

塑料注射成型 技术



SULIAO ZHUSHE
CHENGXING JISHU

■ 金盾出版社



塑料加工企业丛书

塑料注射成型技术

叶蕊 主编

陶国良 编著
叶蕊



金盾出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了塑料注射成型的全部过程，着重阐述了塑料注射制品的设计、常规塑料模具和以液压为动力的塑料模具的设计以及注射成型中的一些新技术。文字通俗易懂，技术实用可行。可供从事塑料加工、化工、轻工企业、科研部门的技术人员和塑料加工企业的管理人员以及有关专业的师生参考。

塑料注射成型技术

陆志平 主编

周国良 编著

金盾出版社出版发行

社址：北京复兴路22号

电话：815453

三二〇九工厂印刷

各地新华书店经销

开本：32 印张：7.5 字数：168千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数：1—25000册 定价：4.70元

ISBN 7-80022-106-7/TQ·1

(凡购买北京金盾出版社的图书，因印刷、
装订质量不合格，本社发行部负责调换)

《塑料加工企业丛书》序

我国塑料工业发展迅猛，已成为国民经济的重要组成部分。随着工业、农业、文体卫生事业的发展，社会对塑料制品的需求越来越大，各行各业几乎都要求塑料加工企业有更新颖、更丰富、质量更优异的塑料制品出现。

为了适应塑料加工企业发展的需要，尤其是为了适应乡镇塑料企业发展的需要，我们组织编写了《塑料加工企业丛书》。这套丛书按塑料加工技术及加工管理的内容，分为《塑料注射成型技术》、《塑料挤出成型技术》、《塑料压延成型技术》及《塑料加工企业的管理》等四本书出版。

这套丛书的特色是：内容密切联系生产实际，实用具体，切实可行；文字通俗易懂，文图(表)紧密配合，中等文化程度的读者及不具备专业基础的读者也能看懂。更可贵的是有些内容是作者的经验结晶，具有技术转让的成分；对提高产品质量、改进生产工艺、开发新产品、增强企业经济效益、提高企业素质均大有裨益。

本丛书主要供从事塑料加工、化工、轻工企业及科研的技术人员、技工及管理干部阅读，也可供准备筹办塑料企业的人员及有关专业师生参考。

由于经验、水平有限，书中定有不足以至差错之处，切望读者予以批评指正。

编者

1989年2月

前 言

《塑料注射成型技术》旨在讨论塑料注射制品、模具设计、和与之密切相关的注射成型操作等问题。作者认为，唯有全面掌握与注射成型相关的各方面的技术和管理，才能建立起较为完善的注射成型企业。

随着注射成型技术的不断提高，注射成型制品的应用也日益广泛。用这种成型的方法可以制造机器零件（齿轮、螺钉、螺帽、轴承、密封环、手柄、阀门、汽车零件等等）；在电气工程上，可以注塑各种电器设备的外壳及零件（如电视机、收录机的外壳、开关、接线柱等等）；在日常生活、医学、农业、建筑业、交通运输等方面的应用也十分普遍（如注射器、建筑排水用硬聚氯乙烯三通、四通管接头，农用喷雾器等等）。

塑料注射成型与其它成型方法相比较，具有许多方面的优点：其一，注塑法成型的制品，形状可以复杂多样，尺寸精度高，表面粗糙度好，制品适用范围广；其二，可以注塑尺寸相差很大、带有金属嵌件的制品，具有良好的装配性能和互换性，因而，可以使制品规格化、系列化、标准化；其三，注射机操作简便易行，模具更换方便，制品翻新快，周期短，有利于产品竞争；其四，注射成型过程可完全自动化，生产率高，经济效益好。注射成型也有不足之处，主要是：初期投资较大；注射模具价格较高；成型技术要求较高，否则制品表面会产生缺陷。

随着我国塑料工业的迅速发展，注射成型技术也取得了可喜的进展。主要表现在：塑料注射成型设备，在引进、消化、吸收的基础上，又研制出一系列新型、先进的注射成型设备，填补了我国塑料机械某些方面的空白和不足；我们不仅能够对塑料注射模具进行设计和制造，而且已有少量塑料模具出口国外；不仅常用塑料的注射成型工艺在不断改进和完善，而且工程塑料的成型工艺亦有较大的开拓和进展。本书概括和总结了上述几个方面的情况和经验，集中介绍塑料注射成型技术，以促进塑料工业的发展。

