

Pro/ENGINEER 塑料模具设计

骏毅科技等 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 塑料模具设计 / 骏毅科技等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006.2

ISBN 7-115-14238-6

I. P... II. 骏... III. 塑料模具—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER
IV. TQ320.5-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 152706 号

内 容 提 要

本书贯彻从实际出发, 理论与实践完美结合的方针, 以日常生活中常见的塑料产品作为应用实例, 详细地介绍了使用 Pro/ENGINEER 进行各种典型零件模具设计的过程。全书共分 5 章, 第 1 章主要介绍塑料模具设计的工艺要求和设计步骤, 并简要说明从塑料制品到模具的设计流程, 第 2 章主要介绍塑料模具设计前的准备工作, 第 3 章介绍初级塑料模具设计, 第 4 章介绍中级塑料模具设计, 第 5 章介绍高级塑料模具设计。

另外, 为了方便读者学习, 本书还配有两张光盘, 光盘中收录了本书实例的多媒体动态演示及素材。

本书适合于从事模具生产制造的人员和工程设计人员阅读, 也可作为各类相关专业培训学校的教材及中专、高职高专、大专院校等相关专业师生的参考书。

Pro/ENGINEER 塑料模具设计

- ◆ 编 著 骏毅科技 关兴举 杜智敏 何华妹 陈永涛
责任编辑 黄汉兵
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.75
字数: 509 千字 2006 年 2 月第 1 版
印数: 1-6 000 册 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14238-6/TP · 5115

定价: 45.00 元 (附 2 张光盘)

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

★ Pro/ENGINEER 简介

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司 (Parametric Technology Corporation——参数技术公司) 开发的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件, 其中 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 (简称为 Pro/E 2.0) 是 Pro/ENGINEER 的最新版本, 是全方位的三维产品开发软件。该软件集产品设计、装配、加工、钣金设计等功能于一体, 其模块众多、内容丰富、功能强大, 已广泛应用于电子、航空、汽车、家电和玩具等行业。

★ 市场上的 Pro/ENGINEER 图书

市场上现有的使用 Pro/ENGINEER 软件进行产品造型和模具设计的图书很多, 但大部分图书只是停留在介绍软件功能的阶段, 不能结合人性化的学习思维, 而且大部分图书未能全面地讲解使用 Pro/ENGINEER 进行塑料产品设计和塑料模具设计的基本流程, 对实际生产中的一些技巧和要点也没有明确提出, 特别是对 EMX 模具库的介绍很不完整, 在编写过程中出现许多应用盲点, 使读者很难将所学的知识应用于实际生产当中。

★ 本书特点

根据 Pro/ENGINEER 软件的特点和目前市场上的需要, 结合作者的实际工作经验, 从易于上手、快速掌握和实际应用的角度出发, 编写了关于 Pro/ENGINEER 的一套丛书, 该丛书分为《Pro/ENGINEER 塑料产品设计》和《Pro/ENGINEER 塑料模具设计》两本, 本书是其中的一本。作者编写本套丛书的目的, 就是为了使读者在学习完本套丛书后, 能够快速地将所学的知识应用于实际工作当中, 提高读者独立进行塑料产品设计和塑料模具设计的能力。

本书以实例的方式对使用 Pro/ENGINEER 进行塑料模具设计的要点、难点以及设计过程进行讲解, 并摒弃了一般图书用冗长文字表达操作过程的方式, 而以图文相结合的形式完成对操作过程的介绍, 使读者易学易懂。本书实例均为日常生活中常见的以及工厂生产的产品。

★ 读者对象

本书适合于从事模具生产制造的人员和工程设计人员阅读, 也可作为各类相关专业培训学校的教材及中专、高职高专、大专院校等相关专业师生的参考书。

本书由杜智敏、何华妹和陈永涛编著, 杜志伦等骏毅科技成员也为本书的编写付出了辛勤的劳动, 在此表示感谢。由于时间仓促, 书中难免会有疏漏, 希望广大读者批评指正。

感谢您选择了本书, 如果您有什么意见和建议, 欢迎登录我们的网站或发电子邮件。

骏毅科技网站 <http://www.cadcam mould.com>

E-mail: jycadcam mold@163.com

读者服务网站 <http://www.totop.com.cn>

骏毅科技

2005 年 12 月 10 日

光盘使用说明

为了方便读者学习，本书还配有两张光盘，光盘中含有多媒体动态演示、实例素材、解码器和播放器等内容。读者在观看多媒体动态演示之前，首先要安装光盘中“解码器”目录下的解码器“Divx”和“TSCC”，两者缺一不可。“Divx”的安装方法是用鼠标右键单击文件，选择“安装”；“TSCC”的安装方法是双击 TSCC.EXE 程序。在观看时，推荐使用光盘中“播放器”目录下的“Camplay”播放器进行播放。

