

# 机械 CAD/CAM 项目教程 (UG 版)

● 李东君 编著

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

“互联网+”教材



全书视频资源

# 机械 CAD/CAM 项目 教程 (UG 版)

编 著 李东君

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书以培养学生 UG NX 软件三维数字建模、创建工程图样、装配及数控自动编程等的操作应用能力为核心,依据国家相关行业的知识与技能要求,按职业岗位能力需要的原则编写。全书内容包括任务导入、知识链接、任务实施、任务延伸等,案例丰富翔实,来自企业一线,整个学习过程以优选 25 个企业经典案例为载体,涵盖应用软件 CAD 与 CAM 模块主要知识技能要求,突出强化训练学生的综合技能。

本书分实体建模、工程图设计、装配设计、UG 数控编程共 4 个项目 11 个工作任务。项目 1 主要介绍了实体建模,包括草图、曲线、实体、曲面共 4 项工作任务;项目 2 主要介绍了绘制凸台及长轴零件工程图设计共两项工作任务;项目 3 主要介绍了机械手装配与台钳装配共两项工作任务;项目 4 主要介绍了 UG 数控编程,包括平面铣、型腔铣及数控车共 3 项工作任务。

本书可作为高等院校机械制造及自动化、机电、模具、数控等专业的教学用书,也可作为从事机械类设计与加工制造的工程技术人员的参考用书及培训用书。

版权专有 侵权必究

### 图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM 项目教程:UG 版/李东君编著. —北京:北京理工大学出版社,

2017.2

ISBN978-7-5682-3591-4

I. ①机… II. ①李… III. ①机械设计—计算机辅助设计—教材②机械制造—计算机辅助制造—教材 IV. ①TH122②TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 013435 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 20

字 数 / 449 千字

版 次 / 2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 58.00 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 梁 潇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

# 前言

Qianyan

本书的编写以高等院校人才培养目标为依据，结合教育部关于专业紧缺型人才培养的要求，注重教材的基础性、实践性、科学性、先进性和通用性。融理论教学、技能操作、典型项目案例为一体。本书的设计以项目引领、过程导向、典型工作任务为驱动，按照相关职业岗位（UG 三维设计与 UG 数控编程等）的工作内容及工作过程，参照相关行业职业岗位核心能力，设置了 4 大项目，11 个工作任务，进行由浅入深的设计、学习和训练。本书综合了工业产品零件的工艺设计、自动编程和仿真加工操作，直接生成了企业生产中可以直接应用的数控程序，书中案例丰富，注重直观性，具有极强的可操作性。同时，安排了大量的技能实训项目任务，方便读者实战训练，较好地符合了企业对一线设计与制造行业人员的职业素质需要。

本书具有以下突出特点：以项目为引领，以任务为驱动，工作任务优选企业典型案例并进行教学化处理，案例丰富，统领整个内容；强化岗位技能和综合技能的培养，方便教师在“教中做”，学生在“做中学”。

本书参考学时为 80 学时，建议采用“理实一体化”教学模式，各项目参考学时如下表。

| 项目设计         | 任务设计             | 建议学时(80) |
|--------------|------------------|----------|
| 项目 1 实体建模    | 任务 1.1 草图        | 4        |
|              | 任务 1.2 曲线        | 4        |
|              | 任务 1.3 实体建模      | 24       |
|              | 任务 1.4 曲面        | 8        |
| 项目 2 工程图设计   | 任务 2.1 凸台零件工程图设计 | 6        |
|              | 任务 2.2 长轴零件工程图设计 | 6        |
| 项目 3 装配设计    | 任务 3.1 机械手装配     | 4        |
|              | 任务 3.2 台虎钳装配     | 6        |
| 项目 4 UG 数控编程 | 任务 4.1 UG 平面铣    | 6        |
|              | 任务 4.2 UG 型腔铣    | 6        |
|              | 任务 4.3 UG 数控车    | 6        |

本书由李东君编著，在编写本书的过程中，我们得到了南京乔丰汽车工装技术开发有限公司、南京伟亿精密机械制造有限公司的大力帮助，同时参考和借鉴了诸多同行的相关资料、



文献, 在此一并表示诚挚的感谢!

