



UG/CAD

工程设计基础教程

(下册)

孙江宏 陈秀梅 等编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



UG/CAD 工程设计基础教程

(下 册)

孙江宏 陈秀梅 等 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

Unigraphics, 简称 UG, 它是由在计算机辅助设计业闻名遐迩的美国 UGS 公司推出的通用机械 CAD/CAE/CAM 一体化软件, 在全世界工程界广泛应用。

本书从一个机械工程师的角度出发, 详细讲解了 UG 的 CAD 命令功能、操作方法和技巧。本书的内容包括 UG 系统软件的三维编辑操作、装配操作、渲染及动画处理、数据交换和打印出图等内容。全书紧密结合实例进行透彻讲解, 让读者能够综合运用本书所讲述的各项功能。读完本书, 读者可以掌握进行三维实体造型、装配和渲染设计的能力, 对新产品的开发更能得心应手。

本书最大的特点是理论同实践紧密结合。在每一小节或章后面都给出综合实例, 帮助读者切实掌握相应内容。

本书适合于应用三维软件进行工程设计的专业人员, 也适用于大专院校相关专业师生学习参考。

版权所有, 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

书 名: UG/CAD 工程设计基础教程 (下册)

作 者: 孙江宏 陈秀梅 等

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮政编码: 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印 张:** 23 **字 数:** 556 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04888-6/TP·2904

印 数: 0001~4000

定 价: 32.00 元

前 言

Unigraphics, 简称 UG, 它是由在计算机辅助设计业闻名遐迩的美国 UGS 公司推出的通用机械 CAD/CAE/CAM 一体化软件, 也是该公司五大产品中的佼佼者。它的内容博大精深, 涉及到平面工程制图、三维造型、机构分析、制造、渲染和动画仿真、工业标准交互传输、模拟加工过程等。这些内容每个部分都可以独立应用, 并有各自的技术特点。UG 最大的优势就在于采用了统一数据库、矢量化和关联性处理、三维建模同二维工程图相关联等技术。随着该软件 PC 机版本的逐渐流行, 大有取代 AutoCAD 等传统平面制图软件的迹象。

UG 软件起源于美国麦道飞机公司, 后于 1991 年 11 月并入世界上最大的软件公司——EDS (电子资讯系统有限公司) 公司。该公司隶属于美国通用汽车公司, 从而也树立了 UG 软件的最大用户。UG 的使用范围非常广泛, 其领域涉及到航空航天、通用机械、模具、汽车和家用电器等。现在, 它的自身标准 (包括计算机辅助设计、制造和分析标准) 正在为其他公司所接受, 并在逐步成为业内公认的标准。这无疑将会大大增加该公司产品的竞争力, 提高市场份额。

由于 UG 具有完备的理论体系, 立足于工程设计, 服务体系完善, 功能强大, 总结了美国航空航天及汽车工业的专业经验, 所以受到了用户的广泛好评, 它的客户群体也在不断增加。UG 软件自从 20 世纪 80 年代进入中国以来, 得到了越来越广泛的应用, 已成为我国工业界使用最广泛的大型 CAD/CAE/CAM 软件之一。

我们是长期从事 CAD/CAM 的教师, 由于在学习和教学过程中的工作便利, 可以接触到大量的 CAD 软件, 所以对 AutoCAD、Pro/Engineer、UG 等有明显和直接的感受, 也真正能够体会到其中理论的高深和应用的简单。在不断的教学和学习过程中, 我们参考了最近出版的有关 UG 的书籍和资料, 其中包括台湾版、翻译版等。不可否认, 这些图书都各自有着它们明显的技术特点, 例如, 台湾版的灵活、傻瓜化教学, 翻译版的开放式讲解等。但是, 在学习这些书籍的同时, 也发现了许多问题。有些图书的理论讲解基本上是没有的, 虽然用户可以在短时间内了解 UG 的使用, 但是对于其中的理论等就显得有些茫然, 这样对进一步提高是无益的。有些书籍虽然理论讲解精辟, 但是往往忽略了同实践的紧密结合, 所以用户经常在学习后对应用还是有些不知所措。有些书籍则是有些过于夸张。例如, 对于零件操作等, 往往分为两册来讲解, 而实际内容并没有这么夸张。

