

CAD/CAM设计与加工实例精解丛书

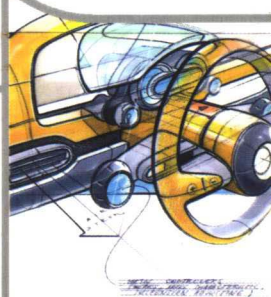
Pro/ENGINEER *Wildfire 4.0 中文版*

数控加工实例精解

张武军 徐海军 主编

 配套光盘

- 从精要的实例着手，引导初学者成功入门
- 明确的学习重点和实战演练，帮助读者操作无忧
- 紧密围绕工业设计实用需求，细致把握资深工程师理念
- 加工流程与软件功能模块完美结合，切实提高学习效率



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

CAD/CAM 设计与加工实例精解丛书

TG659/214D

2008

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版数控加工实例精解

张武军 徐海军 主编

机械工业出版社

Pro/ENGINEER 是著名的 CAD/CAM 专业软件, 其功能强大, 在国内外有相当广泛的应用。本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版为操作对象, 通过具体实例系统地讲解了该软件在数控加工方面的主要功能和应用, 使读者在完成不同种类零件实例的数控加工过程中, 掌握用 Pro/ENGINEER 实现对零件的铣削加工、车削加工、钻削加工及线切割加工, 内容包括基本操作、机床的选择与设置、工件设置、工件坐标设置、加工方法设置、刀具选择、加工参数及加工区域的设置、如何创建刀具路径、进行后置处理及如何产生 NC 代码等。

本书以图文对照方式编写, 通俗易懂, 内容全面, 不仅可作为高级技工的培训教材, 也适合作为工程人员使用 Pro/ENGINEER 进行加工设计的参考, 还可以作为大学三四年级“计算机辅助设计”、“计算机辅助制造”、“数控加工”等课程的上机教材或参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版数控加工实例精解/张武军, 徐海军主编. —北京: 机械工业出版社, 2008.1

(CAD/CAM 设计与加工实例精解丛书)

ISBN 978-7-111-22620-8

I. P… II. ①张… ②徐… III. 数控机床-加工-计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 163370 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 罗子超

责任编辑: 李 萌

责任印制: 杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm·16.75 印张·412 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22620-8

ISBN 978-7-89482-440-0 (光盘)

定价: 32.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话 (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话 (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

前 言

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司推出的一套三维专业 CAD/CAM 软件系统,它广泛应用于机械、汽车、模具、工业设计、航天、家电、玩具等行业。随着版本的升级,Pro/ENGINEER 的功能越来越强大,界面也越来越方便,并在世界范围内拥有相当大的客户群,被很多大企业、研究所和高校选作研究开发的基础软件平台,已成为当今世界上最流行的 CAD/CAM 软件之一。

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 是 Pro/ENGINEER 的最新版本,它涵盖了从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图的输出到生产加工成品的全过程,还包括了大量的电缆和管道布线、模具设计等实用模块。Pro/ENGINEER 的 Pro/NC 模块能生成驱动数控加工零件所必需的数据和信息,能够完成数控加工的全过程仿真。Pro/NC 的应用范围广泛,包含数控车床、数控铣床、数控线切割、车铣加工中心等领域。Pro/ENGINEER 系统的全相关统一数据库能将设计模型的变化体现到加工信息中,利用它所提供的工具能够使加工人员按照合理的工序将加工过程处理成 ASCII 码刀位数据文件,这些文件经过后处理,变成数控加工数据。

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版为对象,通过具体实例系统地讲解该软件在数控加工方面的主要功能和使用方法,具体包括加工的基本操作、机床的选择与设置、工件设置、工件坐标设置、加工方法设置、刀具选择、加工参数及加工区域的设置等,以及如何创建刀具路径、进行后置处理及如何产生 NC 代码等内容,涵盖了 Pro/ENGINEER 中零件的铣削加工、车削加工、钻削加工及线切割加工的主要技术手段和方法。

全书分为 5 章,第 1 章是数控加工概述,讲述数控加工的基础知识;第 2 章是铣削加工工程实践,通过 5 个具体实例讲述铣削加工的具体知识;第 3 章车削加工工程实践,通过两个实例讲述车削加工的知识;第 4 章钻削加工工程实践,讲述钻削加工的方法与过程;第 5 章线切割加工工程实践,讲述线切割加工的相关知识。