目 录

第 1 章 塑料模具设计基础知识	1
1.1 塑料模具设计工艺要求	2
1.1.1 塑料材料及特性	2
1.1.2 分型面	5
1.1.3 浇注系统	8
1.1.4 顶出机构	10
1.1.5 冷却系统	11
1.1.6 抽心机构	12
1.2 塑料模具设计的步骤和顺序	12
1.3 从制品设计到模具设计的流程	13
第 2 章 塑料模具设计前的准备工作	15
2.1 塑料制品的检测分析	16
2.1.1 拔模斜度检测	16
2.1.2 壁厚检测	18
2.1.3 投影面积分析	19
2.1.4 分型面检测	20
2.2 模具开模干涉检测	21
2.3 塑料制品注射仿真分析注意事项	24
2.4 抽风机外壳仿真分析	26
2.4.1 注射仿真操作	27
2.4.2 分析报告的生成	28
第 3 章 塑料模具初级设计实例	37
3.1 抽风机外壳模具设计	38
3.1.1 抽风机外壳模具设计剖析	38
3.1.2 抽风机外壳模具设计演练	41
3.2 打印机支架模具设计	75
3.2.1 打印机支架模具设计剖析	76
3.2.2 打印机支架模具设计演练	78
第 4 章 塑料模具中级设计实例	115
4.1 汽车仪表板模具设计	116
4.1.1 汽车仪表板模具设计剖析	116
4.1.2 汽车仪表板模具设计演练	118
4.2 开关外壳模具设计	147
4.2.1 开关外壳模具设计剖析	147
4.2.2 开关外壳模具设计演练	150

第 5 章 塑料模具高级设计实例	189
5.1 榨汁机内支架模具设计	190
5.1.1 榨汁机内支架模具设计剖析	190
5.1.2 榨汁机内支架模具设计演练	193
5.2 音响总控台面壳模具设计	261
5.2.1 音响总控台面壳模具设计剖析	261
5.2.2 音响总控台面壳模具设计演练	265

第 I 章 塑料模具设计基础知识

主要内容

- ◆ 塑料模具设计工艺要求
- ◆ 塑料模具设计的步骤和顺序
- ◆ 从制品设计到模具设计的流程

1.1 塑料模具设计工艺要求

要设计一副先进的塑料模具，首先需要有高水平的设计思路，而且还必需对制品的工艺性、塑料材料的特性及用途、模具钢材的选用、加工方法、模具结构设计、成型方案和注射机的型号等方面进行研究。从模具设计和注射成型的角度研究模具设计的工艺性是非常必要的，其目的是为了减少因模具工艺性不好而给模具制造及成型带来的麻烦。

1.1.1 塑料材料及特性

塑料是指以高分子合成树脂为主要成份，在一定温度和压力下具有塑性和流动性，可被塑制成一定形状，且在一定条件下保持形状不变的材料。常用塑料分为热固性塑料和热塑性塑料两类。热固性塑料的特点是能在受热或其他条件作用下固化成不溶性物料，热塑性塑料的特点是在特定的温度范围内能反复加热软化或冷却凝固。

表 1-1 所示为热塑性塑料的缩写代号及中文对照。

表 1-1 热塑性塑料的缩写代号及中文对照

缩写代号	中 文	缩写代号	中 文
ABS	丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物	MDPE	中密度聚乙烯
A/S	丙烯腈—苯乙烯共聚物	PA	聚酰胺尼龙
A/MMA	丙烯腈—甲基丙烯酸甲酯共聚物	PAA	聚丙烯酸
A/S/A	丙烯腈—苯乙烯—丙烯酸酯共聚物	PC	聚碳酸酯
CA	乙酸纤维素醋酸纤维素	PAN	聚丙烯腈
CN	硝酸纤维素	PCTFE	聚三氟氯乙烯
EC	乙基纤维素	PE	聚乙烯
FEP	全氟乙烯—丙烯共聚物聚全氟乙丙烯	PEC	氯化聚乙烯
GPS	通用聚苯乙烯	PI	聚酰亚胺
GRP	玻璃纤维增强塑料	PMMA	聚甲基丙烯酸甲酯
HDPE	高密度聚乙烯	POM	聚甲醛
HIPS	高冲击强度聚苯乙烯	PP	聚丙烯
LDPE	低密度聚乙烯	PPC	氯化聚丙烯
PPS	聚苯硫醚	PPO	聚苯醚聚 2, 6—二甲基苯醚, 聚苯撑氧
PPSU	聚苯砜	PVCC	氯化聚氯乙烯
PS	聚苯乙烯	PVDC	聚偏二氯乙烯
PSF	聚砜	PVDF	聚偏二氟乙烯
PTFE	聚四氟乙烯	RP	增强塑料
PVC	聚氯乙烯	S/AN	苯乙烯—丙烯腈共聚物

