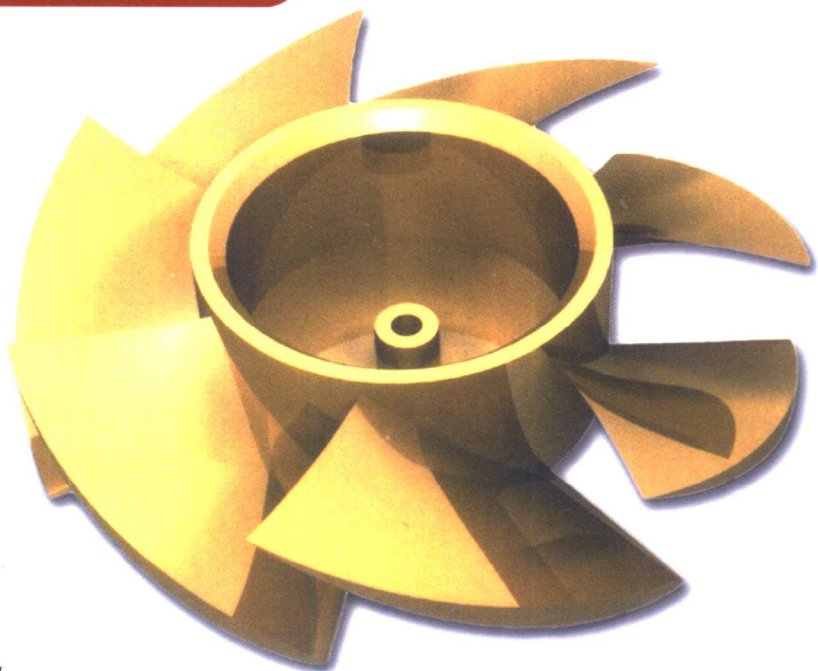


零件设计经典教材系列

最新力作 闪亮登场



林清安 编著

<http://www.linproe.com.tw>

网络教学 www.pcschool.tv

适用于 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0

中文版/英文版

Pro/ENGINEER

Wildfire 2.0

零件设计 高级篇(上)

附赠超值光盘

内含全书范例文件

及多媒体教学系统



清华大学出版社

零件设计经典教材系列

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0

零件设计高级篇(上)

林清安 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 自 1988 年以参数设计的面貌问世以来, 现已发展成为 3D CAD/CAM 系统的标准设计软件, 广泛应用于电子、机械、模具及工业设计等行业。本书主要介绍常用的 Pro/ENGINEER 设计技巧、特征创建失败的处理方法、未封闭实体的处理、以旋转混合及一般混合创建复杂的特征、混合特征相切条件的控制、以不同的扫描方式(如可变剖面扫描、螺旋扫描及三维扫描)创建复杂的实体或曲面、以扫描混合创建复杂的三维特征, 以及利用边界线来创建曲面, 最后用汤匙、鼠标、洗衣剂瓶等多个典型范例来说明复杂的实体或曲面在复杂零件设计上的实际应用。本书通过详细、简洁的零件设计范例培养读者实际的造型设计能力与产品开发能力。

本书内容翔实, 精心挑选的设计范例简洁明了。本书适合电子、机械、模具和工业设计等领域的工程设计人员使用, 也适合作为工科院校计算机辅助设计课程的教材使用。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 零件设计高级篇(上)/林清安编著. —北京: 清华大学出版社, 2006.4

(零件设计经典教材系列)

ISBN 7-302-12798-0

I. P… II. 林… III. 机械元件—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 2.0—高等学校—教材 IV. TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 029912 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 张彦青

文稿编辑: 陈刘源

排版人员: 朱 康

印 刷 者: 北京国马印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 23.75 字数: 571 千字

版 次: 2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-12798-0/TP·8147

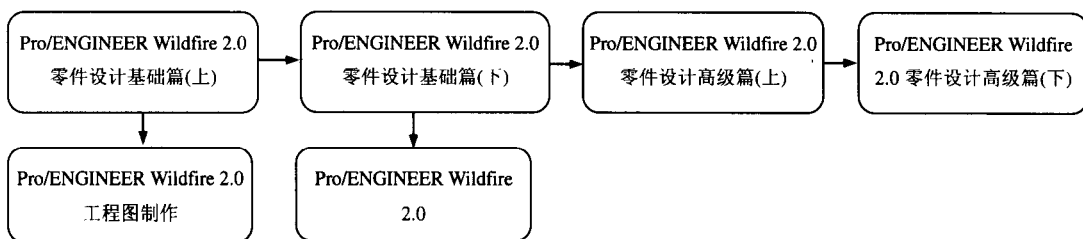
印 数: 1~5000

定 价: 40.00 元(含 2 张光盘)

前 言

Pro/ENGINEER 自 1988 年问世以来,十余年间已成为全世界最普及的三维 CAD/CAM 系统的标准设计软件,广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽车、机车、自行车、航天、家电、玩具等各行业。Pro/ENGINEER 是个全方位的三维产品开发软件,整合了零件设计、产品装配、模具开发、数控加工、钣金设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、机构模拟、应力分析、产品数据库管理等功能于一体,其模块众多,且学习不易。笔者有鉴于此,凭 12 年来利用此软件进行多项实际设计与加工经验,以及多年来教学研究的心得撰写出本系列 Pro/ENGINEER 书籍,便于提供给各公司应用此软件的工程技术人员和各大专院校相关专业的学生学习。

