



中等职业教育规划教材

机械 CAD/CAM 技术 ——Pro/E 应用实训

熊彦 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育规划教材

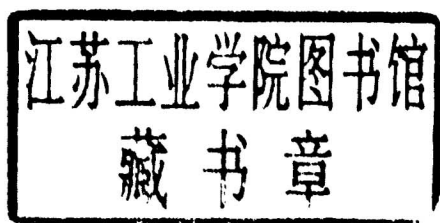
机械 CAD/CAM 技术

——Pro/E 应用实训

主编 熊彦

参编 李芮 黄素兰 叶晓民

主审 宋文学



机械工业出版社

本书采用案例教学法,通过模块式的教学体系,详细地介绍了 Pro/E 软件的应用方法和技巧。主要内容包括二维草绘、拉伸、旋转、扫描、混合、放置实体特征、阵列、工程图和数控加工的案例及实训。通过 CAD 二维(三维)建模实训,学会一般零件的造型设计。通过 CAM 模块的操作实训,学会 Pro/E 软件中最基本的数控加工技术。

本书可作为中等职业学校机械类 CAD/CAM 课程的教材,也可作为高等职业院校机械、数控、模具类专业的参考教材和中级 Pro/E 培训班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM 技术-Pro/E 应用实训 / 熊彦主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 9

(中等职业教育规划教材)

ISBN 978-7-111-24803-3

I. 机… II. 熊… III. ①机械设计:计算机辅助设计—专业学校—教材 ②机械制造:计算机辅助制造—专业学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 119010 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:赵丽欣 金 佳

责任印制:李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm · 11 印张 · 268 千字

0001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-24803-3

定价:19.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379753 88379739
封面无防伪标均为盗版

前 言

为了培养既有一定文化基础和专业理论知识,又有较强的实践能力的应用型技能人才,职业教育教材的开发应同时兼顾理论知识和实践知识,既选编“必需、够用”的理论内容,又融入足够的实训内容。中等职业教育更应以培养学生的实际动手能力为主线,试行“以实践教学为基础,以能力培养为中心”的教学模式。当前的职业教育教学改革以“行动导向教学法”为核心,即以项目教学法、任务驱动教学法、案例教学法、引导课文教学法等新型教学方法,从课程设置到教学大纲,从教学模式到教材编写都做了有益的尝试。本书编写过程中充分考虑当前中等职业教育教学的发展现状和学生的教学实际需求,采用案例式教学方法,以适应目前中等职业学校的专业课教学。

作为 CAD/CAM 最成功的一体化设计软件之一,Pro/E 从产品的构思、完善到生产加工都做到了高度的专业化和规范化。Pro/E 软件全参数化的设计和容易上手的三维实体造型及其他强大的功能使越来越多的企业采用它进行产品的开发和设计。在职业院校中开展 Pro/E 软件的教学是学校和企业对接的有益尝试。

本书有以下特点:

1. 注重实用性。本书在编写中强调实训环节,注重学生实践能力的培养,贯彻“实用为主,必须和够用为度”的教学原则,采用了广而不深、点到为止的教学方法。
2. 采用案例教学法。在编写过程中,以工程实践中常见的案例作为掌握 CAD/CAM 技术的突破口。本书在案例讲解中,将操作步骤一步一步进行分解,循序渐进,将复杂的问题简单化,以便学生理解。
3. 采用模块式的编写体系。Pro/E 是一个非常庞大的 CAD/CAM 一体化软件,本书在编写中根据企业对人才的需求和学生个人发展的需要,编写了掌握 Pro/E 软件最基本的模块操作,为学生后续的学习奠定了基础。

本书在使用中,教师可以先简单分析案例的造型思路,然后按照案例的操作步骤,一步一步地跟着案例进行模仿。在最初的学习中,不去探究为什么,而是把案例模仿熟,模仿透。教师接下来的任务是通过讲解技术支持对涉及到概念的理论部分进行理解,以弥补案例讲解的不足,在此环节对学生易出错的地方给出了重点的提示,对学习中关键点进行了梳理。最后部分的知识进阶环节是在掌握基本技能之外的扩展,给学有余力的学生提供了进一步的发展空间,此部分也可作为选讲,教师根据教学情况具体掌握。课后的习题应作为教学实训的一部分。本书教学的参考学时为 80~100 课时。

本书可作为中等职业学校机械类专业 CAD/CAM 课程教材,也可作为高等职业院校机械、数控、模具类专业的参考教材和中级 PRO/E 培训班的教材。

本书由西安工程技术学院熊彦担任主编并负责统稿。各章分工如下:第 1、6 章由无锡立信职教中心李芮编写,第 2、3、4 章由湛江机电学校黄素兰编写,第 5、8 章由西安工程技术学院熊彦编写,第 9 章由西安工程技术学院叶晓民编写,第 7 章由李芮和叶晓民



