

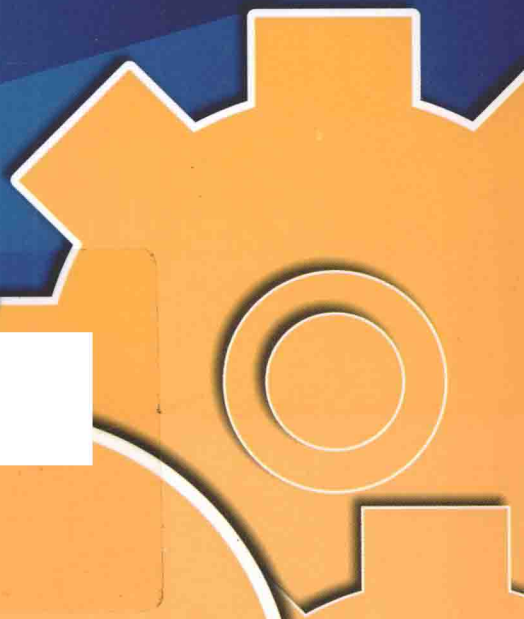


普通高等教育“十二五”规划教材  
全国高职高专规划教材·机电系列

# 塑料成型工艺与 模具设计

SULIAO CHENGXING GONGYI YU MUJU SHEJI

杨海鹏 主编



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材  
全国高职高专规划教材·机电系列

# 塑料成型工艺与模具设计

主编 杨海鹏



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 图书在版编目 (CIP) 数据

塑料成型工艺与模具设计/杨海鹏主编. —北京: 北京大学出版社, 2013. 2  
(全国高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 978-7-301-22128-0

I. ①塑… II. ①杨… III. ①塑料成型-工艺-高等职业教育-教材②塑料模具-设计-高等职业教育-教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 026318 号

书 名: 塑料成型工艺与模具设计

著作责任者: 杨海鹏 主编

策划编辑: 桂 春

责任编辑: 桂 春

标准书号: ISBN 978-7-301-22128-0/TH·0336

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: [zyjy@pup.cn](mailto:zyjy@pup.cn)

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 540 千字

2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

---

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

目前模具人才市场需要大量熟练的模具设计与制造人员，而模具设计与制造岗位需要拥有较长时间的磨炼、丰富的经验、综合素质高的人才。因此，如何使学生在学校较短时间的学习后快速上手，达到与企业零距离接轨，成为高职院校模具专业亟待解决的问题。作者针对这一问题，组织江门职业技术学院及江门君盛模具有限公司、大长江集团荣生模具公司、江门金环电器有限公司等单位的教师与模具专家深入调研、反复论证，编写了这本适应当前教学改革、紧跟模具技术发展的校企合作教材。

本书以项目导向、任务驱动为基本思路，项目的选取注重典型性、代表性、趣味性、可行性和挑战性。首个项目是基础，包含了比较全面的知识点和技能。每个项目的内容有不同的侧重点，内容组织由浅入深，由基本知识与技能训练到提高知识与技能训练，再到拓展知识与技能训练。各项工作任务依据实际工作流程来组织，学生通过学习并完成每一项任务，进而完成各个项目，从而理解本课程的核心知识，初步具备塑料模具设计与制造的职业技能。

本书较好地贯彻了职业性、实用性的编写原则，尽量避免过多的文字叙述及繁琐的公式推导，书中提供了大量的图片、表格与实例，课后附有不同类型的作业及设计题供学生复习与练习，以便加深对知识的理解和职业技能的提高。本书与同类教材相比，无论是内容的组织形式或是编排结构均有较大突破，具有明显的职教特色，将有助于学生专业技能的训练和职业能力的提高。

本书由江门职业技术学院杨海鹏担任主编，项目一由杨海鹏编写，项目二由关月华编写，项目三由武晓红编写，项目四由刘炳良编写，项目五由王树勋编写，项目六由陈水东编写。

本书在编写过程中参考了国内兄弟院校的有关资料和文献，并得到同行专家的大力支持和帮助，在此向原作者和专家表示衷心感谢。

由于水平所限，书中难免会有不妥或错误，恳请各位读者批评指正。

编者

2013. 2

本教材配有教学课件，如有老师需要，请加 QQ 群（279806670）或发电子邮件至 zyjj@pup.cn 索取，也可致电北京大学出版社：010-62765126。

