

全国高职高专教育规划教材

教育部高职高专机械设计类专业教指委精品课程主讲教材

CAD/CAM系列

使用SolidWorks软件的 机械产品数字化设计项目教程

罗广思 潘安霞 编著

全国高职高专教育规划教材
教育部高职高专机械设计类专业教指委精品课程主讲教材
CAD/CAM 系列

使用 SolidWorks 软件的机械产品 数字化设计项目教程

Shiyong SolidWorks Ruanjian de Jixie Chanpin
Shuzihua Sheji Xiangmu Jiaocheng

罗广思 潘安霞 编 著
蒋新萍 审 阅



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是教育部高职高专机械设计类专业教指委精品课程主讲教材, 是基于 SolidWorks 2010 软件的计算机辅助设计教材。

本书以企业真实产品为载体, 以工作过程为导向, 结合学生的认知规律和学习规律, 构建了燃油箱吊座、手柄、音箱盖、滤清器管座、三通管、螺杆、支架、铣刀头座体、电风扇叶片、铣刀头装配体的数字化设计, 铣刀头座体的工程图生成, 铣刀头装配体的工程图生成以及齿轮装配及运动模拟共 13 个项目。本书附有助学光盘, 包含 13 个项目的实例, 以方便学生自主学习。光盘内另附有 3 份 CSWA (Certified SolidWorks Associate) 认证考试样题, 供参考。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院机械类专业的教学用书, 也适用于五年制高职、中职相关专业, 并可作为 CAD/CAM 职业技能考试参考书及培训用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

使用 SolidWorks 软件的机械产品数字化设计项目教程/罗广思, 潘安霞编著. —北京: 高等教育出版社, 2011. 8

ISBN 978 - 7 - 04 - 032923 - 0

I. ①使… II. ①罗…②潘… III. ①机械设计: 计算机辅助设计 - 应用软件, SolidWorks - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TH122
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 139686 号

策划编辑 徐进 责任编辑 徐进 封面设计 于涛 版式设计 王莹
责任校对 陈旭颖 责任印制 尤静

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400 - 810 - 0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京铭成印刷有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印 张	12.25	版 次	2011 年 8 月第 1 版
字 数	300 千字	印 次	2011 年 8 月第 1 次印刷
购书热线	010 - 58581118	定 价	27.80 元 (含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 32923 - 00

前 言

本书是教育部高职高专机械设计类专业教指委精品课程主讲教材。教材内容的选取以市场需求为导向，以机械产品数字化设计岗位能力为依据，参照相关职业标准，以项目为载体，以技能训练为主线，以机械产品设计相关知识做支撑，作为基于角色分析和 CDIO 教学模式改革的项目教程符合高职人才培养目标。

本书的编写思路是：首先创设项目。以工作过程为导向创设工作任务，以不同结构的零部件作为载体，由简单到复杂，由单一到综合，符合教学规律和认知规律；其次对工作任务进行分析，引出相关知识；再次进行任务实施，突出技能培养；最后学生自主练习，巩固提高。本书附有助学光盘，包含 13 个项目的实例，以方便学生自主学习。光盘内另附有 3 份 CSWA (Certified SolidWorks Associate) 认证考试样题，供参考。

本书由罗广思、潘安霞编著，蒋新萍审阅。项目四、五、六、七、八、十、十三由罗广思编写，项目一、二、三、九、十一、十二由潘安霞编写。本书的项目载体取自常州新瑞机械有限公司、常州柴油机厂、中国南车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司及中国南车戚墅堰机车车辆厂等知名企业。何煜琛博士、周威铎高级工程师、杨玉明高级技师为本书的编写提供了很多素材，在此一并表示感谢。

限于编者的水平，书中难免有错误与不当之处，恳请读者批评指正。

编著者

2011 年 7 月

目 录

项目一 燃油箱吊座的数字化设计·····	1
项目二 手柄的数字化设计·····	24
项目三 音箱盖的数字化设计·····	37
项目四 滤清器管座的数字化设计·····	54
项目五 三通管的数字化设计·····	64
项目六 螺杆的数字化设计·····	83
项目七 支架的数字化设计·····	91
项目八 铣刀头座体的数字化设计·····	107
项目九 电风扇叶片的数字化设计·····	123
项目十 铣刀头装配体的数字化设计·····	137
项目十一 铣刀头座体的工程图生成·····	157
项目十二 铣刀头装配体的工程图生成·····	178
项目十三 齿轮装配及运动模拟·····	184
参考文献·····	191

