

零点 起航



— CAD应用软件系列教材

AutoCAD 2004



三维设计基础教程

©零点工作室 张轩 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

零点起航 —— CAD 应用软件系列教材

AutoCAD 2004 三维设计基础教程

零点工作室 张轩 等编著



机械工业出版社

本书面对的是对 AutoCAD 二维绘图具有一定了解的读者，书中主要介绍了 AutoCAD2004 中三维绘图的功能和方法。包括：二维环境下轴测图的绘制，三维绘图基础知识，三维空间点、线和面，特殊曲面，三维实体，三维操作，三维编辑，编辑三维实体的面和边，实体着色和渲染，三维实体观察，实例等内容。本书图文结合，内容精练，通俗易懂，通过实例操作引导读者轻松学会 AutoCAD2004 三维绘图。

本书可作为大中专院校工科专业的教材或工程设计人员参考书，也可以作为 AutoCAD 三维绘图的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

AutoCAD 2004 三维设计基础教程/张轩等编著. —北京：机械工业出版社，2005.1

零点起航——CAD 应用软件系列教材

ISBN 7-111-15572-6

I. A... II. 张... III. 机械设计：计算机辅助设计—应用软件，AutoCAD 2004—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 114357 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：商红云 责任印制：李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·12 印张·296 千字

定价：17.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

系列教材序言

CAD (Computer Aided Design, 即计算机辅助设计) 是技术人员利用计算机的软件、硬件系统为工具, 将设计人员思维和计算机的最佳特性结合起来, 进行工业产品设计的分析、绘图、编写技术文件等活动的总称。它是随着计算机、外围设备及其软件的发展而逐步形成的高技术领域。经过最近 40 年的发展, CAD 技术在国内外已被广泛地应用于机械、电子、航空、建筑、轻工、纺织、化工等领域。

零点起航——CAD 应用软件系列教材基础培训系列教程的出发点就是为从零开始的 CAD 初级用户提供自学和培训的教程, 这些用户包括大、中专院校教师、高校学生和工程设计人员等。整套教材由 7 本书组成:

- (1) AutoCAD 2004 机械工程绘图基础教程
- (2) AutoCAD 2004 建筑工程绘图基础教程
- (3) AutoCAD 2004 三维设计基础教程
- (4) SolidWorks 2003 三维设计基础教程
- (5) Pro/ENGINEER 2003 三维造型基础教程
- (6) UG NX 2.0 三维造型基础教程
- (7) Protel DXP 电路设计基础教程

整套教材从基础培训的角度入手, 在内容的选取和章节的设置上充分考虑了初学者的实际需要, 力求简明清晰、通俗易懂。在详细讲解软件功能和用法的同时, 引导读者练习一些针对性、实用性很强的实例, 以加深对内容的理解。在每章的最后, 都附带了一些习题, 通过对这些习题的思考和练习, 读者可以对该章所学内容有更加深刻的认识。该套教材的作者都是长期从事工程设计的专业人员, 具有丰富的实践经验, 在写作过程中融入了多年的实践经验和体会, 为初学者提出了许多有益的建议。

零点起航——CAD 应用软件系列教材中的各本书自成体系, 读者可以根据自己的实际需要选择其中的某本书。

希望这套教材对您的学习、工作和生活有所帮助。

零点工作室网站: <http://www.zerobook.net>

主编邮箱: guandianzhu@qdcnc.com

零点工作室
2004 年 6 月

前 言

自 Autodesk 公司推出 AutoCAD 绘图软件以来, AutoCAD 已经成为当今世界广为流行的绘图软件, 由于它的界面友善、操作方便、易学易用、体系结构开放和应用领域广泛等特点, 深受工程技术界的欢迎, 随着计算机技术得到了迅速的发展, CAD 技术也成为工程绘图和工程设计人员需要掌握的基础知识。

AutoCAD 是面向世界、功能丰富、有一定智能化的 CAD 平台软件, 并具有良好的三维处理能力和直观生动的三维造型环境, 使用户轻松地置身于设计过程中, 充分地提高了设计效率。