# 目 录

绪论	(1)
项目一 yoyo 玩具注射模具设计	(3)
任务一 选择 yoyo 玩具材料	(4)
1.1.1 树脂和塑料	(4)
1.1.2 热塑性塑料的性能	(6)
1.1.3 热固性塑料的成型工艺性能	(11)
1.1.4 常用热塑性塑料的性能和用途	(13)
1.1.5 常用热固性塑料	(23)
1.1.6 常用塑料的辨别方法	(25)
1.1.7 yoyo 塑料玩具材料选用与成型工艺分析	(26)
1.1.8 拓展与强化训练	(27)
思考与练习	(27)
任务二 设计 yoyo 玩具塑件结构	(30)
1.2.1 塑料制件的造型设计原则	(30)
1.2.2 塑件结构工艺性设计	(31)
1.2.3 yoyo 塑料玩具产品设计	(54)
1.2.4 拓展与强化训练	(56)
思考与练习	(56)
任务三 制订 yoyo 玩具注射成型工艺并初步选择注射机	(59)
1.3.1 注射成型原理	(59)
1.3.2 注射工艺过程	(61)
1.3.3 注射机与模具的关系	(63)
1.3.4 yoyo 塑料玩具结构分析及成型工艺的制订	(71)
1.3.5 拓展与强化训练	(73)
思考与练习	(74)
任务四 确定 yoyo 玩具注射模分型面并设计浇注系统	(77)
1.4.1 塑料模具分类	(77)
1.4.2 注射模的组成和特点	(77)
1.4.3 注射模的分类	(79)
1.4.4 单分型面注射模(又称两板模)	(79)
1.4.5 分型面的选择	(82)
1.4.6 浇注系统的设计	(87)
1.4.7 排气和引气系统设计	(101)

1.4.8	yoyo 塑件的分型面选择与浇注系统设计	(104)
1.4.9	拓展与强化训练	(107)
	思考与练习	(107)
	任务五 设计 yoyo 玩具注射模成型零件并选用模架	(110)
1.5.1	注射模成型零件设计	(110)
1.5.2	注射模成型零件尺寸的确定	(118)
1.5.3	注射模导向与定位机构设计	(125)
1.5.4	塑料注射模标准模架的选用及相关零件设计	(135)
1.5.5	推出系统复位弹簧	(145)
1.5.6	浇口套设计	(148)
1.5.7	定位圈设计	(150)
1.5.8	yoyo 注射模结构设计	(151)
1.5.9	拓展与强化训练	(153)
	思考与练习	(153)
	任务六 设计 yoyo 注射模推出机构	(155)
1.6.1	脱模机构的组成、分类和设计原则	(156)
1.6.2	脱模力的计算	(158)
1.6.3	推杆推出机构设计	(159)
1.6.4	推管推出机构设计	(163)
1.6.5	推件板推出机构设计	(165)
1.6.6	多元联合推出机构的设计	(167)
1.6.7	脱螺纹机构的设计	(167)
1.6.8	气动推出机构设计	(169)
1.6.9	强行推出结构	(170)
1.6.10	定模推出机构的设计	(170)
1.6.11	二级推出机构	(172)
1.6.12	塑件推出的常见问题	(174)
1.6.13	yoyo 玩具注射模推出机构设计	(174)
1.6.14	拓展与强化训练	(176)
	思考与练习	(176)
	任务七 设计 yoyo 玩具注射模冷却系统	(180)
1.7.1	模具温度对塑件的影响	(180)
1.7.2	影响模具冷却的因素及相关设计	(180)
1.7.3	型腔板的冷却	(185)
1.7.4	型芯的冷却	(185)
1.7.5	管接头与管塞的形式及选用	(188)
1.7.6	管接头的位置设计	(190)
1.7.7	冷却水道密封圈的选用	(191)

