

UG模具设计基础教程

(NX 6版)

- ◆ 模具设计基础知识
- ◆ UG模具设计初始化
- ◆ 分型工具
- ◆ 分型管理器
- ◆ UG模架库
- ◆ 标准件
- ◆ 浇注系统设计
- ◆ 冷却系统设计
- ◆ 模具设计后处理
- ◆ 模具设计实例



贾东永 郭光立 编著



清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

UG 模具设计基础教程

(NX 6 版)

贾东永 郭光立 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以UG NX 6 模具设计作为主线,全面介绍使用该软件的Mold Wizard 模块进行模具设计的方法和技巧。全书从实用角度出发,首先介绍模具设计的基础知识,然后由浅入深地讲解了UG NX 6 的注塑模模块的各种功能,包括UG 模具设计初始化、模具设计分型工具、分型管理器、模架库、标准件、浇注系统、冷却系统、模具设计后处理以及具有代表性的综合实例。本书结构严谨、内容丰富、条理清晰、实例典型、易学易用、注重实用性和技巧性。

本书以模具设计过程为指引,以简单易懂的学习原则为编写标准,采用图文并茂的编写样式,适合作为高等学校机械类专业的教材,也可作为从事UG 注塑模具设计的技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

UG 模具设计基础教程/贾东永,郭光立 编著. —北京:清华大学出版社,2010.6
(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-22522-5

I. U… II. ①贾… ②郭… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件,UG—高等学校—教材 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 068301

责任编辑:刘金喜 鲍 芳

装帧设计:康 博

责任校对:胡雁翎

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.5 字 数:473 千字

版 次:2010 年 6 月第 1 版 印 次:2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:30.00 元

产品编号:029073-01

前言

UG NX 6 是全球领先的产品生命周期管理(PLM)软件和服务提供商 Siemens PLM Software 于 2008 年发布的数字化产品开发综合软件,使用该软件可以实现工业设计、绘图、装配、辅助制造和分析的一体化,并且能够把任何产品构想付诸于实际。

本书以 UG NX 6 中文版为操作平台,介绍了用 UG NX 6 中注塑模具自动化设计的专业应用模块 Mold Wizard 来进行模具设计的全过程。它只需根据一个产品的三维实体造型来建立一套与产品造型参数相关的三维实体模具。

本书共分 10 章,各章的具体内容如下:

第 1 章主要介绍模具入门应懂得的一些基础知识。首先是讲述注塑模具的成型理论和工艺过程,接着介绍注塑模具的分类和典型结构,然后介绍注塑模具设计的一般流程,最后是注塑模具 CAD 简介和 UG NX 6 Mold Wizard 模块的介绍。

第 2 章具体介绍各个初始化项目的功能。首先对产品进行初始化项目设置,接着设置模具坐标系、收缩率、工件和型腔布局,最后用一个具体实例来讲解模具设计初始化项目的操作方法和使用技巧。

第 3 章介绍分型面对零件上的孔或槽进行修补的功能。这些功能主要有创建方块、分割实体、实体补片、曲面补片、边缘补片、扩大曲面、自动孔修补等。

第 4 章介绍分型管理器的功能。首先介绍分型管理器概览,接着分别介绍塑模部件验证、创建分型线、创建过渡对象、编辑分型面、创建型腔和型芯等按钮的功能和含义,最后运用这些功能进行实例演练操作。

第 5 章具体介绍模架的创建方法和技巧。首先介绍模架的简介,接着介绍模架库管理系统,最后用一个实例并综合前面所学的内容对模架库的添加过程进行演练。

第 6 章介绍模具设计标准件的创建方法和技巧。首先对标准件管理器对话框的各功能和含义进行介绍,接着介绍各标准件的尺寸参数含义,然后是推杆设计、滑块和抽芯机构设计、镶块和电极设计,最后用 5 个实例对本章重点和难点部分进行操作讲解。

第 7 章介绍浇注系统的创建方法。首先对浇注系统进行简要介绍,接着分别介绍主流道、分流道和浇口的创建方法。在本章的最后,用一个实例来讲解浇注系统的添加步骤。

第 8 章主要介绍冷却系统的创建方法。首先对冷却系统进行简要介绍,接着是对“冷却组件设计”对话框进行介绍,最后用一个实例对添加冷却系统的操作进行介绍。

第 9 章主要对模具设计的后处理进行介绍。首先介绍物料清单的创建方法,接着介绍模具图纸的添加方法,然后介绍视图管理器和如何删除文件,最后用一个具体的实例来对本章的内容进行操作介绍。