共同编写。西安航空高等专科学校宋文学教授对全书进行了审阅，并提出了修改意见。本书在编写中还得到了西安工程技术学院梁文侠副院长的大力帮助和支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不足和漏误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 二维草绘基础	1	第 6 章 放置实体特征	88
1.1 案例 1——正等五边形	1	6.1 案例 1——在实体上造型孔	88
1.2 案例 2——支架平面图	9	6.2 案例 2——肋特征	94
1.3 案例 3——综合实例	20	6.3 案例 3——壳特征	96
1.4 知识进阶	23	6.4 知识进阶	99
1.5 实训课题	25	6.5 实训课题	103
第 2 章 建模基础特征——拉伸	28	第 7 章 阵列、复制和镜像	107
2.1 案例 1——底座	28	7.1 案例 1——架杆	107
2.2 案例 2——叉形零件 (带倒圆角)	35	7.2 案例 2——转向盘造型	111
2.3 知识进阶	45	7.3 案例 3——镜像	114
2.4 实训课题	46	7.4 知识进阶	116
第 3 章 建模基础特征——旋转	48	7.5 综合案例	119
3.1 案例 1——阶梯传动轴	48	7.6 实训课题	125
3.2 案例 2——旋钮造型	54	第 8 章 工程图	128
3.3 知识进阶	56	8.1 案例 1——使用默认模板创建 视图	128
3.4 实训课题	58	8.2 案例 2——创建一般视图	131
第 4 章 建模基础特征——扫描	60	8.3 案例 3——工程图的标注	135
4.1 案例 1——水壶柄造型	60	8.4 知识进阶	138
4.2 案例 2——四驱车赛道造型	63	8.5 实训课题	140
4.3 知识进阶	65	第 9 章 数控加工	143
4.4 实训课题	70	9.1 Pro/NC 的操作流程	143
第 5 章 建模基础特征——混合	72	9.2 案例 1——平面加工	144
5.1 案例 1——“天圆地方”零件 造型	72	9.3 案例 2——内腔加工	154
5.2 案例 2——螺旋送料辊	77	9.4 知识进阶	164
5.3 知识进阶	82	9.5 实训课题	167
5.4 实训课题	84	参考文献	169

第1章 二维草绘基础

1.1 案例1——正等五边形

1. 案例说明

本案例的目的是使读者学会应用 Pro/E 二维草绘中的画直线、圆，修改尺寸数值和约束相等的技巧，为三维造型打基础。绘制正五边形的结果如图 1-1 所示。

2. 绘图思路

在新建的草绘文件中，先用草绘中心线命令确定五边形的位置，然后用画圆工具画出五边形的外接圆，再利用画直线命令在圆上的任意点位置绘出五边形，最后利用 Pro/E 特有的约束命令将五边形约束为案例要求的正五边形。

3. 操作步骤

1) 新建草绘文件。进入草绘的途径有两种：单击工具栏中的“新建”按钮 ，或单击主菜单“文件”→“新增”命令，弹出“新建”对话框，如图 1-2 所示。在“类型”栏中选择“草绘”，在“名称”文本框中输入文件名，单击“确定”按钮，进入草绘模块。

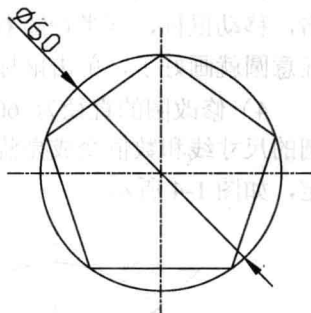


图 1-1 正五边形

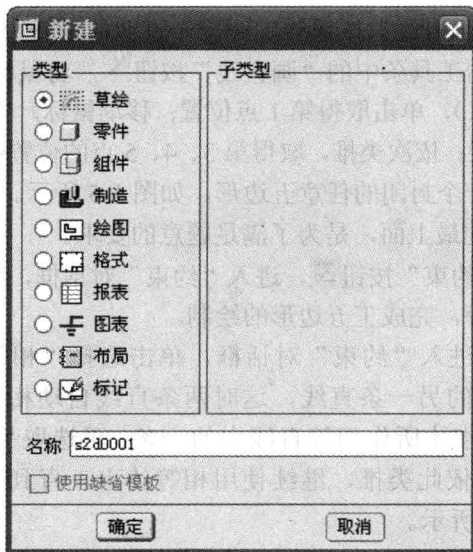


图 1-2 “新建”对话框



2) 确定绘图中心: 使用直线命令中的“中心线”按钮  , 在绘图区画出水平和垂直结构中心线, 以两中心线的交点作为绘圆中心。

水平中心线的画法是: 将鼠标移动到绘图区的适当位置, 单击鼠标左键, 确定水平中心线的第 1 个点, 水平移动鼠标到另一位置, 看到水平中心线标记“H”出现, 再次单击鼠标左键, 确定水平中心线的第 2 个点, 这样就将水平中心线画好了。

垂直中心线的画法类似, 垂直中心线的标记为“V”。

3) 单击工具条中的“画圆”按钮  , 以两中心线的交点为圆心任意画一个圆。

圆的画法是: 单击工具条中的“画圆”按钮  , 将鼠标的光标移到两中心线的交点处单击, 移动鼠标, 圆半径随着鼠标的移动而逐渐改变, 当移动到合适位置时, 单击鼠标左键, 任意圆就画好了, 单击鼠标中键结束画圆命令, 如图 1-3 所示。