本书适合 Pro/ENGINEER 用户迅速掌握和全面提高该软件的使用技能,对具有一定基础的用户也有参考价值,本书也可供企业、研究机构、大中专院校从事 CAD/CAM 的专业人员使用。

本书由张武军、徐海军任主编,尹旭日、徐泉峰任副主编,尹旭日对全书进行了统稿,徐泉峰对全书进行了校对,参加编写的人员还有曾勇、闫杰、杨爱梅、孙旺泉、桂树、何鑫等。田海对本书的编排提出了宝贵的意见,在此深表感谢。

由于水平所限,书中遗漏或错误之处,敬请读者批评指正。读者若对本书有什么疑问或建议,可以发送 E-mail 到: jsjfw@mail.machineinfo.gov.cn,我们会尽快给予答复。

编 者

目 录

前言

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工概述	1
1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 概述	2
1.1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 主界面	2
1.1.2 基本概念	3
1.1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工流程	4
1.1.4 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工工作界面	4
1.2 制造模型	6
1.2.1 制造模型的创建	6
1.2.2 以“装配”方式创建制造模型	7
1.2.3 以“创建”方式创建制造模型	8
1.3 制造设置	9
1.3.1 操作名称	9
1.3.2 机床定义	9
1.3.3 夹具设置	10
1.3.4 刀具设置	11
1.3.5 操作选项设置	12
1.4 新增功能	13
1.5 小结	15
第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 铣削加工	16
2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 铣削加工概述	17
2.1.1 铣削加工设置	17
2.1.2 铣削加工分类	19
2.2 底板零件铣削加工实例	19
2.2.1 功能解析	20
2.2.2 实例加工分析	20
2.2.3 加工操作过程	22
2.3 端盖零件铣削加工实例	51
2.3.1 功能解析	51
2.3.2 实例加工分析	51
2.3.3 加工操作过程	53
2.4 衬箱零件模具铣削加工实例	70
2.4.1 功能解析	71
2.4.2 实例加工分析	71

2.4.3	加工操作过程	73
2.5	铸造上盖零件模具铣削加工实例	86
2.5.1	功能解析	87
2.5.2	实例加工分析	87
2.5.3	加工操作过程	88
2.6	叶片零件的铣削加工实例	104
2.6.1	功能解析	104
2.6.2	实例加工分析	104
2.6.3	加工操作过程	106
2.7	减速器箱体零件综合铣削加工实例	116
2.7.1	功能解析	117
2.7.2	实例加工分析	117
2.7.3	加工操作过程	118
2.8	小结	137
2.9	实战演练	137
2.9.1	手机外壳铣削实战演练	137
2.9.2	塑料凳铣削实战演练	138
第3章	Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 车削加工	141
3.1	Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 车削加工概述	142
3.1.1	车削加工简介	142
3.1.2	车削加工方法设置	142
3.1.3	车削加工设置	143
3.2	键槽轴零件车削加工实例	144
3.2.1	功能解析	144
3.2.2	实例加工分析	144
3.2.3	加工操作过程	145
3.3	槽轮轴零件车削加工实例	159
3.3.1	功能解析	159
3.3.2	实例加工分析	159
3.3.3	加工操作过程	160
3.4	小结	182
3.5	实战演练	182
3.5.1	回转轴零件车削加工实战演练	182
3.5.2	活塞头零件车削加工实战演练	183
第4章	Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 钻削加工	186
4.1	Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 钻削加工概述	187
4.1.1	钻削加工简介	187
4.1.2	钻削加工方法设置	188
4.1.3	钻削加工设置	189

4.2	轴承架上部件的钻削加工实例	189
4.2.1	功能解析	190
4.2.2	实例加工分析	190
4.2.3	加工操作过程	191
4.3	轴承架下部件的钻削加工实例	198
4.3.1	功能解析	198
4.3.2	实例加工分析	198
4.3.3	加工操作过程	200
4.4	小结	212
4.5	实战演练	212
4.5.1	连杆头零件安装孔钻削实战演练	212
4.5.2	安装板螺钉孔钻削实战演练	213
第5章	Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 线切割加工	215
5.1	Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 线切割概述	216
5.1.1	线切割简介	216
5.1.2	线切割加工方法设置	216
5.1.3	线切割加工设置	218
5.2	人形零件线切割加工实例	219
5.2.1	功能解析	220
5.2.2	实例加工分析	220
5.2.3	加工操作过程	221
5.3	标志零件线切割加工实例	228
5.3.1	功能解析	228
5.3.2	实例加工分析	228
5.3.3	加工操作过程	229
5.4	小结	236
5.5	实战演练	237
5.5.1	组合轮廓线切割实战演练	237
5.5.2	五角星轮廓线切割实战演练	238
第6章	NC 后处理与全仿真	239
6.1	后置处理概述	240
6.1.1	后置处理简述	240
6.1.2	机床配置文件命名规则	240
6.1.3	选配文件的制作过程	240
6.2	创建后置处理器	241
6.2.1	后置处理器菜单	241
6.2.2	设置后置处理器	243
6.2.3	创建后置处理器	246
6.3	生成 CL 数据与仿真	247

