

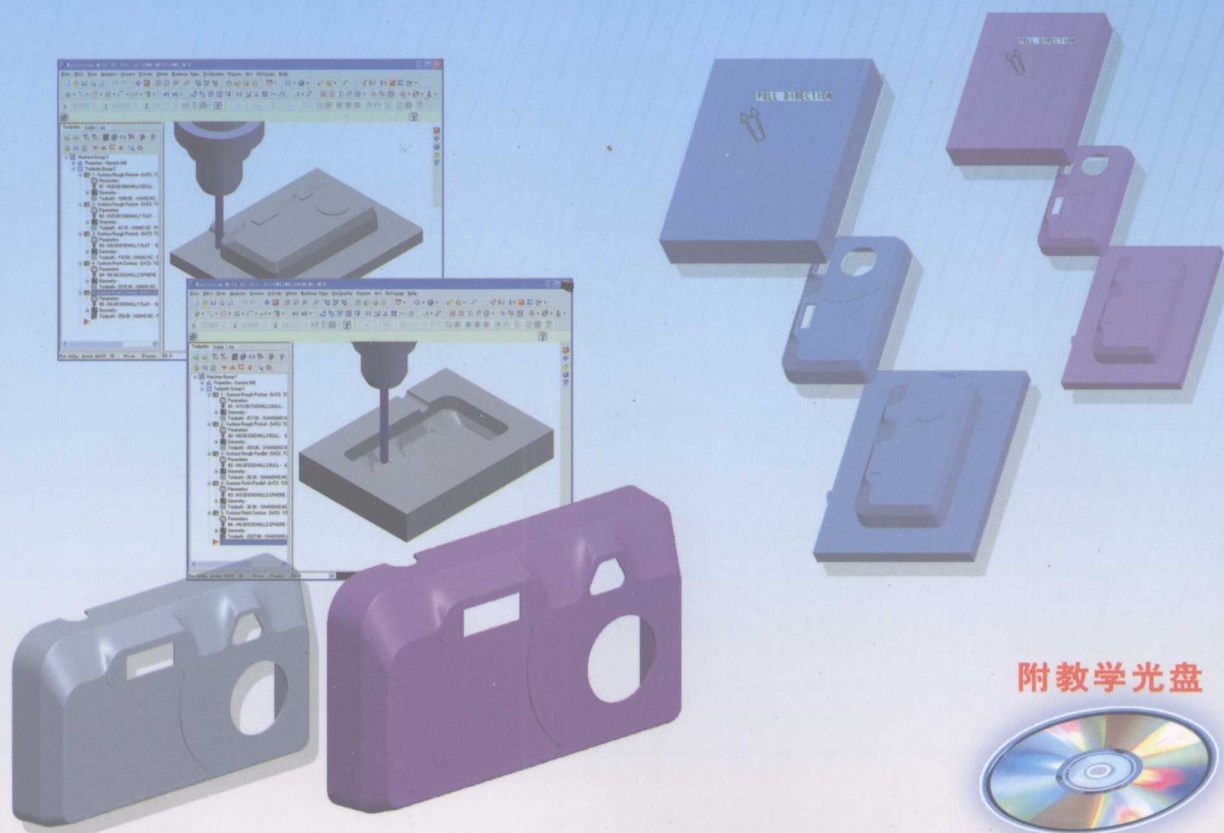
Pro/ENGINEER

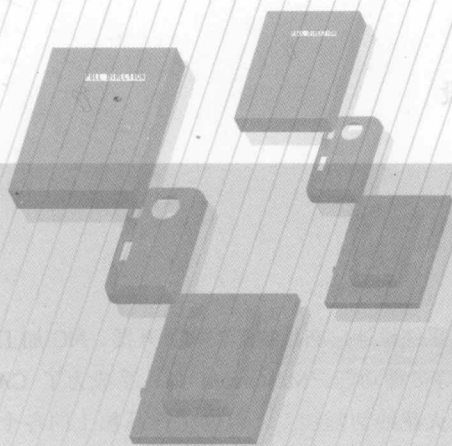
模具设计与

Mastercam

数控加工 (第二版)

何满才 编著





Pro/ENGINEER 模具设计与 Mastercam 数控加工 (第二版)

何满才 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 模具设计与 Mastercam 数控加工 / 何满才
编著. —2版. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 2
ISBN 978-7-115-19231-8

I. P… II. 何… III. ①模具—计算机辅助设计—应用
软件, Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 ②数控机床—程序设
计—应用软件, Mastercam 9.0 IV. TG76-39 TG659

