



## 第3章 草图绘制

### 本章导读



几乎所有的三维绘图软件都是以草绘为基础，草绘也贯穿于整个三维建模。草绘图可作为第二章介绍的基准特征的工具，也可以作为下面章节要介绍的一些三维特征的工具，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 草绘功能与大多数软件的草绘功能大同小异，比较容易掌握。本章主要介绍了草图的绘制和编辑、标注点等方面的内容。

### 重点和难点

- 草绘基础知识
- 草图的绘制
- 尺寸的标注和约束
- 绘制二维图形实例

### 3.1 草图绘制的简介和流程

进入草图绘制界面大致有以下几种情形：

(1) 单击“新建”按钮或者使用 Ctrl+N 键，系统弹出“新建”对话框，如图 3-1 所示。选择“类型”选项中的“草绘”模块，在该对话框中可以定义草绘的名称，单击“确定”按钮进入草绘界面。



(2) 在如图 3-1 所示的对话框中，选择“类型”选项中的“零件”模块。进入零件图绘制时，单击工具栏中的“草绘工具”按钮，系统弹出“草绘”对话框，如图 3-2 所示，用户可通过该对话框选择草绘平面、参照平面、方向等，单击“草绘”按钮，即可进入二维草绘界面。



图 3-1 “新建”对话框



图 3-2 草绘放置对话框

(3) 在创建某些三维特征，如拉伸、旋转、扫描、混合等特征时，须进入二维草绘界面，这种情况进入的草绘界面与上面两种情况进入的草绘界面不同，如果删除拉伸、旋转、扫描、混合等特征，则该种方法创建的草绘图也随之删除。

为了草绘方便，提高绘图速度，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 提供了用户自行设置“草绘器优先选项”。选择主菜单中“草绘”|“选项”命令，系统弹出“草绘器优先选项”对话框。如图 3-3 所示。“草绘器优先选项”主要是控制一些特征的显示功能、捕捉功能、参数的设置等，分别对应于杂项、约束、参数等三个选项卡，下面简要介绍这三个选项卡的内容。




- “杂项”选项卡：在“杂项”选项卡下，可以对所需要的视图进行控制，如栅格、顶点、约束、尺寸等。确定修改后单击按钮保存设置退出。若要恢复到系统默认设置，单击右下方的“缺省”按钮即可。
- “约束”选项卡：在“约束”选项卡下，可以控制一些约束特征的显示，当草绘图中有相应的约束时则显示，否则不显示。确定修改后单击按钮保存设置退出。若要恢复到系统默认设置，单击右下方的“缺省”按钮即可。



图 3-3 “草绘器优先选项”对话框

- “参数”选项卡：在“参数”选项卡下，可以设置栅格的参数，如角度、类型、栅格间距等，也可以设置尺寸的精度等，确定修改后单击  按钮保存设置退出。若要恢复到系统默认设置，单击右下方的“缺省”按钮即可。


## 3.2 基本绘制技能

在绘制二维产品平面图之前，先要掌握二维草绘的基本图元，进而完成整个二维产品图的绘制。这些基本图元包括点、直线、矩形、样条曲线、圆、圆弧等。此外为了完成这些产品的工程特征，用户还需要掌握编辑命令，如倒圆角、倒角、修剪、镜像、旋转等。为了更好地草绘产品图，Pro/ENGINEER 软件中还引入了约束命令，如尺寸的约束、几何约束等。


### 3.2.1 直线

直线工具可以创建线段和中心线，中心线一般用于旋转轴、特征的镜像参照等，不具备形成实体的能力，而线段一般用于形成实体的边缘，具备形成实体的能力。Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 提供了两种绘制直线的方法，分别是两点绘制线段和通过两点与两图元相切形成线段。

### 1. 绘制两点线

单击工具栏中的, 或者选择菜单栏中的“草绘”|“线”|“线”命令, 或者在绘图区中右击, 在弹出的下拉菜单中选择“线(L)”选项, 都可以绘制两点线段。在绘图区中直线的起始位置点击第一点, 在直线的终点位置点击第二点, 如图 3-4 所示为所绘制的线段。

### 2. 两点绘制切线

两点绘制切线需要在绘图区中先绘制两条与所要绘制的直线相切的曲线, 这些曲线包括圆弧和圆, 单击工具栏中的图标, 或者选择菜单栏中的“草绘”|“线”|“直线相切”命令, 都可以绘制相切直线。绘制相切线的过程是在绘图区中选择与其相切的第一条曲线, 再选择与其相切的第二条曲线。

如果相切的图元是圆弧或曲线, 则该圆弧段要能够找到与所绘制直线相切的点, 如图 3-5 所示就不能绘制相切直线, 因为此时在圆弧段上找不到与所要绘制的直线有相切的点。而图 3-6 所示就能够绘制成与两圆弧相切的直线。

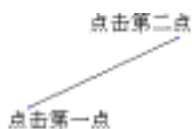


图 3-4 绘制直线



图 3-5 不能绘制相切直线



图 3-6 绘制相切直线

### 3. 绘制中心线



单击工具栏中的, 或者选择菜单栏中的“草绘”|“线”|“中心线”命令, 或者在绘图区中右击, 在弹出的下拉菜单中, 选择“中心线(C)”选项, 都可以绘制中心线。在绘图区中单击第一点, 作为中心线的起点, 此时中心线犹如粘在鼠标, 随鼠标移动, 再绘图区中合适位置单击第二点作为中心线的终点, 如图 3-7 所示为所绘制的水平中心线。

图 3-7 绘制中心线

## 3.2.2 矩形

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 所绘制的矩形与通过互相垂直的四直线构成的矩形效果相同, 矩形一般用于绘制长方体的截面, 旋转体的截面、混合截面、扫描截面等。

单击工具栏中的“矩形”按钮, 或者选择菜单栏中的“草绘”|“矩形”选项, 或者在绘图区中右击, 在弹出的下拉菜单中, 选择“矩形(E)”选项, 都可以绘制矩形。在绘图

区中单击第一点作为矩形的第一角点，松开鼠标并移动，在绘图区的合适位置单击作为矩形的对角点，如图 3-8 所示。




图 3-8 绘制矩形

### 3.2.3 圆、椭圆



圆、椭圆一般可用于圆柱体截面、圆环截面等，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 提供了四种绘制圆的方法：通过拾取圆心和圆上一点绘制圆，同心圆，三点画圆，与三图元相切绘制圆。下面依次介绍。

#### 1. 拾取圆心和圆上一点绘制圆

单击工具栏中的“通过拾取圆心和圆上一点来创建圆”按钮，或者选择“草绘”|“圆”|“圆心和点”命令，或者在绘图区中右击，在弹出的下拉菜单中选择“圆”选项，都可以绘制圆。

在绘图区中单击一点作为所绘制圆的圆心，在合适位置处单击一点作为圆周上的一点，如图 3-9 所示。

#### 2. 同心圆

同心圆的绘制是在已有圆或者圆弧的基础上，生成另外一个具有相同圆心的圆。单击工具栏中按钮下面的“创建同心圆”按钮，或者选择“草绘”|“圆”|“同心(c)”命令，都可以绘制同心圆。

在绘图区中拾取已绘制的圆弧或圆，松开鼠标，在合适位置处再单击鼠标，即可绘制一连串的同圆心圆，如图 3-10 所示。

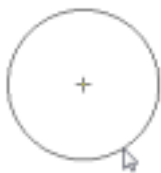




图 3-9 圆心和圆上点画圆





图 3-10 绘制同心圆

#### 3. 三点画圆

三点可以确定一个圆，这三点都在同一个圆周上，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 就是根据这原理绘制三点圆，单击工具栏中按钮下面的“通过拾取其 3 个点来创建圆”按钮，

或者选择“草绘”|“圆”|“3点”命令，都可以绘制三点圆，先确定第一点，然后在合适位置上单击第二点，此时移动鼠标时，已有圆形产生，移动鼠标到合适位置单击第三点，此时已绘制成三点圆，如图 3-11 所示。

#### 4. 与三图元相切圆

过三图元绘制相切圆，需要在绘图区中先绘制三条与所要绘制的圆相切的曲线，这些曲线包括直线、圆、圆弧等，单击工具栏中的按钮下面的“创建与 3 个图元相切的圆”按钮。或者选择“草绘”|“圆”|“3相切”命令，都可以绘制与三图元相切的圆。如图 3-12 所示，先选择第一个与圆相切的直线，再选择圆，然后选择圆弧就可绘制相切圆。

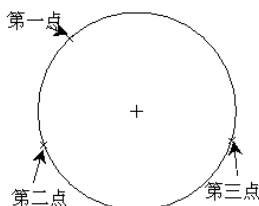


图 3-11 绘制三点圆

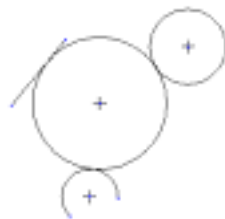


图 3-12 绘制相切圆

#### 5. 绘制椭圆



圆是椭圆的一种特殊情况，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 椭圆的绘制与通过圆心和圆周上一点绘制圆类似，即通过指定椭圆的圆心，再指定椭圆的长轴。单击工具栏中按钮下面的“创建一个完整椭圆”按钮。或者选择“草绘”|“圆”|“椭圆”命令，都可以绘制椭圆。如图 3-13 所示是选指定椭圆的圆心，然后移动鼠标到合适位置单击以确定椭圆的长轴。




