

模具设计 Pro/ENGINEER Wildfire 中 文版实例详解

何满才 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

模具设计：Pro/ENGINEER Wildfire 中文版实例详解/何满才编著 .
—北京：人民邮电出版社，2005.5

ISBN 7-115-13198-8

. 模... . 何... . 模具 - 计算机辅助设计 - 应用软件，Pro/ENGINEER Wildfire
. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 039840 号

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 是目前最流行的三维 CAD/CAM 设计软件之一，该软件囊括了零件设计、产品装配、模具开发、NC 加工、钣金件设计、铸造件设计、自动量测、机构仿真和应力分析等多种功能。

Pro/ENGINEER Wildfire (野火版) 是新近推出的突破性版本，新版本在操作环境及方式上都做了大的改进，去掉了原有的瀑布式层级菜单管理器，取而代之的是目前流行的“窗口式操作”及“以对象为中心”的操作方式，这大大减少了鼠标的单击次数，极大地减轻了工程师的负担。

本书以实例形式详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 在模具设计方面的应用，并在随书附带的光盘中给出了每个实例操作的动画教学文件。通过对本书的学习，能够使读者轻松领悟 Pro/ENGINEER 的模具设计理念、方法及技巧，迅速提高读者的模具设计能力。

本书可作为大专院校及各类 CAD/CAM 培训班的辅助教材，也可供模具设计人员及数控编程人员参考。

模具设计

——Pro/ENGINEER Wildfire 中文版实例详解

-
- ◆ 编 著 何满才
责任编辑 李永涛
 - ◆ 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>
读者热线 010-67132692
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：29.25
字数：718 千字 2005 年 5 月第 1 版
印数：1 - 6 000 册 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13198-8/TP · 4528

定价：48.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010) 67129223

目 录

第 1 章 模具设计基础	1
1.1 模具的作用、分类及国内外模具制造业概况	1
1.2 模具材料	2
1.2.1 模具材料概述	2
1.2.2 塑料模具材料	4
1.3 塑料成型基本知识	6
1.4 塑料制品设计原则	7
1.4.1 尺寸、精度及表面粗糙度设计	7
1.4.2 脱模斜度设计	9
1.4.3 塑件壁厚设计	10
1.4.4 加强肋设计	11
1.4.5 支承面设计	11
1.4.6 圆角设计	12
1.4.7 孔、槽设计	12
1.4.8 螺纹设计	12
1.4.9 嵌件设计	13
1.4.10 表面装饰设计	13
1.5 注射成型	14
1.5.1 注射成型原理与过程	14
1.5.2 注射成型设备	14
1.6 注射成型模具	15
1.6.1 注射成型模具基本结构及分类	16
1.6.2 型腔分型面	16
1.6.3 浇注系统	17
1.6.4 成型零件结构设计	21
1.6.5 脱模机构	22
1.6.6 抽芯机构	23
1.6.7 辅助机构	24
1.6.8 注射成型模具与注射机的配合	25
1.7 注射成型模具设计注意事项	25
第 2 章 Pro/ENGINEER 模具设计简介	27
2.1 Pro/ENGINEER 模具设计的一般流程	27
2.1.1 设计产品三维模型 Product Part	27
2.1.2 调入模具参考模型 Ref Model	27

2.1.3	设置收缩率	Shrinkage	28
2.1.4	设置毛坯工件	Workpiece	29
2.1.5	设计分型面	Parting Surf	30
2.1.6	分割模具体积块	Mold Volume	30
2.1.7	抽取模具元件	Mold Comp	32
2.1.8	浇注系统设计	Sprue、Runner、Gate、Water Line	32
2.1.9	铸模	Molding	33
2.1.10	开模	Mold Opening	34
2.1.11	模架设计	Mold Base	36
2.2	模具设计文件管理		36
2.2.1	模具设计产生的文件		36
2.2.2	模具设计文件的一般管理方法		37
2.2.3	模具中各组件的命名方法		38
2.3	模具设计中精度设置的重要性		39
2.4	配置文件 config.pro 的一般配置		40
第 3 章 电话筒上盖模具分型面设计			43
3.1	设计任务		43
3.2	文件准备		43
3.3	模具组件设计		45
3.3.1	调入模具参考模型		45
3.3.2	设置收缩率		49
3.3.3	设计毛坯工件		50
3.3.4	设计分型面		53
3.3.5	分割体积块		62
3.3.6	抽取模具元件		63
3.4	铸模及开模		63
3.4.1	铸模		63
3.4.2	开模		65
第 4 章 电话筒下盖模具分型面设计			69
4.1	设计任务		69
4.2	文件准备		69
4.3	模具组件设计		71
4.3.1	调入模具参考模型		71
4.3.2	设置收缩率		74
4.3.3	设计毛坯工件		75
4.3.4	设计分型面		77
4.3.5	分割体积块		86