项目一 燃油箱吊座的数字化设计

技能目标

- 具有使用草图绘制工具进行参数化草图绘制的能力
- 形成设计意图，具有使用拉伸特征、圆角特征进行参数化设计的能力

知识目标

- 参数化草图绘制
- 尺寸标注和几何约束
- 拉伸特征、圆角特征



任务引入

轨道交通用内燃机车燃油箱吊座，如图 1-1 所示。本任务要求完成该零件的三维数字化设计。

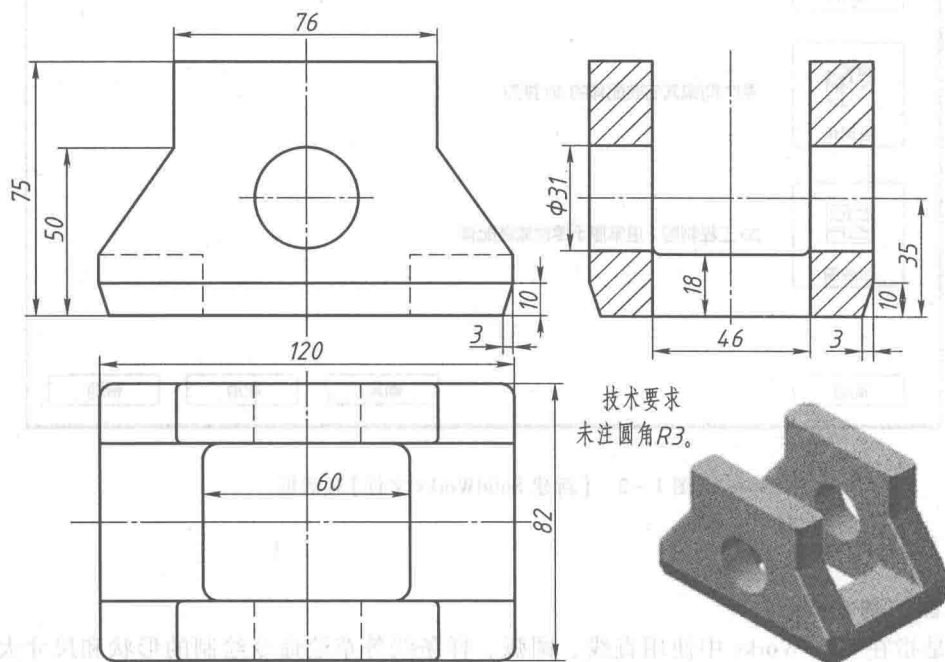



图 1-1 燃油箱吊座



任务分析

如图 1-1 所示,燃油箱吊座的外形是由长方形等规则的 SolidWorks 草图拉伸而成,其中间部分的凹槽及圆孔可用拉伸切除的方法生成。其后,分别对模型棱角进行圆角处理,使其光滑,从而完成燃油箱吊座的三维数字化设计。

相关知识

一、启动 SolidWorks

双击桌面 SolidWorks 图标  ,或者选择【开始】→【程序】→【SolidWorks 2010】→【SolidWorks 2010】命令,启动 SolidWorks 2010 软件。

单击【新建】按钮  ,出现【新建 SolidWorks 文件】对话框,如图 1-2 所示。单击【零件】图标,单击【确定】按钮  ,进入【零件】工作环境,如图 1-3 所示。

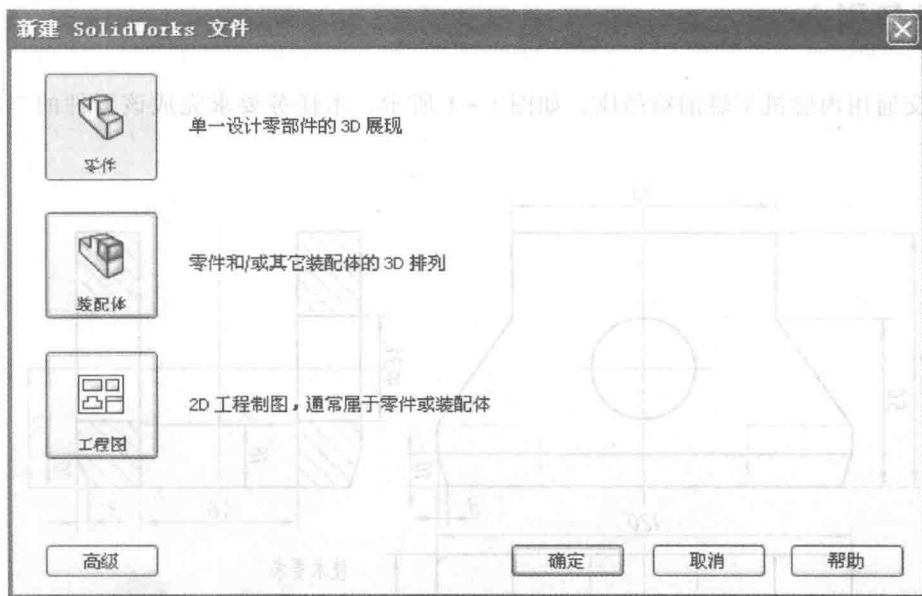


图 1-2 【新建 SolidWorks 文件】对话框

二、草图绘制

1. 草图的基本概念

草图是指在 SolidWorks 中使用直线、圆弧、样条线等草绘命令绘制的形状和尺寸大致确定的具有特定意义的几何图形。特征截面草绘广泛应用于特征创建,贯穿整个零件的建模过程,通常是零件造型的第一步。用户也可以重新编辑或重新定义已经生成的特征截面草图,从而更