图 3-13 绘制椭圆

### 3.2.4 圆弧



圆弧的画法与圆的画法类似，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 提供了五种绘制圆弧的方法，分别是三点绘制圆弧、通过拾取圆心和圆弧上一点绘制圆弧、绘制同心圆弧、与三图元相切绘制圆弧、绘制锥形弧。下面分别介绍各种圆弧的绘制过程。

#### 1. 三点绘制圆弧

单击工具栏中的“通过 3 点或通过在其端点与图元相切来创建弧”按钮，或者选择

“草绘”|“弧”|“3点/相切端(P)”命令，或者在绘图区中右击，在弹出的快捷菜单中选择“三点/相切端”选项，都可以绘制圆弧。在绘制时，先指定圆弧的起点，再指定圆弧的终点，然后移动鼠标到合适位置指定圆弧中点，如图 3-14 所示。

## 2. 绘制同心圆弧

同心圆弧的绘制是在已有圆或者圆弧的基础上，生成另外一个具有相同圆心的圆弧。单击工具栏中按钮下面的“创建同心圆弧”按钮,或者选择“草绘”|“弧”|“同心(C)”命令，都可以绘制同心圆弧。

在绘制时，先在绘图区中拾取已完成的圆弧或圆，松开鼠标，移动到合适位置处再单击鼠标以确定同心圆弧的起点，松开鼠标，再移动到合适位置处单击鼠标确定同心圆弧的终点，由此可以绘制一连串的同圆心圆，如图 3-15 所示。



图 3-14 三点绘制圆弧

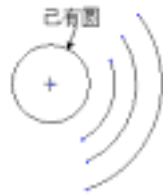






图 3-15 绘制同心圆弧

## 3. 指定圆心和圆弧两端点绘制圆弧

单击工具栏中按钮下面的“通过拾取圆心和圆弧上端点创建圆弧”按钮,或者选择“草绘”|“弧”|“圆心和端点(E)”命令，都可绘制圆弧。

绘制时，在绘图区中单击一点作为所绘制圆的圆心，再合适位置处单击一点作为圆弧的起点，松开鼠标，移动到合适位置处再单击鼠标作为圆弧的端点，如图 3-16 所示。

## 4. 创建与三个图元相切的弧

过三图元绘制相切圆，需要在绘图区中先绘制三条与所要绘制的圆相切的曲线，这些曲线包括直线、圆、圆弧等，单击工具栏中按钮下的“创建与3个图元相切的弧”按钮,或者选择“草绘”|“弧”|“3相切(T)”命令，都可以绘制与三图元相切的圆。如图 3-17 所示，先选择第一个与圆弧相切的直线，再选择圆，然后选择圆弧就可绘制相切圆弧，此时直线与圆弧的相切位置在直线的延长线上。

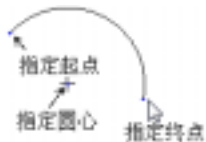


图 3-16 指定圆心和端点绘制圆弧



图 3-17 绘制与三图元相切的圆弧



### 5. 绘制锥形弧





绘制锥形弧与三点画弧的方法一致,单击工具栏中圆弧按钮下面的“创建一锥形弧”按钮,或者选择“草绘”|“弧”|“圆锥”命令,然后指定圆锥弧的起点和端点,松开鼠标再移动到合适位置,单击鼠标指定圆锥弧的中点,如图 3-18 所示。



图 3-18 绘制圆锥弧

## 3.2.5 圆角

圆角是属于工程特征,是在成一定角度的相交或者非相交的两直线、直线与光滑曲线的过渡位置的特征。Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 提供了两种圆角功能,分别是圆形圆角和椭圆形圆角。

单击工具栏中的“在两图元间创建一个圆角”按钮或“椭圆形圆角”按钮,或选择“草绘”|“圆角”|“圆形(C)”或“椭圆形(E)”命令,都可以绘制圆角。或者在绘图区中右击,在弹出的下拉菜单中选择“圆角”选项,但此时绘制的圆角是圆形圆角。在绘制时,利用鼠标左键选择要倒角的第一条曲线,再选择第二条曲线,图 3-19(a)所示为未经倒角的两直线,分别对其倒圆形圆角和椭圆形圆角,效果如图 3-19(b)和(c)所示。

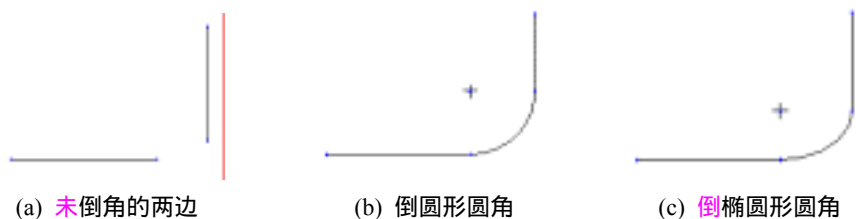



图 3-19 绘制圆角

## 3.2.6 样条曲线

样条曲线在曲面绘制时极其有用,在绘制时主要是通过控制曲线上各点的位置来调节曲线的形状。选择“草绘”|“样条”命令,或者单击工具栏中的“创建样条曲线”按钮,都可以绘制样条曲线。

在绘图区中合适位置单击鼠标作为样条曲线的起点,松开鼠标,移动至合适位置再单击鼠标指定第二点,依次类推,直至符合曲线的形状,如图 3-20 所示。如果该样条曲线还不符合用户所需的形状,可按住样条曲线上的点拖动鼠标,调节点的位置来调节曲线的形





状。因此，创建样条曲线是比较灵活的。



图 3-20 绘制样条曲线

### 3.2.7 点和坐标系

点也是图元中的一种，可用于混合特征的一截面形状，也可作为基准点的特征。而坐标系不具有图元的功能，一般作为参考。



单击工具栏中的“创建点”按钮或者“坐标系”按钮，或者选择“草绘”|“点”或“坐标系”命令，都可以绘制点和坐标系，由于点和坐标系是没有形状的特征，因此一般绘制时只定义其位置，而无形状尺寸的大小，如图 3-21 所示为在绘图区绘制的四个点，而右侧为在曲线的端点处和直线的端点处捕捉坐标系的位置。




图 3-21 绘制点和坐标系

### 3.2.8 提取和偏移

提取和偏移其原理基本一致，只是提取的曲线与原本的曲线尺寸和形状完全一致，而偏移是形状一样，但尺寸改变。提取和偏移只有在已绘制一部分三维特征，退出后再执行另一草绘界面时才能操作，否则呈灰色按钮显示。当执行完拉伸操作，再执行旋转命令时想要以拉伸操作的截面作为旋转截面，则可通过提取和偏移功能来完成。

#### 1. 提取

单击“提取”按钮，或者选择菜单栏中的“草绘”|“边”|“使用(U)”命令，系统弹出“类型”对话框，如图 3-22 所示。对话框中有三个单选按钮，分别是“单个”、“链”、“环”，可以通过这三种方式来提取图元。

- “单个”单选按钮：选择单一的曲线，或者按住 Ctrl 选择多条曲线。
- “链”单选按钮：选择连续曲线。
- “环”单选按钮：选择封闭的曲线环。



图 3-22 类型对话框

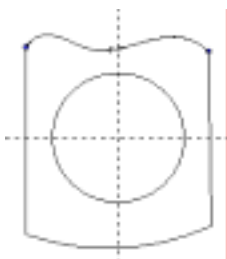


图 3-23 单个和链提取方式

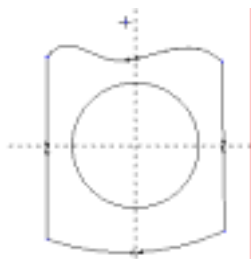




图 3-24 环提取方式

图 3-23 和 3-24 所示分别为使用“单个”、“链”和“环”的提取效果，图中有“s”标志的为提取的曲线。在使用环选择时，会弹出提示“选取链”的选择列表，用户可以根据绘图区的预览效果选择“下一个”和“接受”等选择所需的链。

## 2. 偏移

单击“偏移”按钮，或者选择菜单栏中的“草绘”|“边”|“偏移(O)”命令，其选择方式与提取的选择方式一样，如图 3-25 所示是通过链选择，当选中并确认链时，在绘图区中所选链以红色显示和偏移的箭头提示，并在绘图区的下面提示输入偏距，如图 3-27 所示。输入偏移的距离后，单击“确认”按钮，效果如图 3-26 所示。

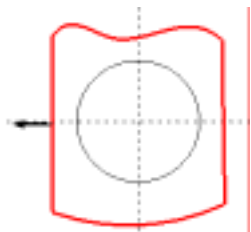


图 3-25 选择链

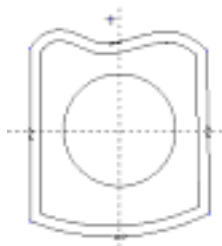


图 3-26 偏移的效果



图 3-27 输入偏距

## 3.2.9 文本



文本绘制可用于产品表面的特征修饰或作为三维特征的截面，单击“文本”按钮，或者选择菜单栏中的“草绘”|“文本(T)”命令，此时，系统提示在绘图区中指定文本的起点位置，然后再指定文本的终点位置，此操作用于确定文字的高度，指定文字高度后，系统弹出文本设置对话框，如图 3-28 所示。用户可以对文本的字体、位置、长宽比、斜角等进行设置。在“文本”对话框中输入文字，单击“确定”按钮，如图 3-29 所示为所绘制的文本，用户可以通过修改尺寸定义文字的位置和大小。



