

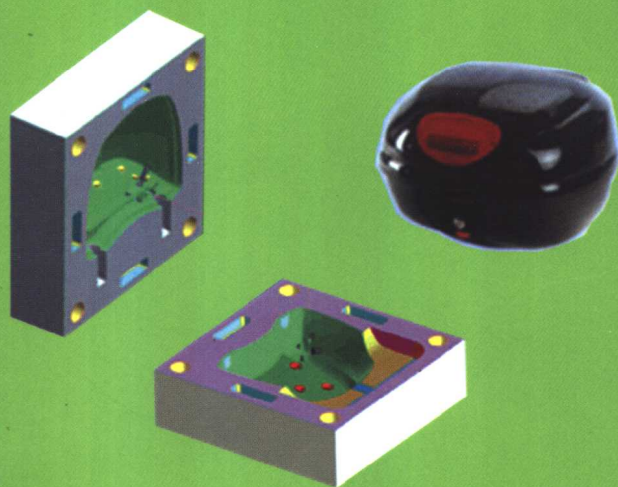
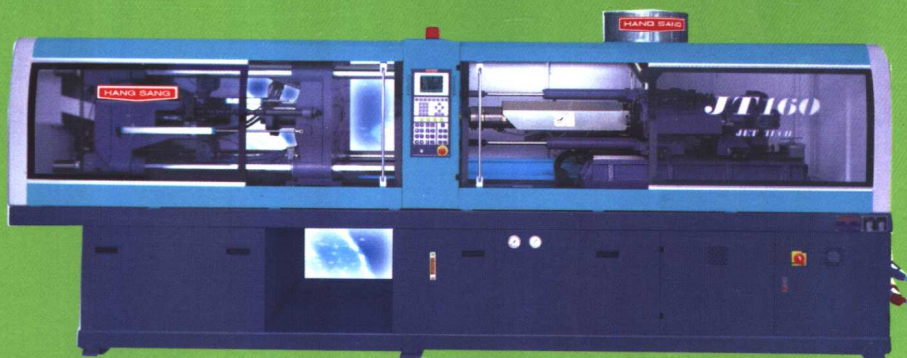


■ 21 世纪模具专业高职教材

塑料

黄雁 彭华太 主编

模具制造技术



华南理工大学出版社

SHULIAO MOJU ZHIZHAO JISHU

21 世纪模具专业高职教材

塑料模具制造技术

黄 雁 彭华太 主编

潘宝权 副主编

华南理工大学出版社

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料模具制造技术/黄雁, 彭华太主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2003.6 (2003.12 重印)
(21 世纪模具专业高职教材)

ISBN 7-5623-1937-5

I. 塑… II. ①黄… ②彭… III. 塑料模具 - 制造 - 教材 IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 035183 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87111048 (传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn <http://www.scutpress.com>

责任编辑: 吴兆强

印 刷 者: 广东省农垦总局印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 378 千

版 次: 2003 年 12 月第 1 版第 2 次印刷

印 数: 3 001 ~ 5 000 册

定 价: 23.00 元

版权所有 盗版必究

《21 世纪模具专业高职教材》

编 委 会

主 任：黎文璧 吴景文

委 员：黎文璧 吴景文 王国强

梁鑫龄 黄 雁 彭华太

杨启明 潘宝权

策划编辑：吴兆强

前 言

模具是工业生产中使用极为广泛的主要工艺装备,采用模具生产零部件,具有高效、节材、成本低、保证质量等一系列优点,是当代工业生产的重要手段和工艺发展方向。许多现代工业的发展和技术水平的提高,在很大程度上取决于模具工业的发展水平。因此,模具工业已成为国民经济的基础工业之一。

振兴我国模具工业的根本任务之一是加强人才培养,大力提高模具从业人员的素质,因此,教材改革变得尤为重要。编写教材最难处理的就是内容的取舍。在非常有限的篇幅中,应当将哪些最为重要的内容交给学生呢?经验证明,最重要的就是要在教材中把基本原理讲清楚。理论联系实际十分必要,但显然不应将教材写成工程实践使用手册。针对高职学校的培养目标和学生特点,本教材在内容上不求面面俱到,重点强调实用和够用原则;在内容编排上注重避繁就简,突出可操作性。

在本书的编写过程中,湛江市高级技工学校校长黎文璧先生、副校长吴景文先生和教务处主任梁鑫龄先生等给予极大的鼓励和支持,并对本书的编写提出了许多宝贵的意见。另外,也参考了很多专家、学者的有关著作和模具企业的制造实例,吸收并引用了他们的不少观点,在此对他们一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,缺点与错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2003年5月