4) 修改圆的直径为 60。单击“选择”按钮  , 然后移动鼠标到圆直径的数值边, 这时圆的尺寸线和数值变成亮蓝色, 双击鼠标, 出现修改框, 将直径数值修改为 60。按回车键确定, 如图 1-4 所示。

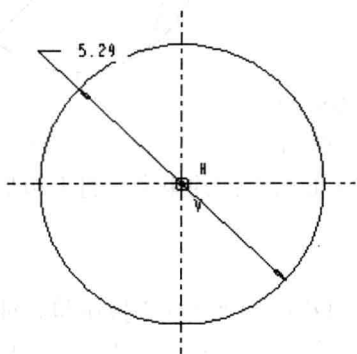


图 1-3 画任意圆

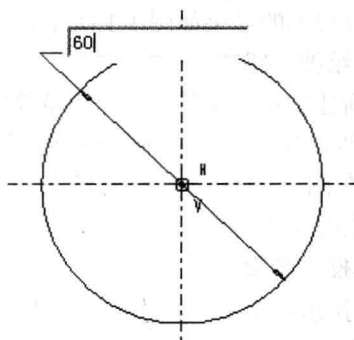


图 1-4 修改圆的直径为 60

5) 单击工具条中的“画直线”按钮  , 画一个近似的正五边形。

五边形的画法是: 单击工具条中的“画直线”按钮  , 将鼠标光标移动到圆的最上面位置 (圆和竖直中心线的交点), 单击取得第 1 点位置; 移动鼠标, 当光标落在圆另一任意位置时, 再次单击取得第 2 位置; 依次类推, 取得第 3、4、5 点的位置; 第 6 次单击的位置和第 1 次单击的位置重合, 形成一个封闭的任意五边形, 如图 1-5 所示。

说明: 第 1 点选在圆的最上面, 是为了满足题意的要求。

6) 单击工具条中的“约束”按钮  , 进入“约束”对话框, 使用“相等约束”按钮  , 将五边形的五条边约束相等, 完成正五边形的绘制。

约束相等的方法是: 进入“约束”对话框, 单击选择“相等约束”按钮  , 选择一条直线, 再选择与它相邻的另一条直线, 这时两条直线自动相等, 并在直线旁出现相等符号“L₁”。接下来, 选择刚才所作相等直线中的一条, 再选取另外一条任意长度的直线, 这样 3 条直线就相等了。依此类推, 继续使用相等约束, 直到 5 条直线都相等, 完成正五边形的绘制, 如图 1-6 所示。

7) 保存图形。单击工具条中的“保存”按钮  , 用新建文件时相同的名称保存文件。单击  按钮, 完成图形的保存。

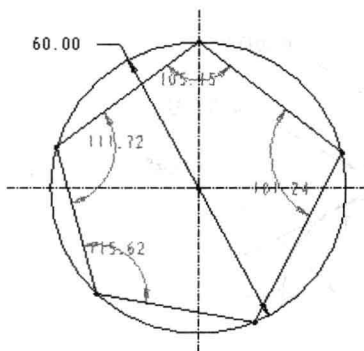


图 1-5 画一个近似正五边形

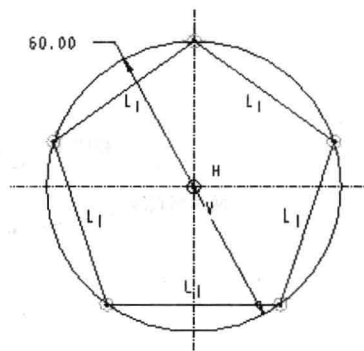


图 1-6 完成正五边形绘制



技术支持

1. 文件的建立

Pro/E 文件具有不同的文件后缀名(如草绘模式下生成的文件后缀名为*.sec),分别代表在新建文件时选择的不同工作模式。Pro/E 共有 10 种工作模式可供选择,不同模式下进行不同的建模操作。例如,草绘模式,主要进行二维平面图设计;零件设计模式主要进行零件的设计和建模;工程图模式,主要为已完成设计的模型制作二维平面工程图;装配模式,主要将已设计好的零组件进行装配;制造模式,主要进行模拟制造等。

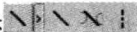
草绘文件的建立除了上面实例介绍的两种进入方式外,在创建三维特征时,对草绘平面的放置参考面选取后,系统会自动引导用户进入草绘模式,进行二维截面的绘制。

一般情况下,应将草绘模式中的图形保存起来,以便在创建三维特征时调入使用。

2. 草绘的概念

平面草绘在 Pro/E 零件模型的建立中是非常重要的。所谓平面草绘就是指产生特征的二维几何图形,也称为截面。完成后的二维截面通过“拉伸”、“旋转”、“扫描”和“混合”等特征造型方式就可以建立三维实体模型。在 Pro/E 中,构成截面的两大要素分别为几何图形和尺寸数据。由于 Pro/E 采用参数式绘图,所以在草绘模式下,开始绘制几何图形时只需绘制大致的形状,不需严格的设计尺寸,绘制好的几何图形经过尺寸标注就可以修改为所需的设计尺寸。系统自动以正确的设计尺寸值来约束或修正所绘的几何图形。