综上所述, 我们决心将自己学习和使用该软件的经验 and 体会写出来, 供广大读者学习和参考。本书是关于 UG 的基础应用篇, 关于高级应用篇将在以后推出。

同其他相关书籍相比, 本书的具体特点如下:

(1) 理论性。本书是以作者在平时教学和科研过程中的应用为基础, 总结了大量实践经验, 充分阐述了这些实践的理论基础。在写作本书的过程中, 不但注重了对该软件的宣传, 而且, 也充分引导读者对 CAD 软件有一个全面的认识, 鼓励读者自己进行软件的选择。

(2) 实用性。本书在每一节的讲解中, 都采用了以实例效果进行说明的方式。这样, 用户可以对这些理论知识有一个感性认识。在每一节或每一章最后, 都提供了综合实例, 帮助用户对这些理论内容进行深入理解。当然, 对于一些较为简单的命令操作, 则只给出了效果图比较。

(3) 延伸性和继承性。本书虽然是以 UG 16.0 为版本的, 但是书中所涉及的内容充分考虑到了以前版本和以后版本问题。由于用户实际上使用的软件功能基本上是比较集中的。而这些集中的功能, 在软件的升级中是不可能去掉的, 只能是让用户在使用上更加方便而已。所以, 软件的核心是基本不变的, 本书就是要写出这些核心内容, 让用户能够应用这些理论和技巧在不同版本的软件上进行设计开发。

(4) 层次性。本书还考虑到了 UG 软件的使用特点, 将其在 CAD 方面的常用功能进行了划分。全书分为理论基础、二维绘图、草图绘制、零件设计、工程制图、零件装配和动画渲染共 7 部分。用户可以根据自己的需要进行有选择的学习。由于该软件是以三维造型为主, 所以, 我们主要在零件设计、零件装配部分进行了非常详尽的讲解。而对于草图绘制和工程制图等, 就相对简单, 因为这些功能本身的使用方法相对就比较简单。

从写作内容看, 本书分为上、下两册, 基本上涵盖了 UG 的所有 CAD 功能。本书是下册, 主要包括以下内容:

(1) 三维特征编辑操作部分。主要内容在第 8 章。包括倒角、倒圆、拔模、螺纹、阵列等特征操作, 以及特征的删除、移动和特征参数编辑等。

(2) 装配部分。主要内容在第 9 章。在三维模型的建立和编辑操作基础上, 将单独的零部件按照配对条件装配起来, 然后进行克隆操作, 并且可以获得爆炸图, 添加明细表, 最后实现装配信息查询。

(3) 工程图部分。主要内容在第 10 章。主要就 UG 的工程图模块进行讲解, 包括视图、剖视图、尺寸标注、公差配合、装配工程图等的处理。

(4) 渲染及动画。主要内容在第 11 章。分别讲解三维模型的材质赋予、灯光定义、视觉效果设置、动画处理、静态图片获取等。

(5) 数据交换和出图。主要内容在第 12 章。主要讲解 UG 内部文件之间的数据交换和 UG 同其他软件之间的数据交换, 以及打印出图。

本书是集体智慧的结晶。由北京机械工业学院机械设计与 CAD 研究室孙江宏主编, 并编写了本书中的第 9、10、11、12 章, 由陈秀梅编写了第 8 章。其他参与编写的人员还有王雪艳、张万民、毕首权、马向辰、于美云、许九成、韩凤莲、谢文龙等。另外, 在本

