

零件设计经典教材

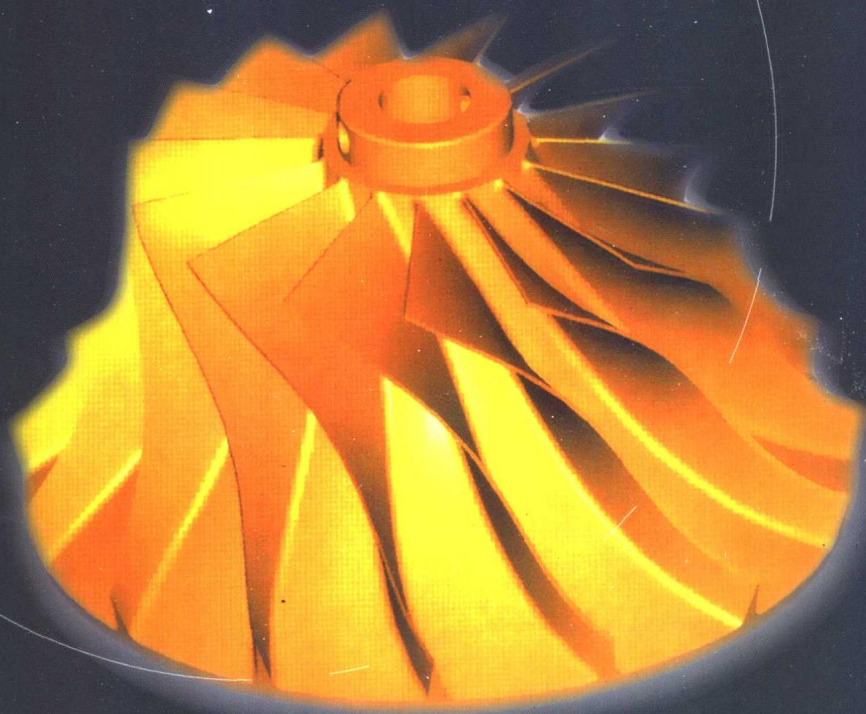
Pro/ENGINEER

2001 零件设计 高级篇(下)

林清安 编著

附超值光盘，内含范例文件
及全新多媒体教学系统。

适用
中文/英文版



清华大学出版社

零件设计经典教材

Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(下)

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,现已发展成为三维 CAD/CAM 系统的标准软件,广泛应用于电子、机械模具及工业设计等行业。本书主要介绍如何创建造型复杂的三维实体及曲面,涵盖的主题包括:简易圆角及高级圆角的使用、拔模斜面的制作、拱形曲面的设计、典面的偏移、零件接合处唇状边缘的设计、Tweak 特征的创建(如 Replace、Ear、Patch、Toroidal Bend、Spinal Bend、Free Form 等)、在零件或组件中加入程序、特征设计标准化、需件设计标准化,最后并以 4 个范例来说明复杂的实体或曲面特征(如可变截面扫描、扫描混成、边界曲面、高级圆角、Tweak 和基准图形等),用于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,设计范例简洁明了,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的学习教材。

本书繁体字版名为《Pro/ENGINEER 2001 零件设计进阶篇(下)》,由知城数位科技股份有限公司出版,版权属林清安所有。本书简体字中文版由知城数位科技股份有限公司授权清华大学出版社独家出版。未经本书原版出版者和本书出版者书面许可,任何单位和个人均不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部内容。

北京市版权局著作权合同登记号:图字 01-2003-3656 号

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: Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(下)

作 者: 林清安 编著

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

文稿编辑: 张彦青

封面设计: 陈刘源

印 刷 者: 北京昌平环球印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 29 字数: 689 千字

版 次: 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 10 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-89494-125-5

印 数: 5001~8000

定 价: 54.00 元(含 2 张光盘)

前 言

Pro/ENGINEER 自 1988 年问世以来,已成为全世界最普及的三维 CAD/CAM 系统。Pro/ENGINEER 在今日已成为 3D CAD/CAM 系统的标准软件,广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽机车、自行车、航天、家电和玩具等各行业。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、应力分析和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,乃凭 12 年来利用此软件进行多项实际设计与加工经验,以及多年来教学的心得撰写一系列的 Pro/ENGINEER 2001 书籍。Pro/ENGINEER 2001 系列书籍将于 2003 年间陆续完成,包含下列 12 册(各书都适用 Pro/ENGINEER 英文版及中文版,都附笔者所录制的 Pro/ENGINEER 范例操作多媒体教学光盘):

1. Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(上)
2. Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(下)
3. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(上)
4. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(中)
5. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(下)
6. Pro/ENGINEER 2001 零件设计范例练习基础篇
7. Pro/ENGINEER 2001 零件设计范例练习高级篇
8. Pro/ENGINEER 2001 工程图制作
9. Pro/ENGINEER 2001 零件装配与产品设计
10. Pro/ENGINEER 2001 钣金设计
11. Pro/ENGINEER 2001 模具设计
12. Pro/ENGINEER 2001 数控加工

本书主要介绍如何创建造型复杂的三维实体及曲面,涵盖的主题包括:简易圆角及高级圆角的使用、拔模斜面的制作、拱形曲面的设计、曲面的偏移、零件接合处唇状边缘的设计、Tweak 特征的创建(如 Replace、Ear、Patch、Toroidal Bend、Spinal Bend 和 Free Form 等)、在零件或组件中加入程序、特征设计标准化、零件设计标准化,最后并以 4 个范例来说明复杂的实体或曲面特征(如可变截面扫描、扫描混成、边界曲面、高级圆角、Tweak、基准图形等)用于复杂零件设计上的实际应用。业内人士可以利用此书学习如何以 Pro/ENGINEER 2001 来进行复杂三维零件的设计,此书也适合做为工科院校计算机辅助设计上课或实习教材。

本书目前是以 Pro/ENGINEER 2001 英文版及中文版来编写,并附有随书光盘,内含范例文件与多媒体教学系统,其中范例档案为练习本书各章节的范例时所须的文件,而多媒体教学系统为各范例的操作步骤及讲解。本书在说明软件操作步骤时,所用的符号说明

如下:

→(例如: Feature(特征)→Create(建立)): 不同窗口的命令(再次提醒: 英文命令后括号内的中文为 Pro/E 2001 中文版的命令)。

| (例如: Flat(平整) | Use Radius(半径) | Done(完成)): 不同窗口的命令。

本书在编写期间, 我的众多硕士和博士研究生帮助校稿, 在此感谢他们。除此之外, 参数科技公司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, 俟再版时加以修正。

林清安

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

Website: www.linproe.com.tw

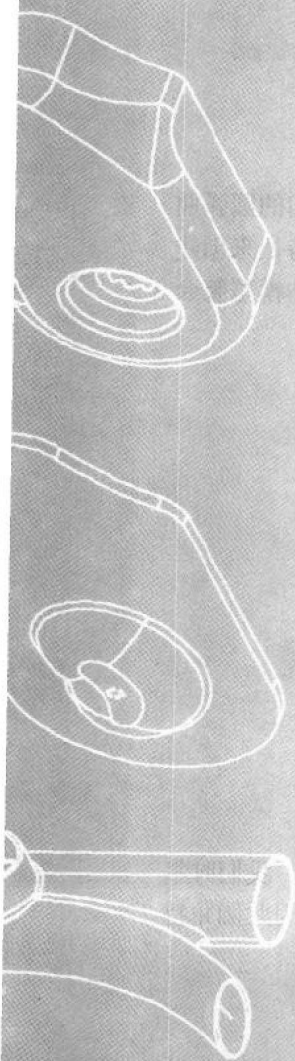
目 录

第 1 章 圆角的创建	1
1.1 创建圆角的基本概念	2
1.2 简单圆角的一般选项	3
1.3 简单圆角的范例	7
1.4 简易圆角的特殊选项	43
1.5 高级圆角的选项	49
1.6 高级圆角的范例	56
第 2 章 Tweak 特征的创建	75
2.1 使用 Tweak 特征时的配置文件设置	76
2.2 以 Draft 创建拔模斜面	76
2.2.1 拔模斜面的一般选项	77
2.2.2 拔模斜面的特殊选项	96
2.3 以 Local Push 进行局部拉伸	114
2.4 以 Radius Dome 创建圆顶	115
2.5 以 Section Dome 创建圆顶	117
2.6 以 Offset 进行实体区域的偏移	125
2.7 以 Replace 进行实体面的取代	139
2.8 以 Ear 创建耳状实体	159
2.9 以 Lip 创建唇状边缘	161
2.10 以 Patch 创建嵌面	178
2.11 以 Toroidal Bend 进行环形折弯	191
2.12 以 Spinal Bend 进行脊线折弯	203
2.13 以 Free Form 创建自由曲面	210
第 3 章 零件的程序设计	219
3.1 程序设计流程	220
3.2 程序语法	222
3.2.1 参数的输入及提示栏的设置: INPUT	222
3.2.2 数学关系式的设置: RELATIONS	223
3.2.3 IF...ELSE 语句	223
3.2.4 以程序控制零组件的替换	224
3.2.5 在组件中执行零组件的程序: EXECUTE	225