第 10 章通过两个典型实例介绍模具设计的一般步骤和难点操作。

本书特点:

1. 结构严谨、内容丰富、易学易用、由浅入深。内容紧密结合现代化设计和企业制造业需求,全书结构安排是从基础知识的学习到典型实例的操作,并力求做到文字精练,语言通俗易懂,实例丰富。

2. 条理清晰、实例典型。本书突出技能培养的特点,在讲解过程中,从基本操作入手,然后进行一步一步的讲解,并给出了全部的讲解流程图,能帮助读者更快掌握操作技能。

本书由高校机械专业教师联合编写,适用于初次接触模具设计的人员,也可作为机械制造类本、专科的“计算机辅助设计”课程教材。本书可以作为初学者的入门教材,也可作为工程技术人员的参考工具书。

本书是集体智慧的结晶,其中第5、7、8、9章由贾东永编写,第1、3、4、6、10章由河南科技大学郭光立副教授编写,第2章由河南科技大学张海英老师编写,此外,参加本书编写和制作的人员还有刘文、张凌云、苏兆锋、王雷、许云、苏小平、刘兰、王梅、张宏、孙洁、杨彬、关涛、苏玉林、于文杰等。

虽然作者在本书的编写过程中力求叙述准确、完善,但由于作者水平有限,书中难免出现错误或疏漏,恳请广大读者给予批评指正。

目

第 1 章 模具设计基础知识	1
1.1 模具制造概述	1
1.1.1 模具制造的特点	1
1.1.2 模具制造的分类	2
1.2 模具生产的发展趋势	3
1.3 塑料	5
1.3.1 塑料的组成和分类	5
1.3.2 塑料的工艺特性	7
1.3.3 常用塑料的名称及其工艺性能	11
1.3.4 塑料的热力学性能及成型过程的变化	15
1.4 注塑成型模具基础	16
1.4.1 注塑模具的成型理论	16
1.4.2 注塑成型的工艺过程	17
1.4.3 注塑模具的分类和典型结构	18
1.4.4 注塑模具设计的一般流程	21
1.4.5 分型面的选择	25
1.4.6 浇注系统设计	30
1.4.7 成型零件设计	38
1.4.8 导向机构设计	41
1.4.9 抽芯机构设计	43
1.4.10 推出机构设计	49
1.4.11 温度调节系统设计	54
1.5 注塑模具 CAD 简介	57
1.5.1 注塑模设计技术的发展阶段	58
1.5.2 CAD 技术在注塑模中的应用	58
1.6 UG NX 6.0 Mold Wizard 模块概述	60

录

1.6.1 UG NX 6.0 模具向导	
菜单介绍	60
1.6.2 UG NX 6.0 模具设计	
过程简介	62
1.7 本章小结	62
1.8 本章习题	63
第 2 章 UG 模具设计初始化	65
2.1 加载产品和项目初始化	65
2.1.1 加载产品	65
2.1.2 项目装配和产品装配	67
2.2 定义模具坐标系	68
2.3 设置模具收缩率	69
2.4 设置模具工件	70
2.5 型腔布局	72
2.6 多件模	76
2.7 实例——模具设计初始化	76
2.8 本章小结	80
2.9 本章习题	81
第 3 章 分型工具	83
3.1 模具工具概览	83
3.2 创建方块	84
3.2.1 对象包容方块	85
3.2.2 一般方块	85
3.3 分割实体	86
3.4 实体补片	88
3.5 曲面补片	88
3.6 边缘补片	89
3.7 现有曲面	91
3.8 扩大曲面	91
3.9 面拆分	93
3.10 修剪区域补片	95

