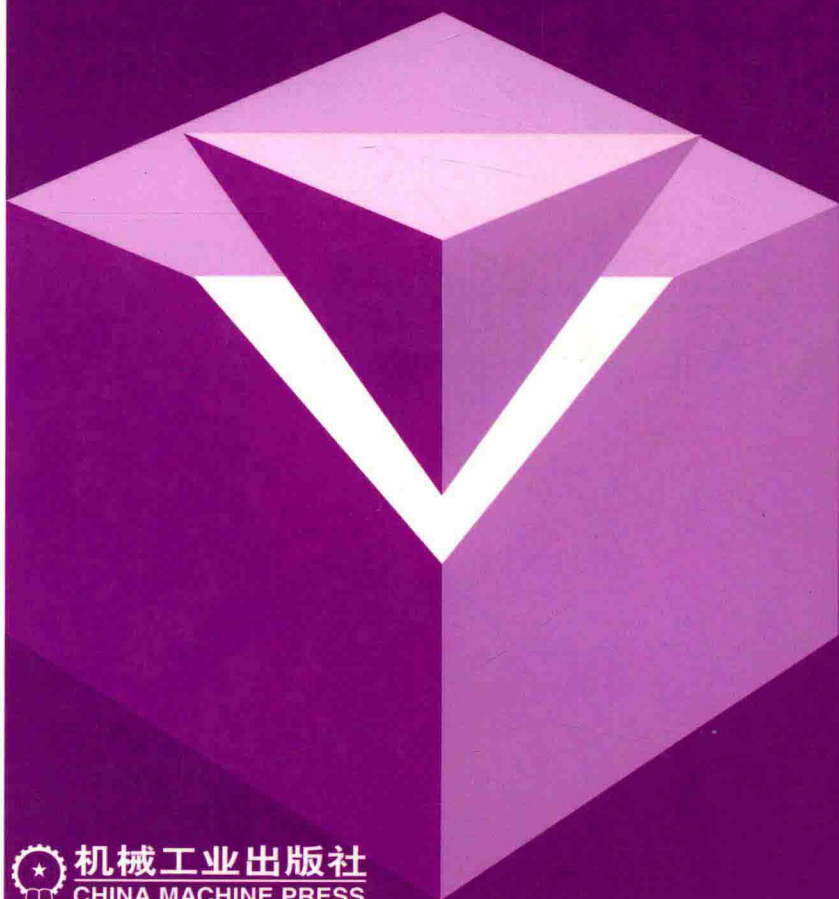


吴战国 武 东 编著  
陆大绚 主审

# Sound Edge

机械设计  
应用丛书

## 造型技巧



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# Solid Edge 机械设计应用丛书

## 造型技巧

吴战国 武东 编著

陆大绚 审校



机械工业出版社

本书全面详实地介绍了 Solid Edge 造型基础、造型工具、实体造型、钣金零件造型、铸件造型、拉伸造型的技巧。在内容的编排上充分考虑到初学者的思路和接受能力,去繁从简,从而使读者能迅速上手并产生成就感。同时,又能够使读者在整体上对 Solid Edge 零件造型有一个完整的了解,为以后进一步地深入学习、研究打下良好的基础。在每章的实例中贯穿了零件造型的特点、方法、步骤、大量的高级技巧和思路,以加深读者的印象和理解,读者在学习中可以跟随设计实例的详细步骤操作,充分实践,提高对 Solid Edge 软件的实际操作能力和设计水平。本书附赠光盘一张,包括:各种实例的同步练习、课后练习、多媒体演示教学等。

本书适用于广大工程技术人员培训、自学和参考,也可作为各级院校的教学用书。

#### 图书在版编目(CIP)数据

造型技巧/吴战国 武东编著. —北京:机械工业出版社, 2004 .1

(Solid Edge 机械设计应用丛书)

ISBN 7-111- 13433-8

I. 造… II. ①吴… ②武… III. 机器造型 IV. TG242.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 104835 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:曲彩云 封面设计:姚毅

责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·12.75 印张·312 千字

0001—5000 册

定价:28.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

EDS 公司的 Solid Edge 是专门为机械行业设计的普及型主流 CAD 软件,采用 Stream/XP 技术,具有很强的易用性。它在机械设计、曲面造型、塑料模、钣金、焊接、管道及线缆设计方面有独到之处,制图模块提供了从二维视图到三维实体的转换工具,各种已有的二维图设计可以重复利用,能明显提高设计者的设计和制图效率,是大型装配设计、工业造型以及制图、网络设计交流的强大工具。能帮助制造厂商缩短产品上市时间、提高产品质量、降低产品成本、赢得市场。

