2(2)中箭头所示。加强筋的高度也不宜过大，以免塑件使用时筋部受力破损。加强筋的设置方向应和模内料流方向一致，以免由于料流的干扰而损害塑件的质量。

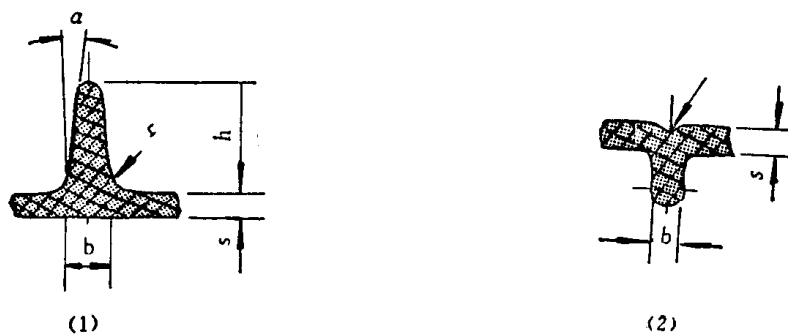


图1-2 加强筋

(1) 正确设计

(2) 不正确设计

$$h \leq 3S \quad \alpha = 2^{\circ} \sim 5^{\circ} \quad r = 1/4S$$

如塑件上要设置许多加强筋，则其分布排列应互相错开，以减少收缩不均所引起的破裂，如图1-3(2)的设计就比(1)合理。

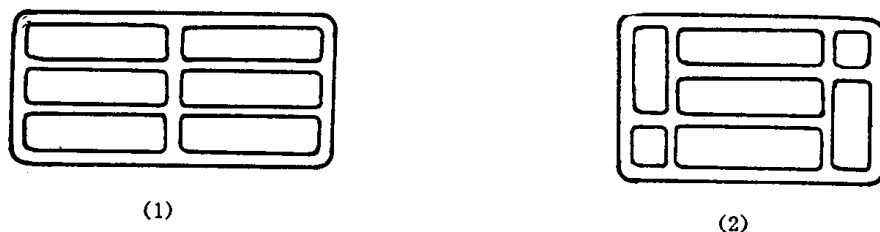


图1-3 加强筋的交错分布

(1) 不正确

(2) 正确

加强筋不应设置在大面积塑件的中央部位。当中央部位非设置加强筋不可时，应在其相对应的外表面上加设楞沟，以便消除可能产生的流纹，如图1-4(2)所示。



图1-4 大面积塑件上的加强筋

(1) 普通塑件 (2) 带楞沟的塑件 (2) 1—楞沟 2—流纹

四、支 承 面

当采用塑件的整个底平面作为支承面时，应将塑件底面设计成凹形或设置加强筋，

这样不仅可提高塑件的基面效果，而且还可以延长塑件的使用寿命，如图1-5(2)、(3)所示。

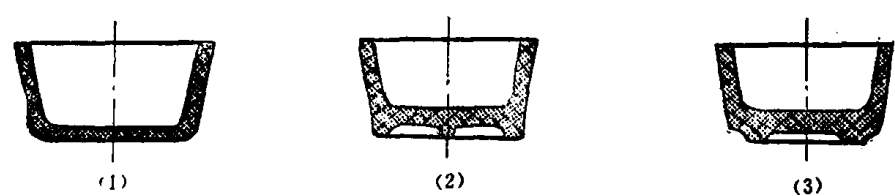


图1-5 塑件的支承面

(1) 不正确 (2) 正确 (3) 正确

支承面设置加强筋的，筋的端部应低于支承面约0.5毫米左右。

五、圆 角

塑件的内、外表面转角处，都应用圆角过渡图1-6(2),避免锐角或直角图1-6(1)。如转角处成锐角或直角，则由于塑件内应力的集中使塑件容易开裂。塑件的内、外表面转角处采用圆角，不仅有利于物料充模，同时也有利于熔融料在模内的流动和塑件的脱模。



