



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校数控技术 / 模具设计与制造专业

CAD/CAM技术 ——Solidworks应用实训

GN

Shukong Jishu / Muju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

高等职业院校数控技术 / 模具设计与制造专业



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

CAD/CAM技术 ——Solidworks应用实训

潘安霞 主编 王志平 主审

Shukong Jishu / Muju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

高职

Gaodengzhixue Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术——SolidWorks 应用实训/潘安霞主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2008

高等职业院校数控技术/模具设计与制造专业

ISBN 978-7-5045-6914-1

I. C… II. 潘… III. 机械制图:计算机制图-图形软件, SolidWorks-高职高专:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 042907 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京鑫正大印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 284 千字

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

定价: 32.00 元(附赠光盘)

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业院校教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共有 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2008 年 4 月

简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学实际，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写，主要内容包括：参数化草图绘制、拉伸特征、旋转特征、扫描特征、放样特征、特征操作、镜像特征、曲面设计、装配体、工程图、模具设计等。

本书为高等职业技术学院数控技术/模具设计与制造专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的数控技术/模具设计与制造专业教材，或作为自学用书。

本书由潘安霞主编，罗广思、朱昱副主编，朱凌云、张燊参加编写，王志平主审。

目 录

《国家级职业教育规划教材》

CONTENTS

第一篇 零 件 篇

模块一 参数化草图绘制	1
实训任务 1 手柄的草图绘制	1
实训任务 2 扳手的草图绘制	15
模块二 拉伸特征	26
实训任务 1 盒盖的三维建模	26
实训任务 2 烟灰缸的三维建模	39
模块三 旋转特征	53
实训任务 轴的三维建模	53
模块四 扫描特征	61
实训任务 1 杯子的三维建模	61
实训任务 2 螺杆的三维造型	72
模块五 放样特征	78
实训任务 花瓶的三维建模	78
模块六 特征操作	88
实训任务 三通管的三维建模	88

模块七 镜像特征	109
实训任务 支架的三维建模	109
模块八 曲面设计	123
实训任务 电风扇叶片的三维建模	123

第二篇 装配体和工程图篇

模块九 装配体	137
实训任务 1 连架部件装配体装配方法	137
实训任务 2 装配体爆炸视图	146
模块十 工程图	149
实训任务 1 箱体的工程图	149
实训任务 2 减速箱装配体的工程图	168

第三篇 模具设计篇

模块十一 模具设计	174
实训任务 1 手机外壳模具设计	174
实训任务 2 圆形烟灰缸模具设计	185

本章主要介绍 SolidWorks 的基本操作，包括启动、界面、文件操作、草图绘制、特征树操作、装配体操作、工程图操作等。本章是学习 SolidWorks 的基础，也是后续章节学习的前提。