Solid Edge 是 EDS PLM 系统的一个分支,具有极佳的可扩展性,能与 Unigraphics NX 无缝集成。同时内置的 Insight 数据管理功能,将设计与管理融为一体,帮助设计者有序、高效地管理产品数据。

本套丛书是以教材的形式,结合设计实例编写的,具有非常详细的说明、示范实例。对于命令的解释,我们尽量做到直观、明了。我们力图使它成为条理清晰、容易掌握的学习用书。在阅读本书时,需要有 Solid Edge 第 12 版以上的软件进行上机操作训练,不要只看例题、解释,要打开你的电脑,边学边用,充分实践,自己做得越多,掌握得也越多。

Solid Edge 是一种应用性很强的软件,每个用户在使用时,会有不同的心得体会。我们通过设计实例详细介绍了利用 Solid Edge 进行零件设计的思路、方法、步骤和技巧,使读者在学习中可以跟随设计实例的详细步骤操作,充分实践。

本书全面详实地介绍了 Solid Edge 造型基础、造型工具、实体造型、钣金零件造型、铸件造型、拉伸造型的技巧。在内容的编排上充分考虑到初学者的思路 and 接受能力,去繁从简,从而使读者能迅速上手并产生成就感。同时,又能够使读者在整体上对 Solid Edge 零件造型有一个完整的了解,为以后进一步地深入学习、研究打下良好的基础。在每章的实例中贯穿了零件造型的特点、方法、步骤、大量的高级技巧和思路,以加深读者的印象和理解,读者在学习中可以跟随设计实例的详细步骤操作,充分实践,提高对 Solid Edge 软件的实际操作能力和设计水平。希望本书能起到抛砖引玉的作用,开拓你的思路。在此基础上,能够举一反三、融会贯通。