图 3-28 “文本”对话框

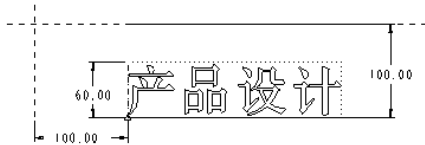


图 3-29 文本

此外，用户也可以通过沿曲线放置文本，在“文本”对话框中选择“沿曲线放置”复选框，然后选择草绘中已创建的曲线，单击“确定”按钮 $\square$ ，文字将沿曲线放置，如图 3-30 所示。在放置好文本后可通过修改曲线的形状对文本的特征进行编辑，此时文本跟着修改的曲线变化。



图 3-30 曲线放置文本

### 3.2.10 调色板

通过调色板可以调用自定义的草绘截面和一些常用的图形，例如多边形、轮廓、形状、星形等各种图形，调入之后的图形仍可以进行编辑。其操作过程如下：单击“调色板”按钮 $\square$ ，系统弹出“草绘器调色板”对话框，选择“轮廓”选项卡，可以在预览框中观察到预览效果，如图 3-31 所示。双击要调用的图形，将鼠标移动到绘图区域上，单击鼠标确定调用图形的放置位置，然后系统弹出“缩放旋转”对话框，用户通过该对话框对图形进行调整，如图 3-32 所示。最后单击 $\checkmark$ 按钮完成图形的调用。



图 3-31 “草绘器调色板”对话框



图 3-32 “缩放旋转”对话框

## 3.3 基本编辑技能

绘图的过程中就要对各个图形进行编辑，如修剪、标注和修改尺寸、添加约束、镜像、旋转、平移等功能。Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 所提供的这些编辑功能已能很好地完成各种产品的二维图，本节将介绍编辑功能。

### 3.3.1 标注尺寸


不同绘图员所提供的基准不同，绘制的过程就会产生不同的尺寸，因此在绘图时还需要绘图员对尺寸进行标注，不同的图元有不同的标准方法，下面介绍几种常见的尺寸标注。

#### 1. 强尺寸和弱尺寸


**弱**尺寸或**弱**约束是指在绘制各种图元时，由系统自动建立的尺寸或约束叫做**弱**尺寸或**弱**约束。**弱**尺寸和弱约束以灰色出现，用户在增加尺寸时，系统可以删除多余的弱尺寸或弱约束。**强**尺寸或强约束是指软件系统不能自动删除的尺寸或约束，由用户创建的尺寸或约束总是**强**尺寸或强约束。**强**尺寸和强约束以较深的颜色出现。如果几个**强**尺寸或强约束发生冲突，系统会要求删除其中一个。

#### 2. 线段长度标注

线段长度的尺寸是指一线段的长度，下面介绍线段长度的标注方法：

单击“标注”按钮，然后单击图中的线段，移动鼠标指针到恰当的位置，按鼠标中键以确定尺寸放置的位置，效果如图 3-33 所示。

#### 3. 直线间距离标注

线段之间的距离是指直线与直线之间的垂直距离，线段之间距离的标注方法如下：单击“标注”按钮，然后单击图中的两条平行线段，移动鼠标指针到恰当的位置，按鼠标中键以确定尺寸放置的位置，效果如图 3-34 所示。

此外，点与直线的距离标注、点与点间的距离标注跟直线间的距离标注方法一样。

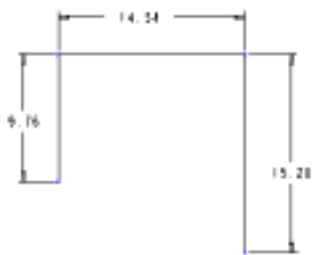


图 3-33 线段长度标注

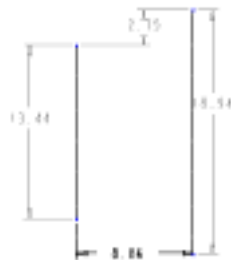



图 3-34 线段之间距离标注

#### 4. 半径标注

Pro/ENGINEER 软件默认的圆是直径标注方式，而圆弧则默认半径标注方式，但当标注圆时则只显示半径标注。半径是圆或圆弧的形状尺寸，它们的标注方法一样。当绘制完一个圆时，单击“标注”按钮，然后单击圆或圆弧，移动鼠标指针到恰当的位置，按鼠标中键以确定尺寸放置的位置，如图 3-35 和图 3-36 所示为标注圆和圆弧的半径。

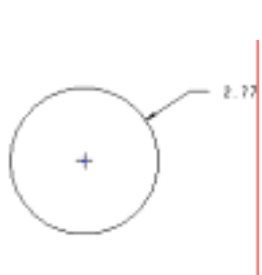


图 3-35 标注圆半径

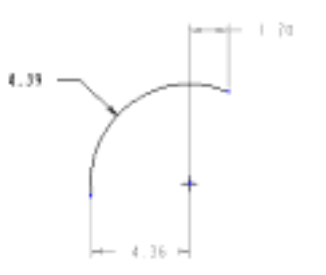


图 3-36 标注圆弧半径

#### 5. 椭圆长轴和短轴标注


标注椭圆的长轴和短轴同标注圆和圆弧差不多，不同的是标注椭圆的时候系统会弹出“椭圆半径”对话框，如图 3-37 所示，供用户选择需要标注的是 X 半径还是 Y 半径，选择需要标注半径选项，单击“接受”按钮，如图 3-38 所示为标注椭圆长轴和短轴的效果。



图 3-37 “椭圆半径”对话框

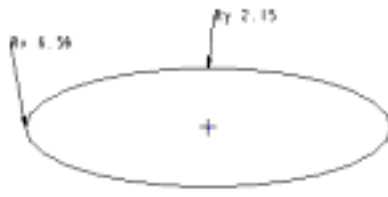




图 3-38 椭圆半径标注

#### 6. 角度标注

角度标注是标注两直线或者直线与样条曲线之间的夹角度数。两直线可以是相交的，

也可以是非相交的，其标注方法一样，下面分别介绍两直线和直线与样条曲线之间夹角的标注方法。

- 两直线夹角标注方法：单击“标注”按钮，单击图中的两条直线，移动鼠标到恰当指针的位置，按鼠标中键以确定尺寸放置的位置，如图 3-39 所示。
- 直线与样条曲线夹角的标注方法：单击“标注”按钮，单击图中相交于一点的直线和样条曲线，再单击它们的交点，移动鼠标指针到恰当的位置，按鼠标中键以确定尺寸放置的位置，效果如图 3-40 所示。

此外，图在标注的过程中，标注尺寸的位置不同，将产生不同的标注效果，如图 3-41 所示为标注在角度夹角另一侧时所产生的标注效果，它与图 3-39 和图 3-40 所标注的角度成互补关系。

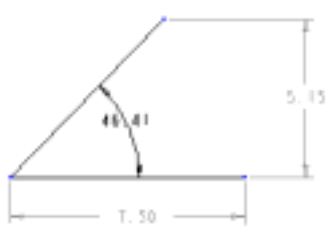


图 3-39 两直线夹角标注

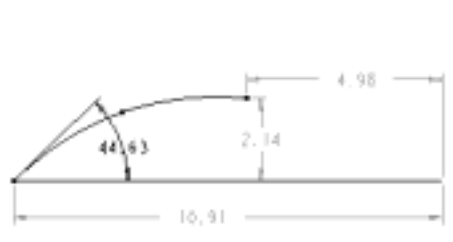


图 3-40 直线与样条曲线夹角标注

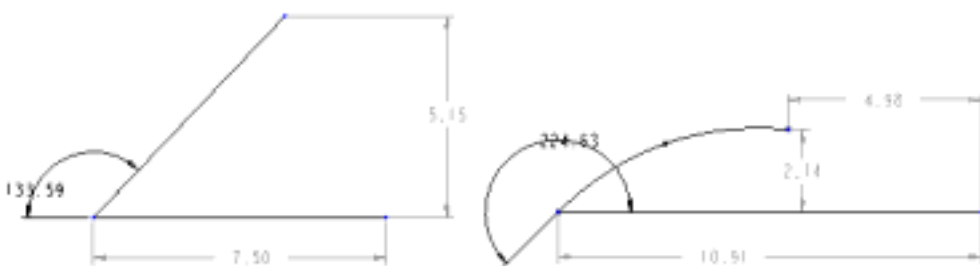


图 3-41 标注钝角

### 3.3.2 修改尺寸

标注尺寸的下一步是修改尺寸，在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中所绘制的图形是根据大致形状而绘制的，与实际尺寸还是有差距的，所以必须进行修改，一般有以下两种修改尺寸的方法。

- 第一种方法是逐一修改尺寸，双击需要修改的尺寸，此时该尺寸显示修改状态，用户就可以输入新的尺寸以完成尺寸的修改，如图 3-42 所示。这种方法比较适合尺寸比较少的图形。


- 第二种方法是同时修改多个尺寸，单击“修改尺寸”按钮，选择需要修改的尺寸，如图 3-43 所示为所选中的尺寸，所选中的尺寸会显示在图 3-44 所示的“修改尺寸”对话框列表中，系统默认选中“再生”复选框，此时，在修改尺寸的过程中，其形状跟着尺寸的变化而变化。如果不选中“再生”复选框，则在修改尺寸的过程中，其形状不随之变化。正在执行修改的尺寸在列表中以蓝色底显示，在绘图区中对应的尺寸是以方框显示，如图 3-43 和图 3-44 所示的尺寸“5.15”。