3.11	自动孔修补	96	6.1.1	“目录”下拉列表框	174
3.12	替换实体	98	6.1.2	部件列表	174
3.13	延伸实体	98	6.1.3	“分类”下拉列表	174
3.14	分型/补片删除	99	6.1.4	“父”列表框	180
3.15	实例——边缘补片、曲面补片、创建方块、分割实体、实体补片、自动孔修补	100	6.1.5	“位置度”列表框	181
3.16	本章小结	109	6.1.6	“新建组件”复选框	182
3.17	本章习题	109	6.1.7	“重命名组件”复选框	182
第4章	分型管理器	113	6.1.8	引用集	182
4.1	分型管理器概览	113	6.1.9	编辑按钮	182
4.2	分型工具	115	6.1.10	参数图及标准尺寸列表	184
4.2.1	设计区域	115	6.1.11	“尺寸”选项卡	184
4.2.2	抽取区域和分型线	119	6.2	推杆设计	185
4.2.3	创建/删除曲面补片	120	6.2.1	修剪过程	186
4.2.4	编辑分型线	121	6.2.2	修剪组件	188
4.2.5	引导线设计	124	6.3	滑块/浮升销设计	189
4.2.6	创建/编辑分型面	124	6.3.1	滑块设计	189
4.2.7	创建型腔和型芯	127	6.3.2	浮升销设计	190
4.2.8	抑制分型	128	6.3.3	滑块/浮升销的定位	191
4.2.9	模型比较	128	6.4	子镶块设计	192
4.2.10	交换模型	130	6.5	电极设计	194
4.2.11	备份分型/补片片体	130	6.6	建腔	194
4.2.12	更新分型管理树列表	131	6.7	实例1——添加定位环、浇口套和推杆	196
4.3	实例1	132	6.8	实例2——创建滑块	201
4.4	实例2	140	6.9	实例3——创建浮升销机构	209
4.5	本章小结	151	6.10	实例4——添加镶块	212
4.6	本章习题	151	6.11	实例5——创建电极	216
第5章	UG 模架库	153	6.12	本章小结	218
5.1	模架简介	153	6.13	本章习题	219
5.2	模架库管理	154	第7章	UG 浇注系统设计	221
5.3	实例——添加模架	159	7.1	浇注系统简介	221
5.4	本章小结	169	7.2	主流道	223
5.5	本章习题	170	7.3	分流道	224
第6章	标准件	173	7.3.1	定义引导线串	225
6.1	标准件管理	173	7.3.2	在分型面上投影	227
			7.3.3	创建流道通道	228

7.4 浇口.....	228	9.3 视图管理器.....	260
7.5 实例——添加浇注系统.....	233	9.4 删除文件.....	261
7.6 本章小结.....	239	9.5 实例——生成物料清单和 模具图纸.....	262
7.7 本章习题.....	240	9.6 本章小结.....	266
第 8 章 冷却系统设计.....	243	9.7 本章习题.....	266
8.1 冷却系统简介.....	243	第 10 章 典型模具设计实例.....	269
8.2 冷却标准件.....	244	10.1 实例 1——典型壳体 模具设计.....	269
8.3 实例——添加冷却系统.....	247	10.2 实例 2——典型滑块 模具设计.....	294
8.4 本章小结.....	252	10.3 本章小结.....	318
8.5 本章习题.....	253	10.4 本章习题.....	318
第 9 章 后处理.....	255		
9.1 物料清单.....	255		
9.2 模具图纸.....	256		

第1章 模具设计基础知识

模具在汽车、拖拉机、飞机、家用电器、工程机械、冶金、机床、兵器、仪器仪表、轻工、日用五金等制造业中，起着极为重要的作用。模具是实现上述行业的钣金件、锻件、粉末冶金件、压铸件、注塑件、玻璃件和陶瓷件等生产的重要工艺设备。采用模具生产毛坯或成型零件，是材料成型的重要方式之一，与切削加工相比，具有材料利用率高、能耗低、产品性能好、生产效率高和成本低等显著特点。

【本章学习目标】

1. 了解模具制造的特点及其发展趋势。
2. 了解塑料的工艺特征。
3. 掌握注塑模具基础知识。

1.1 模具制造概述

近年来，我国模具行业发展很快，模具制品已经在工业、农业、国防和日常生活等方面获得了广泛的应用。模具被称为“效益放大器”，模具是个性化、时代化、人性化、创造性的产品，模具发展了，使用模具的产业其产品的国际竞争力也提高了。所以，模具工业成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志之一，也称为“黄金工业”，足以说明其在国民经济中的重要地位。