第一篇 零件篇

模块一

参数化草图绘制

实训任务 1 手柄的草图绘制

技能点

- ◇ 草图绘制的基本操作方法

知识点

- ◇ 草绘平面的选择
- ◇ 草图绘制实体
- ◇ 草图绘制工具
- ◇ 尺寸标注和修改以及几何约束



任务引入

SolidWorks 是基于实体特征的建模系统，但特征需要通过二维草图产生。草图是建立

实体特征的基础,因此,在学习三维特征建模之前,首先应该学习草图的绘制。该任务要求完成如图 1—1 所示手柄的平面二维草图绘制。

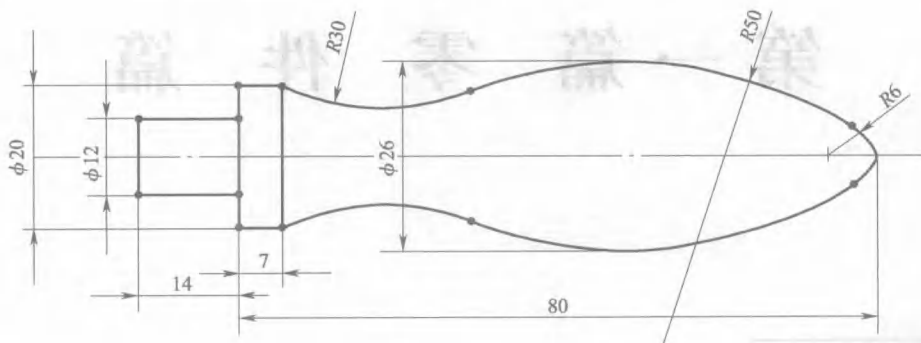


图 1—1 手柄的草图

任务分析

由图 1—1 可以看出,手柄的草图是由直线和圆弧组成,手柄的上下结构是对称的,所以我们只需绘出手柄的上半部分或者下半部分的大致形状,然后标注尺寸以及在这些线段之间添加几何约束,最后使用镜像命令完成整个草图绘制。为了完成该任务,应掌握以下相关知识。

相关知识

一、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草绘外,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。

二、草图绘制过程

SolidWorks 中的草图绘制极其方便快捷。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

如图 1—2 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。

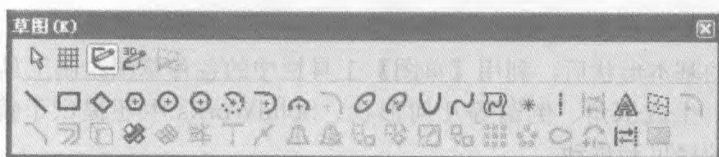


图 1—2 【草图】工具栏

在【草图】工具栏中单击【草图绘制】按钮, 或者单击【直线】、【矩形】等图元绘制按钮, 进入草图绘制环境, 控制区出现如图 1—3a 所示的提示信息, 提示用户选择草图绘制平面。如图 1—3b 所示, 选择前视基准面为草图绘制平面, 该面旋转正对用户, 进入草图绘制环境 (见图 1—3c)。

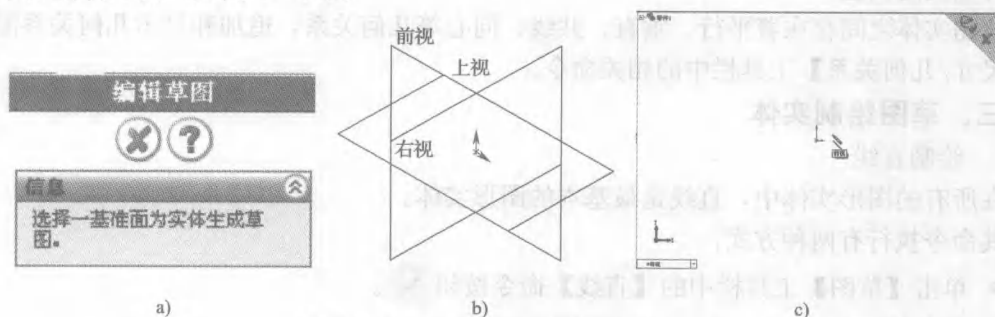


图 1—3 进入草图绘制平面

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 3 个坐标平面。对于新建的零件, 可以利用 3 个基准平面中的任意一个作为草绘的平面。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。如图 1—3 所示为选择 SolidWorks 初始环境中提供的 3 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, 既可以在原有的视角下进行绘制, 也可以单击【标准视图】工具栏中的按钮 (或者按下空格键, 在弹出的【视角定向】对话框的列表中选择【正视于】), 将草图绘制平面调整到与用户垂直, 即平行于显示屏, 这样对用户更为直观。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。如图 1—4 所示是单击按钮绘制一个矩形, 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绘制矩形的长度与宽度。

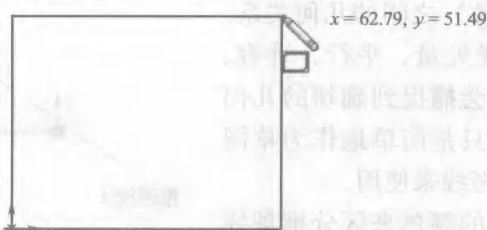


图 1—4 矩形绘制

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 中还提供了镜像和阵列工具,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,选择【尺寸/几何关系】工具栏中的【智能尺寸】命令按钮,开始对各个草图实体进行尺寸标注。当鼠标指针回到工作区时,其指针形状变为,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】命令按钮.
- 在菜单栏点击【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草绘一样。