3. 草绘工具栏中直线绘制的用法说明

单击草绘工具栏中“直线按钮”旁的三角,弹出 3 种绘制直线的图标,分别用于绘制 3 种不同的直线。

(1) 直线段

选择此命令后,用鼠标左键在绘图工作区分别选择两点作为直线段的起点和终点,使用鼠标中键完成画线,否则,将继续直线段的绘制。当绘制的直线接近水平或竖直线时,系统会自动显示出“H”或“V”来提示所画直线是水平或竖直,如图 1-7 所示。

(2) 相切线

用鼠标左键首先单击与直线相切的第一个图素(圆、圆弧或样条线),再选取与直线相切的第二个图素(圆、圆弧或样条线),这样在两图素间画出一条切线,如图 1-7 所示。

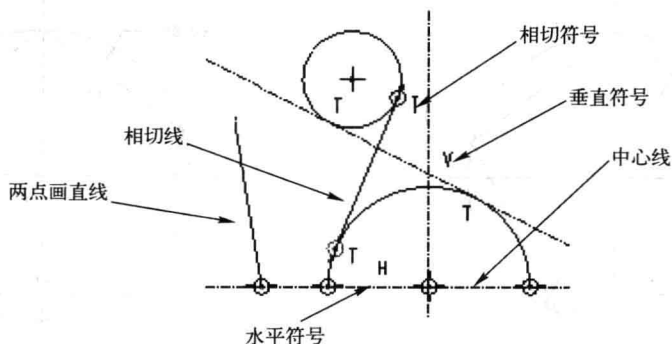


图 1-7 直线的画法

(3) 中心线

绘制中心线与绘制直线的方法相似。用鼠标左键在绘图工作区分别选择中心线的起点和端点，即可绘制一条中心线，如图 1-7 所示。

4. 草绘工具栏中画圆的用法说明

单击草绘工具栏中“圆按钮”旁的三角，弹出绘制 5 种圆的图标 ，分别用于绘制 5 种不同的圆。

(1) 圆心和点

在绘图区域用鼠标左键选择圆的圆心，然后拖动鼠标，圆的直径随着鼠标的移动而变化，单击鼠标左键确定半径大小，如图 1-8 所示。

(2) 同心圆

选择一个已存在的圆或圆弧，以确定所绘圆的圆心，然后拖动鼠标选择半径，单击鼠标左键确定圆半径大小，如图 1-9 所示。

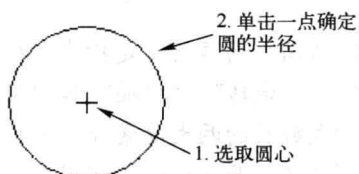


图 1-8 圆心和点

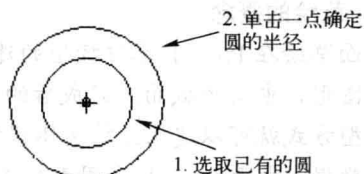


图 1-9 同心圆画法

(3) 3 相切圆

3 相切圆就是绘制与 3 个图素相切的圆。用鼠标左键选取 3 个图素，在 3 个图素间产生一个相切圆，单击鼠标中键退出，如图 1-10 所示。

