

绪 论

0.1 塑料注射模设计与制造所涉及的内容

随着塑料工业的发展，塑料注射模已经成为制造塑料制品的主要手段之一，且发展成为最有前景的模具之一。实际上，塑料制品是目标，塑料注射模是实现目标的一种手段，所以不能“孤立地为模具而只考虑模具”，应从系统工程角度出发，把塑料注射模作为塑料注射成型加工系统中的一个环节，这样在设计制造塑料注射模时，就应把这个系统中的其他环节作为塑料注射模设计与制造的考虑因素^[1]。所以，塑料注射模设计与制造所涉及的内容有：

- (1) 塑料制品的结构工艺性；
- (2) 塑料的成型工艺特性；
- (3) 塑料注射机的匹配；
- (4) 塑料注射成型工艺及控制；
- (5) 塑料注射模的设计及模具材料；
- (6) 塑料注射模的制造装备和制造工艺等。

本书从以上几方面进行系统化、实用化的研究和阐述。

0.2 塑料注射模设计与制造的动态流程

以往的很多模具书经常给出模具设计与制造流程，但实际上模具在设计制造过程中经常有很多反复过程，所以塑料注射模（其他模具也类似）的设计与制造流程实际上是一种动态的流程。

图 0-1 所示为塑料注射成型加工系统图^[1, 2]，其中涉及塑料注射模设计与制造的所有因素和内容。一般来说，其有两条主线：一是以塑件的使用即塑件市场的需求、用途、目的为中心主线，其需要由塑件设计、塑料注射机（使用）、注射模（使用）、注射工艺等共同保证；二是以注射模的使用为中心的主线，其需要由注射模设计、注射模制造（机床的使用、工装的使用、加工工艺等）等共同保证。图 0-1 所用的系统遵循以下的一些原则：

(1) 前后交互。塑件的使用是最终目标，要由塑件设计、塑料注射机（使用）、注射模（使用）、注射工艺等共同保证。即前端的目标要由后端的所有环节保证，相当于前端对后端提出要求，后端要根据前端的要求进行合理安排；但后端要求前端的目标要合理，不能高得让后端无法实现，这就对前端目标有一个限度。这种前后端之间的交互关系就叫做“前后交互”。

同理，注射模使用与其后端的所有保证环节之间的交互关系也是“前后交互”。

（2）平级协同。在保证塑件使用的所有后端环节中，塑件设计、注射机使用、注射模使用、注射工艺等之间也存在交互关系，如：塑件设计对注射模提出一定要求，所以注射模使用要满足这一要求；但塑件设计不是任意没有限度，否则注射模使用无法实现，即注射模要对塑件设计有一限度。它们之间的交互关系都是为保证它们的共同前端——塑件使用而进行的，且它们处于同一级别之上，故这种平级交互关系就叫做“平级协同”。

同理，注射模设计、注射模加工机床、注射模加工工装等之间的交互关系也叫做“平级协同”。

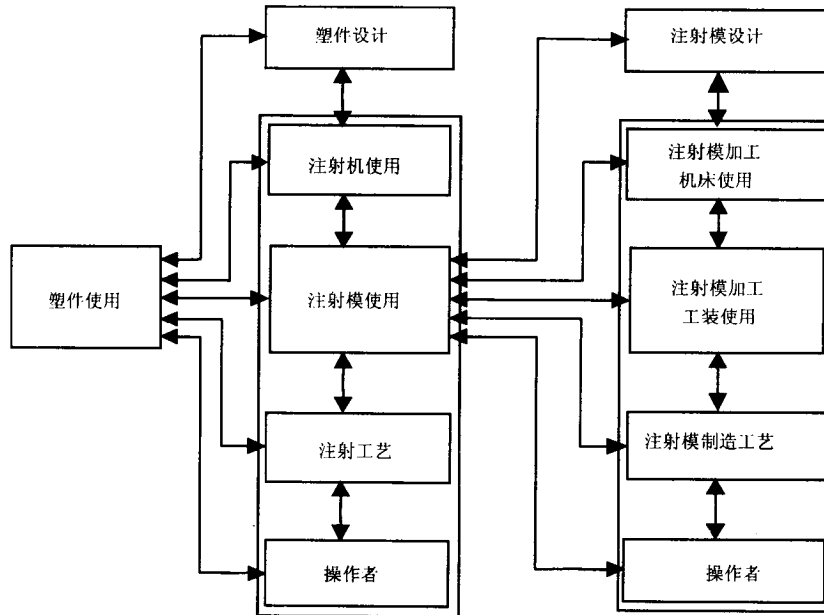


图 0-1 塑料注射成型加工系统

当要实现图 0-1 系统中的任意一个环节时，通过前后交互、平级协同一边确定了本身一边确定了其他环节。这就是从事塑料注射模设计与制造的关键。例如，为了设计注射模，其要考虑塑件使用、塑件设计、注射机使用、注射工艺、注射模制造等方面的因素。注射模设计与制造的动态流程就蕴含于其中。

第 1 篇 塑料制品及塑料

第 1 章 塑料制品的分析

1.1 几何结构

1.1.1 形状

塑件的几何形状应尽可能保证有利于成型的原则，即在开模取出塑件时，尽可能不采用复杂的瓣合分型与侧抽芯。为此，塑件的内外表面形状要尽量避免旁侧凹陷部分。否则，不但使模具结构复杂，制造周期延长，成本提高，模具生产率降低，而且还会在分型面上留下毛边，增加塑件的修整工作量。因此，在模具设计时要深入了解塑件的使用要求，慎重修改不利于成型的结构，达到简化模具结构、缩短制造周期，提高塑件质量的目的 [3, 4, 13, 29~31]。

图 1-1a 所示塑件的侧孔，需要采用侧面型芯来成型，并要用斜导柱或其他抽芯机构来完成侧面抽芯，这就使模具结构复杂化。如改用图 1-1b 所示的结构，则可克服上述缺陷。

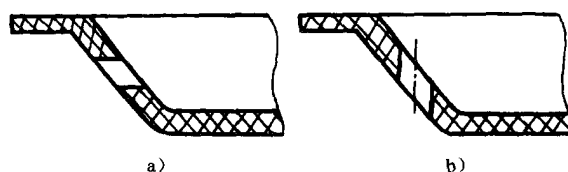


图 1-1 具有侧孔的塑件

图 1-2a 所示的塑件，侧凹必须用镶拼式凸模来成型，否则塑件无法取出。采用镶拼结构，不但使模具结构复杂，而且还会在塑件表面留下镶拼痕迹，修整困难。在允许的情况下，改用图 1-2b 的形式较为合理。

