



CAD/CAM职场技能特训视频教程



Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计与工艺基本功特训

- ※ **精品力作**：专家、教授、工程师经验结晶，工学结合
- ※ **视频教学**：操作视频讲解，知其然且知其所以然
- ※ **经验点评**：重点、难点工程师点评，知识拓展、技能特训
- ※ **适合培训、便于自学**：经过一线企业多年培训实践检验

张军峰 主编

熊运星

陈中玉 编著

孟婷婷

可提供工程技术资料图纸、CAD 文档和编程素材
适合 Creo 各版本软件使用



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



视频讲解

CAD/CAM 职场技能特训视频教程

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计与工艺基本功特训

张军峰 主编

熊运星 陈中玉 孟婷婷 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是一本以软件为基础并结合实践的图书,它是实际研发设计工程师的倾情力作。作者根据多的产品设计、研发经验及模具设计经验,从工厂所需及实际出发,通过软件的基本操作详细地阐述产品设计的工艺过程及设计注意事项。书中还包含了大量的操作技巧、知识点拓展和视频讲解,读者学习后可以轻松地掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的设计技巧,从而达到胜任企业设计岗位的要求。

全书共 16 章,内容精炼简要,主要包括产品工艺介绍、Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 软件的基本操作、Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 草图绘制特训、常用基本命令的应用与介绍、机械支架设计、支撑座设计、脚垫的设计、计算机显示器托盘的设计、塑料衣服箱提手的设计、数码经络理疗仪外壳的组件设计、矿泉水瓶的设计、火状闹钟的设计、汤匙的设计、儿童玩具车的装配设计、产品工艺(夹具)的设计和產品表面处理工艺介绍。

本书内容丰富,实用性强,适合 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 初学者使用,也非常适合大中专院校相关专业师生及产品设计技术人员学习,也可作为社会相关培训班的教材。

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。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计与工艺基本功特训/张军峰主编;熊运星,陈中玉,孟婷婷编著. —北京:电子工业出版社,2012.5

CAD/CAM 职场技能特训视频教程

ISBN 978-7-121-16709-6

I. ①P… II. ①张… ②熊… ③陈… ④孟… III. ①工业产品—计算机辅助设计—应用软件. Pro/ENGINEER Wildfire 5.0—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 060122 号

策划编辑:许存权 特约编辑:王 燕 刘丽丽

责任编辑:许存权

印 刷:

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:25.5 字数:653 千字

印 次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:56.00 元(含 DVD 光盘 1 张)



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前言

※Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 软件简介

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 的旗舰产品, 是一套用于三维设计与制造的参数驱动 (参数化) CAD/CAM 大型集成软件。

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 功能十分强大, 它集多种功能模块于一体, 涵盖了零件设计、零件装配、零件制造、钣金件设计、NC (数控加工)、模具开发与设计制造、有限元分析、机构运动仿真和 PDM (产品数据管理) 等多个方面。Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 引起了广大设计人员的兴趣和青睐, 以其参数驱动而名扬业界, 并广泛应用于航空、航天、机械、电子、模具、汽车和家电等行业的设计中。

为了进一步推动机械设计的自动化, PTC 公司成功推出了 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 这一新版本, 其操作界面更加人性化和易于操作。

※编写目的

(1) 我国的模具和数控行业已经日益普及 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0, 尤其是在广东的深圳、广州、东莞及中山等工业发达的地区最为普及, 很多工厂早已使用 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 进行产品设计、数控编程和模具设计等。

(2) 目前, 市场上优秀的 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计类书籍并不多, 大多数都是些简单的功能介绍及命令讲解等, 实际的生产和研发设计相差甚远, 甚至一些读者学完了整本书还没达到入门的水平。本书作者有多年的产品研发经验, 现把这些工作经验和技巧呈现出来与大家一起分享, 希望读者能在三维设计方面有所提高, 并真正达到学以致用。

(3) 广大读者和在校学生通过本书的学习, 可以胜任产品设计和产品研发的工作。

※本书特色

- (1) 最新版软件, 工学结合。
- (2) 产品工艺知识详尽。
- (3) 功能应用到位, 知识点介绍详细。
- (4) 非常适合作为大中专院校的 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 课程教材。
- (5) 掌握设计思路和方法会使读者技高一筹。
- (6) 根据工厂设计所需, 把重点与难点的知识点全部应用于实例中。