本套丛书各配光盘一张,包括:各种实例的同步练习、课后练习、多媒体演示教学等。

本书由吴战国、武东编著,陆大绚审校。限于作者水平有限,不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第 1 章 造型基础知识         | 1  |
| 1.1 参考平面             | 1  |
| 1.2 轮廓和草图            | 1  |
| 1.2.1 轮廓/草图          | 2  |
| 1.2.2 轮廓/草图建立准则      | 3  |
| 1.3 实例 1:建立轮廓/草图     | 5  |
| 1.4 三维造型入门           | 6  |
| 1.4.1 零件基本特征         | 7  |
| 1.4.2 零件后处理特征        | 7  |
| 1.4.3 其他后处理特征        | 8  |
| 1.5 实例 2:建立注塑模零件     | 8  |
| 1.6 钣金零件特征           | 13 |
| 1.7 实例 3: 建立钣金零件     | 14 |
| 1.8 零件装配             | 18 |
| 1.9 复习               | 19 |
| 1.10 总结              | 19 |
| 第 2 章 深入学习造型工具       | 20 |
| 2.1 扫掠和放样            | 20 |
| 2.1.1 放样命令           | 20 |
| 2.1.2 扫掠命令           | 23 |
| 2.1.3 编辑放样和扫掠特征      | 25 |
| 2.1.4 实例 1: 建立放样造型   | 26 |
| 2.1.5 实例 2: 建立掠造放型   | 27 |
| 2.1.6 实例 3: 使用放样特征选项 | 28 |
| 2.2 建构曲面             | 37 |
| 2.2.1 拉伸建构面命令        | 38 |
| 2.2.2 旋转建构面命令        | 38 |
| 2.2.3 扫掠面命令          | 38 |
| 2.2.4 放样面命令          | 39 |
| 2.2.5 偏移面命令          | 39 |
| 2.2.6 缝合面命令          | 39 |
| 2.2.7 交线命令           | 39 |
| 2.2.8 曲线表命令          | 40 |
| 2.2.9 交点命令           | 40 |
| 2.2.10 投影曲线命令        | 40 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 2.2.11 关键点曲线命令      | 40  |
| 2.2.12 替换面命令        | 41  |
| 2.2.13 分模命令         | 41  |
| 2.2.14 布尔操作         | 42  |
| 2.2.15 实例 4:建立曲面    | 42  |
| 2.3 插入零件复制          | 44  |
| 2.4 斜度              | 45  |
| 2.5 倒圆              | 48  |
| 2.6 倒圆技巧            | 55  |
| 2.7 复习              | 62  |
| 2.8 总结              | 62  |
| 第 3 章 实体造型          | 63  |
| 3.1 概述              | 63  |
| 3.1.1 贯彻 CAD 标准     | 63  |
| 3.1.2 零件造型的分类       | 63  |
| 3.2 实体造型特征分解        | 64  |
| 3.2.1 基本步骤          | 64  |
| 3.2.2 其他步骤          | 65  |
| 3.2.3 特征识别          | 65  |
| 3.2.4 区分特征建立顺序      | 66  |
| 3.2.5 建立造型          | 66  |
| 3.2.6 后期应用          | 66  |
| 3.3 装配设计            | 67  |
| 3.4 复习              | 68  |
| 3.5 实例 1:建立机加工零件    | 68  |
| 3.6 实例 2:基于装配件的零件造型 | 88  |
| 3.7 总结              | 97  |
| 第 4 章 钣金零件造型        | 98  |
| 4.1 概述              | 98  |
| 4.2 基础特征            | 98  |
| 4.3 去除材料            | 98  |
| 4.4 特殊冲模            | 99  |
| 4.5 钣金展开            | 99  |
| 4.6 复习              | 100 |
| 4.7 实例:钣金件造型        | 100 |
| 4.8 总结              | 108 |
| 第 5 章 铸件造型          | 109 |
| 5.1 概述              | 109 |
| 5.2 分模零件和型腔零件造型     | 109 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 5.3 铸件的造型特点           | 110 |
| 5.4 铸件造型工具            | 111 |
| 5.5 铸件造型的独特性          | 111 |
| 5.5.1 锻件造型            | 112 |
| 5.5.2 铸件建模            | 112 |
| 5.5.3 塑料件造型           | 113 |
| 5.5.4 铸件造型需要考虑的问题     | 113 |
| 5.6 复习题               | 113 |
| 5.7 实例 1:铸件造型         | 114 |
| 5.8 实例 2:塑料件造型        | 122 |
| 5.9 实例 3:装配环境中建立塑料件造型 | 133 |
| 5.10 总结               | 134 |
| 第 6 章 拉伸造型            | 135 |
| 6.1 概论                | 135 |
| 6.2 拉伸造型技巧            | 135 |
| 6.3 实例:拉伸零件建模         | 136 |
| 6.4 总结                | 139 |
| 第 7 章 特别工具            | 140 |
| 7.1 变量表               | 140 |
| 7.1.1 变量类型            | 140 |
| 7.1.2 使用变量表           | 141 |
| 7.1.3 变量表栏            | 143 |
| 7.1.4 复习题             | 144 |
| 7.1.5 实例 1:变量表        | 145 |
| 7.2 零件分割              | 147 |
| 7.2.1 分割零件命令          | 147 |
| 7.2.2 复习题             | 149 |
| 7.2.3 实例 2:零件分割       | 149 |
| 7.3 零件族和零件复制          | 154 |
| 7.3.1 零件族             | 154 |
| 7.3.2 零件复制            | 155 |
| 7.3.3 复习题             | 155 |
| 7.3.4 实例 3:零件族        | 156 |
| 7.4 零件修订管理器           | 160 |
| 7.4.1 修订管理器           | 160 |
| 7.4.2 复习题             | 160 |
| 7.4.3 实例 4:使用修订管理器    | 160 |
| 7.5 总结                | 167 |
| 附录 1 思考题、复习题解答        | 168 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 1.1 参考平面.....      | 168 |
| 1.2 轮廓和草图.....     | 168 |
| 1.3 三维造型入门.....    | 169 |
| 1.3.1 零件基本特征.....  | 169 |
| 1.3.2 零件后处理特征..... | 169 |
| 1.3.3 其他后处理特征..... | 170 |
| 1.4 钣金零件特征.....    | 170 |
| 1.5 零件装配.....      | 171 |
| 1.6 补充.....        | 172 |
| 附录 2 词汇表.....      | 173 |
| 附录 3 键盘快捷键.....    | 190 |

## 第1章 造型基础知识

### 目标

本章节学习结束后,设计者将学会在 Solid Edge 造型中,运用基本规则,同时通过思考题、复习题以及同步练习,掌握并且巩固造型的技巧。

本章节中的练习题用于强化造型技巧。

### 1.1 参考平面 (图 1-1)

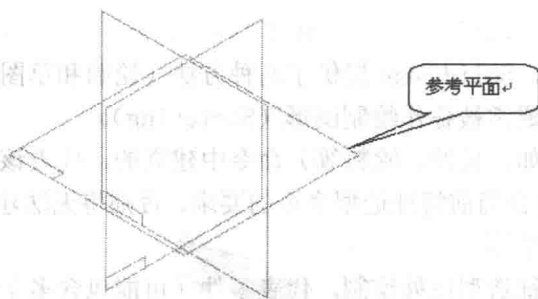


图 1-1 参考界面

#### 思考题:

1. 请指出三种类型的参考平面?
2. 如何使用各种类型的参考平面?
3. 哪些参考平面可以被删除?