目 录

第 1 章 塑料基础知识介绍	(1)
1.1 塑料的组成和分类	(2)
1.1.1 塑料的组成	(2)
1.1.2 塑料的分类	(3)
1.2 塑料的工艺特性	(3)
1.2.1 热固性塑料的工艺特性	(3)
1.2.2 热塑性塑料的工艺特性	(5)
1.3 常用塑料的名称及其性能	(7)
1.3.1 热塑性塑料	(7)
1.3.2 热固性塑料	(10)
1.4 塑料的热力学性能及成型过程的变化	(10)
1.4.1 塑料的热力学性能	(10)
1.4.2 塑料加工性能	(11)
第 2 章 塑料模基础知识介绍	(12)
2.1 塑料成型原理与工艺	(12)
2.1.1 注射成型	(12)
2.1.2 注射成型的工艺	(17)
2.1.3 注射成型工艺的影响因素	(18)
2.1.4 压缩成型的工艺	(18)
2.1.5 挤出成型	(19)
2.2 塑料制品的结构工艺性	(19)
2.2.1 塑料制品的几何形状与特点	(19)
2.2.2 塑料制品的尺寸精度	(26)
2.3 注射模概述	(28)
2.3.1 注射模分类方法	(28)
2.3.2 塑料注射模模架的分类	(34)
2.4 塑料模具常用材料	(44)
2.4.1 塑料模常用材料的分类	(44)
2.4.2 塑料模材料的选择原则	(45)
2.4.3 目前在模具制造行业中常用的钢材型号	(51)
2.4.4 吹塑模常用材料	(55)

2.4.5 挤塑模常用材料·····	(58)
2.5 注射模与注射机的关系·····	(59)
2.5.1 注射机的技术规范·····	(59)
2.5.2 工艺参数的校核·····	(62)
2.5.3 注射模安装尺寸的校核·····	(64)
2.5.4 开模行程的校核·····	(64)
2.6 注射成型制品缺陷的原因及对策·····	(67)
2.6.1 成型制件产生缺陷的原因·····	(67)
2.6.2 制件缺陷的解决方法·····	(68)
第3章 模具设计 ·····	(72)
3.1 塑料模的设计程序·····	(72)
3.2 塑料模分型面选择·····	(75)
3.2.1 分型面及基本形式·····	(75)
3.2.2 分型面选择的一般原则·····	(75)
3.2.3 分型面的选择实例·····	(78)
3.3 浇注系统的设计·····	(79)
3.3.1 浇注系统设计基本要点·····	(79)
3.3.2 浇注系统各部分及相关零件·····	(81)
3.4 成型零件的设计·····	(94)
3.5 排气机构·····	(105)
3.6 冷却系统·····	(108)
3.6.1 冷却回路设计·····	(109)
3.6.2 冷却回路布置·····	(110)
3.7 脱模机构设计·····	(114)
3.7.1 设计原则及分类·····	(114)
3.7.2 简单脱模机构·····	(114)
3.8 侧向分型抽芯机构设计·····	(126)
3.8.1 机构分类·····	(126)
3.8.2 机动分型抽芯机构·····	(127)
3.9 型腔数目的决定和型腔的排布·····	(131)
3.9.1 型腔数目的决定·····	(131)
3.9.2 型腔的排布·····	(132)
第4章 注射模具制造技术 ·····	(138)
4.1 注射模具各标准件加工·····	(138)
4.1.1 模板镗孔·····	(138)
4.1.2 导柱、导套、推杆加工·····	(140)
4.1.3 模架装配·····	(143)
4.2 塑料模制造工艺及装配·····	(144)