由于编者水平、经验有限, 书中难免有错误疏漏之处, 敬请广大读者不吝赐教, 以便修正, 日臻完善。

编 者

2016.8

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 项目 1 实体建模 .....            | 1   |
| 任务 1.1 草图 .....            | 1   |
| 1.1.1 任务导入——创建碗形草图曲线 ..... | 1   |
| 1.1.2 知识链接 .....           | 1   |
| 1.1.3 任务实施 .....           | 6   |
| 1.1.4 任务延伸——创建复杂草图曲线 ..... | 10  |
| 任务 1.2 曲线 .....            | 16  |
| 1.2.1 任务导入——创建简单曲线 .....   | 16  |
| 1.2.2 知识链接 .....           | 17  |
| 1.2.3 任务实施 .....           | 19  |
| 1.2.4 任务延伸——创建吊钩曲线 .....   | 25  |
| 任务 1.3 实体建模 .....          | 29  |
| 1.3.1 任务导入——半圆头铆钉建模 .....  | 29  |
| 1.3.2 知识链接 .....           | 30  |
| 1.3.3 任务实施 .....           | 39  |
| 1.3.4 任务延伸——螺母建模 .....     | 42  |
| 1.3.5 任务延伸——支撑座建模 .....    | 48  |
| 1.3.6 任务延伸——螺杆建模 .....     | 55  |
| 1.3.7 任务延伸——支架零件建模 .....   | 64  |
| 1.3.8 任务延伸——泵盖零件建模 .....   | 72  |
| 1.3.9 任务延伸——创建艺术印章 .....   | 78  |
| 任务 1.4 曲面 .....            | 84  |
| 1.4.1 任务导入——创建五角星片体 .....  | 85  |
| 1.4.2 知识链接 .....           | 85  |
| 1.4.3 任务实施 .....           | 88  |
| 1.4.4 任务延伸——创建茶壶 .....     | 92  |
| 1.4.5 任务延伸——创建塑料瓶 .....    | 103 |

# 目 录

## Contents

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 1.4.6 任务延伸——创建曲面花瓶 .....  | 117        |
| 项目 1 小结 .....             | 123        |
| <b>项目 2 工程图设计</b> .....   | <b>129</b> |
| 任务 2.1 凸台零件工程图设计 .....    | 129        |
| 2.1.1 任务导入 .....          | 129        |
| 2.1.2 知识链接 .....          | 130        |
| 2.1.3 任务实施 .....          | 154        |
| 任务 2.2 长轴零件工程图设计 .....    | 160        |
| 2.2.1 任务导入 .....          | 161        |
| 2.2.2 任务实施 .....          | 161        |
| 项目 2 小结 .....             | 167        |
| <b>项目 3 装配设计</b> .....    | <b>170</b> |
| 任务 3.1 机械手装配 .....        | 170        |
| 3.1.1 任务导入——装配机械手 .....   | 170        |
| 3.1.2 知识链接 .....          | 171        |
| 3.1.3 任务实施 .....          | 180        |
| 任务 3.2 台虎钳装配 .....        | 186        |
| 3.2.1 任务导入——装配台虎钳 .....   | 186        |
| 3.2.2 任务实施 .....          | 188        |
| 项目 3 小结 .....             | 202        |
| <b>项目 4 UG 数控编程</b> ..... | <b>208</b> |
| 任务 4.1 UG 平面铣 .....       | 208        |
| 4.1.1 任务导入——加工凹槽 .....    | 208        |
| 4.1.2 知识链接 .....          | 209        |
| 4.1.3 任务实施 .....          | 218        |
| 4.1.4 任务延伸——加工轮毂凸模 .....  | 234        |
| 4.1.5 任务延伸——加工文字 .....    | 245        |

|         |              |     |
|---------|--------------|-----|
| 任务 4.2  | UG 型腔铣       | 261 |
| 4.2.1   | 任务导入——加工烟灰缸  | 261 |
| 4.2.2   | 任务实施         | 261 |
| 4.2.3   | 任务延伸——加工鼠标凸模 | 272 |
| 任务 4.3  | UG 数控车       | 291 |
| 4.1.1   | 任务导入——车削阶梯轴  | 291 |
| 4.1.2   | 知识链接         | 291 |
| 4.1.3   | 任务实施         | 295 |
| 项目 4 小结 |              | 303 |
| 参考文献    |              | 306 |