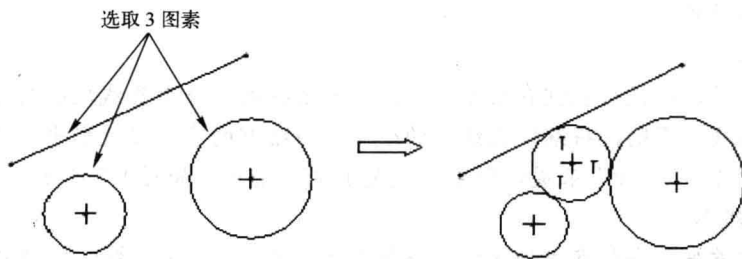


图 1-10 3 相切圆的画法



(4) 3点绘图

通过不在一条直线上的3个点绘制一个圆。用鼠标左键选取不共线的3个点，在选取的3点间产生一个圆，单击鼠标中键退出，如图1-11所示。

(5) 椭圆

以两点方式绘制椭圆。在绘图区域用鼠标左键选择椭圆的圆心，然后拖动鼠标选择一点来确定椭圆的大小，如图1-12所示。

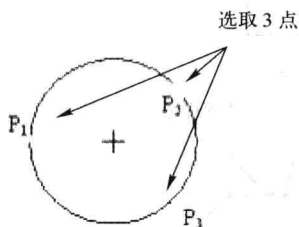


图 1-11 3点绘图

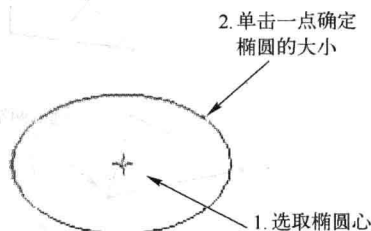


图 1-12 椭圆画法

5. 约束按钮的用法说明

在二维截面的设计中，学会使用约束条件能大大提高设计效率。

单击草绘工具栏中“约束”按钮, 弹出“约束”对话框，如图1-13所示。该对话框共提供了9种类型的约束条件。

下面举例说明约束的使用方法。

(1) 垂直

在“约束”对话框中，单击“垂直约束”按钮，选取线段或两端点后，线段成为垂直线段，两端点成为垂直状态，垂直符号为“V”，如图1-14所示。

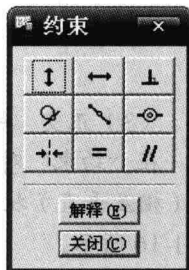


图 1-13 “约束”对话框

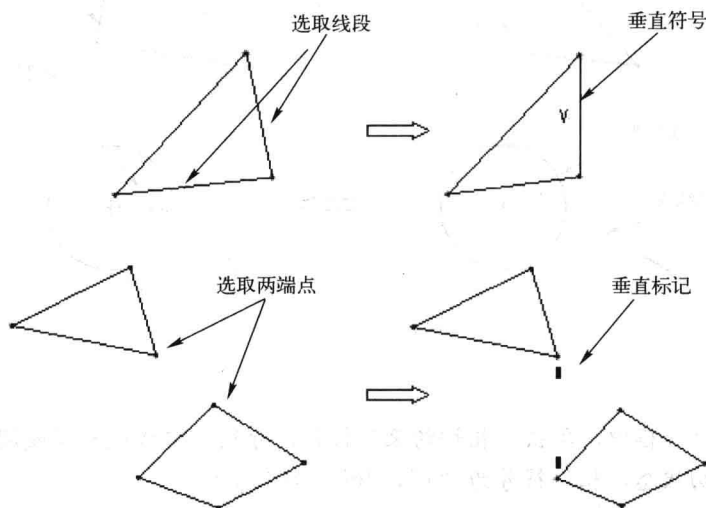


图 1-14 垂直约束



(2) 水平

在“约束”对话框中，单击“水平约束”按钮，选取线段或两端点后，线段成为水平线段，两端点成为水平状态，垂直符号为“H”，如图 1-15 所示。

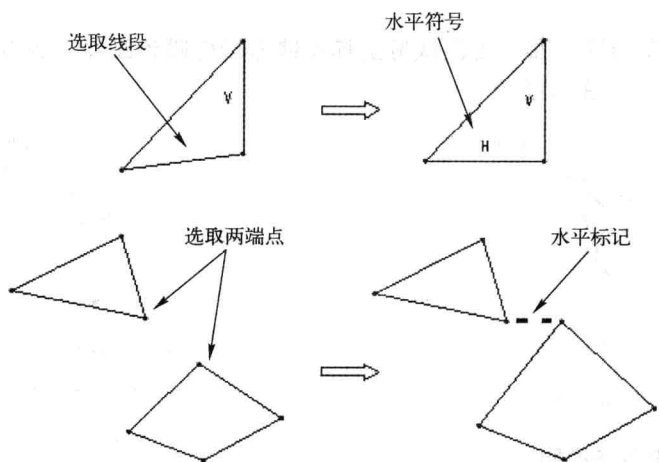


图 1-15 水平约束

(3) 正交

在“约束”对话框中，单击“正交约束”按钮，分别选取两相交线段后，两线段成为正交（相互垂直）状态，正交符号为“⊥”。对于线段和圆，正交约束后线段指向圆的圆心，如图 1-16 所示。