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第180555号

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 是目前非常流行的三维设计软件, 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。Mastercam 则几乎成为了 CAM (计算机辅助制造) 的代名词, 从数控车到数控铣, 再到电火花线切割加工, 包含了产品加工的各个环节。合理利用 Pro/ENGINEER 和 Mastercam 可以大大缩短用户开发和制造产品的时间。

本书以实例形式详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 和 Mastercam X2 两者相结合在三维造型设计、模具设计及数控加工方面的应用。随书附带的光盘中给出了每个实例操作的动画教学文件, 通过对本书和配套光盘的学习, 能够使读者理解并掌握 Pro/ENGINEER 的三维造型理念、模具设计方法及 Mastercam 强大的数控加工功能。

本书可作为高等院校相关专业及各类 CAD/CAM 培训班的辅助教材, 也可作为工业造型人员及模具数控编程人员的参考用书。

Pro/ENGINEER 模具设计与 Mastercam 数控加工 (第二版)

◆ 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>

北京鸿佳印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 20.5

字数: 498 千字

印数: 10 001—13 500 册

2009 年 2 月第 2 版

2009 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-19231-8/TP

定价: 42.00 元 (附光盘)

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

反盗版热线: (010) 67171154

关于本书

本书内容和特点

随着计算机技术的迅猛发展, 工业设计领域的 CAD/CAM 软件也得到了前所未有的发展, 各种三维 CAD/CAM 软件应运而生, 且各具特色。其中, 美国 PTC 公司开发的 Pro/ENGINEER 软件和 CNC Software 公司开发的 Mastercam 软件表现得特别突出: Pro/ENGINEER 软件“参数化”及“单一数据库”的设计理念使产品的设计与更改简易、灵活, Mastercam 软件强大的二维、三维加工功能使工程技术人员设计的复杂产品更容易实现。

本书以实例形式详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 和 Mastercam X2 两者相结合在三维造型设计、模具设计及数控加工方面的应用。随书附带的光盘中给出了每个实例操作的动画教学文件。通过对本书和配套光盘的学习, 能够使读者理解并掌握 Pro/ENGINEER 的三维造型理念、模具设计方法及 Mastercam 强大的数控加工功能。

读者对象

本书可作为高等院校相关专业及各类 CAD/CAM 培训班的辅助教材, 也可作为工业造型人员及模具数控编程人员的参考用书。

本书附盘内容

为了方便读者学习, 本书附带一张光盘, 主要内容介绍如下:

- “结果文件”文件夹中的文件为书中每个实例的操作结果文件, 读者可以用相关软件打开文件, 查看实例的最终结果;
- “动画教学”文件夹中的文件为书中每个实例操作过程的动画教学文件, 读者可以直接将其打开, 学习实例的操作方法。

注意: 播放文件前要安装光盘根目录下的“tscc.exe”插件。

本书约定

为了叙述方便, 本书在叙述命令调用时, 采用了如下写法:

- (1) 在叙述 Pro/ENGINEER 系统命令的调用时, “选择菜单管理器中的【模具模型】/【创建】/【工件】/【手动】命令”, 其含义是先用鼠标左键单击菜单管理器中的【模具模型】命令, 然后在出现的【模具模型】菜单中单击【创建】命令, 再单击【创建】菜单中的【工件】命令, 最后单击【工件】菜单中的【手动】命令;
- (2) 在叙述 Mastercam 系统命令的调用时, “选择菜单栏中的【Toolpaths】/【Surface Rough】/【Rough Pocket Toolpath】命令”, 其含义是先用鼠标左键单击菜单栏中的【Toolpaths】命令, 然后在出现的【Toolpaths】菜单中单击