4.2.1	塑料模制造概述	(144)
4.2.2	平面加工	(148)
4.2.3	孔加工	(150)
4.2.4	模具成型零件的机械加工	(162)
4.2.5	型面研抛技术	(169)
4.2.6	塑料制品的收缩率、制品实际要求尺寸和模具实际尺寸	(177)
4.2.7	注射模具的装配与试模	(178)
4.3	模具的验收、维修及保养	(193)
4.3.1	模具的验收	(193)
4.3.2	模具的管理	(198)
4.3.3	模具维修	(201)
4.3.4	模具的保养及维护	(204)
第5章	常用模具 CAD/CAM 系统	(206)
5.1	概述	(206)
5.1.1	模具 CAD/CAM 的产生及发展	(206)
5.1.2	模具 CAD/CAM 系统的类型	(209)
5.1.3	模具 CAD/CAM 的硬件	(211)
5.1.4	模具 CAD/CAM 的软件	(212)
5.2	塑料模具 CAD/CAM 系统	(215)
5.2.1	注射模 CAD/CAM 的结构与功能	(215)
5.2.2	注射成型流动模拟	(218)
5.2.3	冷却系统模拟	(219)
5.2.4	注射模结构 CAD	(221)
第6章	塑料模的价格计算	(223)
6.1	影响模具价格的主要因素	(223)
6.1.1	生产成本	(223)
6.1.2	供货周期	(223)
6.1.3	市场状况	(224)
6.1.4	高技术成分	(224)
6.1.5	模具寿命	(224)
6.2	塑料模价格的简易估算法	(224)
6.2.1	经验估算法	(225)
6.2.2	材料费系数法	(225)
6.2.3	类比法	(225)
6.3	塑料模价格的详细计算方法	(226)
6.3.1	塑料模价格的成	(226)
6.3.2	塑料模价格的计算方法	(227)

6.3.2 塑料模价格的计算公式.....	(227)
参考文献.....	(237)