图 3-42 双击修改尺寸

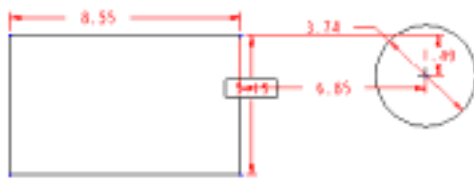



图 3-43 多尺寸修改



图 3-44 “修改尺寸”对话框

### 3.3.3 几何约束

由于绘制的过程中，系统虽能够自动约束一些尺寸特征，可有时还需要对一些未约束的图元进行约束，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 提供了 9 种几何约束，分别列于如图 3-45 所示的方框中，单击二维绘图工具栏中的“几何约束”按钮，系统弹出“约束”对话框，如图 3-45 所示。该对话框中有 9 种不同的约束方式，下面介绍各个约束条件的运用。

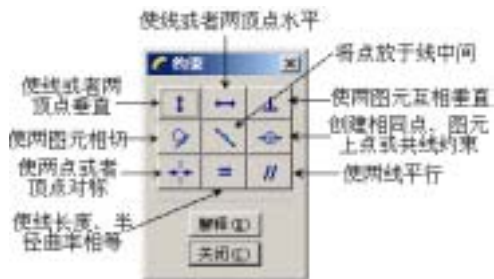




图 3-45 “几何约束”对话框



### 1. 使线或者两顶点垂直

使一条斜线变为竖直线。单击“几何约束”对话框中的  按钮，然后单击斜线即可完成操作，如图 3-46 所示。

使两点位于同一竖直线上。单击“几何约束”对话框中的  按钮，然后单击需要约束的两个点即可完成操作，如图 3-47 所示。约束后的两点位于两点与竖直线平均距离处。

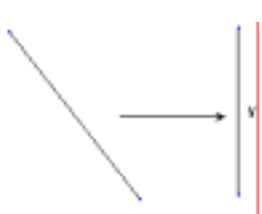




图 3-46 使直线竖直



图 3-47 使两点在同一竖直线上

### 2. 使线或者两顶点水平

使一条斜线变为竖直线。单击“几何约束”对话框中的  按钮，然后单击斜线即可完成操作，如图 3-48 所示。

使两点位于同一竖直线上。单击“几何约束”对话框中的  按钮，然后单击需要约束的两个点即可完成操作，如图 3-49 所示。约束后的两点位于两点与水平线平均距离处。

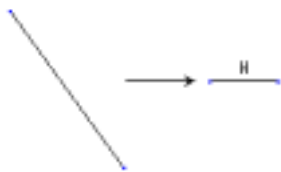


图 3-48 使直线水平

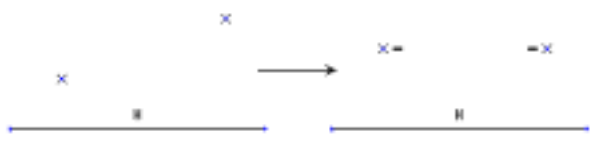



图 3-49 使两点在同一水平线上

### 3. 垂直约束

选中两条直线或者直线与曲线，使其相互垂直。单击“几何约束”对话框中的  按钮，然后单击需要约束的两条直线或直线与曲线即可完成操作，如图 3-50 所示。

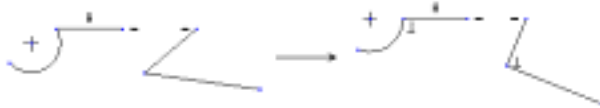


图 3-50 使两直线垂直和直线与曲线垂直

### 4. 相切约束


选择线段和曲线，使其相切。单击“几何约束”对话框中的  按钮，然后单击图中的线段和曲线即可完成操作，如图 3-51 所示。同样，该命令可以约束圆弧与圆弧、直线与圆弧、圆弧与曲线等使其相切。



图 3-51 线与曲线相切

### 5. 中点约束


选择一个点和线段,使点位于线段的中点。单击“几何约束”对话框中的按钮,然后用单击图中的线段和点即可完成操作,如图 3-52 所示。



图 3-52 线段中点

### 6. 同心共线约束



选择点和直线,使其共线。单击“几何约束”对话框中的按钮,然后单击图中点及直线即可完成操作,如图 3-53 所示。




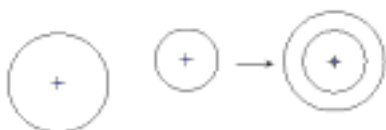
图 3-53 点与直线共线



图 3-54 直线与直线共线

选择两直线,使其共线。单击“几何约束”对话框中的按钮,然后单击图中两直线即可完成操作,如图 3-54 所示。

选择两圆,使其同心。单击“几何约束”对话框中的按钮,然后单击图中两圆的圆心即可完成操作,如图 3-55(a)所示。如图选择的是两圆的圆周,则此时变为同心并且半径相等,如图 3-55(b)所示。



(a) 选择两圆心的效果



(b) 选择两圆周的效果

图 3-55 使圆与圆同心

### 7. 对称约束


选择中心线及两个点,使两个点关于中心线对称。单击“几何约束”对话框中的按钮,单击图中两个点,再单击中心线即可完成操作,如图 3-56 所示。或者先单击中心线,再选择两点,也可以得到相同的效果。



图 3-56 点与点对称

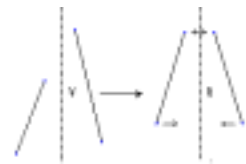




图 3-57 直线与直线对称

选择两直线上的端点,使两个端点关于中心线对称。单击“几何约束”对话框中的  按钮,分别单击图中两直线所要对称的两个端点,再单击中心线即可完成操作,如图 3-57 所示。或者先单击中心线,再单击两直线所要对称的两点,也可以得到相同的效果。

### 8. 相等约束

选择两线段使其长度相等。单击“几何约束”对话框中的  按钮,单击图中两线段即可完成操作,如图 3-58 所示。


选择两圆或圆弧使其半径相等。单击“几何约束”对话框中的  按钮,单击图中两圆或圆弧即可完成操作,如图 3-59 所示。



图 3-58 直线相等约束

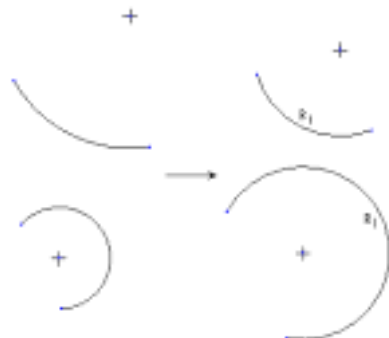



图 3-59 圆弧相等约束

### 9. 平行约束

选择两直线(包括中心线),使其平行。单击“几何约束”对话框中的  按钮,单击图中两直线即可完成操作,如图 3-60 所示。

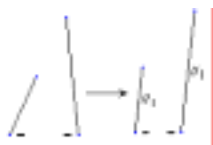


图 3-60 两直线平行


## 3.3.4 修剪

在绘图的过程中,特别是对于复杂图形,修剪图元是经常用到的一项命令。



Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中的修剪命令有 3 种形式：动态修剪、拐角剪切、分割。下面分别介绍这三种修剪方法。

### 1. 动态修剪

动态修剪是将选中的段删除，单击工具栏中的“动态修剪剖面图元”按钮，或者选择“编辑”|“修剪”|“删除段”命令，然后单击所要删除的线段，此时被选中的线段被删除。也可以按住鼠标划过所要删除的线段，也可将线段删除，如图 3-61 所示。

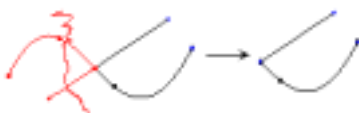



图 3-61 动态删除

### 2. 拐角剪切

拐角剪切是将选中的两图元保留并交于一点，这两图元可以是不平行的直线、直线与曲线，或者曲线与曲线。单击工具栏中的“将图元修剪(剪切或延伸)到其他图元或几何”按钮，或者选择“编辑”|“修剪”|“拐角”命令，依次单击要保留的部分，如图 3-62 所示。

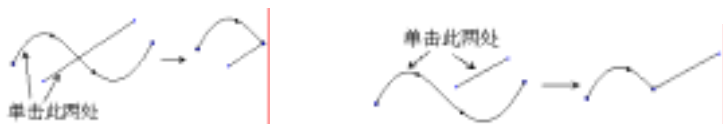



图 3-62 拐角修剪

### 3. 分割

分割是将一图元分成两段或者多段，在混合特征的截面绘制中经常使用。单击工具栏中的“在选取点的位置处分割图元”按钮，然后单击要分割图元上的点，如图 3-63 所示，打叉处为分割之处。

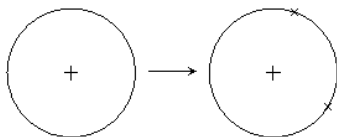



图 3-63 分割

## 3.3.5 镜像、旋转和缩放、复制和粘贴

在产品的绘制中，有许多特征是很有规律的，比如对称关系、角度关系、比例关系、位移关系等。为了减少工作量，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 通过镜像、旋转、缩放、复制、粘贴等命令完成特征的创建，下面分别介绍其应用。