1.1.1 模具制造的特点

模具制造的特点包括两方面的内容：模具生产方式的选择和制造模具的特点。

1. 模具生产方式的选择

零件批量较小的模具，一般采用单件生产及配制的方式制造。零件批量较大的模具制造，可以采用成套性生产，即根据模具标准化、系列化设计，使模具坯料成套供应。模具各部件的备料、锻、铣、刨、磨等工序均由专人负责。而各部件的精加工、热处理、电加工等则由模具钳工自己管理，最后由钳工整修成型并按装配图装配、调试，直到生产出合格的制品。这样生产出来的模具部件通用性及互换性较好，模具生产周期短，质量稳定。如果同一种零件制品需要多个模具来完成，在加工和调整模具时，应保持前后的连续性。

2. 制造模具的特点

制造模具的特点如下：

(1) 型腔及型芯呈立体型面。塑件的外部 and 内部形状是由型腔和型芯直接成型的, 这些复杂的立体型面加工难度比较大, 特别是型腔的盲孔型内成型表面加工, 如果采用传统的加工方法, 不仅要求工人技术水平高、辅助工夹具多、刀具多, 而且加工的周期长。

(2) 精度和表面质量要求高, 使用寿命要求长。目前一般塑件的尺寸精度要求为 IT6、IT7, 表面粗糙度 $Ra\ 0.2\sim 0.1\mu m$, 相应的注塑模具零件的尺寸精度要求达到 IT5、IT6, 表面粗糙度 $Ra\ 0.1\mu m$ 以下。激光盘记录面的粗糙度要达到镜面加工水平的 $0.02\mu m\sim 0.01\mu m$, 这就要求模具的表面粗糙度达到 $0.01\mu m$ 以下。长寿命注塑模具对于提高效率和降低成本是很必要的, 目前注塑模具的使用寿命一般要求 100 万次以上。精密注塑模要用刚度大的模架, 增加模板的厚度, 增加支承柱或锥形定位元件以防止模具受压力后产生变形, 有时内压可以达到 100MPa。顶出装置是影响制品变形和尺寸精度的重要因素, 因此应该选择最佳的顶出点, 以使各处脱模均匀。高精度注塑模具在结构上多数采用镶拼或全拼结构, 这要求模具零部件的加工精度、互换性均大为提高。

(3) 工艺流程长, 制造时间紧。对于注塑件而言, 大多是与其它零部件配套组成完整的产品, 而且在很多的情况下都是在其他部件已经完成, 急切等待注塑件的配套上市。因为对制品的形状或尺寸精度要求很高, 加之由于树脂材料的特性各异, 模具制造完成后, 还需要反复地试模与修正, 使开发和交货的时间非常紧张。

(4) 异地设计、异地制造。模具制造不是最终目的, 而是由用户提出最终制品设计, 模具制造厂家根据用户的要求设计制造模具, 而且在大多数情况下, 制品的注射生产也在别的厂家。这样就造成了产品的设计、模具设计制造和制品的生产异地进行的情况。

(5) 专业分工, 动态组合。模具生产批量小, 一般属于单件的生产, 但是模具需要很多的标准件, 大到模架, 小到顶针, 这些不能也不可能只由一个厂家单独完成, 且制造工艺复杂, 普通设备和数控设备使用极不均衡。

1.1.2 模具制造的分类

模具的类型较多, 按照成型件材料的不同可分为冲压模具、注塑模具、锻造模具、压铸模具、橡胶模具、粉末冶金模具、玻璃模具和陶瓷模具。注塑模具、冲压模具和压铸模具是其中应用最为广泛的三类模具。下面分别对这三种成型方法作一个简单介绍。

1. 注塑模具

注塑模是一种用来生产塑料零件的模具。它被安装在塑料注射机上, 由塑料注射机将塑料颗粒融化成热熔体, 经过合模、高压注射、保压冷却定型、开模、推出制件等工序, 获得所需的塑料零件。近十年来, 由于塑料具有的良好特性, 使得塑料零件获得越来越广泛的应用, 注塑模已成为广泛使用的一类模具。

2. 冲压模具

冲压模是实现冲压生产的基础工艺装备。它被安装在压力机上, 通过对板料施加压力使板料产生分离或塑性变形, 从而获得所需要的零件。由于冲压生产的操作简单, 生产率

高,而且加工出的零件具有成本低、质量轻、刚度好、尺寸稳定、互换性好等优点,已被广泛应用于汽车、电子、家电、仪器仪表等工业产品的零件制造中。这些行业中很多过去采用铸造、锻造、切削加工等方法制造的零件,都已被冲压件所代替。随着冲压技术的发展,冲压模具的结构越来越复杂,精度要求也越来越高,其设计和制造的难度也将越来越大。