※如何学习本书

如何有效地学习本书, 真正达到融会贯通、举一反三的效果呢? 根据本书的内容, 作者提出几点建议。

- (1) 本书内容结合光盘讲解，快速掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 常用的功能命令。
- (2) 从简单的实例开始，每个实例多练习几次，做到熟能生巧。
- (3) 多从日常生活中找些典型的实物进行绘图练习，并观察产品的结构特点，这样才是真正的提高。

※本书编写人员

本书由张军峰（陕西理工学院）主编，熊运星（浙江工商职业技术学院）编写第 1、2、9、10 章，陈中玉（盐城纺织职业技术学院）编写第 5、6、12、13 章，孟婷婷（黑龙江农业经济职业学院）编写第 3、4、7、8 章，张军峰编写第 11、14、15、16 章，韩思明负责全书统稿。

除封面署名作者外，参与本书编写和光盘开发的人员还有范得升、陈文胜、陈金华、韩思远、陈卓海、招才文、郑福禄、张罗谋、郑志明、郑福达、王泽凯、何志冲、揭英军、林华崧等。本书在编写过程中还得到了业内多位专家的指导，在此表示衷心的感谢！

由于时间仓促和作者水平有限，书中难免存在不足之处，望广大读者批评指正，电子邮箱：ytrda@163.com 或 x_xcq@sina.com。

编 者

目 录

第 1 章 产品工艺介绍	1	2.2.6 层的应用	42
1.1 学习目标与课时安排	1	2.2.7 背景颜色的设置	43
1.2 塑料材料	1	2.2.8 模型颜色的设置	44
1.2.1 塑料的分类及用途	2	2.2.9 Config.pro 基本配置	44
1.2.2 塑料的鉴别方法	7	2.2.10 鼠标与键盘的使用	46
1.3 模具材料	8	2.2.11 新建文件	46
1.3.1 使用性能对模具材料的要求	9	2.2.12 打开文件	47
1.3.2 加工性能对模具材料的要求	10	2.2.13 保存活动对象与保存副本	48
1.3.3 常使用的塑料模具材料	11	2.2.14 设置工作目录	49
1.3.4 模具钢材的热处理	14	2.3 工程师经验点评	49
1.4 产品结构工艺	17	2.4 练习题	49
1.4.1 塑料产品设计规范	17	第 3 章 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0	
1.4.2 壁厚设计规范	19	草图绘制特训	50
1.4.3 拔模角设计规范	23	3.1 学习目标与课时安排	50
1.4.4 洞孔设计规范	24	3.2 基本功特训内容	50
1.4.5 加强筋设计规范	27	3.3 实物特训——机床手柄草图的绘制	52
1.4.6 扣位设计规范	31	3.3.1 绘制草图操作步骤	53
1.4.7 支柱设计规范	32	3.3.2 知识点拓展——创建特殊形状曲线	58
1.5 产品外观造型工艺	35	3.4 实物特训——鼠标外形轮廓的绘制	60
1.6 工程师经验点评	36	3.4.1 绘制草图操作步骤	61
第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0		3.4.2 知识点拓展——创建文字	65
软件的基本操作	37	3.5 实物特训——电烫斗底座外形轮廓的绘制	67
2.1 学习目标与课时安排	37	3.5.1 绘制草图操作步骤	67
2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基本界面的介绍	37	3.5.2 知识点拓展——如何调入 CAD 草图	74
2.2.1 标题栏	39	3.6 工程师经验点评	75
2.2.2 菜单栏	39	3.7 练习题	76
2.2.3 工具栏	40		
2.2.4 信息栏	41		
2.2.5 模型树	41		