书编写过程中，赵维海、魏德亮、赵洁、朱存铃、邱景红、赵腾任、王戈、王睿、罗珅、段大高、曹东兴、黄小龙等给予了大力协助，在此表示深深的感谢。

全书编写历经数月，倾注了作者的大量心血，希望能够对读者有切实的帮助。另外，本书的编写时间仍显仓促，难免有不足之处，希望读者能够及时指出，并通过 E-mail 地址 Sunjh99@263.net 与作者联系，共同促进技术进步。

作 者

2001 年 6 月于北京

目 录

第 8 章	三维特征编辑操作.....	1
8.1	特征操作.....	2
8.1.1	实体拔模.....	2
8.1.2	边倒圆.....	8
8.1.3	面倒圆.....	13
8.1.4	软倒圆.....	21
8.1.5	倒斜角.....	24
8.1.6	挖空.....	30
8.1.7	螺纹.....	37
8.1.8	阵列.....	46
8.1.9	缝合.....	52
8.1.10	修补实体.....	55
8.1.11	简化实体.....	58
8.1.12	包裹.....	64
8.1.13	偏移表面.....	68
8.1.14	比例.....	71
8.1.15	修剪实体.....	74
8.1.16	分割.....	80
8.1.17	布尔运算.....	81
8.2	特征编辑.....	83
8.2.1	编辑特征参数.....	84
8.2.2	编辑特征定位尺寸.....	97
8.2.3	移动特征.....	98
8.2.4	特征重新排序.....	100
8.2.5	删除特征.....	101
8.2.6	抑制特征.....	102
8.2.7	解除特征抑制.....	103
8.2.8	用表达式抑制特征.....	104
8.2.9	移去特征参数.....	107
8.2.10	编辑实体密度.....	107
8.2.11	回放模型的生成过程.....	108
8.2.12	改变固定基准尺寸.....	110

8.2.13	复制	110
8.2.14	粘贴	110
8.2.15	延时更新	112
8.2.16	更新	112
8.3	编辑表面	113
8.3.1	移动表面	113
8.3.2	替换表面	116
8.3.3	分割表面	118
8.3.4	删除表面	119
8.3.5	更改表面尺寸	120
8.3.6	连接表面	123
第 9 章	装配	126
9.1	概述	126
9.1.1	装配方法	127
9.1.2	引用集 (Reference Sets)	128
9.2	装配	133
9.2.1	工作部件和显示部件	133
9.2.2	装配操作	136
9.2.3	装配导航器	158
9.3	克隆装配	161
9.3.1	创建克隆装配	162
9.3.2	编辑克隆装配	166
9.4	装配明细表	167
9.4.1	定义明细表	167
9.4.2	创建明细表	172
9.4.3	条目操作	173
9.4.4	明细表格式设置	175
9.5	装配爆炸图	178
9.5.1	爆炸视图	179
9.5.2	组件显示处理	183
9.6	装配文件管理	184
9.6.1	保存	184
9.6.2	关闭	184
9.6.3	重新打开	185
9.6.4	加载和保存选项设置	186
9.7	装配参数设置和信息查询	189
9.7.1	装配参数设置	189

9.7.2 装配信息查询	191
第 10 章 工程图	196
10.1 工程图概述	197
10.1.1 视图	197
10.1.2 剖视图	197
10.1.3 其他表达方式	198
10.2 工程图管理	198
10.2.1 新建工程图	198
10.2.2 打开工程图	200
10.2.3 删除工程图	201
10.2.4 编辑工程图	201
10.2.5 显示模式切换	202
10.2.6 更新视图	202
10.3 视图管理	202
10.3.1 导入视图	203
10.3.2 添加正交投影视图	206
10.3.3 添加辅助视图	206
10.3.4 添加局部放大视图	207
10.4 剖视图管理	208
10.4.1 简单剖视图	208
10.4.2 阶梯剖视图	211
10.4.3 半剖视图	214
10.4.4 旋转剖视图	216
10.4.5 展开剖视图	218
10.4.6 局部剖视图	220
10.5 工程图编辑	223
10.5.1 删除视图	223
10.5.2 移动/复制视图	223
10.5.3 对齐视图	226
10.5.4 编辑视图	228
10.5.5 定义视图边界	230
10.6 工程图操作	232
10.6.1 尺寸标注	233
10.6.2 注释	245
10.6.3 插入表格	253
10.6.4 公用符号	254
10.6.5 识别符号	264