【Surface Rough】命令，再单击【Surface Rough】菜单中的【Rough Pocket Toolpath】命令。

本书由何满才主笔，参与编写和审校的人员有曾辉、谢春燕、朱建江、何玉芬、谢平霞、祝融峰、谢桂红、全晓雪、祝彩霞、谢桂军、全晓霞、胡兰美、何小力和谢云军等。

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

电子函件：3dhmc@163.com（作者），liyongtao@ptpress.com.cn（责任编辑）。

作者

2008年11月

目 录

第 1 章	概述	1
1.1	Pro/ENGINEER 系统简介	1
1.2	Mastercam 系统简介	3
1.3	Pro/ENGINEER 模具设计与 Mastercam 数控加工简介	4
第 2 章	数码相机面壳模具设计与加工	5
2.1	设计与加工任务	5
2.2	设计前的准备	6
2.3	产品三维造型	7
2.4	模具设计	20
2.4.1	调入模具参照模型	21
2.4.2	设置收缩率	24
2.4.3	设计毛坯工件	24
2.4.4	设计分型面	26
2.4.5	分割体积块	28
2.4.6	抽取模具元件	30
2.4.7	铸模	30
2.4.8	开模	31
2.5	从 Pro/ENGINEER 系统转出 IGES 数据文件	34
2.5.1	转出下模 IGES 数据文件	34
2.5.2	转出上模 IGES 数据文件	35
2.6	Mastercam 系统转入 IGES 数据文件	36
2.6.1	转入下模 IGES 数据文件	37
2.6.2	下模 IGES 数据文件的坐标处理	38
2.6.3	转入上模 IGES 数据文件	40
2.6.4	上模 IGES 数据文件的坐标处理	41
2.7	数码相机面壳上模加工	42
2.7.1	加工坯料及对刀点的确定	42
2.7.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 预留量 “0.3”	46
2.7.3	工件参数设置	52
2.7.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	53
2.7.5	规划曲面挖槽加工刀具路径, 清除底部平坦部位残料	54
2.7.6	规划曲面平行粗加工刀具路径	58
2.7.7	规划曲面平行精加工刀具路径	61

2.7.8	规划曲面等高外形精加工刀具路径	65
2.7.9	生成加工 NC 代码	69
2.8	数码相机面壳下模加工	71
2.8.1	加工坯料及对刀点的确定	71
2.8.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 预留量 “0.3”	75
2.8.3	工件参数设置	78
2.8.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	79
2.8.5	规划曲面挖槽加工刀具路径, 将模具靠面加工到位	80
2.8.6	规划曲面挖槽加工刀具路径, 清除顶部平坦部位残料	85
2.8.7	规划 $\phi 6$ 球刀曲面等高外形精加工刀具路径	89
2.8.8	规划 $\phi 6$ 平铣刀曲面等高外形精加工刀具路径	93
2.8.9	生成加工 NC 代码	97
第 3 章	台灯罩模具设计与加工	99
3.1	设计与加工任务	99
3.2	设计前的准备	100
3.3	产品三维造型	101
3.4	模具设计	110
3.4.1	调入模具参照模型	110
3.4.2	设置收缩率	113
3.4.3	设计毛坯工件	114
3.4.4	设计分型面	116
3.4.5	分割体积块	120
3.4.6	抽取模具元件	122
3.4.7	铸模	122
3.4.8	开模	123
3.5	从 Pro/ENGINEER 系统转出 IGES 数据文件	126
3.5.1	转出上模 IGES 数据文件	126
3.5.2	转出下模 IGES 数据文件	127
3.6	Mastercam 系统转入 IGES 数据文件	128
3.6.1	转入上模 IGES 数据文件	129
3.6.2	上模 IGES 数据文件的坐标处理	130
3.6.3	转入下模 IGES 数据文件	131
3.6.4	下模 IGES 数据文件的坐标处理	132
3.7	台灯罩下模加工	133
3.7.1	加工坯料及对刀点的确定	133
3.7.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 预留量 “0.3”	137
3.7.3	工件参数设置	140

3.7.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	142
3.7.5	规划曲面挖槽加工刀具路径, 将模具靠面加工到位	142
3.7.6	规划 $\phi 6$ 球刀曲面平行精加工刀具路径	147
3.7.7	规划曲面等高外形精加工刀具路径	151
3.8	台灯罩上模加工	154
3.8.1	加工坯料及对刀点的确定	154
3.8.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 预留量“0.3”	158
3.8.3	工件参数设置	162
3.8.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	163
3.8.5	规划 $\phi 6$ 球刀曲面平行精加工刀具路径	163
第4章	浴霸面罩模具设计与加工	167
4.1	设计与加工任务	167
4.2	设计前的准备	168
4.3	产品三维造型	169
4.4	模具设计	182
4.4.1	调入模具参照模型	183
4.4.2	设置收缩率	186
4.4.3	设计毛坯工件	186
4.4.4	设计分型面	188
4.4.5	分割体积块	192
4.4.6	抽取模具元件	193
4.4.7	铸模	194
4.4.8	开模	195
4.5	从Pro/ENGINEER系统转出IGES数据文件	197
4.5.1	转出IGES数据文件前的处理	197
4.5.2	转出上模IGES数据文件	200
4.5.3	转出下模IGES数据文件	201
4.6	Mastercam系统转入IGES数据文件	202
4.6.1	转入上模IGES数据文件	202
4.6.2	上模IGES数据文件的坐标处理	203
4.6.3	转入下模IGES数据文件	204
4.6.4	下模IGES数据文件的坐标处理	205
4.7	浴霸面罩下模加工	206
4.7.1	加工坯料及对刀点的确定	207
4.7.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 预留量“0.5”	209
4.7.3	工件参数设置	213
4.7.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	215