3.2.6 程序的暂停	226
3.3 程序设计范例	226
3.3.1 创建扇叶的断面资料	230
3.3.2 创建风扇的零件几何模型	232
3.3.3 创建完整的风扇组件几何模型	232
3.3.4 进行风扇的设计变更	247
第 4 章 高级零件设计实例	259
4.1 波浪栓设计	260
4.2 鼠标设计	269
4.3 屏幕设计	317
4.4 叶轮设计	380
第 5 章 特征与零件的标准化	423
5.1 用户自定义特征	424
5.1.1 创建 UDF 特征	425
5.1.2 使用 UDF 特征	430
5.2 多层次零件家族表	433

第 1 章 圆角的创建

设计三维零件时，我们经常使用圆角来使零件造型更为美观或增加零件的强度。本章主要介绍简单圆角 (Simple Round) 及高级圆角 (Advanced Round) 的用法，其基本差别为简单圆角用于基本类型的圆角，而高级圆角可进一步指定圆角的形式与圆角相交时的几何变化。此外，本章并将说明 Round 命令下诸多选项的功能及使用方法。



1.1 创建圆角的基本概念

圆角可利用 Solid 下的 Round 或 Surface 下的 Fillet(见图 1.1)来创建,其差别是:

1. 若现有的零件为实体模型,则 Solid 下的 Round 特征可做出圆角实体,而 Surface 下的 Fillet 特征做出圆角曲面。
2. 若现有的零件为曲面模型,则 Solid 下的 Round 特征或 Surface 下的 Fillet 特征做出圆角曲面。

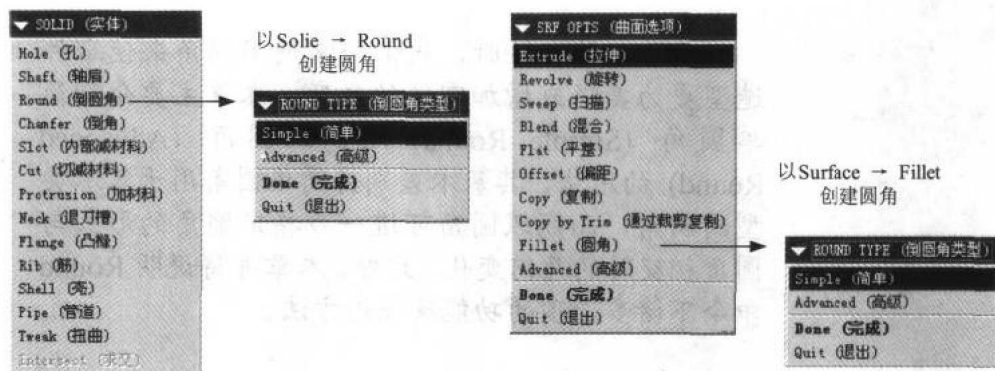


图 1.1

Pro/ENGINEER 做圆角的方式是在相邻的两个面之间做一个和这两个面相切的圆弧曲面,此曲面一直做到出现不相切的边为止(见图 1.2)。若使用 Solid 下的 Round 特征来创建圆角,且现有零件为实体模型,则系统会试图封闭圆弧曲面的两端,若能与实体模型整合为密闭的区域,则圆角即可完成,否则圆角即失败。

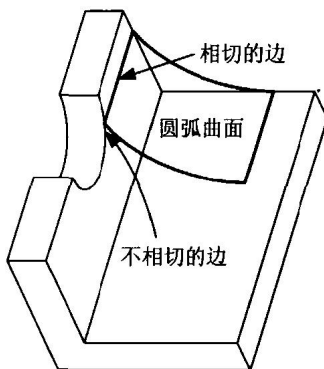


图 1.2

圆角处理的基本原则如下:

1. 尽可能在最后处理圆角的特征:这是因为在创建零件的几何模型之中,我们时常会因增加特征或修改特征而改变了边或面的几何形状,影响了圆角,因此圆角特征尽可能在最后处理。

2. 使用 **Insert Mode**(插入特征)来加入新的特征: 当做完圆角后, 若发现必须在圆角前增加其它的特征时, 可以使用 **Insert Mode** 来增加特征。
3. 为了避免不必要的父子关系, 不要将尺寸标注在圆角的边界在线。
4. 若圆角很多时, 可以将所有的圆角指定在同一个图层中, 并将此图层暂时删除 (**Suppress**), 以增加系统的速度。

本章主要介绍简单圆角及高级圆角的用法(其基本差别为简单圆角用于基本类型的圆角, 而高级圆角可进一步指定圆角的形式与圆角相交时的几何变化)。此外, 本章将说明 **Round** 下诸多选项的功能及使用。

1.2 简单圆角的一般选项

简单圆角的一般选项包括 **Attributes**、**References**、**Radius** 等, 各选项说明如下:

1. **Attributes**(属性): 用以指定下列两项数据(见图 1.3)。



图 1.3

- 角半径值的变化类型
 - ◆ **Constant**(常数): 固定的圆角半径值(见图 1.4)。

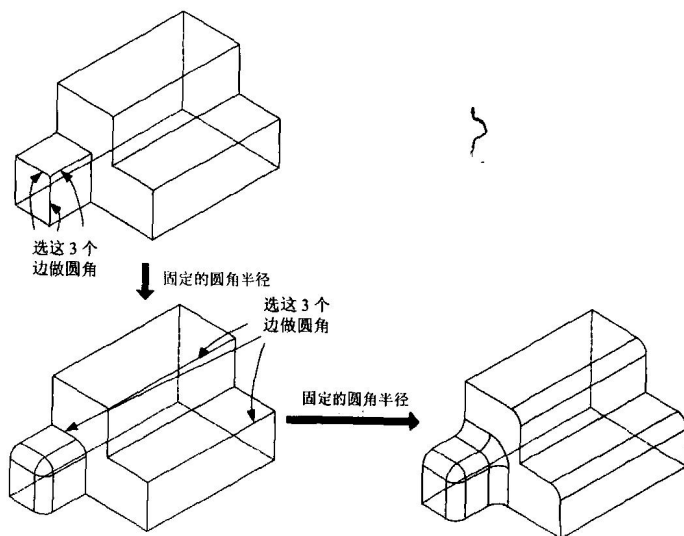


图 1.4

- ◆ **Variable(可变的):** 变化的圆角半径值, 可以指定圆角在某处的圆角半径值, 在两点之间则依据两点的半径值做变化(见图 1.5)。

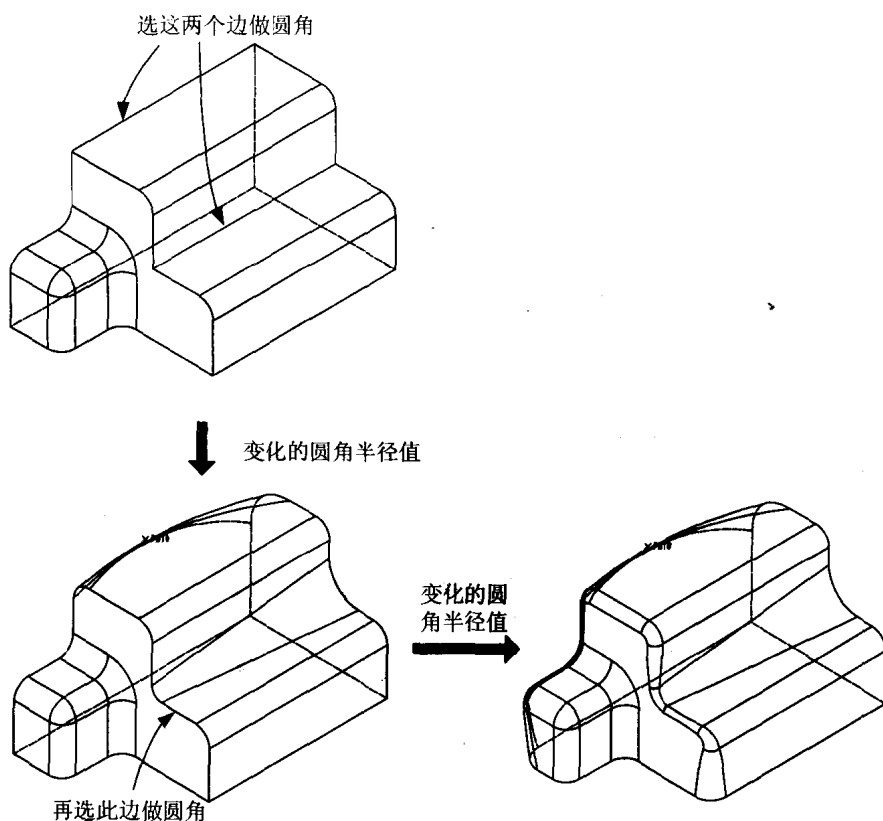


图 1.5

- ◆ **Full Round(完全倒圆角):** 将选定的面以圆角面取代(见图 1.6)。

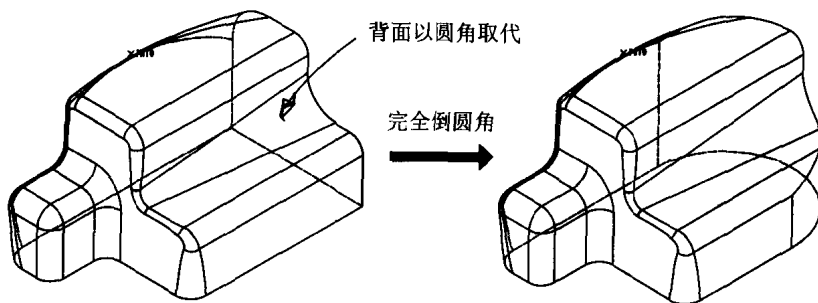


图 1.6

- ◆ **Thru Curve(通过曲线):** 圆角通过某条曲线(见图 1.7)。
- **圆角的参考几何**
 - ◆ **Edge Chain(边链):** 选定平面或曲面的边界线为欲倒圆角的边。
 - ◆ **Surf-Surf(曲面-曲面):** 在两个面之间产生圆角曲面, 这两个面并不需要有共同的边。例如, 图 1.8 是以 Surf-Surf 的方式选两个不相邻的面做圆角。