4.3.6 抽取模具元件.....	87
4.4 铸模及开模.....	87
4.4.1 铸模	88
4.4.2 开模	89
第 5 章 显示器外壳滑块设计.....	93
5.1 设计任务	93
5.2 文件准备	93
5.3 模具组件设计.....	95
5.3.1 调入模具参考模型.....	95
5.3.2 设置收缩率.....	99
5.3.3 设计毛坯工件.....	99
5.3.4 设计分型面.....	102
5.3.5 分割体积块.....	115
5.3.6 抽取模具元件.....	118
5.4 铸模及开模.....	119
5.4.1 铸模	119
5.4.2 开模	120
第 6 章 插座面板销设计.....	125
6.1 设计任务	125
6.2 文件准备	126
6.3 模具组件设计.....	127
6.3.1 调入模具参考模型.....	127
6.3.2 设置收缩率.....	131
6.3.3 设计毛坯工件.....	131
6.3.4 设计分型面.....	134
6.3.5 分割体积块.....	157
6.3.6 抽取模具元件.....	165
6.4 铸模及开模.....	166
6.4.1 铸模	166
6.4.2 开模	167
第 7 章 梳子浇注系统设计.....	173
7.1 设计任务	173
7.2 文件准备	173
7.3 模具组件设计.....	175
7.3.1 调入模具参考模型.....	175
7.3.2 设置收缩率.....	185

7.3.3	设计毛坯工件.....	186
7.3.4	设计分型面.....	189
7.3.5	分割体积块.....	191
7.3.6	抽取模具元件.....	193
7.4	浇注系统设计.....	193
7.4.1	注道设计.....	194
7.4.2	主流道设计.....	197
7.4.3	分流道设计.....	199
7.4.4	浇口设计.....	201
7.4.5	水线设计.....	204
7.5	铸模及开模.....	208
7.5.1	铸模.....	208
7.5.2	开模.....	208
第 8 章	密码器外壳模具分析.....	211
8.1	设计任务.....	211
8.2	文件准备.....	212
8.3	模型分析.....	213
8.3.1	调入模具参考模型.....	213
8.3.2	模型厚度分析.....	217
8.3.3	模型拔模检测.....	220
8.3.4	模流分析.....	224
8.4	模具组件设计.....	237
8.4.1	设置收缩率.....	237
8.4.2	设计毛坯工件.....	237
8.4.3	设计分型面.....	240
8.4.4	分割体积块.....	246
8.4.5	抽取模具元件.....	248
8.4.6	浇注系统设计.....	248
8.5	模具组件分析.....	252
8.5.1	分型面破孔分析.....	252
8.5.2	干涉分析.....	254
8.6	铸模及开模.....	255
8.6.1	铸模.....	255
8.6.2	开模.....	255
第 9 章	电话机面板模具设计.....	259
9.1	设计任务.....	259
9.2	文件准备.....	260