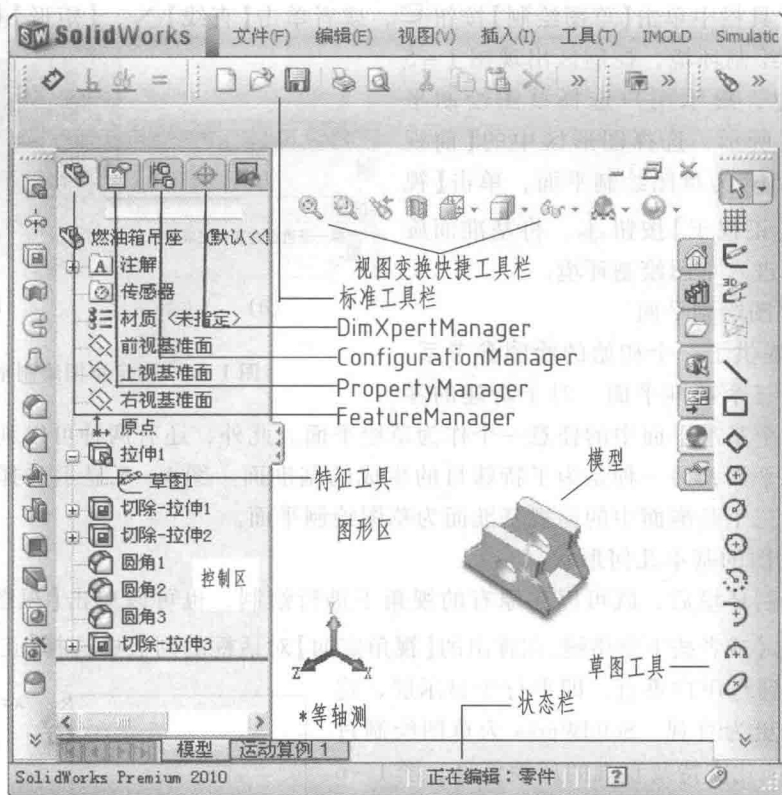


图 1-3 【零件】工作环境

新零件造型。除了孔、倒角和倒圆这些标准放置特征以及参数化抽壳不需要绘制草图外，其他造型特征都需要草图。

参数化是 SolidWorks 的核心技术之一。无论多么复杂的零件模型，都可以分解成有限数量的构成特征，而每一种构成特征都可以用有限的参数完全约束，这就是参数化的基本概念。特征截面的绘制在 SolidWorks 的零件建模中是非常重要的，SolidWorks 的参数化设计特性也往往是通过在特征截面的绘制过程中对参数加以指定而得以实现的。

2. 草图绘制过程

SolidWorks 中的草图绘制功能极其方便快捷。SolidWorks 提供了几何约束设定和参数化支持，从而可以通过几何关系和尺寸改变草图绘制的结果。为了发挥这种便利性，在 SolidWorks 中，只需要绘制出尺寸大致相当、几何形状基本一致的图形，然后标注合适的尺寸、增加几何约束关系即可完成图形的精确设定。绘制草图的基本步骤如下。

(1) 进入草图绘制环境

图 1-4 所示为 SolidWorks 中的【草图】工具栏，其中包括了与草图绘制相关的各种命令。

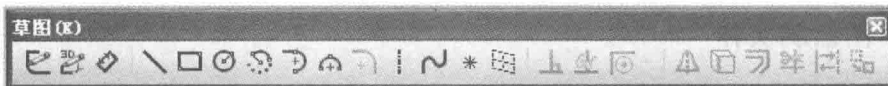






图 1-4 【草图】工具栏

在【草图】工具栏中单击【草图绘制】按钮，或者单击【直线】、【矩形】等图形绘制按钮，进入草图绘制环境，控制区出现图 1-5 所示的提示信息，提示用户选择草图绘制平面，如图 1-5a 所示，选择图形区中的【前视基准面】(图 1-5b)为草图绘制平面，单击【视图】工具栏中的【正视图】按钮，将基准面旋转至正对用户，进入草图绘制环境。