第 1 章 塑料基础知识介绍

塑料工业包括两个生产系统，即塑料的生产和塑料制品的生产（也称塑料的成型加工），一般可用方框图 1-1 表示：

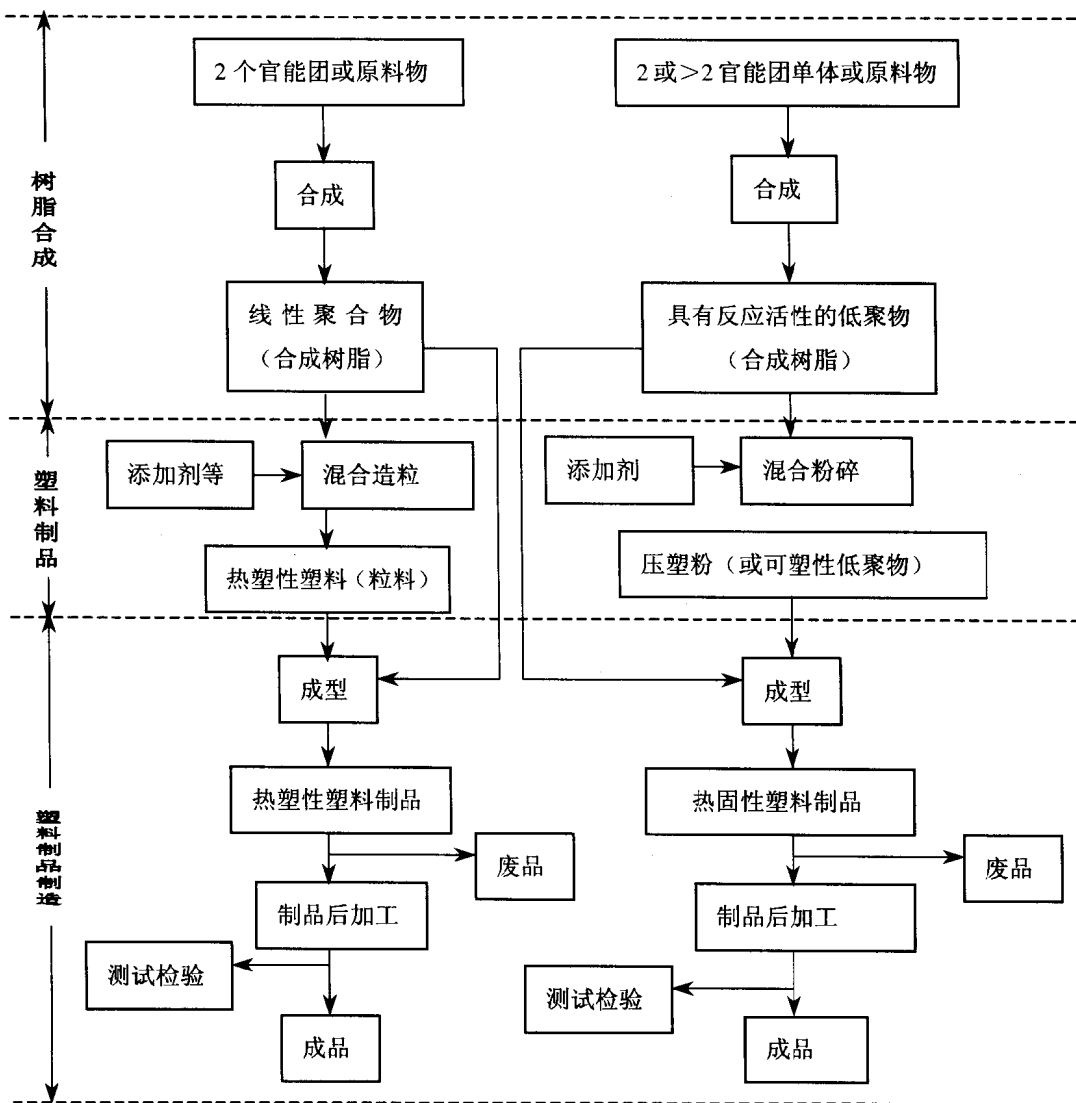


图 1-1 塑料和塑料制品的生产方框图

从图可看出，两个生产系统是一个体系的两个组成部分，是相互依存而处于同等重要的地位。

塑料的成型加工的目的在于根据塑料原有的性能，利用一切可行的方法使其成为具有一定形状而又可以应用的产品。塑料的成型加工一般包括原料的配制和准备、成型及制品后加工等几个过程：成型是将各种形态的塑料，制成所需形状或坯件的过程。成型的方法很多，分类也不一致，一种常用的分类法分为一次成型和二次成型。一次成型包括挤出成型、注射成型、压延成型、铸塑成型、模压烧结成型、传递模塑、发泡成型；二次成型包括中空吹塑成型、热成型、拉幅薄膜成型等。

为此，在学习塑料模具制造技术之前，有必要首先学习塑料的基础知识。只有这样，才能针对塑料制品的具体要求进行模具加工。

1.1 塑料的组成和分类

1.1.1 塑料的组成

塑料是由多组分组成的，其主要成分是树脂，另外，根据不同的树脂或者制品的不同要求，加入不同的添加剂，从而获得不同性能的塑料配件。

(1) 树脂：合成树脂是塑料的主要成分，它在塑料中起粘结作用，也叫粘料。树脂的成分决定塑料的主要性能（物理性能、化学性能、力学性能及电性能），也决定塑料的类型（热塑性或热固性）。

(2) 填料：填料在塑料中主要起增强作用，有时还可以使塑料具有树脂所没有的性能。正确使用填料，可以改善塑料的性能，扩大其使用范围，也可减少树脂的含量，降低成本。

对填料的一般要求是：易被树脂浸润；与树脂有很好的粘附性；本身性质稳定；价格便宜；来源丰富。

填料按其形状有粉状、纤维状和片状。常用的粉状填料有木粉、滑石粉、铁粉、石墨粉等；纤维状填料有玻璃纤维、石棉纤维等；片状填料有麻布、棉布、玻璃布等。

(3) 增塑剂：增塑剂是为改善塑料的性能、提高柔软性而加入塑料中的一种低挥发性物质。对增塑剂的基本要求是：能与树脂很好地混溶而不起化学变化；不易从制件中析出及挥发；不降低制件的主要性能；无毒、无害、成本低。常用的增塑剂有邻苯二甲酸酯类、癸二酸酯类、磷酸酯类、氯化石蜡等。

(4) 稳定剂：稳定剂能阻缓材料变质。常用的稳定剂有二盐基性亚磷酸铅、三盐基性硫酸铅、硬脂酸钡等。

(5) 着色剂：着色剂是为了使塑料附上色彩，起着美观和装饰的作用。有的着色剂还具有其他性能，如耐候性。一般对着色剂的要求是：不易分解、耐候性良好、易扩散以及性能稳定。

(6) 润滑剂：润滑剂的作用是为了降低塑料内部分子之间的相互摩擦或者减少和避免对模具的磨损。常用的润滑剂有醇类、脂类、石蜡、硬脂酸以及金属皂类。润滑剂分为两类：内润滑剂和外润滑剂。

1.1.2 塑料的分类

塑料的种类很多，按其受热后所表现的性能不同，可分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。

(1) 热固性塑料：是指在初受热时变软，可以塑制成一定形状，但加热到一定时间后或加入固化剂后，就硬化定型，再加热则不熔融也不溶解，形成体型（网状）结构物质的塑料。例如，酚醛塑料、环氧塑料、氨基塑料等。