### 1. 镜像

镜像命令的执行必须先选中图元，并且要通过中心线来完成此命令。镜像后的新图元与原图元的几何尺寸完全一致，具体操作方法如下：单击要镜像的图元(如果选择的是多个图元，则可按住 Ctrl 键进行多个图元的选择)，单击工具栏中的“镜像选定的图元”按钮，或者选择“编辑”|“镜像”命令，然后再单击中心线。如图 3-64 所示为通过镜像得到的效果。

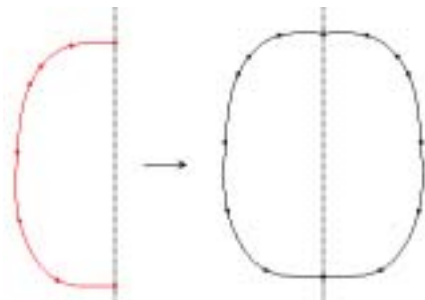



图 3-64 镜像

### 2. 旋转和缩放

旋转和缩放命令在同一个按钮下，可以单独完成旋转的功能，也可以只单独完成缩放的功能，或者两者同时修改。先选中所要旋转或者缩放的特征，单击工具栏中的“缩放并旋转选定图元”按钮，或者选择“编辑”|“缩放和旋转”命令，系统弹出如图 3-65 所示的“缩放旋转”对话框，在此对话框下输入缩放的比例或旋转的角度。如图 3-66 所示为所编辑图形的效果。

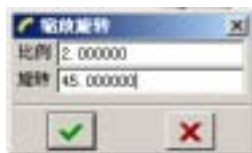


图 3-65 “缩放旋转”对话框

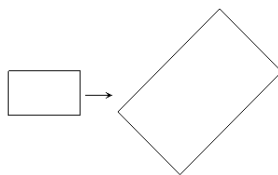



图 3-66 缩放旋转

### 3. 复制和粘贴

上述旋转和缩放命令完成后，原来的图形消失了，有时需要将原来的图形保留，此时可通过复制和粘贴命令来完成。先选中所要复制的对象，然后通过快捷键 Ctrl+C，或者选择“编辑”|“复制”命令，再通过快捷键 Ctrl+V，或者选择“编辑”|“粘贴”命令，在绘图区中单击所要放置的位置，此时系统弹出如图 3-65 所示的“缩放旋转”对话框，(如果不合适，用户可通过按住绘图区中的进行移动)，在此对话框下输入缩放的比例或旋转的角度。如图 3-67 为完成后的效果，此时原图元特征仍保留。

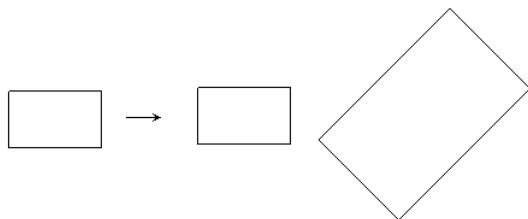




图 3-67 复制粘贴

## 3.4 典型实例

本节将利用以上各节所介绍的知识，绘制以下几个实例。

### 3.4.1 综合实例一——鱼钩

	多媒体文件：video\chap03\3_1.exe
	源文件：sample\chap03\3_1.sec.

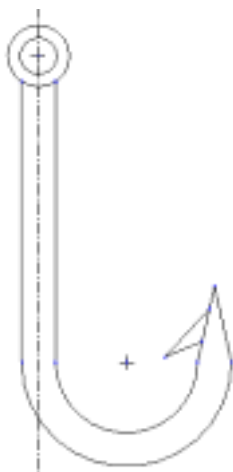








图 3-68 鱼钩

本实例主要用到直线、圆、圆弧、约束、标注等命令。

- (1) 单击工具栏中的“新建文件”按钮 。
- (2) 在弹出的“新建”文件对话框中选择“草绘”单选按钮 ，默认系统的设置，单击“确定”按钮，进入草绘工作界面。
- (3) 单击工具栏中的“中心线”按钮 ，在绘图区中绘制一条竖直中心线。

(4) 单击工具栏中的“圆”按钮, 在绘图区中心线上的合适位置绘制两个同心圆, 并双击尺寸进行修改, 将其修改为直径分别为 2 和 1.2 的圆, 如图 3-69 所示。

(5) 单击工具栏中的“直线”按钮, 在绘图区中绘制如图 3-70 所示的直线, 该直线与直径为 2 的圆相交并竖直向下。

(6) 选中刚绘制的直线, 单击工具栏中的“镜像”按钮, 再单击步骤(3)中绘制的中心线作为镜像基准线, 效果如图 3-71 所示。

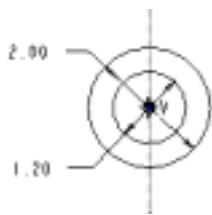


图 3-69 绘制圆

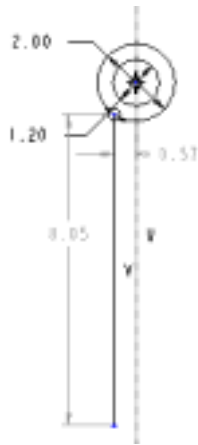


图 3-70 绘制直线

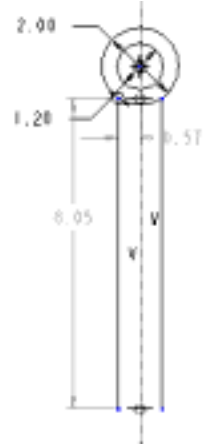




图 3-71 镜像直线

(7) 单击工具栏中的“通过三点画圆弧”按钮, 以步骤(5)所绘制的直线端点为圆弧起点, 并使圆心与该端点对齐, 如图 3-72 所示。

(8) 单击工具栏中的“通过圆心和端点画圆弧”按钮, 以步骤(7)所绘制的圆弧圆心为圆心, 圆弧的起点为步骤(6)所镜像的直线下端点, 圆弧的端点与圆心水平对齐, 如图 3-73 所示。

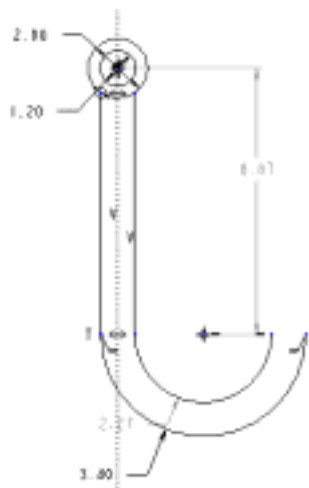
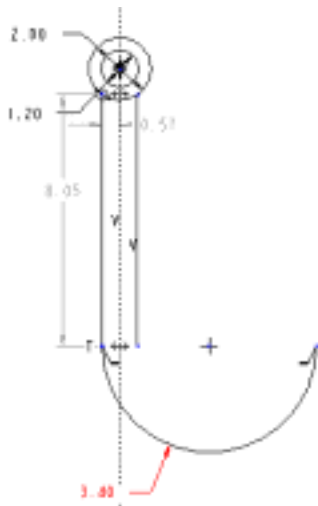







图 3-72 绘制圆弧

图 3-73 绘制圆弧

(9) 单击工具栏中的“直线”按钮, 分别以两圆弧的端点为直线的起点, 并交于一点, 绘制两直线, 如图 3-74 所示。

(10) 单击工具栏中的“约束条件”按钮, 在弹出的“约束”对话框中单击“相等选项”按钮, 然后单击刚刚绘制的两条直线, 使其相等, 如图 3-75 所示。

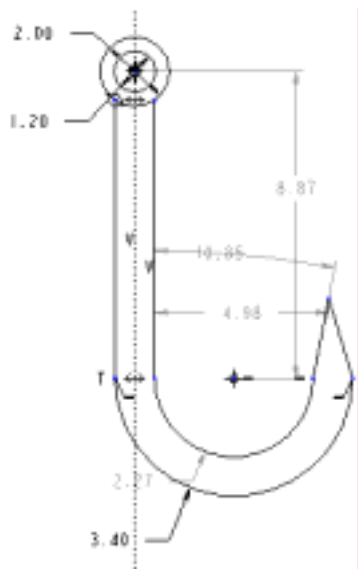


图 3-74 绘制两条直线

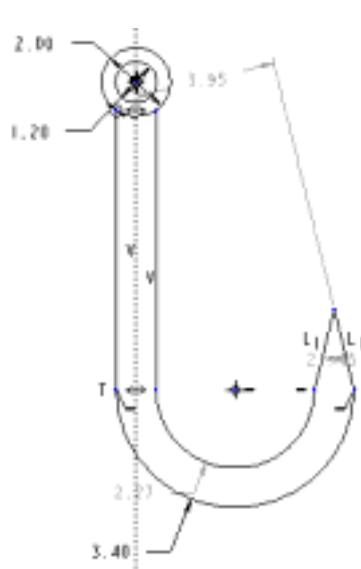




图 3-75 约束两直线

(11) 单击工具栏中的“直线”按钮, 如图 3-76 所示, 绘制两直线。

(12) 单击工具栏中的“标注尺寸”按钮, 标注如图 3-77 所示的各个尺寸, 将其转换为强尺寸。

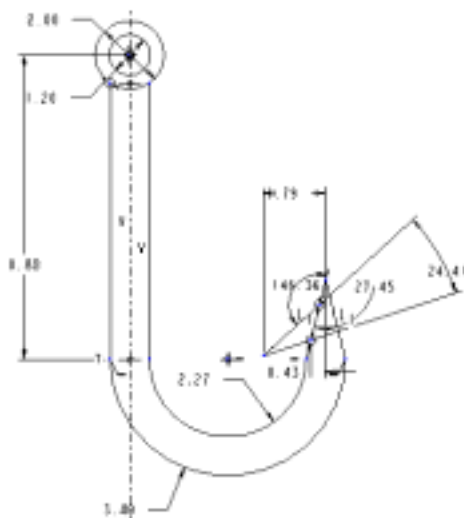
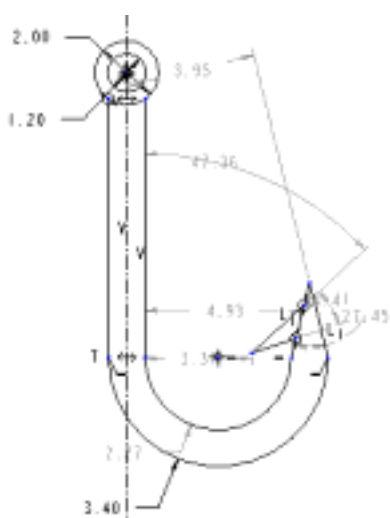