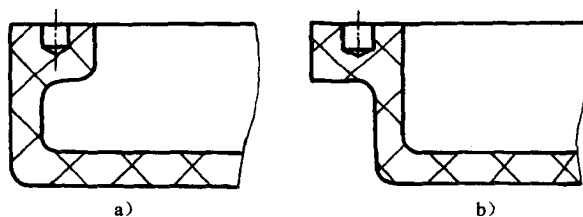


图 1-2 具有侧凹的塑件

1.1.2 脱模斜度

由于塑料冷却后产生收缩，会使塑件紧紧包住模具型芯或型腔中的凸起部分，为了便

于从塑件中抽出型芯或型腔中取出塑件，防止脱模时拉伤或擦伤塑件，设计塑件时必须考虑塑件内外表面沿脱模方向均应具有足够的脱模斜度，如图 1-3 所示。

压塑成型深度较大的塑件时，要求内表面的脱模斜度 α_2 大于外表面的脱模斜度 α_1 。这样塑件下部的侧壁厚度将大于上部的侧壁厚度，如图 1-4 所示。模具闭合时，由于尖劈作用使塑件上部密度得以保证。

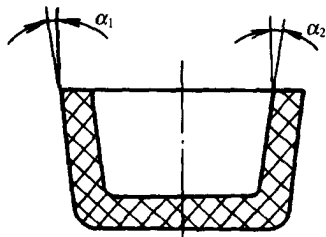


图 1-3 塑件侧壁脱模斜度

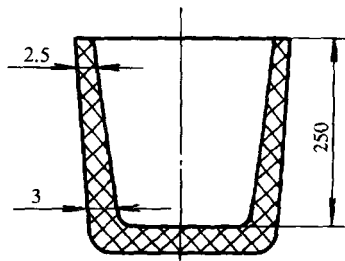


图 1-4 压塑深型塑件的脱模斜度

常用脱模斜度值为 $1^\circ \sim 1^\circ 30'$ ，也可小到 $30'$ 。当使用上有特殊要求时，斜度可采用外表面为 $5'$ ，内表面为 $10' \sim 20'$ 。对于高度不大的塑件，可以不取脱模斜度。塑件上的凸起或加强筋单边应有 $4^\circ \sim 5^\circ$ 的斜度。塑件沿脱模方向有几个孔或呈矩形格子状而使脱模阻力较大时，宜采用 $4^\circ \sim 5^\circ$ 的斜度。侧壁带有皮革花纹时应有 $4^\circ \sim 6^\circ$ 的斜度。在一般情况下，如斜度不妨碍塑件的使用，则可将其值取得大一些。有时为了让塑件留在凹模内或凸模上，而有意将斜度减小或放大。有公差要求的尺寸，斜度可在塑件的公差范围之内。

1.1.3 壁厚

塑件的壁厚与使用要求和工艺要求有关，因此，合理地选择塑件的壁厚是很重要的。在使用上要求壁厚具有足够的强度和刚度；脱模时能承受脱模机构的冲击和振动；装配时能承受紧固力以及在运输中不变形或损坏。在模塑成型工艺上，塑件壁厚不能过小，否则熔融塑料在模具型腔中的流动阻力加大，尤其是形状复杂和大型塑件，成型比较困难；塑件壁厚过大，不但造成用料过多而增加成本，而且会给成型工艺带来一定的困难。如会增加塑化及冷却时间，使生产效率显著降低。此外，壁厚过大也易产生气泡、缩孔、凹痕、翘曲等缺陷，从而影响产品质量。

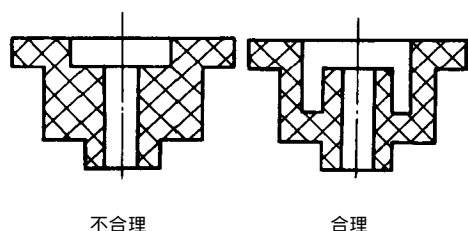
热固性塑料的小型塑件，壁厚取 $1.5 \sim 2.5\text{mm}$ ，大型塑件取 $3 \sim 8\text{mm}$ 。布层酚醛塑料等流动性差的塑件应取较大值，但一般不宜大于 10mm 。矿粉填充的脆性酚醛塑件，壁厚应不小于 3mm ；热塑性塑料易于成型薄壁塑件，最薄可达 0.25mm ，但一般不宜小于 $0.6 \sim 0.9\text{mm}$ ，通常选取 $2 \sim 4\text{mm}$ 。几种热塑性塑料壁厚常用值如表 1-1 所列^[8]。

有了合理的壁厚还应力求同一塑件上各部位的壁厚尽可能均匀，否则会因硬化或冷却速度不同而引起收缩力不一致，结果在塑件内部产生内应力，致使塑件产生翘曲、缩孔、裂纹，甚至开裂等缺陷。

图 1-5～图 1-8 列出了一些塑件壁厚设计的不合理结构与合理结构。

表 1-1 几种热塑性塑料的壁厚和加工条件

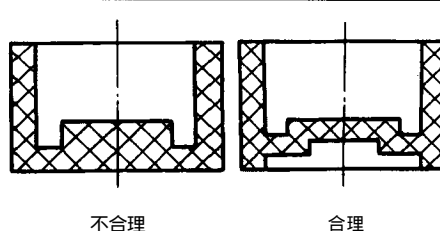
材 料	料温 / $^{\circ}\text{C}$	注射压力 / MPa	模温 / $^{\circ}\text{C}$	壁厚 / mm
聚乙烯	150~300	60~150	40~60	0.9~4.0
聚丙烯	160~260	80~120	55~65	0.6~3.5
聚酰胺	200~320	80~150	80~120	0.6~3.0
均聚甲醛	180~220	100~200	80~110	1.5~5.0
聚苯乙烯和 AS	200~300	80~200	40~60	1.0~4.0
ABS	200~260	80~200	40~60	1.5~4.5
丙烯酸酯类	180~250	100~200	50~70	1.5~5.0
硬聚氯乙烯	180~210	100~250	45~60	1.5~5.0
聚碳酸酯	280~320	40~220	90~120	1.5~5.0
醋酸纤维素	160~250	60~200	50~60	1.0~4.0



不合理

合理

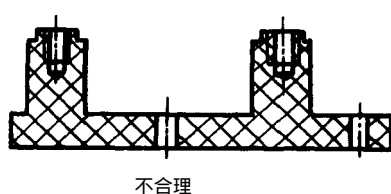
图 1-5 塑料轴承壁厚改善



不合理

合理

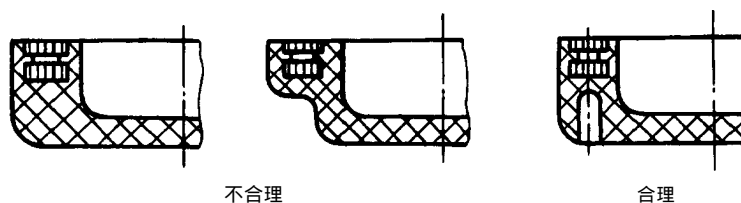
图 1-6 塑件底厚改善



不合理

合理

图 1-7 塑件圆柱部分壁厚改善



不合理

合理

图 1-8 带嵌件侧壁厚度改善

图 1-9a 所示为实心手柄，在成型时塑件外表面会出现收缩凹痕，内部会产生气泡，而且还增加塑料的用量；如改用图 1-9b 所示的拼合中空结构，使壁厚均匀，则工艺条件改善，塑件质量提高。