4.7.5	规划曲面挖槽加工刀具路径, 将模具靠面加工到位	216
4.7.6	规划曲面平行精加工刀具路径	220
4.7.7	规划曲面等高外形精加工刀具路径	224
4.8	浴霸面罩上模加工	229
4.8.1	加工坯料及对刀点的确定	229
4.8.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 预留量“0.3”	232
4.8.3	工件参数设置	236
4.8.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	237
4.8.5	规划曲面等高外形精加工刀具路径	238
4.8.6	规划曲面平行精加工刀具路径	242
第 5 章	热水瓶上盖模具设计与加工	247
5.1	设计与加工任务	247
5.2	设计前的准备	247
5.3	产品三维造型	249
5.4	模具设计	258
5.4.1	调入模具参照模型	258
5.4.2	设置收缩率	261
5.4.3	设计毛坯工件	261
5.4.4	设计分型面	263
5.4.5	分割体积块	273
5.4.6	抽取模具元件	278
5.4.7	铸模	278
5.4.8	开模	279
5.5	从 Pro/ENGINEER 系统转出 IGES 数据文件	283
5.5.1	转出上型芯 IGES 数据文件	283
5.5.2	转出后模 IGES 数据文件	284
5.6	Mastercam 系统转入 IGES 数据文件	285
5.6.1	转入上砂芯 IGES 数据文件	285
5.6.2	上型芯 IGES 数据文件的坐标处理	286
5.6.3	转入后模 IGES 数据文件	287
5.7	热水瓶上盖后模加工	289
5.7.1	加工坯料及对刀点的确定	289
5.7.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 预留量“0.3”	292
5.7.3	工件参数设置	298
5.7.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	299
5.7.5	规划曲面平行精加工刀具路径	300
5.8	热水瓶上盖上型芯加工	304

5.8.1	加工坯料及对刀点的确定.....	304
5.8.2	规划外形加工刀具路径.....	307
5.8.3	工件参数设置.....	311
5.8.4	外形加工实体加工模拟.....	312
5.8.5	规划曲面等高外形精加工刀具路径.....	313

第1章 概述

随着计算机技术的进步,机械行业的设计与加工技术也得到了空前的发展,各种以计算机,特别是以 PC 为运行平台的三维设计与加工软件应运而生,它们的发展大大超出了设计师们的预想,因此不得不重新审视传统的设计与加工方式,转而采用以新兴的 CAD/CAM 软件技术为核心的现代集成制造系统(CIMS, Computer Integrated Manufacture Systems)来迎接带有“e 时代”鲜明特征的“新产业”时代的到来。在现代集成制造系统中, CAD/CAM 软件技术是核心,而 Pro/ENGINEER 和 Mastercam 无疑是 CAD/CAM 软件王国中的奇葩,两款系统软件在先进制造企业有着举足轻重的地位。

1.1 Pro/ENGINEER 系统简介

Pro/ENGINEER 是 PTC(美国参数技术)公司开发的以“参数化”及“单一数据库”为设计理念的全方位 3D 产品开发软件,是当今工业界最热门的 3D 设计系统。

在 1988 年,Pro/ENGINEER 提出参数式设计的观念,立即在工业界引起轰动,因为 Pro/ENGINEER 中的参数不仅仅代表所设计产品的外观尺寸,更带有物理实质含义,如设计者可以预先设置系统参数“System parameters”(如体积、表面积、质量中心、密度和厚度等具有设计意义的物理量),将其加入设计构思中,来表达设计者的设计意图,使设计者充分地了解产品在设计时的各个相关参数和特性,避免了事后的繁琐计算和测量。

Pro/ENGINEER 参数式设计的观念具体体现在以下几个方面。

(1) 3D 实体模型(Solid model)。

Pro/ENGINEER 是采用 3D 实体模型设计产品的典范,配合其系统预设参数功能,使设计者可以随时计算出产品的体积、表面积、质心、重心和惯性矩等物理参数,避免了传统线架构、面架构设计的不足,减少了许多人为计算的时间。