10.6.6	用户自定义符号	265
10.6.7	表面粗糙度符号	268
10.6.8	剖面线	270
10.7	剖视图编辑操作	272
10.7.1	移动工程图对象原点	273
10.7.2	剖切线	273
10.7.3	制图对象相关性	277
10.7.4	组件	279
10.7.5	引出线	279
10.7.6	剖面线边界	280
10.7.7	抑制制图对象	281
10.7.8	视图相关编辑	282
10.8	装配工程图	285
10.8.1	创建装配工程图步骤	285
10.8.2	零部件的剖切处理	285
10.8.3	轴侧视图局部剖	286
10.8.4	爆炸图导入	289
10.8.5	明细表处理	289
10.9	图样	289
10.9.1	定制图样	289
10.9.2	图样处理	290
10.10	工程图属性设置	293
10.10.1	工程图	293
10.10.2	视图显示	295
10.10.3	剖切线	298
10.10.4	注释	307
10.10.5	制图对象对齐	308
第 11 章	渲染及动画	311
11.1	灯光	312
11.1.1	光的类型	312
11.1.2	光源操作	315
11.1.3	光源的参数设置	316
11.2	材质及纹理	320
11.2.1	选择材质/纹理	321
11.2.2	编辑纹理参数	321
11.2.3	赋予材质/纹理	322
11.2.4	纹理/材质操作	322

11.3 设置视觉效果	322
11.3.1 前景设置	322
11.3.2 背景设置	327
11.3.3 环境设置	330
11.3.4 特效设置	330
11.3.5 光栅图像的使用	331
11.4 图像的后处理	333
11.4.1 快速生成图像	334
11.4.2 高质量图像	334
11.4.3 操作实例	337
11.5 动画制作	338
11.5.1 定义轨迹动画	339
11.5.2 定义关键帧动画	343
第 12 章 数据交换和打印出图	345
12.1 导出	346
12.1.1 Part	346
12.1.2 CGM	347
12.1.3 Rapid Prototyping	349
12.1.4 Author HTML	349
12.1.5 转换为静态画面	350
12.2 导入	351
12.2.1 Part	351
12.2.2 CGM	351
12.2.3 Rapid Prototyping	352
12.3 出图	353

第 8 章 三维特征编辑操作

本章将介绍三维特征的高级操作功能，包括特征操作、特征编辑和编辑表面等。三维特征的编辑操作可以通过下拉菜单 Insert→Feature Operation、Edit→Feature 来实现，如图 8-1 和图 8-2 所示。还可以通过工具栏来实现，如图 8-3、图 8-4 所示。