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 系列书籍将于 2006 年间陆续完成(各书均适用于 Pro/ENGINEER 英文版及中文版,并同时附赠笔者所录制的 Pro/ENGINEER 范例操作多媒体教学光盘),各书的阅读顺序如下:



本书所涉及的主题包括:常用的 Pro/ENGINEER 设计技巧、特征创建失败的处理方法、未封闭实体的处理、以旋转混成及一般混成创建复杂的特征、混成特征相切条件的控制、以不同的扫描方式(如可变剖面扫描、螺旋扫描及三维扫描)创建复杂的实体或曲面、以扫描混合创建复杂的三维特征,以及利用边界线来创建曲面,最后用汤匙、鼠标、洗衣剂瓶等多个典型范例来说明复杂的实体或曲面在复杂零件设计上的实际应用。业界人士可以利用本书学习如何使用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 来设计造型复杂的三维零件,本书也适合作为大专院校计算机辅助设计的上课或实习教材。

本书目前是以 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 英文版及中文版来编写,并附赠随书光盘,内含范例文件与多媒体教学系统,其中范例文件为练习本书各章节的范例时所需的文件,而多媒体教学系统则包含了实现本书各范例的操作步骤及相关讲解。

本书在编写期间,我的硕士和博士研究生(刘国彬、陈睦元、张国忠、柯淞进、杨雪君、李岳桦、施启田、戴伟翰、庄博文、吴佩亭、萧晓薇等)都参与帮助校稿,在此表示感谢。除此之外,参数技术公司(Parametric Technology Corporation)的卓曾中总经理亦提供多方面的协助,在此同表谢忱。最后,衷心感谢我太太无怨无悔的支持与勤快的文稿打字。

本书虽经再三校对,但疏漏之处在所难免,盼各界人士赐予指正,待再版时加以修正。

读者若遇到技术问题或选购本系其他图书, 请致电 010-62773995-312(220)或发邮件至读者服务邮箱: service@wenyuan.com.cn 或登录技术支持网站 <http://www.wenyuan.com.cn> 留言。

林清安

E-mail: alin@mail.ntust.edu.tw

Website: www.linproe.com.tw

目 录

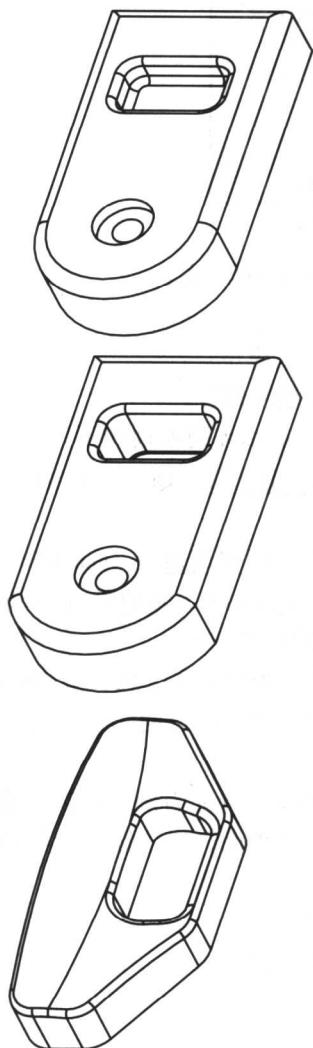
第 1 章 特征创建失败的处理	1
1.1 特征失败处理的命令菜单	2
1.2 快速修复的范例	3
1.3 修复模型的范例	19
第 2 章 以混合创建实体及曲面	27
2.1 混合的选项说明	28
2.2 混合顶点的使用范例	32
2.3 旋转混合的范例	37
2.4 一般混合的范例	41
2.5 混合的相切控制范例	45
第 3 章 以可变剖面扫描创建实体及曲面	53
3.1 可变剖面扫描简介	54
3.2 轨迹线的种类及用途	56
3.3 截面的轴向	57
3.3.1 截面垂直于轨迹线	57
3.3.2 截面垂直于轨迹线的投影线	63
3.3.3 截面的法向维持不变	66
3.4 以轨迹线控制截面变化的范例	70
3.4.1 范例 1	70
3.4.2 范例 2	84
3.4.3 范例 3	92
3.5 使用关系式控制截面的变化	108
3.6 使用关系式控制截面变化的范例	112
3.6.1 范例 1	112
3.6.2 范例 2	116
3.7 使用基准图控制截面的变化	120
3.8 使用基准图控制截面变化的范例	126
3.8.1 范例 1	126
3.8.2 范例 2	133
3.9 以可变剖面扫描设计正齿轮	139
3.9.1 创建二十齿的齿轮 3D 几何模型	141
3.9.2 创建四十齿的齿轮 3D 几何模型	157
3.9.3 设计变更	161

