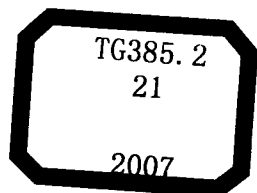


# SolidWorks 冷冲压 模具设计教程



王秀凤 主 编  
王晚霞 程 伟 安东洋 朱 剑 编 著

北京航空航天大学出版社

# 前 言

冷冲压模具作为板料分离或成形得到所需零件而使用的模具,是大批量生产同形零件的工具。用模具加工出的零件质量稳定,其尺寸精度易于保证。其生产效率高、质量好、重量轻、成本低、节约能源和原材料等一系列优点,是任何其他加工方法所不能比拟的。现已在国民经济各部门,特别是汽车、拖拉机、航天航空、仪器仪表、机械制造、家用电器、石油化工和轻工日用品等部门得到了极其广泛的应用。

三维 CAD 技术的出现,极大地推动了模具工业的发展,使零件设计及模具结构设计可以直接在非常直观的三维环境下进行,模具设计完成后,可直接根据投影关系自动生成工程图,彻底解决了传统二维设计的弊端。模具属于标准化程度较高的工艺装备,模具设计中使用的模架及各种标准件可以直接从 CAD 系统中建立的标准库中直接调用,大大提高了模具设计的质量和效率。同时,三维 CAD 系统中设计生成的三维模型可直接用于有限元模拟零件的成形过程及数控加工编程等后续过程,适应现代化生产,并满足 CAD/CAM 集成技术的要求。目前,三维 CAD 技术已广泛应用于模具设计,缩短了新产品的开发周期和产品的更新期,使新产品达到“高质量、低成本、上市快”的目标成为可能。

三维 CAD 冷冲压模具设计流程如图 0-1 所示。

本书以 SolidWorks 三维实体设计软件为平台,通过对软件基本功能的介绍,结合编著者多年从事模具教学以及三维 CAD 软件应用的丰富经验,以落料拉深复合模为例,对 SolidWorks 实体设计冷冲压零件、冷冲压模具零部件建模、装配建模过程及其工作动画的实现做了详尽的介绍,以引导读者快速掌握三维实体设计软件设计冷冲压模具的方法,典型的设计实例丰富了读者未来设计的实用范围。

本书共分 5 章,第 1 章由王晚霞、朱剑编著,第 2 章由王秀凤编著,第 3 章~第 5 章由王秀凤、安冬洋编著,全书由王秀凤统稿。参与该书协助编写工作的还有王东昭。而且,本书在编写过程中参考了一些相关的教材和资料,在此对他们谨表示衷心感谢。

对于书中疏漏或不当之处,望读者批评指正。

本教材配有多媒体素材和教学课件。如需多媒体素材可登陆 [www.buaa-press.com.cn](http://www.buaa-press.com.cn) 的“下载中心”进行下载,如需教学课件可与北京航空航天大学出版社联系:

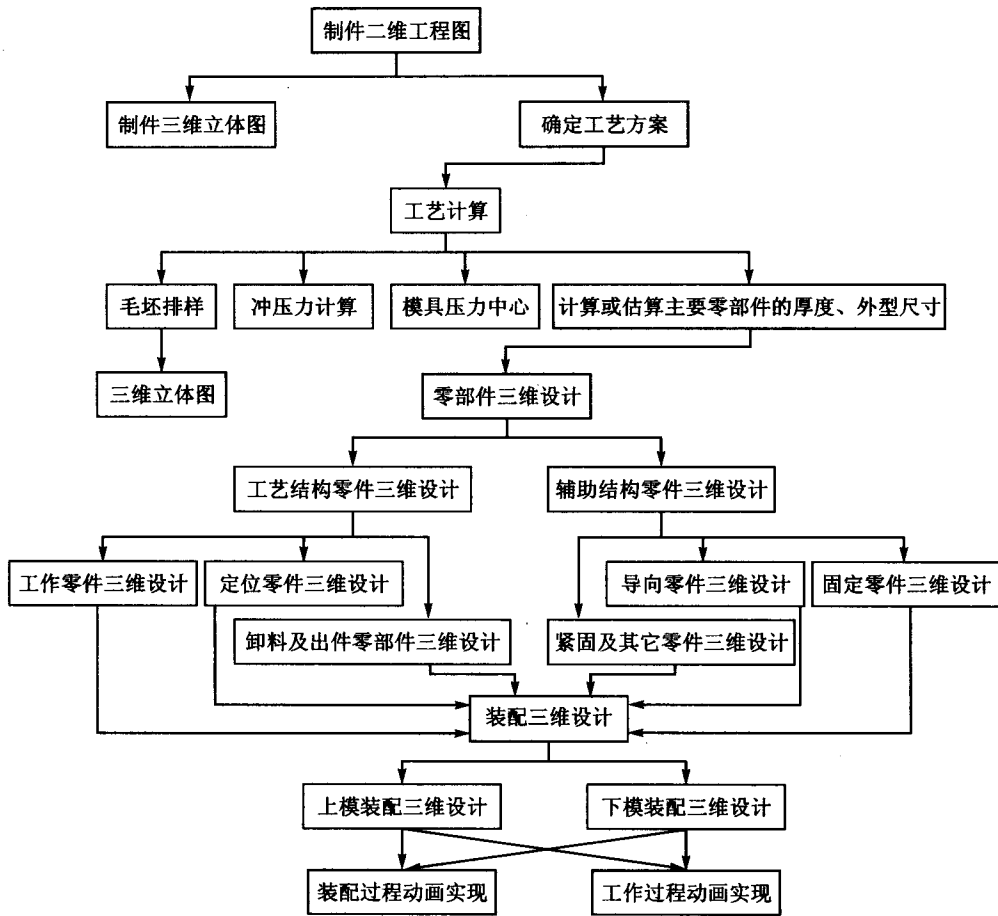


图 0-1 三维 CAD 冷冲压模具设计流程

通信地址：北京海淀区学院路 37 号北京航空航天大学出版社教材推广部

邮 编：100083

电 话：010-82317027

传 真：010-82328026

E-mail: zhujunwei\_218@163.com

编 者

2005 年 10 月

# 目 录

## 第 1 章 三维设计基础

1.1 SolidWorks 软件特点 .....	1
1.2 SolidWorks 软件的用户界面 .....	3
1.3 绘制草图 .....	7
1.3.1 绘制草图的参考工作平面 .....	7
1.3.2 草图的基本概念 .....	8
1.3.3 绘制草图的基本步骤 .....	8
1.3.4 用草图绘制实体 .....	9
1.3.5 草图绘制工具 .....	11
1.3.6 草图的几何关系 .....	15
1.3.7 草图的尺寸标注 .....	16
1.3.8 绘制草图的综合实例 .....	20
1.4 特征建模 .....	27
1.4.1 拉深特征 .....	28
1.4.2 旋转特征 .....	41
1.4.3 扫描特征 .....	47
1.4.4 放样特征 .....	60
1.4.5 应用特征 .....	61
1.5 装配体基础 .....	70
1.6 动画制作 .....	86
1.7 工程图基础 .....	91
1.7.1 工程图纸及相关设置 .....	91
1.7.2 工程视图 .....	97
1.7.3 尺 寸 .....	104
1.7.4 注 释 .....	112
1.7.5 零件序号 .....	118
1.7.6 材料明细表 .....	120
1.7.7 打印工程图 .....	121
1.8 效果渲染 .....	122
1.8.1 PhotoWorks 软件介绍 .....	122
1.8.2 PhotoWorks .....	122

1.8.3 渲染 .....	123
1.8.4 贴图 .....	129

## 第2章 冷冲压模具设计过程

2.1 冷冲压模具设计的一般步骤 .....	134
2.2 冷冲压模具设计实例 .....	140
2.2.1 制件的工艺分析 .....	140
2.2.2 确定工艺方案 .....	141
2.2.3 工艺设计过程中必要的计算 .....	143
2.2.4 模具的总体设计 .....	147
2.2.5 设备的选定 .....	149

## 第3章 冷冲压模具零部件的设计

3.1 冷冲压制件的设计 .....	151
3.2 冷冲压模具工艺结构零件的设计 .....	152
3.2.1 工作零件的设计 .....	152
3.2.2 定位零件的设计 .....	158
3.2.3 压料、卸料及出件零部件的设计 .....	159
3.3 冷冲压模具辅助结构零件的设计 .....	165
3.3.1 导向零件的设计 .....	165
3.3.2 固定零件的设计 .....	167
3.3.3 紧固及其他零件的设计 .....	174

## 第4章 冷冲压模具装配的设计

4.1 模具的装配 .....	181
4.2 模具装配剖视图 .....	185
4.3 模具分解及装配过程的动画实现 .....	185
4.4 模具工作过程的动画实现 .....	189

## 第5章 典型冷冲压模具三维 CAD 设计实例

5.1 单工序模三维 CAD 设计实例 .....	192
5.2 复合模三维 CAD 设计实例 .....	195
5.3 连续模三维 CAD 设计实例——冲孔落料连续模 .....	197

## 附录

附录1 采用压边圈的条件和凹模圆角半径值 .....	198
附录2 参考用表 .....	199
附录3 参考用标准件 .....	208

## 参考文献

# 第 1 章 三维设计基础

SolidWorks 软件是第一个基于微机平台的三维设计软件。它继承了大型机械三维设计的特点,并采用参数化特征造型技术,具有全中文 Windows 图形用户界面,易学易用。其主要设计模块包括:零件设计、装配体和工程图 3 大部分。

## 1.1 SolidWorks 软件特点

### (1) 特征建模

SolidWorks 软件设计中的零件或模型是由许多单独的元素或几何体组成,这些元素或几何体就叫特征,如图 1-1、1-2 所示。

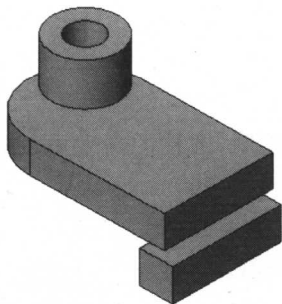


图 1-1 组成零件的 3 个特征

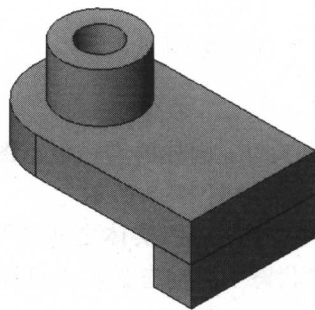


图 1-2 零件的模型

在三维设计中零件设计又称为特征建模。特征分为草图特征和应用特征两类:

① 草图特征:首先绘制基本体的轮廓或横截面的草图,然后通过执行拉深<sup>①</sup>、旋转、扫描或放样等特征命令而生成特征,如图 1-3 所示。

② 应用特征:直接创建在几何实体模型上的特征。只需选择几何实体模型的边线和面建立的特征,如圆角、倒角和抽壳等,如图 1-4 所示。

### (2) 参数化

参数化用于创建特征的尺寸和几何关系并存于实体模型中,且易于修改。

<sup>①</sup> 注: SolidWorks 软件中的[拉伸]命令等同于文中的“拉深”。

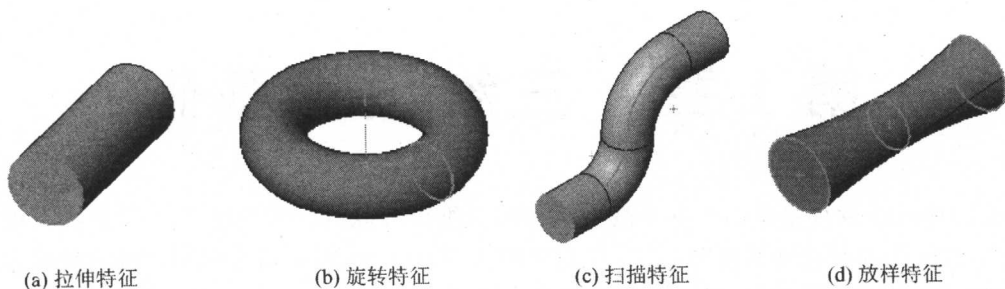


图 1-3 草图特征建模

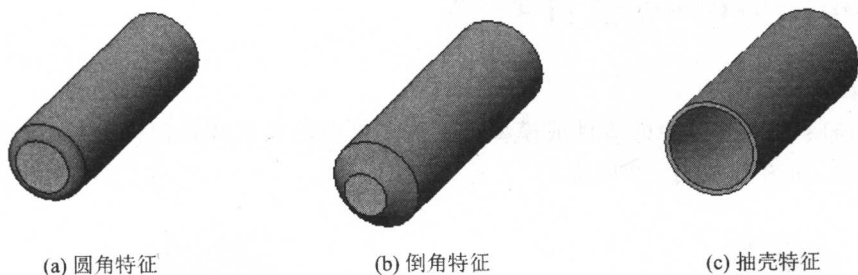


图 1-4 应用特征建模

① 驱动尺寸：圆柱的直径由草图轮廓线中圆的直径来控制，圆柱的高度由创建特征时的拉深深度决定，如图 1-5 所示。

② 几何关系：草图实体之间的平行、垂直、相切和同心等信息，在草图编辑状态下可动态显示或可被随时添加，如图 1-6 所示。

### (3) 全相关技术

在零件设计、装配体、工程图的任何模块中，对设计的修改都会自动反映到其他模块，无须再分别做修改；因而使整个设计过程变得非常灵活，大大提高了设计效率。

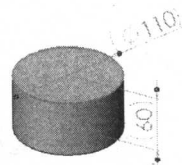
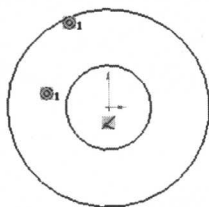
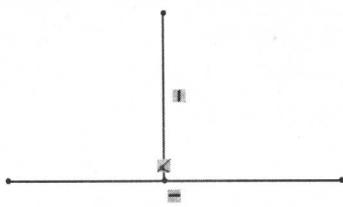


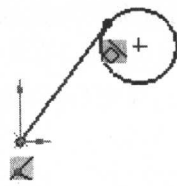
图 1-5 驱动尺寸



(a) 两圆同心



(b) 两直线垂直




(c) 直线与圆相切

图 1-6 几何关系

## 1.2 SolidWorks 软件的用户界面

进入 SolidWorks 软件中不同的设计模块(零件设计、装配体、工程图)时,用户界面会有差异。确切地说,用户界面的设置是以每个设计阶段的功能而定的,系统会在每个设计模块中给出默认的用户界面;同时,用户也可以根据每个模块的特殊需要来设置相应的工具栏,添加在用户界面上。下面以零件设计模块的用户界面为例,介绍用户界面和各工具栏的基本功能。

1) 启动 SolidWorks 系统: 双击 SolidWorks2005 图标。

2) 选择 SolidWorks 零件设计模块: 单击工具栏上的【新建文件】按钮, 显示【新建 SolidWorks 文件】对话框, 从该对话框中可以看到系统提供的零件、装配体和工程图 3 个模块, 选择其中的【零件】按钮后, 按【确定】按钮来完成新建零件设计操作。