1.7.8	yoyo 注射模冷却系统设计 .....	(193)
1.7.9	拓展与强化训练 .....	(194)
思考与练习	.....	(195)
任务八	设计制造 yoyo 玩具注射模整体结构及零件 .....	(197)
1.8.1	绘制模具整体结构 .....	(197)
1.8.2	注射机校核 .....	(198)
1.8.3	由模具装配图拆画零件图 .....	(200)
1.8.4	拓展与强化训练 .....	(207)
思考与练习	.....	(208)
项目二	晾衣架三板注射模具设计 .....	(209)
任务一	晾衣架塑件设计与塑料成型工艺分析 .....	(209)
2.1.1	塑件材料选用与性能分析 .....	(209)
2.1.2	塑件结构与质量分析 .....	(210)
2.1.3	塑件注射工艺参数确定 .....	(210)
任务二	标准点浇口三板模架及其选用 .....	(210)
任务三	熟悉并掌握三板模结构与工作原理 .....	(212)
任务四	定距分型机构与流道推出机构设计 .....	(215)
任务五	晾衣架三板模整体结构设计 .....	(218)
2.5.1	模具结构设计 .....	(218)
2.5.2	注射机校核 .....	(232)
2.5.3	模具工作原理 .....	(232)
任务六	拓展与强化 .....	(234)
思考与练习	.....	(235)
项目三	上罩侧向抽芯机构注射模具设计 .....	(238)
任务一	上罩塑件设计与成型工艺分析 .....	(238)
3.1.1	塑件材料分析 .....	(238)
3.1.2	塑件结构分析 .....	(239)
任务二	注射模具斜导柱与侧滑块抽芯机构设计 .....	(239)
3.2.1	侧向分型与抽芯机构的分类 .....	(239)
3.2.2	斜导柱与侧滑块外侧抽芯机构 .....	(241)
3.2.3	延时抽芯 .....	(248)
3.2.4	斜导柱侧滑块内抽芯机构 .....	(249)
3.2.5	先复位机构 .....	(249)
任务三	斜推杆(斜顶)抽芯机构设计 .....	(251)
3.3.1	斜推杆(斜顶)抽芯机构工作原理与特点 .....	(251)
3.3.2	斜推杆的设计 .....	(252)
3.3.3	定模斜推杆机构 .....	(254)
3.3.4	平移式内抽芯机构 .....	(254)

3.3.5 摆杆式侧抽芯机构 .....	(255)
3.3.6 斜推杆抽芯机构在注射模上的应用 .....	(255)
任务四 斜滑块(哈夫块)侧向抽芯机构设计 .....	(256)
任务五 T形块侧抽芯机构设计 .....	(260)
任务六 油缸抽芯机构设计 .....	(261)
任务七 上罩侧向抽芯注射模设计 .....	(262)
任务八 拓展与强化训练 .....	(270)
思考与练习 .....	(271)
<b>项目四 洗衣机搅拌器热流道注射模具设计</b> .....	<b>(275)</b>
任务一 熟悉热流道模具的特点与应用 .....	(275)
4.1.1 热流道模具简介 .....	(275)
4.1.2 热流道模具的特点 .....	(276)
4.1.3 热流道模具的分类 .....	(277)
任务二 掌握热流道注射模具形式并能合理选用配件 .....	(278)
4.2.1 热流道模具的形式 .....	(278)
4.2.2 加热系统结构设计 .....	(280)
4.2.3 热流道板加热功率计算 .....	(285)
4.2.4 热流道模具设计与制造的条件 .....	(287)
任务三 洗衣机搅拌器热流道注射模具设计 .....	(288)
4.3.1 塑件工艺分析 .....	(288)
4.3.2 计算塑件的体积和质量 .....	(288)
4.3.3 塑件注射工艺参数的确定 .....	(289)
4.3.4 注射模的结构设计 .....	(289)
任务四 拓展与强化训练 .....	(294)
思考与练习 .....	(294)
<b>项目五 PVC 电线管材挤出工艺与模具设计</b> .....	<b>(296)</b>
任务一 熟悉并掌握塑料挤出工艺、设备与模具 .....	(296)
5.1.1 挤出成型设备 .....	(296)
5.1.2 挤出成型过程 .....	(299)
5.1.3 挤出成型工艺参数 .....	(300)
5.1.4 挤出成型模具结构 .....	(302)
任务二 PVC 电工管材挤出模具设计 .....	(308)
任务三 拓展与强化训练 .....	(314)
思考与练习 .....	(314)
<b>项目六 气动成型工艺与模具设计简介(选学)</b> .....	<b>(317)</b>
任务一 中空吹塑成型工艺与模具设计 .....	(317)
6.1.1 中空吹塑模具的分类及成型工艺 .....	(317)
6.1.2 中空吹塑模具设计 .....	(319)



