



内含本书用到的
所有模型文件

深入浅出 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 模具设计

任志华 吴 琦 编著



资深零件和模具设计工程师
倾情力作，凝聚作者多年设计经验与心得体会

以理论与实践相结合的形式
全面、深入地讲解了使用Pro/E进行模具设计的方法和技巧

重点对一模多腔、镶边设计
主分型面、滑块/镶件、斜顶/镶件等
模具设计中的重点知识进行了透彻地讲解

实例丰富典型，且非常具有
针对性和指导性，有利于读者举一反三



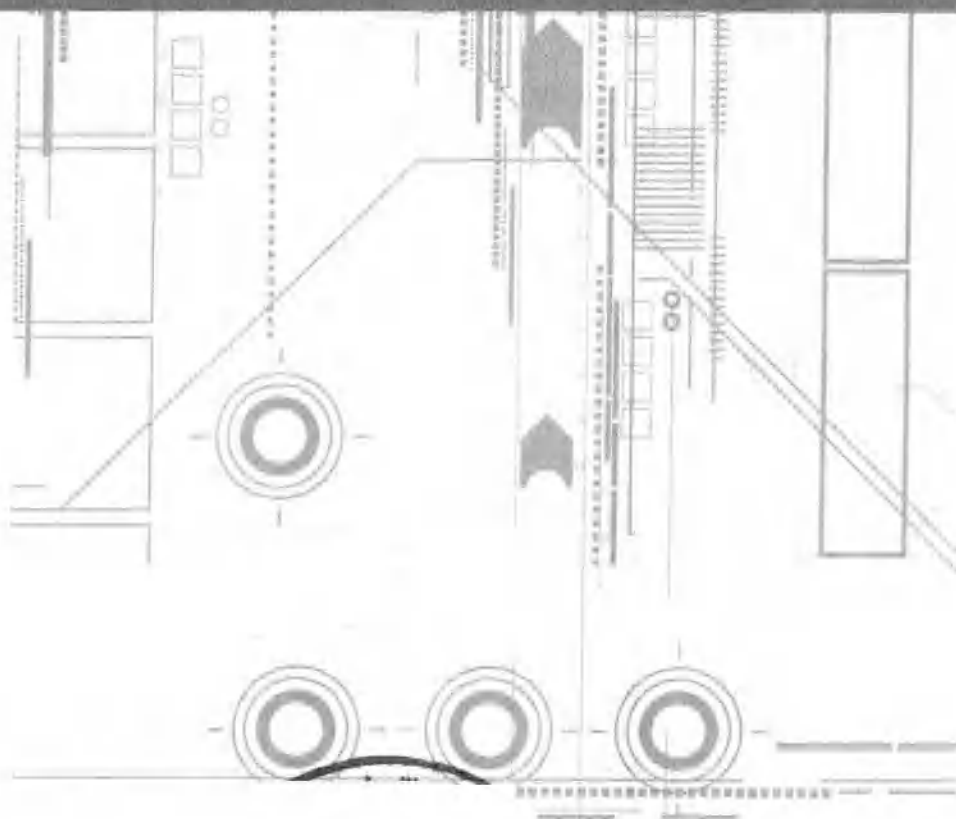
中国电力出版社
www.infopower.com.cn

深入浅出

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0

模具设计

任志华 吴 琦 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内 容 简 介

本书采用基本理论与实例相结合的形式,深入讲解了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 进行模具设计的原理、方法与技巧。全书共 12 章,重点讲解了模具设计的基本操作与流程,模具组件特征的创建原则与方法,模具设计的更改方法和检查步骤以及模具设计专家扩展 EMX 的安装与设置,并通过 7 个实例分别从一模多腔的模具设计、锯齿设计主分型面、滑块/镶件的设计、斜顶/镶件的设计、多个不同参照零件的模具设计、使用体积块进行模具设计、在装配模块内进行模具设计等方面进行了介绍。

本书是一本专门讲解 Pro/ENGINEER 模具设计的书籍,特别注重 Pro/ENGINEER 中分模的方法和技巧,因此读者需要有一定的 Pro/ENGINEER 零件设计基础知识。

本书语言简洁,实例经典,非常适合 Pro/ENGINEER 产品设计和模具设计人员学习,也可供大中专院校相关专业的学生和社会培训班学员参考。

图书在版编目(CIP)数据

深入浅出 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 模具设计/任志华,吴琦编著.—北京:中国电力出版社,2007.5
ISBN 978-7-5083-5390-6

I. 深… II. ①任…②吴… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 028545 号

责任编辑:夏华香

责任校对:崔燕菊

责任印制:李文志

书 名:深入浅出 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 模具设计

编 著:任志华 吴 琦

出版发行:中国电力出版社

地址:北京市三里河路 6 号 邮政编码:100044

电话:(010) 68362602 传真:(010) 68316497

印 刷:北京市同江印刷厂

开本尺寸:185 × 260 印 张:29.25 彩 插:4 页 字 数:717 千字

书 号:ISBN 978-7-5083-5390-6

版 次:2007 年 5 月北京第 1 版

印 次:2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数:0001—4000

定 价:45.00 元(含 1CD)

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



编写本书的目的

模具是生产各种工业产品的重要工艺装备,随着塑料工业的迅速发展以及塑料制品在航空、航天、电子、机械、船舶和汽车等工业部门的推广应用,人们对模具的要求越来越高,传统的模具设计方法已无法适应产品更新换代和提高质量的要求。计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)技术已成为解决塑料产品开发、模具设计及产品加工中这些薄弱环节问题的最有效的途径。Pro/Engineer Wildfire 3.0 正是这样一套完善的 CAD/CAM 解决方案,在各个领域和行业中都得到了广泛的运用。