当塑件的壁厚不均匀时，熔融

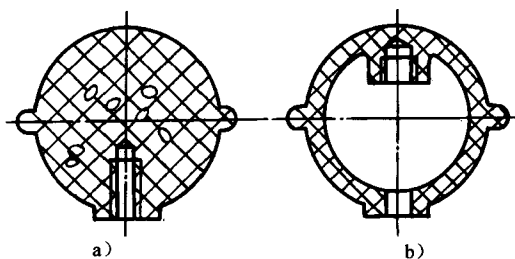


图 1-9 手柄壁厚改善

塑料在模具型腔内的流速不同和受热或冷却不匀，故料流汇集处往往会产生熔接痕，使塑件的强度显著削弱。为了避免或减少这种不良现象的产生，要求塑件各部分的壁厚相差不能太悬殊。有时为了使熔接痕处在理想位置，往往采用改变塑件厚度来达到上述目的。如图 1-10 所示的平顶塑件，采用侧浇口进料时，为了保证顶部质量，避免顶部面上留有熔接痕必须保证平面进料通畅，也就是在塑件顶部的厚度 a 应大于周边厚度 b (图 1-10b)。

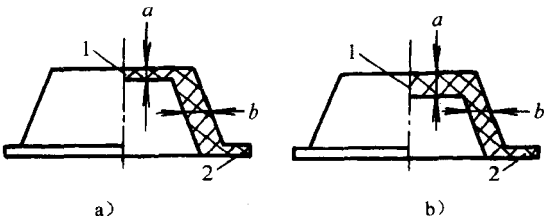


图 1-10 塑件的熔接痕
a) $a < b$ b) $a > b$
1—熔接痕 2—浇口

1.1.4 加强筋

单用增加壁厚的办法来提高塑件的强度通常是不合理的，因为壁的厚度在工艺上受到一定的限制。此时可采用加强筋的办法来增加塑件的强度。图 1-11 所示塑件，采用了加强筋使塑件壁厚均匀，既节约塑料，又提高强度，还可避免气泡、缩孔、凹痕、翘曲变形等缺陷。

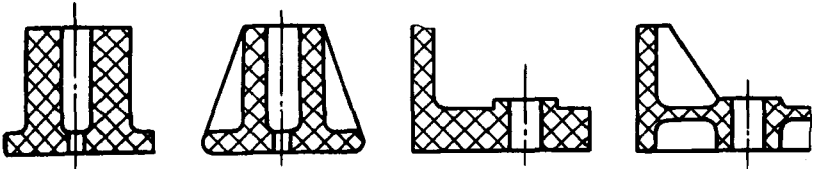


图 1-11 塑件的加强筋

大型平面上纵横布置的加强筋能增加塑件的刚性，沿着料流方向的加强筋还能降低塑料的充模阻力。

在布置加强筋时，应避免或减少塑料局部集中，否则会产生缩孔、气泡。如图 1-12 所示容器的底或盖加强筋的布置情况，图 a 的壁厚严重不均匀，图 b 的形式较好。

加强筋的尺寸如图 1-13 所示。为了增加塑件的强度及刚性，加强筋以设计得矮一些、多一些为好，加强筋之间的中心距应大于两倍的壁厚。

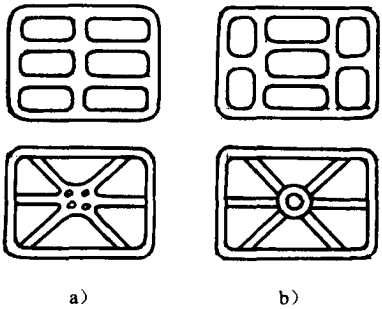


图 1-12 容器底部加强筋的布置

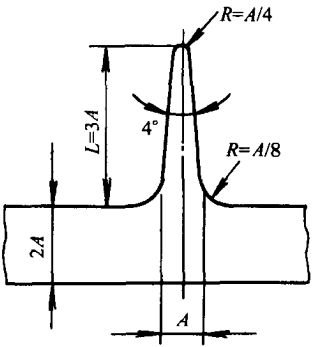


图 1-13 加强筋的典型尺寸

对于如图 1-14 所示的薄壁塑件，可作成球面或拱曲面的形状，这样既增加了塑件的美观，又提高了塑件的刚性和减少了变形。

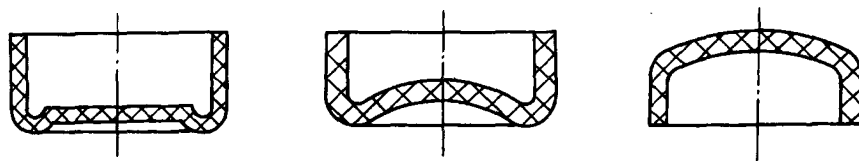


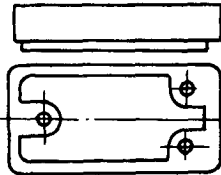
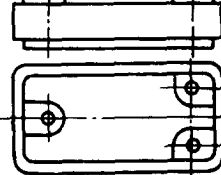
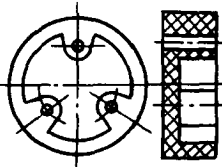
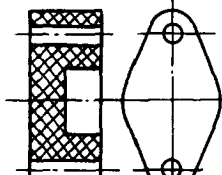
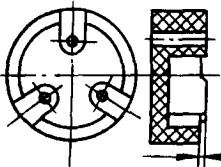
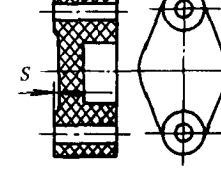
图 1-14 容器底和盖的增强

1.1.5 支承面

以塑件的整个底面作为支承面是不合理的，因为塑件稍许翘曲或变形就会使底面不平。通常采用的是边框支承或底脚（三点或四点）支承。

表 1-2 列出了一些支承面设计实例^[9]。图中凸边与凸起的高度 S 常取 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 。