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】命令按钮.
- 在菜单栏点击【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来使用。

SolidWorks 采用不同的颜色来区分推理线的这两种状态,如图 1—5 所示。推理线 A 采用

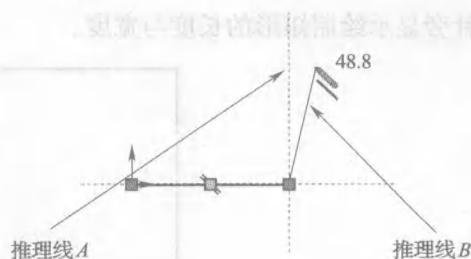


图 1—5 推理线

了黄色,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”的几何关系。

4. 绘制圆弧

SolidWorks 提供了三种绘制圆弧的方法:圆心/起/终点弧、切线弧和三点圆弧。执行圆弧命令后鼠标指针变为形状,提示用户正在进行绘制圆弧工作。

(1) 圆心/起/终点弧

命令执行有两种方式:

- 单击【草图】工具栏中的【圆心/起/终点弧】命令按钮.
 - 在菜单栏点击【工具】→【草图绘制实体】→【圆心/起/终点弧】。
- 先定义圆心,再定义圆弧上的端点。

(2) 切线弧

命令执行有两种方式:

- 选取【草图】工具栏中的【切线弧】命令按钮.
- 在菜单栏点击【工具】→【草图绘制实体】→【切线弧】。

单击已有实体的一个端点,拖动光标,可以发现系统生成一个动态相切圆弧,光标是圆弧的终点,拖动光标至合适位置,单击鼠标左键,系统自动生成一段与实体相切的圆弧。

(3) 三点弧

命令执行有两种方式:

- 单击【草图】工具栏中的【三点弧】命令按钮.
- 在菜单栏点击【工具】→【草图绘制实体】→【三点弧】。

先选取两点作为圆弧的两个端点,拖动鼠标,可以发现系统生成一个动态圆弧,拖动光标至合适位置,单击动态圆弧上的任意一点,系统自动生成一个圆弧,可见第三点决定草绘圆弧的半径。

四、草图绘制工具

镜像命令执行有两种方式:

- 单击【草图】工具栏中的【镜像】命令按钮.
- 在菜单栏点击【工具】→【草图绘制工具】→【镜像】。

镜像如图1—6a所示的圆,单击【草图】工具栏的【镜像】命令按钮,出现【镜像属性】对话框,在【镜像属性】对话框中选择要镜像的草图实体圆,选择直线为镜像点,如图1—6b所示,单击按钮,完成镜像,如图1—6c所示。

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】工具栏上的【智能尺寸】命令按钮.