希望通过本书,能加强读者模具设计的基础知识,提高读者使用 Pro/Engineer 进行模具设计的水平,并对自己的设计工作有一些帮助。

本书内容导读

本书通过基础知识与大量实例相结合的形式,详细介绍了 Pro/Engineer Wildfire 3.0 模具设计的基本原理、方法与技巧。全书共包含 12 章,具体安排如下:

第 1 章为模具设计入门,主要介绍了零件设计和模具设计的一些基本原则。

第 2 章简单介绍了模具设计的基本操作与流程。

第 3~9 章运用实例详细介绍了模具设计的各种方法与技巧,其中包括复制参照零件表面的方式设计分型面、补孔的方式设计分型面、侧面影像曲线和裙边特征的应用、分割工件的方式构建模具体积块、草绘的方式构建模具体积块、滑块和斜顶的设计、镶件的设计以及在装配模块中设计模具。

第 10 章介绍了模具组件特征的创建原则与方法,其中包括流道特征、冷却水线特征和顶针孔特征。

第 11 章介绍了模具设计的更改方法和模具设计的检查步骤。

第 12 章介绍了模具设计专家扩展 EMX 的安装与设置,并运用实例讲述了 EMX 4.1 的使用方法。

本书主要特色

本书的作者根据自己多年的设计工作经验,从系统和实用的角度出发,详细介绍了 Pro/Engineer Wildfire 3.0 模具设计的方法与技巧。主要特色如下:

- (1) 语言简洁, 层次清晰, 操作步骤详细, 对于初学者也非常适用。
 - (2) 实例典型、丰富, 全部来自工程实践, 具有很强的实用性和指导性。
 - (3) 技巧性的内容较多, 并包含模具知识的分析讲解, 有助于读者对模具设计的理解 and 提高。
- 本书与市面上其他同类书所介绍的内容有四大不同点。

(1) 在模具模块中设计分型面的用户界面: 作者主张采用定制屏幕的方式, 直接使用各种工具按钮, 简化了设计分型面的操作步骤, 节省设计时间。市面上其他同类书主张在【分型面】(Parting_surface) 下创建, 也有的主张在【特征】|【型腔组件】|【曲面】下创建。

(2) 在分型面的设计上, 作者主张使用补孔的方式设计分型面, 即分型面不一定是一个大曲面组, 可以由多个小的曲面组共同组成。此种方式的分型面减少了设计分型面的工作量, 同时也极大地减少了参照零件与分型面特征之间的父子关系, 为模具的设计、变更节省了大量的时间, 大大地提高了工作效率。

(3) 介绍了一种全新的模具设计方法: 使用体积块进行模具设计。

(4) 介绍了另一种全新的模具设计方法: 在装配模块内进行模具设计。这给没有购买模具模块的用户带来了一种好的方法进行模具设计。

本书适合广大 Pro/Engineer 的爱好者、产品设计人员和模具设计人员使用, 同时也可作为大中专院校相关专业的学生以及社会相关培训班学员的教材。对于意欲进入结构设计的广大用户来说, 也是一本理想的参考书。

光盘说明

本书配套光盘中, 提供了本书所有实例的模型文件和最终效果文件。读者可以利用所提供的模型进行实例操作, 并与最终效果文件进行对比。配套光盘的结构如下:

- /第 3 章/ 包含第 3 章的实例模型和最终效果文件。
- /第 4 章/ 包含第 4 章的实例模型和最终效果文件。
- /第 5 章/ 包含第 5 章的实例模型和最终效果文件。
- /第 6 章/ 包含第 6 章的实例模型和最终效果文件。
- /第 7 章/ 包含第 7 章的实例模型和最终效果文件。
- /第 8 章/ 包含第 8 章的实例模型和最终效果文件。
- /第 9 章/ 包含第 9 章的实例模型和最终效果文件。
- /第 10 章/ 包含第 10 章的最终效果文件。
- /第 11 章/ 包含第 11 章的最终效果文件。
- /第 12 章/ 包含第 12 章的最终效果文件。

联系我们

读者在阅读此书的过程中如有任何意见和建议, 请与我们联系: ID_ren@sohu.com。

作者

2007 年 3 月

目 录

前言

第1章 模具设计入门

1.1 模具设计概述.....	2
1.2 模具设计的基本流程.....	3
1.3 模具设计的原则.....	5
1.3.1 零件的设计.....	5
1.3.2 分型面的设计.....	9
1.4 模具设计生成的文件.....	12
1.5 小结.....	12

第2章 模具设计基本操作

2.1 准备工作.....	14
2.1.1 零件拔模斜度的检测.....	14
2.1.2 零件壁厚的检测.....	16
2.1.3 零件基准的确立.....	17
2.2 进入模具模块.....	18
2.2.1 新建模具设计文件.....	18
2.2.2 模具模块界面简介.....	19
2.3 添加参照零件.....	19
2.3.1 装配参照零件.....	19
2.3.2 定位参照零件.....	21
2.4 设置收缩率.....	23
2.4.1 按尺寸收缩.....	23
2.4.2 按比例收缩.....	25
2.5 添加工件.....	26
2.5.1 装配工件.....	26
2.5.2 自动创建工件.....	26
2.5.3 手动创建工件.....	28
2.6 设计分型面.....	29
2.6.1 分型面创建命令.....	29
2.6.2 分型面编辑命令.....	30
2.6.3 定制屏幕.....	30
2.6.4 分型面的注意事项.....	32
2.7 构建模具体积块.....	32

2.7.1 分割体积块.....	32
2.7.2 草绘体积块.....	34
2.7.3 聚合体积块.....	35
2.8 抽取模具体积块.....	36
2.9 创建模具组件特征.....	37
2.10 生成浇注元件.....	37
2.11 定义开模动作.....	38
2.12 小结.....	38