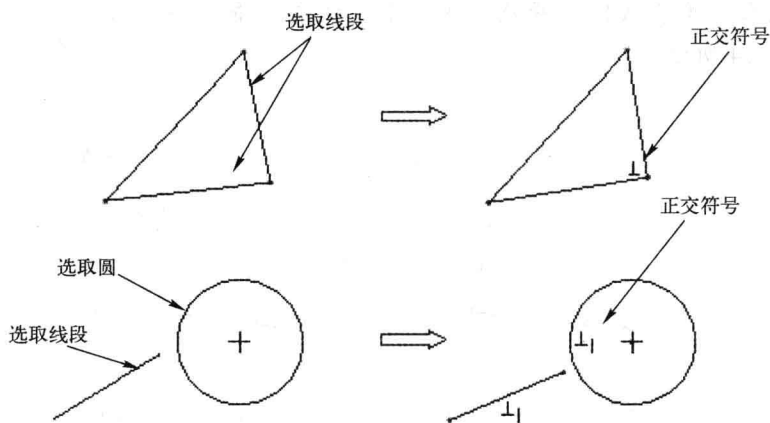


图 1-16 正交约束

(4) 相切

在“约束”对话框中，单击“相切约束”按钮，分别选取线段与圆或圆弧后，使线段与圆或圆弧成为相切状态，相切符号为“T”，如图 1-17 所示。

线段和圆的选取是有顺序的，如使直线和圆相切，则先选直线；如使圆与线段相切，则先选圆。

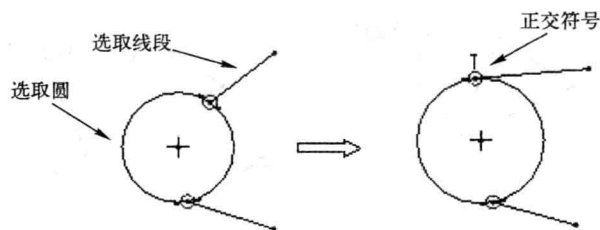


图 1-17 相切约束

(5) 中点

在“约束”对话框中，单击“中点约束”按钮，分别选取线段和任意点后，任意点成为线段的中点。中点符号为“*”，如图 1-18 所示。

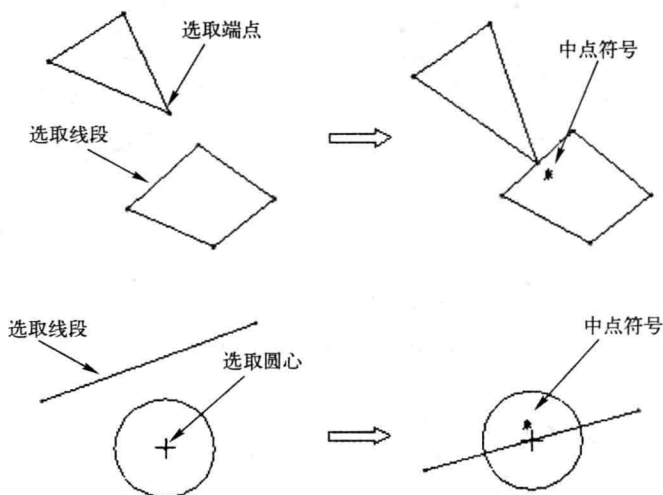


图 1-18 中点约束

(6) 共点、共线

在“约束”对话框中，单击“共点、共线约束”按钮，选取两不重合点后，使两点重合。选取两条线段后，使两直线共线对齐。选择一条直线和一个点后，使直线和点对齐。共点、共线符号为“--”，如图 1-19 所示。

(7) 对称

进行对称约束时，必须先画一条中心线，然后在“约束”对话框中，单击“对称约束”按钮，分别选取中心线和两个点，则两点相对于中心线对称。对称符号为“ $\rightarrow \leftarrow$ ”，如图 1-20 所示。

(8) 相等

在“约束”对话框中，单击“相等约束”按钮，选取两条线段，可以使两线段的长度相等。选取两个圆或圆弧，可以使两圆或圆弧的半径相等。相等的显示符号为“ L_1 ”或“ R_1 ”，如图 1-21 所示。