表 1-2 支承面设计实例

不合理的结构	合理的结构	不合理的结构	合理的结构
 	  	 	 

紧固用的凸耳或台阶应有足够的强度，以承受紧固时的作用力，应避免台阶突然过渡和支承面过小，并应设置加强筋，如图 1-15 所示。

1.1.6 圆角

带有尖角的塑件，往往会在尖角处产生应力集中，影响塑件强度；同时还会出现凹痕或气泡，影响塑件外观质量。为此，塑件除了使用上要求必须采用尖角之处

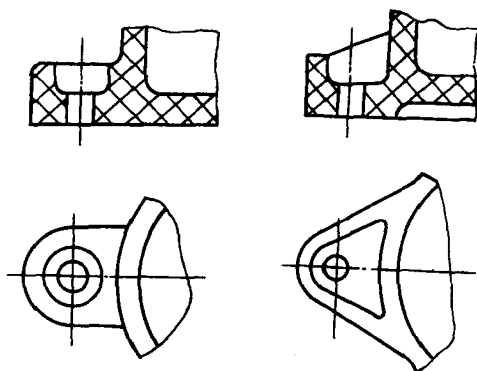


图 1-15 塑件紧固用凸耳

外，其余所有转角处均应尽可能采用圆弧过渡。这样，不仅避免了应力集中，提高了强度，而且还增加了塑件的美观，有利于塑料充模时的流动。此外，有了圆角，模具在淬火或使用时的不致因应力集中而开裂。但是，采用圆角对凹模型腔加工带来麻烦，使钳工劳动量增大。圆角半径一般不应小于 0.5mm。据有关资料推荐，内壁圆角半径可取壁厚的一半，外壁圆角半径可取 1.5 倍的壁厚。

对于塑件的某些部位如分型面、型芯与型腔配合处等不便作成圆角，而只能采用尖角。

1.1.7 孔

塑件上的孔是用模具的型芯成型的，理论上来说，可以成型任何形状的孔，但是形状复杂的孔，其模具制造困难，成本提高。因此，用模具成型的孔，应采用工艺上易于加工的孔。

塑件上常见的孔有通孔、盲孔、形状复杂的孔等。这些孔均应设置在不削弱塑件强度的地方。在孔之间和孔与边缘之间均应有足够的距离（一般应大于孔径）。塑件上固定用孔和其他受力孔的周围可设计一凸边来加强，如图 1-16 所示。

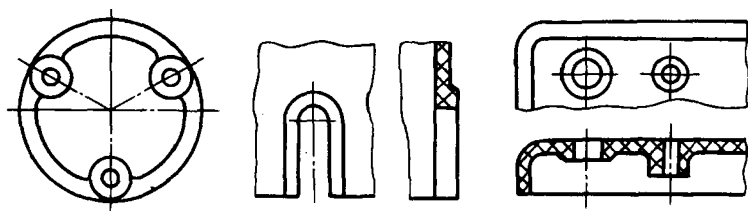


图 1-16 孔的加强

通孔的成型方法如图 1-17 所示。

图 a 由一端固定的型芯来成型，此时在孔的一端有不易修整的飞边，由于型芯系一端支撑，故孔深时型芯较长，容易产生弯曲变形。图 b 由两个一端分别固定的型芯来成型，同样在两型芯对接处有飞边，而且修整比前一种成型方法困难。由于两段孔的同轴度不易保证，此时应将其中一个型芯设计成比另一个大 0.5~1mm，这样即使稍有不同轴度，也不致引起安装和使用上的困难。这种成型方法因型芯较短，增加了型芯的稳定性。图 c 由一端固定，另一端导向支撑的型芯来成型，这样，型芯有较好的强度和刚性，从而保证同轴。此法较为常用，但导向部分因磨损而引起导向误差，以致在型芯与导向孔配合处产生溢料。

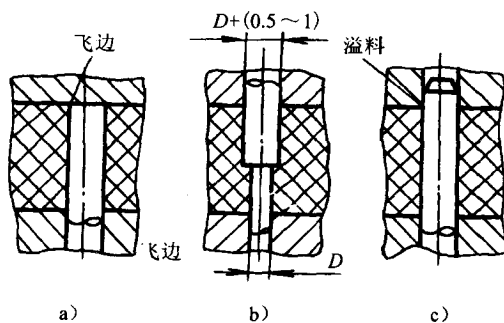


图 1-17 通孔的成型

盲孔只能用一端固定的型芯来成型。为了避免型芯弯曲或折断，盲孔的深度不宜太深。对于挤塑或注射成型，孔深不得大于孔径的 4 倍。压塑成型时，孔深应更浅些，平行于压塑方向的孔深一般不超过孔径的 2.5 倍，垂直于压塑方向的孔深为孔径的 2 倍。如塑件上确实是需要较深的盲孔，且孔的位置垂直于压塑方向，为了防止型芯弯曲，在型芯下面应设置支承柱（图 1-18），支承柱的形状将要复制在塑件上，此种工艺孔应在设计图上事先考虑。

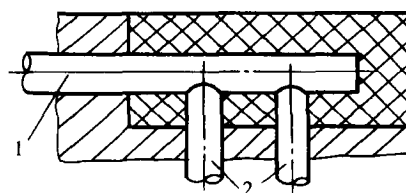


图 1-18 防止型芯变形的支承柱

1—型芯 2—支承柱

有的斜孔或形状复杂的孔，可采用拼合的型芯来成型，以避免侧面抽芯，简化模具结构，如图 1-19 所示。

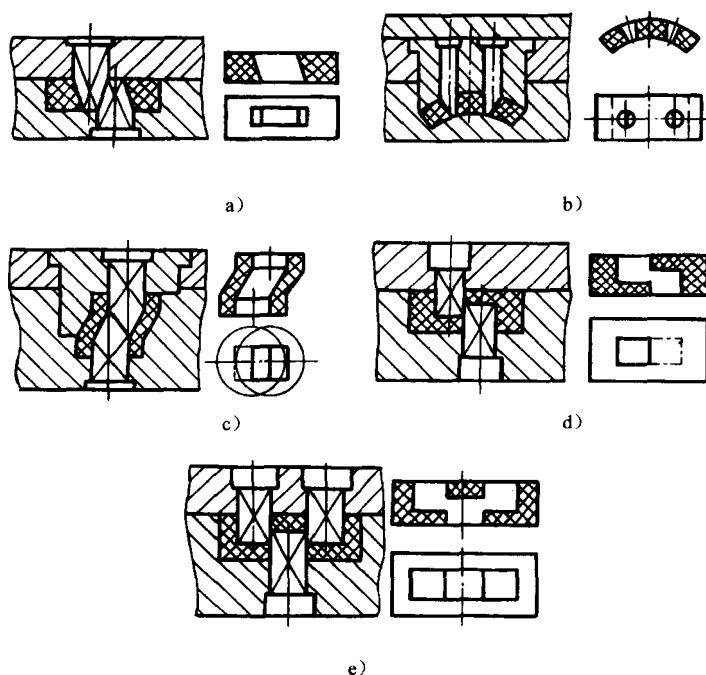


图 1-19 形状复杂的孔的成型

1.1.8 合页的设计

利用聚丙烯材料的特性，可以制做出正体的合页，这样既省去了装配工序，又可避免金属合页生锈。如图 1-20 所示为常用的合页形式。其主要原理是用中间的薄膜把两件联结起来。