第3章 模具设计综合范例一 ——模多腔的模具设计

3.1 实例分析.....	40
3.2 结合排位图确定零件的基准.....	40
3.3 新建模具设计文件.....	43
3.4 添加参照零件.....	44
3.5 设置收缩率.....	47
3.6 添加工件.....	48
3.7 设计分型面.....	51
3.8 构建模具体积块.....	68
3.9 抽取模具体积块.....	70
3.10 定义开模动作.....	72
3.11 小结.....	74

第4章 模具设计综合范例二 ——使用裙边设计主分型面

4.1 实例分析.....	76
4.2 结合排位图确定零件的基准.....	76
4.3 新建模具设计文件.....	80
4.4 添加参照零件.....	80
4.5 设置收缩率.....	83
4.6 添加工件.....	84
4.7 设计分型面.....	86
4.8 构建模具体积块.....	104
4.9 抽取模具体积块.....	107
4.10 定义开模动作.....	108

4.11 小结.....	110
--------------	-----

第5章 模具设计综合范例三 ——滑块、镶件的设计

5.1 实例分析.....	112
5.2 确定零件的基准.....	112
5.3 新建模具设计文件.....	115
5.4 添加参照零件.....	116
5.5 设置收缩率.....	118
5.6 添加工件.....	119
5.7 设计分型面.....	122
5.8 构建模具体积块.....	182
5.9 抽取模具体积块.....	193
5.10 镶件的设计.....	199
5.11 定义开模动作.....	205
5.12 小结.....	209

第6章 模具设计范例四 ——斜顶、镶件的设计

6.1 实例分析.....	212
6.2 确定零件的基准.....	212
6.3 新建模具设计文件.....	215
6.4 添加参照零件.....	216
6.5 设置收缩率.....	217
6.6 添加工件.....	218
6.7 设计分型面.....	220
6.8 构建模具体积块.....	244
6.9 抽取模具体积块.....	256
6.10 定义开模动作.....	260
6.11 小结.....	262

第7章 模具设计综合范例五——多个 不同参照零件的模具设计

7.1 实例分析.....	264
7.2 确定零件的基准.....	264
7.3 新建模具设计文件.....	269
7.4 添加参照零件.....	270
7.5 设置收缩率.....	273
7.6 添加工件.....	275
7.7 设计分型面.....	277
7.8 构建模具体积块.....	304
7.9 抽取模具体积块.....	307

7.10 定义开模动作.....	310
7.11 小结.....	312

第8章 模具设计综合范例六 ——使用体积块进行模具设计

8.1 使用体积块进行模具设计概述.....	314
8.2 实例分析.....	314
8.3 确定零件的基准.....	314
8.4 新建模具设计文件.....	317
8.5 添加参照零件.....	317
8.6 设置收缩率.....	319
8.7 添加工件.....	320
8.8 构建模具体积块.....	322
8.9 抽取模具体积块.....	363
8.10 定义开模动作.....	364
8.11 小结.....	366

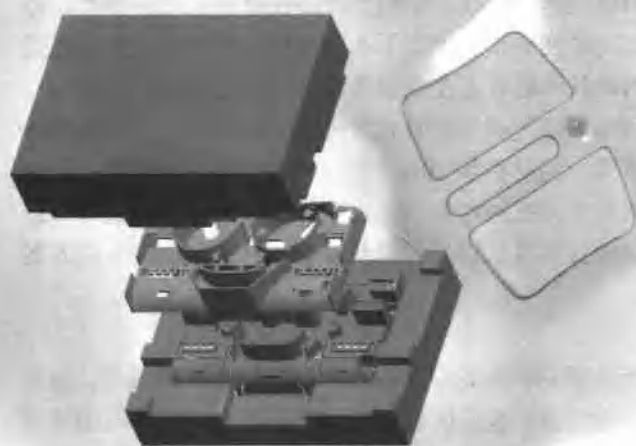
第9章 模具设计综合范例七 ——在装配模块内进行模具设计

9.1 在装配模块内进行模具设计概述.....	368
9.2 确定零件的基准.....	368
9.3 在零件模式下创建参照零件.....	370
9.4 在零件模式下设置收缩率.....	373
9.5 新建装配文件.....	374
9.6 在装配模块内添加参照零件.....	375
9.7 在装配模块中设计分型面.....	379
9.8 在装配模块中创建模具元件.....	379
9.9 在装配模块中定义开模动作.....	385
9.10 小结.....	388

第10章 模具组件特征

10.1 组件特征.....	390
10.2 流道的设计.....	390
10.2.1 流道的设计原则.....	390
10.2.2 在模具模块中创建流道.....	391
10.2.3 在零件模块中创建流道.....	395
10.3 水线的设计.....	397
10.3.1 水线的设计原则.....	397
10.3.2 在模具模块中创建水线.....	398
10.4 顶针孔的设计.....	402
10.4.1 顶针孔的设计原则.....	402
10.4.2 在模具模块中创建顶针孔.....	403

10.5 小结	406	11.3.1 基本参数的检查	422
第 11 章 模具设计的更改与检查		11.3.2 模具结构的检查	423
11.1 模具设计的更改	408	11.4 小结	423
11.1.1 根据设计零件改模	408	第 12 章 EMX 的安装与应用	
11.1.2 直接修改模具元件	412	12.1 EMX 简介	426
11.1.3 生成浇注元件	418	12.2 EMX 的安装与设置	427
11.2 模具模型的精度	419	12.2.1 EMX 的安装	427
11.2.1 更改相对精度	419	12.2.2 EMX 的设置	429
11.2.2 更改绝对精度	420	12.3 EMX 的应用	431
11.3 模具设计的检查	422	12.4 小结	458