图 3-76 绘制两直线

图 3-77 标注尺寸

(13) 单击工具栏中的“修改尺寸”按钮，将以上所标注的尺寸修改为如图 3-78 所示的值。

(14) 单击工具栏中的“切换尺寸显示的开/关”按钮，将尺寸转换为不显示，效果如图 3-79 所示。

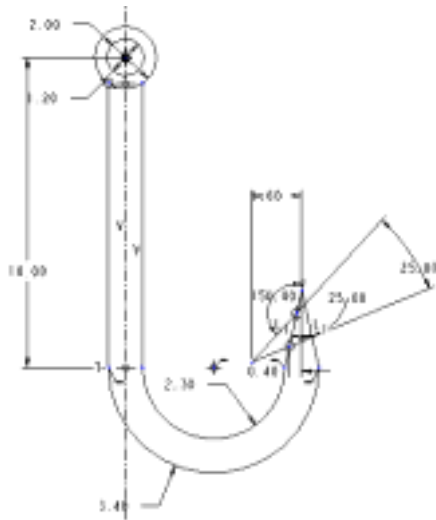


图 3-78 修改尺寸

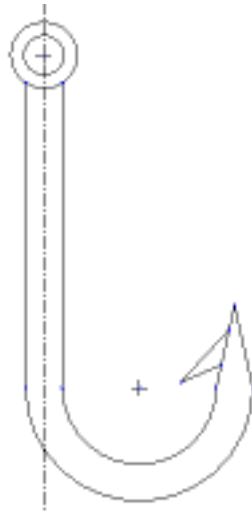




图 3-79 最终效果

(15) 在菜单栏中，选择“文件”|“保存副本”命令，并输入文件名和选择保存路径。

### 3.4.2 综合实例二——卡通猪

	多媒体文件：video\chap03\3_2.exe
	源文件：sample\chap03\3_2.sec.

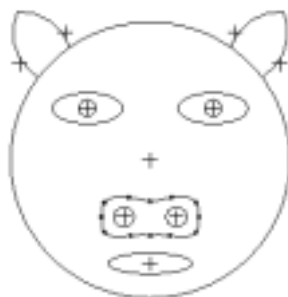






图 3-80 卡通猪头

本实例主要运用到圆弧、圆、样条曲线、标注和修改尺寸、镜像操作等命令，下面介绍绘图过程。

(1) 单击工具栏中的“新建文件”按钮.