# 项目1 实体建模

## 任务 1.1 草 图

| 知识目标                                                                                                      | 能力目标                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 熟悉草图绘图环境并熟悉其正确的设置方法；<br>(2) 掌握草图曲线绘图命令的含义及使用方法；<br>(3) 掌握几何约束命令及尺寸约束命令的含义及使用方法；<br>(4) 掌握绘制几何曲线的基本流程。 | (1) 能够正确设置草图环境并能熟练进入及退出；<br>(2) 能够应用各种草图绘图工具绘制草图曲线；<br>(3) 能够应用常见的尺寸约束工具及几何约束工具对草图曲线进行约束；<br>(4) 会分析曲线绘制流程，并能熟练应用草图工具绘制出各种复杂的草图曲线。 |

### 1.1.1 任务导入——创建碗形草图曲线

任务描述：绘制尺寸如图 1-1 所示的碗形草图曲线。

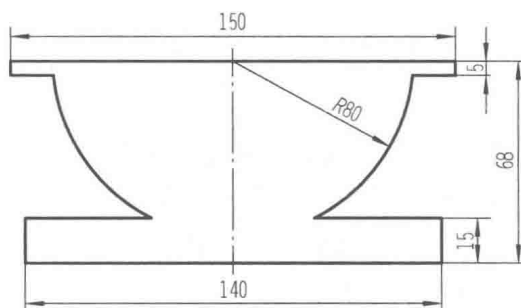


图 1-1 碗形曲线

### 1.1.2 知识链接

草图是建模的基础，根据草图所建的模型非常容易修改。单击“直接草图”工具条中的“草图”命令（或者单击菜单栏中的“插入”→“草图”命令、“特征”工具条上的“在任务环境下绘制草图”命令），打开如图 1-2 所示的“创建草图”对话框，选择合适的平面后即进入草图环境，如图 1-3 所示，完成草图绘制后，可单击“完成草图”命令，返回到建



模环境中,同时显示其绘制好的草图曲线。



图 1-2 “创建草图”对话框

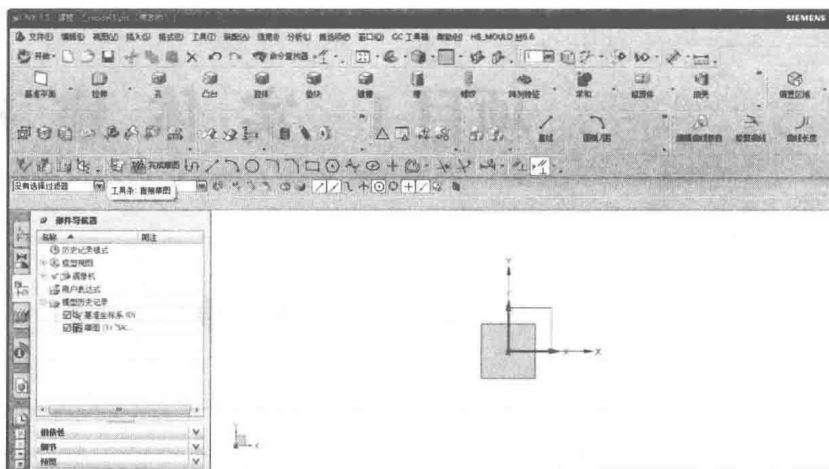


图 1-3 “创建草图”环境

### 1. “直接草图”工具条

“直接草图”工具条如图 1-4 所示,包含了轮廓、直线、圆弧、矩形、样条曲线等 10 余种绘图及编辑命令,以及草图尺寸约束、位置约束等命令,工具条中的按钮功能含义见表 1-1。