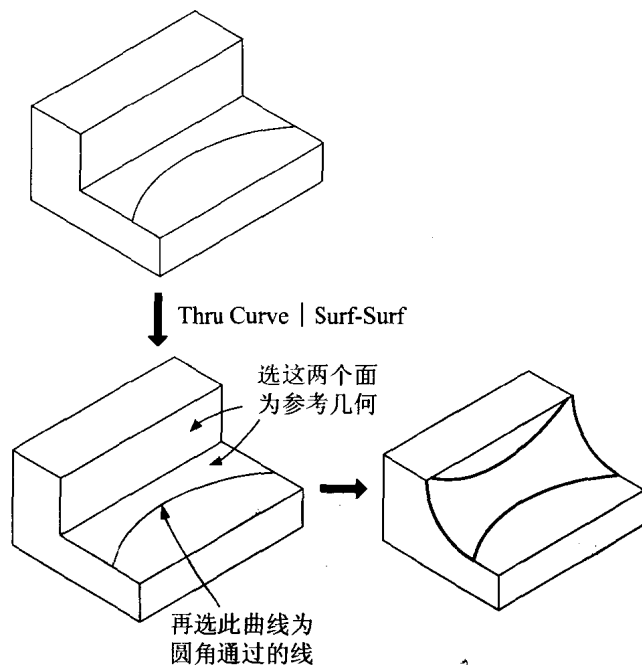


图 1.7

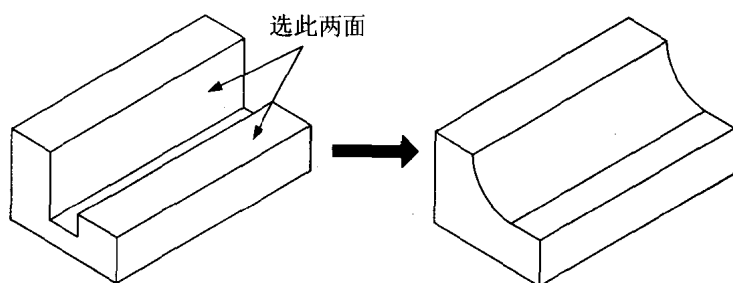


图 1.8

- ◆ **Edge-Surf(边-曲面)**: 圆角通过所选取的边, 且与所选取的面相切。例如, 图 1.9 是以 Edge-Surf 的方式选一个边及一个曲面做圆角。

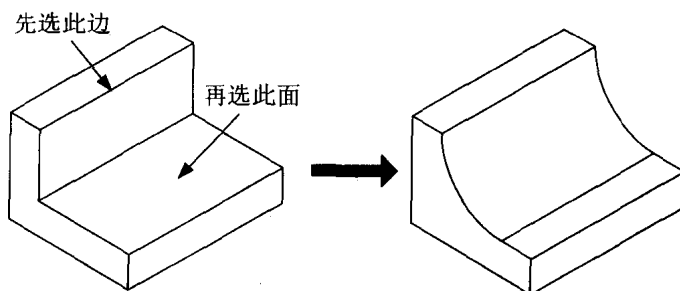


图 1.9

- ◆ **Edge Pair(边对)**: 可以选取一对不相邻的边来做 Full Round。例如, 图 1.10 是以 Full Round | Edge Pair 的方式选一个平面的两个边做圆角。

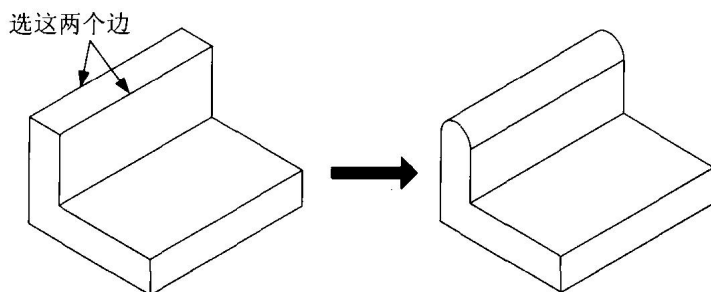


图 1.10

2. References(倒圆角边的选取方式): 边的选取方式如图 1.11 所示, 常用的有下列 3 种。



图 1.11

- **One By One(依次):** 选取一个或多个单一的边 (Edge) 或曲线 (Curve) 为欲倒圆角的边, 例如, 图 1.12 是以 Edge Chain → One By One 的方式选两个边做圆角。