9.3 模具组件设计.....	261
9.3.1 调入模具参考模型.....	261
9.3.2 设置收缩率.....	268
9.3.3 设计毛坯工件.....	269
9.3.4 设计分型面.....	272
9.3.5 分割体积块.....	282
9.3.6 抽取模具元件.....	283
9.4 浇注系统设计.....	284
9.4.1 注道设计.....	285
9.4.2 分流道设计.....	288
9.4.3 浇口设计.....	291
9.4.4 铸模.....	293
9.4.5 开模.....	295
9.5 模架设计.....	297
9.5.1 建立模具装配体文件.....	297
9.5.2 设计定模固定板 T板.....	301
9.5.3 设计动模垫板 U板.....	304
9.5.4 设计垫块 C板.....	307
9.5.5 设计动模固定块 L板.....	310
9.5.6 设计顶板 F板.....	313
9.5.7 设计顶杆固定板 E板.....	315
9.5.8 设计浇口套.....	318
9.5.9 设计定位圈.....	324
9.5.10 设计导套.....	329
9.5.11 设计导柱.....	338
9.5.12 顶杆.....	349
9.5.13 设计拉料杆.....	355
9.5.14 设计复位杆.....	359
9.5.15 设计定位圈固定螺钉.....	371
9.5.16 设计T板与A板固定螺钉.....	389
9.5.17 设计B板、U板、C板与L板固定螺钉.....	407
9.5.18 设计E板与F板固定螺钉.....	426
9.6 开模演示.....	445
9.7 完善零件.....	452
9.8 模具干涉分析.....	457
参考文献.....	458

第1章 模具设计基础

制造业是整个国民经济的基础，模具制造业发展水平的高低在很大程度上反映了一个国家制造业水平的高低。人类进入 21 世纪，伴随着计算机、Internet、信息化的发展，基于 CAD/CAM 技术并借助 Internet/Intranet，制造业信息化进程正在加速。

1.1 模具的作用、分类及国内外模具制造业概况

一、 模具的概念

模具是压力加工或其他成型工艺中，使材料（金属或非金属）变形成产品（成品或半成品）的成形工艺装备。

二、 模具的作用

模具在现代工业生产中的作用主要表现在以下 3 个方面。

- (1) 在塑料、陶瓷、粉末冶金、锻造和压铸等行业应用得非常广泛。
- (2) 模具采用压力加工产品，因此广泛应用于要求无切削的领域。
- (3) 模具制造业同时也反映了一个国家的制造技术水平。

三、 模具的分类

模具主要分为冷作模具、热作模具和温作模具 3 类，详细的分类如图 1-1 所示。

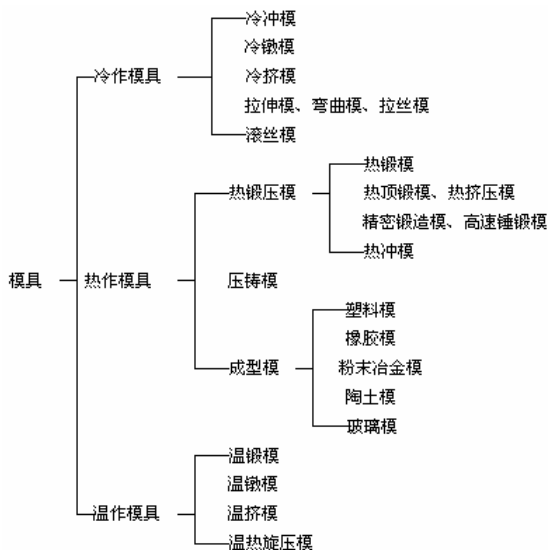


图1-1 模具的分类

在所有模具中尤以塑料模具应用得最为广泛，因此本书主要讲解利用 Pro/ENGINEER 系统对塑料模具进行设计的方法和技巧。

四、国内外模具制造业的现状和发展趋势

- (1) 产品更新换代的加快，特别是家电、汽车、IT 行业市场竞争的加剧，使模具制造业得到迅猛的发展。
- (2) 现代产品对模具的种类、精度、工作条件和使用寿命等提出了更高的要求。
- (3) 在国外工业发达国家，模具制造业已成为一个专门的行业，其标准化、专业化、商品化程度高，模具行业俨然已经成为一个高技术密集型产业。模具行业大量采用先进的技术和设备，新材料、新的热处理工艺不断涌现，特别是 IT 业的迅猛发展使计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD) 和辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM) 在模具行业广泛应用。
- (4) 随着世界制造中心向东南亚转移，我国的模具生产近几年也得到了迅猛的发展，但与工业发达国家相比，还有很大差距：标准化、专业化、商品化程度还不够高；模具品种少，制造精度低，使用寿命短，设备技术力量落后；模具生产技术人员，特别是掌握现代模具设计与制造的高级技术人员相对较少。