3) 进入 SolidWorks 零件设计模块的用户界面。

用户界面中的主菜单栏包含了设计过程中的所有命令, 在其四周可放置常用的工具栏, 左侧放置动态管理器标签, 设计过程中可自动切换。右下角是状态栏, 动态显示目前的操作状态, 系统默认状态为【正在编辑: 零件】。用户界面的中心区域是零件设计区域。如图 1-8 所示是零件设计用户界面, 下面对各部分做详细说明。

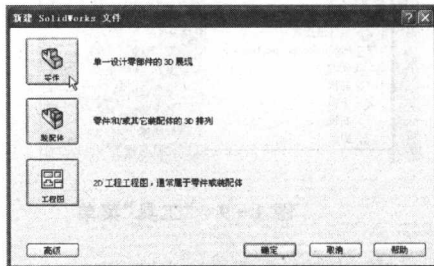


图 1-7 零件、装配体和工程图对话框

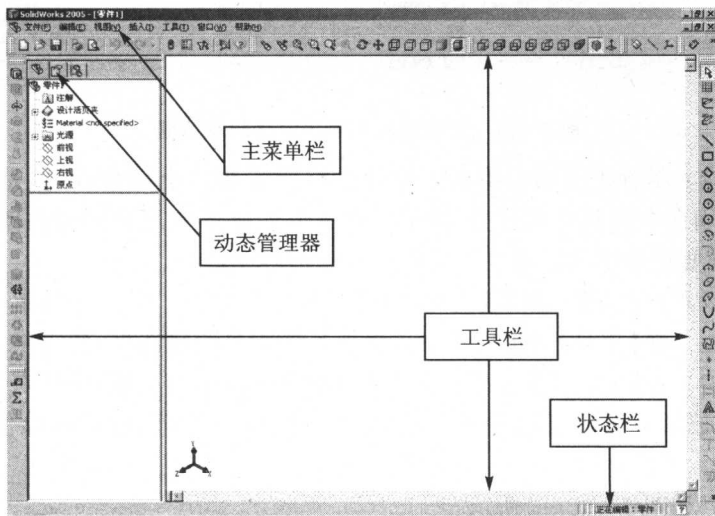


图 1-8 零件设计用户界面



① 主菜单栏：SolidWorks 的主菜单栏与 Windows 的类似，如图 1-9 所示。主菜单中的菜单项包括 SolidWorks 提供的所有命令。

级联菜单如图 1-10 所示。

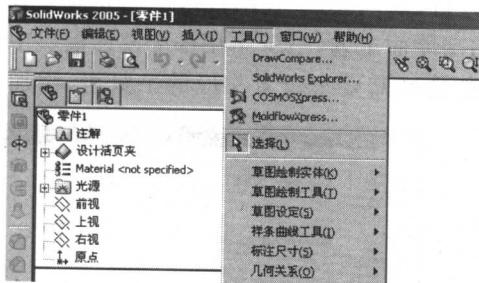


图 1-9 “工具”菜单

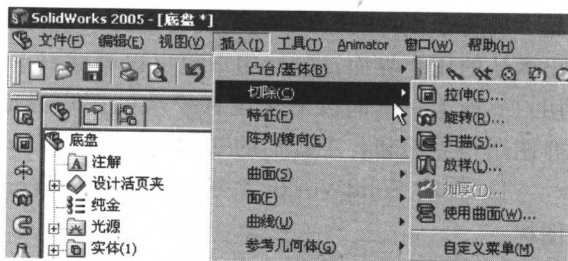


图 1-10 级联菜单

当一个子菜单项后面带有“...”时，说明这个选项将打开一个带有其他选项和信息的对话框，如图 1-11 所示。

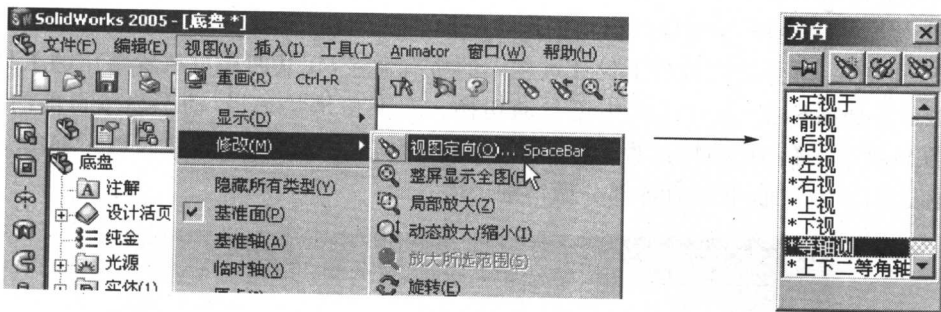


图 1-11 带有其他选项和信息的对话框

② 工具栏命令：尽管主菜单中给出了设计过程所需要的全部命令，但是，为了设计的方便快捷，系统把常用命令按其功能分类，以工具栏的形式放置在用户界面的四周，使用过程中用户也可以根据需要添加工具栏或在工具栏中的添加相应命令。