第 1 章

模具设计入门

本章学习要点

- ✎ 零件基准坐标系的建立
- ✎ 多个不同参照零件的排布
- ✎ 手动方式添加工件
- ✎ 补孔的方式设计分型面
- ✎ 模具体积块的构建

1.1 模具设计概述

产品是企业的生命线，而模具设计所消耗的时间往往会影响到产品在市场上的竞争力。为了应对近年来注塑模行业中的变化，为了在这多变的市场中立于不败之地，模具制造者需要找到创新的方式来赢得新的业务。很多成功的模具制造者正在承揽客户难以外包到海外的设计工作。此类工作不仅包括制造重型模具（在国际间运输重型模具代价高昂），而且包括制造复杂的模具和需要尖端工程技术专长和协作的模具。向这种类型的工作转轨可能是挑战性的，但如果有了适当的CAD/CAM解决方案，这种调整就会更加容易，而且它可以带给模具制造者一直在寻求的市场竞争力。Pro/Engineer中的模具设计工具从设计构思到制成零件使用全套解决方案为企业赢得竞争优势。

1. 更好的报价过程

今天很多精密和复杂的模具的设计过程很难分析，这使得报价过程也成为一种挑战。如果报价太高，就可能无法赢得业务，但如果报价太低，企业的盈利能力就会受损。当今的2D模具图纸经常造成报价过程的延误，原因是要彻底理解设计很费时间。

Pro/Engineer这样强大的3D CAD工具提供了迅速而准确的分析零件以及制定报价的精确能力。Pro/Engineer包含广泛的数据交换工具，可以轻而易举地从几乎任何来源导入几何。一旦将模型导入Pro/Engineer，此软件的剖面 and 透视图的工具便能轻松分析模型，通过检查其特征（诸如体积、厚度和最小半径）就可迅速分析制造该模型的可行性。有了这样精确的分析工具，用户可以毫不费力地获得对模具制造要求的透彻理解，从而作出更准确的报价。

2. 设计更快，交货更快

能使项目报价变得更容易的工具，也能使模具设计变得更容易。Pro/Engineer有很强的几何导入能力，能从几乎所有来源导入几何，这意味着不必重新创建任何数据，从而可节省用在创建型芯和型腔上的时间。此外，用户可以通过分析拔模和底切来解决几何方面的问题。

Pro/Engineer通过自动计算分型线和分型面可节省更多的时间。

Pro/Engineer能进行开模干涉检查和水线间隙检查，使得在设计过程早期就发现制造中的问题变得简单了，而这时变更设计仍很容易，代价不高。如果有必要变更设计，无论在设计周期多晚的时候变更，Pro/Engineer的相关性都使得变更很容易实施。对于每处零件变更，设计的所有其他方面（诸如模具设计、分析数据和制造信息）都将自动更新而且几乎不会出错，从而节省了设计的时间。此外，“一处变更，处处更新”的能力使得工程设计和制造同步进行成为可能，带来的好处是优化了产品开发过程和最大限度地降低成本。

有了这么多自动功能，用户将能更快地设计模具，并且可以向客户承诺显著缩短的研制周期。通过满足或接受客户提出的很短的交货期限，可以获得明显的竞争优势并赢得更多的业务。

3. 为客户省钱

如今，如果模具制造者的客户为了模具的设计和制造需要同时和多家供应商打交道，那不仅要多花钱，而且要多花时间才能完成工作。能向客户提供全套3D设计和制造能力的模具设计公司拥有明显的竞争优势。利用Pro/Engineer，模具制造者将获得该能力。Pro/Engineer是完整集成了从设计构思到制成零件功能的CAD解决方案，它使用户能设计模具、分析模具和制造模具。利用软件解决方案中如此之高的灵活性，用户能为客户提供更加完善的服务。

使用Pro/Engineer可以进行塑料流动分析、发现潜在问题（诸如气泡）和优化浇口位置。这种前期模拟减少了在模具制造中费钱费时的返工，而且用户可以使用Pro/Engineer中的制造工具，利用CAD数据自动生成加工信息。在做所有这些工作时，不会因为多个程序之间转换数据而浪费宝贵的时间。模具制造者可以利用Pro/Engineer中先进的制造和建模工具，通过消除很多单调、乏味且费时的任务来简化工作。

4. 建立更好的客户关系

为计划装配到大而复杂的模块或子系统零件进行模具设计时，模具制造者必须掌握非常精确的公差，以确保所有元件能装配到一起。为了确保紧密配合，系统元件和模具设计的不问制造商需要经常沟通协商。对客户而言，在离自己较近的地方做此类工作很有意义。

同样，那些需要工程部门的更多介入并要求严密控制制造工艺的模具，最好能在离最终产品装配地较近的地方采购。类似这样的工作再一次要求模具制造者在业务上做到精益求精、随机应变。对于有能力与客户和供应商密切协作的模具制造者，他们在争取赢得项目的竞争中将处于有利地位。促进这种协作的解决方案能为模具制造者提供明显的竞争优势。

从设计构思到零件制成，Pro/Engineer为模具制造者提供需要的解决方案，让用户在当今快速变化、竞争激烈的市场上立于不败之地。Pro/Engineer为模具制造者提供的解决方案包括以下几种：

(1) Pro/Engineer模具设计（Pro/Engineer Tool Design）。它为模具设计者提供了使用自动化功能快速创建和修改完整模具装配的工具。

(2) Pro/Engineer完整模具设计（Pro/Engineer Complete Mold Design）。它是一个价值非凡的软件包，结合了Pro/Engineer模具设计和模架设计专家软件的功能。

(3) Pro/Engineer模架设计专家（Pro/Engineer Expert Moldbase）。利用此基于知识的软件，自动完成模架设计和细化的所有阶段，并可获取公司的最佳实践。