第4章 常用基本命令的应用与介绍	77
4.1 学习目标与课时安排	77
4.2 拉伸	78
4.2.1 功能注释	78
4.2.2 操作演示	80
4.3 旋转	82
4.3.1 功能注释	82
4.3.2 操作演示	83
4.4 倒圆角	84
4.4.1 功能注释	85
4.4.2 操作演示	86
4.5 倒斜角	87
4.5.1 功能注释	88
4.5.2 操作演示	88
4.6 抽壳	89
4.6.1 功能注释	89
4.6.2 操作演示	90
4.7 拔模	90
4.7.1 功能注释	91
4.7.2 操作演示	91
4.8 筋	92
4.9 扫描	93
4.9.1 功能注释	94
4.9.2 操作演示	94
4.10 混合	95
4.10.1 功能注释	95
4.10.2 操作演示一	96
4.10.3 操作演示二	98
4.10.4 操作演示三	99
4.11 扫描混合	101
4.11.1 功能注释	101
4.11.2 操作演示	101
4.12 螺旋扫描	103
4.12.1 功能注释	103
4.12.2 操作演示一	103
4.12.3 操作演示二	104
4.12.4 操作演示三	105
4.13 可变剖面扫描	107
4.13.1 功能注释	107
4.13.2 操作演示一	107
4.13.3 操作演示二	108
4.14 边界混合	110
4.14.1 功能注释	110
4.14.2 操作演示一	110
4.14.3 操作演示二	111
4.15 镜像	112
4.16 阵列	112
4.16.1 操作演示一	112
4.16.2 操作演示二	113
4.17 合并	114
4.18 修剪	115
4.18.1 功能注释	115
4.18.2 操作演示	115
4.19 投影	115
4.19.1 功能注释	116
4.19.2 操作演示	116
4.20 填充	117
4.21 相交	118
4.22 延伸	119
4.22.1 功能注释	119
4.22.2 操作演示	120
4.23 偏移	121
4.23.1 功能注释	121
4.23.2 操作演示	122
4.24 加厚	123
4.24.1 功能注释	123
4.24.2 操作演示	123
4.25 实体化	124
4.25.1 功能注释	124
4.25.2 操作演示	124
4.26 工程师经验点评	125
4.27 练习题	125
第5章 机械支架的设计	127
5.1 学习目标与课时安排	127

目 录

5.2 基本功特训内容	127	8.3.1 设计工艺分析	184
5.3 实物特训——机械支架的设计 ..	128	8.3.2 设计详细操作步骤	184
5.3.1 设计工艺分析	128	8.3.3 二维出图	198
5.3.2 设计详细操作步骤	129	8.3.4 导出至 CAD 中标注尺寸 和注明技术要求	206
5.3.3 创建工程图	132	8.4 功能拓展——分析产品能否 出模	209
5.4 工程师经验点评	136	8.5 工程师经验点评	210
5.5 练习题	136	8.6 练习题	211
第 6 章 支撑座的设计	137	第 9 章 塑料衣服箱提手的设计	212
6.1 学习目标与课时安排	137	9.1 学习目标与课时安排	212
6.2 基本功特训内容	137	9.2 基本功特训内容	212
6.3 实物特训——支撑座的设计	138	9.3 实物特训——塑料衣服箱提手 的设计	213
6.3.1 设计工艺分析	138	9.3.1 设计工艺分析	213
6.3.2 设计详细操作步骤	138	9.3.2 设计详细操作步骤	213
6.3.3 三维出图	144	9.3.3 二维出图	228
6.4 知识点拓展——工程图	150	9.3.4 导出至 CAD 中标注尺寸 和注明技术要求	233
6.4.1 工程图概述	150	9.4 工程师经验点评	235
6.4.2 视图介绍	151	9.5 练习题	235
6.5 工程师经验点评	154	第 10 章 数码经络理疗仪外壳的 组件设计	237
6.6 练习题	154	10.1 教学目标与课时安排	237
第 7 章 脚垫的设计	156	10.2 基本功特训内容	237
7.1 学习目标与课时安排	156	10.3 实物特训——数码经络理疗仪 外壳的设计	238
7.2 基本功特训内容	156	10.3.1 设计工艺分析	238
7.3 实物特训——脚垫的设计	157	10.3.2 设计详细操作步骤	238
7.3.1 设计工艺分析	157	10.4 工程师经验点评	264
7.3.2 设计详细操作步骤	157	10.5 练习题	264
7.3.3 三维出图	172	第 11 章 矿泉水瓶的设计	266
7.3.4 导出至 CAD 中标注尺寸 和注明技术要求	178	11.1 学习目标与课时安排	266
7.4 工程师经验点评	181	11.2 基本功特训内容	266
7.5 练习题	182	11.3 实物特训——怡宝矿泉水瓶的 设计	267
第 8 章 计算机显示器托盘的设计	183		
8.1 学习目标与课时安排	183		
8.2 基本功特训内容	183		
8.3 实物特训——计算机显示器托盘 的设计	184		