有专家预测，不远的将来，中国将成为世界最大的制造中心，这给我国的模具行业提供了前所未有的发展机遇。因此，加快高技术设备如数控加工、快速制模、特种加工在模具行业中的应用，加大新兴 CAD/CAM 技术在模具设计与制造中的应用比例，加速模具新结构、新工艺、新材料的研究和强化模具高级技术人员的培养，已成为我国模具行业再上一个新台阶的关键。

1.2 模具材料

模具制造是一个比较复杂的生产工艺过程，它包括模具的设计、模具材料的选择、热处理、机械加工、调试安装等过程。其中所选模具材料的性能水平、材质的优劣、热处理工艺是否得当，是影响模具使用寿命的关键因素。

1.2.1 模具材料概述

一、模具材料的分类

模具材料一般按使用场合和材料类别的不同进行分类。

模具材料按模具使用场合的不同分为冷作模具用材料、热作模具用材料、塑料模具用材料和其他模具材料。

模具材料按材料类别的不同分为钢铁材料、非铁金属材料和非金属材料 3 大类，如图 1-2 所示。

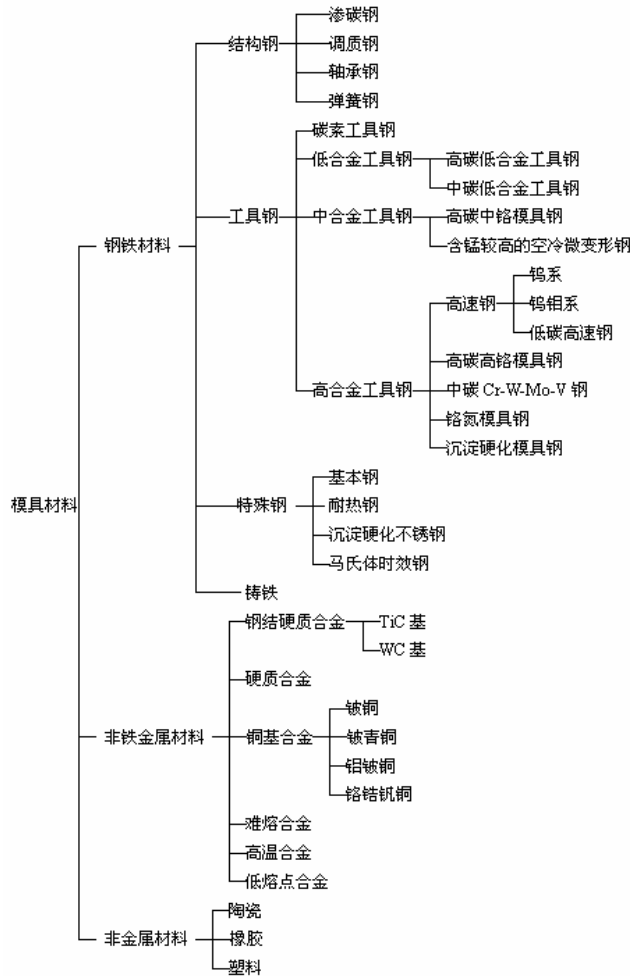


图1-2 模具材料分类

二、 模具材料的一般性能要求

由于模具的工作环境复杂，工作温度不一致，需要承受高压、冲击、振动、摩擦、弯曲、拉伸等负荷，因此对其材料性能提出了很高的要求。

- (1) 硬度和耐磨性好：要求冷作模具硬度在 60HRC 左右，热作模具硬度为 42 ~ 50HRC，塑料模具硬度为 45 ~ 60HRC。
- (2) 强度和韧性好：挤压模具由于要承受强大的压力，其材料应满足高强度要求，而承受猛烈冲击的锤锻模、冷镦模则要求其所选材料有较好的韧性。
- (3) 抗热性好：由于模具材料经常受到高温作用，而模具的工作温度也在不断的变化中，因此要求模具材料的抗热性能良好。
- (4) 热加工性能好：需要进行锻轧、铸造、焊接等热加工操作的模具，要求其所选材料的热加工性能良好。
- (5) 冷加工性能好：现代产品提出的高质量表面要求，使得模具经常需要进行切削、抛光、研磨等加工操作，这就要求所选模具材料具有易加工、易抛光、