表 1-2 所示为塑料在工业领域中的应用。

表 1-2 塑料在工业领域中的应用

塑料名称	工业应用
PVC 聚氯乙烯	硬聚氯乙烯用于制造棒、管、板、焊条、输油管及耐酸碱连接 软聚氯乙烯用于制作薄板、薄膜、电线电缆绝缘层及密封件等
PE 聚乙烯	低压聚乙烯用于制作耐腐蚀零件和绝缘零件 高压聚乙烯用于制作薄膜等 超高分子量聚乙烯用于制作减摩、耐磨及传动零件
PP 聚丙烯	用于制作一般机械零件、耐腐蚀零件和绝缘零件
PS 聚苯乙烯	用于制作绝缘透明零件、装饰零件及化学仪器、光学仪器等的零件
PA 聚酰胺	用于制作一般机械零件、减摩耐磨零件、传动零件及化工、电器、仪表等的零件
POM 聚甲醛	用于制作减摩零件、传动零件、化工容器及仪器仪表的外壳
PC 聚碳酸酯	用于制作仪表小零件、绝缘透明零件和耐冲击零件
PSF 聚砜	用于制作耐热零件、绝缘零件、减摩耐磨传动零件、仪器仪表零件、计算机零件及抗蠕变结构零件。聚芳砜还可用于在低温下制作工作零件
氟塑料	用于制作耐腐蚀零件、减摩耐磨零件、密封零件、绝缘零件和医疗器械零件
醋酸纤维素	用于制作汽车、飞机、建筑用品，机械、工具用品，化妆品器具及胶卷
聚酰亚胺	用于制作减摩耐磨零件、转动零件、绝缘零件、耐热零件，用作防辐射材料、涂料和绝缘薄膜
ABS 丙烯腈—丁二烯— 苯乙烯共聚物	用于制作汽车零件、家电零件、高强度工具零件、日常用品等
PMMA 聚甲基丙烯酸甲酯	汽车工业（信号灯设备、仪表盘等）、医药行业（储血容器等）、工业应用（影碟、灯光散射器）、日用消费品（饮料杯、文具等）

表 1-3 所示为常用塑料的特性及识别方式。

表 1-3 常用塑料的特性及识别方式

塑料名称	使用特性	识别方式
ABS 丙烯腈—丁二 烯—苯乙烯共 聚物	综合性能较好，耐化学性、电性能良好，具有超强的易加工性、外观特性、低蠕变性、优异的尺寸稳定性以及很高的抗冲击强度	燃烧时的火焰颜色为黄色黑烟，燃烧气味为橡胶味
PA 聚酰胺（尼龙）	坚韧、耐磨、耐疲劳、耐油、耐水、抗霉菌、但吸水性强 尼龙 6—弹性好、冲击强度高、吸水性较强 尼龙 66—强度高、耐磨性好 尼龙 610—强度高、耐磨性好，但吸水性和刚性都较弱 尼龙 1010—半透明，吸水性较弱，耐寒性较好	燃烧时的火焰颜色为上端黄色，燃烧气味为特殊味
PC 聚碳酸酯	具有特别好的抗冲击强度、热稳定性、光泽度、抑制细菌特性、阻燃特性以及抗污染性，抗蠕变和电绝缘性较好，并且收缩率很低，一般为 0.1%~0.2%，有很好的机械特性，但流动特性较差	燃烧时的火焰颜色为黄色黑烟，燃烧气味为特殊味

续表

塑料名称	使用特性	识别方式
PE 聚乙烯	高压聚乙烯柔软的软性、透明性、伸长率、冲击强度较好 低压聚乙烯的熔点、刚性、硬度和强度较高，吸水性弱，有突出的电气性能和良好的耐辐射性	燃烧时的火焰颜色为上端黄色，下端青色。燃烧气味为石蜡味
POM 聚甲醛	有较好的抗蠕变性、几何稳定性和抗冲击性，具有很好的延展强度、抗疲劳强度，吸水小，具有很低的摩擦系数，但热稳定性差，易燃烧，长期在大气中曝晒会老化	燃烧时的火焰颜色为上端黄色，下端蓝色。燃烧气味为福尔马林味
PS 聚苯乙烯	电绝缘性优良，无色透明，透光率仅次于有机玻璃，着色性差，耐水性，化学稳定性良好，机械强度一般，但脆性，易产生应力碎裂，不耐苯、汽油等有机溶剂	燃烧时的火焰颜色为橙黄色黑烟，燃烧气味为苯乙烯味
PSF 聚砜	耐热耐寒性、抗蠕变性及尺寸稳定性优良，耐酸、耐碱、耐高温、耐高温蒸汽。 聚砜的硬度和冲击强度高，可在-60~+150℃下长期使用，在水、湿空气或高温下仍能保持良好的绝缘性，但不耐芳香烃和卤化烃 聚芳砜的耐热性和耐寒性好，可在-240~+260℃下使用，硬度高，耐辐射	
PP 聚丙烯	有较低的热扭曲温度（100℃）、低透明度、低光泽度、低刚性，但是有较强的抗冲击强度，具有优良的抗吸湿性、抗酸碱、腐蚀性、抗溶解性	燃烧时的火焰颜色为蓝色，燃烧气味为柴油味
PVC 聚氯乙烯	硬质 PVC 机械强度高，电气性能优良，耐酸碱力极强，化学稳定性好，但软化点低 软质 PVC 伸长率大，机械强度低，耐腐蚀性、电绝缘性均低于硬质 PVC，且易老化	燃烧时的火焰颜色为上端黄色，下端绿色，燃烧气味为氯气味
PPE	有较强的化学稳定性，吸湿性很小，具有良好的几何稳定性、电绝缘特性和很低的热膨胀系数	燃烧时的火焰颜色为黄色黑烟，燃烧气味为橡胶味
氟塑料	耐腐蚀性、耐老化及电绝缘性优越，吸水性很小	
醋酸纤维素	强韧性很好，耐油，耐稀酸，透明有光泽，尺寸稳定性好，易涂饰、染色、粘合、切削，低温情况下抗冲击性和抗拉强度减弱	
聚酰亚胺	综合性能良好，强度高，抗蠕变性、耐热性好，可在-200~+260℃下长期使用，减摩耐磨性、电绝缘性优良，耐辐射，耐电晕，耐稀酸，但不耐碱、强氧化剂和高压蒸汽	
PMMA 聚甲基丙烯酸甲酯	有优良的光学特性及耐气候变化特性，PMMA 制品有很低的双折射，具有室温蠕变特性和抗冲击特性	燃烧时的火焰颜色为上端黄色，下端青色 燃烧气味为巧克力味