设计合页时的几点要求：

(1) 设计合页时塑件本身壁厚小的，中间薄膜处应相应薄；如厚度大的中间薄膜处也

应厚一些，但不超过 0.5mm，否则会失去合页的作用。

(2) 合页部分的厚度必须均匀一致。

(3) 在成型过程中，塑料必须从塑件本身的一边，通过中间薄膜流向另一边。脱模后立即折曲几次。

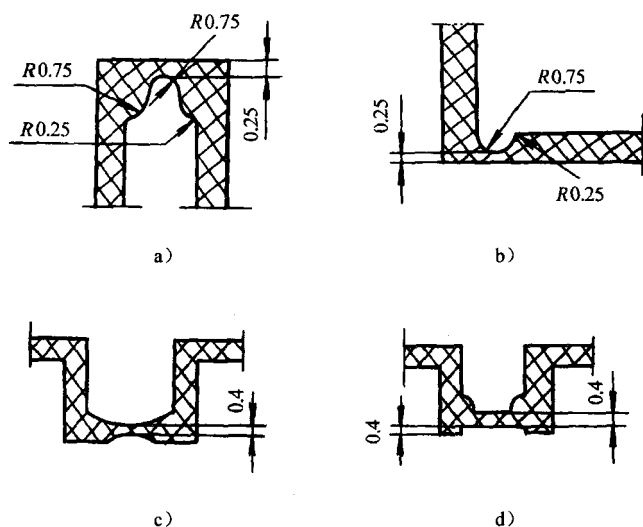


图 1-20 常见合页的形式

1.1.9 止转凸凹

旋钮、按钮、手轮、手柄、盖子等塑件上的止转凸凹是为了便于握持，有时是为了塑件成型后易于拧出。

为了工艺上的要求及模具制造的方便，设计止转凸凹纹时应注意凸凹纹方向与脱模方向的一致性和模具上相应的凸凹纹容易加工。

图 1-21a 所示的凸凹纹，使模具制造和脱模困难，如改用下图 b 的结构就可以克服上述缺点。



图 1-21 塑件上的凸凹纹

图 1-22 是塑件上凸凹纹的例子，其中图 a、b、c 是具有凸纹的塑件，图 d、e、f 是具有凸凹纹的塑件。

图 1-23 为螺纹塑件的防转外形和端面。其可以保证塑件成型后从螺纹型芯或螺纹型环上方便脱出。

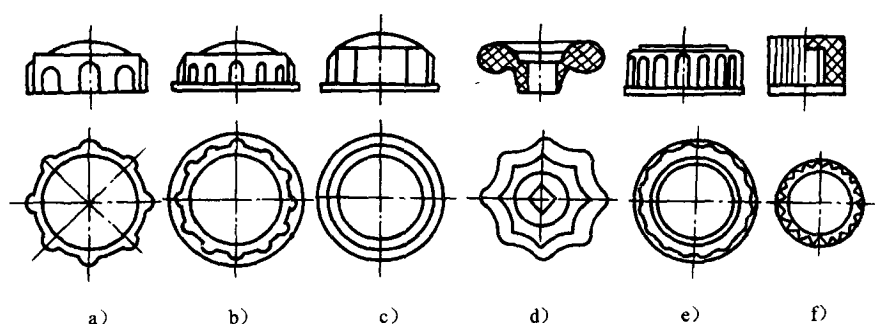


图 1-22 塑件上的凸凹纹

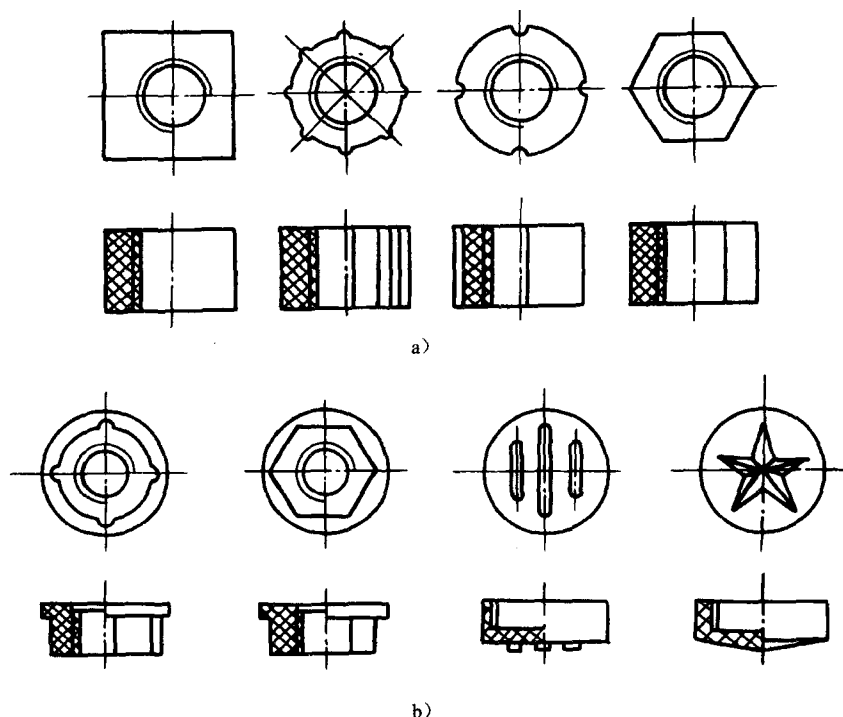


图 1-23 塑件的防转外形和端面

1.1.10 螺纹

塑件上的螺纹可以在模塑时直接成型，也可以在模塑后机械加工而成，在经常装卸和受力较大的地方则应采用金属的螺纹嵌件。塑件上的螺纹应选用螺牙尺寸较大者，螺纹直径较小时不宜采用细牙螺纹（参考表 1-3 选用），因为螺牙过细会影响使用强度。

模塑的螺纹，螺纹直径不宜太小，外螺纹直径不宜小于 4mm，内螺纹直径不宜小于 2mm。精度不高于 3 级。如果模具螺纹的螺距未考虑收缩值，则塑件螺纹与金属螺纹的配合长度就不能太长，一般不大于螺纹直径的 1.5~2 倍。否则会因两者的收缩值不同而互相干涉，造成附加内应力，使螺纹联接强度降低。

表 1-3 螺纹选用范围

螺纹公称直径 / mm	螺纹类别				
	公制标准螺纹	1 级细牙螺纹	2 级细牙螺纹	3 级细牙螺纹	4 级细牙螺纹
3 以下	+	—	—	—	—
3~6	+	—	—	—	—
6~10	+	+	—	—	—
10~18	+	+	+	—	—
18~30	+	+	+	+	—
30~50	+	+	+	+	+