- 工具栏的设置：选择【工具】|【自定义】|【工具栏】，如图 1-12(a)所示。

打开工具栏 在【工具栏】选项卡中单击要显示工具的复选框，使空格变为 。

关闭工具栏 在【工具栏】选项卡中单击要隐藏工具的复选框，使对勾变为 。

- 工具栏的放置：系统将选中的工具栏放置在用户界面的四周，以便设计时的方便快捷。

- 常用工具栏如图 1-12(b)所示：

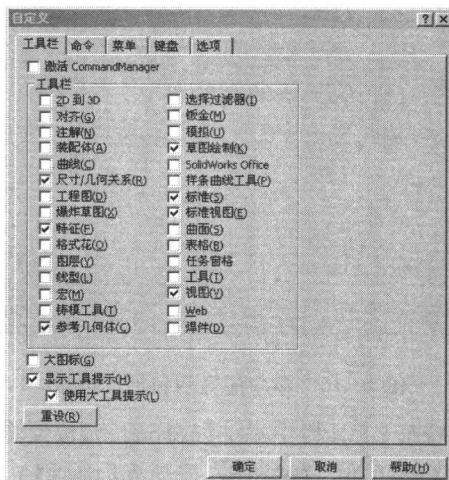
【标准】工具栏 包含新建文件、打开已有文件、保存文件以及打印文件等按钮。

【草图】绘制工具栏 包含草图绘制实体和草图绘制等工具按钮。

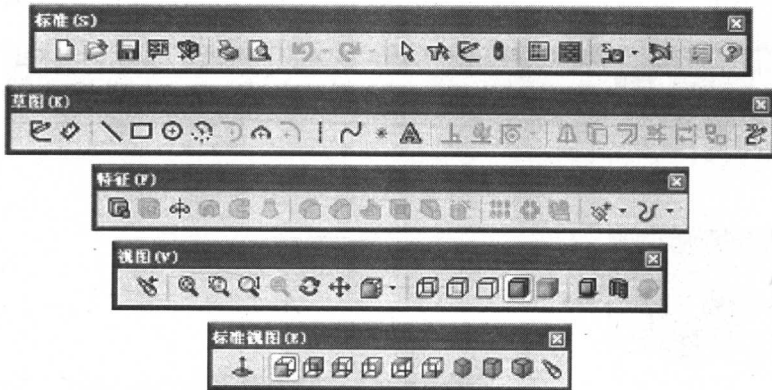
【特征】工具栏 包含拉深、旋转、扫描和放样等常用特征按钮。

【视图】工具栏 包含图形全屏显示、放大、缩小、旋转、平移以及模型的显示方式等按钮。

【标准视图】工具栏 包含正视/从前、后、左、右、上、下以及等轴测等观察模型的视角和方位的按钮。



(a) 自定义工具栏



(b) 常用工具栏

图 1-12 工具栏

● 自定义工具栏的命令。

选择【工具】|【自定义】|【命令】，可以在工具栏中添加新的命令按钮，如图 1-13 所示。命令包含工具栏类别和按钮，且每一个工具栏类别对应不同的按钮。

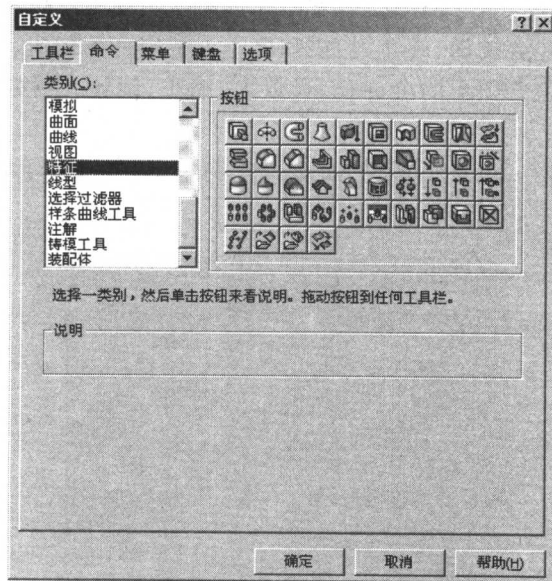




图 1-13 命令的类别和相应按钮

如在如图 1-14 所示原【特征】工具栏中添加【放样切割】按钮,其添加的方法:如图 1-15 所示,在【命令】选项卡中单击【放样切割】按钮,拖动到【特征】工具栏合适的位置,释放鼠标,单击【确定】按钮退出。如图 1-16 所示为添加【放样切割】按钮后的【特征】工具栏。