全书分为五章，系统地介绍和论述塑料注射成型的全部过程。着重介绍塑料注射制品的设计、常规塑料模具设计和以液压为动力的塑料模具设计，此外还介绍了注射成型中的一些新技术和实用技术。

本书在编写过程中，得到许多人士的关怀和支持；浙江塑料机械厂、无锡塑料机械厂等单位提供了许多资料；刘祥娣等同志为本书精心描绘了插图，谨在此向他们致以衷心的感谢！

由于我们水平有限，编写时间比较仓促，书中难免有缺点和错误，尚希读者批评指正。

编者

目 录

第一章 塑料注射成型制品设计	(1)
第一节 塑料制品的概述.....	(1)
第二节 塑料制品结构设计.....	(1)
一、塑料制品形状.....	(3)
二、塑料制品壁厚.....	(4)
三、脱模斜度.....	(7)
四、加强筋和加强凸台.....	(13)
五、塑料制品圆角设计.....	(16)
六、塑料制品的支承面.....	(18)
七、孔和侧凹设计.....	(19)
八、螺纹设计.....	(23)
九、嵌件设计.....	(27)
十、标记、符号、文字.....	(35)
第三节 塑料制品尺寸公差.....	(36)
一、国内外塑件尺寸公差的概况.....	(36)
二、影响塑件尺寸精度的因素.....	(36)
三、塑件尺寸公差.....	(39)
第二章 塑料注射成型机	(41)
第一节 注射成型机的组成.....	(42)
一、注射系统.....	(42)
二、合模系统.....	(47)
三、液压传动系统.....	(53)
四、电器控制系统.....	(53)
第二节 注射成型机的分类及规格表示法.....	(55)

一、注射成型机的分类	(55)
二、注射成型机的规格表示法	(58)
第三节 注射成型机的工作过程	(60)
第四节 注射成型机的基本参数	(63)
一、注射量	(63)
二、注射压力	(64)
三、注射速度, 注射速率, 注射时间	(66)
四、塑化能力	(67)
五、合模力	(68)
六、合模装置的基本尺寸	(71)
七、启闭模速度	(72)
第五节 注射机的使用与维护	(73)
一、注射机的使用	(73)
二、注射机的维护	(77)
第三章 塑料注射模具设计	(78)
第一节 模具材料	(78)
第二节 塑料注射模具的基本组成和分类	(82)
一、塑料注射模具的基本组成	(82)
二、塑料注射模具的分类	(84)
三、塑料制品在模内的相对位置	(93)
第三节 注射机的选择	(93)
一、注射量的选择	(93)
二、合模力校核	(94)
三、开模行程和模具厚度校核	(95)
四、注射机拉杆空间和顶出方式	(97)
第四节 注射模浇注系统设计	(97)
一、浇注系统的功用和设计要求	(98)

二、浇注系统设计	(99)
第五节 注射模抽芯机构	(120)
一、斜导柱抽芯机构	(121)
二、弯板抽芯机构	(126)
三、斜滑块抽芯机构	(128)
第六节 注射模顶出机构	(130)
一、顶杆顶出机构	(131)
二、套管顶出机构	(133)
三、推板顶出机构	(134)
第七节 动模与定模导向、定位装置	(136)
一、导柱与导套导向、定位装置	(136)
二、其它导向、定位装置	(137)
三、导向、定位装置使用注意事项	(140)
第八节 注射模温度调节系统	(141)
一、模具温度调节系统的功用	(141)
二、模具加热	(142)
三、模具冷却	(144)
第九节 模具安装机构	(150)
第十节 液压式塑料模具设计	(152)
一、概述	(152)
二、液压油缸设计	(154)
三、液压式塑料模具设计	(161)
四、液压油缸动作顺序设计	(169)
五、液压式塑料模具的定位和锁紧	(170)
第四章 注射成型工艺	(170)
第一节 成型前的准备工作	(170)
第二节 注模过程及工艺条件分析	(174)

一、塑化	(174)
二、熔体模塑	(177)
第三节 制件的修饰及后处理	(180)
第四节 几种塑料注射成型工艺特点、不良	现象及处理措施
一、聚苯乙烯	(182)
二、ABS	(184)
三、聚乙烯	(185)
四、聚丙烯	(186)
五、尼龙(聚酰胺)类	(188)
六、几种塑料在加工中的不良现象及处理措施	(190)
第五章 注射成型应用及发展概况	(205)
第一节 注射成型应用实例	(205)
一、塑料风叶设计与分析	(205)
二、风叶材料选择	(206)
三、选择注射成型机	(207)
四、塑料风叶模具设计、制造及装配要点	(207)
五、塑料模具安装	(211)
六、模具调试与工艺参数的确定	(213)
七、塑料制品质量检验	(218)
第二节 注射成型发展概况	(220)
一、热固性塑料注射成型	(220)
二、排气注射成型	(222)
三、共注射成型	(223)
四、流动注射成型	(225)
附录一: 国产注射机的技术规格	(227)
附录二: 中华人民共和国法定计量单位	(230)