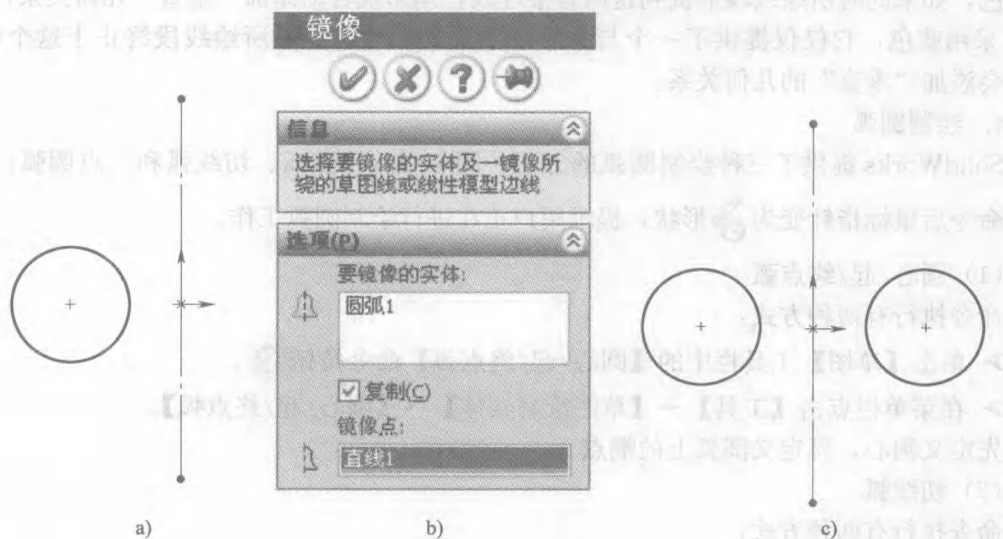


图 1—6 镜像实例

a) 需镜像的圆 b) 参数设置 c) 镜像后的草图

(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】命令按钮 ，然后单击直线上任意一点选取要标注的直线，拖动光标，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，自动生成的尺寸可以表现为水平、垂直和倾斜三种形式，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】对话框，在【修改】对话框中输入线性尺寸数值，单击【确定】完成线性尺寸的标注。

(2) 角度尺寸的标注

角度尺寸标注的操作步骤：首先单击【智能尺寸】命令按钮 ，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，单击鼠标确定尺寸的位置，同时出现【修改】对话框，在【修改】对话框中输入角度尺寸数值，单击【确定】完成角度尺寸的标注。

(3) 圆弧尺寸的标注

圆弧尺寸标注的操作步骤：首先单击【智能尺寸】命令按钮 ，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，单击鼠标确定尺寸的位置，同时出现【修改】对话框，在【修改】对话框中输入圆弧的尺寸数值，单击【确定】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，系统自动添加几何关系。

(2) 添加几何关系

命令执行有两种方式：

➤ 单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【几何关系】按钮。

➤ 在菜单栏点击【工具】→【几何关系】→【添加...】。

命令执行后，出现如图 1—7 所示的【添加几何关系】对话框。当选择实体后，出现如图 1—8 所示的对话框。表 1—1 是选择的实体所能产生的各种几何关系。



图 1—7 【添加几何关系】对话框

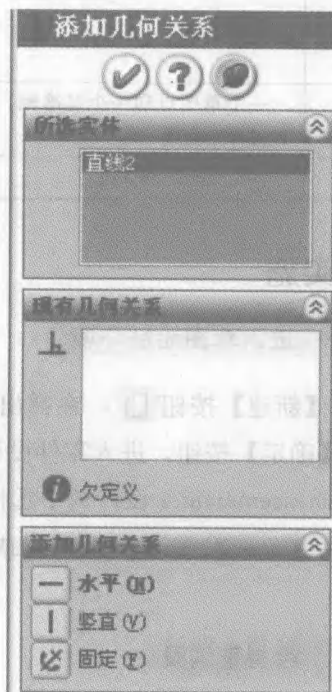


图 1—8 选择实体后【添加几何关系】对话框

表 1—1 选择的实体以及所产生的几何关系

几何关系	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，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	各条直线位于同一条无限长的直线上
全等	两个或多个圆弧	各圆弧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	各条直线相互平行
相切	一圆弧、椭圆或样条曲线，以及一直线或圆弧	两个要素保持相切
同心	两个或多个圆弧，或一个点和一个圆弧	各圆弧共用同一圆心
中点	两条直线或一个点和一直线	点保持位于线段的中点
交叉点	两条直线和一个点	点保持位于直线的交叉点处
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

续表

几何关系	要选择的实体	所产生的几何关系
相等	两条或多条直线，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	要素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，固定线段的端点可以自由地沿其所在无限长的直线移动，圆弧或椭圆段的端点可以随意沿着所在的全圆或椭圆移动
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

任务实施

步骤一 进入草图绘制环境

1. 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，进入零件设计工作环境。
2. 在 Featuremanager 设计树中选择【前视】基准面，单击【正视于】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。