### 1.2 轮廓和草图 (图 1-2)

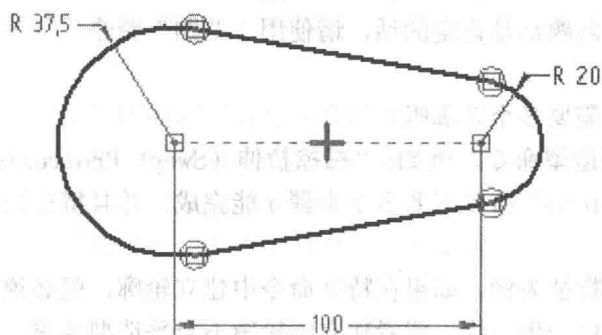


图 1-2 轮廓/草图

#### 思考题:

1. 请指出什么时候轮廓 (Profile)/草图 (Sketch) 必须封闭?
2. 在钣金造型命令中,哪两种基本特征命令不需要封闭轮廓?
3. 建立草图时,可以使用哪两种约束?
4. 约束草图时,应该首先使用何种约束?为什么?
5. 用于检查轮廓图是否被完全约束的命令是什么?

6. 自动对轮廓图添加约束关系的方法或者工具是什么?
7. 在轮廓图中, 用于检查元素重叠的工具是什么?
8. 轮廓图必须画在轮廓窗口中吗?
9. 轮廓力求简单的理由是什么?
10. 什么是草图?
11. 轮廓能够以草图的形式保存吗?
12. 既然一个草图能够用于创建多个基本特征, 那么在三维模型上, 使用什么命令可以借助已有的草图建立新的特征?

### 1.2.1 轮廓/草图

在建立三维模型时, Solid Edge 提供了两种方法 (轮廓和草图) 绘制特征造型所需要的二维图形。这个步骤通常被称作绘制图形 (Sketching)。

**轮廓:** 在特征 (例如: 拉伸、除料等) 命令中建立的, 代表该特征在相应投影平面上的投影。“轮廓”必须符合当前特征造型命令的要求, 否则将无法建立此特征。如果需要的话, 可以将轮廓保存为草图。

**草图:** 草图能在特征造型以外绘制, 代表零件 (可能包含多个特征) 在相应投影平面上的投影。系统对建立的草图不做任何检验, 可以随心所欲地建立, 并且能够随时保存和退出草图环境。

当设计者决定使用哪种方法绘制图形时, 应当考虑以下问题:

问题: 特征造型需要多个步骤吗?

问题: 特征造型需要完整的轮廓吗?

问题: 轮廓的使用不止一次吗?

问题: 轮廓复杂吗? 或者说需要很长时间建立吗?

答案: 如果上述问题都是肯定的话, 请使用“草图”命令。

问题: 任何特征需要多个轮廓吗?

答案: 有些特征造型命令, 例如: “扫掠拉伸 (Swept Protrusion)”命令、“放样拉伸 (Lofted Protrusion)”命令需要多个步骤才能完成, 并且特征断面和路径的建立也需要多个轮廓。

以建立放样拉伸特征为例, 如果在特征命令中建立轮廓, 就必须依次建立所有截面的轮廓和路径, 其中任何一步出错, 或者建立的轮廓不合乎造型要求, 都将导致失败, 所建立的轮廓也将全部丧失, 这是非常打击设计者信心的事情。但是, 如果分别以草图的形式先建立所需要的轮廓或者路径并保存, 那么在造型时引用这些草图就可以了。如果有某个草图不符合造型要求, 只需要单独修改此草图即可。

问题: 轮廓需要多次使用吗?