(4) Pro/Engineer级进模（Pro/Engineer Progressive Die）。它使用基于知识的软件，通过自动化设计和细化级进模来获取最佳业务实践，该软件包能够自动完成级进模设计和细化的所有阶段。

(5) Pro/Engineer塑料顾问（Pro/Engineer Plastic Advisor）。它能模拟塑料零件的注射过程，通过显示材料选择、浇口位置以及设计的几何如何影响填充率、流动路径和制造工艺的其他特征来改进产品质量。

1.2 模具设计的基本流程

在Pro/Engineer的模具模块中，用户可以创建、分析和修改模具的各个元件及其组件，并可以根据设计模型中的变化对它们进行快速修改。模具的一般流程如图1-1所示。

Step 1 零件设计。零件设计是在Pro/Engineer的零件模块中完成的，设计完成的零件称之为设计零件。如果设计零件涉及到装配，还需运

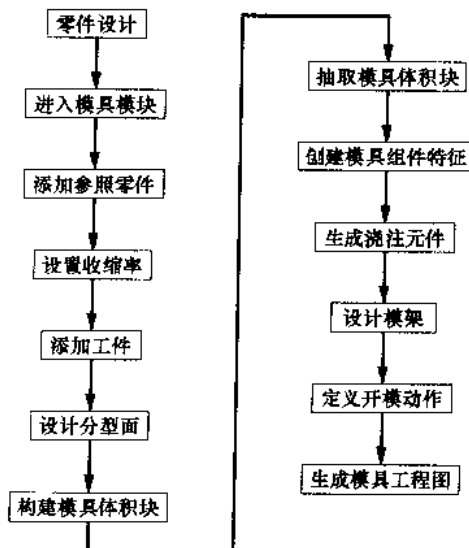


图 1-1 模具设计的基本流程

用到 Pro/Engineer 的装配模块。

- Step 2** 进入模具模块。在对设计零件进行模具设计时，需要创建一个模具设计文件，然后利用 Pro/Engineer 模具模块的功能进行模具的设计。
- Step 3** 添加参照零件。参照零件是用作模具设计的模型，它是由设计零件产生的。模具设计时所创建的分型面以及模具型腔的形成，都是以参照零件为基础。这一般是通过装配或定位的方式将设计零件添加到模具组件中，从而生成新的参照零件。
- Step 4** 设置收缩率。由于热胀冷缩，液态的塑料冷却成型后尺寸会变小，为了使制造出来的制品合乎尺寸要求，必须在设计和制造模具时将型腔放大一点，这是通过在参照零件中创建收缩特征来实现的。
- Step 5** 添加工件。工件代表直接参与熔融材料成型的模具元件整个体积。工件可以采用标准的整体尺寸以适合标准基础，或者进行定制来容纳设计模型的几何。在模具模块中，可以使用自动或手动的方式添加工件。
- Step 6** 设计分型面。分型面也称分模面，它是用多种方法建立的曲面特征。在进行模具设计时，需根据参照模型的结构以及客户的要求设计出合理的分型面。分型面的作用一般是用来分割工件或现有体积块的，从而构建出新的模具体积块。
- Step 7** 构建模具体积块。模具体积块没有实体材料，它由位于工件模型中的封闭体积块空间中的曲面组成。在整个处理过程中，体积块是从工件以及参照模型几何到最终抽取元件的中间步骤。模具体积块通常是利用设计完成的分型面分割工件而形成的。另外，还可以利用草绘和聚合的方式来创建模具体积块。
- Step 8** 抽取模具体积块。将构建完成的模具体积块抽取出来，以生成实体的模具组件。此组件已属于 Pro/Engineer 零件，可以使用零件模块对其进行修改，也可以将其用于 NC 加工。
- Step 9** 创建模具组件特征。生成模具元件以后，可以利用模具模块中的型腔组件特征工具创建模具组件特征。常用的模具组件特征包括模具流道特征、冷却水线特征和顶针孔特征。
- Step 10** 生成浇注元件。浇注元件是用熔融材料填充模具来产生的实际制模或铸件，它包含了流道和浇口的材料。生成的浇注元件可在仿真模具打开时用于干涉的检查，也可用于计算材料的回收率。
- Step 11** 设计模架。可利用 Pro/Engineer 模架设计专家进行模架的设计。Pro/Engineer 模架设计专家拥有智能模架组件和元件自动功能，它提供的不只是一个丰富知识型的模架和零件数据库，而且包括多种不同厂商的标准、非标准以及客户自定义标准的零件。用户可以在纯三维的环境下设计任何形状模架。
- Step 12** 定义开模动作。模具设计完成以后，可以通过定义模具的开模动作来检查模具结构的正确性。利用 Pro/Engineer 模架设计专家，可以自动检查模具运动过程中各元件之间的干涉，并可生成开模动画。
- Step 13** 生成模具工程图。可利用绘图模块生成模具工程图，以备生产的需要。

1.3 模具设计的原则

1.3.1 零件的设计

为了能顺利地设计出合格的模具,应该先设计出适合模具加工的零件。零件设计是否合理,主要从以下几个方面来考虑。

一、出模角

塑料产品在设计上通常会为了能够轻易地使产品由模具脱离出来而需要在边缘的内侧和外侧各设有一个倾斜角,即出模角。如果产品附有垂直外壁并且与开模方向相同,则模具在塑料成型后需要很大的开模力才能打开。而且在模具打开后,产品脱离模具的过程也会十分困难。如果该产品在产品设计的过程中已预留出模角,并且所有接触产品的模具元件在加工过程中经过抛光,那么脱模就变成轻而易举的事情。因此,出模角的考虑在产品设计的过程中是不可或缺的。