11.3.1 设计工艺分析	267	第 15 章 产品工装(夹具)的设计	387
11.3.2 设计详细操作步骤	267	15.1 学习目标与课时安排	387
11.4 工程师经验点评	293	15.2 什么场合需要设计工装	387
11.5 练习题	293	15.3 设计工装的原则	388
第 12 章 火状闹钟的设计	294	15.4 工装设计实例一	388
12.1 学习目标与课时安排	294	15.4.1 工装设计分析	388
12.2 基本功特训内容	294	15.4.2 工装设计步骤	389
12.3 实物特训——火状闹钟的设计	295	15.5 工装设计实例二	391
12.3.1 设计工艺分析	295	15.5.1 工装设计分析	391
12.3.2 设计详细操作步骤	295	15.5.2 工装设计步骤	391
12.4 工程师经验点评	310	15.6 工装设计实例三	392
12.5 练习题	310	15.6.1 工装设计分析	392
第 13 章 汤匙的设计	311	15.6.2 工装设计步骤	392
13.1 学习目标与课时安排	311	15.7 工程师经验点评	393
13.2 基本功特训内容	311	15.8 练习题	393
13.3 实物特训——汤匙的设计	312	第 16 章 产品表面处理工艺介绍	395
13.3.1 设计工艺分析	312	16.1 学习目标与课时安排	395
13.3.2 设计详细操作步骤	312	16.2 贴纸	396
13.4 工程师经验点评	324	16.3 水纸与热烫	396
13.5 练习题	324	16.4 喷油	397
第 14 章 儿童玩具车的装配设计	326	16.5 移印	398
14.1 学习目标与课时安排	326	16.6 丝印	398
14.2 实物特训——儿童玩具车的 装配设计	326	16.7 烫金	398
14.2.1 设计工艺分析	326	16.8 电镀	398
14.2.2 零部件建模	327	16.9 抛丸、喷砂	399
14.2.3 零部件装配设计	375	16.10 激光雕刻	399
14.3 工程师经验点评	385	16.11 工程师经验点评	400
14.4 练习题	385	16.12 练习题	400

产品工艺介绍

本章主要介绍塑料材料、金属材料、产品测量技术、产品结构工艺和产品外观造型工艺等知识,希望读者在学习过程中认真思考,并将所学到的工艺知识联系到日常生活的常见产品中,从而达到学以致用目的。

1.1 学习目标与课时安排



学习目标及学习内容

- (1) 熟悉塑料材料、模具材料。
- (2) 介绍常用塑料的鉴别方法。
- (3) 介绍模具材料的性能要求。
- (4) 介绍产品的结构工艺,如壁厚、拔模角、孔、加强筋和扣位等的设计规范。



学习课时安排(共 4 课时)

- (1) 塑料材料介绍——1 课时。
- (2) 模具材料介绍——1 课时。
- (3) 产品结构工艺介绍——2 课时。

1.2 塑料材料

塑料的基础原料,最初是以农副产品为主,从 20 世纪 20 年代起转向以煤和煤焦油产品为主,从 50 年代起逐渐转向以石油和天然气为主。

塑料是以树脂为主要成分,有天然树脂和合成树脂之分。天然树脂是指自然界中存在着的一些来自植物或动物分泌的有机物,如松香、虫胶和琥珀等。它们在受热后无明显的熔点,能够逐渐变软,并具有可塑性。这些高分子有机物产量低,性能也不理想。为了寻求天然树脂的代用品,人们模仿它们的成分,用化学方法人工抽取各种树脂。



1.2.1 塑料的分类及用途

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,再加热则不溶解,形成体形(网状)结构的塑料,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的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中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(PE)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、ABS、有机玻璃和尼龙等。

1. ABS——丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物

1) 化学和物理特性

ABS是由丙烯腈、丁二烯和苯乙烯三种化学单体合成。每种单体都具有不同的特性:丙烯腈有高强度、热稳定性及化学稳定性;丁二烯具有坚韧性、抗冲击特性;苯乙烯具有易加工、低表面粗糙度及高强度性。从形态上看,ABS是非结晶性材料。

三种单体的聚合产生了具有两相的三元共聚物,一个是苯乙烯-丙烯腈的连续相;另一个是聚丁二烯橡胶分散相。ABS的特性主要取决于三种单体的比率及两相中的分子结构。这就可以在产品设计上具有很大的灵活性,并且由此产生了市场上百种不同品质的ABS材料。这些不同品质的材料提供了不同的特性,例如,从中等到高等的抗冲击性,从高到低的表面粗糙度和高温扭曲特性等。