图 8-1 特征操作菜单

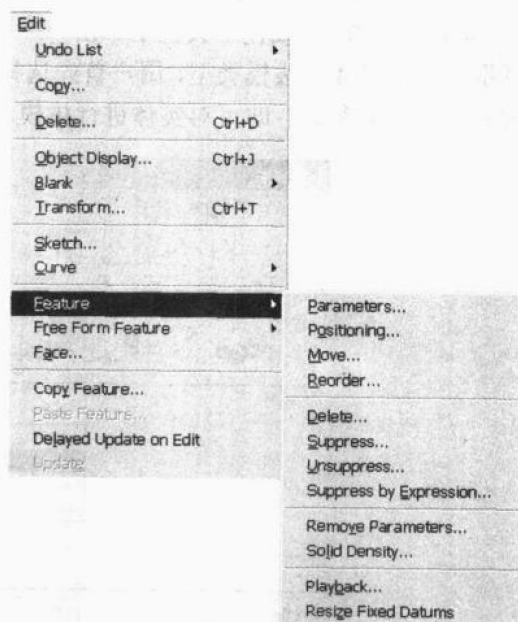


图 8-2 特征编辑菜单

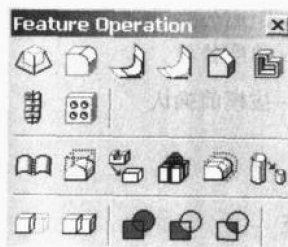


图 8-3 特征操作工具栏

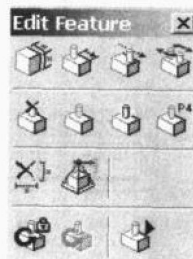


图 8-4 特征编辑工具栏

8.1 特征操作

本节将介绍如何对已存在的实体或特征进行修改。通过特征操作，可以用简单的实体建立复杂的实体。特征操作包括：实体拔模、边倒圆、面倒圆、软倒圆、倒斜角、挖空、螺纹、阵列、缝合、修补实体、简化实体、包裹、偏移、比例、修剪、分割、布尔运算等。

8.1.1 实体拔模

本小节将说明如何在特征实体、表面及边缘上建构拔模。依次选择 Insert→Feature Operation→Taper 选项，或在工具栏中单击  按钮，弹出如图 8-5 所示的实体拔模对话框。该对话框中提供了 4 种拔模类型，用户首先选择拔模类型，然后再根据提示选择拔模步骤，并设置其中相应的参数，即可对实体进行拔模。

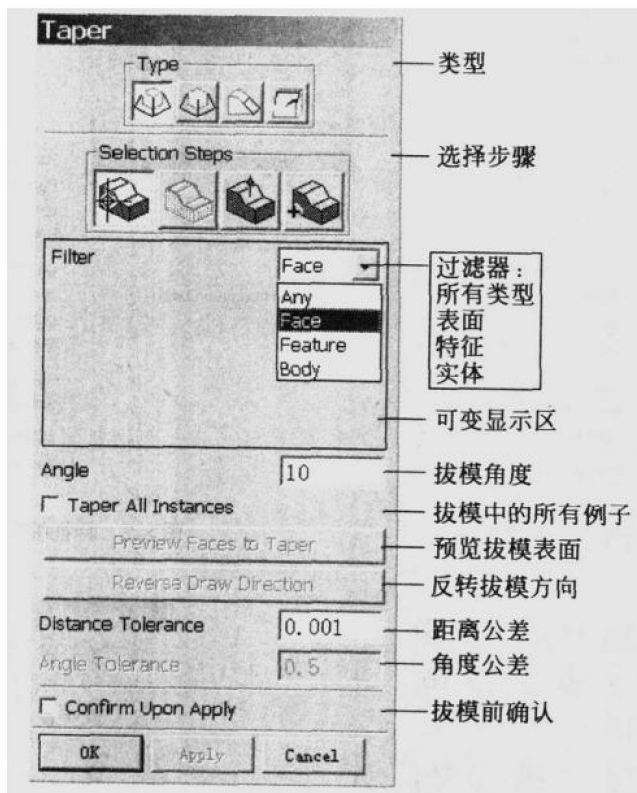


图 8-5 实体拔模

下面分别对各拔模类型进行详细介绍。

1. 通过表面拔模实体

该类型用于从参考点所在平面开始，与拔模方向成拔模角度，对指定的实体表面进行拔模。

单击图 8-5 对话框中的类型按钮 , 可以通过表面拔模实体。该类型提供了 3 个选择步骤，分别是选择拔模面（Face to Taper）、指定拔模方向（Draw Direction）和指定参考点（Reference Point）。