第一章 塑料注射成型制品设计

第一节 塑料制品的概述

塑料制品是指以塑料为原料，用各种不同的成型方法所得到的塑料产品的统称。如用注射成型方法得到的产品称为注射塑料制品；用挤出成型方法得到的产品称为挤出塑料制品；用吹塑成型方法得到的产品称为吹塑塑料制品。另外，还有压延制品、压铸制品、真空成型塑料制品等等。不同的成型方法，对其制品的设计要求有所不同。

注射成型是塑料成型的主要方法之一。用注射成型方法加工的塑料制品，不仅可以成型复杂结构的制品，而且制品精度高、质量好，注射成型的生产率也高。由于塑料的物理性能、化学性能与其它材料不同，因此注射塑料制品的设计与成型加工以及模具设计亦有它独特的一面。要设计出结构合理、造型优美、经济耐用的塑料制品，不但要考虑塑料本身的特性，而且要考虑到塑料成型的工艺，模具结构，制品使用环境以及制品的经济效益。

第二节 塑料制品结构设计

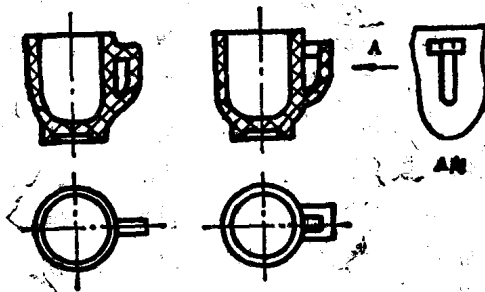
塑料制品（以下简称塑件）设计的主要根据是使用要求及塑料本身的特性。在此前提下尽可能简化其结构，并使之符合成型工艺的特点。

在选料方面，根据使用目的需考虑：一是塑料的物理机械性能，强度、刚度、韧性、吸湿性、对应力的敏感性等；

二是塑料成型工艺性：流动性、收缩率以及各向收缩的差异性、结晶速率、对成型温度、压力的敏感性等。

同时，尽可能降低成本。

塑件结构设计应有利于简化模具结构及零件的制造。在塑件达到同样使用要求情况下，设计的塑件结构可以出现很大差别，这对模具的制造难易程度和制造周期有很大影响。例如，图1所示的塑料杯，两者的使用性能相同。但（a）的结构，由于把柄是封闭的，设计模具时就得考虑抽芯机构或其它方法。而（b）的塑料杯，显而易见，大大简化了模具结构。对于开有孔、螺纹、放置嵌件、设有凸凹表面等的塑件，如果制品结构设计不当，不但会使模具结构复杂化，甚至难以得到可以成型制品的模具。



(a) 需抽芯机构 (b) 不要抽芯机构

图1 塑料杯的两种结构

在考虑模具结构及零部件结构的基础上，亦应注意模具加工工艺性。第一，所设计的零部件可以机加工或其它方式加工；第二，保证加工出的零部件具有预期的使用性能和使用寿命，对有防腐要求的零件应选用具有防腐性能的材料或采用防腐措施，如进行镀铬、镀镍；第三，模具的零部件应具有通用性和互换性，以便模具的维修。

下面，对塑件结构设计的具体问题作逐一介绍。

一、塑料制品形状

在保证使用要求的情况下，塑料制品的形状应力求简单，以便于模塑。即塑料制品内外表面的形状应有利于开模取出制品，尽可能不采用瓣合分型结构、抽芯机构等等。图2~图4中列举的制品形状，若采用这些图中(b)的结构，则可以大大简化模具结构，便于成型，且能提高生产效率。