6.3.1 生成 CL 数据	247
6.3.2 仿真加工	250
6.4 NC 后处理与全仿真实例	252
6.4.1 塑料凳铣削后处理与全仿真实例	252
6.4.2 螺纹加工后处理与全仿真实例	255
6.5 小结	257
6.6 实战演练	257
参考文献	259

第1章

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工概述

本章概要地介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

的界面特点和功能，详细地介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 进行数控加工操作中的几个常用术语，最后介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 在数控加工方面的新增功能。本章主要包括以下几方面的内容：

- Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 概述；
- Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 制造模型；
- Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 制造设置；
- Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 新增功能。

关键词：参考模型；工件模型；制造模型；新增功能



1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 概述

数控加工功能的学习，需要有三维实体设计的基础，因此，在本书中不会过多介绍实体设计技术，默认用户有一定的造型能力。

1.1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 主界面

使用 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 在不同的功能模块中进行不同的操作时，会呈现不同的使用界面，这里对其通用的环境界面进行介绍。

1) 启动 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 后，系统将显示如图 1-1 所示的初始环境界面，此界面窗口的左侧分别为“文件夹导航器”、“浏览器”滑动面板。

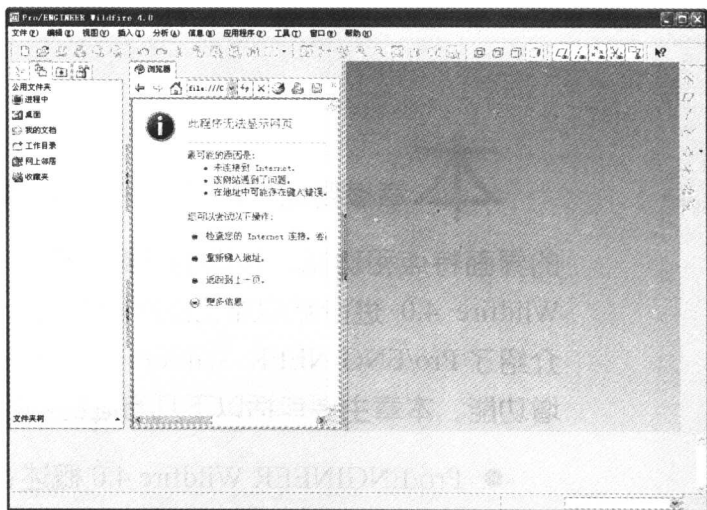


图 1-1 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的初始环境界面

2) 在主菜单中选择“文件”→“新建”命令，在弹出的“新建”对话框中选择“零件”类型，输入文件名后单击 **确定** 按钮，则 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 将显示如图 1-2 所示实体零件造型界面。此界面窗口左侧滑动面板已转换成“模型树”或“层树”滑动面板，窗口的上侧及右侧分布着各种工具栏，窗口右下角显示为“选取过滤器”，且处于默认的“智能”设置状态。

3) 单击“基础特征”工具栏中的按钮 ，则在窗口下侧出现此特征操作的操作控制面板（简称操控板），如图 1-3 所示。操控板一般由“对话框”、“上滑面板”、“消息区”和“控制区”组成。在图形窗口中选取几何并设置优先选项时，操控板会缩小可用选项的范围，使用户仅锁定在建模的范围。对话框可在图形窗口和对话框中完成大部分建模工作。激活工具时，对话框显示常用选项和收集器。