易研磨等特性，这也是塑料模具材料的发展方向之一。

- (6) 热处理工艺性能好：要求模具材料的热处理变形小，淬火温度范围宽，过热敏感性小，脱碳敏感性低，特别要求材料有足够的淬硬性和淬透性。

三、模具材料选择的一般原则

- (1) 使用性能高：包括材料的强度、硬度、塑性和韧性等使用要求。
- (2) 工艺性能良好：材料在满足使用性能的前提下，要求其易于加工，且加工成本低。
- (3) 材料供应上能得到保证：选用资源丰富、供应量大的材料，所选材料的品种规格尽可能少，以便于采购。
- (4) 经济性合理：所选材料要求生产过程简单、成品率高、制造成本低。

四、模具材料选择的具体考虑因素

- (1) 模具的工作条件因素：包括承载受力的大小、速度、工作温度、腐蚀情况等。模具受力大，则要求材料的强度高；受冲击大，则韧性要好；受腐蚀严重，则应考虑不锈钢类的材料。
- (2) 模具的失效因素：包括塑性变形失效、磨损失效、断裂失效，应根据失效原因选用有针对性的材料。
- (3) 模具所加工的产品因素：包括产品批量的大小、产品质量的高低、产品的材质。产品批量大时，采用材质高、性能好的材料制造模具；批量小时，采用性能较差、易于加工的材料制造模具；产品精度要求高、表面粗糙度要求低时，应选用切削性能、抛光性能好的材料。
- (4) 模具的结构因素：包括模具的大小、形状、模具的不同组件和不同部位。对大型、中型、小型模具应选用不同的材质，大型模具的材料要好一些，特别是其淬透性要好。对形状复杂的模具，其材料的淬透性也要好。
- (5) 模具的制造工艺因素：包括模具加工时所采用的加工方法（锻、铸、焊、切削和抛光）和加工工艺，应选用适当的材料与其相适应。
- (6) 模具的设计因素：对大型、复杂模具可应用组合或镶件结构，在刃部、型面以及经常受强烈冲击、磨损、高温的部位采用贵重的高性能材料，而其他性能要求不太高的部位，则采用较低级的材料。

1.2.2 塑料模具材料

随着塑料产品在国民经济各个部门的广泛应用，塑料模具所用钢材也得到了空前发展，模具钢材耗量日益加大，同时对钢材的品种规格和形状提出了新的要求。

一、塑料模具钢的性能要求

- (1) 要求材料有较高的硬度、好的耐磨性，其型面硬度应为 30 ~ 60HRC，淬硬性 > 55HRC，有足够的硬化深度，材料中心部位有足够强韧性，以免脆断、塑性变形等。
- (2) 要求材料具有一定的抗热性，能在 150 ~ 250 的温度下长期工作，且不氧



化、不变形，尺寸稳定性良好。

- (3) 要求材料具有一定的耐腐蚀性。
- (4) 要求材料的焊接性能、锻造工艺性能良好。

二、塑料模具钢的选用

冷压成型塑料模具多以低碳钢为主，型号可选用 20、20Cr、12CrNi3A、40Cr 或 DT1 等。切削成型塑料模具，多以调质钢为主，先进行调质处理后再加工，型号可选用 40、50、3Cr2Mo、4Cr3MoSiV、5CrNiMo、4Cr5MoSiV1 或 4Cr5W2SiV1 等。磨损强烈的热塑性和热固性塑料模具选用冷作模具钢制造，如 Cr12、9Mn2V、Cr6WV 或 7CrMnNiMo 等。高级塑料模具可选用超低碳马氏体时效钢，如 18Ni (250)、18Ni (300) 或 18Ni (350) 等。表 1-1 列出了塑料模具零件的材料以及相应的热处理工艺。