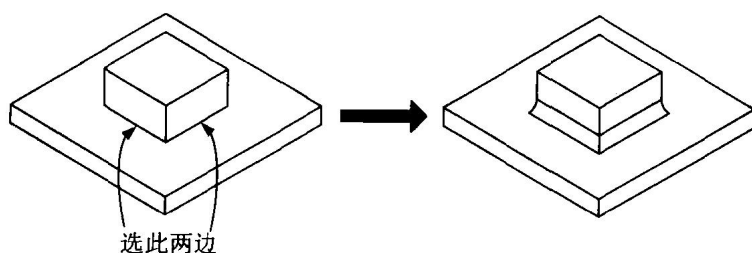


图 1.12

- **Tangent Chain(相切链):** 选取连续相切的边为欲倒圆角的边, 此为缺省的选项, 即做 Round 时, 若所选的边与其邻接边相切, 则圆角将一直延伸至相切的邻接边, 直到不相切为止。例如, 图 1.13 是以 Edge Chain → Tangent Chain 的方式选边做圆角。
- **Surf Chain(曲面链):** 选取一个面的内环或外环所含的边为欲倒圆角的边。例如, 图 1.14 是以 Surf Chain 的方式选零件顶面的内循环的六边形做圆角。

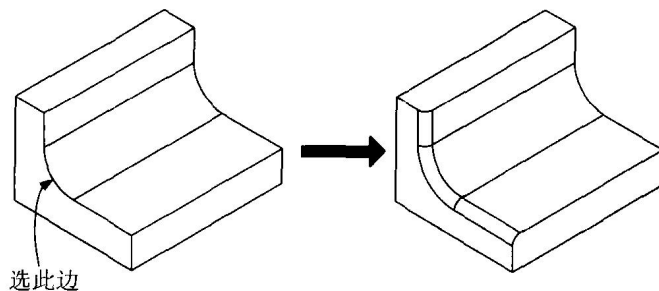


图 1.13

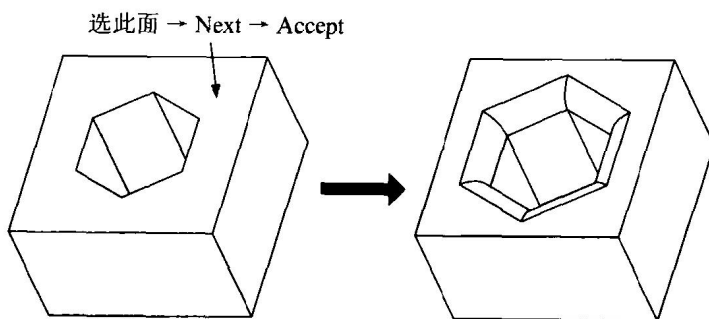


图 1.14

3. Radius(圆角半径值的指定): 圆角半径值的指定方式有下列3种(见图1.15)。



图 1.15

- Enter(输入): 直接输入半径值。
- Pick On Surf(曲面上选出): 选取一个相邻面上的一点, 用此点与所选取的边来计算圆角半径值。
- Thru Pnt/Vertex(经过点/顶点): 选取一个圆角会通过点。

1.3 简单圆角的范例

创建简单圆角范例1

此范例用以示范简单圆角中各种属性(包括 Constant、Full Round、Edge Chain、Surf-Surf、Edge-Surf 和 Edge Pair)的用法。

步骤 1 读取旧零件

[单击工具栏中打开旧文件的图标 ]

→ [选取零件 round_simp-1.prt → Open(打开)] → [零件如图 1.16 所示]

步骤 2 创建全圆角(Full Round)

Feature(特征)→ Create(创建)→ Round(倒圆角)→ Simple(简单) | Done(完成)

→ Full Round(完全倒圆角) | Edge Pair(边对) | Done(完成)

→ [选两个边, 如图 1.17 所示, 系统自动以两个边的间距做出圆角曲面, 如图 1.18 所示]

→ [在特征创建对话框中单击 OK(确定)]

→ [完成如图 1.19 所示的圆角]