3. 压铸模具

压铸模是实现压铸生产的基础工艺装备。压铸即压力铸造,是将熔融合金在高压、高速条件下充填型腔,并在高压下冷却凝固成型的一种精密铸造方法。压铸生产工艺具有尺寸精度和表面质量高、铸件组织细密、硬度和强度高等特点,且可以生产出形状复杂的薄壁件。另外,采用压铸工艺生产效率高,易实现机械化和自动化。随着汽车和摩托车工业的快速发展,特别是铝镁合金零件的广泛使用,使得压铸模的技术水平有了较大的提高。汽车发动机缸罩、盖板、变速器壳体、齿轮箱壳体、制动器等铝合金铸件,目前均是采用压铸模进行生产的。

1.2 模具生产的发展趋势

在模具的生产过程中,首先是发展精密、高效、长寿命模具,然后利用现代模具加工技术的特点,发展高效、精密、数控自动化加工技术的模具,接着为了适应小批量生产,发展简易模具和专业化生产模具,最后是综合利用以上各种技术用以提高模具制造精度和效率,并相应地降低成本。

1. 发展精密、高效、长寿命模具

对于精密或超精密制件,不同时期有不同的要求。例如尺寸公差,国外在 20 世纪 60 年代把 0.01mm 公差的制件称为精密件,70 年代为 0.001mm,80 年代为 0.0001mm。现在一些精密件制造公差要求很小。如光纤连接器直径公差要求小于 $\pm 1\mu\text{m}$,轴斜度小于 $2\mu\text{m}$ 。一些大型棱镜的形状误差小于 $\pm 1\mu\text{m}$,表面粗糙度为 $0.01\mu\text{m}$ 。激光盘的记录面的粗糙度要达到镜面加工的水平 $0.01\sim 0.02\mu\text{m}$,这要求模具的表面粗糙度要达到 $0.01\mu\text{m}$ 以下。

高精度模具在结构上多数采用拼嵌或全拼结构,这要求模具零件加工精度、互换性均大为提高。精密冲模最有代表性的是各种拼嵌结构的多工位级进模,尤其是电子集成块引线框架级进模,其工件料薄,凸凹模间隙非常小,对于这类模具应该采用高刚度精密导向、定位、卸料以及防震等结构。选择高耐磨、耐黏附的模具材料,高精度送料机构。

高效模具主要是成型机床一次成型生产的制品数量。为此,大量采用多工位级进模。例如生产电子产品中的接插件、端子零件的级进模高达 20~30 个工位甚至 50 个工位。微调电位器簧片模具为多达 10 排的多工位级进模。此外,还发展了具有多种功能的模具,不仅完成各种冲压,而且还可以完成叠装、计数、铆接等功能,从模具生产出来的是成批组件。

长寿命模具对于高效生产是很必要的。例如,中速冲床的行程次数是 300 次/min~

400 次/min, 每班要生产 14 万~20 万件冲压件, 只有用高耐磨硬质合金冲模才适用。影响模具寿命的因素有模具结构、模具材料性能、热处理和表面处理技术、加工设备和加工技术等。提高模具寿命要采取综合措施。

2. 模具的高效、精密、数控自动化加工技术

现代模具加工技术的主要特点是: 从过去的劳动密集, 主要依靠钳工技巧, 发展到更多依靠各种高效自动化机床加工, 70%~90% 的零件是靠加工保证精度, 直接装配的。从一般的车铣刨磨机床加工, 发展至采用各种数控机床和加工中心进行模具零件的加工。从一般由机加工方法, 发展至采用机电结合的数控电火花成型、数控电火花线切割以及各种特殊加工技术相结合, 如电铸成型、精密铸造成型、粉末冶金成型、激光加工等。

3. 发展简易模具技术

工业生产中有 70% 是多品种小批量生产, 开发适应这种生产方式的模具技术越来越引起人们的重视。这种生产方式要求模具在满足工件质量的前提下, 降低成本, 缩短制造周期, 能快速更换。

简易模具通常采用的有低熔点合金、铝合金、锌基合金, 甚至塑料等材料制作模具。国外研究了一种增强塑料制造注塑模的型腔及型芯, 其主要成分为在塑料中加碳纤维和专用填料, 其导热性接近铝, 而耐磨性比铝好, 成本相当于铝的一半, 制模周期为 3~4 周。这种模具除不适用于添加玻璃纤维的塑料成型外, 能生产数万件注塑零件, 已应用于医药、计算机等行业所需的零件。此外, 还开发了用铝红柱石、铁粉、不锈钢纤维和硅酯乙醇混合剂, 经震动浇注并烧结压制成型的模具, 适合于小批量生产塑料件。