因注塑件冷却收缩后多附在凸模上,为了使产品的壁厚均匀并且防止产品在开模后附在较热的凹模上,出模角对应于凹模及凸模是应该相等的。不过,在特殊情况下,如果要求产品在开模后附在凹模上,可将产品接触凹模部分的出模角尽量减小,或刻意在凹模加上适量的倒扣位。

出模角的大小没有一定的规则,多数是凭经验和依照产品的深度来决定的。此外,成型的方式壁厚和塑料的选择也在考虑之列。一般来说,高度抛光的外壁可使用 $1/8$ 度或 $1/4$ 度的出模角,深入或附有织纹的产品要求出模角做相应的增加。如果产品的某些部位在模具上是插穿的,那么这些部位的出模角最好在 3° 以上。此外,当产品需要长而深的肋骨及较小的出模角时,顶针的设计须有特别的处理,如图1-2所示。

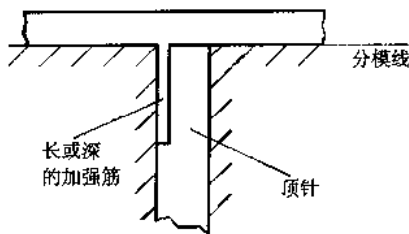


图 1-2 长而深加强筋的顶针设计

二、壁厚

壁厚的大小取决于产品需要承受的外力、是否作为其他零件的支撑、承接柱位的数量、伸出部分的多少以及选用的塑料材料而定。从经济角度来看,过厚的产品不但增加物料成本,而且延长生产周期和冷却时间,从而增加生产成本。从产品设计角度来看,过厚的产品会增加产生空穴和气孔的可能性,大大削弱产品的刚性及强度。

最理想的壁厚分布无疑是切面在任何一个地方都是均一的厚度,但为满足功能上的需求以致壁厚有所改变是不可避免的。在此情形下,由厚胶料的地方过渡到薄胶料的地方应尽可能顺滑。太突然的壁厚过渡转变会导致因冷却速度不同和产生乱流而造成尺寸不稳定和其他一些表面问题。

此外,采用固化成型的生产方法时,流道、浇口和部件的设计应使塑料由厚胶料的地方流向薄胶料的地方。这样使模腔内有适当的压力,以减少在厚胶料的地方出现缩水以及避免模腔不能完全充填的现象。若塑料的流动方向是从薄胶料的地方流向厚胶料的地方,则应采用结构性发泡的生产方法来降低模腔压力。

1. 平面准则

在大部分热融过程中,包括挤压和固化成型,均一的壁厚是非常重要的。厚胶的地方比旁边薄胶的地方冷却得慢,并且相接的地方在浇口凝固后会出现收缩痕。更严重的会导致产生缩水印、热内应力、挠曲部分歪曲、颜色不同或不同透明度。如果由厚胶的地方渐变成薄胶的设计是不可

避免的,那么应尽量设计成渐次的改变,并且壁厚的比例不超过3:1,如图1-3所示。

2. 转角准则

壁厚均匀的准则在转角的地方也同样需要,以免冷却时间不一致。冷却时间长的地方就会有收缩现象,因而发生部件变形和挠曲。此外,尖锐的转角部位通常会导致部件有缺陷和应力集中,尖角的位置也常在电镀过程后引起不希望的物料聚积。应力集中的地方会在受负载或撞击的时候破裂。较大的圆角提供了这种缺点的解决方法,不但可以减少应力集中的因素,而且令塑料流动更顺畅,令成品脱模更容易,如图1-4所示。

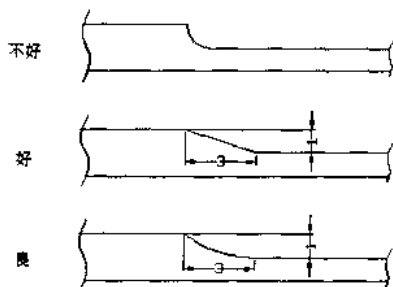


图 1-3 平面准则

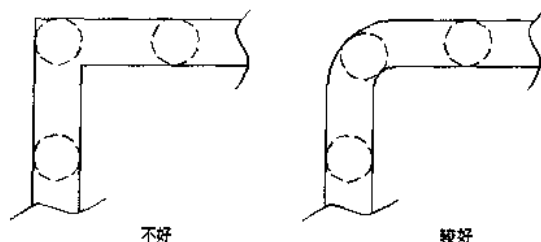


图 1-4 转角准则

3. 壁厚限制

不同的塑料有不同的流动性。胶位过厚的地方会有收缩现象,胶位过薄的地方塑料不易流过。常用的塑料可采用的壁厚范围如图1-5所示。

材 料	最薄 mm (inch)	平均 mm (inch)	最厚 mm (inch)
Acetal POM	0.4(0.015)	1.6(0.062)	3.2(0.125)
ABS	0.8(0.030)	2.3(0.090)	3.2(0.125)
Acrylic - PMMA	0.6(0.025)	2.4(0.093)	6.4(0.250)
Cellulose - CE	0.6(0.025)	1.9(0.075)	4.8(0.187)
FEP	0.25(0.010)	0.9(0.035)	12.7(0.500)
Nylon - PA	0.4(0.015)	1.6(0.062)	3.2(0.125)
Polycarbonate - PC	0.1(0.040)	2.4(0.093)	9.5(0.375)
Polyethylene(LD) - LDPE	0.5(0.020)	1.6(0.062)	6.4(0.250)
Polyethylene(HD) - HDPE	0.9(0.035)	1.6(0.062)	6.4(0.250)
Ethylene vinyl acetate - EVA	0.5(0.020)	1.6(0.062)	3.2(0.125)
Polypropylene - PP	0.6(0.025)	2.0(0.080)	7.6(0.300)
Polysulfone - PSU	1.0(0.040)	2.5(0.100)	9.5(0.375)
Modified - PPO	0.8(0.030)	2.0(0.080)	9.5(0.375)
Polystyrene - PS	0.8(0.030)	1.6(0.062)	6.4(0.250)
SAN	0.8(0.030)	1.6(0.062)	6.4(0.250)
硬 PVC	1.0(0.040)	2.4(0.093)	9.5(0.375)
Polyurethane - PU	0.6(0.025)	12.7(0.500)	38(1.500)