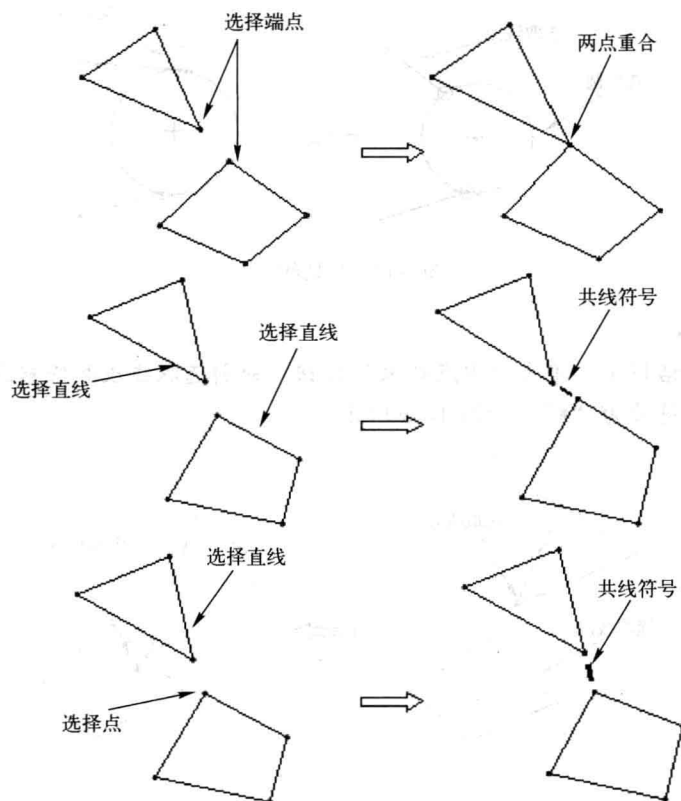


图 1-19 共点、共线约束

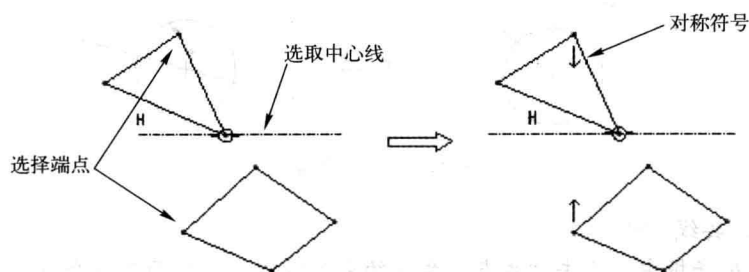


图 1-20 对称约束

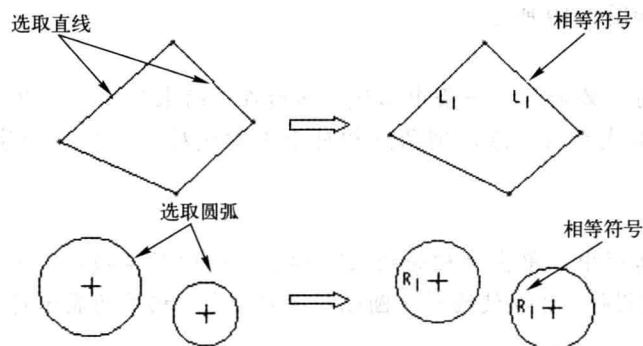


图 1-21 相等约束



(9) 平行 $\parallel$

在“约束”对话框中,单击“平行约束”按钮,选取两条线段,可以使两线段相互平行。平行符号为“ $\parallel$ ”,如图 1-22 所示。

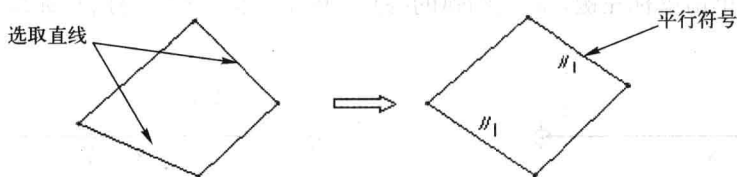


图 1-22 平行约束

1.2 案例 2——支架平面图

1. 案例说明

本案例进一步说明草绘技巧。本案例应用了圆弧、修剪、圆角、标注尺寸、修改尺寸数值和镜像等技巧。绘制支架平面图结果如图 1-23 所示。

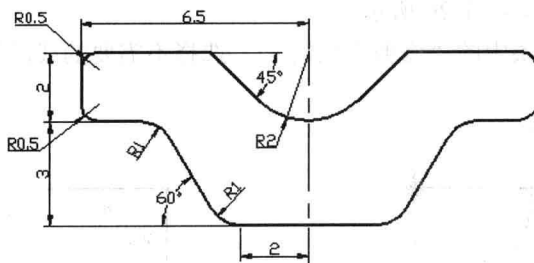


图 1-23 支架平面图

2. 绘图思路

分析零件结构,确定零件为左右对称结构,先画左边部分的图形。用直线工具绘制对称中心线,再用直线工具连续绘出左段的直线、圆弧及圆弧的切线,用修剪工具进行剪切,将多余的线条去掉。画两直线间的圆角,通过标注尺寸和修改尺寸对图形进行约束,最后通过镜像工具将左边图形以中心线为对称中心线进行镜像处理。

3. 操作步骤

1) 新建草绘文件。单击工具栏中的“新建”按钮 ,或单击主菜单“文件”→“新建”命令,系统弹出“新建”对话框,如图 1-2 所示。在“类型”栏中选择“草绘”;在“名称”文本框中输入文件名(文件名不支持中文),单击“确定”按钮,进入草绘模块。

2) 分析零件结构,确立绘图中心。由零件图(图 1-23)可知,此支架左右对称,所以只要画出左边一半的图形,然后沿着中心线对称做镜像,即可完成平面图形的绘制。

3) 在草绘区绘制竖直中心线及支架轮廓。

用直线工具画 1—6 的中心线,再画 1—2, 2—3, 3—4, 4—5, 5—6 的直线段,如图 1-24 所示。



4) 画圆弧。使用圆心/端点画圆弧。

单击工具条中的“画圆弧”按钮，将鼠标移动到第1点，以第1点为圆心，单击鼠标左键，再在水平直线上移动鼠标到适当位置，单击鼠标左键，确定圆弧的起点；移动鼠标到竖直中心线上，单击鼠标左键，确定圆弧的终点。单击鼠标中键，退出画圆弧命令，如图 1-25 所示。