本书从实体表面和实体造型的基本功能入手, 通过许多典型实例讲述了 AutoCAD2004 三维绘图和造型的方法、技巧和功能。

全书分为 11 章。第 1 章介绍了二维环境下的轴测投影图; 第 2 章介绍了三维绘图基本知识; 第 3 章介绍了三维空间的点、线、面; 第 4 章介绍了特殊曲面; 第 5 章介绍了三维实体; 第 6 章介绍了三维操作; 第 7 章介绍了三维编辑; 第 8 章介绍了编辑三维实体的面和边; 第 9 章介绍了实体的着色和渲染; 第 10 章介绍了三维实体观察; 第 11 章介绍了实例。

本书由张轩主要编写, 另外参与编写的有管殿柱、田东、高广镇、米昶、李燕刚、田裕惠、张诚、杨爱军、张轩、孙杰、马震、李仲等。

我们力图将 AutoCAD 的强大功能, 通过具有逻辑性的编写, 完整地呈现给广大读者。由于我们的水平和经验有限, 书中难免存在不妥之处, 欢迎读者批评指正, 衷心感谢对我们的关心和厚爱。

编 者

2004 年 6 月

目 录

系列教材序言

前言

第 1 章 二维环境下的轴测投影图	1	4.8 圆环面	59
1.1 轴测图的基本知识	1	4.9 使用三维对象对话框常见特殊 曲面	60
1.2 正等轴测投影图的画法	1	4.10 四边形网格面	60
1.3 斜二轴测投影图的画法	4	4.11 利用标高、厚度生成三维曲面	61
1.4 Snap 轴测投影模式	10	4.12 小结	63
1.5 草图设置轴测投影模式	14	4.13 习题	63
1.6 正等轴测投影图中圆和圆角 的绘制	18	第 5 章 三维实体	64
1.7 小结	24	5.1 长方体	64
1.8 习题	24	5.2 球体	66
第 2 章 三维绘图基础知识	26	5.3 圆柱体	67
2.1 三维空间坐标系	26	5.4 圆锥体	69
2.2 用户坐标系	28	5.5 楔体	71
2.3 选择三维视点	38	5.6 圆环体	72
2.4 小结	41	5.7 拉伸实体	74
2.5 习题	41	5.8 旋转实体	76
第 3 章 三维空间的点、线和面	42	5.9 小结	77
3.1 三维空间的点	42	5.10 习题	77
3.2 三维空间线	43	第 6 章 三维操作	78
3.3 三维面	44	6.1 三维阵列	78
3.4 小结	51	6.2 三维镜像	79
3.5 习题	52	6.3 三维旋转	82
第 4 章 特殊曲面	53	6.4 对齐	85
4.1 长方体表面	53	6.5 小结	87
4.2 楔体表面	54	6.6 习题	87
4.3 棱锥面	55	第 7 章 三维编辑	88
4.4 圆锥面	57	7.1 倒角	88
4.5 球面	58	7.2 倒圆	91
4.6 上半球面	58	7.3 布尔运算	92
4.7 下半球面	59	7.4 剖切	95

7.5 切割	99	9.4 习题	146
7.6 干涉	101	第 10 章 三维实体观察	147
7.7 实例	102	10.1 三维动态观察器	147
7.8 小结	104	10.2 投影	159
7.9 习题	104	10.3 定义平行投影或透视视图	160
第 8 章 编辑三维实体的面和边	105	10.4 小结	165
8.1 编辑三维实体的面	105	10.5 习题	166
8.2 编辑三维实体的边	111	第 11 章 实例	167
8.3 编辑三维实体的体对象	112	11.1 实例一	167
8.4 小结	114	11.2 实例二	172
8.5 习题	114	11.3 实例三	177
第 9 章 实体的着色和渲染	115	11.4 小结	185
9.1 着色	115	11.5 习题	185
9.2 渲染三维实体	118	参考文献	186
9.3 小结	146		