答案: 如果轮廓要多次使用, 请使用“草图”命令, 将节省重复绘制的时间。尤其是特征需要改变时, 编辑原始草图, 使所有基于该草图创建的特征同步改变。

问题：轮廓很复杂，需要花很多时间建立吗？

答案：如果特征需要复杂的轮廓，并且建立起来需要很长时间，就用“草图”命令。

在任何时候都能够保存草图，并且关闭文件，在需要的时候打开它。尽管可以把轮廓保存为草图，但在草图环境中，为复杂特征建立轮廓是比较容易进行的。

### 1.2.2 轮廓/草图建立准则

建立轮廓或者草图时，应考虑以下因素：装配布局 (Assembly Layouts)、草图 (Sketches)、局部轮廓 (Local Profiles)、轮廓创建技巧 (Profile Construction Tips)。

#### 1. 装配布局

在装配环境建立布局时，Solid Edge 首先提示选择一个装配参考平面。一旦指定参考平面，草图窗口就被激活。

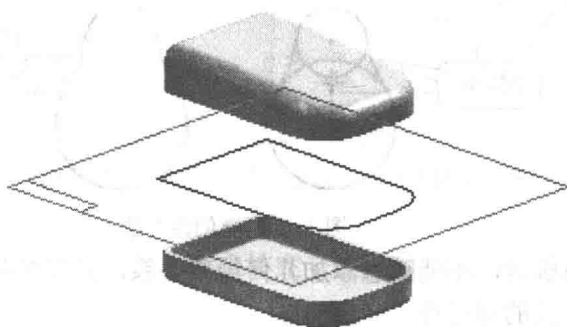


图 1-3 装配布局中使用草图

装配布局中，使用草图的优点（图 1-3）：(1) 零件之间共享图形；(2) 整体控制零件；(3) 布局草图更新时，相关零件会自动更新。

注意：当多个零件基于装配布局中一个草图时，每个零件都使用固定关系。

#### 2. 草图

在多数情况下，绘制草图比绘制轮廓更加优越。因为，轮廓只能在特征命令执行过程中建立，而且轮廓必须满足相应特征对它的要求，否则不能退出轮廓环境。如果不满足特征对轮廓的要求，只能将轮廓存为草图。

草图是在特征命令之外建立的，不需要符合特定的要求。

对草图的考虑因素：

- (1) 草图不需要封闭。
- (2) 单个草图可以包含多个特征所需的轮廓。
- (3) 草图只能在全局参考平面上建立。
- (4) 与建立局部特征的轮廓不同，草图允许在未完成草图时保存或者退出。
- (5) 可以单独修改草图。
- (6) 进行“扫掠”特征时，草图能用来指定新建特征的起始点。

#### 3. 局部轮廓

局部轮廓是在特征造型命令中建立的，当特征需要简单的轮廓并且不与其他特征共享

时, 可以使用局部轮廓。

绘制局部轮廓主要考虑因素:

(1) 局部轮廓是在特征命令中建立的。

(2) 钣金环境中的“弯板 (Contour Flange)”和“放样折弯 (Lofted Flange)”特征所需要的局部轮廓可以是不封闭的。

(3) 对于“旋转拉伸/除料 (Revolved Protrusion/Cutout)”和“螺旋拉伸/除料 (Helical Protrusion/Cutout)”特征, 局部轮廓中必须包括旋转轴。

(4) 完成局部特征后, 轮廓将自动隐藏。

#### 4. 轮廓创建技巧

以建立如图 1-4 所示的轮廓为例, 至少有两种方法可以采用, 使用其中任何一种方法或者两者兼而有之。

方法 A: 逐个绘制出构成轮廓的多个元素, 通过修剪得到最终结果。

方法 B: 分别绘制出构成轮廓的多个元素, 通过尺寸标注、约束关系得到最终结果。

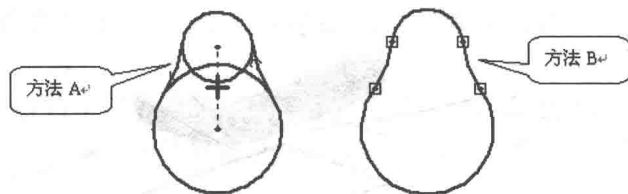


图 1-4 轮廓创建方法

当建立全约束轮廓时, 不能随意添加几何约束关系, 应当时刻关注设计意图, 并考虑到对轮廓进行后期修改的可行性。

建立轮廓的典型技巧:

(1) 力求简单: 如图 1-5 所示, 避免在轮廓中建立不必要的细节, 有关细节可以使用后处理命令来建立。

(2) 比例协调: 绘图时, 应尽可能使所建立的轮廓与实际图形接近。所画轮廓的大小可控制在实际尺寸的 75% 左右, 这样将便于对轮廓形状进行控制, 尺寸驱动图形时不会变形太多。