第4章 以螺旋扫描及三维扫描创建实体及曲面	165
4.1 螺旋扫描的简介	166
4.2 螺旋扫描的属性	166
4.3 螺旋扫描的操作步骤	168
4.4 螺旋扫描的节距	170
4.5 螺旋扫描的范例	171
4.6 三维扫描的简介	175
4.7 三维扫描的范例	176
第5章 以扫描混合创建实体及曲面	181
5.1 扫描混合的选项说明	182
5.2 扫描混合的使用规则	184
5.3 扫描混合的范例	185
5.3.1 扫描混合范例 1	185
5.3.2 扫描混合范例 2	190
5.3.3 扫描混合范例 3	194
5.3.4 扫描混合范例 4	206
5.3.5 扫描混合范例 5	211
第6章 以边界混合创建曲面	219
6.1 边界混合的基本概念	220
6.2 边界混合的基本操作范例	221
6.3 设置边界混合的边界条件	225
6.4 设置边界条件的范例	226
6.5 设置边界混合的控制点	234
6.6 设置控制点的范例	235
6.7 创建边界混合曲面的范例	247
6.7.1 边界混合曲面范例 1	247
6.7.2 边界混合曲面范例 2	259
6.7.3 边界混合曲面范例 3	269
6.8 以边界线创建曲面的高级操作	282
第7章 高级零件设计实例	291
7.1 汤匙设计	292
7.2 鼠标上盖设计	309
7.3 鼠标下盖设计	331
7.4 塑料瓶设计	338

Wildfire 2.0

1

特征失败的处理



利用 *Pro/ENGINEER* 进行三维几何模型的创建时，常因为各种原因造成特征的创建无法成功，此时必须依靠用户对于三维几何的了解程度及对 *Pro/ENGINEER* 系统的熟悉程度来找出特征失败的原因，并进一步以复位参照、重新定义、对调特征顺序、隐含特征、内插特征等方式来解决问题。

本章首先介绍特征失败处理的命令菜单，接着探讨如何以快速修复 (*Quick Fix*) 及修复模型 (*Fix Model*) 命令，来对失败的特征进行“复位参照”及“重新定义”的工作，以解决特征失败的问题。

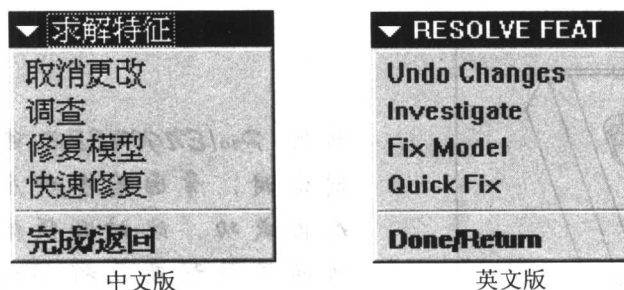
1.1 特征失败处理的命令菜单

一般而言, 特征创建失败的因素包括:

1. 特征修改后, 特征放置的位置有错。
2. 以编辑定义 (Edit Definition)、编辑参照 (Edit Reference) 等对特征进行设计变更的操作后, 特征的几何不正确。
3. 几何计算精度 (Accuracy) 设置不恰当发生的错误。

特征创建失败时, Pro/ENGINEER 系统会自动弹出求解特征 (RESOLVE FEAT) 的命令菜单 (如图 1-1 所示), 可帮助用户解决发生的问题。求解特征 (RESOLVE FEAT) 菜单含有下列的选项。

图 1-1



1. 取消更改 (Undo Changes): 回到特征尚未创建或尚未修改前的状态。
2. 调查 (Investigate): 查看特征失败的原因。
3. 修复模型 (Fix Model): 进入一般特征创建的环境, 以修复模型。
4. 快速修复 (Quick Fix): 提供较简洁的环境, 供用户做模型的修复。

在上列的 4 个选项中, 修复模型 (Fix Model) 和 快速修复 (Quick Fix) 的差别如下。

1. 修复模型 (Fix Model) 可修复模型上的任何一个特征, 而 快速修复 (Quick Fix) 仅可修复失败的特征 (Failed feature)。
2. 修复模型 (Fix Model) 提供了一般创建特征时所有的功能, 而 快速修复 (Quick Fix) 仅提供 重定义 (Redefine)、复位参照 (Reroute)、隐含 (Suppress)、修剪隐含 (Clip Supp) 及 删除 (Delete) 等常用的特征修复命令, 各命令的功能如下。
 - (1) 重定义 (Redefine): 重新定义失败特征的几何。以拉伸特征为例, 重定义 (Redefine) 可用以重新定义拉伸特征的截面数据、特征的创建方向、材料的方向、特征的深度等。
 - (2) 复位参照 (Reroute): 重新定义失败特征的几何参照。以拉伸特征为例, 复位参照 (Reroute) 可用以重新定义拉伸特征的草绘平面、定向参考平面、尺寸标注参考边等。
 - (3) 隐含 (Suppress): 将失败的特征及其所有的子特征全部隐含。
 - (4) 修剪隐含 (Clip Supp): 将失败的特征及其后所有特征全部隐含。
 - (5) 删除 (Delete): 将失败的特征及其所有的子特征全部删除。