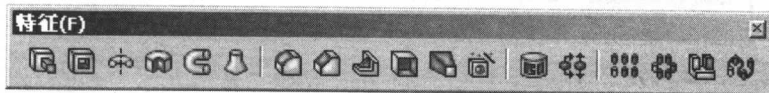


图 1-14 原特征工具栏

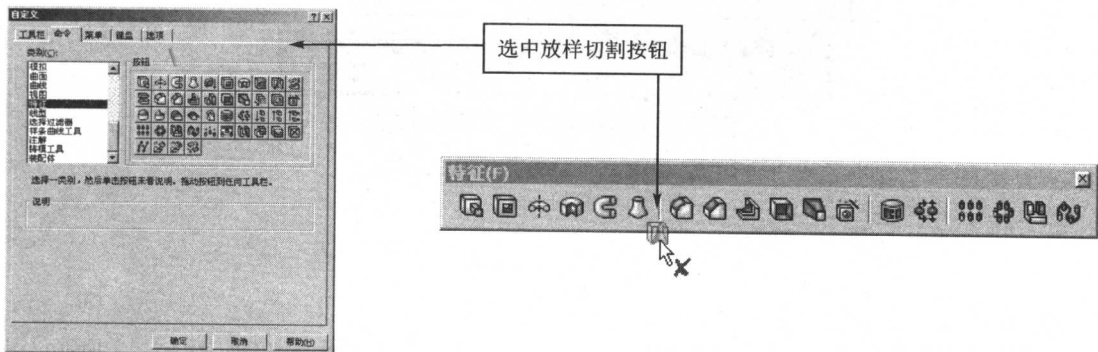


图 1-15 添加【放样切割】按钮的过程

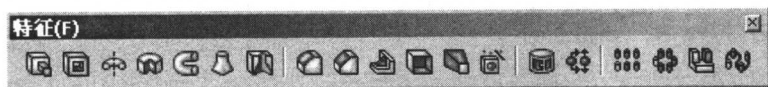




图 1-16 添加【放样切割】按钮后的特征工具栏

③ 动态管理器：FeatureManager 设计树(特征管理器设计树)  和 PropertyManager(属性管理器) , 位于用户界面的左侧, 与零件设计窗体并行排列, 在默认状态下显示 FeatureManager 设计树, 为零件设计的初始状态。在进行各种操作时, 则自动切换为 PropertyManager, 而 FeatureManager 设计树, 根据需要可以显示在设计区域中。

- FeatureManager 设计树：在零件设计过程中自动记录并显示零件的所有特征建立的初始时间、设计过程以及设计顺序。通过 FutureManager 设计树, 可随时对草图实体及特征进行编辑、修改和删除。FeatureManager 设计树和图形区域是动态链接的, 可以在任何窗口中选择特征、草图、工程视图和构造几何线。
- PropertyManager: SolidWorks 的命令是通过 PropertyManager 执行的, PropertyManager 显示草图实体、特征所有内部属性。

## 1.3 绘制草图

零件设计过程是特征建模的过程, 而绘制草图又是特征建模的基础。本节主要介绍绘制草图的基准面、草图绘制实体和草图绘制工具, 并通过对草图的尺寸标注和添加几何关系来完整表达一幅草图。

### 1.3.1 绘制草图的参考工作平面

绘制草图时的参考工作面有如下 3 种:

① 基准面: SolidWorks 系统给出了 3 个互相垂直的基准面来形成空间坐标系。3 个平面的交点是空间坐标系的原点, 且没有大小和厚度。在 FeatureManager 窗口中, 分别是前视、上视和右视基准面, 如图 1-17 所示。

② 模型的平面: 任何模型的平面都可以作为一个草图实体的参考工作平面。

③ 创建的基准面: 对于复杂零件的建模, 需要利用已有平面创建新的基准面作草图实体的参考工作平面。

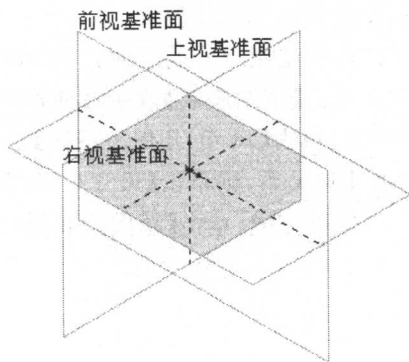


图 1-17 3 个互相垂直的基准面

## 1.3.2 草图的基本概念

草图包括封闭式草图和不封闭式草图两个概念。

① 封闭式草图：用于表示拉深特征、旋转特征等的截面形状。封闭式草图又可以分成单一封闭、嵌套式封闭等，如图 1-18 所示。

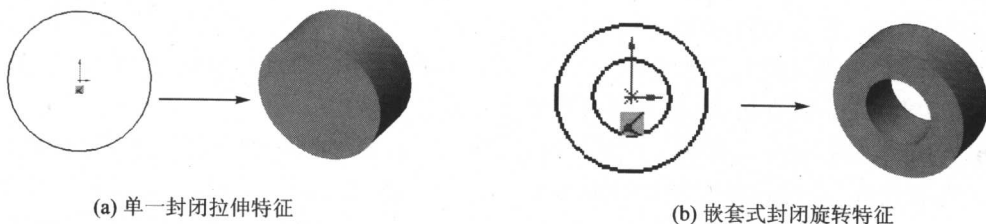


图 1-18 封闭式草图






② 不封闭式草图：用于建立薄壁特征、扫描特征的扫描路径或放样特征的中心参数等，如图 1-19 所示。



图 1-19 不封闭式草图



## 1.3.3 绘制草图的基本步骤


绘制草图的基本步骤如下：

- ① 进入零件设计模块。
- ② 选择绘制草图的平面：基准面或模型的平面。
- ③ 单击【草图绘制】按钮使草图处于编辑状态；单击【正视图】按钮可以使草图平面平行于屏幕；单击【尺寸/几何关系标】工具栏的【智能尺寸】按钮对草图进行尺寸标注；如果需要添加几何关系，则单击【尺寸/几何关系标】工具栏的【添加几何关系标】按钮。
- ④ 绘制完成，单击【草图绘制】按钮,退出草图绘制。

### 1.3.4 用草图绘制实体



#### (1) 绘制直线

① 在【草图绘制】工具栏中单击【直线】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【直线】，则指针形状变为.