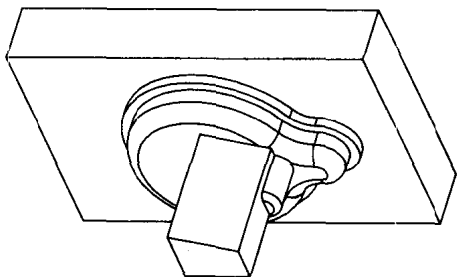


图 1.16

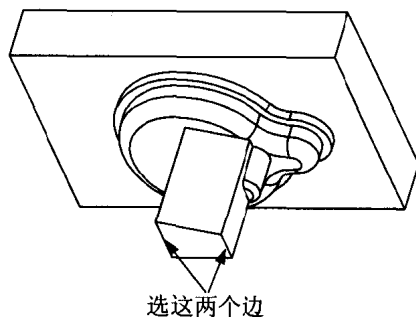


图 1.17

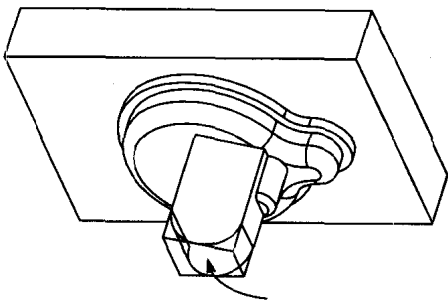


图 1.18

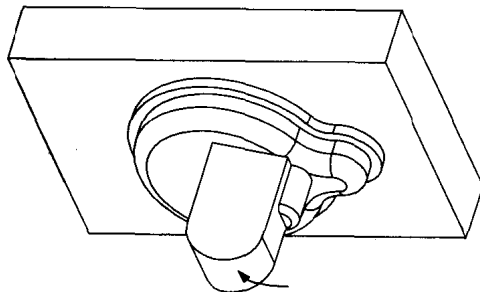


图 1.19

步骤 3 创建等半径圆角

Create(创建)→ Round(倒圆角)→ Simple(简单) | Done(完成)

→ [圆角的属性选 Constant(常数) | Edge Chain(边链) | Done(完成)]

→ [选如图 1.20 所示的两个边为欲倒圆角的边 → Done(完成)]

→ [按 Esc 键, 选 Thru Pnt/Vtx(经过点/顶点)]

→ [选如图 1.21 所示的边, 再选如图所示的点, 则系统自动以边到点的距离作为圆角的半径值, 做出圆角曲面, 如图 1.22 所示]

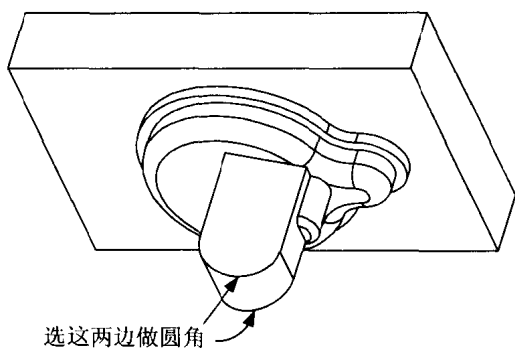


图 1.20

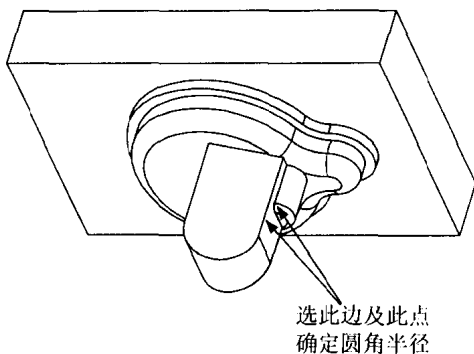


图 1.21

→ [在特征创建对话框中单击 OK(确定)] → [完成如图 1.23 所示的圆角]

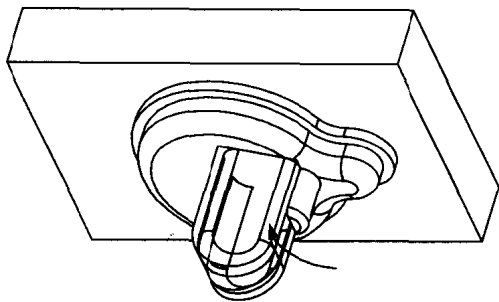


图 1.22

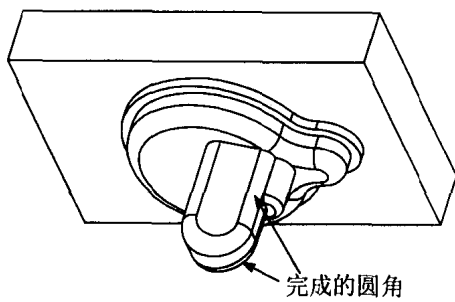


图 1.23

步骤 4 创建面到面 (Surf-Surf) 的圆角

- Create(创建)→ Round(倒圆角)→ Simple(简单) | Done(完成)
 → [圆角的属性选 Constant(常数) | Surf-Surf(曲面-曲面) | Done(完成)]
 → [选如图 1.24 所示的两个曲面] → [输入圆角半径: 3]
 → [在特征创建对话框中单击 OK(确定)]
 → [完成如图 1.25 所示的圆角]