注意

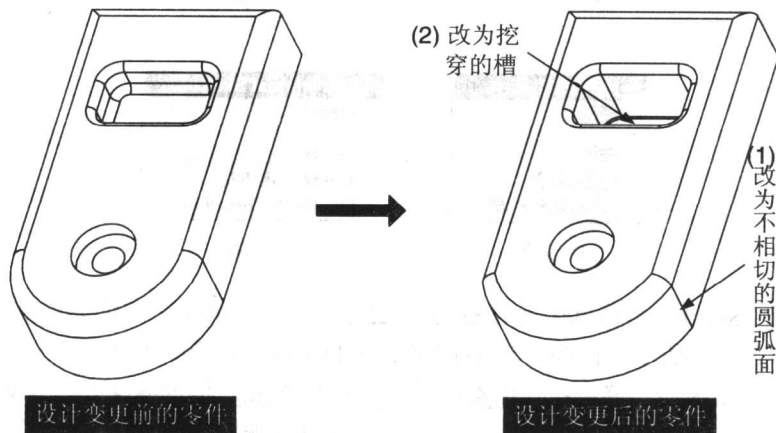
- (1) 重定义 (Redefine) 的操作步骤与编辑 (Edit) 菜单下的命令定义 (Definition) 相同。
- (2) 复位参照 (Reroute) 的操作步骤与编辑 (Edit) 菜单下的命令参照 (References) 相同。
- (3) 一个特征被隐含时, 此特征可视为被“暂时删除”, 若要恢复被隐含的特征, 则可使用编辑 (Edit) 菜单下的恢复 (Resume) 命令, 选上一个 (Last) 恢复上一组被隐含的特征, 或选全部 (All) 恢复所有被隐含的特征。
- (4) 当一个特征被删除时, 则此特征即被“永久删除”, 无法调回 (但可实时单击工具栏的取消图标 , 以放弃删除特征的操作)。
- (5) 当以多种方法都无法解决特征失败的问题时, 则建议使用修剪隐含 (Clip Supp), 将失败的特征及其后所有特征全部隐含, 即可脱离特征失败的模式 (但当然零件也毁了)。

下列两节将以两个实际的范例来说明快速修复 (Quick Fix) 及修复模型 (Fix Model) 的使用时机及操作步骤。

1.2 快速修复的范例

图 1-2 是一个设计变更时发生问题的案例, 我们修改了: (1) 零件的截面设计 (将拉伸的截面改为不相切的圆弧面); (2) 方形槽的属性 (将方形槽由没有挖穿改为挖穿), 而发生了错误的情形。通过快速修复 (Quick Fix) 的命令来重新定义失败特征的参照, 即可解决所发生的错误, 完成设计变更的工作。

图 1-2



步骤 1 打开零件

[单击工具栏中打开文件的图标 ]

→ [选择文件: resolve-1.prt → 单击  (Open)]

步骤 2 查看零件的创建过程

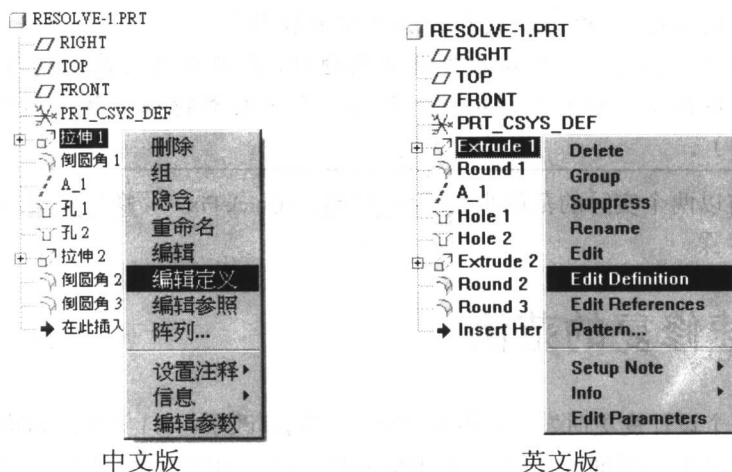
[选择工具 (Tools) 菜单下的模型播放器 (Model Player)]

- [出现模型播放器 (Model Player) 的对话框, 单击 , 则画面回到一开始尚未创建任何特征的状态]
- [持续单击 , 观察特征的创建顺序, 可发现此零件共有 12 个特征]
- [单击 **完成** (**Finish**) 关闭模型播放器 (Model Player) 对话框]

步骤 3 修改拉伸特征的截面

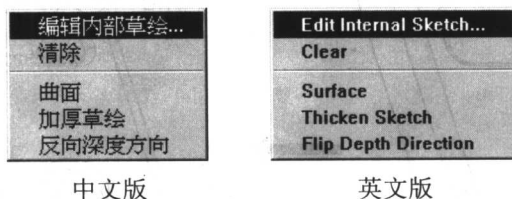
[在模型树中选拉伸 1 (Extrude 1) → 单击鼠标右键, 在弹出的快捷菜单中选择编辑定义 (Edit Definition) (如图 1-3 所示)]