(2) 采用特征设计方式(Feature-based design)。

Pro/ENGINEER 模拟自然的思考方式从事设计工作,如采用拉伸、旋转、钻孔、挖槽、圆角和倒角等基本特征单元进行零件设计,并可以在不违反几何基本原理的情况下任意调整特征的建构顺序(Reorder)、插入(Insert)新的特征、删除>Delete)不合理的几何特征、修改(Modify)特征尺寸以及重新定义(Redefine)特征等操作。

(3) 单一数据库(Single database)。

Pro/ENGINEER 采用单一数据库的架构,使得设计者可以随时由 3D 实体模型产生其 2D 工程图,并自动标注工程图尺寸,不像传统的多数据库设计软件那样,需要另行设计 2D 工程图。并且不论是在 3D 实体模型或 2D 工程图中修改模型尺寸,其相关的工程资料如 3D 零件、2D 工程图、产品装配图和模具制造等相关设计均会自动修改,以保证整个设计资料

的完整性和正确性，而传统的多数据库设计软件，则需要逐一修改 3D 零件、2D 工程图和产品装配图等相关设计资料。Pro/ENGINEER 系统减少了反复修改的设计时间，同时避免了出错的可能。

单一数据库的另一特性是提供了双向关联性的功能，使得企业可以整合其全球设计资源，对同一产品由其分布在世界各地的设计师通过 Internet 同时进行设计，这正符合了现代产业中的同步工程（Concurrent engineering）观念，具有鲜明的“e 时代”特征。

(4) 全相关参数式设计（Parametric design）。

由于 Pro/ENGINEER 采用参数式的设计理念，使得设计者可以借助关系式（Relation）建立各尺寸间的参数关系，让模型自动计算出应有的外形，而借助于程序（Program）的使用，使得模型的自动设计成为可能。

Pro/ENGINEER 全相关设计理念经典的使用案例，例如设计师经常要碰到的轴与孔间的配合，在传统的设计软件中设计者若增大或缩小了轴的直径尺寸，与其配合的孔尺寸不会随着增大或缩小，需要另行修改，而借助于 Pro/ENGINEER 系统的“Cut out”功能，设计者增大或缩小了轴的直径尺寸后，与其配合的孔尺寸也会随着增大或缩小，彻底避免了人为修改带来的出错，如图 1-1 所示。

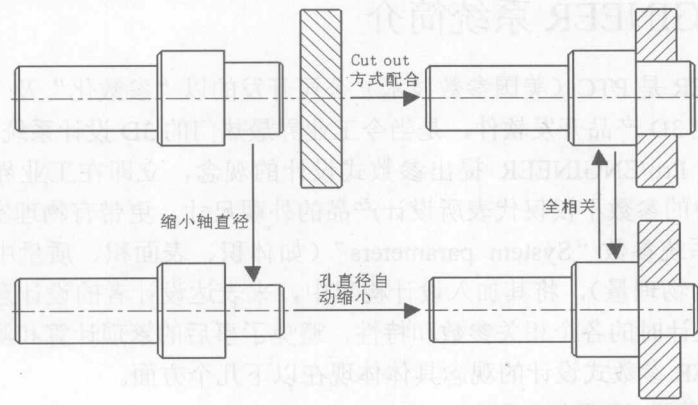


图1-1 全相关设计的应用

由于 Pro/ENGINEER 具有以上全新的设计特性，使得其自 1988 年问世以来，已经成为全世界最普及的 3D CAD/CAM 系统，在机械、电子、家电、玩具、航空和汽车等领域得以广泛应用。它集零件设计、产品装配、模具开发、钣金件设计、铸造件设计、机构模拟、应力分析和逆向工程等功能于一体的特性，对于 CAD/CAM/CAE 工程设计人员而言，无疑是极佳的工具。图 1-2 所示为 Pro/ENGINEER 在零件设计、产品装配及模具开发中的应用。

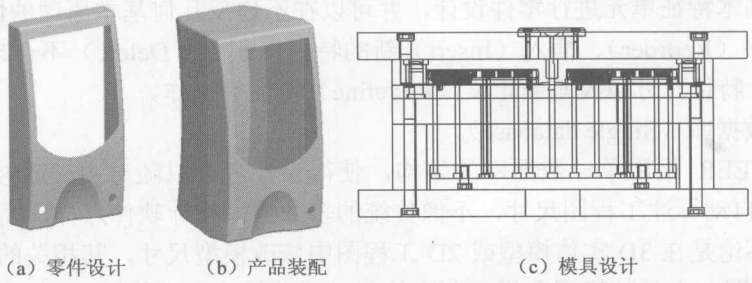


图1-2 Pro/ENGINEER 的应用

1.2 Mastercam 系统简介

Mastercam 是美国 CNC Software 公司开发的基于 PC 平台的 CAD/CAM 一体化软件，其要求的硬件配置低，具有良好的性价比，特别是其广泛的“COM”（对接）功能、可编辑的后处理程式及良好的机床适应性，使其一问世便受到广大中小企业的青睐。