图 1-5 塑料采用的壁厚范围

另外,大部分厚胶的设计可以使用加强筋或改变横切面的形状来加以改善。这种方式可节省物料和生产成本,改善后的设计更可保留与原来设计相当的刚性、强度以及功能。如图 1-6 所示,图中列出了几种壁厚的改善方式。

三、加强筋

加强筋在塑料部件上是不可或缺的功能部分。加强筋可有效地增加产品的刚性和强度而无需大幅度增加产品切面面积,对一些经常受到压力、扭力、弯曲的塑料产品尤其适用。此外,加强筋更可充当内部流道,有助于模腔的充填,对帮助塑料流入部件的支节部分有很大的作用。

加强筋一般被放在塑料产品的非接触面,其伸展方向应跟随产品最大应力和最大偏移量的方向。选择加强筋的位置也受制于一些生产上的考虑,如模腔充填、缩水以及脱模等。加强筋的长度可与产品的长度一致,两端相接产品的外壁,或只占据产品部分的长度,用以局部增加产品的刚性。如果加强筋没有接上产品外壁,末端部分也不应突然终止,应该逐渐将高度减低,直至完结,从而减少出现困气、填充不满及烧焦痕等问题,如图 1-7 所示。

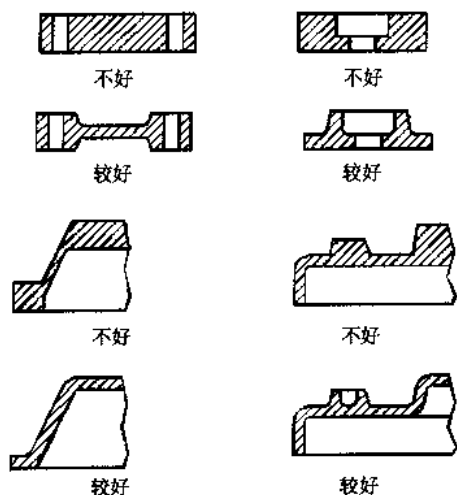


图 1-6 壁厚的设计改善

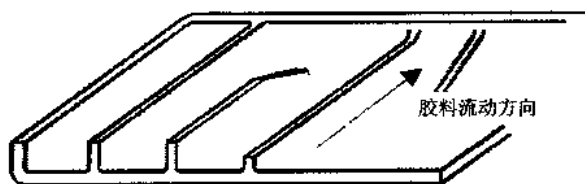


图 1-7 加强筋的设计

加强筋的两侧必须加上出模角以减低脱模顶出时的摩擦力,底部与产品相连的位置必须加上圆角以消除应力过分集中的现象。圆角的设计也给予流道渐变的形状,使模腔充填更为流畅。此外,加强筋底部的宽度必须比相连外壁的厚度小。当使用多条加强筋时,加强筋之间的距离必须比相接外壁的厚度大。过厚的加强筋设计容易产生缩水纹、空穴、变形挠曲及夹水纹等现象,也会加长生产周期,增加生产成本。

从生产的角度考虑,使用大量短而窄的加强筋较使用数个深而阔的加强筋更好。模具生产时,加强筋的宽度、深度和数量应尽量留有余额。当试模过程中发觉产品的刚性及强度有所不足时,可适当增加加强筋的宽度、深度或数量。

四、支柱

支柱是用以装配产品、隔开对象以及支撑承托其他零件的。空心的支柱可以用来嵌入零件、收紧螺丝等。这些应用均要有足够的强度支持压力而不致于破裂。

支柱尽量不要单独使用,应尽量连接至外壁或与加强筋一同使用,目的是加强支柱的强度

及使胶料流动更顺畅。此外,过高的支柱会导致塑料部件成型时困气,所以支柱高度一般不要超过支柱直径的2.5倍。加强支柱的方法(尤其是远离外壁的支柱)除了可使用加强筋外,三角加强块的使用也十分常见。

一个质量好的螺丝/支柱设计组合取决于螺丝的机械特性以及支柱孔的设计。一般塑料产品的料厚尺寸是不足以承受大部分紧固件产生的应力的。从装配的考虑来看,局部增加胶料厚度是有必要的。但是,这会导致一些不良的影响,如形成缩水痕、空穴或增加内应力等。因此,支柱的导入孔及穿孔的位置应与产品外壁保持一段距离。支柱可远离外壁独立而处,或使用加强筋连接外壁。后者不但可以增加支柱的强度以支撑更大的扭力及弯曲的外力,更有助于胶料填充以及减少因困气而出现烧焦的情况,如图1-8所示。同样理由,远离外壁的支柱也应辅以三角加强块,三角加强块对改善薄壁支柱的胶料流动特别适用。