(3) 借助辅助线: 如图 1-6 所示, 有时借助辅助元素, 将使操作变得更容易。

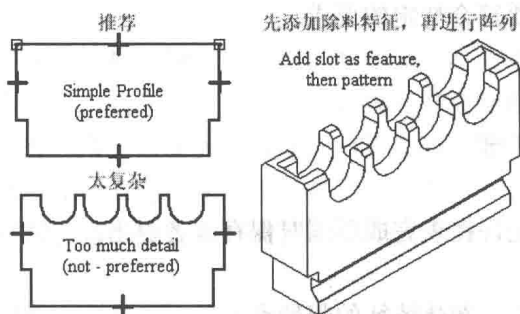


图 1-5 简化轮廓

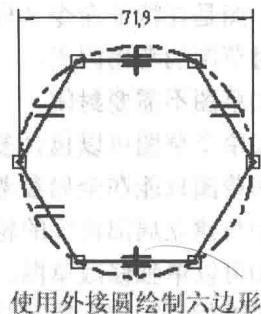


图 1-6 借助辅助线

(4)基于已有轮廓:使用“包含(Include)”命令借助已经存在的图形(草图或者已有实体的轮廓)。

(5)排除干扰:如图1-7所示,当新建图形与已有轮廓重叠时,可以在模型之外建立轮廓,这样能够避免由于“智能草图(IntelliSketch)”功能产生的偶发性的约束关系造成的不便。当轮廓绘制完成,使用“移动”命令、尺寸标注或者几何约束关系将轮廓精确定位。