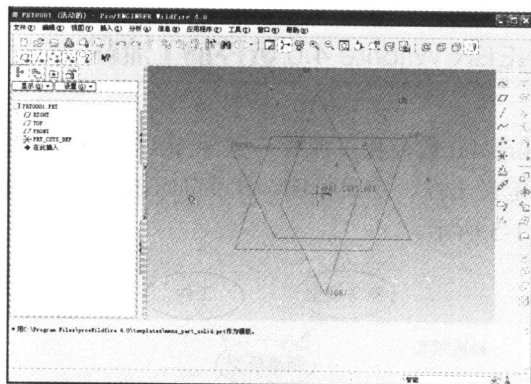


图 1-2 零件造型工作界面

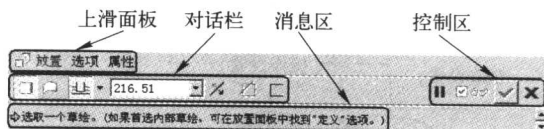


图 1-3 特征操作控制面板

为更有效地使用 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的界面工具, 用户可以在此界面基础上进行符合自己操作习惯的定制。

1.1.2 基本概念

1. 参考模型

参考模型即为设计模型, 所有加工操作的基础、特征、表面和边线都可以作为刀具路径的参考, 它可以是实体零件、装配件以及钣金件。通过参考模型的几何元素, 在参考模型和工件间建立一个关联, 这样, 在参考模型发生变化时, 所有的加工操作也会相应的变化, 从而提高工作效率。

2. 工件模型

工件模型即为工程上所说的毛坯, 是加工操作的对象, 如铸件或杆件, 可以通过复制设计模型和修改尺寸, 或者删除, 或者隐藏特征来方便地获得毛坯模型。

3. 制造模型

制造模型由设计模型和毛坯模型组合而成。随着加工过程的进展, 材料的切削过程可以在毛坯上模拟。

参考模型、工件模型和制造模型的示意图如图 1-4 所示。

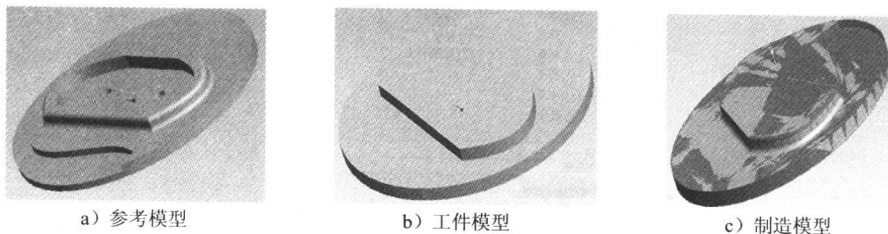


图 1-4 3 种模型示意图

1.1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工流程

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工流程与实际加工的逻辑思维相同，基本流程为：定义加工模型、装配夹具、定义工件、定义机床、给定加工参数进行逐步仿真加工、数据后处理等。其加工流程图如图 1-5 所示。

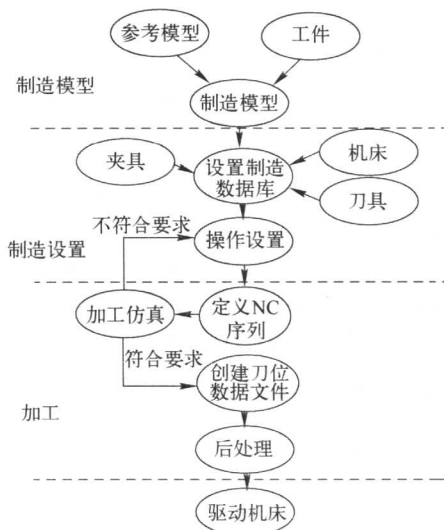


图 1-5 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工流程

1.1.4 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 数控加工工作界面

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的各个模块的工作界面比较相似，都采用开始是一个单一的操作窗口，当用户进行相关操作后，显示不同的菜单和对话框内容。启动 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 后，选择菜单“文件”→“新建”命令，或者单击工具栏中的“新建”按钮，将打开如图 1-6 所示的“新建”对话框。

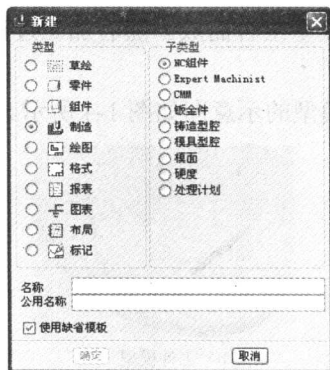


图 1-6 “新建”对话框

在“类型”栏中选择“制造”项，在“子类型”栏中选择“NC 组件”项，在“名称”文本框中输入新建制造文件名称，然后单击“确定”按钮，即可进入如图 1-7 所示的制造用户界面。