步骤二 绘制直线段

1. 单击【草图】工具栏中的【中心线】命令按钮，过原点绘制水平的中心线。
2. 单击【草图】工具栏中的【直线】命令按钮，过原点绘制直线，如图 1—9a 所示。标注尺寸，单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【智能尺寸】按钮，先分别选取水平的两条直线，标注尺寸分别为 14 mm 和 7 mm；再选取中心线，将尺寸的位置确定在中心线的另一侧，即可完成线性直径尺寸 $\phi 20$ mm 和 $\phi 12$ mm 的标注，如图 1—9b 所示。

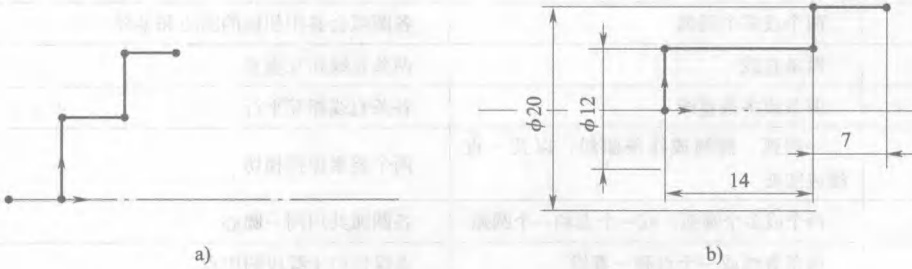


图 1—9 手柄直线段的绘制

a) 绘制直线段 b) 直线段的尺寸标注

步骤三 绘制圆弧段

1. 单击【草图】工具栏中的【三点弧】命令按钮，绘制如图 1—10 所示的圆弧。

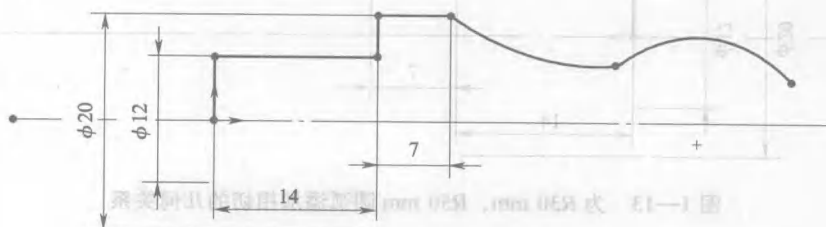


图 1—10 绘制 R30 mm、R50 mm 的圆弧

2. 为两圆弧添加几何关系，单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【添加几何关系】按钮，出现【添加几何关系】对话框，如图 1—11 所示。选取两条圆弧，【添加几何关系】对话框中出现【现有几何关系】和【添加几何关系】选项，如图 1—12 所示。选取【相切】，单击按钮，为两圆弧添加了相切的几何关系，如图 1—13 所示。