图 1-3



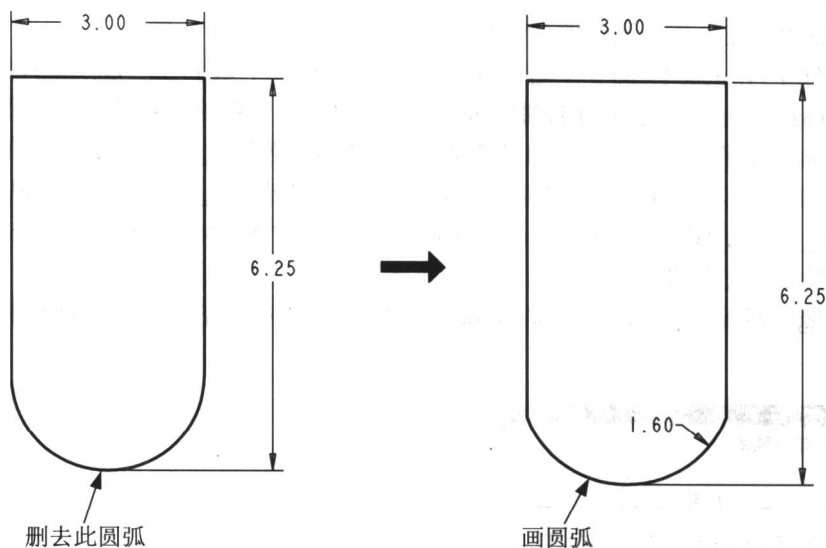
- [单击鼠标右键, 在弹出的快捷菜单中选择编辑内部草绘 (Edit Internal Sketch) (如图 1-4 所示), 进行特征截面的修改 (也可在仪表板处单击放置 (Placement) 后, 再单击 **编辑...** (**Edit...**))]

图 1-4



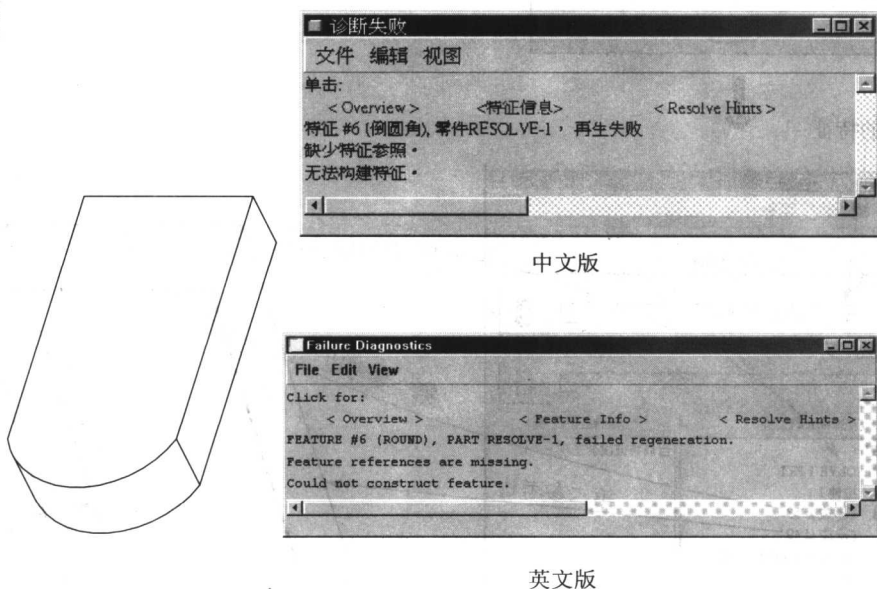
- [单击草绘 (Sketch) 对话框中的 **草绘** (**Sketch**) , 进行截面草图的修改]
- [选中图 1-5 左侧所示的圆弧, 然后按键盘的 Delete 键, 删除此圆弧]
- [信息窗口出现警告“警告: 此像素由其他特征所参照。是否继续?” (“WARNING: This entity is referenced by other feature(s). Continue?”), 代表欲删除的圆弧被其后许多特征参考, 若删除此圆弧, 则势必影响其后的特征 → 单击 **是** (**Yes**) , 确认删除此圆弧]
- [单击 , 重新画一圆弧, 并标注如图 1-5 右侧所示的尺寸 → 单击 ]

图 1-5



- [在草绘 (Sketch) 对话框中单击 **确定** (OK)]
- [单击图标  后选标准方向 (Standard Orientation) (或按键盘的 Ctrl+D 组合键), 使零件呈现立体图]
- [单击仪表板右侧的 , 则零件如图 1-6 所示, 且出现诊断失败 (Failure Diagnostics) 窗口, 显示零件的几何创建失败, 其原因为无法产生特征编号为 6 的倒圆角]

图 1-6



步骤 4 查看倒圆角失败的原因

(1) 查看倒圆角在现有的几何模型上的参照

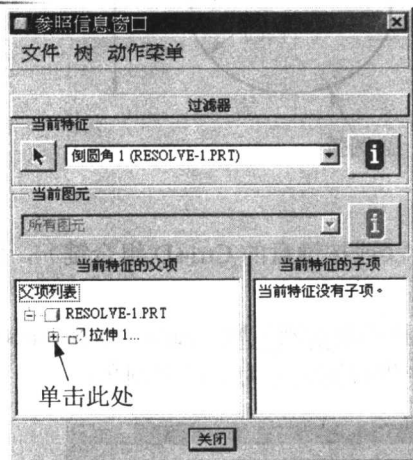
选择调查 (Investigate) → 显示参考 (Show Ref)