表 1-4 所示为常用热塑性塑料的特性及用途。

表 1-4 常用热塑性塑料的特性及用途

塑料名称	特 性	用 途
ABS	综合性能较好，耐化学性、电性能良好，具有超强的易加工性、外观特性、低蠕变性、优异的尺寸稳定性以及很高的抗冲击强度	汽车（仪表板、工具舱门、车轮盖、反光镜盒等）、家电（电冰箱、电视机、风筒、熨斗）、大强度工具（吹风机、搅拌器、食品加工机、割草机等）、电话机壳体、打字机键盘、娱乐用车辆（如高尔夫球手推车以及喷气式雪橇车等）

续表

塑料名称	特 性	用 途
PA	坚韧、耐磨、耐疲劳、耐油、耐水、抗霉菌，但吸水性强 尼龙 6—弹性好、冲击强度高、吸水性较强 尼龙 66—强度高、耐磨性好 尼龙 610—强度高、耐磨性好，但吸水性和刚性都较弱 尼龙 1010—半透明，吸水性较弱，耐寒性较好	广泛用于制作结构部件、尼龙丝、水龙头、密封圈、传动零件、汽车工业、仪器壳体以及其他需要有抗冲击性和高强度要求的产品
PC	具有特别好的抗冲击强度、热稳定性、光泽度、抑制细菌特性、阻燃特性以及抗污染性，抗蠕变和电绝缘性较好，收缩率很低，一般为 0.1%~0.2%，有很好的机械特性，但流动特性较差	电气和商业设备（计算机元件、连接器等）、器具（食品加工机、电冰箱抽屉等）、交通运输行业（车辆的前后灯、仪表板等）
PE	高压聚乙烯柔软性、透明性、伸长率、冲击强度较好。低压聚乙烯熔点、刚性、硬度和强度较高，吸水性弱，有突出的电气性能和良好的耐辐射性	常用于制作电冰箱容器、存储容器、家用厨具、密封盖、米桶、面盆、水壶保鲜盒等
POM	有较好的抗蠕变特性、几何稳定性和抗冲击特性，具有很好的延展强度、抗疲劳强度，吸水性弱，具有很低的摩擦系数，但热稳定性差，易燃烧，长期在大气中曝晒会老化	用于制作齿轮和轴承、管道器件（管道阀门、泵壳体）、草坪设备、弹簧、风扇叶片、游戏机按钮等
PP	有较低的热扭曲温度（100℃）、低透明度、低光泽度、低刚性，但是有较强的抗冲击强度，具有优良的抗吸湿性、抗酸碱腐蚀性、抗溶解性	汽车工业（主要使用含金属添加剂的 PP 制作挡泥板、通风管、风扇等）、器械（洗碗机门衬垫、干燥机通风管、洗衣机框架及机盖、冰箱门衬垫等）、日用消费品（草坪和园艺设备，如剪草机和喷水器等）
PVC	硬质 PVC 机械强度高，电气性能优良，耐酸碱力极强，化学稳定性好，但软化点低。软质 PVC 伸长率大，机械强度低，耐腐蚀性，电绝缘性均低于硬质 PVC，且易老化	供水管道、家用管道、房屋墙板、商用机器壳体、电子产品包装、医疗器械、食品包装、门窗、线槽、电开关、插座等
PPE	有较强的化学稳定性，吸湿性很小，具有良好的几何稳定性、电绝缘特性和很低的热膨胀系数	家庭用品（洗碗机、洗衣机等）、电气设备，如控制器壳体、光纤连接器等
PMMA	有良好的光学特性及耐气候变化特性，PMMA 制品有很低的双折射，具有室温蠕变特性和抗冲击特性	汽车工业（信号灯设备、仪表盘等）、医药行业（储血容器等）、工业应用（影碟、灯光散射器）、日用消费品（饮料杯、文具等）