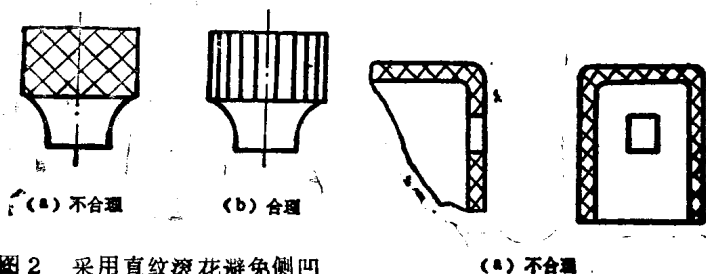


图2 采用直纹滚花避免侧凹

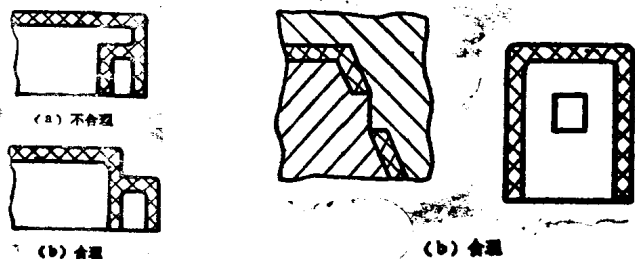


图3 内凸改成外凸

图4 改变制品形状避免侧抽芯

对于一些浅的凸凹塑料，若选用具有良好弹性的塑料（如POM、PE、PP等），可采用强制脱模方法脱出制品。一般情况允许凸凹度 $\leq 5\%$ 。图5所示，其计算方法如下：

$$\Delta_{\text{型}} = \frac{(A-B)}{B} \times 100\% \leq 5\%$$

$$b型: \frac{(A-B)}{C} \times 100\% \leq 5\%$$

二、塑料制品壁厚

塑件的壁厚取决于塑件的使用要求，即强度、结构、电性能、尺寸稳定性以及装配等指标。塑件壁厚对其质量影响也很大，太薄会造成制品的强度和刚度不足，受力后易产生翘曲变形。成型时流动阻力大，大型复杂的制品就难以充满型腔。反之，壁厚过大，不但造成原料的浪费，而且成型周期加长，降低生产率，同时亦容易产生气泡、缩孔、翘曲等不良现象。因此，设计塑件壁厚应注意下面几点：

- (一) 在满足塑件正常结构、使用要求的情况下，尽量减少塑件壁厚。
- (二) 承受顶出装置的冲击和振动。
- (三) 承受紧固力 (图6)。
- (四) 考虑嵌件处的开裂。
- (五) 考虑嵌件、孔、窗处熔接痕 (图7)，因为熔接痕处的强度低。
- (六) 避免薄壁处的烧焦。
- (七) 避免厚壁处产生缩孔和塌坑。

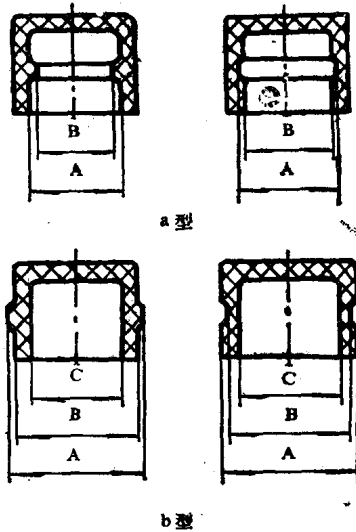


图5 可强制脱模的浅凸凹槽

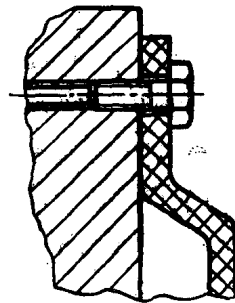


图6 承受紧固力

见图 8 (a)所示, 塑件直角处易产生气泡和缩孔, 而图 8 (b) 结构则比较合理。

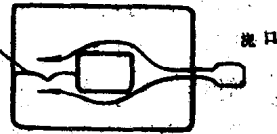


图 7 塑件上的焊接痕

(八) 避免刃口处及薄壁处充

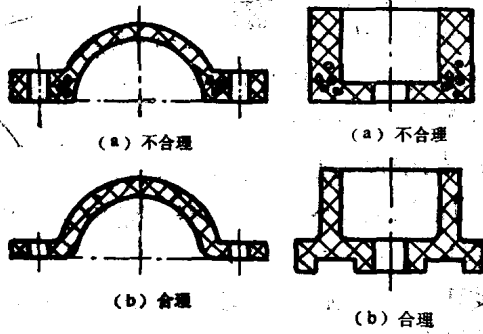


图 8 避免气泡和缩孔

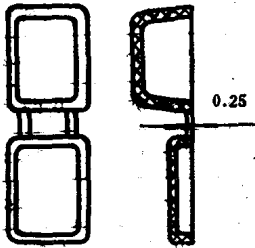


图 9 塑料盒 (PP)