(1) 选择拔模面：用于选择一个或多个欲进行拔模的表面。单击步骤按钮 , 然后在图 8-5 所示对话框的过滤器中设置拔模面的类型，再在图形窗口中选择实体或特征中的一个或多个表面作为要拔模的表面。单击 OK 按钮。

(2) 指定拔模方向：用于指定实体拔模的方向，系统设置的默认拔模方向是 Z 轴方向。单击步骤按钮 , 图 8-5 所示对话框中可变显示区内容变为如图 8-6 所示。用户可以利用矢量构造器定义拔模方向，也可以通过直接单击 OK 按钮使用系统的默认方向。

(3) 指定参考点：用于指定实体拔模的参考点，系统将会定义一个过参考点且垂直于拔模方向的拔模平面。单击步骤按钮 , 图 8-5 所示对话框中可变显示区内容变为如图 8-7 所示。用户可以利用点构造器定义拔模参考点。然后单击 OK 按钮或 Apply 按钮即可。

图 8-8 和图 8-9 所示分别为设定不同拔模方向，拔模前和拔模后的实体。

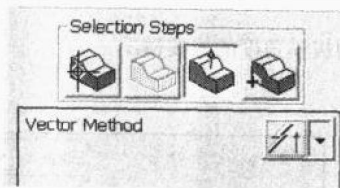


图 8-6 指定拔模方向

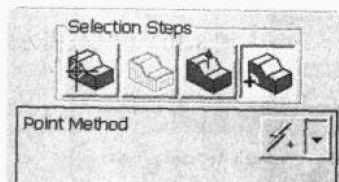
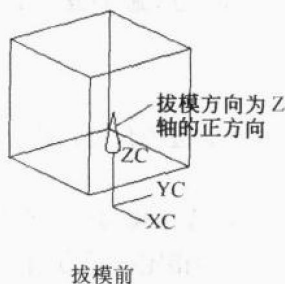
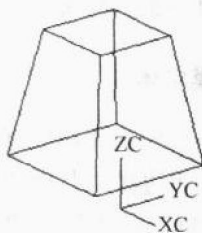