② 在绘图区域单击直线的起点，将指针拖动到直线的终点，双击【直线】按钮, 则结束绘制直线。

③ 在【直线】状态可绘制切线和法线弧。在一直线端点处，指针第1次拖动仍是绘制直线，回到端点进行第2次拖动，会有如图1-20所示的效果。沿切线方向为切线弧，沿法线方向为法线弧。

#### (2) 绘制矩形

① 在【草图绘制】工具栏中单击【矩形】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【矩形】，指针形状变为.

② 在绘图区域单击矩形第1个对角线的起点，将指针拖动到矩形第2个对角线的终点再单击鼠标左键。

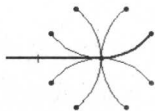




图1-20 绘制切线弧或法线弧

#### (3) 绘制平行四边形


① 在【草图绘制】工具栏中单击【平行四边形】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【平行四边形】，则指针形状变为.

② 在绘图区域单击平行四边形第1个角的起点，将指针拖动平行四边形的一边线为合适长度，再将指针拖动形成平行四边形直到其大小和形状合适后单击。

#### (4) 绘制多边形

① 在【草图绘制】工具栏中单击【多边形】按钮或选择【工具】|【草图绘制实体】|【多边形】，则指针形状变为.

② 单击图形区域的一点确定多边形中心，然后拖动指针绘制正多边形，根据需要可在PropertyManager中设定【参数】，如图1-21所示。其中各参数含义如下：

**边数**  设定多边形的边数，从3~40可选。

**内切圆** 在多边形内显示内切圆以定义多边形的大小。

**外接圆** 在多边形外显示外接圆以定义多边形的大小。

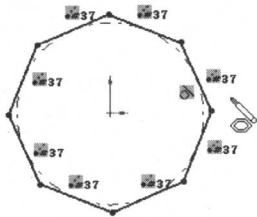






图1-21 多边形参数



X 坐标  显示多边形中心的 X 坐标。

Y 坐标  显示多边形中心的 Y 坐标。

圆直径  显示内切圆或外接圆的直径。



角度  显示旋转角度。

#### (5) 绘制圆

① 在【草图绘制】工具栏中单击【圆】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【圆】，则指针形状变为 。



② 单击图形区域的一点确定圆心，拖动指针并单击来设定半径。

#### (6) 绘制椭圆

① 在【草图绘制】工具栏中单击【椭圆】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【椭圆】，则指针形状变为 。



② 单击图形区域的一点确定椭圆的圆心，然后移动指针并单击以设定椭圆的长轴(或短轴)，再定义短轴(或长轴)；在圆弧 PropertyManager【参数】里可以定义椭圆尺寸。

#### (7) 圆心/起/终点画弧

① 在【草图绘制】工具栏中单击【圆心/起/终点画弧】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【圆心/起/终点画弧】，则指针形状变为 。



② 单击一点确定圆弧的圆心，移动指针到合适位置，单击鼠标左键来确定弧的起点，沿圆周方向移动到合适位置再单击来确定弧的终点或在圆弧 PropertyManager【参数】里定义圆弧。

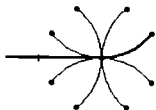
#### (8) 绘制三点圆弧

① 在【草图绘制】工具栏中单击【三点圆弧】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【三点圆弧】，则指针形状变为 。

② 单击一点确定圆弧的起点，再沿圆周方向移动确定圆弧的终点，然后用指针拉动圆弧的圆周来确定圆弧的半径和方向。

#### (9) 绘制切线弧

① 在【草图绘制】工具栏中单击【切线弧】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【切线弧】，则指针形状变为 。



② 在图形区域已有曲线的一端点上单击，指针移动可生成切线弧或法线弧。沿相切方向移动指针将生成切线弧；沿垂直方向移动将生成法线弧，如图 1-22 所示。

#### (10) 绘制点




① 在【草图绘制】工具栏中单击【点】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【点】，则指针形状变为 。

图 1-22 绘制切线弧或法线弧

② 在图形区域中需添加点处单击,若【点】按钮保持激活,可继续插入点。

#### (11) 绘制文字

① 在【草图绘制】工具栏中单击【文字】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【文字】。

② 在图形区域中选择一边线、曲线、草图线段,则所选对象会在【草图文字】的 Property-Manager 文本框中出现,在【文字】文本框中键入要显示的文字,键入时文字将同时显示在所选项边线(1)上,如图 1-23 所示。完成后单击【确定】按钮 。