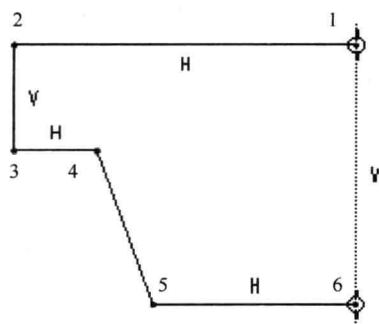


图 1-24 绘制中心线及支架轮廓

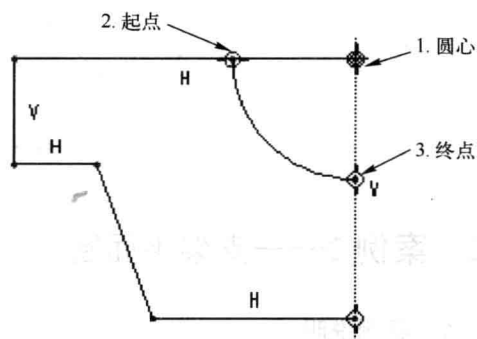


图 1-25 画圆弧

5) 画切线。画切线时，起点在直线上，终点在圆弧上。特别要注意当直线和圆弧相切时会出现“T”相切符号，如图 1-26 所示。

6) 修剪。单击工具条中的“修剪”按钮，选择不需要的线段将其修剪掉，如图 1-27 所示。

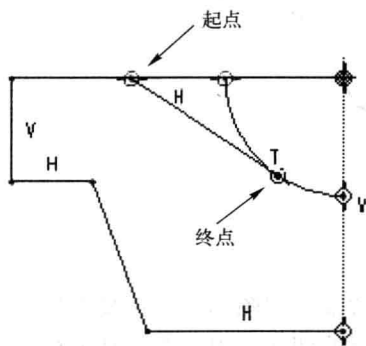


图 1-26 画切线

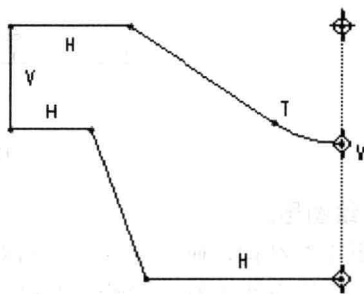


图 1-27 修剪

7) 画圆角。单击工具条中的“画圆角”按钮，选择要画圆角的两条边，画出所需的圆角。

圆角的画法：单击工具条中的“画圆角”按钮，选择要画圆角的直线的一端，再选择另一条直线要画圆角的一端，在这两条直线的拐角处，系统进行圆角处理。此处共有 4 处需要画圆角，方法相同，如图 1-28 所示。

8) 标注尺寸。单击工具条中的“标注尺寸”按钮，选择要标注尺寸的地方进行尺寸标注，单击鼠标中键结束，如图 1-29 所示。

举例说明：

① “4.32”的标注。鼠标单击点画线，再单击最左边的直线，移动鼠标到两直线上方的适当的位置，单击鼠标中键，放置尺寸，同时完成尺寸标注。

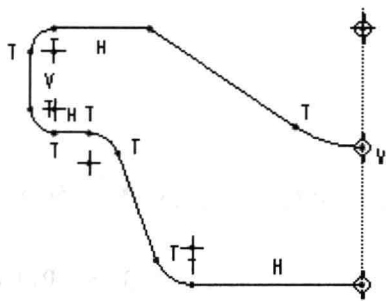


图 1-28 画圆角

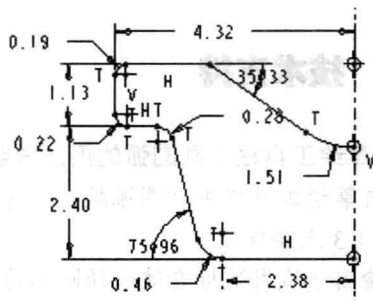


图 1-29 标注尺寸

② “35.33”角度的标注。鼠标单击水平直线，再单击斜线，移动鼠标到两相交直线夹角的适当的位置，单击鼠标中键，放置尺寸，同时完成角度尺寸标注。

③ “0.19”半径的标注。单击圆弧，再移动鼠标到圆弧外适当的位置，单击鼠标中键，放置尺寸，同时完成半径尺寸标注。

9) 修改尺寸。单击工具条中的“修改尺寸”按钮，选择要修改的尺寸，弹出“修改尺寸”对话框，如图 1-30 所示。修改尺寸前最好将“再生”复选框中的“√”取消。选中所有要修改的尺寸，将其修改为零件图中所标注的尺寸。然后单击对话框中的按钮，完成尺寸的修改，如图 1-31 所示。

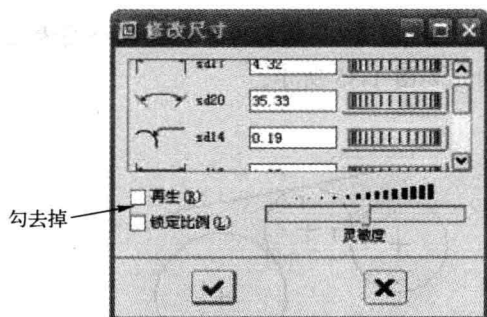


图 1-30 “修改尺寸”对话框

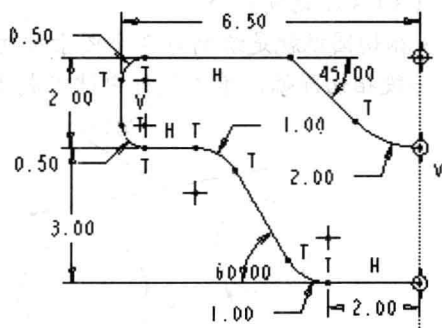


图 1-31 修改尺寸

10) 镜像图形。单击工具条中的“选择”按钮，选中图中所有要进行镜像操作的线段（选中后线段会变成红色）。或者选中一个图素后，按住〈Ctrl〉键，再单击另一图素，直到选中所有的图素。单击工具条中的“镜像”按钮，然后单击中心线，完成图形镜像，如图 1-32 所示。

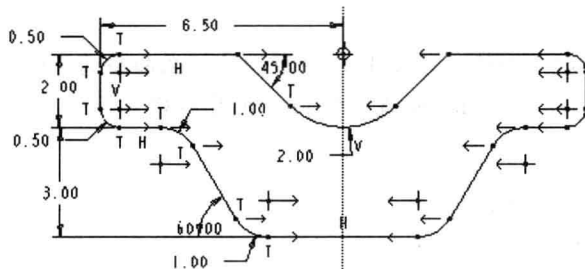


图 1-32 镜像图形

最后单击工具条中的“保存”按钮，将图形保存起来。