ABS材料具有超强的易加工性、外观特性、低蠕变性和优异的尺寸稳定性及很高的抗冲击强度。

2) 典型应用范围

用于汽车(仪表板、工具舱门、车轮盖、反光镜盒等),电冰箱,大强度工具(头发烘干机、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,如高尔夫球手推车及喷气式雪撬车等。

2. PA——聚酰胺

1) 化学和物理特性

聚酰胺(PA)的种类很多,有PA6、PA66、PA10和PA12等。PA66是最常见的,在尼龙强度中也是最高的,而PA6是加工性能最好的。它们的结构略有差异,性能也不尽相同,但都具有机械强度高、韧性好、耐疲劳、表面硬且光滑、摩擦系数小、耐磨、自润滑性、耐腐蚀、制件质量轻、易染色和易成型等特点。

2) 典型应用范围

用于齿轮、齿条、联轴节、辊子、轴承等零件连接器,也用于仪器壳体、水表和其他商业设备等。

3. PE——聚乙烯

1) 化学和物理特性

聚乙烯按聚合时所采用压力的不同,可以分为高压聚乙烯(HDPE)和低压聚乙烯(LDPE)两类,是世界上产量最大的塑料。其特点是软性、无毒、价廉、加工方便和流动性好,产品易收缩变形。

2) 典型应用范围

HDPE: 用于电冰箱容器、存储容器、家用厨具、密封盖等,也用于制造塑料管、塑料板、塑料绳及承载力不高的零件,如齿轮、轴承等。

LDPE: 日用品中用于制作塑料薄膜、软管、塑料瓶、碗、箱柜和管道连接器等。

4. PP——聚丙烯

1) 化学和物理特性

PP是一种半结晶性材料,它比PE更坚硬且有更高的熔点。由于均聚物型的PP温度高于0℃以上时非常脆,因此,许多商业的PP材料是加入1%~4%乙烯的无规则共聚物或更高比例乙烯含量的嵌段共聚物。共聚物型的PP材料有较低的热扭曲温度(100℃)、低透明度、低光泽度、低刚性,但有更强的抗冲击强度。PP的强度随着乙烯含量的增加而增大。

PP的软化温度为150℃。由于结晶度较高,这种材料的表面刚度和抗划痕特性很好。

PP不存在环境应力开裂问题。通常,采用加入玻璃纤维、金属添加剂或热塑橡胶的方法对PP进行改性。PP的流动率(MFR)范围为1~40。低MFR的PP材料抗冲击特性较好,但延展强度较低。对于相同MFR的材料,共聚物型的强度比均聚物型的要高。

由于结晶,PP的收缩率相当高,一般为1.8%~2.5%。并且收缩率的方向均匀性比PEHD等材料要好得多。加入30%的玻璃添加剂可以使收缩率降到0.7%。

均聚物型和共聚物型的PP材料都具有优良的抗吸湿性、抗酸碱腐蚀性、抗溶解性。然而,它对芳香烃(如苯)溶剂、氯化烃(如四氯化碳)溶剂等没有抵抗力,PP也不像PE那样在高温下仍具有抗氧化性。

2) 典型应用范围

用于汽车工业(主要使用含金属添加剂的PP有挡泥板、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、机盖及电冰箱门衬垫等),日用消费品(草坪和园艺设备,如剪草机和喷水器等)。

5. PVC——聚氯乙烯

1) 化学和物理特性

刚性PVC是使用最广泛的塑料材料之一,PVC材料是一种非结晶性材料,PVC材料在实际使用中经常加入稳定剂、润滑剂、辅助加工剂、色料、抗冲击剂及其他添加剂。

PVC材料具有不易燃性、高强度、耐气候变化性及优良的几何稳定性,对氧化剂、还原剂和强酸都有很强的抵抗力,然而它能够被浓氧化酸(如浓硫酸、浓硝酸)所腐蚀,并且也不适于芳香烃、氯化烃接触的场所。



2) 典型应用范围

用于供水管道、家用管道、房屋墙板、商用机器壳体、电子产品包装、医疗器械和食品包装等。

6. PS——聚苯乙烯

1) 化学和物理特性

大多数商业用的 PS 都是透明的、非晶体材料。PS 具有非常好的几何稳定性、热稳定性、光学透过特性、电绝缘特性及很微小的吸湿倾向。它能够抵抗水、稀释的无机酸，但能够被强氧化酸（如浓硫酸）所腐蚀，并且能够在一些有机溶剂中膨胀变形。