图1-6 圆角的设计

(1) 不正确 (2) 正确

六、孔

塑件上的各种形状的孔，如通孔、盲孔、螺纹孔等，尽可能开设在不减弱塑件机械强度的部位，孔的形状也应力求不使模具制造工艺复杂化。

相邻两孔之间和孔与边缘之间的距离，通常应等于孔的直径，如图1-7所示。

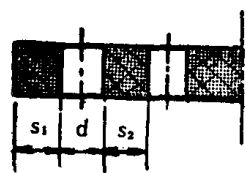


图1-7 塑件上的孔距设计

$$S_1 = S_2 = d$$

通孔可用一端固定的单一成型杆图1-8(1)或各端分别固定的对头成型杆图1-8(2)来成型；盲孔则用一端支承的成型杆来成型，但在成型过程中，由于物料流动产生的不



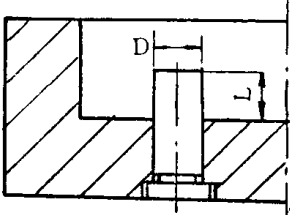
图1-8 通孔的成型

(1)端固定的成型杆

(2)对头成型杆

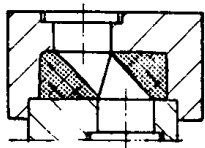
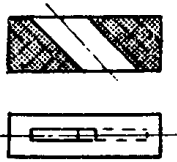
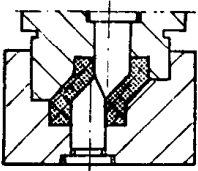
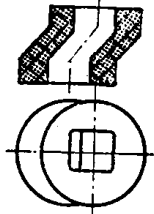
平衡压力，容易使成型杆折断或弯曲，所以，盲孔的深度（即成型杆的成型长度）取决于孔的直径，其关系如表1-3所示。

表1-3 盲孔深度与其直径的关系

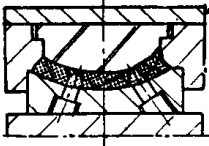
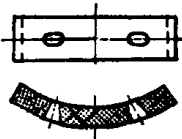
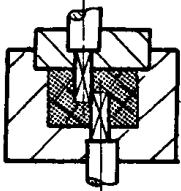
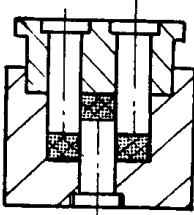
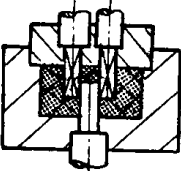
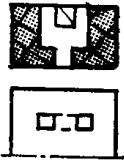
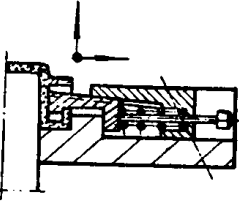
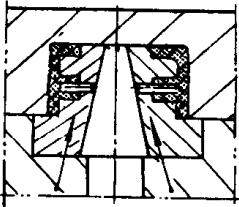
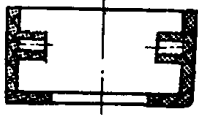
盲孔直径 D 毫米	盲孔深度 L 毫米		
	压 塑	注射或铸压	
1.5以下	1 D	2 D	
1.5~5	1.5 D	3 D	
5~10	2 D	4 D	