注：“—”为建议不采用的范围。

为了防止塑件上螺孔的最外圈螺纹不致崩裂或变形，应使螺孔始端有一深度为 0.2~0.8mm 的台阶孔，螺纹末端也不宜延长到与垂直底面相接处，一般留有不小于 0.2mm 的距离（图 1-24b）。同样，塑件上的外螺纹始端也应下降 0.2mm 以上，末端应留有 0.2mm（图 1-25b）。螺纹的始端和末端均不应突然开始和结束，而应有过渡部分 l 其值可按表 1-4 选取。

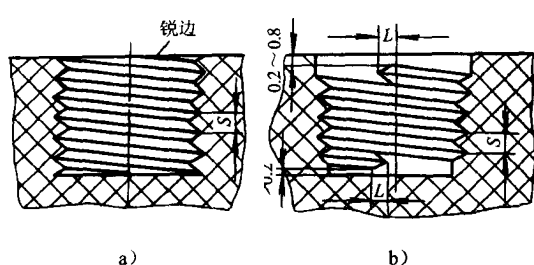


图 1-24 塑件内螺纹的正误形状

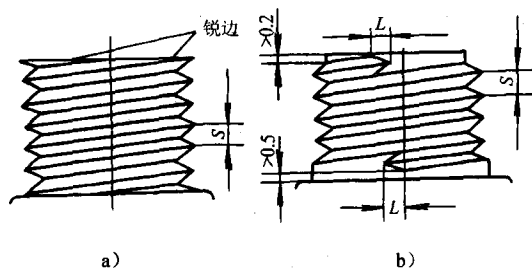


图 1-25 塑件外螺纹的正误形状

表 1-4 塑件螺纹上的始末部分尺寸

螺纹公称直径 / mm	螺距 S / mm		
	<0.5	>0.5	>1
	螺纹始末部分长度尺寸 l / mm		
≤ 10	1	2	3
$> 10 \sim 20$	2	2	4
$> 20 \sim 34$	2	4	6
$> 34 \sim 52$	3	6	8
> 52	3	8	10

注：始末部分长度相当于车制金属螺纹时的退刀长度。

在同一塑件上有前后两段螺纹时，应使两段螺纹的旋转方向相同，螺距相等，如图 1-26a 所示，否则无法将塑件从螺纹型芯（或型环）上拧下来。当螺距不等或旋转方向不同时，就要采用两段螺纹型芯组合在一起，成型后分段拧下，如图 1-26b 所示。

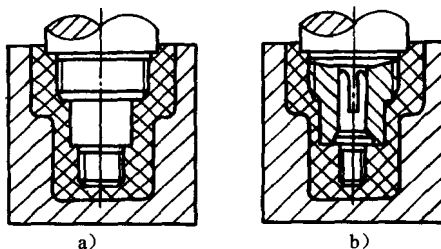


图 1-26 两段同轴螺纹的设计

1. 1. 11 齿轮

近年来，塑料齿轮在电子工业中的应用越来越广泛，目前主要用于精度和强度要求不太高的齿轮传动。常用的塑料是尼龙、聚碳酸酯、聚甲醛、聚砜等。为了使塑料齿轮适应注射成型工艺，保证轮缘、辐板和轮毂有相应的厚度，对齿轮的各部尺寸（图 1-27）作如下规定：

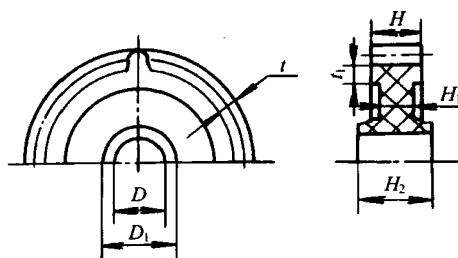


图 1-27 齿轮各部尺寸

- (1) 轮缘宽度 t_1 最小为齿高 t 的 3 倍。
- (2) 辐板厚度 H_1 应等于或小于轮缘厚度 H 。
- (3) 轮毂厚度 H_2 应等于或大于轮缘厚度 H 。
- (4) 轮毂外径 D_1 最小应为轴孔直径 D 的 1.5~3 倍。
- (5) 轮毂长度 H_2 应相当于轴径 D 。

在设计塑料齿轮时还应注意，为减小尖角处的应力集中及齿轮在成型时模塑应力的影响，应尽量避免截面的突然变化，尽可能加大圆角及过渡圆弧的半径；为了避免装配时产生应力，轴与孔应尽可能不采用过盈配合，可采用过渡配合。图 1-28 为轴与孔采用过渡配合的两种形式。

对于薄壁齿轮，厚度不均匀会引起歪斜，如用无轮毂无轮缘的齿轮可以很好地改善这种情况。但如在辐板上有大的孔时（图 1-29a），因孔在成型时很少向中心收缩，故会使齿轮歪斜，若改用图 b 的形式，则能保证轮缘向中心收缩。

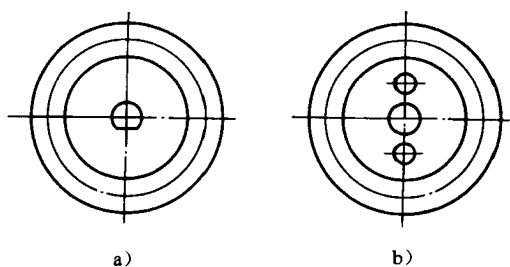


图 1-28 塑料齿轮固定形式

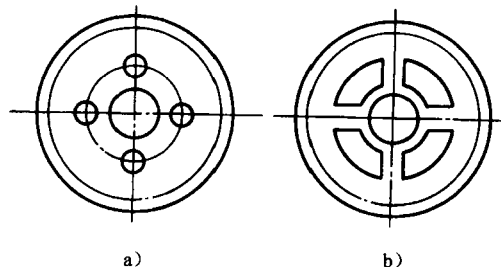


图 1-29 塑料齿轮辐板形式

1. 1. 12 嵌件

1. 嵌件的用途及形式 塑件中镶入嵌件的目的是为了增加塑件局部的强度、硬度、耐磨性、导电性、导磁性；或是为了增加塑件的尺寸和形状的稳定性的提高精度；或是为了降低塑料的消耗以及满足其他多种要求。嵌件的材料有各种有色或黑色金属，也有用玻璃、木材和已成型的塑件等，其中金属嵌件用得最普遍。