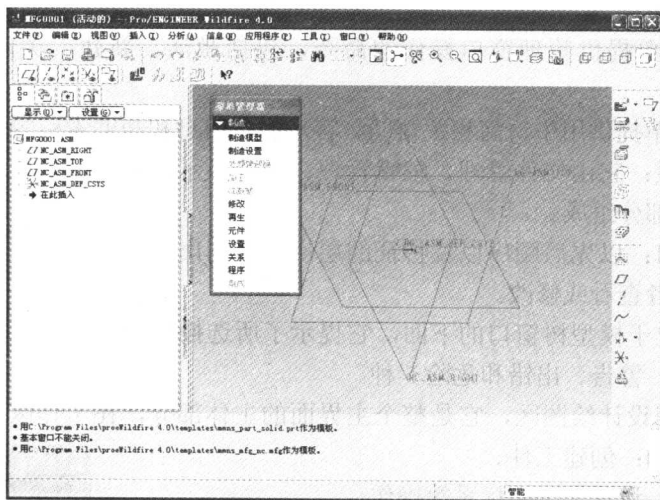


图 1-7 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 制造用户界面

主界面中包括：标题栏、主菜单、工具栏、模型树窗口、提示栏、工作区和菜单管理器。用户可以在主界面中进行文件管理、显示控制、系统设置及读取各项。

1) 标题栏：在标题栏中显示了新建制造文件的名称或打开文件的名称，在文件名称后显示了 Pro/ENGINEER 所用的版本。

2) 主菜单：由“文件”、“编辑”、“视图”、“插入”、“分析”、“信息”、“应用程序”、“工具”、“窗口”和“帮助”组成，如图 1-8 所示。



图 1-8 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 主菜单

① “文件”菜单用来提供各种文件的命令，包括新建、打开、保存、设置工作目录、重命名、删除、打印、退出等命令。

② “编辑”菜单用于提供编辑修改操作的命令，包括再生、复制、镜像、移动、投影、修剪、修改、隐含、恢复等命令。

③ “视图”菜单提供控制模型显示效果及其他显示性能的命令，包括重画、着色、方向、颜色和外观等命令。

④ “插入”菜单提供插入特征操作的命令。

⑤ “分析”菜单提供文件数据的计算及几何分析功能的命令，包括测量、模型分析、曲线分析、曲面分析、机械分析等命令。

⑥ “信息”菜单提供各种信息命令，包括几何检查、材料清单、特征、模型、关系和参数、制造、特征列表等命令。

⑦“应用程序”菜单提供文件数据的相关应用功能，包括制造、处理、机械专家等命令。

⑧“工具”菜单提供自定义工作环境及其他各种工具的命令，包括模型播放器、环境、映射键、定制屏幕等命令。

⑨“窗口”菜单提供管理窗口操作的命令，包括激活、新建、关闭、最大化、恢复等命令。

⑩“帮助”菜单提供用于访问相关帮助、客户服务信息和帮助索引等命令。

3) 系统工具栏：它由文件管理、编辑管理、视图显示、模型显示、基准显示、加工参数设置和帮助 7 个部分组成。

4) 模型树窗口：以先后顺序以及特征的层次关系列出了加工模型上的所有特征和加工操作步骤，供设计者查看或修改。

5) 提示栏：位于模型树窗口的下面，它提示了所选操作的具体含义和步骤。提示的信息包括信息、提示、警告、出错和危险 5 种。

6) 工作区：即设计绘图区，它是整个主界面的主体部分，在工作区中设计者可以进行模型的各项操作，如：创建工件、

设置加工退刀平面，设置加工坐标系等操作。

7) 过滤器：位于窗口的最右下角，通过过滤器用户能够方便地选取要进行设计的特征或几何对象。

8) 菜单管理器：几乎包含了数控加工的所有命令。菜单管理器采用了级联式结构，当选择某个菜单后将自动弹出下一级菜单，两菜单用横线隔开。菜单管理器如图 1-9 所示。