---

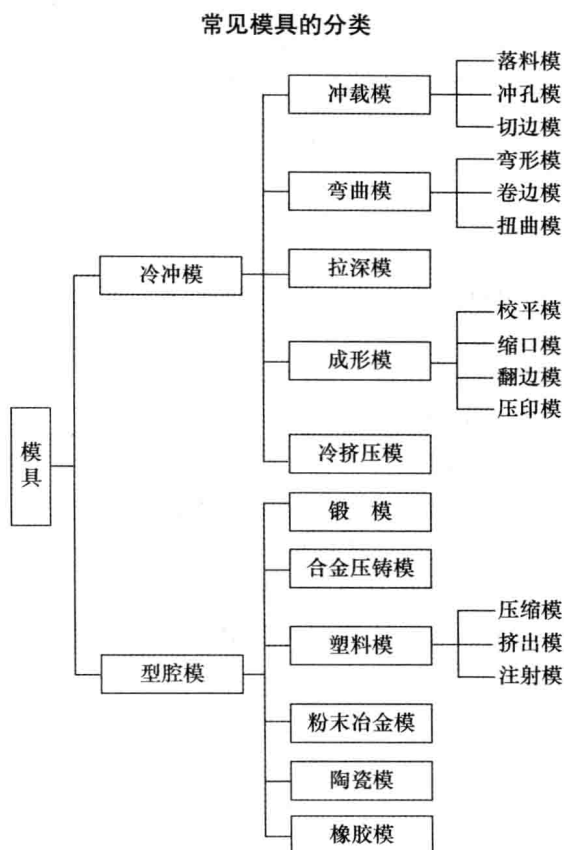
6.1.3 中空吹塑模具实例 .....	(323)
任务二 真空吸塑成型工艺与模具设计 .....	(323)
6.2.1 真空吸塑成型方法及工艺 .....	(323)
6.2.2 真空成型塑件设计 .....	(326)
6.2.3 真空成型模具设计 .....	(328)
任务三 压缩空气成型工艺与模具设计 .....	(329)
6.3.1 压缩空气成型的特点 .....	(330)
6.3.2 压缩空气成型模具 .....	(330)
思考与练习 .....	(332)
参考文献 .....	(333)

# 绪 论

## 1. 模具的概念

模具是大批制造工业产品专用工艺装备的总称，是金属与非金属成型加工的工具，适用于制造加工业，如冲压、锻造、铸造等金属加工及塑料、橡胶、陶瓷等非金属加工。用模具成型制造出来的零件通常称为“制件”。

常见模具的分类，如下表所示。



## 2. 模具工业在国民经济中的作用

模具工业是国民经济发展的重要基础工业之一，也是一个国家加工制造业发展水平的重要标志。模具成型方法在现代工业的主要部门（如机械、家电、轻工、电子、交通和国防工业）中得到了极其广泛的应用。例如在飞机、汽车、摩托车、拖拉机、电机、电器、仪表等机电产品中占80%以上；在电脑、电视机、摄像机、照相机、录像机耐用消费品及日用五金零件占85%以上；在电冰箱、洗衣机、空调、电风扇、自行车、手表等轻工业产

品中占 90% 以上；在子弹、枪支等兵器产品中占 95% 以上。由此可见，利用模具来生产零件的方法已成为工业上进行成批或大批生产的主要技术手段。模具对于保证产品的一致性和产品质量、缩短试制周期进而争先占领市场，以及产品更新换代和新产品开发都具有决定性意义。一个地方制造业的发展离不开模具制造业的发展，地区模具制造水平的高低，已经成为衡量这个地区制造业水平的重要标志，在很大程度上决定了产品质量、创新能力和地区产业的经济效益。

如德国、日本、美国的汽车及电器等产品的品种、数量、质量在国际市场中处于领先地位，其重要原因之一就是他们的模具技术居于世界领先水平。因此，工业巨头美国把模具称为“美国工业的基石”，把模具工业视为“不可估量其力量的工业”；日本把模具说成是“促进社会富裕繁荣的动力”，把模具工业视为“整个工业发展的秘密”；德国把模具称为“金属加工中的帝王”，把模具工业视为“关键工业”；我国有人把模具比喻为“效益放大器”，把模具工业称为“国民经济发展的重要基础工业，是赶超发达国家的工具和手段”。

模具是现代工业生产中广泛应用的优质、高效、低耗、适应性很强的生产技术，或称“成型工具”、“成型工装产品”。模具是技术含量高、附加值高、使用广泛的新技术产品，是价值很高的社会财富。

我国制造业对模具的总市场需求量每年以 15% 以上的速度增长，目前，国内模具业的规模仅次于日本和美国，但大多数集中在中低档领域，技术水平和附加值偏低。对于大型、精密、复杂、长寿命模具需求量较大，其增长将远远超过每年 15% 的增幅。

家用电器，如彩电、冰箱、洗衣机、空调、音响、数码摄（照）像机等；交通运输业，如飞机、汽车、摩托车、拖拉机、自行车及电动自行车等；电子及通信行业，如电话、手机、电脑等，在国内的市场容量都很大。

2012 年我国的彩电年产量已超过 1.5 亿台；电冰箱年产量超过了 8300 万台；洗衣机年产量超过了 6700 万台，占全球总产量的 35%；手机年产量超过 12 亿部，占全球总产量的 40%；空调年产量超过 1.4 亿台；计算机年产量超过 3 亿台；自行车年产量超过 6500 万辆；电动自行车年产量超过 3000 万辆；摩托车年产量超过 2300 万辆，占全球总产量的 50%；汽车年产量超过 2000 万辆。这些都将对我国模具工业和模具技术的发展产生巨大的推动作用。