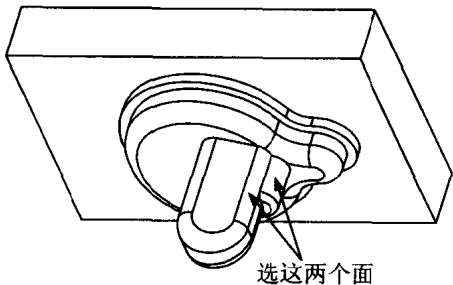


图 1.24

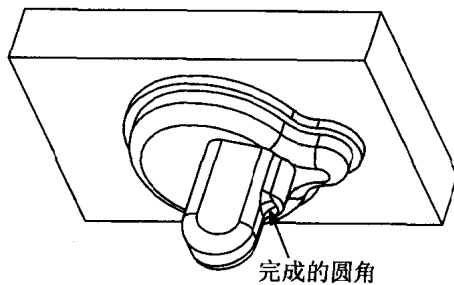


图 1.25

步骤 5 创建另一个面到面 (Surf-Surf) 的圆角

- Create(创建)→ Round(倒圆角)→ Simple(简单) | Done(完成)

- [圆角的属性选 Constant(常数) | Surf-Surf(曲面-曲面) | Done(完成)]
- [选如图 1.26 所示的两个曲面] → [输入圆角半径: 2]
- [在特征创建对话框中单击 OK(确定)]
- [完成如图 1.27 所示的圆角]

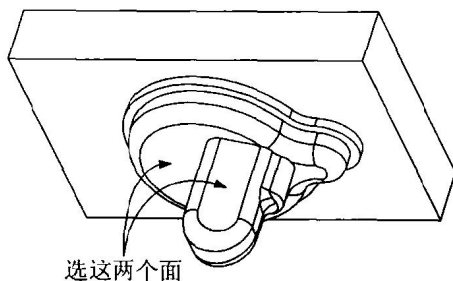


图 1.26

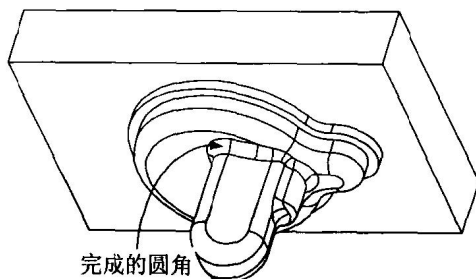


图 1.27

步骤 6 创建边到面(Edge-Surf)的圆角

- Create(创建)→ Round(倒圆角)→ Simple(简单) | Done(完成)
- [圆角的属性选 Constant(常数) | Edge-Surf(边-曲面) | Done(完成)]
- [选如图 1.28 所示的边, 再选如图所示的平面]
- [输入圆角半径: 4] → [在特征创建对话框中单击 OK(确定)]
- [完成如图 1.29 所示的圆角]

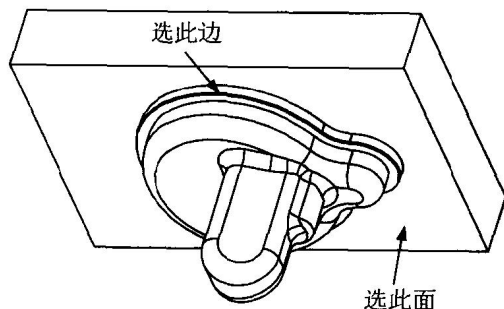


图 1.28

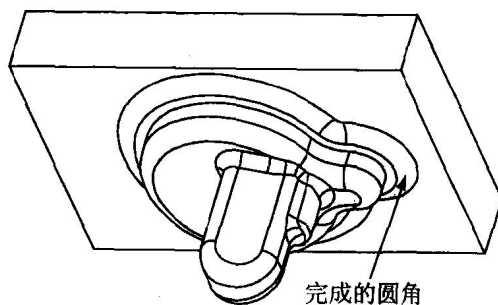


图 1.29

步骤 7 存档

[单击工具栏中另存新文件的图标 

- [输入新文件名称: round_simp-1_done → OK(确定)]
- [以 File / Erase(文件/拭除)→ Current(当前)→ Yes(是)将零件自内存中删除]

创建简单圆角范例 2

创建如图 1.30 所示的零件。