Mastercam 功能强大，集二维工程图、三维实体设计、曲面设计、CNC 铣床（Mill）、CNC 车床（Lathe）、CNC 线切割（Wire）和 CNC 雕刻（Router）等功能于一体，能够与其他 CAD/CAM 软件的输出格式如 DWG、DXF、IGES、STL、SAT 等良好地相容。

安全、稳定和精确的表现使 Mastercam 一直拥有着 CAM（计算机辅助制造）代名词的美誉。图 1-3 所示为 Mastercam 在数控铣、数控车及数控线切割中的应用。

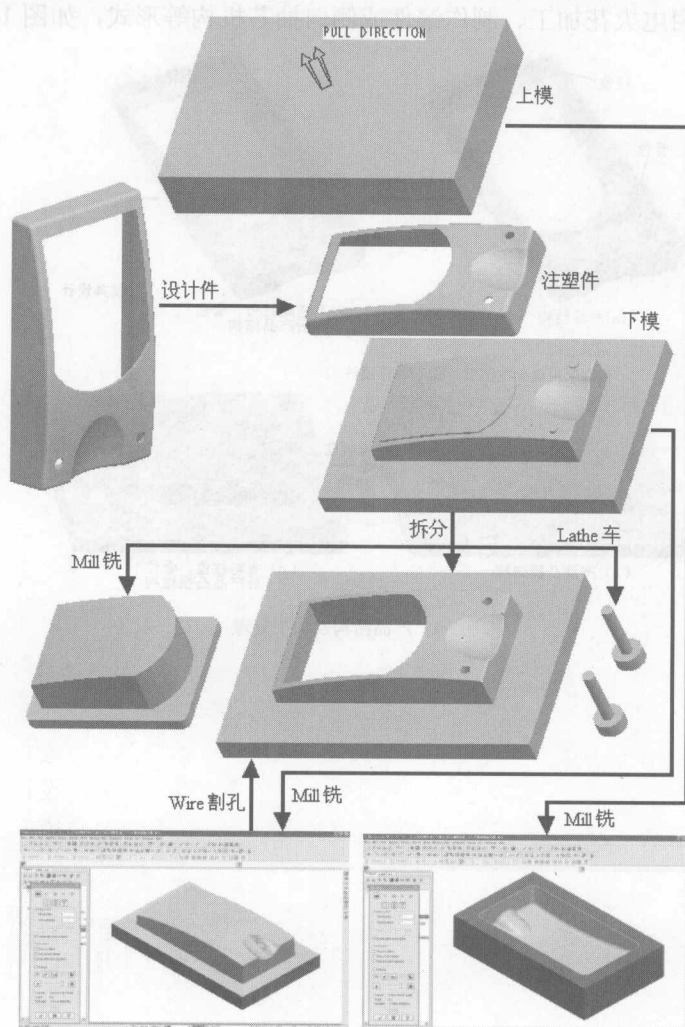


图1-3 Mastercam 的应用

1.3 Pro/ENGINEER 模具设计与 Mastercam 数控加工简介

由于 Pro/ENGINEER 在产品设计中的良好表现,近几年来以不可阻挡之势在国内企业的设计部门广泛应用,特别是在具有“工业之父”美称的模具行业更是推波助澜,并带动各个高校和各培训班掀起一股学习 Pro/ENGINEER 的热潮。

Mastercam 良好的性价比、易于上手及高可靠的加工性能,使其在模具行业的加工环节中根深蒂固。利用 Pro/ENGINEER 设计模具零件,再将模具零件转到 Mastercam 中出加工程序,是目前模具行业中普遍的工作模式。

在利用 Pro/ENGINEER 进行模具设计时,需要将三维产品模型中无法或不便于 Mastercam 数控铣加工的螺钉固定柱(柱位)、加强筋(骨位)、商标贴槽、侧凹及侧向孔等结构省略,另行采用电火花加工、制作镶件或侧向抽芯机构等形式,如图 1-4 所示。