(2) 热塑性塑料：是指在特定温度范围内能反复加热和冷却硬化的塑料。这类树脂在成型过程只发生物理变化而没有化学变化，所以，受热后可多次成型。其废料可回收和重新利用。常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、有机玻璃、尼龙等。

1.2 塑料的工艺特性

1.2.1 热固性塑料的工艺特性

1. 收缩性

塑料从模具中取出后冷却到室温，会发生尺寸收缩，这种性能称为收缩性。在模具设计过程中，应根据不同塑料的收缩率进行模具设计。

塑料的收缩有其规律性和影响因素，为了获得精度高的模具，下面介绍收缩性的影响因素：

(1) 塑料品种：每种塑料的收缩性各不相同，同类塑料由于填料、相对分子质量及配比等不同，则其收缩情况及方向性也各不相同。

(2) 塑件特性：塑件的形状、尺寸、壁厚、有无嵌件，对收缩性亦有很大影响。

(3) 模具结构：模具分型面及加压方向、浇注系统的形式及尺寸，对塑件的收缩亦有很大影响。

(4) 成型工艺：传递和注射成型工艺一般收缩较大，方向性明显。同时，预热情况、成型温度、成型压力、保压时间及填装料形式等对收缩及方向性均有影响。

2. 流动性

塑料在一定温度与压力下填充型腔的能力称为流动性。这是模具设计时必须考虑的一个重要工艺参数。流动性好的塑料，在成型时易形成溢料过多，填充型腔不密实，塑件组织疏松，树脂、填料分头积聚，易粘模，硬化过早等缺陷；流动性差的则兼有填充不足，不易成型。由此可见，选用塑料的流动性必须与塑件要求、成型工艺及成型条件相适应。对面积大、嵌件多、型芯及嵌件细弱、有狭窄深槽及薄壁的复杂形状塑件，应选用流动性好的塑料。在模具设计时，应根据塑料流动性来设计浇注系统、分型面及进料方向等。

下面介绍流动性的影响因素：

(1) 填料及润滑剂：实践证明，填料是影响流动性的重要因素。如采用木粉作为电木的填料，则流动性最好；采用无机盐作为填料，则流动性较差；用玻璃纤维则流动性最差。

另外，润滑剂对塑料的流动有提高的作用。

(2) 模具结构：模具的结构对流动性的影响主要表现在塑料成型过程中充满型腔的过程，所以流道简单、型腔内部光滑，则熔体流动阻力小，有利于流动。

(3) 成型工艺：塑料的流动性受温度和压力影响很大，提高压力和温度，都可以提高塑料的流动性。

3. 硬化特性

热固性塑料在成型过程中，在加热受压的条件下软化转变成可塑性粘流状态，随之流动性增大，可迅速填充型腔，同时发生缩合反应，密度不断增加，流动性迅速下降，熔料逐渐固化。在模具设计时，对硬化速度快、保持流动状态时间短的塑料则应注意便于装料，便于装卸嵌件，并且选择合理的成型条件，以免过早硬化或硬化不足，导致塑件成型不良。

硬化速度应适合成型工艺要求，例如，注射、传递成型时应要求在塑化、填充时化学反应慢、硬化慢，应保持较长时间的流动状态，当充满型腔后在高温、高压下应快速硬化。

热固性塑料的成型特性与塑料的品种有关，也与所含填料品种和粒度及颗粒均匀度有关。如细料流动性好，但预热不易均匀，充入空气多不易排出，传热不良，成型时间长。粗料则易使塑件表面少光泽，表面不均匀。塑料过粗或过细，直接影响比容及压缩率和模具加料室容积。常用热固性塑料的成型特性见表 1-1。

表 1-1 常用热固性塑料成型特性

塑料名称	成型特性
酚醛塑料	(1) 成型性较好，适用于压缩成型，部分适用于传递成型，个别适用于注射成型； (2) 含水分、挥发物，应预热、排气； (3) 模温对流动性影响较大，一般超过 160℃时流动性迅速下降； (4) 收缩及方向性较大； (5) 硬化速度慢，硬化时放出热量大，厚壁大型塑料制品内部温度易过高，故易发生硬化不均匀
氨基塑料	(1) 用于压缩和传递成型； (2) 含水分及挥发物多，易吸潮而结块，使用时要预热干燥，要注意排气； (3) 成型温度对塑料制品质量影响较大。温度过高易发生分解、变色、气泡、开裂、变形、色泽不匀；温度过低，则流动性差、欠压、无光泽，故应严格控制温度； (4) 流动性好，硬化速度快，因此，装料、合模和加压速度要快； (5) 性脆、嵌件容易应力集中，尺寸稳定性差
有机硅塑料	(1) 流动性好，硬化速度慢，适用于压缩成型； (2) 压制温度较高； (3) 压缩成型后塑料制品要经高温固化处理