第 1 章 二维环境下的轴测投影图

轴测投影图是在工程绘图中广泛采用的一种三维图形绘制方法，简称轴测图。由于轴测图是在二维环境下，同时可以反映长、宽、高三个方向的投影，因此具有直观性好、立体感强，可以直接度量等优点。在 AutoCAD 中，轴测图的绘制是模拟三维实体，并按特定视点产生的二维投影图的一种二维绘图方法。

1.1 轴测图的基本知识

轴测图是用平行投影法将立体连同确定其空间位置的直角坐标系沿不平行于任一坐标面的方向投射在单一投影面上所得到的具有立体感的投影图。根据投射方向和轴向伸缩系数的不同，本书主要介绍下列二种常用轴测图的表达方法。

- 正等轴测投影图。
- 斜二等轴测投影图。

1.2 正等轴测投影图的画法

正等轴测图的空间直角坐标系的三个坐标轴与轴测投影面的倾角都为 $35^{\circ} 16'$ ，坐标轴的投影称为轴测轴，三个坐标轴的投影分别称为 X_1 、 Y_1 、 Z_1 轴，轴测轴之间的夹角称为轴间角。正等轴测图的轴间角同为 120° ；三个轴测轴的轴向伸缩系数为 $p=q=r=1$ ，如图 1-1 所示。