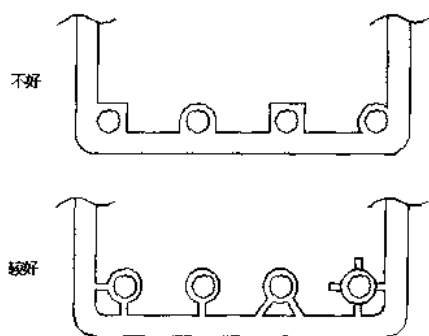


图1-8 支柱的设计

支柱的强度及抵受外力的能力随着增加底部弧度尺寸或壁厚尺寸而增加,但是这些均不利于收缩痕的减少。因此,支柱的设计需要从这两方面取得平衡。

五、洞孔

在塑料件上开孔使其和其他部件相接合或增加产品功能上的组合是常用的手法,洞孔的大小及位置应尽量不会对产品的强度构成影响或增加生产的复杂性。一般来说,相连洞孔的距离或洞孔与相邻直边之间的距离不可少于洞孔的直径。与此同时,洞孔的壁厚理应尽量大,否则穿孔位置容易产生断裂的情况。要是洞孔内附有螺纹,设计上的要求即变得复杂,因为螺纹的位置容易形成应力集中的地方。以下是在设计各种洞孔时需要考虑的因素。

1. 穿孔

从装配的角度来看,穿孔的应用比盲孔多,而且比盲孔容易生产。从模具设计的角度来看,穿孔的设计在结构上也较有优势。穿孔的做法可以是靠单根镶针两端同时固定在模具上,或两根镶针相接而各有一端固定在模具上。一般来说,第一种方法是比较好的,因为用来穿孔成型的镶针的两端均可受到支撑。应用第二种方法时,两根镶针的直径应稍有不同,以避免因为两根镶针轴心稍有偏差而引致产品出现倒扣的情况,而且相接的两个端面必须磨平。

2. 盲孔

盲孔也是靠模具上的镶针形成的,而镶针的设计只能单边支撑在模具上,因此容易受到熔融塑料的冲击而弯曲变形,所以镶针的长度不能过长。一般来说,盲孔的深度只限于直径的两倍。如果盲孔的直径小于1.5mm,盲孔的深度就更不应大于直径的尺寸。

3. 侧孔

侧孔往往会增加模具设计上的困难,特别是当侧孔的方向与开模的方向成直角时,因为侧孔容易形成塑料产品上的倒扣部分。一般的方法是使用侧向抽芯的方式来加工此类孔。但这样需要增加侧向分型机构,导致模具的结构较为复杂以及模具的制造成本较高。此外,因为模具必须先侧向抽芯才可脱模,所以生产的时间也会相应增加。

在产品外观及装配不受影响的情况下,此问题可以通过增加侧孔壁的角度,或以两级的孔取代原来的侧孔以消除倒扣来解决。这样侧孔就可以直接通过凹凸模插穿来形成,如图1-9所示。

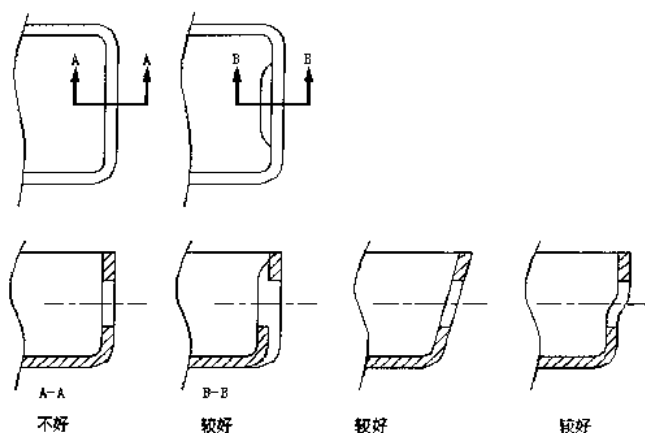


图 1-9 消除侧孔倒扣的方法

4. 多级孔

在加工多个不同直径但相连的孔时，孔可容许的深度比单一直径的孔长。此外，在产品允许的情况下，将产品的部分孔位掏空，也可有效缩短孔的深度，如图 1-10 所示。

5. 洞孔的边缘

在产品允许的情况下，洞孔的边缘应最少预留 0.4mm 的直身位，如图 1-11 所示。这样更有利于实际的生产和加工。

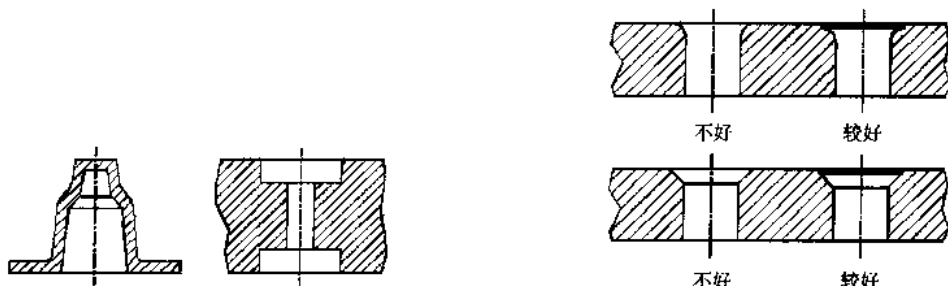


图 1-10 多级孔的设计

图 1-11 洞孔边缘的设计

六、公差

大部分的塑料产品可以达到高精密配合的尺寸公差，而一些收缩率高及一些软性材料则比较难以控制。公差的精密度高，产品质量相对提高。但随之而来的是增加了成本和为达到要求而花更多的时间。因此在产品设计过程中要考虑产品的使用环境、塑料材料、产品形状等来设置公差的严紧度。配合、精密和美观是要同时能在产品上发挥出来的。

1.3.2 分型面的设计

为了使注塑完成的零件能从模具中取出，模具型腔必须分成两块或更多的体积块，形成凹凸模，或者称为动定模。将凹凸模分开的面称为分型面。在设计分型面时，必须注意以下几点：

Step 1 尽量不要通过有外观要求的表面，以免影响零件的外观。如图 1-12 所示，为了满足零件的外观要求，没有采用简单的动定模设计，而使用了较复杂的滑块设计。