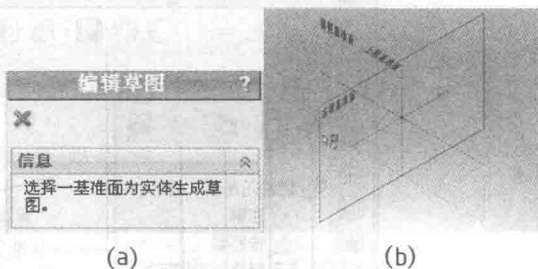





图 1-5 指定草图绘制平面

(2) 指定草图绘制平面

SolidWorks 提供了一个初始的绘图参考系，包括一个原点和三个基准平面。对于新建的零件，可以利用三个基准平面中的任意一个作为草绘平面。此外，还有两种可以利用的平面，一种是已有模型的平面，另一种是为了特殊目的生成的基准面。图 1-5 显示选择 SolidWorks 初始环境中提供的三个基准面中的前视基准面为草图绘制平面。

(3) 绘制草图的基本几何形状

进入草图绘制环境后，既可以在原有的视角下进行绘制，也可以单击【视图】工具栏中的【正视图】按钮（或者按下空格键，在弹出的【视角定向】对话框的列表中选择【正视图】），将草图绘制平面调整到与用户垂直，即平行于显示屏，这样对于用户来说更为直观。SolidWorks 为草图绘制过程提供了许多智能化支持及直观的反馈信息。图 1-6 所示是单击【矩形】按钮绘制一个矩形，可以看到鼠标指针变成形状，提示用户正在进行绘制矩形工作，并且在鼠标指针旁显示所绘制矩形的长度与宽度。

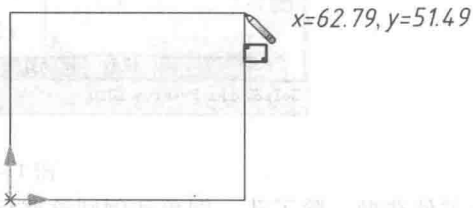




图 1-6 矩形绘制

(4) 编辑草图

绘制完草图的基本形状后，利用【草图】工具栏中的各种草图绘制工具进一步编辑基本的几何草图实体，生成倒角、倒圆等几何形状。SolidWorks 还提供了镜向和阵列工具，并支持草图实体的拷贝和移动。

(5) 设定草图实体的尺寸和添加几何关系

在基本的图形绘制完毕后，单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【智能尺寸】按钮，开始对各个草图实体进行尺寸标注。当鼠标指针回到图形区时，其指针形状变为形状，其中的数值是当前的尺寸。在该对话框中输入用户想设定的数值，草图实体就会按照新的尺寸进行相应的调整。


草图实体之间存在着平行、垂直、共线、同心等几何关系，追加和显示几何关系需要利用【尺寸/几何关系】工具栏中的相关命令。


三、草图绘制实体



1. 绘制直线

在所有的图形实体中，直线是最基本的图形实体。

其命令执行有两种方式：

- 单击【草图】工具栏中的【直线】按钮。
- 单击菜单栏【工具】→【草图绘制实体】→【直线】。


执行直线命令后，鼠标指针变为形状，提示用户正在进行绘制直线工作，单击鼠标左键确定直线的起点和终点草绘直线。使用此命令可以连续草绘一系列相连的线段。如果要终止直线绘制，可以按键盘上的 <Esc> 键。虽然一次绘制了一系列线段，但每一条线段都是相互分离的对象，就好像用独立的直线命令绘图一样。

使用直线命令画线时，注意此时系统给出的相应反馈。鼠标指针带有形状，说明绘制的是水平线，系统会自动添加“水平”几何关系；鼠标指针带有形状，说明绘制的是竖直线，系统会自动添加“竖直”几何关系。右上角不断变化的数值，提示绘制直线的长度。

2. 绘制中心线

中心线不是图形实体的组成部分，但却是图形绘制过程中不可缺少的辅助线。

其命令执行有两种方式：

- 单击【草图】工具栏中的【中心线】按钮。
- 单击菜单栏【工具】→【草图绘制实体】→【中心线】。

执行命令后，便可同绘制直线一样绘制中心线。

3. 推理线

推理线在绘制草图时出现，显示指针和现有草图实体(或模型几何体)之间的几何关系。推理线可以包括现有的线矢量、平行、垂直、相切和同心。这些推理线会捕捉到确切的几何关系，而其他的推理线则只是简单地作为草图绘制过程中的指引线或参考线使用。SolidWorks 采用不同的颜色来区分推理线的这两种状态，如图 1-7 所示。推理线 A 采用黄色，如果此时所绘线段捕捉到这两条推理线，则系统自动添加“垂直”几何关系；推理线 B 采用蓝色，它仅仅提供了一个与另一个端点的参考，如果所绘线段终止于这个端点，就不会添加“垂直”几何关系。