1.1.2 分型面

为了便于将塑件从密闭的模腔内取出，也为了便于安放嵌件或取出浇注系统，必须将模具分成两个或几个部分。通常将分开模具能取出塑件的面称为分型面，另外，以分型面为界，模具又可被分成两大部分，即动模与定模部分，而其他的面则被称作分离面或分模面，注射模只有一个分型面。

分型面的选择是一个比较复杂的问题，因为它会受到塑件的几何形状、壁厚、尺寸精度、表面粗糙度、嵌件位置、脱模方法以及塑件在模具内的成型位置、顶出方式、浇注系统的设

计、模具排气的方式等方面的影响。

分型面的形式一般有以下几种：图 1-1 中 (a) 图所示为水平分型面；(b) 图所示为斜分型面；(c) 图所示为阶梯分型面；(d) 图所示则为曲线分型面。对于模具设计人员来说，分型面的正确选择对于模具制造及操作都有着至关重要的影响。

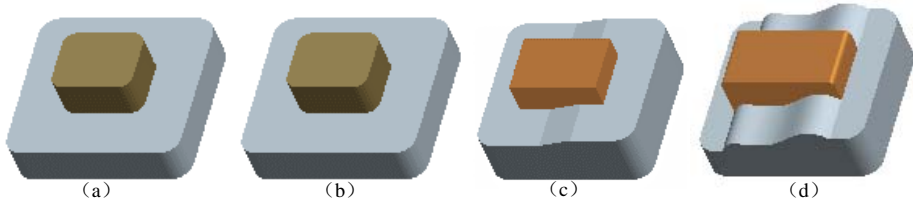


图 1-1 分型面类型

选择分型面的位置时，分型面一般不取在装饰外表面或带圆弧的转角处。分型面必须设置在产品的最大截面处，而且要便于开模后塑件留在动模的一侧（型心一般在动模上），以保证顶出机构能够顺利脱模。选择分型面时应考虑以下几点。

一、留模方式

如图 1-2 (a) 所示，由于型心设在定模部分，开模后塑件会收缩而包紧型心，使塑件留在定模一侧，因此增加了脱模的难度，使模具结构复杂化，如果改用图 1-2 (b) 所示的结构，就会比较合理。

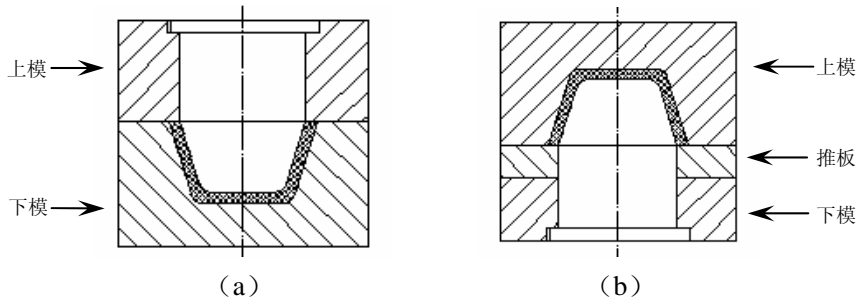


图 1-2 留模方式 (1)

当塑件带有金属嵌件时，由于嵌件不会收缩，因此塑料会包紧型心，所以型腔应设置在动模上，如图 1-3 (a) 所示，否则开模后塑件将会留在定模上，不易脱模，如图 1-3 (b) 所示。

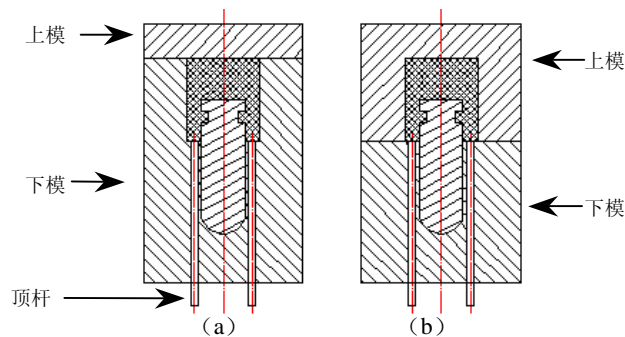


图 1-3 留模方式 (2)

为了便于塑件脱模，应使塑件在开模时尽可能留在下模。由于塑件的顶出机构，尤其是自动化生产所用的模具通常设置在下模，因此正确选择塑件的留模方式显得更为重要。留模方式选择的正确与否会直接影响到产品的质量和生产效率。

二、塑件的同轴度要求

图 1-4 所示为一副齿轮模具，齿轮的轮缘与台阶部分的外圆有同轴度要求。若将有同轴度要求的部分分别在动模和定模内成型，如图 1-4 (a) 所示，则会因模具合模不准确而难以保证其同轴度要求，若改用图 1-4 (b) 所示的结构，使有同轴度要求的部分全部在动模内成型，则可满足同轴度的要求。