塑料名称	成型特性
硅酮塑料	(1) 要用于低压传递成型, 封装电子元件; (2) 流动性好, 易溢料, 收缩小; (3) 硬化速度慢、成型后需高温固化、要发生后收缩; (4) 一般成型温度为 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$, 成型压力为 $4\sim 10\text{MPa}$
环氧树脂	(1) 常用于浇注成型, 低压传递成型, 封装电子元件等; (2) 流动性好, 收缩小; (3) 硬化速度快, 装料后要立即加压, 硬化时一般不需排气; (4) 一般预热温度为 $140\sim 170^{\circ}\text{C}$, 成型压力为 $10\sim 20\text{MPa}$, 保压时间为 36s/mm

1.2.2 热塑性塑料的工艺特性

1. 收缩性

热塑性塑料成型收缩的形式与热固性塑料类似。影响热塑性塑料成型收缩的主要因素有以下几方面:

(1) 塑料品种: 热塑性塑料成型过程中, 由于存在结晶化引起的体积变化、内应力强、塑件内的残余应力大、分子取向性强等因素, 因此, 与热固性塑料相比收缩率较大, 方向性明显。另外, 脱模后收缩和后处理收缩也比热固性塑料大。

(2) 塑件特性: 塑件成型时, 熔料与型腔表面接触, 外层立即冷却, 形成低密度的固态外壳。由于塑料导热性差, 使塑件内层缓慢冷却而成收缩大的高密度固态层。因此, 塑件壁愈厚, 则收缩愈大。

(3) 浇口形式和尺寸: 这些因素直接影响料流方向、密度分布、保压补缩作用及成型时间。采用直接浇口, 浇口截面大时则收缩小, 但方向性明显。

(4) 成型条件: 模具温度、注射压力、保压时间等成型条件对塑件收缩均有直接影响。模具温度高, 熔料冷却慢, 密度高, 收缩大, 尤其对结晶料, 因其体积变化大, 故收缩更大。模温分布是否均匀, 亦直接影响到塑件各部分收缩量的大小及方向性。注射压力高, 熔料粘度差小, 层间剪切应力小, 脱模后弹性回跳大, 收缩减少。保压时间对收缩亦有影响, 保压时间长则收缩小, 但方向性明显。

在模具设计时, 应根据各种塑料的收缩范围、塑件壁厚、形状、进料口形式和尺寸, 按经验确定塑件各部位的收缩率, 再计算模具型腔尺寸。对高精度塑件, 在模具设计时应留有修模余地, 通过试模后逐步修正模具, 以达到塑件尺寸、精度要求及改善成型条件。

2. 流动性

塑料流动性的大小, 可从塑料的相对分子质量、熔融指数、阿基米德螺旋线长度、表现粘度及流动比(流程长度/塑件壁厚)等进行分析。相对分子质量小、熔融指数高、螺旋线长度长、表现粘度小、流动比大的塑料, 则流动性好。按模具设计要求, 可将常用塑料的流动性分三类:

- (1) 流动性好：有尼龙、聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、醋酸纤维素、聚（4）甲基戊烯。
- (2) 流动性中等：有改性聚苯乙烯（如 ABS、AS）、有机玻璃、聚甲醛、氯化聚醚。
- (3) 流动性差：有聚碳酸酯、硬聚氯乙烯、聚苯醚、聚砒、氟塑料。

3. 影响流动性的主要因素

(1) 温度：料温高，则塑料流动性增大，料温对流动性的影响大小视不同塑料而异。有的影响大，有的影响小。所以，对温度敏感的塑料，在成型时可通过调节温度来控制流动性。

(2) 压力：注射压力增大则熔融塑料受剪切作用大，其流动性也随之增大。特别是聚乙烯、聚甲醛对压力的反应十分敏感。所以，成型时可通过调节温度、压力来控制流动性。

(3) 模具结构：模具浇注系统的形式、尺寸和布置，冷却系统设计的合理性、熔融料流动阻力（如型腔表面粗糙度、流道截面厚度、型腔形状和排气系统设计）等因素都直接影响到熔料在型腔内的实际流动性。凡促使熔料降低温度，增加流动阻力的因素，都会使流动性降低。在模具设计时应根据所用塑料的流动性，选用合理的模具结构。