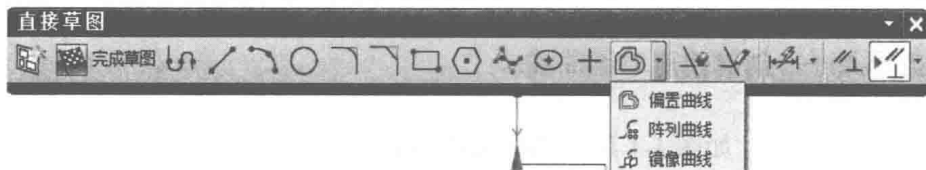


图 1-4 “直接草图”工具条

### 2. 尺寸约束

“自动判断尺寸”下拉菜单如图 1-5 所示,主要包含水平、垂直、角度等 8 种尺寸约束,通过对选定的对象来创建尺寸约束,菜单中的按钮功能含义见表 1-1。

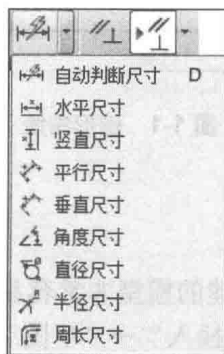


图 1-5 “自动判断尺寸”下拉菜单

### 3. 几何约束

将几何约束添加到几何图形中。单击该命令后，打开如图 1-6 所示的对话框，约束主要类型有：共点、点在曲线上、相切、平行、垂直、水平、竖直、中点、共线、同心、等长、等半径、固定等，按钮功能的含义见表 1-1。进行几何约束时，首先“选择要约束的对象”，再“选择要约束到的对象”，即可完成。



图 1-6 “几何约束”对话框

表 1-1 “直接草图”工具条中按钮的功能含义

| 按钮 | 命令  | 功能                   | 按钮 | 命令   | 功能                                            |
|----|-----|----------------------|----|------|-----------------------------------------------|
|    | 轮廓  | 以线串模式创建一系列连接的直线或圆弧   |    | 平行   | 在两点之间创建平行距离约束                                 |
|    | 直线  | 用约束自动判断创建直线          |    | 垂直   | 通过直线和点创建垂直距离的约束                               |
|    | 圆弧  | 通过三点或通过指定其中中心和端点创建圆弧 |    | 角度   | 在两条不平行的直线之间创建角度约束                             |
|    | 圆   | 通过三点或通过指定其中中心和直径创建圆  |    | 直径   | 在圆上创建直径约束                                     |
|    | 圆角  | 在两条或 3 条曲线之间创建圆角     |    | 半径   | 在圆弧或圆之间创建半径约束                                 |
|    | 倒斜角 | 在两条草图线之间的尖角进行倒斜角     |    | 周长   | 创建周长约束来控制直线或圆弧的集体长度                           |
|    | 矩形  | 用 3 种方法的一种创建矩形       |    | 几何约束 | 将几何约束添加到几何图形中。这些约束指定并保持用于草图几何图形，或者草图几何图形之间的条件 |