→ [出现如图 1-7 所示的参照信息窗口 (Reference Information Window) 对话框, 显示出倒圆

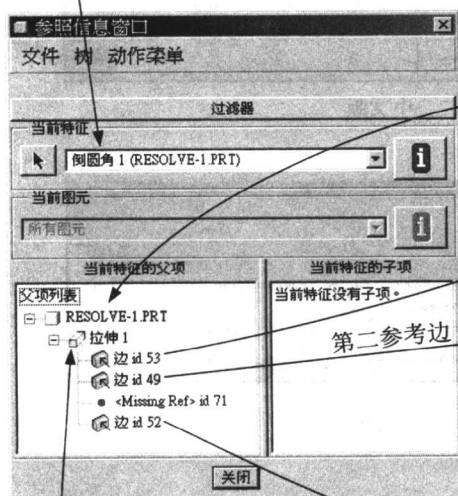
角为失败的特征，而倒圆角的父特征为拉伸 1 (Extrude 1)]

- [选择拉伸 1 (Extrude 1) 的 3 个边：边 id 53 (Edge id 53)、边 id 49 (Edge id 49)、边 id 52 (Edge id 52)，这 3 个边即为倒圆角所使用的参考边，系统在屏幕上以粗红线显示出这 3 个边，如图的第一、第二、第四参考边；另一方面，选择拉伸 1 (Extrude 1) 的 <Missing Ref> id 71 时，则主窗口下方的信息窗口即显示出“缺少倒圆角_1 (#6 标识 75)的局部几何参照 (标识 71)” (“Local geometry reference (id 71) of ROUND_1 (#6 id 75) is missing)”，代表倒圆角所使用的一个参考边 (图素标识为 71) 消失不见了]
- [单击参照信息窗口 (Reference Information Window) 对话框中的 **关闭** (**Close**)]

图 1-7



失败的特征



失败特征
的父特征

中文版

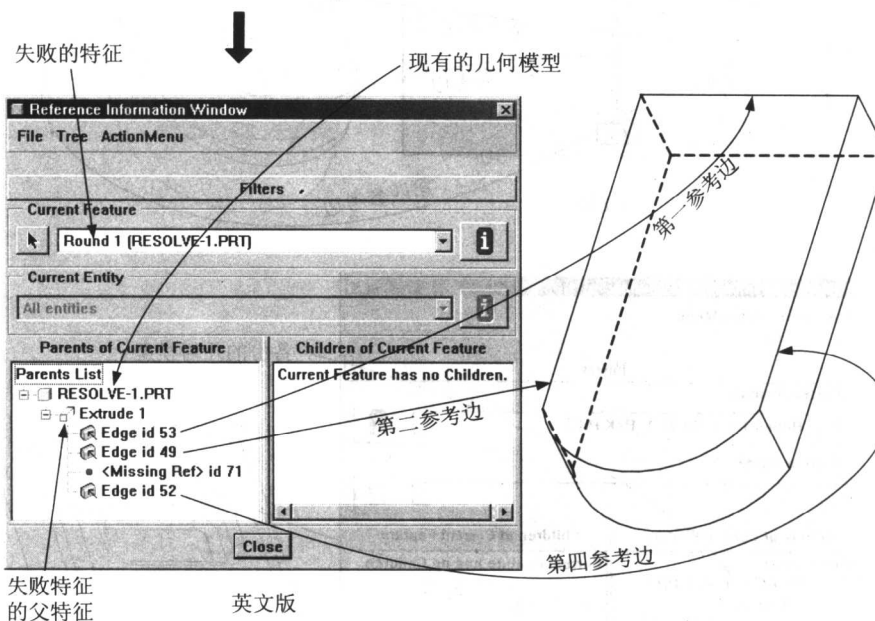
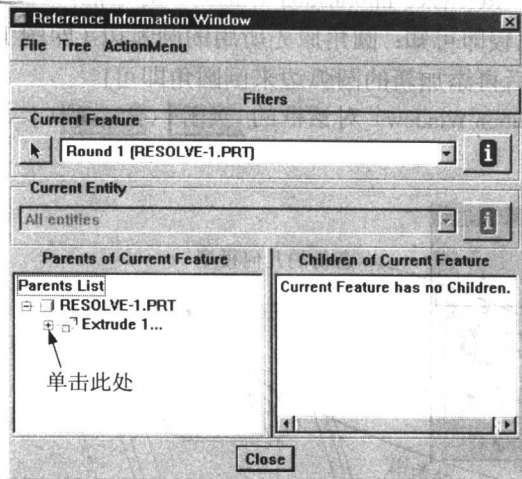
现有的几何模型

第一参考边

第二参考边

第四参考边

图 1-7(续)



(2) 查看圆角特征在备份模型上的参照

选择备份模型 (Backup Modl) → [选择确认 (Confirm), 确认要打开备份模型]