4. 结晶性

热塑性塑料按其冷凝时有无出现结晶现象可划分为结晶形塑料和非结晶型（又称无定型）塑料两大类。

塑料的结晶现象是指塑料由熔融状态到冷凝状态的过程中，分子由无次序的自由运动状态而逐渐排列成为正规模型的倾向的一种现象。

一般说来，结晶型塑料是不透明和半透明的，非结晶型塑料是透明的。但也有例外情况，如聚甲基戊烯为结晶形塑料，却有高透明性，ABS 为非结晶型塑料，却是不透明。

对结晶形塑料在模具设计及选择注射机时应注意以下几点：

- (1) 料温上升到成型温度所需的热量多，要选用塑化能力大的设备。
- (2) 冷凝时放出热量大，模具要充分冷却。
- (3) 塑件成型后收缩大，易发生缩孔、气孔。
- (4) 塑件壁厚，冷却快，结晶度低，收缩小。塑件壁厚，冷却慢，结晶度高，收缩大，物理性能好。因此，对结晶型塑料应按塑料要求控制模温。
- (5) 塑料各向异性明显，内应力大，脱模后塑件易发生变形翘曲。
- (6) 塑料结晶熔解点范围窄，易发生未熔解粉末熔料注入模具或堵塞进料口。

5. 热敏性

热敏性是指某些塑料对热较为敏感，在料温高和受热时间长的情况下就会产生变色、降解、分解的特性。具有这种特性的塑料称为热敏性塑料，如硬聚氯乙烯、聚甲醛、聚三氟氯乙烯等。为防止热敏性塑料在成型过程中出现变色、分解现象，一方面可在塑料中加入热稳定剂，另一方面应选用螺杆注射机，正确控制成型温度和成型周期，同时应及时清除分解产物，对模具和设备采取防腐措施。

6. 应力开裂和熔融破裂

有些塑料对应力敏感，成型时易产生内应力且质脆易裂，塑件在外力作用下或在试剂作用下会发生开裂现象。为此，除在原料内加入附加剂提高抗裂性外，对原料应注意干燥，同时选用合理成型条件和使塑件形状结构尽量合理。在模具设计时应增大脱模斜度，选用

合理的进料口和顶出机构。在成型时应适当调节料温、模温、注射压力及冷却时间，尽量避免塑件在冷脆的情况下脱模。在塑件成型后要进行后处理，以提高抗裂性，消除内应力。

当一定熔融指数的聚合物熔体，在恒温下通过喷嘴孔时，其流速超过一定值后，挤出的熔体表面发生明显的横向裂纹称为熔融破裂。发生熔融破裂会影响塑件的外观和性能，故若选择熔融指数高的聚合物，在模具设计时应增大喷嘴、注道和浇口截面，减少注射速度和提高料温。

7. 热性能和冷却速度

各种热塑性塑料有比热容、热导率、热变形温度等热性能。比热容高的塑料在塑化时需要热量大，应选用塑化能力大的注射机。热变形温度高的塑料冷却时间短，脱模早，但脱模后要防止冷却变形。热导率低的塑料冷却速度慢，必须充分冷却，要加强模具冷却效果。

各种热塑性塑料按其品种特性及塑件形状，要求保持适当的冷却速度。因此，模具设计时必须按成型要求设置加热和冷却系统，以控制模具温度。

1.3 常用塑料的名称及其性能

1.3.1 热塑性塑料

1. 聚苯乙烯（PS）

聚苯乙烯分为通用型聚苯乙烯和在此基础上增添聚丁二烯的高抗冲型聚苯乙烯两种。通用型聚苯乙烯是表示注射成型机性能的标准塑料。它成型加工性良好，价格较低，用途很广。通用聚苯乙烯主要具有以下特性：流动性良好，成型温度范围宽；具有良好的透明性（可见光透过率仅次于聚甲基丙烯酸甲酯，达到 90%）；优良的电气性能；脆性较大。