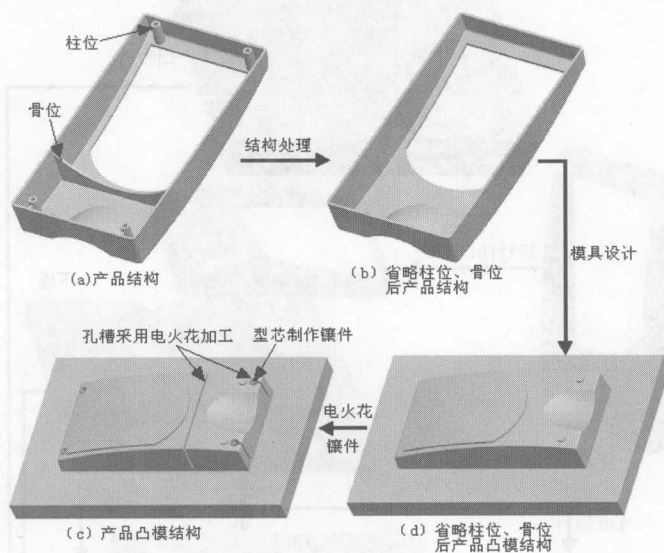


图1-4 产品结构及加工处理

第2章 数码相机面壳模具设计与加工

学习指南

- 了解三维模型的造型方法与技巧。
- 了解模具的设计流程。
- 了解文件格式的转换方法。
- 了解模具的加工流程。

2.1 设计与加工任务

本章将以如图 2-1 所示的数码相机面壳零件为对象, 介绍其在 Pro/ENGINEER 系统中三维模型的造型过程、模具的设计过程及在 Mastercam 系统中模具的加工过程。

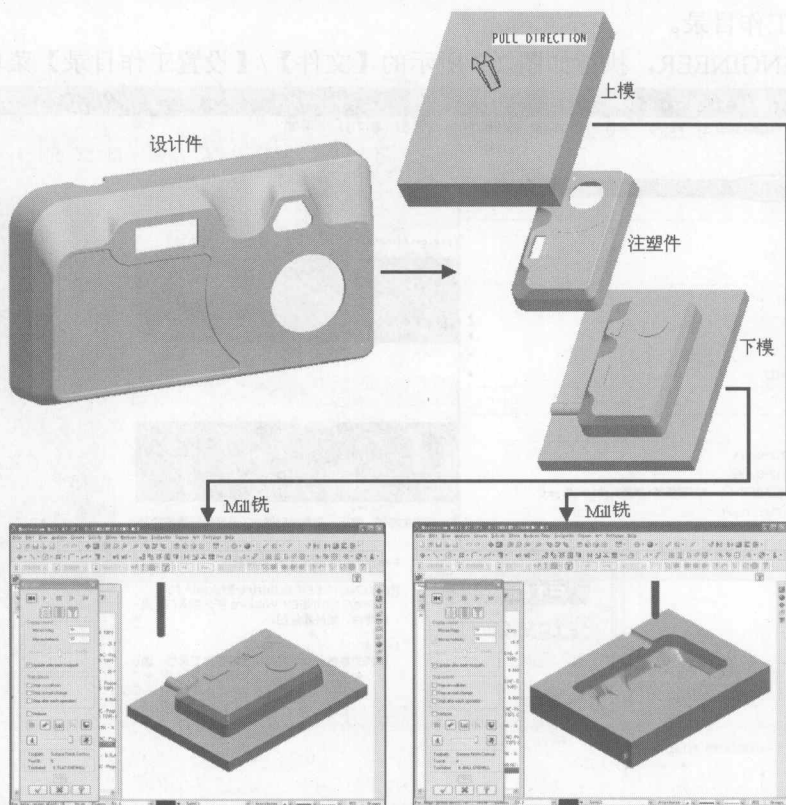


图2-1 数码相机面壳模具设计与加工示意图

2.2 设计前的准备

在进行模具设计与加工前，首先为该模具建立一个专用的文件夹，并将该文件夹设置为当前工作目录，这样一来，在产品三维造型中产生的文件、模具设计过程中产生的文件、转换的数据文件及在 Mastercam 系统中的加工文件会一一存入该文件夹下，使整个设计及加工过程产生的文件一目了然，具体操作按以下步骤进行。

(1) 建立模具专用文件夹。

在用户计算机 D 盘的根目录下建立一个名为“smxjmk”的文件夹（“smxjmk”是“数码相机面壳”的汉语拼音缩写，Pro/ENGINEER Wildfire 系统目前尚不支持中文命名的文件夹，所以建立非中文文字命名的文件夹），建立的文件夹如图 2-2 所示。