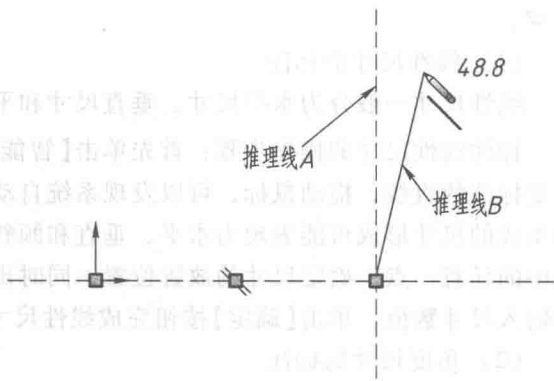



图 1-7 推理线

四、草图工具——镜向

其命令执行有两种方式：

- 单击【草图】工具栏中的【镜向实体】按钮。
- 单击菜单栏【工具】→【草图绘制工具】→【镜向】。

镜向如图 1-8a 所示的圆，单击【草图】工具栏中的【镜向】按钮，出现【镜向】属性管理器，激活【要镜向的实体】列表框，在 FeatureManager 设计树中选择“圆弧 1”；激活【镜向点】



列表框，在 FeatureManager 设计树中选择“直线 1”，如图 1-8b 所示，单击【确定】按钮 ，完成镜向，如图 1-8c 所示。



图 1-8 镜向实例


五、尺寸标注和添加几何关系

1. 尺寸标注


草图具有大致形状后，需进行尺寸标注，单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【智能尺寸】按钮 。

(1) 线性尺寸的标注


线性尺寸一般分为水平尺寸、垂直尺寸和平行尺寸三种。

标注线性尺寸的操作步骤：首先单击【智能尺寸】按钮 ，然后单击直线上任意一点以选取要标注的直线，拖动鼠标，可以发现系统自动生成一个长度尺寸，并且因光标位置不同，自动生成的尺寸形成可能表现为水平、垂直和倾斜三种形式之一，尺寸形式满足要求后，单击屏幕中的任意一点，确定尺寸的放置位置，同时出现【修改】尺寸对话框，在【修改】尺寸对话框中输入尺寸数值，单击【确定】按钮完成线性尺寸的标注。

(2) 角度尺寸的标注

标注角度尺寸的操作步骤：首先单击【智能尺寸】按钮 ，然后分别单击选取需标注角度尺寸的两条边，自动生成一个角度尺寸，单击鼠标左键确定尺寸的位置，同时出现【修改】尺寸对话框，在【修改】尺寸对话框中输入尺寸数值，单击【确定】按钮完成角度尺寸的标注。

(3) 圆弧尺寸的标注

标注圆弧尺寸的操作步骤：首先单击【智能尺寸】按钮 ，然后单击圆弧上的任意一点，根据圆弧的大小自动生成一个圆弧尺寸，单击鼠标左键确定尺寸的位置，同时出现【修改】尺寸对话框，在【修改】尺寸对话框中输入尺寸数值，单击【确定】按钮完成圆弧尺寸的标注。


2. 添加几何关系

(1) 自动添加几何关系

沿着黄色的推理线绘制草图，系统将自动添加几何关系。

(2) 添加几何关系

其命令执行有两种方式：

- 单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【添加几何关系】按钮 。
- 单击菜单栏【工具】→【几何关系】→【添加...】。

命令执行后，出现如图 1-9 所示的【添加几何关系】属性管理器。激活【所选实体】列表框，在图形区选取实体，出现如图 1-10 所示的【添加几何关系】属性管理器。表 1-1 列举了常用的几何约束关系。

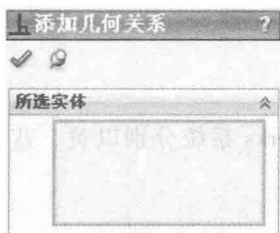


图 1-9 【添加几何关系】属性管理器

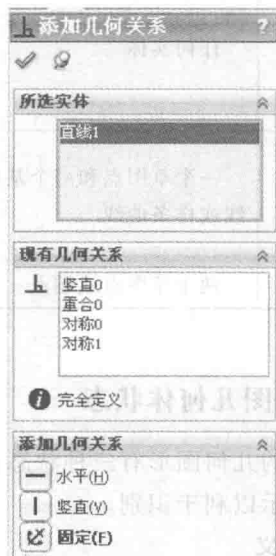


图 1-10 选择实体后【添加几何关系】属性管理器

表 1-1 常用的几何约束关系

几何约束关系	要选择的实体	所产生的几何关系
水平或竖直	一条或多条直线，或两个或多个点	直线会变成水平或竖直(由当前草图的空间定义)，而点会水平或竖直对齐
共线	两条或多条直线	项目位于同一条无限长的直线上
全等	两个或多个圆弧	项目会共用相同的圆心和半径
垂直	两条直线	两条直线相互垂直
平行	两条或多条直线	项目相互平行
相切	一圆弧、椭圆或样条曲线，以及一直线或圆弧	两个项目保持相切
同心	两个或多个圆弧，或一个点和一个圆弧	圆弧共用同一圆心
中点	两条直线或一个点和一直线	点保持位于线段的中点