续表

| 按钮                                                                                  | 命令     | 功能                                         | 按钮                                                                                  | 命令        | 功能                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------|
|    | 多边形    | 创建具有指定数量的边的多边形                             |    | 固定        | 约束 1 个或多个曲线或顶点固定                                                             |
|    | 艺术样条   | 通过拖放定义点或极点并在定义点指派斜率或曲率的约束动态创建和编辑样条         |    | 完全固定      | 约束 1 个或多个曲线和顶点固定                                                             |
|    | 椭圆     | 根据中心点和尺寸创建椭圆                               |    | 定角        | 约束 1 条或多条线具有定角                                                               |
|    | 点      | 创建草图点                                      |    | 定长        | 约束 1 条或多条线具有定长                                                               |
|    | 偏置曲线   | 偏置位于草图平面上的曲线链                              |    | 点在线上      | 约束 1 个顶点或点位于投影的曲线串上                                                          |
|    | 阵列曲线   | 阵列位于草图平面上的曲线链                              |    | 非均匀比例     | 约束 1 个样条, 以沿样条长度按比例缩放定义点                                                     |
|    | 镜像曲线   | 创建位于草图平面上的曲线链的镜像图样                         |    | 均匀比例      | 约束 1 个样条, 以两个方向缩放定义点, 从而保持样条形状                                               |
|  | 派生直线   | 在两条直线之间创建一条与另一直线平行的直线, 或者在两条不平行直线之间创建一条平分线 |  | 曲线的斜率     | 在定义点约束样条的相切方向, 使之与某条曲线平行                                                     |
|  | 添加现有曲线 | 将现有的共面曲线和点添加到草图中                           |  | 显示草图约束    | 显示活动草图的几何约束                                                                  |
|  | 交点     | 在曲线和草图平面之间创建一个交点                           |  | 自动约束      | 对话框如图 1-8 所示, 设置自动施加于草图的几何约束类型                                               |
|  | 相交曲线   | 在面和草图平面之间创建相交曲线                            |  | 显示/移出约束   | 对话框如图 1-9 所示, 显示与选定的草图几何图形关联的几何约束, 并移除所有这些约束或列出信息                            |
|  | 投影曲线   | 沿草图平面的法向将曲线、边或点 (草图外部) 投影到草图上              |  | 转换至/自参考对象 | 对话框如图 1-10 所示, 将草图曲线或草图尺寸从活动转换为参考, 或者反过来。下游命令 (如拉伸) 不使用参考曲线, 并且参考尺寸不控制草图几何图形 |

续表

| 按钮                                                                                | 命令     | 功能                           | 按钮                                                                                | 命令        | 功能                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
|  | 快速修剪   | 以任一方向将曲线修剪到最近的交点或选定的边界       |  | 备选解       | 对话框如图 1-11 所示, 备选尺寸或几何约束的解算方案         |
|  | 快速延伸   | 将曲线延伸到另一相邻曲线或选定的边界           |  | 自动判断约束和尺寸 | 对话框如图 1-12 所示, 控制那些约束或尺寸在尺寸构造过程中被自动判断 |
|  | 自动判断尺寸 | 通过选定的对象和光标的位置自动判断尺寸类型来创建尺寸约束 |  | 创建自动判断约束  | 在曲线构造过程中启用自动判断约束                      |
|  | 水平     | 在两点之间创建水平约束                  |  | 连续自动标注尺寸  | 在曲线构造过程中启用标注尺寸                        |
|  | 竖直     | 在两点之间创建竖直距离的约束               |                                                                                   |           |                                       |