高抗冲型聚苯乙烯是为改善通用型聚苯乙烯的脆性而加入橡胶制成的，其耐冲击性较通用型提高了 5~10 倍，但失去了透明性，呈乳白色。

这种材料适合于家电壳体、箱体、饮料容器、灯罩等。

2. 聚乙烯（PE）

聚乙烯分为低密度（LDPE）、中密度（MDPE）和高密度（HDPE）三种。这种材料热稳定性能良好，富有柔韧性，具有良好的抗腐蚀性和电气绝缘性，成型性能也很好。

注射成型时，虽然没有过多的要注意之处，但由于成型收缩率较大（1.5%~5.0%），结晶度和收缩率随成型条件而变化，因此，应在模具的设计和成型条件的设定方面予以充分的注意。另外，由于比热容很大，需要周全考虑模具的冷却设计。

这种材料主要用于管材、食品容器、洗发香波容器及箱体等。

3. AS 树脂

AS 树脂是以聚苯乙烯为主要成分，与丙烯腈共聚而成的。它弥补了通用型聚苯乙烯的缺点，是一种性硬而强度高的材料。AS 树脂固有的颜色是透明而稍带黄色，通常使用的 AS 树脂因加入蓝色漂白剂（上蓝剂）而呈现微蓝的透明色。AS 树脂在机械强度、耐热性、耐油性、耐药品腐蚀性、抗老化性等方面均比通用型聚苯乙烯优良，特别是在机械强度中，

抗拉强度和弹性率较高。

由于丙烯腈的粘度高，所以，AS 树脂成型流动性较聚苯乙烯差，成型前需要进行预干燥。

AS 树脂主要用于风扇叶轮、电度表壳、电池盒、钢笔及圆珠笔芯、牙刷柄及人工脏器等等。

4. ABS 树脂

ABS 树脂是丙烯腈 (Acrylonitrile)、丁二烯 (Butadiene) 和苯乙烯 (Styrene) 三种单体共聚而成的。其中丙烯腈 (A) 使之有较高的硬度，表面有光泽；丁二烯 (B) 能增加韧性；苯乙烯 (S) 则使加工性良好。因而，ABS 树脂具有良好的综合性能，应用领域很广泛。

由于聚丁二烯的作用，ABS 树脂抗老化性能稍有下降，但可以喷涂及电镀。注射成型时，需要注意进行预备性干燥。由于聚丁二烯的作用，熔融时易产生气体，造成烧痕、产生银线等。

ABS 树脂的用途极其广泛，如可用于散热器护栅、仪表盘、照相机壳体、电器产品（电视机、音响）的机壳及主体、录音及录像带盒以及电镀类零件等等。

5. 聚丙烯 (PP 树脂)

聚丙烯与聚乙烯性质十分相近，密度更小。与聚乙烯不同，聚丙烯燃烧时会产生异味。聚丙烯具有良好的耐热性，可以煮沸，同时延伸后可以显著提高抗弯疲劳强度，也就是所谓的合页特性，如果设计得当，可以在 0℃ 的条件下经受住 300 万次的开合。加入玻璃纤维增强后，可以提高其抗冲击性。

这种材料多用于食品容器、医疗器具、瓶盖、框体、菜板、冰箱内胆、制冰盒、拉锁及记号笔等等。

6. 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA 树脂)

聚甲基丙烯酸甲酯又俗称有机玻璃。用它成型时，由于粘度高，流动性差，所以需要控制好料筒及模具的温度。

由于 PMMA 树脂具有良好的透明性、抗老化性能好、机械强度高、机械加工性能好等多种优良特性，因而广泛应用于建筑、照明、刻度盘以及光学零件等方面。

7. 聚氯乙烯 (PVC 树脂)

聚氯乙烯为无色透明、硬质、无毒、难燃材料，电气绝缘性、耐酸性、耐碱性、耐水性都很好。一般都是加入各种添加物以后使用的。在加入增塑剂后，成为软质聚氯乙烯，不加入者为硬质聚氯乙烯。聚氯乙烯的用途非常广泛，其使用量仅次于聚乙烯。

聚氯乙烯在 65~85℃ 范围内软化，在 170℃ 熔融，当到达 190℃ 以上时就会激烈分解，并产生氯化氢气体，因此，一般还需要加入热稳定剂。

由于粘度较高，流动性较差，在成型时需要特别注意料筒温度、模具温度的合理设置，避免材料残存在料筒中。当树脂产生分解时应立即停止作业，清扫料筒内部。

8. 聚碳酸酯 (PC 树脂)

聚碳酸酯具有十分优良的力学、电气、耐热性能，与聚酰胺、聚甲醛并列，是具有代表性的工程塑料。

聚碳酸酯的主要特性有：①极好的抗冲击性能；②耐热性能良好（热变形温度为 132℃），