续表

几何约束关系	要选择的实体	所产生的几何关系
交叉点	两条直线和一个点	点保持于直线的交叉点处
重合	一个点和一直线、圆弧或椭圆	点位于直线、圆弧或椭圆上
相等	两条或多条直线, 或两个或多个圆弧	直线长度或圆弧半径保持相等
对称	一条中心线和两个点、直线、圆弧或椭圆	项目保持与中心线相等距离, 并位于一条与中心线垂直的直线上
固定	任何实体	实体的大小和位置被固定, 然而固定直线的端点可以自由地沿其下无限长的直线移动, 并且圆弧或椭圆段的端点可以随意沿着下面的全圆或椭圆移动
穿透	一个草图点和一个基准轴、边线、直线或样条曲线	草图点与基准轴、边线或曲线在草图基准面上穿透的位置重合。穿透几何关系用于使用引导线扫描中
合并点	两个草图点或端点	两个点合并成一个点

六、草图几何体状态

草图中的几何图形有三种状态。在默认状态下, SolidWorks 系统分别以黄、蓝、黑三种不同的颜色显示以利于识别。

1. 过定义

在【显示/删除几何关系】属性管理器中几何关系下的图形区域中以黄色出现, 表示冗余尺寸或没必要的几何关系, 如图 1-11 所示的尺寸 42。

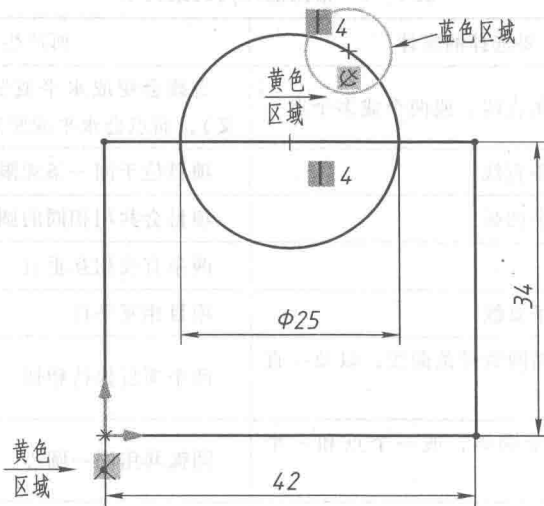


图 1-11 草图几何体状态

2. 欠定义

在【显示/删除几何关系】属性管理器中几何关系下的图形区域中以蓝色出现，表示需要尺寸或与另一草图实体存在几何关系的草图实体，如图 1-11 所示。


3. 完全定义

在【显示/删除几何关系】属性管理器中几何关系下的图形区域中以黑色出现，表示所有所需尺寸及与草图实体的几何关系都存在，无可引起草图过定义的冗余或无必要的要素，如图 1-11 所示的 $\phi 25$ mm 的圆和矩形。

七、拉伸特征

拉伸特征是指由草图截面经过拉伸而成的特征，它适合构建等截面的实体特征。

其命令执行有两种方式：

- 单击【特征】工具栏中的【拉伸凸台/基体】按钮 。
- 单击菜单栏【插入】→【凸台/基体】→【拉伸】。

1. 拉伸特征的草图截面

草绘截面可以由一个或多个封闭环组成，封闭环之间不能自交，但封闭环之间可以嵌套，如果存在嵌套的封闭环，在生成增加材料的拉伸特征时，系统自动认为里面的封闭环类似于孔特征，如图 1-12 所示。

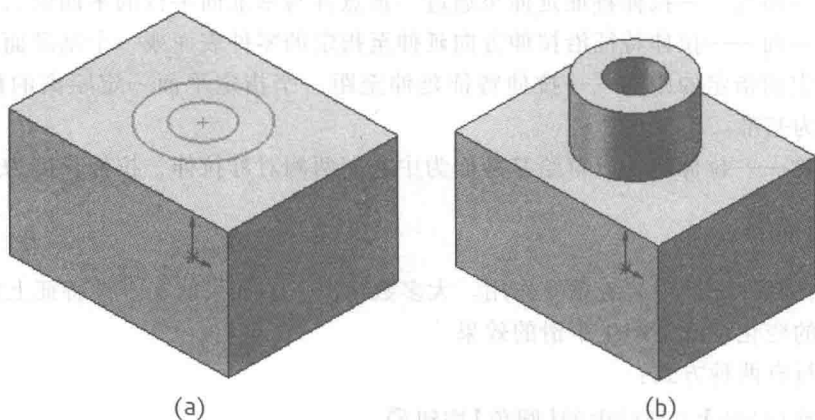


图 1-12 嵌套封闭环内侧封闭环生成孔

2. 拉伸特征的开始条件

创建拉伸特征时，有四种方式设定拉伸特征的开始条件，如图 1-13 所示。

- 草图基准面——从草图所在的基准面开始拉伸，如图 1-14a 所示。
- 曲面/面/基准面——从指定的曲面、面或基准面开始拉伸，如图 1-14b 所示。
- 顶点——从指定的顶点开始拉伸，如图 1-14c 所示。