4. 发展专业化生产

专业化生产方式是现代工业生产的重要特征之一。国外工业先进国家模具专业化程度已达 75% 以上。美国和日本的模具厂 80% 是 10 人以下, 90% 是 20 人以下的“小而专”的企业, 一个模具厂只生产一种模具。这种小企业易于管理, 容易提高质量和效率。

标准化是实现模具专业化生产的基本前提, 也是系统提高整个模具行业生产技术水平 and 经济效益的重要手段, 国际上工业发达国家都非常重视模具标准化, 20 世纪 50 年代初就着手制定模具标准。现在国外模具标准化生产程度达 80%, 标准件品种多, 规格全, 全部商品化, 供货及时。

5. 相关技术的共同提高

要提高模具制造精度和效率, 并相应地降低成本, 首先应抓住的是模具加工技术本身。与加工关系最密切的是模具设计。如果不采用模具计算机辅助设计, 提高设计速度和质量, 就不能有效缩短模具加工周期。另外, 设计模具时必须考虑采用能充分发挥加工设备功能的模具结构形式。例如要充分发挥磨削加工的作用, 则必须设计出合理的镶拼结构。

采用模具标准件以加快模具制造速度是行之有效的方法。在引入 CAD/CAM 等计算机辅助设计系统时, 对模具标准化又提出了新的要求。除零件标准化之外, 还有组合标准化、

设计参数标准化、加工标准化等。

1.3 塑 料

塑料是一种可塑成型材料,它是高分子聚合物为主要成分而组成的混合物,当对其加热、加压时,具有可塑性。合成树脂是塑料的主体。在合成树脂中,加入添加剂,如填充剂、增塑剂、着色剂等,可以得到性能各不相同的塑料品种。因此,塑料的性能主要取决于合成树脂的性能。

1.3.1 塑料的组成和分类

1. 塑料的组成

塑料以合成树脂为主要成分,它由合成树脂和根据不同需要而添加的添加剂所组成。下面分别介绍各组成部分的特性。

1) 合成树脂

合成树脂是高分子聚合物,它是由许许多多结构相同的普通分子组成的大分子,其分子量一般都在 5000~10 000 以上。其原料为煤和石油。合成树脂的合成方法主要有聚合反应和缩聚反应两种。由低分子化合物(单体)结合成高分子化合物时,不放出低分子物质的反应称为聚合反应。聚合反应生成的高聚物有聚氯乙烯、聚苯乙烯和聚乙烯等。由单体相互作用而生成高分子化合物(高聚物)时,同时析出低分子物质的反应过程称为聚缩反应。聚缩反应生成的高聚物有酚醛树脂、氨基树脂和环氧树脂等。

2) 稳定剂

塑料在受到光照、紫外线、氧气和其他条件的影响下会过早老化,为了延长使用寿命,在大多数塑料中都要添加稳定剂,用以减缓或阻止塑料在加工和使用过程中的分解变质。根据稳定剂作用的不同,又分为热稳定剂、抗氧化剂和紫外线吸收剂等。稳定剂的用量(质量分数)一般为塑料的 0.3%~0.5%。

3) 添加剂

为了降低塑料成本,有时在合成树脂中掺杂一些廉价的填充材料。但是,在大多数情况下,添加填充剂的目的是提高塑料的机械强度,改进塑料的性能。塑料的硬度、刚度、冲击强度、电绝缘性、耐热性、成型收缩率等都可以通过添加相应的添加剂而得到改善。填充剂在塑料中约占 40%~70%。

4) 增塑剂

增塑剂用来提高塑料的可塑性和柔软性,有利于加工成型。它是熔点低、沸点较高、能与高聚物相互溶解的有机化合物。理想的增塑剂必须在一定范围内能与合成树脂很好地

相融,并具有良好的耐热、耐光、不燃及无毒等性能。加入的增塑剂会降低塑料的稳定性和机械强度,塑料制品的老化现象就是由增塑剂中的某些挥发物质逐渐从制品中溢出而造成的,因此,应尽可能减少增塑剂在塑料中的含量。常用的增塑剂有邻苯二甲酸二丁脂、磷酸三苯脂和氧化石蜡等。