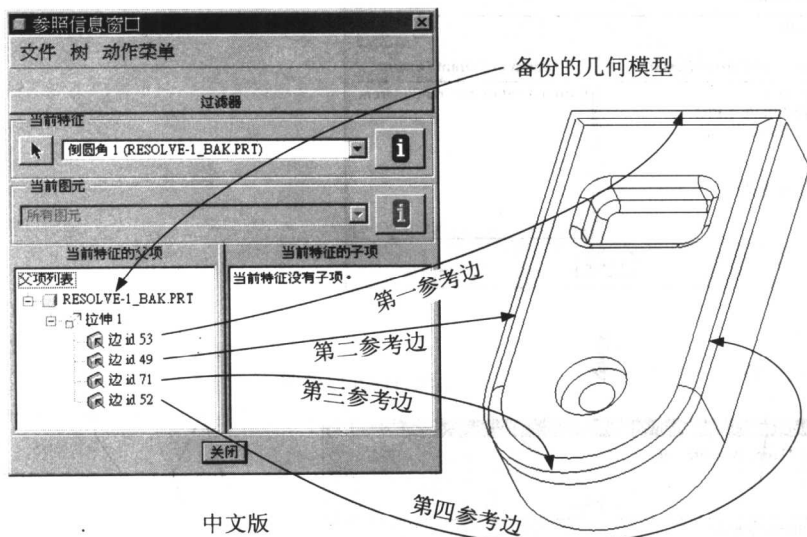
当第一次打开备份模型时, 系统会请用户确认此操作, 其原因是零件的几何模型可能含有为数众多的特征, 而我们欲修复的特征若为排序较前的特征, 则打开备份模型时, 将会花费许多时间来产生排序较后的许许多多特征的几何, 因此系统请用户确认是否要花时间作重新产生特征几何的操作。

→ [零件 resolve-1.prt 自动被选取 → 单击 **打开(O)** (**Open**), 打开此零件]

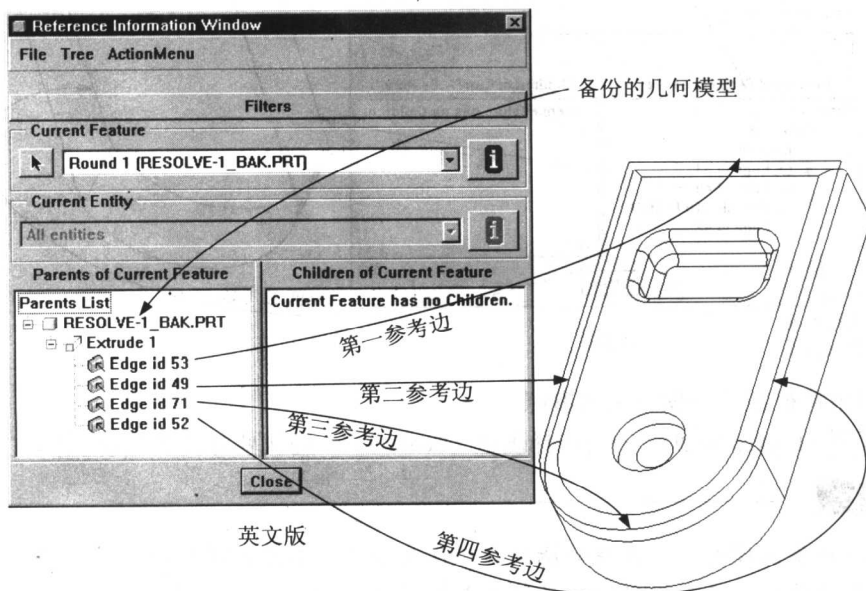
→ 显示参考 (Show Ref)

- [出现如图 1-8 所示的参照信息窗口 (Reference Information Window) 对话框, 显示圆角特征所有的参照, 由图 1-7 与图 1-8 比较即可知: 圆角原先所用的圆弧边(即图 1-8 中的第三参考边)消失不见了, 因此稍后再添加新的圆弧边来倒圆角即可]
- [单击参照信息窗口 (Reference Information Window) 对话框的 **关闭** (Close)]

图 1-8



中文版



英文版

步骤 5 重新定义倒圆角的参照

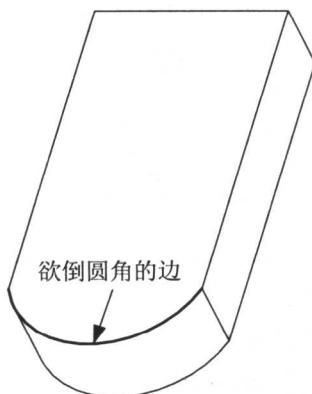
选择快速修复 (Quick Fix) → Reroute (复位参照)

→ [选取确认 (Confirm) (注意: 当选取确认 (Confirm), 则稍后取消变更 (Undo Changes))]

的功能选项将会反白，即无法再恢复原有的零件）]