3. 标注尺寸。单击【尺寸/几何关系】工具栏中的【智能尺寸】按钮，分别为两圆弧标注尺寸，尺寸分别为 R30 mm、R50 mm，如图 1—14 所示。

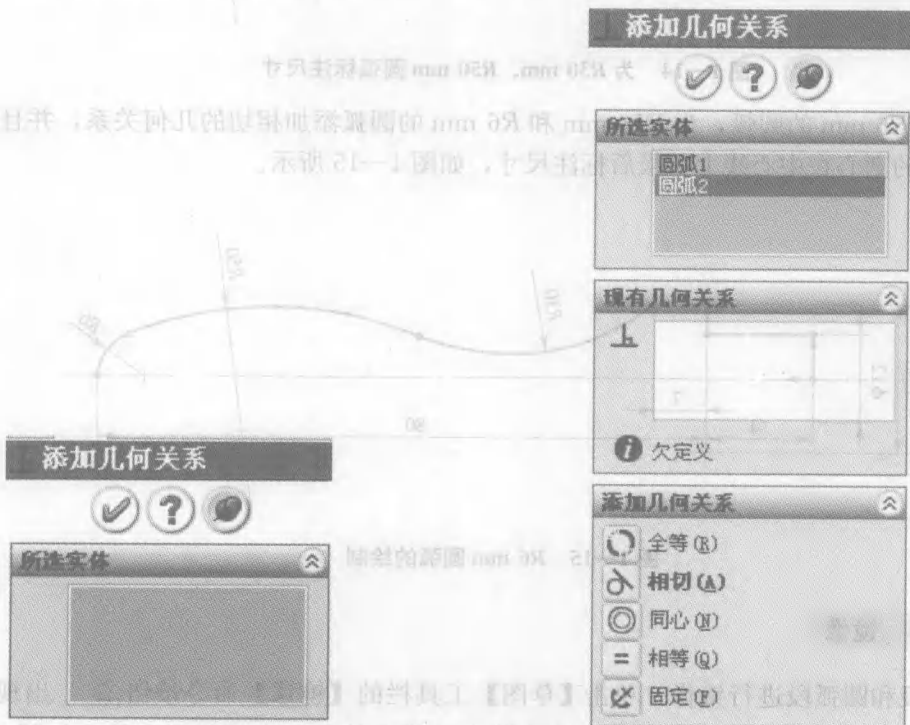
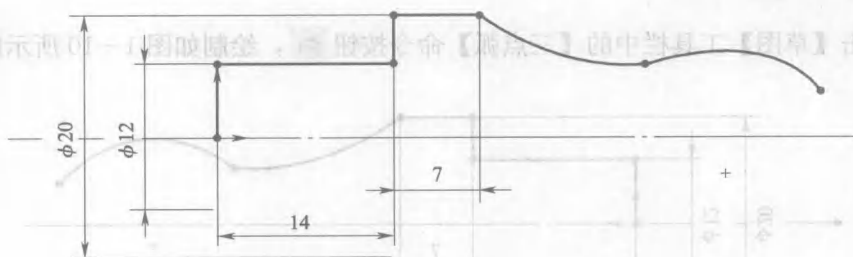
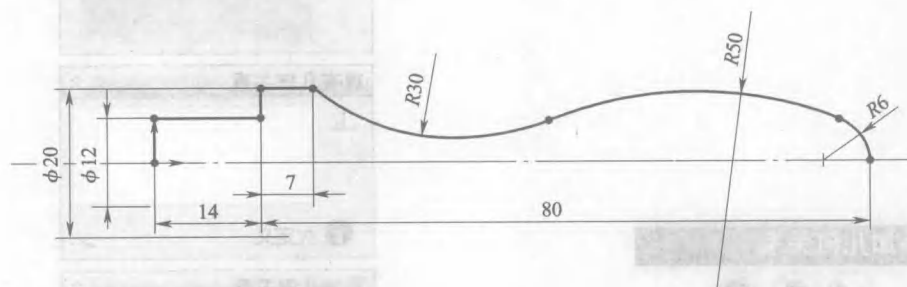


图 1—11 【添加几何关系】对话框

图 1—12 选择两圆弧实体后的【添加几何关系】对话框

图 1—13 为 $R30\text{ mm}$ 、 $R50\text{ mm}$ 圆弧添加相切的几何关系图 1—14 为 $R30\text{ mm}$ 、 $R50\text{ mm}$ 圆弧标注尺寸

4. 绘制 $R6\text{ mm}$ 的圆弧，为 $R50\text{ mm}$ 和 $R6\text{ mm}$ 的圆弧添加相切的几何关系，并且使得 $R6\text{ mm}$ 圆弧的圆心在中心线上，最后标注尺寸，如图 1—15 所示。

图 1—15 $R6\text{ mm}$ 圆弧的绘制

步骤四 镜像

对直线段和圆弧段进行镜像。单击【草图】工具栏的【镜像】命令按钮 ，出现【镜像】对话框，在要镜像的实体选项中，选取除中心线之外的所有的图形实体，如图 1—16 所示。