表 1-1 塑料模具零件的材料以及相应的热处理工艺

模具零件种类	主要性能要求	材料及热处理		
型腔及型芯	高强度、表面耐磨、淬火变形小，有时还需耐腐蚀	9Mn2V	淬火加低温回火	HRC 55
		CrWMn		
		9CrSi, Cr12		
		3Cr2W8V	淬火加中温回火	HRC 46
		T8A, T10A	淬火加低温回火 (主要用于小型芯)	HRC 55
		45, 45Mn2	调质	HB 240
		40MnB		
		40MnVB		
		球墨铸铁	正火或退火正火	HB 200
		铸造铝合金		
		10、15、20 钢采用冷挤压工艺		
模板、顶出板、固定板、模脚等	较高强度	45、45Mn2、40MnB、40MnVB	调质	HB 200
		A3 ~ A6, 球墨铸铁	正火	
		HT20 ~ 40 (用于模脚)		
顶出杆、拉料杆	较高强度及耐磨性	T8A、T10A	淬火加低温回火 (端部淬火)	HRC 55
		45	端部淬火	HRC 55
浇口套	表面耐磨，有时需有热硬性和耐腐蚀性	T8A、T10A	淬火加低温回火	HRC 55
		45	表面淬火	HRC 55
导柱、导套	表面耐磨，中心有一定韧性	20、20Mn2B	渗碳	HRC 55
		T8A、T10A	表面淬火	HRC 55
		45	调质加表面淬火	HRC 55
螺钉	一般强度	45、A3 ~ A5		

1.3 塑料成型基本知识

一、塑料的概念及组成

塑料是指以高分子合成树脂为主要成分，在一定的温度和压力下具有可塑性和流动性，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。

塑料是以聚合物合成树脂为主要原料（约占材料总重量的 40% ~ 100%），再加入增塑剂、填充剂、稳定剂、润滑剂、着色剂、发泡剂等各种辅助材料而构成。加入辅助材料将改善塑料的使用性能和加工性能，同时节约生产成本。

二、塑料的分类

塑料的品种很多，目前已投入工业生产的约有 300 多种，常用的有 40 多种。塑料按分子结构不同分为热塑性塑料和热固性塑料，表 1-2 列出了常用的几种热塑性塑料和热固性塑料的名称、代号、性能和用途。

表 1-2 常用的热塑性和热固性塑料

名称	代号	性能	用途
丙烯腈—丁二烯—苯乙烯三元共聚物	ABS	具有三组分优良的综合性能，易于成型加工，表面可以镀铬，与 PMMA-372 熔接性良好	机械零件（齿轮、轴承等），汽车零件，金属材料代用品，可用于双色成型塑料
聚氯乙烯	PVC	因加入或不加入增塑剂而分为软质和硬质两种，硬质的机械强度高，软质的机械强度低，但延伸率高。耐化学性和电绝缘性较好，其中硬质较软质好。热稳定性差，容易软化、降解，较难燃烧，离火自熄	硬质制品主要用于型材（管、板、棒）及用它们制成的多种化工设备。软质制品大部分用于日用品（凉鞋、雨衣、人造革等）以及电线和电缆的绝缘层、薄膜或软管材料等
聚乙烯	PE	因聚合工艺条件不同而有 3 种聚合方法（低压、中压、高压），从而得到高密度、中密度、低密度 3 种聚乙烯，密度 $0.91 \sim 0.965 \text{g/cm}^3$ 。密度越大，它的结晶度、拉伸强度、相对刚度和软化温度越大，而拉伸率与冲击强度越小。呈白色蜡状、半透明、无毒、易燃、燃烧时发出石蜡气味	低压（高密度）常用于生活用品（食品包装、餐具等），电子工业仪器、仪表，家用电器零件，化工设备储槽，管道以及阀门等的衬里、涂层。能喷涂于金属件表面，用于减摩和防腐蚀材料
聚苯乙烯	PS	质地硬、脆，强度不高，热变形温度 < 100 ，耐热性差，电性能、化学稳定性较好，无色透明，透光性、着色性好，易成型，价格低，易燃、火焰有浓黑烟	低负荷和不高的温度条件下使用，可用于仪器仪表外壳、线圈骨架、电信零件、光学仪器零件，常用于制造泡沫塑料
聚丙烯	PP	机械性能优于低压聚乙烯，刚性好，耐热性和化学稳定性较好，电性能也较好（高频绝缘性能好），密度 0.9g/cm^3 ，吸水性 0.02%，线胀系数为金属的 5 ~ 10 倍，导热系数低。易燃，燃烧后熔融滴落，并发出石油气味	可作为机械零件、自行车零件、汽车零件、医疗手术器械、电气材料、化工容器和其他设备的衬里和表面涂层，还可用于聚丙烯薄膜编织袋，聚丙烯纤维织物等
聚甲基丙烯酸甲酯（有机玻璃）	PMMA	具有塑料中最高的透明性，强度中等，韧性较好，表面硬度较低	飞机以及汽车的窗玻璃和罩盖，机械、电子、建筑业上需要一定透明度和强度的零件
聚酰胺（尼龙）	PA	属于工程材料，有几十个品种，主要有尼龙 6、66、610 和 1010。比一般塑料耐磨、强度高、韧性好、质轻、耐寒、耐腐蚀、无毒、自润滑、无噪音、易染色、易成型。吸水性大，因而影响尺寸精度，但有利于塑性和韧性	尼龙 1010 的最大用途是代替铜和其他金属（如铝、不锈钢和铸铁）制作螺纹塞盖、管道零件等。可用于机械、化工、电器、仪表、纺织等行业，如制作齿轮、轴承等