# 项目一 yoyo 玩具注射模具设计



## 项目引入

如图 1-1、1-2 所示为 yoyo 玩具塑料产品，大批量生产。要求产品具有良好的表面外观质量、良好的强度和抗冲击特性、低廉的价格、良好的成型工艺性能。

项目步骤：完成塑料件原材料选择、结构设计，制定注射成型工艺，选择注射机并完成模具结构设计。

要顺利完成以上工作内容，必须学习和掌握相关的塑料性能及成型工艺方面的知识。

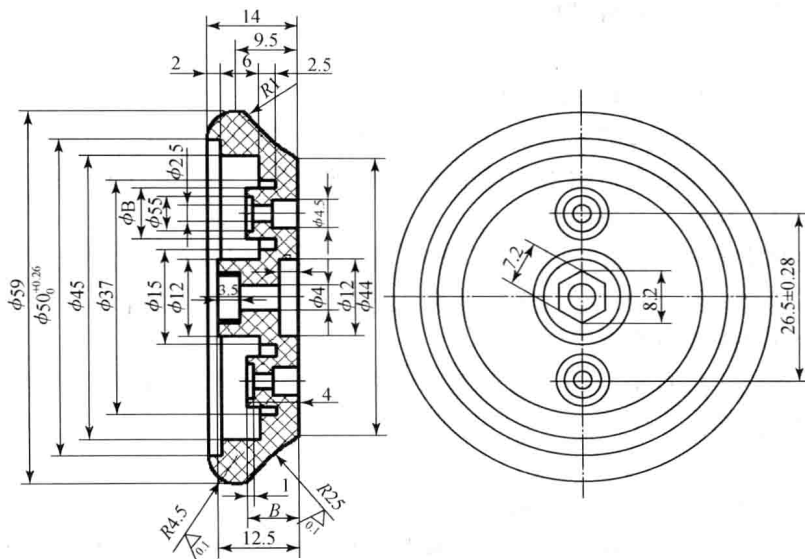


图 1-1 yoyo 玩具转盘座塑料件

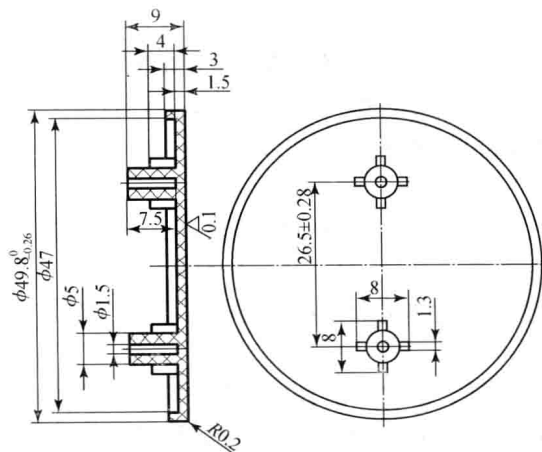


图 1-2 yoyo 玩具转盘盖塑料件

## 任务一 选择 yoyo 玩具材料

任务要求：

完成图 1-1 与图 1-2 塑料件成型材料选择、分析塑料件成型工艺、标注技术要求。

### 1.1.1 树脂和塑料

#### 1. 塑料的组成

##### (1) 塑料。

塑料以树脂（或在加工过程中用单体直接聚合）为主要成分，加入适量的增塑剂、稳定剂、填充剂、润滑剂、着色剂等添加剂为辅助成分，加工过程中在一定温度和压力的作用下能流动成型的高分子有机材料。

##### (2) 树脂。

树脂是天然树脂与合成树脂的总称。

天然树脂是树木或昆虫的分泌物，如松香、橡胶、虫胶、蜂胶、沥青等。

合成树脂是指由简单有机物经化学合成或某些天然产物经化学反应而得到的树脂产物，如各种塑料、化纤、合成橡胶等。

树脂受热时通常有转化或熔融范围，转化时受外力作用具有流动性，常温下呈固态或半固态或液态的有机聚合物，它是塑料最基本的，也是最重要的成分。

##### (3) 塑料中添加剂的种类。

常用的添加剂主要有增塑剂、稳定剂、填充剂、润滑剂、着色剂、固化剂、阻燃剂、发泡剂、抗静电剂等。

##### ① 增塑剂。

增塑剂是为改进塑料的可塑性而加入的有机化合物。

作用：为了降低塑料的软化温度，改善成型加工性能，提高柔韧性或延展性。

要求：与树脂的相容性好；对热和化学剂都比较稳定，最好无色、无毒、无臭、不燃、吸水量低、挥发性小等。

增塑剂一般为低挥发性固体或低熔点固体。常用的有邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、樟脑、癸二酸二丁酯、癸二酸二辛酯等。对可塑性小、柔软性差的需加增塑剂，主要是聚氯乙烯、醋酸纤维、硝酸纤维等。