料不足。图 9 为 PP 塑料盒, 其铰链处的壁厚为 0.25 毫米, 用于折叠。

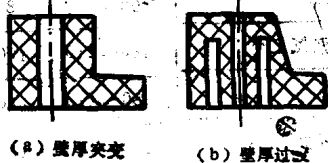
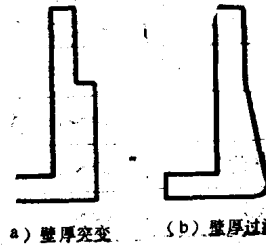


图 10 不均匀壁厚的过渡连接

(九) 塑件尽量壁厚均匀, 减小制品的内应力。当塑件结构厚度必须不均匀时, 则应使其平缓过渡, 避免突变, 否则易变形。

壁厚不均匀有一定的限度，即，压塑（热固性料）：连接处的厚度比为1:3；挤出：连接处的厚度比为1:5；注塑（热塑性料）：连接处的厚度比为1:1.5~2。

图10为不均匀壁厚过渡连接的两例。在实际生产中一般塑料制品壁厚在下列范围内：热固性塑料的小型制品，壁厚取1.6~2.5毫米；大型制品取3.2~8毫米；对于流动性差的料（布基酚醛塑料），其壁厚不超过10毫米；对脆性塑料如矿粉填充的酚醛制品壁厚不应小于3.2毫米；热塑性塑料易于成型薄壁制品，壁厚能达到0.25毫米，但一般不宜小于0.6~0.9毫米，通常选取2~5毫米。各种常用热塑性塑料的壁厚值推荐如表1。

表1 几种热塑性塑料的壁厚和加工条件

材 料	料 温 (°C)	注射压力 (千克力/厘米 ²)	模 温 (°C)	壁 厚 (毫米)
PE	150~300	600~1500	40~60	0.9~4.0
PP	160~260	800~1200	55~65	0.6~3.5
PA	200~320	800~1500	80~120	0.6~3.0
POM (均)	180~220	1000~2000	80~120	1.5~4.0
PS或AS	200~300	800~2000	40~60	1.0~4.0
ABS	200~260	800~2000	40~60	1.5~4.5
硬聚氯乙烯	180~210	1000~2500	45~60	1.5~5.0
PC	280~320	400~2200	90~120	1.5~5.0
丙烯酸酯类	180~250	1000~2000	50~70	1.5~5.0
磷酸纤维素	160~250	600~2000	50~60	1.0~4.0

在塑料制品的成型过程中，人们发现塑料制品的壁厚与流程有直接的关系，因而提出用流程来确定制品的壁厚。

流程即指融物从进料口起流向型腔各处的距离。确定流程的长度(L)如图11所示。大量实验证明,各种塑料在常规工艺参数下,流程长短与制品壁厚成比例关系。塑件的壁厚越大,则允许的流程就越长。如图12所示,图中塑料制品的壁厚为2.5毫米。常规成型条件下的 $\delta-L$ 关系曲线,如果不能满足曲线关系,则需增大壁厚或改变进料口位置,改变L来满足要求。此外,也可以根据经验公式来确定制品的壁厚(见表2)。国外一些常用塑料的推荐壁厚见表3。

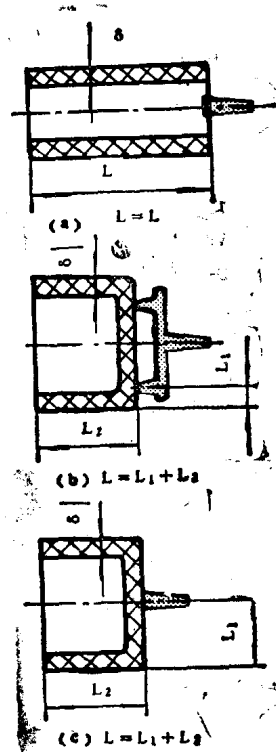


图11 计算流程长度(L)

表2 壁厚的计算公式

流动性	材料名称	计算公式(毫米)
好	PE、PP	$\delta = (L/100 + 0.3) \times 0.7$
中等	ABS、PMMA	$\delta = (L/100 + 0.4) \times 0.9$
差	PC、PSU	$\delta = (L/100 + 0.5) \times 1.1$

三、脱模斜度

塑料制品的内外表面,在脱模方向必须设计足够的脱模