热塑性塑料



续表

名称	代号	性能	用途
热塑性塑料	聚甲醛 POM	属于工程材料，是一种有侧链、结晶度高、密度高的线性聚合物 表面光滑有光泽，硬而致密，具有优良的综合机械性能（回弹性好，冲击强度、耐疲劳强度高，摩擦系数小）	用来代替有色金属及其合金，特别适宜做轴承，也可用来制造其他机械零件
热固性塑料	酚醛塑料（电木） PF	强度较高，电绝缘性能良好，并有耐热、耐磨、耐腐蚀等优良性能，但也有较脆的缺点，可对其增塑	各种电气绝缘材料，耐磨、耐腐蚀材料（代替铜、铝） 加填料压成层压板
	氨基塑料（电玉） UF	表面硬度高，较耐油 着色性好、制品光亮美观 有灭弧能力	制造日用品及电气照明设备零件、电话零件，航空及汽车装饰，矿用电器，隔音、隔热材料

热塑性塑料在加热时，分子活动能力增强，链分子间容易产生相对运动，物料形态由固态逐渐软化或者熔融成胶糊状态或粘稠流体状态，冷却后又变硬复原为固态。但如果温度过高且保温时间过长，材料将被破坏。

热固性塑料的分子结构是在塑料（树脂）加热成型后期逐渐形成的。在加热初期，具有可塑性，也会软化，能塑制成型。经过一定时间的加热、加压后，发生化学反应而固化。固化后的塑料，冷却后再重新加热时就不能再软化，加热温度过高，固化的塑料将被烧焦而毁坏。

1.4 塑料制品设计原则

塑件设计包括美术造型设计、结构设计和工艺设计等多项内容，而且对不同的塑料品种、不同的成型方法，塑件的设计也有所不同。下面我们从工艺性的角度来阐述塑料制品的设计原则。

1.4.1 尺寸、精度及表面粗糙度设计

一、尺寸

塑件的尺寸主要应满足使用及安装要求，同时应考虑模具制造的工艺性能、设备性能（如注射机最大注射量、锁模力、模板尺寸、压机最大压力、台面尺寸等）。还必须考虑塑料的流动性；对流动性差和壁薄的塑件，尺寸不能设计得过大，防止塑件产生熔接痕或注射不足等缺陷。

二、精度

精度由塑料制品的成型工艺方法的特点所决定。影响塑料制品精度的因素主要有：模具制造的精度、塑料成分及成型工艺条件等变化而引起的收缩率的波动，模具成型部件的磨损而引起的型腔尺寸变化，塑件和模具的结构特点等。因此，要合理地选择塑件精度，在满足使用要求的前提下尽可能选用低精度等级。

表 1-3 列出了塑料制品的精度等级，它共分 8 个精度等级，1 级最高，8 级最低。每种塑料可选其中 3 个等级，即高精度、一般精度、低精度。

表 1-3

塑料制品精度等级的选用

类别	塑料品种	建议采用的精度等级		
		高精度	一般精度	低精度
1	聚苯乙烯 苯乙烯-丁二烯-丙烯腈共聚物 (ABS) 聚甲基丙烯酸甲酯 聚碳酸酯 聚砜 聚苯醚 酚醛塑料 氨基塑料	3	4	5
2	聚酰胺 6、66、610、9、1010 氯化聚醚 聚氯乙烯 (硬)	4	5	6
3	聚甲醛 聚丙烯 聚乙烯 (高密度)	5	6	7
4	聚氯乙烯 (软) 聚乙烯 (低密度)	6	7	8