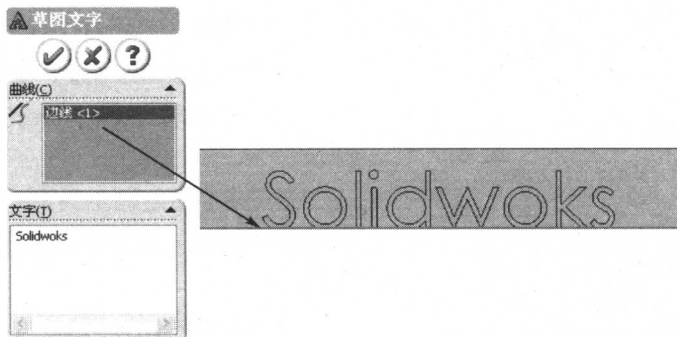





图 1-23 草图文字

③ 如果编辑草图文字,右击文字,将指针移动到草图文字上指针变成  时,右击则弹出快捷菜单,然后在其中选择【属性】,在草图文字 PropertyManager 中编辑文字及其属性。

#### (12) 绘制中心线

① 在【草图绘制】工具栏中单击【中心线】按钮  或选择【工具】|【草图绘制实体】|【中心线】,则指针形状变为 。

② 生成对称草图实体、旋转特征或成为构造几何线,应用举例可参见【镜像】命令的基本用法。


## 1.3.5 草图绘制工具

### (1) 镜像实体

在已经存在的草图实体上进行镜像,如图 1-24(a)所示。其操作步骤如下:

① 单击【草图绘制】工具栏上的【中心线】按钮 ,在草图实体的一边绘制一条中心线,如图 1-24(b)所示。

② 用矩形框选中要镜像的草图实体和中心线,此时它们呈绿色,如图 1-24(c)所示。

③ 单击【草图绘制】工具栏上的【镜像实体】按钮 ,则完成草图实体的镜像,如图 1-24(d)所示。

### (2) 动态镜像实体

在草图编辑状态下,动态镜像草图实体的步骤如下:



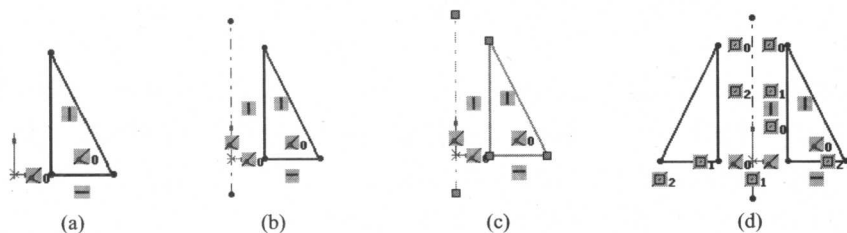


图 1-24 草图实体的镜像

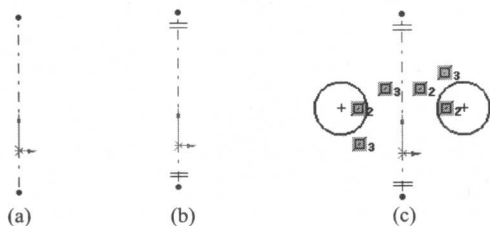





图 1-25 动态镜像

① 单击【草图绘制】工具栏上的【中心线】按钮 , 然后绘制一条中心线, 如图 1-25(a) 所示。

② 在【草图绘制工具】中单击【动态镜像】按钮 , 对称符号出现在中心线的两端如图 1-25(b) 所示。

③ 在对称线的一边画草图实体, 系统自动镜像到另一边, 如图 1-25(c) 所示。

### (3) 绘制圆角

① 单击【草图绘制】工具栏中【绘制圆角】按钮 。

② 在【绘制圆角】PropertyManager 中设定圆角参数, 即圆角半径, 如图 1-26(a) 所示。

③ 分别单击草图实体上两相交线, 或选择两直线的交点如图 1-26(b) 所示, 生成的圆角如图 1-26(c) 所示。

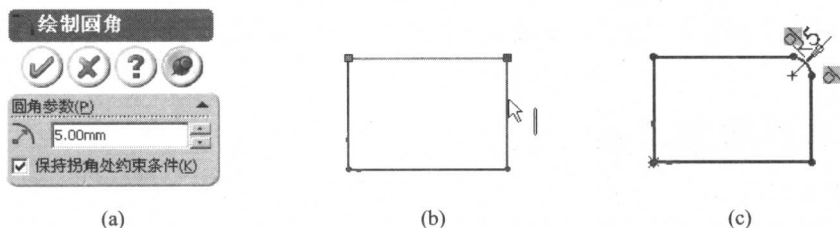


图 1-26 绘制圆角

### (4) 绘制倒角

① 单击【草图绘制】工具栏中【绘制倒角】按钮 。

② 在【绘制倒角】PropertyManager 中设定倒角参数, 分两种类型:

【角度距离】: D1 为倒角后倒角线段的水平距离;

A 为倒角线段与水平线的夹角, 如图 1-27(a) 所示。