##### ② 稳定剂。

凡在成型加工和使用期间为有助于材料保持原始值或接近原始值而在塑料配方中加入的物质称为稳定剂。在塑料中的含量约 0.3%~0.5% 左右。

作用：加入稳定剂可制止或抑制聚合物因受外界因素（光、热、氧、细菌等）所引起的破坏作用。

要求：相容性和稳定性好、耐水、耐油、耐化学药品，无色、无味、无毒。

稳定剂分类：热稳定剂如三盐基性硫酸铅、硬脂酸钡（兼作润滑剂）；光稳定剂如 2-羟基-4-甲基二苯甲酮；抗氧化剂如 2,6-二叔丁基甲苯。

### ③ 填充剂。

填充剂又称填料，是塑料的重要组成成分，加入量可达 40%。

作用：一是改善塑料的成型加工性能（改性）、提高制品的某些特殊性能、赋予塑料新的性能。如酚醛树脂中加入木粉，能够提高弹性，降低脆性；在聚乙烯中加入钙质，能够提高耐热性和刚度；在塑料中加入玻璃纤维，会使机械性能大幅度提高。二是增加塑料的体积或重量，减少树脂用量，降低成本。如木粉、棉屑、金属粉、滑石粉、钛白粉、石棉、云母、炭黑等。

### ④ 润滑剂。

润滑剂能够改善塑料的流动性，提高塑料表面光泽程度，防止塑料在成型过程中发生粘模，用量一般小于 1%。常用的润滑剂有硬脂酸、石蜡、金属皂类（硬脂酸钙、硬脂酸锌）等。

### ⑤ 着色剂。

着色剂又称色料（或色母），用量在 0.01%~0.02%。包括颜料和染料、色母粒。

作用：起装饰美光作用，同时还可提高塑料的光稳定性、热稳定性和耐候性。

### ⑥ 固化剂。

固化剂又称硬化剂，主要用于热固性塑料。

作用：热固性塑料成型时原来的线型分子结构转变为网状体型分子结构，同时加速硬化过程。

此外还有阻燃剂、发泡剂、抗静电剂等。

## 2. 塑料的分类

塑料品种繁多，目前已合成出来并可加工使用的有 300 多种，常用的有 30 多种。

### (1) 按合成树脂的分子结构及热性能分类。

按按合成树脂的分子结构及热性能分为热塑性塑料和热固性塑料。

① 热塑性塑料指在特定温度范围内能反复加热软化和冷却硬化的塑料，其分子结构是线型或支链型结构，变化过程可逆，即可多次重复使用，如图 1-3 (a)、图 1-3 (b) 所示。如聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、聚氯乙烯 (PVC)、ABS、尼龙 (PA)、聚苯乙烯 (PS) 等。

② 热固性塑料在受热或其他条件下能固化成不熔及不溶性物质的塑料，其分子结构最终为网状体型的三维结构，如图 1-3 (c) 所示。其变化过程不可逆，即只能成型一次，不可重复使用，如酚醛塑料 (PF)、氨基塑料、环氧树脂 (EP) 等。

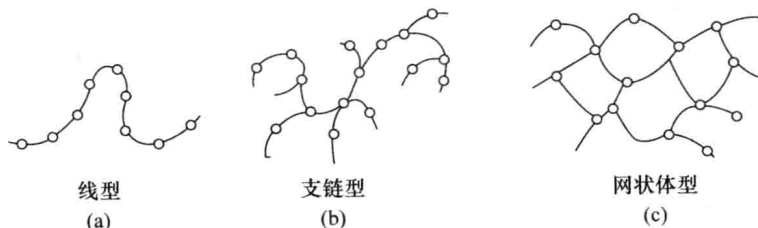


图 1-3 塑料分子链结构

(2) 按塑料的用途分类。

① 通用塑料 一般指产量大、用途广、成型性好、价廉的塑料，其产量约占塑料总产量的80%。如聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)、聚苯乙烯(PS)等。

② 工程塑料 一般指能承受一定的外力作用，并具有良好的机械性能和尺寸稳定性，在高、低温下仍能保持其优良性能，可以作为工程结构件的塑料，如ABS、尼龙(PA)、聚甲醛(POM)、聚砜(PSF)等。