图 1-13 拉伸特征的开始条件

➤ 等距——从与当前草图基准面等距的基准面开始拉伸，如图 1-14d 所示。

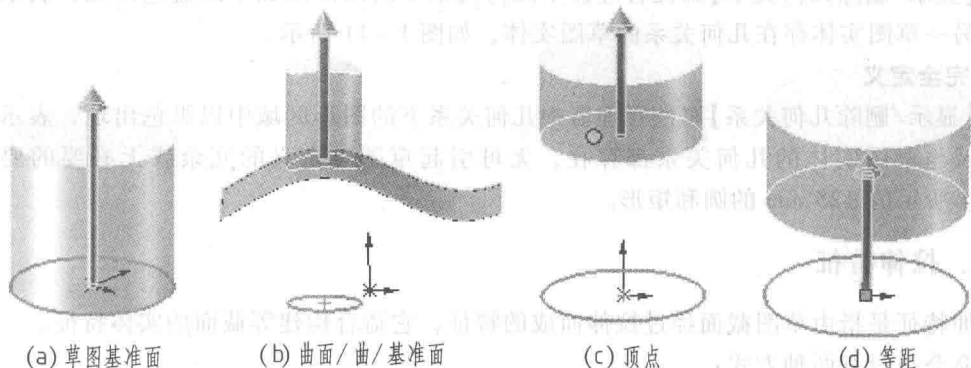


图 1-14 拉伸特征的开始条件范例

3. 拉伸特征的终止条件

在创建拉伸特征时，有多种方式设定拉伸特征的终止条件，如图 1-15 所示。


下面对常用的拉伸特征终止条件方式进行说明。

- 给定深度——直接指定拉伸特征的拉伸长度，这是最常用的拉伸长度定义选项。
- 完全贯穿——拉伸特征沿拉伸方向完全贯穿所有现有的实体。
- 成形到一顶点——拉伸特征延伸至通过一顶点并与基准面平行的平面处。
- 成形到一面——拉伸特征沿拉伸方向延伸至指定的零件表面或一个基准面。
- 到离指定面指定的距离——拉伸特征延伸至距一个指定平面一定距离的位置，指定距离以指定平面为基准。
- 两侧对称——拉伸特征以草绘基准面为中心向两侧对称拉伸，拉伸长度为总长度。

八、圆角特征

圆角特征在零件设计中起着重要作用。大多数情况下，如果能在零件特征上加上圆角，则有助于造型上的变化，或是产生平滑的效果。

其命令执行有两种方式：

- 单击选取【特征】工具栏中的【圆角】按钮 。
- 单击菜单栏【插入】→【特征】→【圆角】。

SolidWorks 将圆角特征分成四类，如图 1-16 所示。

下面对四种圆角类型进行说明：

- 等半径——生成的圆角半径是常数，这是最常用的圆角生成方法，如图 1-17 所示。
- 变半径——生成带可变半径的圆角，可以在圆角边线上指定变半径的点，如图 1-18 所示。
- 面圆角——选取相邻零件表面生成圆角特征，如图 1-19 所示。
- 完整圆角——生成相切于三个相邻面组（一个或多个面相切）的圆角。