塑件上各种异型孔的成型方法，可参阅表1-4。

表1-4 异型孔的成型方法

序 号	成 型 方 法	孔 型
1		
2		

续表1-4

序 号	成 型 方 法	孔 型
3		
4		
5		
6		
7		
8		

七、螺 纹

设计塑件上的内、外螺纹时，必须注意不应影响塑件的脱模和降低塑件的使用寿命。

塑件上内螺纹的设计，如图1-9所示。图中(2)的设计比较合理，可防止第一扣崩裂，同时也起引导作用。



图1-9 塑件的内螺纹设计

(1)不合理

(2)合理

塑件上外螺纹的设计，如图1-10所示。图中(2)的设计比较好，因端部设有0.5~1毫米的无螺纹部分 h_2 ，可防止第一扣碰伤或脱扣。



图1-10 塑件的外螺纹设计

(1)不合理

(2)合理

八、嵌 件

由于应用上的要求，塑件中常镶嵌不同形式的金属嵌件。

金属嵌件的种类和形式很多，但为了在塑件内牢固嵌定而不致被拔脱，其表面必须加工成沟槽或滚花，或制成多种特殊形状。图1-11中所示就是几种金属嵌件的例子。

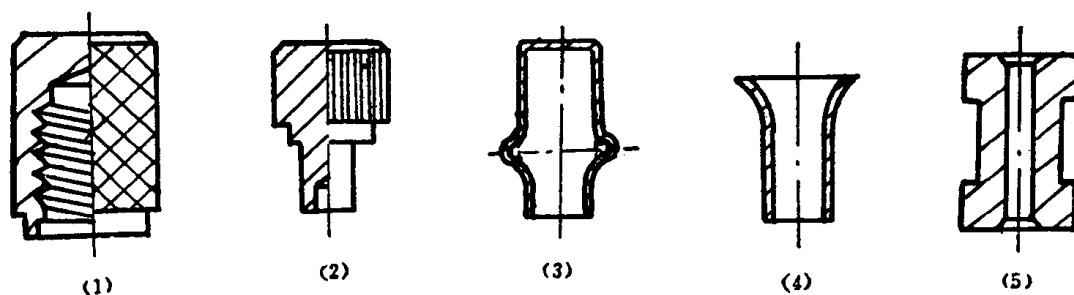


图1-11 嵌件示例

(1)盲孔内螺纹嵌件

(2)铆钉式嵌件

(3)空心套型嵌件

(4)羊眼嵌件

(5)通孔嵌件

金属嵌件周围的塑件壁厚，取决于塑料的种类、塑料的收缩率、塑料与嵌件金属的膨胀系数之差以及嵌件形状等因素，但金属嵌件周围的塑件壁厚越厚，则塑件破裂的可能性就越小。常用塑件中金属嵌件周围的最小壁厚，可参阅表1-5。

表1-5 金属嵌件周围的最小壁厚

塑 料	钢 制 嵌 件 直 径 D (毫米)	
	1.5~13	16~25
酚醛塑料，通用	0.8D	0.5D
矿物填充	0.75D	0.5D
玻璃纤维填充	0.4D	0.25D
氨基塑料，矿物填充	0.8D	0.75D
尼龙66	0.5D	0.3D
聚乙烯	0.4D	0.25D
聚丙烯	0.5D	0.25D
聚氯乙烯，软质	0.75D	0.5D
聚苯乙烯	1.5D	1.3D
聚碳酸酯	1 D	0.8D
聚甲基丙烯酸酯	0.75D	0.6D
聚甲醛	0.5D	0.3D

金属嵌件设计的基本原则如下：

1. 金属嵌件嵌入部分的周边应有倒角，以减少周围塑料冷却时产生的应力集中；
2. 嵌件设在塑件上的凸起部位时，嵌入深度应大于凸起部位的高度，以保证应有的塑件机械强度；
3. 内、外螺纹嵌件的高度应稍低于型腔的成型高度0.05毫米，以免压坏嵌件和模腔；
4. 外螺纹嵌件应在无螺纹部分与模具配合，否则熔融物料容易渗入螺纹部分，见表1-6中5。
5. 嵌件在模内的固定部分应采用三级精度滑配合，以保证定位准确，防止溢料；
6. 嵌件高度不应超过其直径的两倍，高度应有公差，如图1-12。