5) 润滑剂

润滑剂对塑料的表面起润滑作用,防止熔融的塑料在成型过程中黏附在成型设备或模具上,还能改善塑料的流动性,起到使塑料制品表面光亮美观的作用。常用的润滑剂有硬脂酸、石墨、二硫化钼等。

6) 着色剂

合成树脂的本色大都是白色半透明或无色透明的。在工业生产中,常利用着色剂来增加塑料制品的色彩。一般要求着色剂的着色力强、色泽鲜艳、耐热、耐光。常用的着色剂有有机颜料和矿物颜料两类。有机颜料有颜色钠猩红、黄光硫靛红棕、颜料蓝、炭黑等,矿物颜料有铬黄、绛红镉、氧化铬、铝粉末等。

7) 固化剂

固化剂是使高分子树脂由线型结构转变为不熔的体型结构。例如酚醛塑料,其粘结剂是线型结构的酚醛树脂,粉料在加工受热活化后,在六次甲基四胺固化剂的作用下,经缩聚反应,把线型结构交联成体型结构。不同的合成树脂对固化剂的选择不同,如环氧树脂用乙二胺作固化剂。

此外,根据塑料不同的用途,还能在塑料中添加一些其他的添加剂,如发泡剂、抗静电剂和阻燃剂等。塑料还能像金属那样制成“合金”,即把不同品种、不同性能的塑料用机械的方法均匀地掺和在一起(共混改性),或者将不同单体的塑料经过化学处理得到新性能的塑料(聚合改性)。例如,ABS 塑料就是由丙烯腈、丁二烯、苯乙烯三种组成成分制成的三元共聚物。

2. 塑料的分类

塑料的分类方法主要有两种。

1) 按成型性能分类

(1) 热塑性塑料又称受热可溶性塑料

热塑性塑料是由聚合树脂制成,在常温下,它是硬的固体,加热后会变软,冷却后,还会变硬。可反复加工,废品可以回收利用。热塑性塑料可分为无定型塑料和结晶型塑料两类。属于结晶型的常用塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚酰胺(尼龙)等;属于无定型的常用塑料有聚苯乙烯、聚氯乙烯、ABS 等。由于热塑性塑料具有成型工艺简便、生产效率高和高物理机械性能等优点,因此,应用十分广泛,但耐热性和刚度较低。

(2) 热固性塑料又称受热不可熔塑料

在加热时,热固性塑料的化学结构发生了变化,加热时间越长,这种变化程度越深(交

联反应),最后变为很硬的物体(硬化),这种物体不管怎样再加热也不会变软。为一次成型,废品不能回收利用。热固性塑料的耐热变形性能比热塑性塑料好。常见的热固性塑料有酚醛、脲醛、三聚氰胺甲醛、不饱和聚酯等。常温下,变形小,尺寸稳定性好,弹性模量较高,表面硬度较大,具有良好的机械性能。自采用注塑成型新工艺后,效率提高,成本下降,应用广泛。

2) 按用途分类

(1) 通用塑料

通用塑料是指用途最广泛、产量最大、价格最低廉的塑料。现在世界上公认的通用塑料有聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、酚醛(PF)和氨基塑料六大类,它们的产量约占世界塑料总产量的80%。

(2) 工程塑料

工程塑料是指那些可用作工程材料的塑料,主要有ABS、聚酰胺(PA)、聚甲醛(POM)、聚碳酸酯(PC)、聚苯醚(PPO)、聚砜(PSF)和各种增强塑料。

1.3.2 塑料的工艺特性

按成型性能分类,塑料分为热固性塑料和热塑性塑料。下面分别对这两种塑料的工艺特性进行介绍。

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、相对分子质量和配比等不同,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。传递和注塑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、保压时间和填装料形式等对收缩和方向性均有影响。

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如表 1-1 所示。

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,塑件壁越厚,则收缩越大。

(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, 熔料黏度差小, 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, 保压时间长则收缩大, 但方向性明显。

表 1-1 常用热固性塑料的成型特性

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, 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、色泽不均; 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
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℃~180℃, 成型压力为 4 MPa~10 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℃~170℃, 成型压力为 10 MPa~20MPa, 保压时间为 36s/mm

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、表现黏度及流动比(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, 表现黏度小, 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