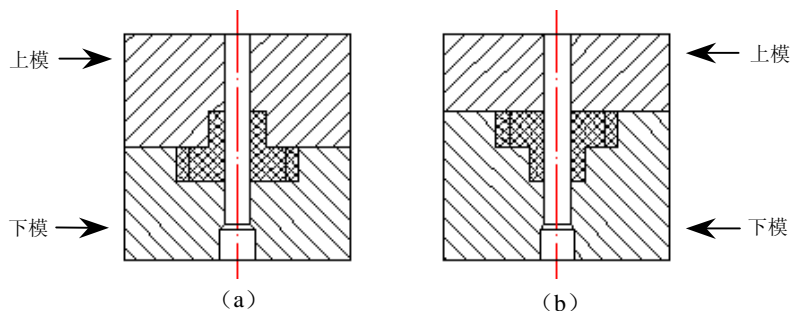


图 1-4 同轴度

三、塑件上的飞边方向

选择分型面时，根据塑件的使用要求和所用塑料，要考虑飞边在塑件上的位置。当塑件不允许有水平飞边时，可采用如图 1-5 (b) 所示的结构，有利于脱模，尤其对于流动性较好的尼龙来说，采用这种结构还可以减少飞边的产生。而采用如图 1-5 (a) 所示的结构则欠妥。分型面合模后间隙不应超过 $0.03\sim 0.05\text{mm}$ ，否则会形成飞边，所以分型面均要进行“平面磨床”的磨削加工。

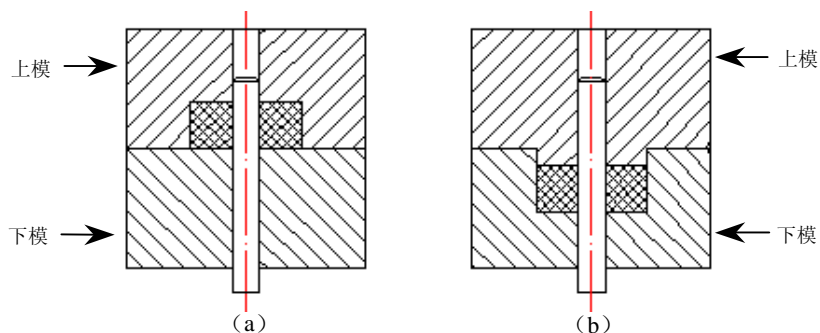


图 1-5 飞边

四、分型面的排气功能

分型面的排气功能可以把型腔内部的部分高温气体排外型腔外，保证产品表面没有气孔产生，有利于改善产品的外观质量。图 1-6 (a) 所示的分型面设置在塑料流动方向的末端，有利于排气，符合设计原则；而图 1-6 (b) 所示的结构则不够合理，不利于排气，注射出来的塑件容易产生气孔。

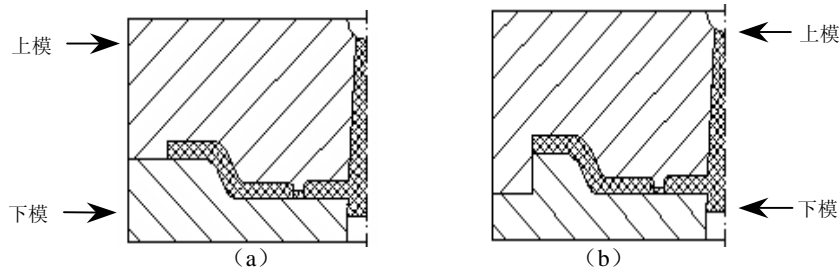


图 1-6 排气功能

五、模具制造

创建分型面的目的是将模具分割成便于加工的部件，以减少机械加工的难度。图 1-7 (b) 所示为阶梯分型面，采用这种结构能使模具机械加工更加容易，而图 1-7 (a) 所示的结构就不够合理，因为顶管的加工和装配要求非常严格。

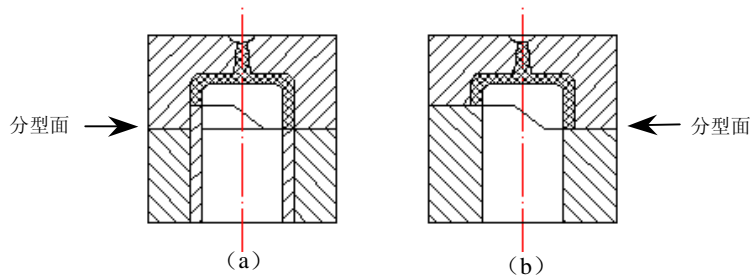


图 1-7 模具制造

分型面选择的正确与否会对塑料件的质量、操作的难易、模具结构及制造等造成很大的影响。设置分型面时必须确定开模时成品不会卡住定模（如果型腔表面积与型心表面积相近，则型腔拔模角应大于型心）。

分型面应尽量设计在不明显之处，因为分型面总会使塑料件的外观留下痕迹，特别是透明的塑料件更为明显，所以对于外观要求高和透明的塑料件来说，合理地选择分型面的位置是很重要的。

1.1.3 浇注系统

浇注系统是指模具中从喷嘴开始到型腔为止的塑料溶体的流动通道，该系统的作用是将塑料溶体顺利地充满到型腔的各个部位，并在填充及凝固过程中，将注射压力传递到型腔的各个部位。