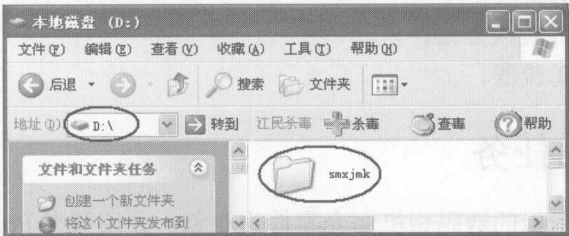


图2-2 建立【smxjmk】文件夹

(2) 设置工作目录。

启动 Pro/ENGINEER，执行如图 2-3 所示的【文件】/【设置工作目录】菜单命令。

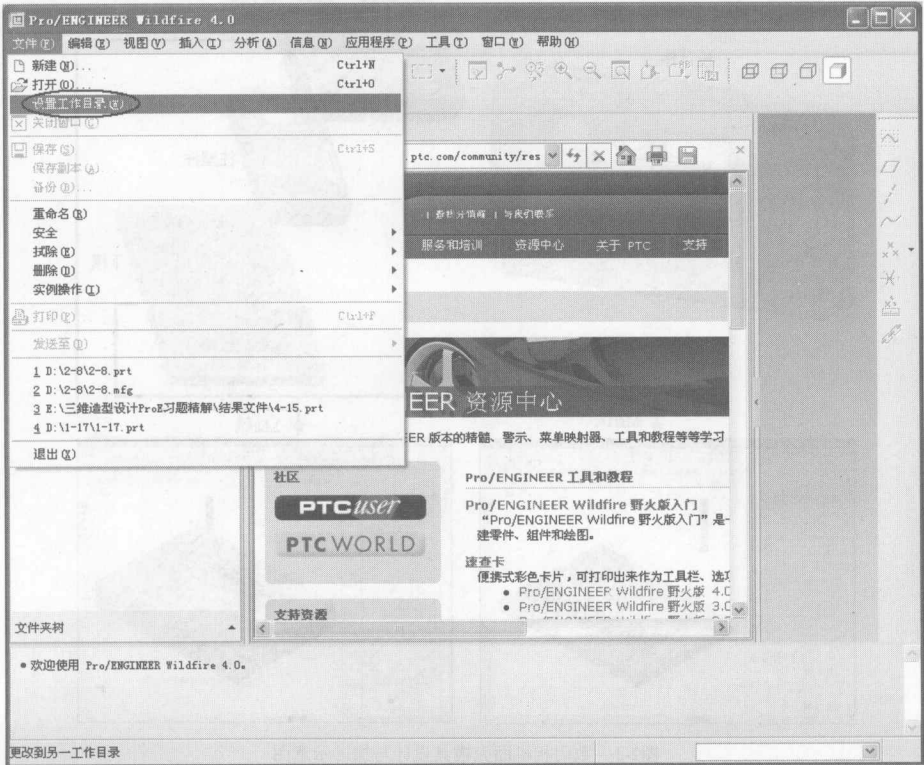


图2-3 设置工作目录

系统弹出如图 2-4 所示的选取工作目录对话框，选择建立的“smxjmk”文件夹，然后单击 **确定** 按钮，系统将该文件夹设置为当前工作目录。



图2-4 选择【smxjmk】文件夹

2.3 产品三维造型

在进行数码相机面壳模具设计与加工前，首先要利用 Pro/ENGINEER 系统下的【零件】模块对数码相机面壳进行三维造型，效果如图 2-5 所示。

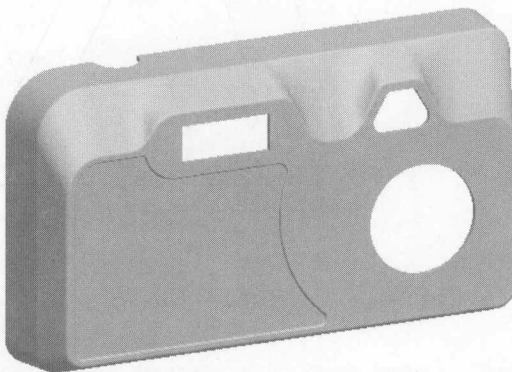


图2-5 数码相机面壳三维模型

制作数码相机面壳

1. 选择菜单栏中的【文件】/【新建】命令建立新的文件，系统弹出如图 2-6 所示的新建对话框，在名称输入栏输入文件名“smxjmk”，并取消【使用缺省模板】复选框（因为系统缺省的模板为英制模板）的勾选，单击 **确定** 按钮。