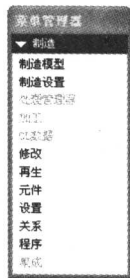


图 1-9 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 菜单管理器



1.2 制造模型

制造模型的概念在前面已经介绍过。在数控加工操作之前，必须要设置加工模型及其使用的材料等相关加工数据，另外还需要对夹具及工作台的环境参数进行设置。



1.2.1 制造模型的创建

Pro/NC 允许用一系列种类繁多的方法定义复杂的制造组件，可以装配零件、常规组件或其他制造组件，并可直接在“制造”模式中创建零件。制造模型的创建可以在“菜单管理器”中选择“制造模型”选项，将打开如图 1-10 所示的“制造模型菜单”。

- 1) “装配”命令：用装配的方式设计制造模型。
 - 2) “创建”命令：在 Pro/NC 窗口中以草绘的方式设计制造模型。
 - 3) “重定义”命令：重新定义制造模型的装配关系。
 - 4) “删除”命令：用于删除指定的制造模型。
 - 5) “替换”命令：用另一个模型去替代指定的制造模型。
 - 6) “车削包络”命令：用于创建新的包络或修改已经存在的包络。
 - 7) “简化表示”命令：当制造模型的组成比较复杂时，将不必要的参考模型或工件隐藏起来，以简化模型。
 - 8) “重分类”命令：重新划分组合装配件制造模型的类别是工件还是参考模型。
 - 9) “完成/返回”命令：完成本项操作或返回上一级菜单。
- 一般用两种方式来创建制造模型的几何参数，下面分别介绍。

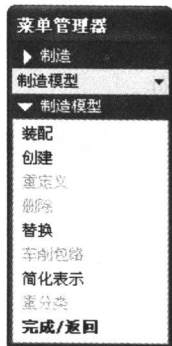


图 1-10 “制造模型”菜单

1.2.2 以“装配”方式创建制造模型

选择菜单“制造模型”→“装配”命令，将打开如图 1-11 所示的“制造模型类型”菜单。各命令的含义如下：

“参照模型”命令：向制造模型中加入已经创建好的零件或组件，并且将加入的特征在加工时作为参考使用。选择该命令后，系统打开如图 1-12 所示的“打开”对话框，用户可选择要加入的模型文件。

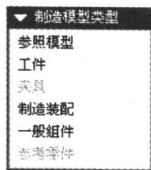


图 1-11 制造模型类型

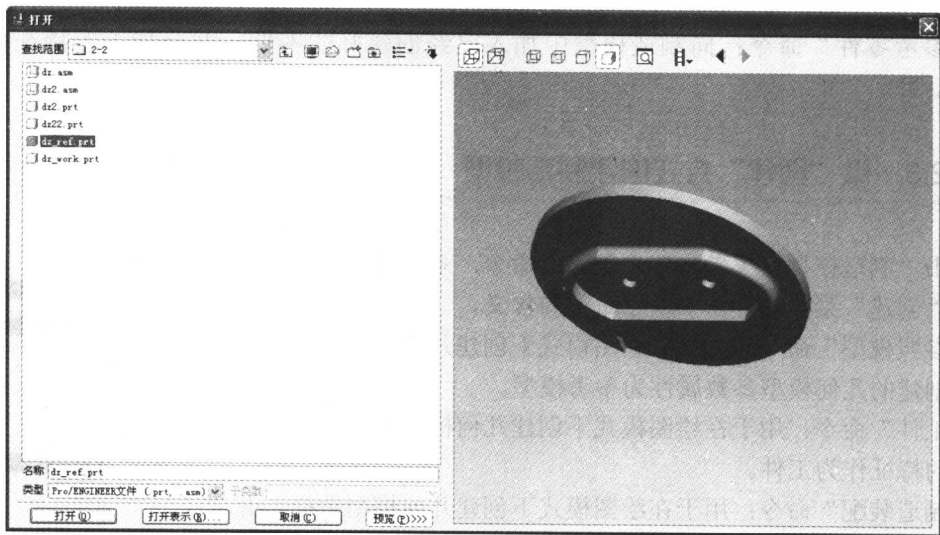


图 1-12 “打开”对话框

“工件”命令：向制造模型中加入已经创建好的零件或组件，并且将加入的特征作为工件。选择该命令后，系统将打开如图 1-13 所示的“打开”对话框，用户可选择加入的工件。