③ 特种塑料 一般指具有特种功能(如耐热、自润滑等)应用于特殊要求的塑料，这类塑料产量小、价格高。如医用塑料、光敏塑料、导磁塑料、导热塑料、超导电塑料、耐辐射塑料及耐高温塑料等。

### 3. 塑料的特点

塑料在工业产品和民用产品中都占有很重要的地位，使用越来越普遍。但其自身有许多优点，也有缺点，应正确选用。

(1) 塑料的优点。

① 密度小质量轻，密度一般在 $0.8 \sim 2.02 \text{ g/cm}^3$ 左右，泡沫塑料密度只有 $0.1 \text{ g/cm}^3$ 。

② 强度和比刚度(强度和刚度的绝对值与密度之比)高，广泛用于空间领域及结构零件。

③ 优异的电绝缘性能，广泛用作绝缘材料。如电线电缆、旋钮插座、电器外壳。

④ 优良的化学稳定性能，广泛用于医疗、化工、防腐设备及管道容器、建筑工程中。

⑤ 减摩、耐磨和自润滑性能好，可用作齿轮、凸轮及滑轮等机器零件。

⑥ 透光及防护性能好，具有防水、防潮、防透气、防辐射等防护性能。

⑦ 减震、消音、保温性能优良。如软质聚氯乙烯可用作设备、仪器的减震。

⑧ 成型及染色性能好，多数塑料不但具有良好的加工性能，而且可根据需要染成各种颜色。

(2) 塑料的缺点。

① 耐热和导热性差，一般塑料使用在 $100^\circ\text{C}$ 以下，只有少数塑料可在 $200^\circ\text{C}$ 左右使用。

② 机械强度和硬度低，刚性差。

③ 易老化，塑料在阳光、压力作用下失去原有性能。

④ 制品精度较低，由于塑料受成型工艺的影响，收缩率难以控制。

## 1.1.2 热塑性塑料的性能

热塑性塑料的性能有使用性能和工艺性能。

### 1. 热塑性塑料的使用性能

使用性能是在使用过程中反映出来的特性，体现塑料的使用价值。

(1) 物理性能。

物理性能主要有密度、透湿性、吸湿性、透明性等。透湿性是指塑料透过蒸汽的性质。吸湿性是指塑料吸收水分的性质，用吸水率表示。透明性是指塑料透过可见光的性质，用透光率表示。

## (2) 化学性能。

化学性能主要有耐化学性、抗老化性、抗霉性等。耐化学性是指塑料耐酸、碱、盐、溶剂等化学物质的能力。抗老化性是指塑料长期暴露在自然环境中或人工条件下不发生化学结构变化,性能保持不变的能力。抗霉性是指塑料对霉菌的抵抗能力。

## (3) 力学性能。

力学性能主要有抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、伸长率、冲击韧度、疲劳强度、硬度等。通用塑料的抗拉强度一般为 20~50 MPa,工程塑料一般为 50~80 MPa,很少有超过 100 MPa 的。许多工程塑料加入玻璃纤维后,抗拉强度可达 150 MPa。

## (4) 热性能。

热性能主要是耐热性(受热而不变形)、热稳定性(受热而不分解变质)和耐燃性。

## (5) 电性能。

电性能主要有电阻率、介电强度、介电损耗等绝缘性。

## (6) 光学性能。

光学性能主要有透光性能、抗光性能等。

## 2. 热塑性塑料的工艺性能

工艺性能即体现塑料的成型性能,有以下内容:

### (1) 收缩性。

收缩性是指塑料高温充满模具型腔,出模后冷却至室温,尺寸发生收缩的性能。

① 成型收缩 成型后塑件的收缩称为成型收缩。成型收缩的形式有下列几方面:

- 塑件的尺寸收缩 熔融塑料在模具内成型后脱模冷却到室温其尺寸发生收缩,称为收缩性。它用相对收缩量的百分率表示,即收缩率( $S$ )。为此在模具设计时必须考虑予以补偿。
- 收缩的方向性 成型时分子按流动方向取向,使塑件呈现各向异性,沿料流方向收缩大、强度高,与料流垂直方向收缩小、强度低。另外,成型时各部位密度及壁厚不均匀,造成收缩不均匀。塑料收缩的异向性和不均匀性使塑件变形、翘曲及开裂。因此,模具设计时应考虑收缩的方向性。
- 后收缩 当塑件成型、脱模收缩达到室温尺寸后,由于存在残余应力,使塑件经过一段时间后发生再次收缩称为后收缩。生产实践表明一般塑件在脱模后 10 h 内变化最大,24 h 后基本定型,但最后稳定要经过 30~60 天,通常热塑性塑料的后收缩比热固性塑料大,挤塑及注射成型的后收缩要比压塑成型的大。
- 后处理收缩 有时塑件成型后需进行热处理、表面处理等工艺要求,处理后会致塑件尺寸发生变化或收缩称为后处理收缩。故在模具设计时,对高精度塑件应考虑后收缩及后处理收缩的偏差并予以补偿。