图 1-15 拉伸特征的终止条件

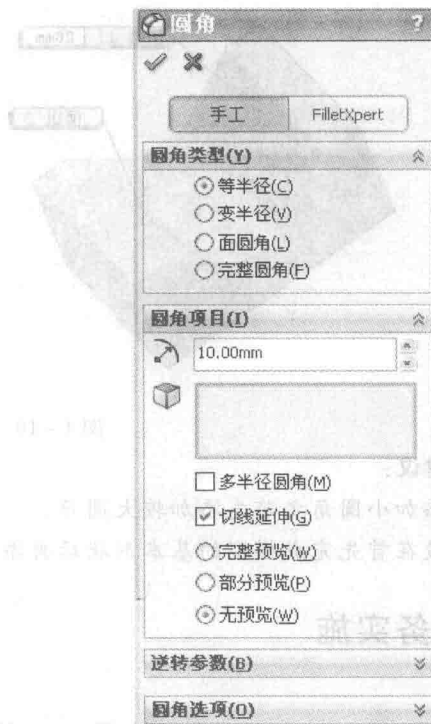


图 1-16 【圆角】属性管理器

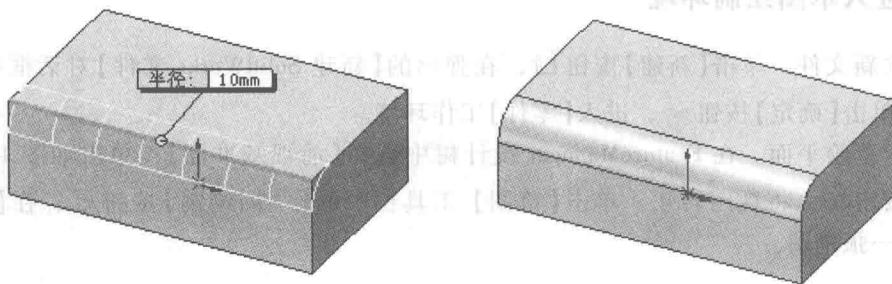


图 1-17 等半径圆角实例

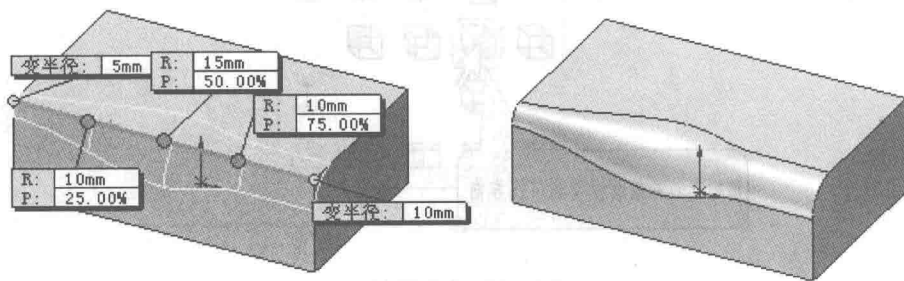


图 1-18 变半径圆角实例

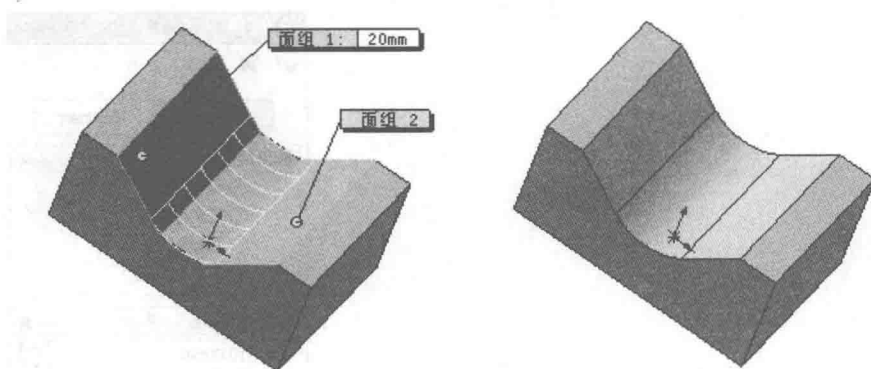


图 1-19 面圆角实例



操作建议:



- 在添加小圆角之前先添加较大圆角。
- 一般在首先完成模型的基本形状后再添加装饰用的圆角。

任务实施

步骤一 基本体的生成

一、进入草图绘制环境

1. 建立新文件。单击【新建】按钮 ，在弹出的【新建 SolidWorks 文件】对话框中单击【零件】图标，单击【确定】按钮 ，进入【零件】工作环境。

2. 确定草绘平面。在 FeatureManager 设计树中选择【前视基准面】，单击如图 1-20 所示的【前视】按钮 ，将视图转正，单击【草图】工具栏中的【草图绘制】按钮 ，在【前视基准面】上打开一张草图。

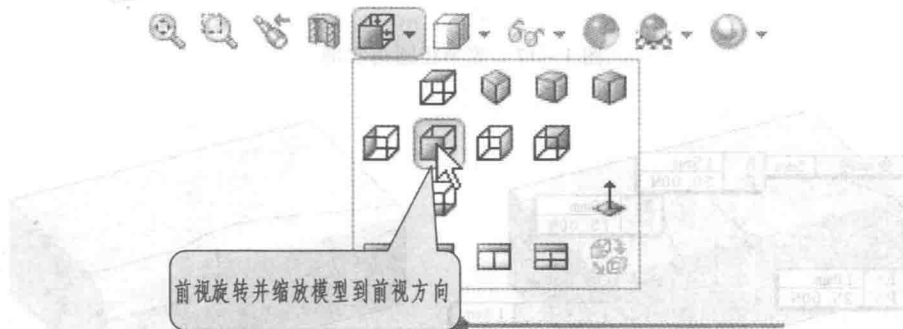


图 1-20 【前视】按钮