4. “约束工具” 下拉菜单

如图 1-7 所示, 为“约束工具” 下拉菜单, 该菜单主要功能含义见表 1-1。

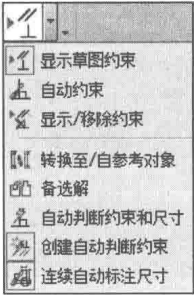


图 1-7 “约束工具” 下拉菜单

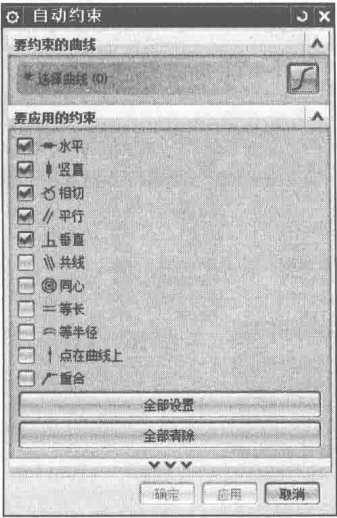


图 1-8 “自动约束” 对话框



图 1-9 “显示/移除约束” 对话框

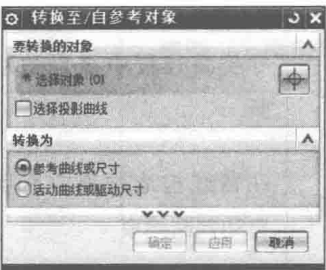


图 1-10 “转换至/自参考对象”对话框

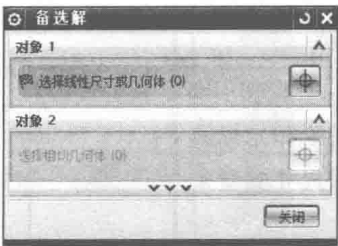


图 1-11 “备选解”对话框

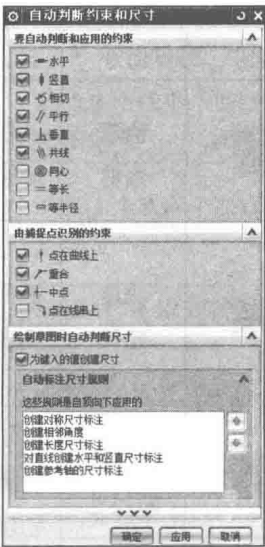


图 1-12 “自动判断约束和尺寸”对话框

1.1.3 任务实施

1. 新建文件

说明

启动 UG NX 软件，输入文件名 caotul.prt，选择合适的文件夹，如图 1-13 所示，单击“确定”按钮，进入建模环境。

注意：文件名及文件夹等保存路径不得含有中文字符。

实施步骤 1：新建文件

图解

图 1-13 新建文件

## 2. 进入草图环境

### 实施步骤 2: 进入草图环境

#### 说明

单击“特征”工具条中的“任务环境中的草图”命令，选择基准坐标系“XOY”基准平面，进入草图环境，如图 1-14 所示。

#### 图解



图 1-14 进入草图环境

## 3. 绘制一半草图曲线大致形状

### 实施步骤 3: 绘制一半草图曲线大致形状

#### 说明

进入草图环境后，默认“轮廓”命令，完成绘制如图 1-15 所示大致形状的一半草图曲线，点按鼠标滚轮 2 次即可。

注意，通常在绘制曲线时，先单击按钮，选中时，该按钮处于白亮状态，并且尽量在第一象限完成。

#### 图解

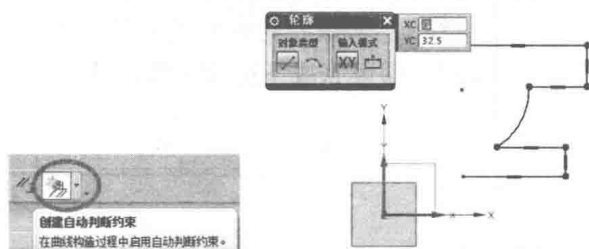


图 1-15 绘制一半草图曲线大致形状

## 4. 创建几何约束

### 实施步骤 4: 创建刀具

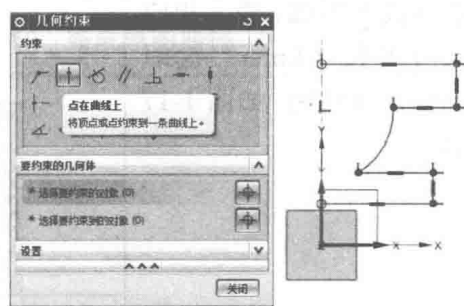
#### 步骤

#### 说明

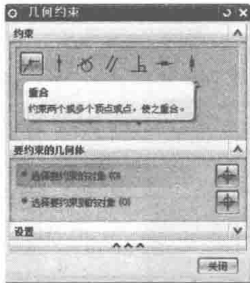
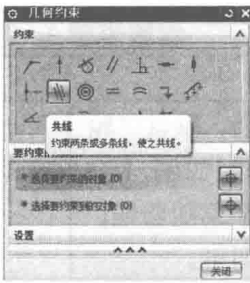
(1) 约束上下直线左端点在 Y 轴上。