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

表 1-4 列出了塑料制品的公差数值，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。

表 1-4

塑料制品公差数值

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	0.64
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	0.72	1.04	1.60
80 ~ 100	0.16	0.22	0.30	0.44	0.60	0.88	1.20	1.80



续表

公称尺寸 (mm)	精度等级							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	公差数值 (mm)							
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	4.00	6.40

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

三、表面粗糙度

塑件的表面粗糙度，主要由模具型腔的表面粗糙度决定，因此一般模具型腔的表面粗糙度要比塑件低一个等级。塑件的表面粗糙度与成型工艺也有一定关系，例如压制件粗糙度低，注塑件若有疵点则粗糙度高。塑件为了追求光滑美观，常常要求粗糙度低（Ra 值为 0.1 ~ 0.8 μm ），为此模具型腔表面需要研磨抛光，透明制品要求型腔和型芯表面粗糙度相同。

1.4.2 脱模斜度设计

塑件在模具型腔中成型后，逐渐冷却而产生收缩，从而使塑件紧紧包住型芯或型腔中的凸出部分，甚至粘附在模腔表面，使开模取件困难，甚至擦伤、拉毛塑件表面。为了使塑件脱模方便，设计塑件时必须考虑与脱模（及抽芯）方向平行的内、外表面有足够的脱模斜度（一般为 1 ~ 3°，有时也可以小至 0.5°）。

脱模斜度的选取方向，一般内孔以小端为准，斜度由扩大方向取得；外形以大端为准，斜度由缩小方向取得，如图 1-3 所示。

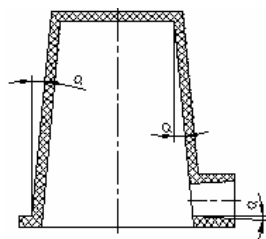


图1-3 塑件的斜度

如果塑件图上无结构斜度，则在模具设计时应留有相应的工艺斜度，以便脱模。斜度的大小与塑料性质、收缩率的大小、制品壁厚和几何形状有关，设计时可以查阅相应的模具设计资料。

1.4.3 塑件壁厚设计

塑件的壁厚设计主要是根据使用要求（强度、刚度），制品结构特点（形状、大小），模塑成型工艺的要求来决定。

壁厚过薄，则强度、刚度差，可能在脱模机构的冲击力和装配时的紧固力的作用下，产生变形甚至断裂；另外在成型时塑料流动阻力大，尤其是大型复杂件，会造成成型困难。

壁厚过厚，不仅浪费原料，而且对热塑性塑料来说，增加了冷却时间，使成型周期长、生产效率低，还容易产生气泡、缩孔、翘曲等缺陷。对热固性塑料来说，同样会使成型时间增加，并容易造成固化不完全、表面焦化等问题。

一个塑件的壁厚应尽可能均匀一致，否则会因冷却或固化速度不同而产生内应力，引起塑件变形或开裂，热塑性塑料还会在厚壁处产生气泡、缩孔等缺陷，如图 1-4（a）所示。图 1-4（b）所示是改进后的设计。表 1-5 列出了塑件壁厚的一般选择范围，对于大型塑件，建议取上限值。

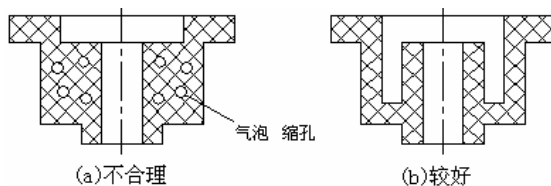


图1-4 壁厚设计

表 1-5 常用塑料的塑件壁厚范围

塑料种类		塑件的壁厚范围 (mm)	
热固性塑料	酚醛塑料	木粉填充	1.5 ~ 2.5 (大件 3 ~ 8)
		布屑填充	1.5 ~ 9.5
		矿物填充	3.0 ~ 3.5
	氨基塑料	纤维填充	0.9 ~ 5.0
		布屑填充	1.5 ~ 5.0
		矿物填充	1.0 ~ 9.5