2) 典型应用范围

用于产品包装，仪表外壳，家庭用品（如餐具、托盘等），电气（如透明容器、光源散射器、绝缘薄膜等）。

7. PC——聚碳酸酯

1) 化学和物理特性

PC 是一种非晶体工程材料，具有特别好的抗冲击强度、热稳定性、光泽度、抑制细菌特性、阻燃特性及抗污染性。PC 的缺口非常高，并且收缩率很低，一般为 0.1%~0.2%。

PC 有很好的力学性能，但流动特性较差，因而这种材料的注塑过程较困难。在考虑选用何种品质的 PC 材料时，要以产品的最终期望为基准。如果塑件要求有较高的抗冲击性，那么就使用低流动率的 PC 材料；反之，可以使用高流动率的 PC 材料，这样可以优化注塑过程。

2) 典型应用范围

用于电气和商业设备（如计算机元件、连接器等），器具（如食品加工机、电冰箱抽屉等），交通运输行业（如车辆的前后灯、仪表板等）。

8. POM——聚甲醛

1) 化学和物理特性

POM 是一种坚韧有弹性的材料，即使在低温下仍有很好的抗蠕变特性、几何稳定性和抗冲击特性。POM 既有均聚物材料也有共聚物材料，均聚物材料具有很好的延展强度、抗疲劳强度，但不易于加工。共聚物材料有很好的热稳定性、化学稳定性并且易于加工。无论均聚物材料还是共聚物材料，都是结晶性材料，并且不易吸收水分。

POM 的高结晶程度导致它有相当高的收缩率，可高达 2%~3.5%。对于各种不同的增强型材料有不同的收缩率。

2) 典型应用范围

POM 具有很低的摩擦系数和很好的几何稳定性，特别适合制作齿轮和轴承。由于它还具有耐高温特性，因此，还用于管道器件（如管道阀门、泵壳体），草坪设备等。

9. PMMA——聚甲基丙烯酸甲酯

1) 化学和物理特性

PMMA 具有优良的光学特性及耐气候变化特性, 白光的穿透性高达 92%。PMMA 制品具有很低的双折射, 特别适合制作影碟等。

PMMA 具有室温蠕变特性, 随着负荷加大、时间增长, 可导致应力开裂现象。PMMA 具有较好的抗冲击特性。

2) 典型应用范围

用于汽车工业(如信号灯设备、仪表盘等), 医药行业(如储血容器等), 工业应用(如影碟、灯光散射器), 日用消费品(如饮料杯、文具等)。

10. SA——苯乙烯-丙烯腈共聚物

1) 化学和物理特性

SA 是一种坚硬、透明的材料。苯乙烯成分使 SA 坚硬、透明并易于加工; 丙烯腈成分使 SA 具有化学稳定性和热稳定性。

SA 具有很强的承受载荷的能力、抗化学反应能力、抗热变形特性和几何稳定性。SA 中加入玻璃纤维添加剂可以增加强度和抗热变形能力, 减小热膨胀系数。

2) 典型应用范围

用于电气(如插座、壳体等), 日用商品(如厨房器械、冰箱装置、电视机底座、卡带盒等), 汽车工业(如车头灯盒、反光镜、仪表盘等), 家庭用品(如餐具、食品刀具等), 化妆品包装等。

11. PBT——聚对苯二甲酸丁二醇酯

1) 化学和物理特性

PBT 是最坚韧的工程热塑材料之一, 它是半结晶材料, 有非常好的化学稳定性、机械强度、电绝缘特性和热稳定性。这些材料在很广的环境条件下都有很好的稳定性, PBT 吸湿特性很弱。

2) 典型应用范围

用于家用器具(如食品加工刀片、真空吸尘器元件、电风扇、头发干燥机壳体、咖啡器皿等), 电器元件(如开关、电机壳、熔断器盒、计算机键盘按键等), 汽车工业(如散热器格窗、车身嵌板、车轮盖、门窗部件等)。

12. PC+ABS——聚碳酸酯和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物和混合物

1) 化学和物理特性

PC+ABS 具有 PC 和 ABS 两者的综合特性。例如, ABS 的易加工特性和 PC 的优良力学性能和热稳定性, 二者的比率将影响 PC+ABS 材料的热稳定性。PC+ABS 这种混合材料还显示了优异的流动特性。