图 8-7 指定拔模参考点



拔模前



拔模后

图 8-8 拔模方向为 Z 轴的正方向

改变图 8-5 实体拔模对话框中的拔模角度即可改变拔模后的实体形状。

图 8-10 所示为设置相同的拔模方向、不同的拔模角度的实体。

注意：如果定义的拔模方向和所选择的拔模参考点不能构建拔模实体，则系统会弹出图 8-11 所示的信息提示框。

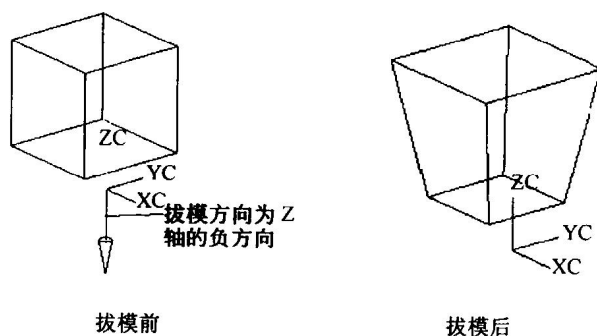


图 8-9 拔模方向为 Z 轴的负方向

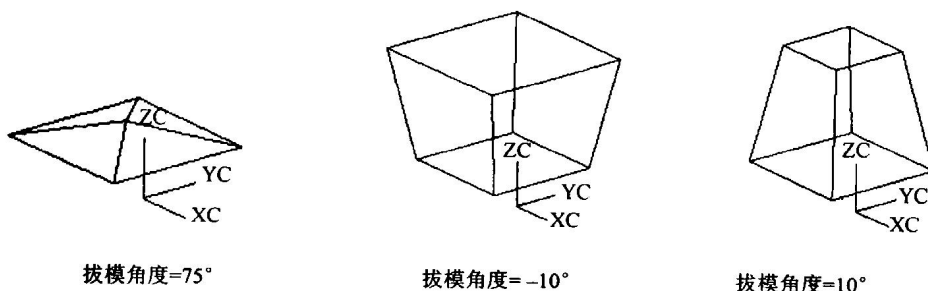


图 8-10 相同拔模方向, 不同拔模角度的拔模情况



图 8-11 信息提示框

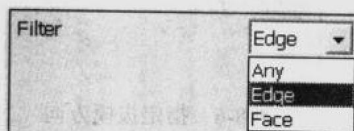


图 8-12 通过边缘拔模过滤器

2. 通过边缘拔模实体

该类型用于从一系列实体边缘开始, 与拔模方向成拔模角度, 对指定的实体进行拔模。它尤其适用于所选实体边缘不共面的情况。

单击图 8-5 对话框中的类型按钮 , 可以通过边缘拔模实体。该类型提供了 2 个必选步骤, 分别是选择拔模参考边缘 (Reference Edges) 和指定拔模方向 (Draw Direction) 另外还提供了 1 个可选步骤, 即指定变角度控制点 (Variable Angle Point)。下面我们分别对其进行说明。

(1) 选择拔模参考边缘: 用于选择一条或多条实体边缘作为拔模的参考边缘。单击步骤按钮 , 图 8-5 所示的对话框中可变显示区内容变为如图 8-12 所示。用户先在过滤器中设置拔模边缘的类型, 再在图形窗口中选择实体的一条或多条边缘作为拔模的参考边缘。单击 OK 按钮。

(2) 指定拔模方向: 用于指定实体拔模的方向, 系统设置的默认拔模方向是 Z 轴方向。

单击步骤按钮 ，图 8-5 所示对话框中可变显示区内容变为如图 8-6 所示。用户可以利用矢量构造器定义拔模方向，然后单击 OK 按钮即可。用户还可以通过直接单击 OK 按钮使用系统的默认方向。最后单击 Apply 按钮以完成通过边缘拔模实体操作。

图 8-13 中的虚线为拔模前的实体，实线为通过边缘拔模实体操作拔模 30° 后的实体。

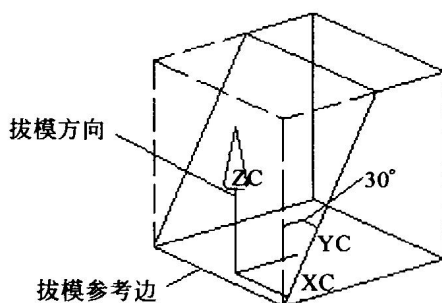


图 8-13 拔模前后效果

注意：如果选定的拔模参考边缘和所设定的拔模方向平行，则会弹出图 8-14 所示的信息提示框。

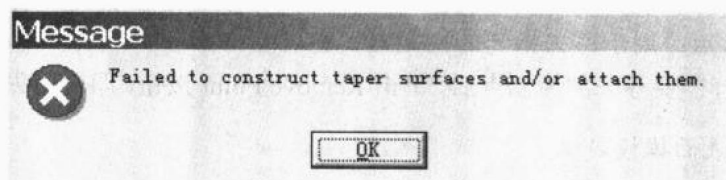


图 8-14 信息提示框

(3) 指定变角度控制点：该步骤为可选步骤，用于在参考边缘上设置实体拔模的控制点，然后再为各控制点设置相应的角度，从而实现沿参考边缘对实体进行变角度的拔模。只有在图形窗口中指定了变角度控制点后该步骤按钮  才激活。单击该按钮，图 8-5 所示对话框中可变显示区内容变为如图 8-15 所示。用户可以在参考边缘上定义一点或多点作