提示： X_1 轴的轴向伸缩系数为 p ， Y_1 轴的轴向伸缩系数为 q ， Z_1 轴的轴向伸缩系数为 r 。

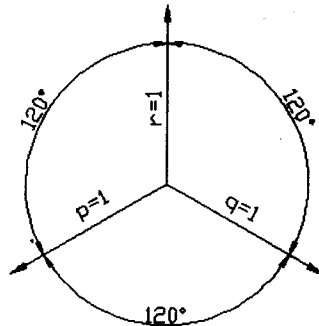


图 1-1 正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数

例 1-1 根据图 1-2 所绘的三视图及尺寸，画出正等轴测图。

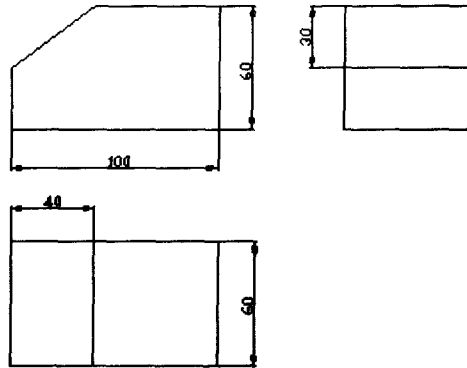



图 1-2 三视图图例

说明：在本书绘图步骤中符号“↵”表示按回车键 ENTER。

绘图步骤：

(1) 单击【绘图】工具条【直线】命令按钮，执行绘直线命令，命令行提示：

命令：_line 指定第一点：

光标放置适当位置，单击鼠标左键，确定第一点。

指定下一点或[放弃 (U)]：@0, -30↵

指定下一点或[放弃 (U)]：@120 < 30↵

指定下一点或[闭合 (C) /放弃 (U)]：@0, 60↵

指定下一点或[闭合 (C) /放弃 (U)]：@90 < 210↵

指定下一点或[闭合 (C) /放弃 (U)]：C↵ 结束，如图

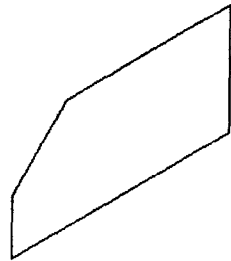


图 1-3 绘制立体前表面

1-3 所示。

(2) 回车重复绘【直线】命令，命令行提示：

命令：LINE 指定第一点：

指定下一点或[放弃 (U)]：@60 < 150↵

指定下一点或[放弃 (U)]：↵

自动捕捉右上方的角点，如图 1-4 所示，然后单击鼠标左键，确定第一点。

结束直线命令，如图 1-5 所示。

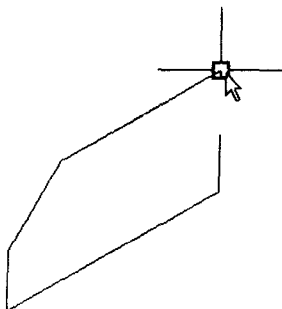


图 1-4 自动捕捉右上角点

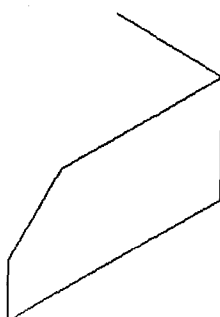



图 1-5 绘制 Y 方向直线

(3) 单击【修改】工具条中【复制对象】命令按钮，命令行提示：

命令：_copy

选择对象：

将拾取框移至 Y 方向直线处，单击鼠标左键，直线变为虚线，选中对象如图 1-6 所示。

选择对象：✓

指定基点或位移，或者[重复(M)]: M✓

指基点：

捕捉 Y 方向直线的前端点作为基点，单击鼠标左键确定，如图 1-7 所示。

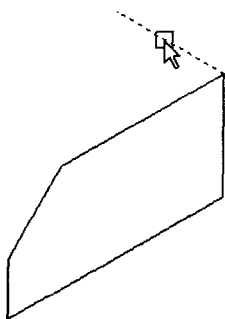


图 1-6 选择复制对象

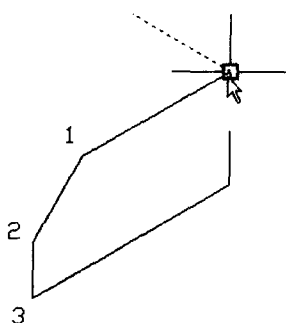


图 1-7 确定基点

指定位移的第二点或<用第一点作位移>:

指定位移的第二点或<用第一点作位移>:

指定位移的第二点或<用第一点作位移>:


指定位移的第二点或<用第一点作位移>: ✓

捕捉图 1-7 中的 1 点后单击鼠标左键。

捕捉图 1-7 中的 2 点后单击鼠标左键。

捕捉图 1-7 中的 3 点后单击鼠标左键。

结束，如图 1-8 所示。

(4) 单击【绘图】工具条中【直线】命令按钮，执行绘直线命令，命令行提示：

命令：_line 指定第一点：

指定下一点或[放弃(U)]:

指定下一点或[放弃(U)]:

指定下一点或[闭点(C)/放弃(U)]:

指定下一点或[闭点(C)/放弃(U)]: ✓

捕捉图 1-8 中 A 点，单击鼠标左键。

捕捉图 1-8 中 B 点，单击鼠标左键。

捕捉图 1-8 中 C 点，单击鼠标左键。

捕捉图 1-8 中 D 点，单击鼠标左键。

结束直线命令，如图 1-9 所示。

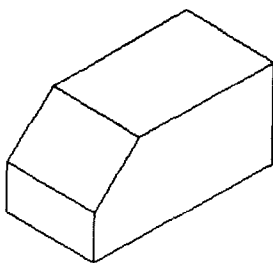


图 1-8 复制直线

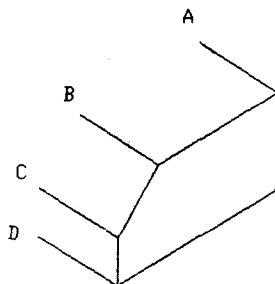


图 1-9 完成轴测图

1.3 斜二轴测投影图的画法

斜二轴测投影图的 X_1 轴与 Z_1 轴的轴间角为 90° ， X_1 轴与 Y_1 轴的轴间角为 135° ， Y_1 轴与 Z_1 轴的轴间角为 135° ， X_1 轴与 Z_1 轴的轴向伸缩系数为 $p=r=1$ ， Y_1 轴的轴向伸缩系数为 $q=0.5$ ，如图 1-10 所示。