2) 典型应用范围

用于计算机和商业机器的壳体, 电器设备, 草坪和园艺机器, 汽车零件(如仪表板、



内部装修及车轮盖)。

13. PC+PBT——聚碳酸酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯的混合物

1) 化学和物理特性

PC+PBT 具有 PC 和 PBT 二者的综合特性,例如,PC 的高韧性和几何稳定性,以及 PBT 的化学稳定性、热稳定性和润滑特性等。

2) 典型应用范围

用于齿轮箱、汽车保险杠,以及要求具有抗化学反应和耐腐蚀性、热稳定性、抗冲击性及几何稳定性的产品。

14. PET——聚对苯二甲酸乙二醇酯

1) 化学和物理特性

PET 的玻璃化转化温度在 165℃左右,材料结晶温度范围是 120~220℃,在高温下有很强的吸湿性。对于玻璃纤维增强型的 PET 材料来说,在高温下还非常容易发生弯曲形变,可以通过添加结晶增强剂来提高材料的结晶程度。用 PET 加工的透明制品具有光泽度和热扭曲温度,可以向 PET 中添加云母等特殊添加剂使弯曲变形减小到最小。如果使用较低的模具温度,那么使用非填充的 PET 材料也可获得透明制品。

2) 典型应用范围

用于汽车工业(结构器件如反光镜盒,电气部件如车头灯反光镜等),电器元件(如电动机壳体、电气连接器、继电器、开关、微波炉内部器件等),工业应用(如泵壳体、手工器械等)。

15. PPE——聚丙烯

1) 化学和物理特性

通常商业上提供的 PPE 或 PPO 材料一般都混入了其他热塑性材料,例如,PS、PA 等,这些混合材料一般称为 PPE 或 PPO。混合型的 PPE 或 PPO 比纯净的材料有好得多的加工特性,特性的变化依赖于混合物,如 PPO 和 PS 的比率。混入了 PA66 的混合材料在高温下具有更强的化学稳定性,这种材料的吸湿性很小,其制品具有优良的几何稳定性。

混入了 PS 的材料是非结晶性的,而混入了 PA 的材料是结晶性的。加入玻璃纤维添加剂可以使收缩率减小到 0.2%,这种材料还具有优良的电绝缘特性和很低的热膨胀系数。其黏性取决于材料中混合物的比率,PPO 的比率增大将导致黏性增加。

2) 典型应用范围

用于家庭用品(如洗碗机、洗衣机等),电气设备(如控制器壳体、光纤连接器等)。

16. PETG——乙二醇改性-聚对苯二甲酸乙二醇酯

1) 化学和物理特性

PETG 是透明的、非晶体材料,玻璃化转化温度为 88℃。PETG 的注塑工艺条件的允许范围比 PET 要广一些,并具有透明、高强度、高韧性的综合特性。

2) 典型应用范围

用于医药设备（如试管、试剂瓶等），玩具，显示器，光源外罩，防护面罩，电冰箱保鲜盘等。

1.2.2 塑料的鉴别方法

塑料分子的结构和成分很复杂，特别是共聚、共混合及改性材料和含有各种添加剂（如填料、稳定剂、增塑剂、阻燃剂、混合材料等）的塑料，常常不能用简单的方法鉴别出来，需要借助化学试验、测试仪器等手段才能鉴别出来。塑料鉴别方法有很多种，其中最常用的方法有三种，分别是外观鉴别法、密度鉴别法和燃烧特性鉴别法。

1. 外观鉴别法

PE、PP、PA 等有不同的可弯折性。手触有硬蜡样滑腻感，敲击时有软性角质类的声音，与此相比，PS、ABS、PC、PMMA 等塑料则无延展性，手触有刚性感，敲击时声音清脆。

PP 与 PE 特性相似，但 PE 硬度稍低，鉴定 PP 时应该与 PE 仔细地区分开来。PS 与改性 PS 和 ABS 的区别，前者性脆，后两者性韧；弯折时前者易脆裂，后两者难断裂，并且多次弯折后会发出不同的气味。

PP 呈乳白色、半透明、蜡状物。纯 PS 是一种硬而脆的无色透明塑料。高压 PE 未加色粉呈乳白色、半透明状、质软而韧；低压 PE 未加色粉呈乳白色，但不透明、质硬、不延伸。SAN（AS）是 PS 改性后的一种微蓝色透明塑料。ABS 是一种通用的工程材料，呈象牙色的不透明塑料。POM 是一种不透明的塑料。PC 是一种综合性能优良的工程塑料，呈微黄透明状。PA 是一种浅黄色、半透明的塑料，外观比较粗糙。PVC 是一种热稳定性较差的材料，种类较多，分为软质、半硬质和硬质三种。PVC 大多为白色粉末或片料，透明性最好，与 PC 相比，其韧性和硬度都较低，易被硬物划伤。