(2) 在弹出的“新建”对话框中选择“草绘”单选按钮，默认系统的设置，单击“确定”按钮，进入草绘工作界面。

(3) 单击工具栏中的“中心线”按钮，在绘图区中间位置绘制两互相垂直的中心线，如图 3-81 所示。

(4) 单击工具栏中的“圆”按钮，以两中心线相交点为圆心，绘制直径为 8 的圆，如图 3-82 所示。

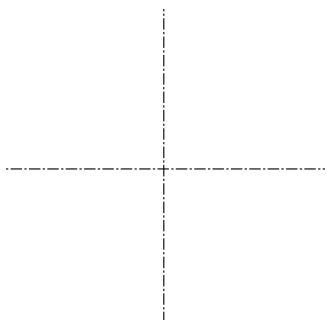


图 3-81 绘制两中心线

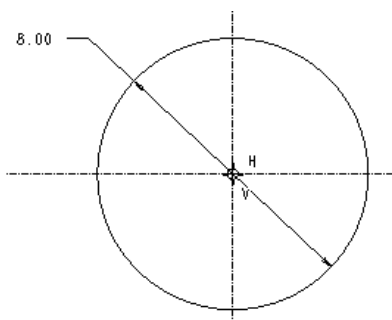



图 3-82 绘制圆

(5) 单击工具栏中的“通过三点画圆弧”按钮，在如图 3-83 所示圆上的位置绘制两条半径相等的圆弧，圆弧的一端在步骤(4)所绘制的圆上，另一端使两圆弧端相交。

(6) 单击工具栏中的“标注尺寸”按钮，标注如图 3-84 所示的各个尺寸。

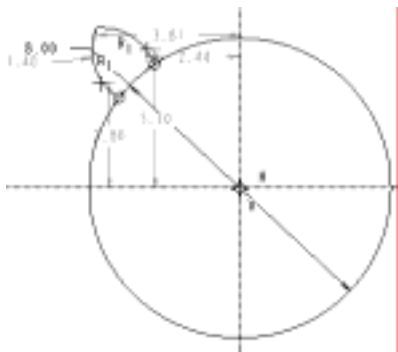


图 3-83 绘制圆弧

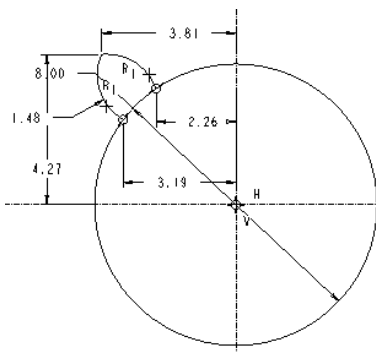






图 3-84 标注尺寸

(7) 单击工具栏中的“修改尺寸”按钮，选择图 3-84 所示的所有尺寸值，将以上所标注的尺寸修改为如图 3-85 所示的值。

(8) 单击工具栏中的“椭圆”按钮，绘制如图 3-86 所示的椭圆，双击椭圆的定位尺寸和形状尺寸并按图中所示的尺寸进行修改。

(9) 单击工具栏中的“圆”按钮，以椭圆的中心为圆心，绘制如图 3-87 所示的圆。



(10) 单击工具栏中的“样条曲线”按钮, 绘制如图 3-88 所示的样条曲线, 并修改端点的尺寸, 用户可以调节各个点的位置以达到类似的形状。

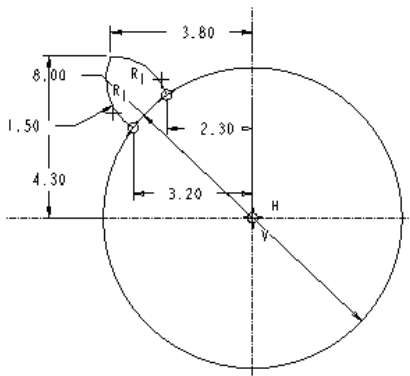


图 3-85 修改尺寸

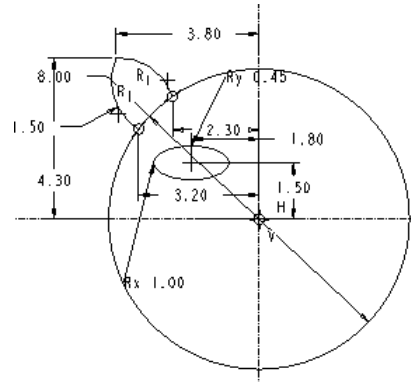


图 3-86 绘制椭圆

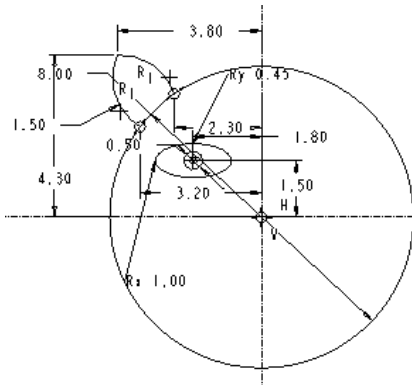


图 3-87 绘制圆

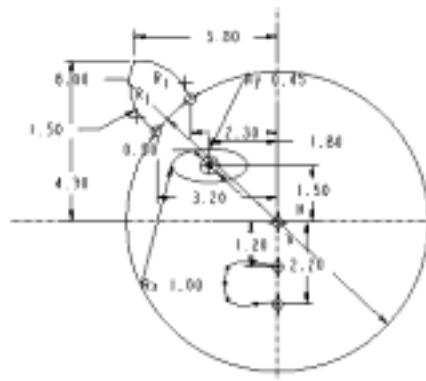




图 3-88 绘制样条曲线

(11) 单击工具栏中的“圆”按钮, 绘制如图 3-89 所示的圆形, 并按图中的尺寸进行标注。

(12) 单击工具栏中的“椭圆”按钮, 绘制如图 3-90 所示的椭圆, 并按图中的尺寸进行标注。

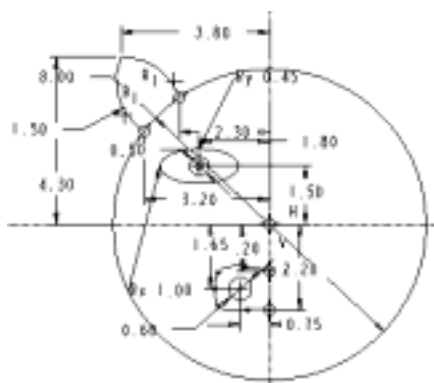


图 3-89 绘制圆形

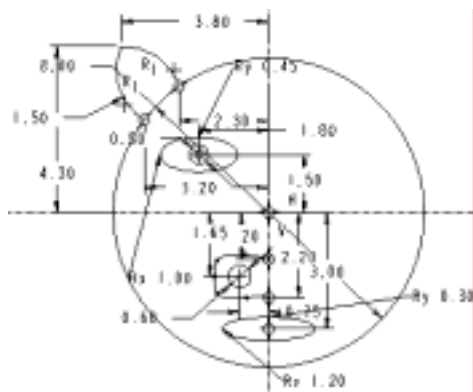




图 3-90 绘制椭圆

(13) 单击工具栏中的“切换尺寸显示的开关”按钮, 将尺寸隐藏。

(14) 按住 Ctrl 键, 选中上面绘制的圆弧、椭圆、圆等, 再单击工具栏中的“镜像”按钮, 选择竖直中心线为镜像基准线, 效果如图 3-91 所示。

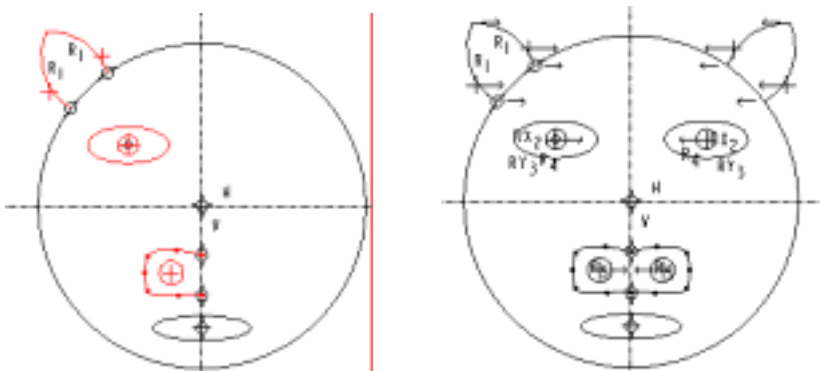




图 3-91 镜像

(15) 单击工具栏中的“切换约束的显示开关”按钮, 将约束图标隐藏, 并单击“对草绘图元的封闭链内部着色”按钮, 效果如图 3-92 所示。

(16) 在菜单栏中, 选择“文件”|“保存副本”命令, 输入文件名并选择保存路径。

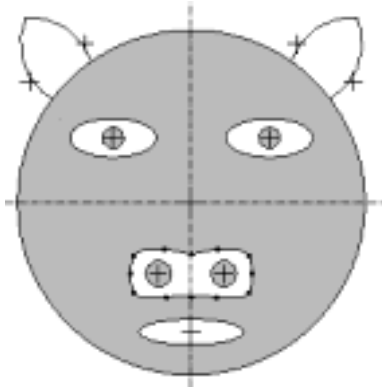




图 3-92 着色

### 3.4.3 综合实例三——风扇

	多媒体文件：video\chap03\3_3.exe
	源文件：sample\chap03\3_3.sec.

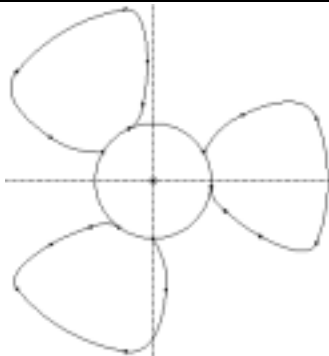






图 3-93 风扇

本实例主要运用到圆弧、圆、样条曲线、标注和修改尺寸、复制、剪切等命令，下面介绍绘图过程。

(1) 单击工具栏中的“新建文件”按钮.

(2) 在弹出的“新建”对话框中选择“草绘”单选按钮, 默认系统的设置, 单击“确定”按钮, 进入草绘工作界面。

(3) 单击工具栏中的“中心线”按钮, 在绘图区的中间位置绘制两互相垂直的中心线。如图 3-94 所示。

(4) 单击工具栏中的“圆”按钮, 以两中心线相交点为圆心, 绘制直径为 20 的圆, 如图 3-95 所示。

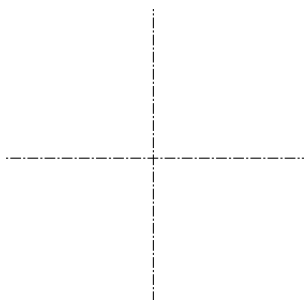


图 3-94 绘制两中心线

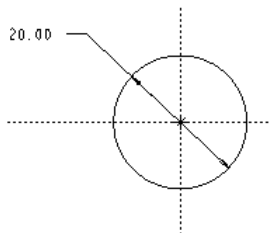


图 3-95 绘制圆

(5) 单击工具栏中的“通过圆心和端点画圆弧”按钮, 以步骤(4)所绘制圆的圆心为



该圆弧的圆心，绘制如图 3-96 所示的圆弧，此圆弧的两端上下对齐。

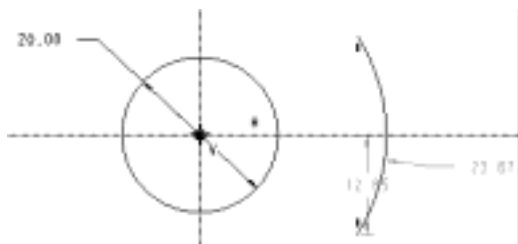



图 3-96 绘制圆弧

(6) 单击工具栏中的“标注尺寸”按钮, 标注如图 3-97 所示的尺寸，并将其修改为 28，直径修改为 30。(注意：如果未修改时，直径小于 28，则应先修改直径，再修改距离值。)

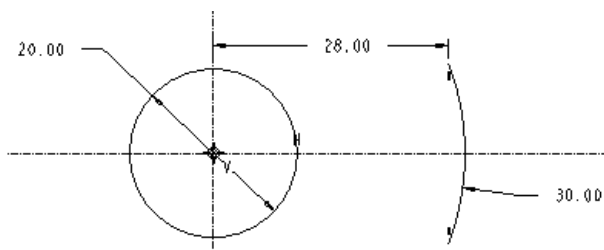




图 3-97 标注和修改尺寸

(7) 单击工具栏中的“样条曲线”按钮和“通过三点画圆弧”按钮, 绘制如图 3-98 所示的样条曲线，并根据图中尺寸进行标注。

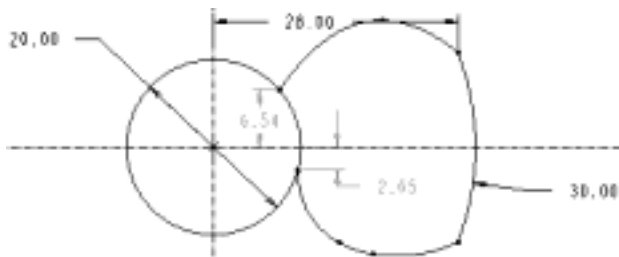




图 3-98 绘制两样条曲线

(8) 单击工具栏中的“约束条件”按钮, 在弹出的“约束”对话框中单击“相切选项”按钮, 然后单击圆弧和绘图区上端的样条曲线，使其相切。再单击另一条样条曲线和圆弧，使其相切，效果如图 3-99 所示。



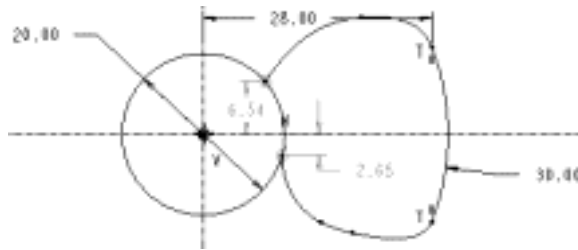


图 3-99 添加约束

(9) 修改如图 3-100 所示的尺寸,并移动样条曲线上的各点,编辑样条曲线,如图 3-100 所示。

(10) 单击工具栏中“修剪”按钮,将刚绘制的样条曲线所组成的环形区域以外的尺寸修剪,效果如图 3-101 所示。

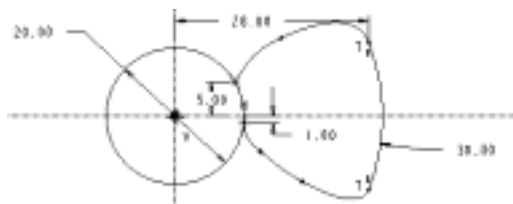


图 3-100 修改尺寸并编辑样条曲线

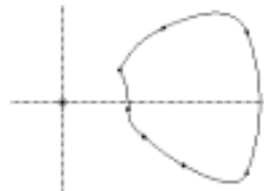




图 3-101 修剪

(11) 单击工具栏中的“切换尺寸显示的开/关”按钮,将尺寸隐藏。再单击工具栏中的“切换约束的显示开/关”按钮,将约束图标隐藏。

(12) 选中修剪完后所剩的曲线,通过快捷键 Ctrl+C 将选择的图元复制,再通过快捷键 Ctrl+V 将其粘贴,在绘图区上的合适位置单击,并在弹出的“旋转缩放”对话框中输入旋转的角度 120,移动到合适位置,如图 3-102 所示。