### ② 收缩率计算

$$S_{\text{实}} = (a - b) / b \times 100\%$$

$$S_{\text{计}} = (c - b) / b \times 100\%$$

$S_{\text{实}}$ ——实际收缩率,%;

$S_{\text{计}}$ ——计算收缩率,%;



$a$ ——塑件成型温度下尺寸, 单位: mm;

$b$ ——塑件室温下尺寸, 单位: mm;

$c$ ——模具室温下尺寸, 单位: mm。

实际收缩率表示塑件实际所发生的收缩, 此时模具温度比室温高。计算收缩率是按模具室温下的尺寸进行计算的。模具在成型时温度与常温相差不大, 热胀冷缩可忽略不计, 即实际收缩率与计算收缩率相差很小, 所以模具设计时以  $S_{\text{计}}$  作为设计参数来计算型腔及型芯的尺寸, 基本能够符合型腔及型芯的实际尺寸要求。

③ 影响收缩率变化的因素 在实际成型时, 不仅不同品种塑料的收缩率各不相同, 而且不同批量的同品种塑料或同一塑件的不同部位其收缩值也不同。影响收缩率变化的主要因素有以下几个方面:

- 塑料品种 各种塑料都具有各自的收缩范围, 即使是同类的塑料, 由于填料、分子量及配比等的不同, 其收缩率及各向异性也各不相同。
- 塑件结构 塑件的形状、尺寸、壁厚、有无嵌件、嵌件的数量及布局等, 对收缩率大小都有很大的影响。
- 模具结构 模具的分型面及浇注系统的结构形式、布局及尺寸等对收缩率及方向性影响很大。若直接进料及进料口截面大, 则收缩小, 但方向性大; 若进料口宽及长度短的则方向性小; 若距进料口近或与料流方向平行, 则收缩大。
- 成型工艺方面 对于挤塑、注射成型工艺, 一般收缩率都比较大, 方向性也很明显。因此, 它的预热情况、成型温度、成型压力、保压时间、填料形式及硬化均匀性等, 对收缩率及方向性都有较大影响。若模具温度高, 塑件冷却慢, 则收缩大; 若塑料密度大, 结晶度高, 体积变化大, 则收缩大; 若保持压力大且时间长, 则收缩小但方向性强; 若注射压力高, 脱模后弹性回弹大, 则收缩小; 若料温高, 则收缩大但方向性小。常用塑料的计算收缩率及其成型温度、注射压力如表 1-1 所示。

如上所述, 模具设计时, 应根据各种塑料说明书中所提供的收缩率范围, 按塑件形状、尺寸、壁厚、有无嵌件情况, 分型面及加压成型方向, 模具结构及进料口形式, 尺寸和位置、成型工艺及成型因素等综合考虑选取收缩率值。但对挤塑或注射成型时, 则常按塑件各部位的形状、尺寸、壁厚等特点来选取收缩率值。

表 1-1 常用塑料的计算收缩率及其成型温度、注射压力

缩写	塑料或树脂全称	相对密度	模温/°C	料筒温度/°C	收缩率/%	注射压力/MPa
GPPS	通用级聚苯乙烯	1.04 ~ 1.09	40 ~ 60	180 ~ 280	0.2 ~ 0.8 (0.5)	35 ~ 140
HIPS	耐冲击聚苯乙烯 (GPPS + 丁二烯)	1.14 ~ 1.10	40 ~ 60	190 ~ 260	0.2 ~ 0.8 (0.5)	70 ~ 140
ABS	丙烯腈-丁二 烯-苯乙烯共聚物	1.01 ~ 1.08	50 ~ 80	180 ~ 260	0.4 ~ 0.9 (0.5)	56 ~ 176
AS (SAN)	丙烯腈-苯乙烯共聚物	1.06 ~ 1.10	40 ~ 70	180 ~ 250	0.2 ~ 0.7 (0.6)	35 ~ 140
LDPE	低密度聚乙烯	0.89 ~ 0.93	10 ~ 40	160 ~ 210	1.5 ~ 5.0 (2.0)	35 ~ 105
HDPE	高密度聚乙烯	0.94 ~ 0.98	5 ~ 30	170 ~ 240	1.5 ~ 4.0 (3.0)	84 ~ 105