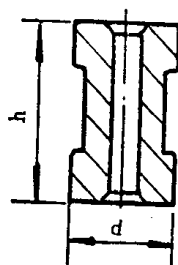
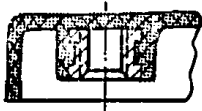
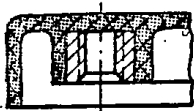
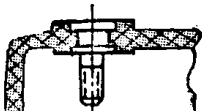
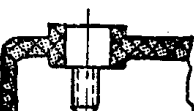
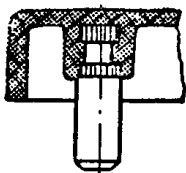
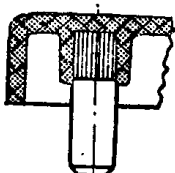
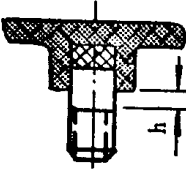
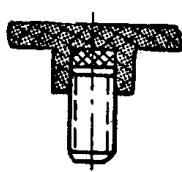
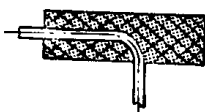
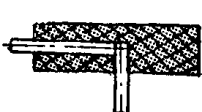


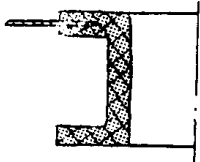
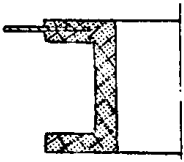
图1-12 嵌件的高度
 $h \leq 2d$

金属嵌件嵌装设计的对比示例，见表1-6。

表1-6

金属嵌件嵌装设计对比示例

序 号	设 计 正 确	设 计 不 正 确	说 明
1			金属嵌件应在中间车一环形槽
2			金属嵌件应在中间车一环形槽
3			金属嵌件应在中间车一环形槽
4			金属嵌件应在中间车一环形槽
5			外螺纹金属嵌件, 应设一段无螺纹区, 防止物料渗入模内, 如 h
6			嵌入手柄内的金属件, 应设计成方的, 以防转动
7			整体式金属嵌件不易拔脱
8			直形嵌件中间应设置凸梗
9			直形嵌件中间应设置凹槽

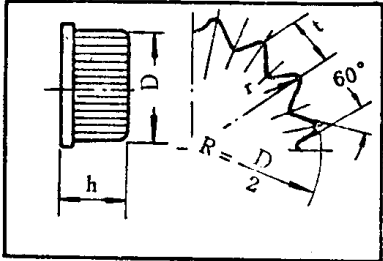
序 号	设 计 正 确	设 计 不 正 确	说 明
10			线圈上的金属嵌件其嵌入段应带凸梗或钩

九、凸 凹 纹

塑料井盖、手柄或旋钮之类的塑件，常在其周边上设计凸凹纹，其尺寸可参照表1-7。

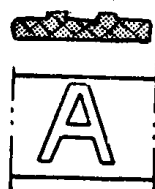
表1-7

塑件周边凸凹纹尺寸

	塑件直径 D	凸凹纹尺寸		$\frac{D}{h}$
		t	r	
≤ 18		1.2~1.5	0.2~0.3	1
>18~50		1.5~2.5	0.3~0.5	1.2
>50~80		2.5~3.5	0.5~0.7	1.5
>80~120		3.5~4.5	0.7~1.0	1.5

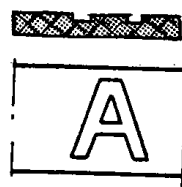
十、标 志

由于装潢或某些特殊要求，塑件上常带有文字或图案的标志。塑件的标志有阳文和阴文两类。标志在塑件上为阳文，在模具上就为阴文；标志在塑件上为阴文，在模具上就为阳文。模具上的阴文标志易于加工，如为阳文就比较难于加工，因此，塑件上的标志多采用阳文图1-13(1)。有时，为了便于更换标志，可将标志成型的部件制成嵌件，镶嵌在凹模或凸模上。



(1)

(1) 阳文



(2)

(2) 阴文

图1-13 塑件的标志

十一、塑件结构设计示例

现列举一些常见的塑件结构设计对比的例子于表1-8，以供参考。