单击草图工具“约束”命令，打开“几何约束”对话框，如图 1-16 (a) 所示，选择约束“点在曲线上”，选择要约束的对象“上面水平线左端点”（选择时，光标靠近左端，使端点在光标选中范围内），选择要约束到的对象“Y 轴”，即可完成上面直线左端点约束在 Y 轴上。应用相同的办法把下面直线左端点约束在 Y 轴上。

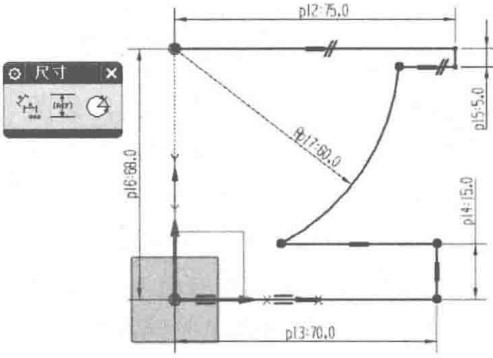
#### 图解



(a) 约束上下直线左端点在 Y 轴上

| 步骤                    | 说明                                                                                | 图解                                                                                                             |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | 注意：在选择直线端点时光标靠近直线端点即可，选择圆心时光标靠到圆弧中心时圆弧变亮即选中。                                      |                                                                                                                |
| (2) 约束圆弧中心与上面直线左端点共点。 | 在“几何约束”对话框中，如图 1-16(b) 所示，选择约束“重合”、选择要约束的对象“圆弧中心”，选择要约束到的对象“上面水平线左端点”，即可完成圆弧中心约束。 |  <p>(b) 约束圆弧中心与上面直线左端点共点</p> |
| (3) 约束下面直线与 X 轴共线。    | 在“几何约束”对话框中，如图 1-16(c) 所示，选择约束“共线”、选择要约束的对象“下面水平线”，选择要约束到的对象“X 轴”，即可完成下面水平线约束。    |  <p>(c) 约束下面直线与 X 轴共线</p>   |
|                       |                                                                                   | 图 1-16 创建几何约束                                                                                                  |

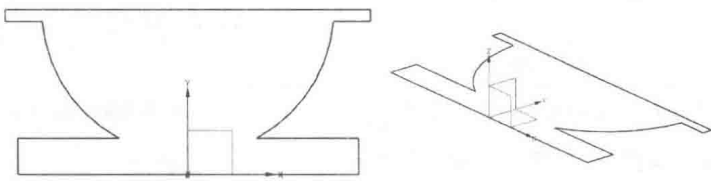
## 5. 创建尺寸约束

| 实施步骤 5: 创建尺寸约束                                                      |                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 说明                                                                  | 图解                                                                                                        |
| 单击草图工具“自动判断尺寸”命令，分别选中不同的直线和圆弧，输入相应的尺寸并按“Enter”键即可完成尺寸约束，如图 1-17 所示。 |  <p>图 1-17 创建尺寸约束</p> |

6. 镜像曲线

| 实施步骤 6: 镜像曲线                                                                                                |                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 说 明                                                                                                         | 图 解                                                                                                                        |
| <p>单击草图工具“镜像曲线”命令，打开其对话框，如图 1-18 (a) 所示，选择对象为“绘制的 7 条草图曲线”，选择中心线“Y 轴”为镜像，单击“确定”按钮完成镜像曲线，如图 1-18 (b) 所示。</p> |  <p>(a) 选择镜像曲线与中心线</p> <p>(b) 完成镜像曲线</p> |
| 图 1-18 镜像曲线                                                                                                 |                                                                                                                            |

7. 完成草图曲线

| 实施步骤 7: 完成草图曲线                                              |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 说 明                                                         | 图 解                                                                                  |
| <p>单击“直接草图”工具条中的“完成草图”命令，即返回建模环境并保存文件，完成草图曲线如图 1-19 所示。</p> |  |
| 图 1-19 完成草图曲线                                               |                                                                                      |



113 碗形草图曲线