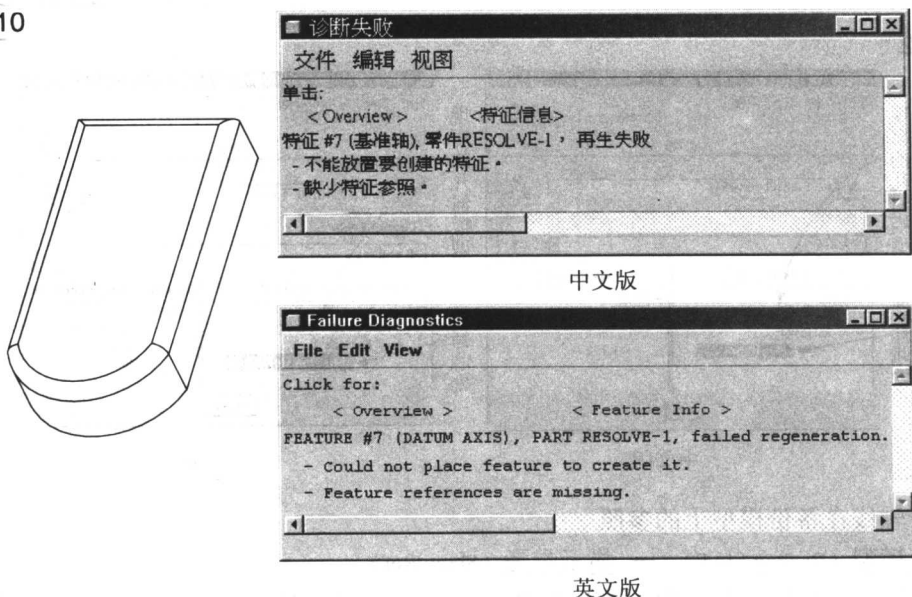
- [选取缺少参考 (Missing Refs) 后单击完成 (Done) (注意：此处有所有参考 (All Refs) 及缺少参考 (Missing Refs) 两个选项 (Refs 为 References 的缩写)，其中所有参考 (All Refs) 代表要重新定义所有的参照，而缺少参考 (Missing Refs) 则仅针对消失的参照做处理) <注意：在此处 Pro/ENGINEER 中文版将 Missing Refs 翻译为“缺少参考”并不恰当，较佳的翻译为：消失的参考>]
- [选取新加入的圆弧为欲倒圆角的边，如图 1-9 所示]

图 1-9



- [选择所有子特征 (All Children)，使倒圆角的所有子特征都随之复位参照]
- [零件如图 1-10 左侧所示，且出现如图 1-10 右侧所示的诊断失败 (Failure Diagnostics) 窗口，显示零件的几何创建仍然失败，原因为无法产生特征编号为 7 的轴线]

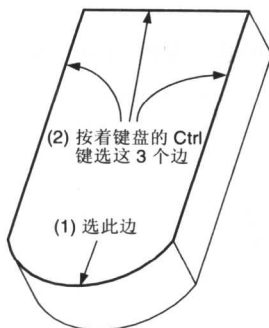
图 1-10



注意

也可以利用重定义 (Redefine) 进行圆角的修复, 步骤如下: 快速修复 (Quick Fix) → 重定义 (Redefine) → 确认 (Confirm) → [依图 1-11 重新选取欲倒圆角的 4 个边] → [单击仪表板右侧的 ☒, 结束圆角的定义]

图 1-11



步骤 6 查看轴线失败的原因

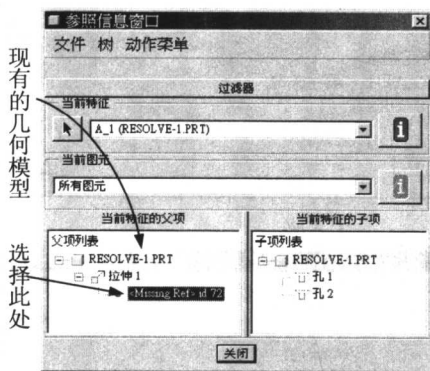
(1) 查看轴线在现有的几何模型上的参照

选择调查 (Investigate) → 显示参考 (Show Ref)

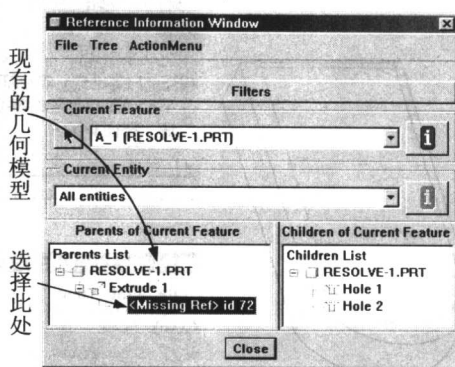
→ [选取参照信息窗口 (Reference Information Window) 对话框中的 <Missing Ref> id 72 (见图 1-12), 则主窗口下方的信息窗口即显示出轴线失败的原因为: 轴线的参照消失不见了]

→ [单击参照信息窗口 (Reference Information Window) 对话框中的 关闭 (Close)]

图 1-12



中文版



英文版

(2) 查看轴线在备份模型上的参照

选择备份模型 (Backup Modl) → 显示参考 (Show Ref)

→ [出现图 1-13 所示的参照信息窗口 (Reference Information Window) 对话框, 选取轴线的参照曲面 id 72 (Surface id 72), 则屏幕上以粉红色显示出创建轴线时所参考到的圆弧面, 如图 1-13 右侧所示]