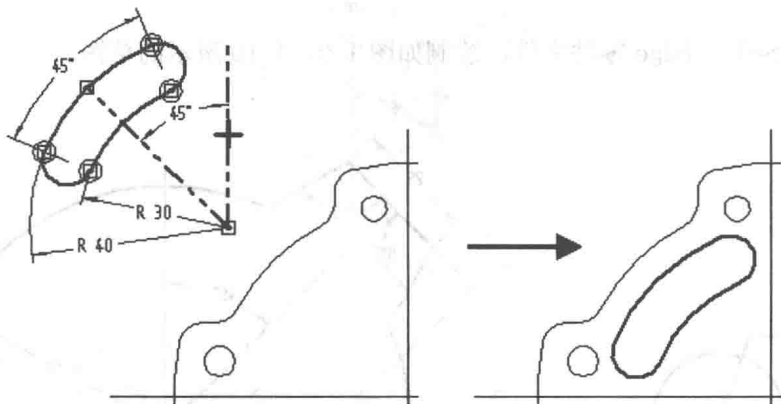


图1-7 将图形绘制在非干扰区

(6)重复使用已有图形:如果草图中已经存在相同/相似的图形,使用复制/粘贴功能,以提高绘图速度。

(7)约束检查:如图1-8所示。当轮廓未被完全约束时,使用尺寸驱动轮廓可能会得到意想不到的结果。

“关系助手”命令能够进行约束的检查,提示自由度的可变性,使设计者对轮廓做出相应的编辑。

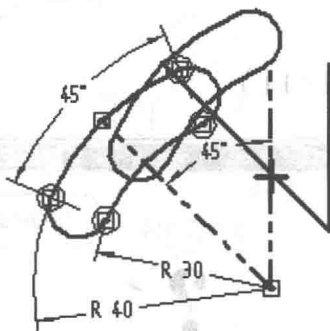


图1-8 约束检查

(8)考虑多种编辑方式:对所建立的图形,从多种编辑途径出发,考虑轮廓修改的可行性。

### 1.3 实例1: 建立轮廓/草图

#### 1. 目标

(1)使用两种轮廓创建方法。

(2)掌握使用辅助元素来构造复杂的轮廓或者草图。

(3)使用“关系助手”命令中的“显示可变性 (Show Variability)”按钮，以确定是否需要更多的约束关系。

(4)用假设编辑来验证轮廓/草图。

注意：对于给出的示例图，可能已经有某些尺寸、约束关系，请考虑还需要添加哪些约束，才能使草图成为全约束图形。

## 2. 操作

新建一个 Solid Edge 零件文件，绘制如图 1-9、1-10 所示的草图。

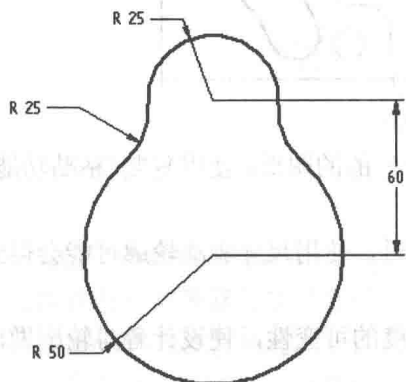


图 1-9 草图一

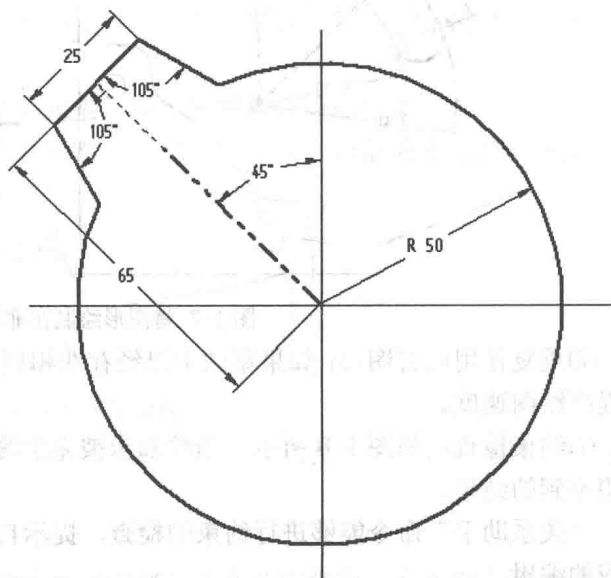


图 1-10 草图二

## 1.4 三维造型入门（图 1-11）



图 1-11 三维造型

### 思考题：

1. 在造型之前，将零件分解为特征的意义是什么？
2. 考虑在何种场合建立零件，零件模块还是装配模块？
3. 指出特征建立的四个基本步骤（参阅条形菜单——RibbonBar）？

## 4. 何时建立轮廓，何时建立草图？

## 1.4.1 零件基本特征（图 1-12）

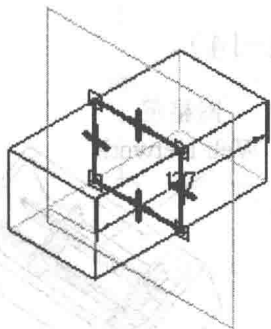


图 1-12 零件基本特征

**思考题：**

1. 什么是基于轮廓的特征？
2. 当定义拉伸距离时，如何选取关键点？
3. 对于一个具有开放轮廓的特征，为何需要“特征方向”这一步？
4. 扫掠（Swept）命令和放样（Lofted）命令有何区别？
5. 为什么起始点的位置对于放样命令十分重要？

## 1.4.2 零件后处理特征（图 1-13）

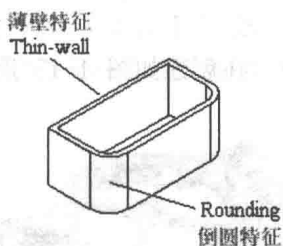


图 1-13 零件后处理特征

**思考题：**

1. 什么是与轮廓无关特征？
2. 在薄壁（Thin Wall）特征命令中，所有壁厚都必须相同吗？
3. 倒角命令是在薄壁特征命令之前还是之后使用？
4. 在“斜度（Draft）”命令中，“分割斜度（Split Draft）”选项就是将零件物理地分割为两个吗？
5. 倒圆角时，选择倒圆边的次序不同，会造成不同的结果吗？为什么？
6. 什么时候采用“智能（Smart）”阵列而不采用“快速（Fast）”阵列？
7. 为什么倒圆角的阵列或者镜像必须和它的父特征一起进行？
8. 阐述资源查找器（EdgeBar）中的“特征路径查找器（Feature Pathfinder）”选项

卡的不同作用?

9. 如果“特征路径查找器”中,显示一个失败的特征,可以使用哪种工具检查失败的详细情况?

### 1.4.3 其他后处理特征 (图 1-14)



图 1-14 其他后处理特征

**思考题:**

1. 对于一个形状不规则的轮廓,能够建立凸缘或者凹槽吗?
2. 如果要创建相同特性的筋板,采用何种工具最有效率?
3. 一旦使用特征库 (Feature Library) 或者使用复制/粘贴命令添加特征,必须对其轮廓进行怎样的操作?