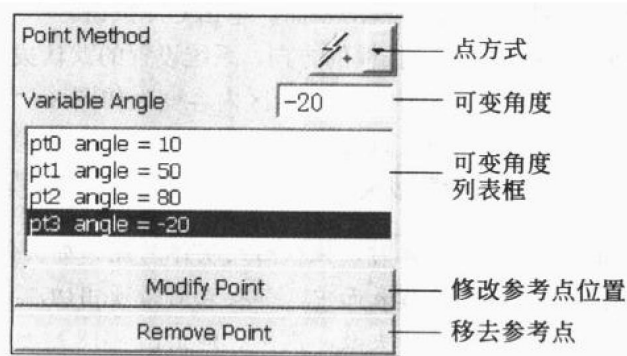


图 8-15 显示内容变化

为控制点,并可修改各控制点的位置及其拔模角度。然后单击 OK 按钮或 Apply 按钮即可。

图 8-15 中各选项含义如下:

①点方式:该选项用点构造器在参考边缘上指定变角度控制点。一旦指定一个控制点后,可变角度文本框、可变角度列表框、修改参考点位置按钮和移去参考点按钮激活,同时,可变角度文本框中显示所设定控制点的默认拔模角度,可变角度列表框中显示该控制点名及拔模角度。

② 可变角度:用于修改控制点处的拔模角度。每当指定一个控制点时,Variable Angle 文本框中显示该控制点的默认拔模角度,此时可直接修改该控制点处的拔模角度。另外也可以在定义完所有的参考点后,再在可变角度列表框中选择需要修改的控制点,此时所选控制点处的拔模角度显示在该文本框中,这时可以修改所选控制点处拔模角度的值。

③ 修改参考点位置:用于修改控制点在参考边缘上的位置。在可变角度列表框中选择需要修改的控制点后,单击 Modify Point 按钮,弹出图 8-16 所示的修改点位置对话框,修改控制点到需要的位置后,单击 OK 按钮即可。

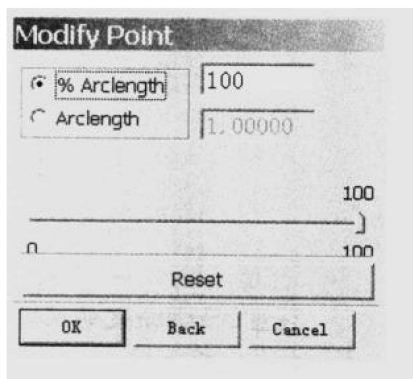


图 8-16 修改点位置对话框

④ 移去参考点:用于移去指定的控制点。在可变角度列表框中选择需要移去的控制点后,单击 Remove Point 按钮,即可移去指定的控制点。

3. 通过相切表面拔模实体

该类型用于与拔模方向成拔模角度,对实体进行拔模,使拔模面相切于指定的实体表面。适用于对相切表面拔模后要求仍然保持相切的情况。

单击图 8-5 对话框中的类型按钮 , 可以通过相切表面拔模实体。该类型提供了 2 个选择步骤,分别是选择拔模面(Face to Taper)和指定拔模方向(Draw Direction)。

(1) 选择拔模面:用于选择一个表面或多个相切表面作为拔模表面。单击步骤按钮 , 然后在图 8-5 所示对话框的过滤器中设置拔模面的类型,再在图形窗口中选择实体或特征中的一个表面或多个相切表面作为要拔模的表面。单击 OK 按钮。

(2) 指定拔模方向:用于指定实体拔模的方向,系统设置的默认拔模方向是 Z 轴方向。单击步骤按钮 , 图 8-5 所示对话框中可变显示区内容变为如图 8-6 所示。用户可以利用矢量构造器定义拔模方向,也可以通过直接单击 OK 按钮使用系统的默认方向。

图 8-17 所示为使用该方法、设置拔模角度为 10° , 拔模前和拔模后的实体。

注意:通过相切表面拔模实体时,拔模后的实体只能添加实体材料,而不能去除实体材料。另外,选择的拔模表面中,邻接表面必须相切,非邻接表面经拔模后必须有一部分存在。如果拔模失败,则系统弹出图 8-18 所示的信息提示框。