浇注系统由主流道、分流道、冷料穴和浇口组成，如图 1-8 所示。

一、浇注系统的设计原则

- 考虑塑料的流动性，保证流体顺利流动，快而不紊乱。
- 避免熔体正面冲出小直径型心或脆弱的金

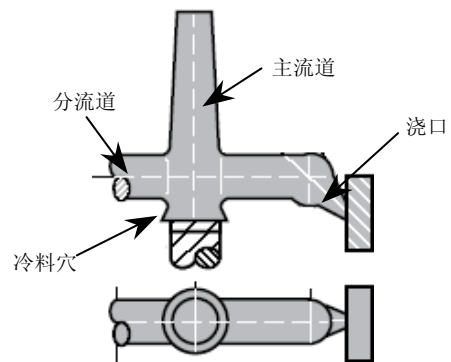


图 1-8 浇注系统

属镶件。

- 一模多腔时，防止大小相差悬殊的制件放在同一模腔内。
- 进料口的位置和形状要根据塑件的形状、技术要求而定。
- 流道进程要短，以缩短成型周期和减少废料。

二、浇口的类型和设计原则

浇口指流道末端与型腔之间的细小通道，其作用主要是加快塑料的流动速度和升高温度，防止流入型腔的塑料回流。

(1) 针点式浇口

又称为点水口，采用三板式模架方能自动脱模，模具结构较为复杂，浇口在生产过程中自动拉断，适合自动化注射生产，能用在一模一腔或一模多腔的模具中，既可以注射小产品，也可以注射大型产品，特别是有花纹的塑件。图 1-9 所示为针点式浇口。

(2) 潜伏式浇口

又称为潜伏口，进料部位选在制品上较为隐蔽的地方，以免影响制品外观，顶出时流道与塑件自动分开，因而需要较大的顶出力。对于过分强韧的塑料来说，不适合使用潜伏式浇口。图 1-10 所示为潜伏式浇口。

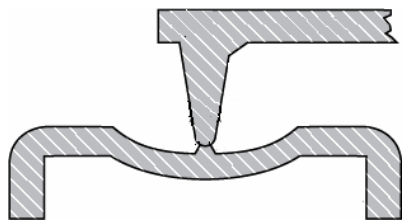


图 1-9 针点式浇口

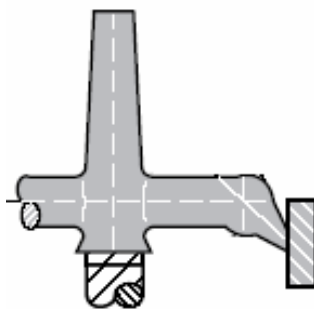


图 1-10 潜伏式浇口

(3) 侧浇口

又称为边缘浇口或侧水口，一般开设在分型面上，从塑件边缘进料，其形状近似矩形，加工起来方便、简单，应用灵活，既可以从产品外侧进料，也可以从产品内侧进料。图 1-11 所示为侧浇口。

(4) 直接式浇口

又称为大水口或中心浇口，无分流道，塑料通过主流道直接进入型腔，因此塑料流程短、流动阻力小、进料快、动能损失小、传递压力好，但去除浇口比较困难，塑件有明显的浇口痕迹，因浇口附近热量比较集中，所以浇口附近处冷凝较迟，产生的内应力较大，且易在该处产生气泡、缩孔等。图 1-12 所示为直接式浇口。

三、浇口位置的设计原则

在设计浇注系统时，应先选择浇口的位置，浇口位置正确与否，将直接关系到制品的成型质量及注射过程是否能够顺利进行。选择浇口位置时应遵循以下几个原则：

- 浇口位置应尽量选择分型面上，以便于模具加工及浇口的清理；
- 浇口距型腔各个部位的距离应尽量一致，并使其流程最短；
- 应保证塑料流入型腔时对着型腔中宽敞、厚壁的部位，以便于塑料的流入；

- 避免塑料在流入型腔时直冲型腔壁、型心或嵌件，应使塑料能尽快流入型腔的各个部位，以避免型心或嵌件变形；
- 尽量避免使制品产生熔接痕，或使熔痕出现在制品的重要部位；
- 应使塑料在流入型腔时能沿着平行型腔的方向均匀流入，并有利于型腔内气体的排出；
- 浇口应设置在制品上最易清除的部位，同时尽可能不影响制品的外观。

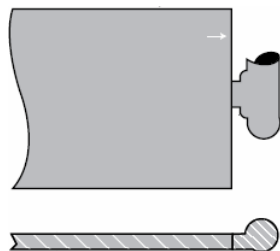


图 1-11 侧浇口

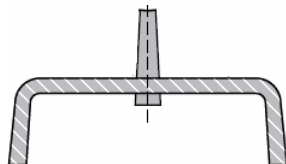


图 1-12 直接式浇口

1.1.4 顶出机构

使塑件从模具上脱出来的机构称为顶出机构或脱模机构。顶出机构的动作方向与模具开模方向是一致的。良好的顶出机构能够保证脱模时塑件不变形、不损坏，顶出机构的位置应位于制品不明显处。