采用嵌件一般会增加塑件的成本，使模具结构复杂，而且在模塑成型时因向模具中安装嵌件会降低塑件的生产率，难于实现自动化。

常见的金属嵌件如图 1-30 所示。

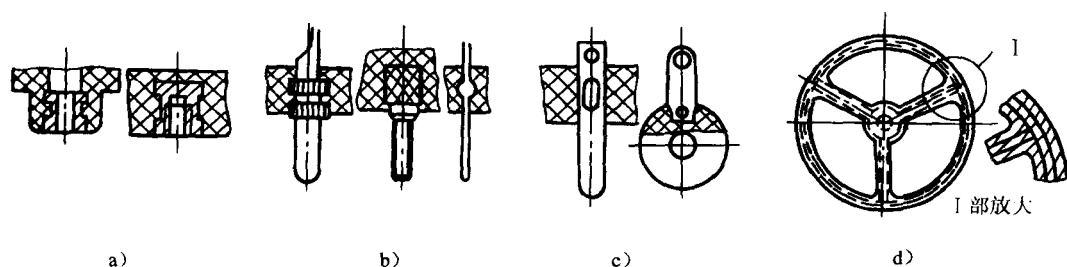


图 1-30 常见的各种金属嵌件

为了使嵌件牢固地固定在塑件中，防止嵌件受力时在塑件内转动或拔出，嵌件表面应加制菱形滚花（图 1-31a）、直纹滚花（图 1-31b）或制成六边形（图 1-31c）、切口、打孔、折弯（图 1-31d、e）、压扁（图 1-31f）等各种形式。

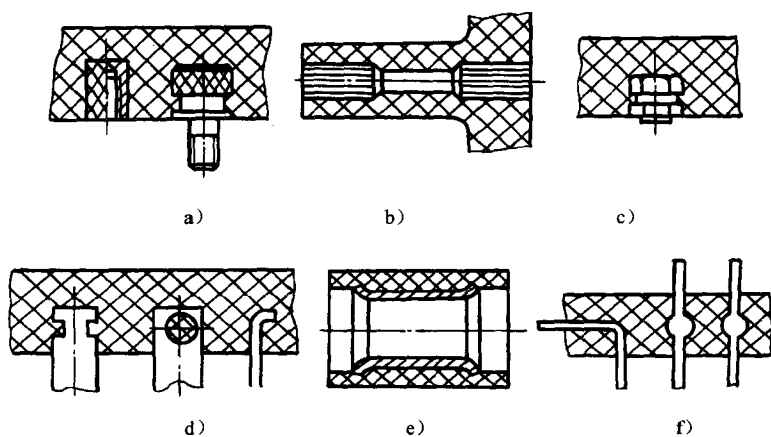


图 1-31 各种金属嵌件在塑件内的固定方法

2. 嵌件设计要点

（1）由于金属嵌件与塑件的收缩不同，致使嵌件周围产生很大的内应力而造成塑件开裂。对于某些刚性较大的塑件（如聚碳酸酯、聚砒等），这种开裂现象更为明显。为了防止塑件应力开裂，嵌件周围的塑料层应有足够的厚度。同时嵌件本身结构不应带有尖角，以减少应力集中。

（2）单侧带有嵌件的塑件，因为两侧的收缩不均匀而造成很大的内应力，会使塑件产生弯曲或断裂。

（3）在压塑或注射成型时，为了防止嵌件受到塑料的流动压力作用而产生位移或变形，嵌件应牢固地固定在模具内。

（4）嵌件设计应尽量采用盲孔或盲螺孔，这样可以在设计模具时采用插入方式解决嵌件的定位（图 1-32a）。当嵌件为螺纹通孔时，一般先将螺纹嵌件旋入插件后，在放入模具内定位（图 1-32b）。

（5）为了避免鼓胀，套筒嵌件不应设置在塑件的表面或边缘附近（图 1-33）。为了提高塑件的强度，嵌件通常设置在凸耳或凸起部分，同时嵌件应比凸耳部分长一些，如果嵌

件带有通孔，而且高度与制品相同时，为了防止合模时嵌件受压变形，嵌件高度应比制品高度小 0.05mm（图 1-34）。

（6）为了提高嵌件装在模具里的稳定性，在条件许可时，嵌件上应有凸缘并使其凹入（图 1-35a）或凸起（图 1-35b）1.5~2mm。

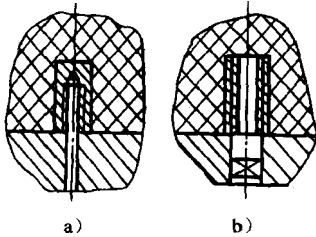


图 1-32 盲孔或通孔嵌件的定位方法

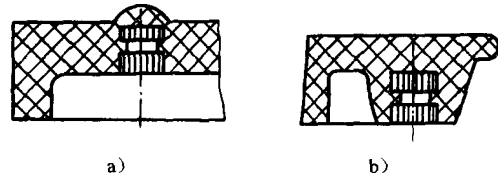


图 1-33 套筒嵌件的固定方法

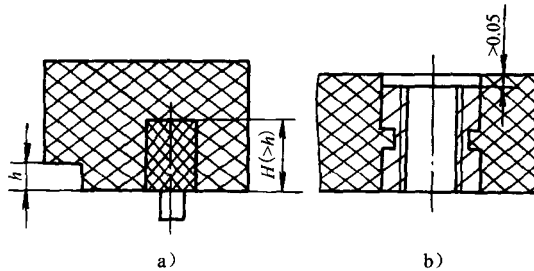


图 1-34 嵌件在制品中的高度

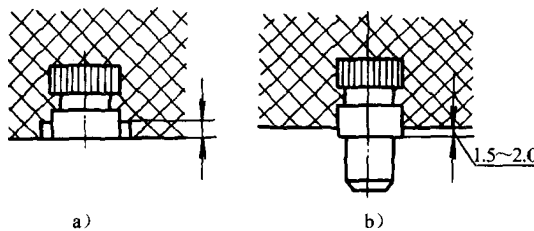


图 1-35 提高嵌件稳定性的方法

（7）当嵌件的自由伸出长度超过 $2d$ 时（ d 为嵌件支承的直径），垂直于压塑方向的嵌件应有支承柱（图 1-36a）。在压入细长嵌件时，应另有支承销，以减小压塑时的弯曲（图 1-36b）。细长薄片嵌件，除使用支承销外，还要在嵌件中间 A 处打一通孔，以降低料流的阻力，减少嵌件的受力变形（图 1-36c）。