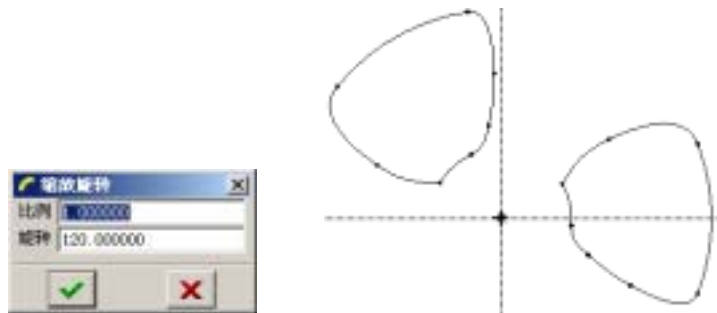


图 3-102 复制粘贴

(13) 再使用快捷键 Ctrl+V 将其粘贴,在绘图区上合适位置单击,并在弹出的“旋转缩放”对话框中输入旋转的角度 -120,移动到合适位置,如图 3-103 所示。

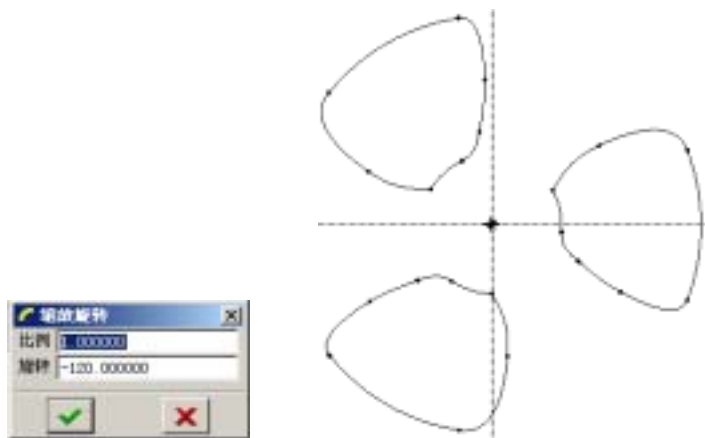





图 3-103 复制粘贴

(14) 单击工具栏中的“约束条件”按钮, 在弹出的“约束”对话框中单击“相同点选项”按钮, 单击直径为 20 的所有圆弧, 使所有的圆弧同心, 并且各圆弧的半径相等。

(15) 单击工具栏中的“同心圆弧”按钮, 选择其中一直径为 20 的圆弧, 单击该圆弧段的一端点, 并单击与该圆弧相邻的圆弧端点, 绘制圆弧, 利用相同的方法绘制其他两段同心圆弧, 效果如图 3-104 所示。

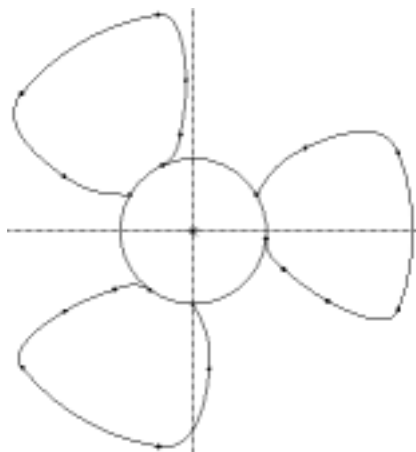


图 3-104 风扇效果图

(16) 在菜单栏中, 选择“文件”|“保存副本”命令, 输入文件名并选择保存路径。

### 3.5 习题

#### 【上机内容】

创建各个二维图形, 效果如图 3-105~图 3-108 所示。



【上机要求】

- 能够灵活地利用各工具按钮创建各产品的基本轮廓图,并对已绘制的轮廓进行编辑。
- 标注尺寸。

【上机目的】

- 训练读者创建二维草绘图的绘制功能。
- 培养读者灵活绘制二维图形的能力。

【上机提示】

- 先分析各图形元件的基本尺寸和约束关系。
- 创建基本的轮廓图。
- 约束各图元的关系。
- 编辑轮廓。
- 标注尺寸。

### 3.5.1 瓶子

利用直线、圆弧、约束、镜像、标注等命令绘制如图 3-105 所示的瓶子。

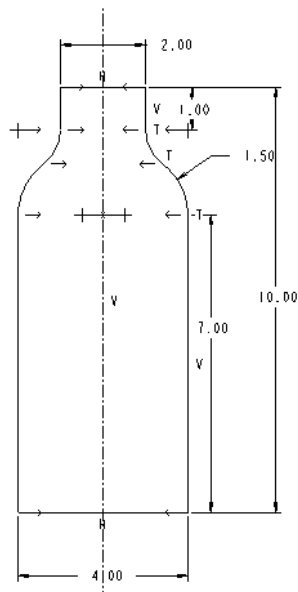




图 3-105 瓶子

	多媒体文件：video\chap03\ex_3_4_ok.exe
	源文件：sample\chap03\2\ ex_3_4_ok.sec

### 3.5.2 锉刀

利用直线、圆弧、约束、镜像、标注等命令绘制如图 3-106 所示的锉刀。

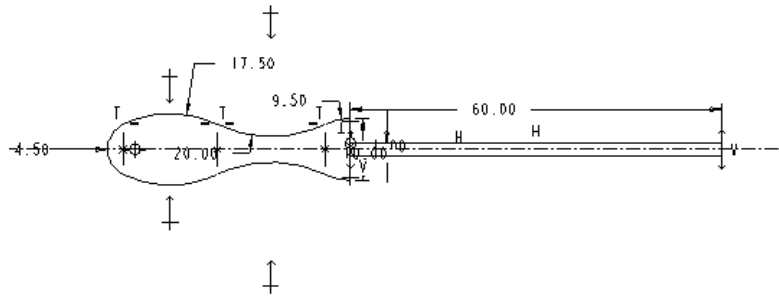




图 3-106 锉刀

	多媒体文件：video\chap03\ex_3_5_ok.exe
	源文件：sample\chap03\2\ ex_3_5_ok.sec

### 3.5.3 吊钩

利用直线、圆弧、约束、标注等命令绘制如图 3-107 所示的吊钩。

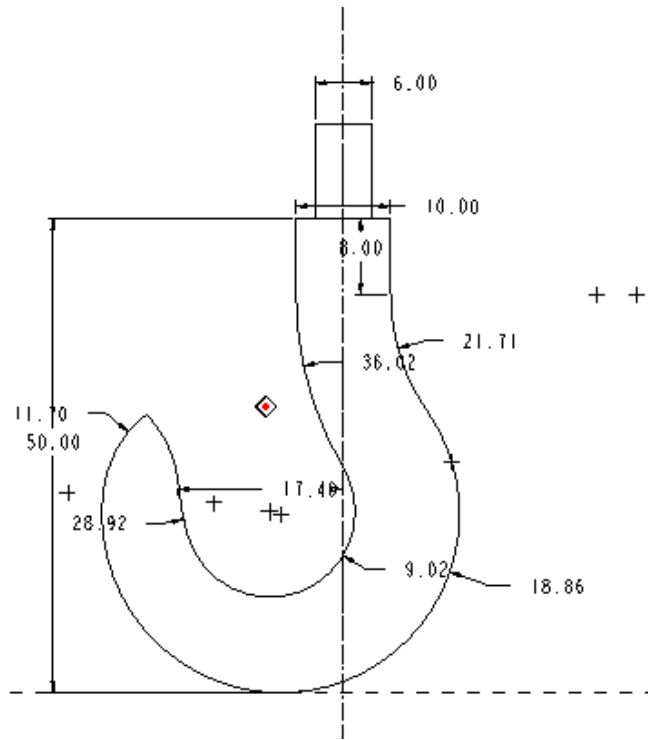




图 3-107 吊钩

	多媒体文件：video\chap03\ex_3_6_ok.exe
	源文件：sample\chap03\2\ ex_3_6_ok.sec

### 3.5.4 球衣

利用直线、样条曲线、镜像、文本、标注等命令绘制如图 3-108 所示的球衣。

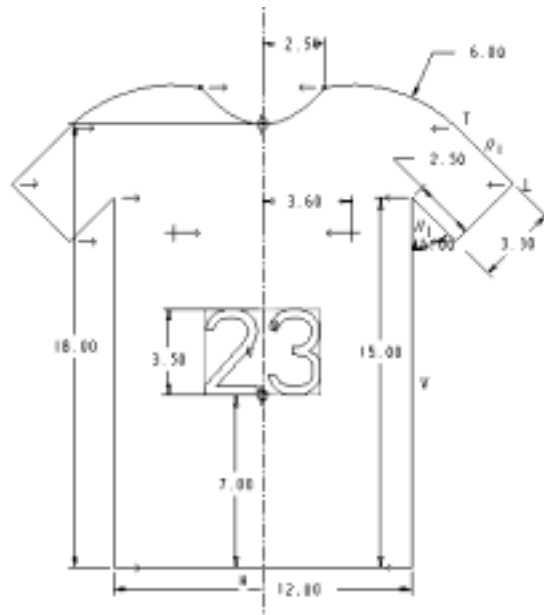




图 3-108 球衣

	多媒体文件：video\chap03\ex_3_7_ok.exe
	源文件：sample\chap03\2\ex_3_7_ok.sec