## 1.5 实例 2:建立注塑模零件

### 1. 目的

强化本节所讲述的概念、命令。在创建如图 1-15 所示模型时,所介绍的方法只是许多方法中的一种。

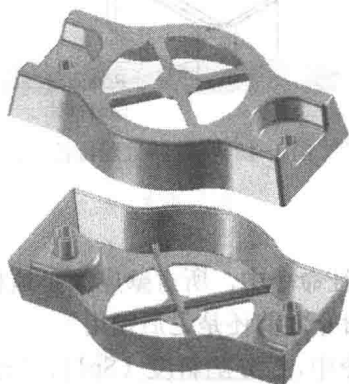


图 1-15 零件模型

### 2. 操作步骤

(1)使用公制模板,新建一个零件文件。

(2)建立基础特征。

在指定的参考平面 X-Y (如图 1-16 所示)上,建立拉伸特征。绘出如图 1-17 所示的

轮廓，将其中心定位在参考平面的中心，拉伸高度为“50.8mm”，如图 1-18 所示。

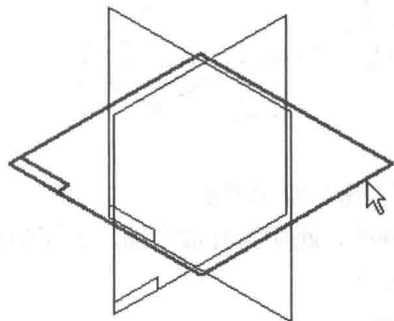


图 1-16 选择特征参考平面

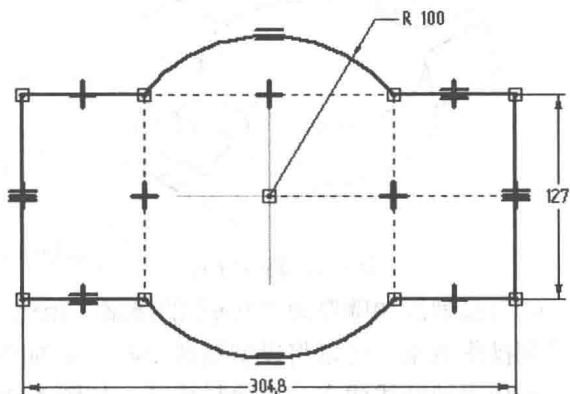


图 1-17 绘制草图

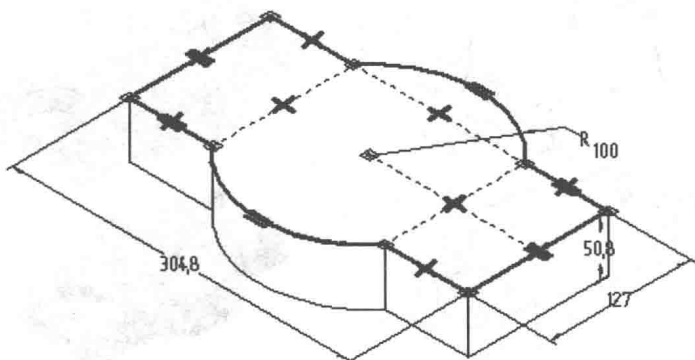


图 1-18 拉伸特征

(3)添加一个“25mm”深的除料特征，如图 1-19 所示。

(4)使用如图 1-20 所示参考平面作为对称面，镜像刚建立的除料特征。

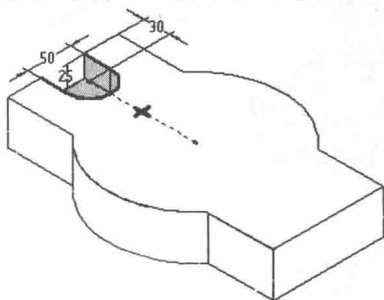


图 1-19 除料特征

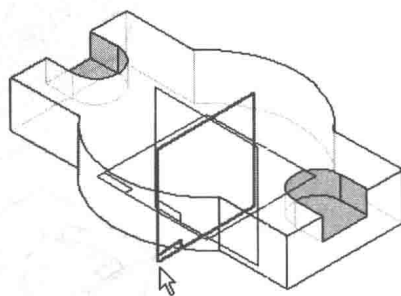


图 1-20 镜像特征

(5)向模型添加角度为  $10^\circ$  的斜度 (Draft) 特征。将模型的底平面作为倾斜平面的起始面，各边自底面向内倾斜，如图 1-21 所示，凡垂直底平面的边都向内倾斜，其中包括除料的各边。

(6)开两个直径为“16mm”的孔，其圆心与除料的圆弧同心，如图 1-22 所示。

(7)添加半径为“50mm”的四个过渡圆，如图 1-23 所示。

(8)如图 1-24 所示，对所有边添加半径为“5mm”的圆角。不要选择孔边以及底面的边线。