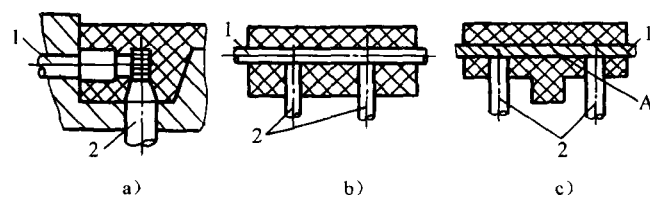


图 1-36 细长嵌件的支承方法

1—塑件 2—支承柱

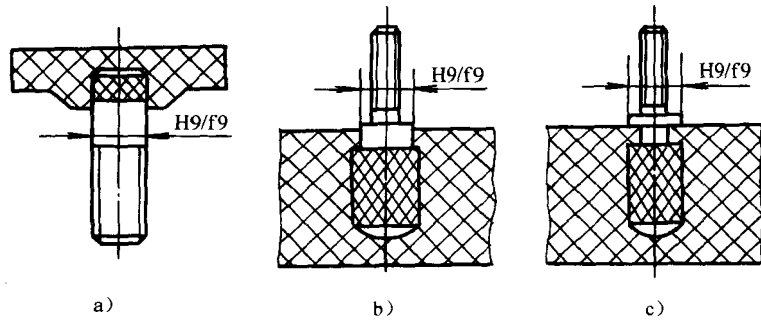


图 1-37 螺杆嵌件的固定方法

（8）当嵌件为螺杆时（图 1-37），光杆部分与模具的配合应具有 IT9 级精度的间隙配合，否则塑料会顺着螺纹部

分产生溢料。

(9) 为了使嵌件与塑件牢固地连接在一起，嵌件的表面应具有止动部分，以防止嵌件移动。

1.2 尺寸及精度

塑件尺寸的大小取决于塑料的流动性。在挤塑和注射成型流动性差的塑料（如玻璃纤维增强塑料）或薄壁塑件时，塑件的尺寸就不能设计过大，否则，塑件就会成型不完善或产生熔接痕而影响塑件质量。此外，压塑成型塑件的尺寸要受到压机最大压力和台面最大尺寸的限制，注射成型塑件的尺寸要受到注射机的注射量、锁模力和模板尺寸的限制。

塑料收缩率的波动、模具成型零件的制造误差及其磨损、成型工艺条件的变化、塑料的种类及其性能、模具的结构形状、塑件的形状、塑件成形后的时效变化、飞边厚度的变化以及脱模斜度等因素，都会影响塑件的尺寸精度。因此，塑件的尺寸精度往往不高。

根据我国目前的塑件成型水平，原第四机械工业部制订的塑件尺寸公差标准（SJ1372-1978）可作为我们选定公差的主要资料，见表 1-5^[9]。该标准将塑件分成 8 个精度等级，每

表 1-5 塑件公差数值表（SJ1372-1978）

塑件公称尺寸 / mm	精度等级							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	公差数值 / mm							
~3	0.04	0.06	0.08	0.12	0.16	0.24	0.32	0.48
3~6	0.05	0.07	0.08	0.14	0.18	0.28	0.36	0.56
6~10	0.06	0.08	0.10	0.16	0.20	0.32	0.40	0.61
10~14	0.07	0.09	0.12	0.18	0.22	0.36	0.44	0.72
14~18	0.08	0.10	0.12	0.20	0.24	0.40	0.48	0.80
18~24	0.09	0.11	0.14	0.22	0.28	0.44	0.56	0.88
24~30	0.10	0.12	0.16	0.24	0.32	0.48	0.64	0.96
30~40	0.11	0.13	0.18	0.26	0.36	0.52	0.72	1.04
40~50	0.12	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.80	1.20
50~65	0.13	0.16	0.22	0.32	0.46	0.64	0.92	1.40
65~80	0.14	0.19	0.26	0.38	0.52	0.76	1.04	1.60
80~100	0.16	0.22	0.30	0.44	0.60	0.88	1.20	1.80
100~120	0.18	0.25	0.34	0.50	0.68	1.00	1.36	2.00
120~140		0.28	0.38	0.56	0.76	1.12	1.52	2.20
140~160		0.31	0.42	0.62	0.84	1.24	1.68	2.40
160~180		0.34	0.46	0.68	0.92	1.36	1.84	2.70
180~200		0.37	0.50	0.74	1.00	1.50	2.00	3.00
200~225		0.41	0.56	0.82	1.10	1.64	2.20	3.30
225~250		0.45	0.62	0.90	1.20	1.80	2.40	3.60
250~280		0.50	0.68	1.00	1.30	2.00	2.60	4.00
280~315		0.55	0.74	1.10	1.40	2.20	2.80	4.40
315~355		0.60	0.82	1.20	1.60	2.40	3.20	4.80
355~400		0.65	0.90	1.30	1.80	2.60	3.60	5.20
400~450		0.70	1.00	1.40	2.00	2.80	4.00	5.60
450~500		0.80	1.10	1.60	2.20	3.20	4.40	6.40

注：标准中规定的数值以塑件成型后或经过必要的后处理后，在相对湿度为 65%，温度为 20℃环境放置 24h 后，以塑件和量具温度为 20℃时进行测量为准。

种塑料可选其中三个等级，即高精度、一般精度和低精度，见表 1-6^[9]。1、2 级精度要求较高，目前一般不采用。表中只列出公差值，而具体的上下偏差可根据塑件的配合性质进行分配。对于受模具活动部分影响较大的尺寸，其公差取表中值再加上附加值。1、2 级精度的附加值为 0.05mm，3~5 级精度的附加值为 0.1mm，6~8 级精度的附加值为 0.2mm。

表 1-6 塑件精度等级的选用建议

类别	塑料名称	精度等级		
		高精度	一般精度	低精度
1	聚苯乙烯 ABS 聚甲基丙烯酸甲酯 聚碳酸酯 聚砵 聚苯醚 酚醛塑料 氨基塑料 30%玻璃纤维增强塑料	3	4	5
2	聚酰胺（或叫尼龙）6、66、610、9、10 氯化聚醚 硬聚氯乙烯	4	5	6
3	聚甲醛 聚丙烯 高密度聚乙烯	5	6	7
4	软聚氯乙烯 低密度聚乙烯	6	7	8

- 注：1. 其他材料可按加工尺寸稳定性，参照上表选择精度等级。
2. 1、2 级精度为精密技术级，只有在特殊条件下采用。
3. 选用精度等级时应考虑脱模斜度对尺寸公差的影响。

此外，对于塑件图上无公差要求的自由尺寸，建议采用标准中的 8 级精度。对于孔类尺寸可取表中数值冠以（+）号；对于轴类尺寸可取表中数值冠以（—）号；对于中心距尺寸可取表中数值之半冠以（±）号。

1.3 标记、符号、文字、表面图案、色彩、粗糙度

塑件的表面粗糙度与塑料品种、成型工艺条件、模具成型零件的表面粗糙度及其磨损情况有关，其中模具成型零件的表面粗糙度是决定塑件表面粗糙度的主要因素。一般模具表面粗糙度要比塑件表面粗糙度低一级。有些制品的表面要求 $R_a0.4\mu m\sim R_a0.025\mu m$ 。透明制品要求型腔和型芯的表面粗糙度相同。不透明件则根据使用情况来定。

塑件上的标记、符号或文字可以做成三种不同的形式。一种为塑件上是凸字，它在模具制造时比较方便，因为模具上的字是凹入的，可以用机械加工或手工方法将字雕刻在模具上，但凸字在塑件抛光或使用过程中容易磨损（图 1-38a）。第二种为塑件上是凹字，它