2. 密度鉴别法

PP 是最轻的一种塑料，密度为 $0.89\sim 0.91\text{g/cm}^3$ ，比水轻，在水中能浮于水面。PE 密度为 $0.91\sim 0.95\text{g/cm}^3$ ，密度比 PP 稍大，能浮于水。

纯 PA 密度为 $1.01\sim 1.03\text{g/cm}^3$ ，接近于水的密度，在水中近悬浮状。

其他大部分塑料密度都比水大，沉于水。密度鉴别方法可用以下的液体。见表 1-1。

表 1-1 密度鉴别液体

测试用液体名称	相 对 密 度	测试相对密度用具
工业用酒精	0.8	容量瓶
水	1	试管架
氯化钠（饱和盐水）	1.22	试管
氯化镁	1.33	镊子
氯化锌	1.63	试管用搅拌棒



3. 燃烧特性鉴别法

热塑性塑料和热固性塑料的判别：所有的热固性塑料，受热或燃烧时都无发软熔融过程，只会变脆和焦化；所有的热塑性塑料，受热或燃烧时都先经历发软熔融的过程，但不同塑料燃烧现象不同。

PP 燃烧时速度慢，火焰上端呈黄色，中间带蓝，有燃滴滴落的现象，熄灭火焰后，有一股石蜡气味。

SAN 燃烧时速度慢，火焰闪光、黄亮、冒黑烟，熄灭时有一股似 PS 的刺激性气味。

POM 可燃性中等，离火后继续燃烧，火焰纯蓝色，无炭末飞逸，塑料熔化变黑，有非常刺鼻的甲醛味。

PMMA 易燃，离火后不会自灭。火焰顶端黄色，底端蓝色，有轻微炭末飞逸，燃烧时塑料熔化起泡。

PA 燃烧较缓慢，离火后自行熄灭，火焰蓝色，燃烧时有熔胶滴落及起泡，火熄后有燃焦羊毛或指甲的气味。

PS、HIPS 和 ABS 都易燃，离火后继续燃烧，火焰黄色，有浓烟。PS 和 HIPS 燃烧时表面会起泡，但 ABS 不会呈焦化状。PS、HIPS 有幽幽的花香味，ABS 有一种特别的臭味。

PC 燃烧缓慢，离火后慢慢熄灭，火焰黄色带烟，燃烧时塑料软化、起泡、带黑炭，发出轻微的花果臭味。

原色 PMMA 与 PS 都透光，染色后透光效果也相同，但燃烧时 PMMA 没有炭末飞逸，PMMA 燃烧时火焰浅蓝色，顶端白色，燃烧时易出现起泡现象，离火后能继续燃烧。

PVC 燃烧慢，火焰上黄下绿，冒黑烟，离火后能自灭，有一股刺激性含糊气味。检查塑料中是否含有氯元素，常用铜丝在酒精灯上加热至无色红热状态，再取少量待测塑料，置于铜丝上加热，火焰呈现蓝绿色，则认为塑料含有氯元素。

PE 易燃，离火后继续燃烧，火焰上端微黄，下端呈蓝色，烟少，近火焰处有熔胶滴落，火灭后有石蜡燃烧气味。

1.3 模具材料

制造模具零部件的材料直接影响其使用寿命、加工成本及制品的质量。选择模具材料的主要依据是模具的工作条件，选择模具材料时需从技术和经济两方面综合考虑。从经济的观点出发，对于大批量生产的塑料制品，无论采用何种塑料、工艺条件如何、成型质量要求高低，都要选用较好的模具材料，并采取一定的热处理或表面强化的措施，使模具的寿命较长。当生产批量不大时，只要能满足制品的成型质量，就选用性能适当、价格低廉的模具材料。从技术的角度出发，要求模具材料应有良好的使用性能和良好的加工性能。

注射模具材料以钢为主，常用的钢材有碳素结构钢、碳素工具钢、合金钢、不锈钢等。此外，锌合金、铝合金、铍铜合金等有色金属和一些非金属材料，也可用于制造塑料成型模具。随着材料科学的不断进步，近年来还出现了许多制造塑料模具的新材料，如预硬钢、时效硬化钢、析出硬化钢、耐腐蚀钢等，它们各有特点，有些已在生产中得到广泛的应用。