顶出机构的形式归纳起来可分为机械顶出、液压顶出和气动顶出 3 大类。在设计顶出系统时应遵循以下几个原则：

- 为使制品不致因顶出而产生变形，推力点应尽量靠近型心或难于脱模的部位，例如制品上细长的中空圆柱多采用推管（标准件通常为司筒）顶出，推力点的布置应尽量均匀；
- 推力点应作用在制品上承受力最大的部位，即刚性好的部位，如筋部、突缘和壳体形制品的壁缘等处；
- 尽量避免推力点作用在制品的薄平面上，防止制品破裂和穿孔等，例如壳体形制品及筒形制品多采用推板顶出；
- 为避免使顶出的痕迹影响制品的外观，顶出装置应设在制品的隐蔽面或非装饰面上。对于透明制品来说尤其要注意顶出位置及顶出形式的设置。

下面介绍几种顶出机构的形式和特点。

一、顶杆顶出机构

顶杆顶出机构是顶出机构中最简单、最常见的一种形式。由于顶杆截面多为圆形，因此制造和修配起来比较方便，顶出效果好，在生产中广泛应用。但由于其顶出面积一般比较小，容易因应力集中而顶穿塑件或使塑件顶变形，所以很少应用于脱模斜度小或脱模阻力大的管类箱类塑件。图 1-13 所示为顶杆顶出机构。

二、顶板顶出机构

顶板顶出机构的顶出力均匀，顶出效果好，而且没有顶出痕迹，特别适用于一模多腔的，圆形或外形简单的产品脱模。缺点是使模具厚度增加，脱模孔位置的配合精度及加工精度要求较高。图 1-14 所示为顶板顶出机构。

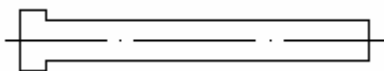


图 1-13 顶杆顶出机构

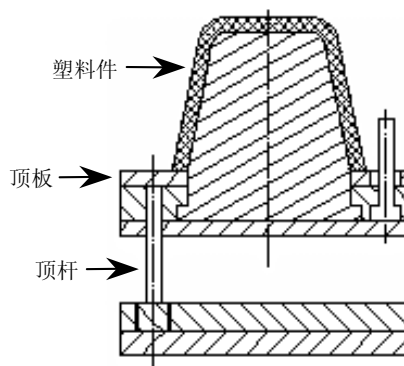


图 1-14 顶板顶出机构

三、顶管顶出机构

顶管顶出机构又称空心顶杆顶出机构，适用于环形、筒形塑件或塑件上中心带孔部分的顶出。由于顶管整个周边接触塑件，因此推顶塑件力均匀，塑件不易变形，也不会留下明显的顶出痕迹。采用顶管顶出时，主型心和凹模可同时设计在动模侧，这样有利于提高制件的同心度。对于过薄的塑件（厚度 $<1.5\text{mm}$ ）来说，尽量不要采用顶管顶出，因为过薄的顶管加工起来比较困难，且易损坏。图 1-15 所示为顶管顶出机构。

四、气压顶出机构

气压顶出机构具有无顶出痕迹，对塑件无损害，可减少模具厚度等特点，主要应用于密封制品和壁厚较薄的制品，而大中型的模具在为了减少模具厚度时可以考虑采用该项出机构。图 1-16 所示为气压顶出机构。

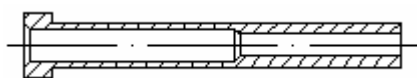


图 1-15 顶管顶出机构

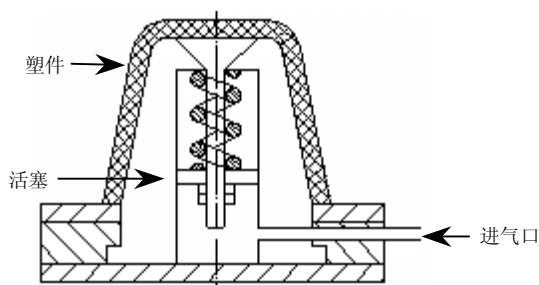


图 1-16 气压顶出机构

1.1.5 冷却系统

一般来讲注射到模具内的塑料温度为 200°C 左右，而塑件固化后从模具型腔中取出时的温度在 60°C 以下。热塑性塑料在注射成型后，必需对模具进行有效冷却，使熔融塑料的热量尽快传给模具，以便使塑件冷却定型并迅速脱模，从而提高塑件的定型质量和生产效率。对于熔融粘度较低，流动性较好的塑料（如聚乙烯、尼龙、聚苯乙烯等）来说，若塑件是薄壁而小型的，则可以自然冷却；若塑件是厚壁而大型的，则需要对模具进行人工冷却，以便使塑件尽快在模腔内冷凝定型，缩短成型周期，提高生产效率。图 1-17 所示为冷却系统。

冷却介质有冷却水和压缩空气，常用的是冷却水，这是因为水的比热容大，成本低，且低于室温的水也容易获得。用水冷却即在模具型腔周围或型腔内开设冷却水道，利用循环水将热量带走，从而将模具的温度维持在一定范围内。