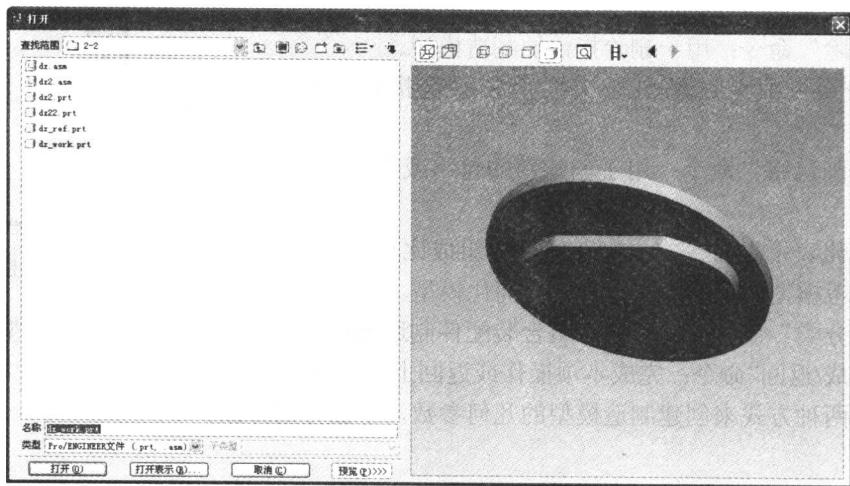


图 1-13 “打开”对话框

“夹具”命令：向制造模型中加入已经创建好的零件或组件，并且将加入的特征作为夹具。

“制造装配”命令：向制造模型中加入已经创建好的制造装配件，其文件的后缀名只能是.mfg 格式文件，而且装配文件数据各部分将不变，如以前是工件，加入以后还是工件，以前是参考模型，则加入后还是参考模型。

“一般组件”命令：向制造模型中加入已经创建好的一般装配件，其文件的后缀名只能是.asm 格式文件，但在加入时需要定义组成装配件的各文件数据属性，如是参考模型还是工件。单击该命令后，系统弹出“打开”对话框，用户只能选择加入.asm 的文件。

“参考零件”命令：向制造模型中加入已经创建好的零件，并且加入的特征作为参考模型。

1.2.3 以“创建”方式创建制造模型

单击“制造模型”菜单中的“创建”命令，系统显示如图 1-14 所示的“创建”菜单。下面介绍各命令的含义。

“参照模型”命令：用于在绘图模式下创建几何模型数据，并定义所创建的几何模型参数属性为参考模型。

“工件”命令：用于在绘图模式下创建几何模型数据，并且定义加入的特征作为工件。

“制造装配”命令：用于在绘图模式下创建几何模型数据，并定义所创建的几何模型参数属性为参考零件。

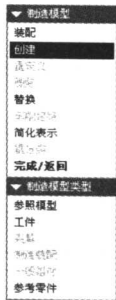


图 1-14 “创建”菜单



1.3 制造设置

Pro/NC 在生成加工序列的刀具轨迹数据前,需要对加工的操作环境进行设置,包括操作名称、工作机床、刀具、夹具设置、加工零点、加工基准坐标系等各项加工流程基本数据的设置。

在“制造”菜单中选择“制造设置”命令,将打开“操作设置”对话框,如图 1-15 所示。

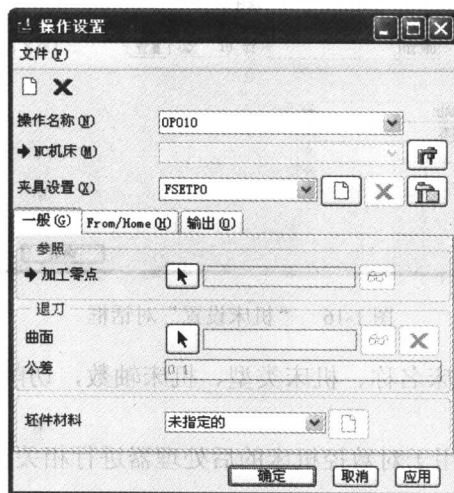


图 1-15 “操作设置”对话框

1.3.1 操作名称

操作名称是对制造工艺中的操作加以标识,默认的操作名格式为 OP010、OP020,数字是由系统自动递增的。要改变名称,在“操作名称”文本框中输入新名称即可。

1.3.2 机床定义

数控机床是计算机技术与机械制造技术综合而成的高精设备,在选择机床时应考虑到以下几方面的内容:

- 1) 满足加工零件的技术,能加工出合格的产品;
- 2) 有利于提高加工效率,缩短加工时间;
- 3) 有利于降低生产成本。