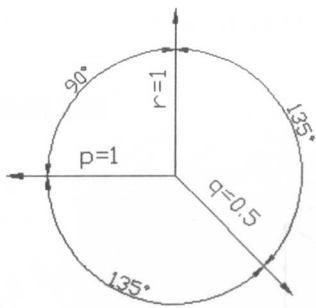


图 1-10 斜二轴测图的轴间角和轴向伸缩系数

例 1-2 根据图 1-11 所给尺寸，绘出支架的斜二轴测图。

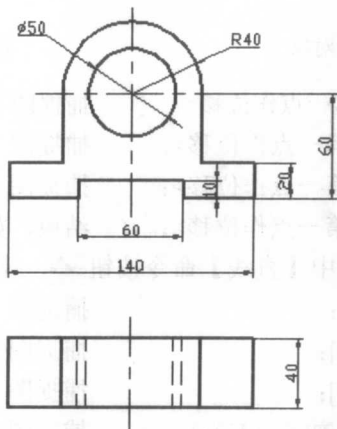


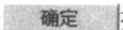



图 1-11 支架

绘图步骤：

(1) 单击【图层】工具栏内【图层特性管理器】命令按钮，弹出【图层特性管理器】对话框。

(2) 单击  按钮，建立轮廓线层，名称为 con，颜色为白色，线型为 Continuous，建立中心线层，名称为 cen，线型为 CENTER2。

(3) 单击  按钮，返回绘图窗口。

(4) 按下状态栏内  按钮，打开正交功能。

(5) 在 cen 层下，单击【绘图】工具条中【直线】命令按钮，执行画直线命令。命令行提示：

命令: `_line` 指定第一点:

指定下一点或[放弃 (U)]: 100 ✓

指定下一点或[放弃 (U)]: ✓

(6) 回车重复画直线的命令。命令行提示:

命令: `LINE` 指定第一点: 50 ✓

指定下一点或【放弃 (U)】: 120 ✓

指定下一点或【放弃 (U)】: ✓

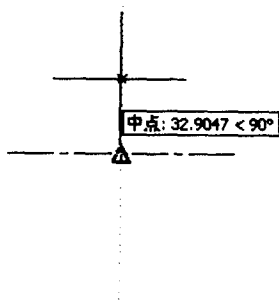


图 1-12 追踪中心点

将十字光标放置适当位置单击鼠标左键, 确定第一点位置。

将十字光标移至第一点的右侧, 确定所绘制直线的方向, 键入 100, 然后回车。画出水平点画线。

利用【对象追踪】功能, 捕捉水平点画线中心点, 向上移动十字光标, 显示虚线后键入 50, 然后回车, 确定第一点, 如图 1-12 所示。

向下移动十字光标, 确定所绘直线方向, 回车。

画出竖直方向点画线, 结束中心线绘制, 如图 1-13 所示。

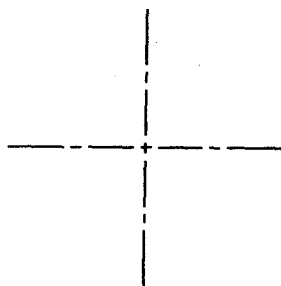



图 1-13 绘制中心线

(7) 选择 `con` 层, 单击【绘图】工具条中【圆】命令按钮, 执行绘圆命令。命令行提示:

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P) / 两点 (2P) / 相切、相切、半径 (T)]:

捕捉图 1-13 所示两条点画线的交点作为圆心, 出现标志 \times 后单击鼠标左键, 确定圆心。

指定圆的半径或【直径 (D)】: 25 ✓

绘出直径 $\Phi 50$ 的圆, 如图 1-14 所示。



(8) 回车重复画圆命令, 命令行提示:

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P) / 两点 (2P) / 相切、相切、半径 (T)]:

捕捉图 1-13 所示两条点画线的交点作为圆心, 出现标志 \times 后单击鼠标左键, 确定圆心。

指定圆的半径或【直径 (D)】: 40 ✓

绘出 R40 的圆, 如图 1-14 所示。

(9) 单击【绘图】工具条中【直线】命令按钮, 再单击【对象捕捉】工具条中【捕捉自】命令按钮。命令行提示:

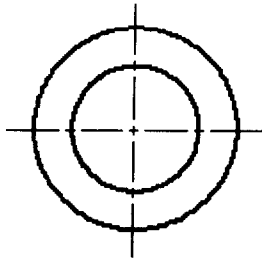


图 1-14 绘出 $\phi 50$ 、 $R40$ 的两同心圆

命令: `_line` 指定第一点: `_from` 基点: 捕捉两个同心圆的圆心为基点, 如图 1-15a 所示。

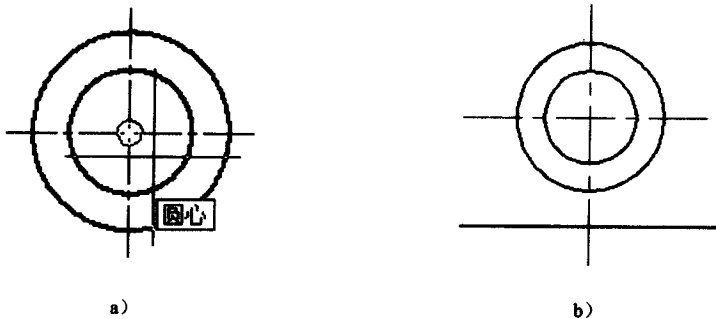



图 1-15 捕捉圆心为基点

`cen` 与<偏移>: `@-70, -60` ✓ 确定第一点。
 指定下一点或【放弃 (U)】: `140` ✓ 十字光标移至第一点的右侧绘出水平方向直线, 如图 1-15b 所示。
 指定下一点或【放弃 (U)】: ✓ 结束命令。

(10) 单击【修改】工具条中【偏移】命令按钮, 执行偏移命令。命令行提示:

命令: `_offset`
 指定偏移距离或[通过 (T)]: `<1.0000>: 10` ✓
 选择要偏移的对象或[退出]: 选择长 140 的水平直线。
 指定点以确定偏移所在一侧: 十字光标移至水平直线上方, 然后单击鼠标左键, 绘出另一条水平直线, 如图 1-16a 所示。
 选择要偏移的对象或[退出]: ✓ 结束命令。

(11) 回车重复【偏移】命令。命令行提示:

命令: `OFFSET`
 指定偏移距离或[通过 (T)]: `<10.0000>: 20` ✓
 选择要偏移的对象或[退出]: 选择长 140 的水平直线。
 指定点以确定偏移所在一侧: 十字光标移至水平直线上方, 然后单击

选择要偏移的对象或〈退出〉: ✓

(12) 回车重复【偏移】命令。命令行提示:

命令: OFFSET

指定偏移距离或[通过 (T)] < 20.0000 > : 30 ✓

选择要偏移的对象或〈退出〉:

指定点以确定偏移所在一侧:

选择要偏移的对象或〈退出〉:

指定点以确定偏移所在一侧:

选择要偏移的对象或〈退出〉: ✓

鼠标左键, 绘出另一条水平直线, 如图 1-16b 所示。

结束命令。

选择竖直的中心线。

十字光标移至中心线的左侧, 单击鼠标左键, 绘出另一条直线, 如图 1-16b 所示。

选择竖直的中心线。

十字光标移至中心线的右侧, 单击鼠标左键, 绘出另一条直线, 如图 1-16b 所示。

结束命令。

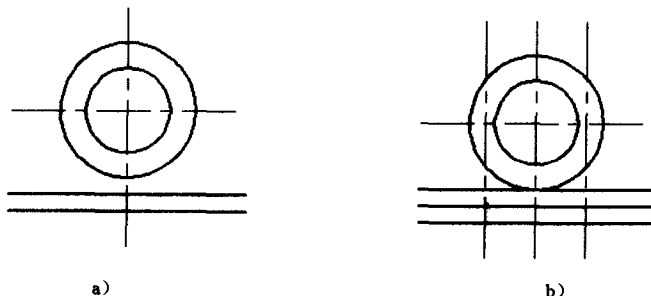



图 1-16 偏移轮廓线

(13) 单击【绘图】工具条中【直线】命令按钮, 执行画直线命令。命令行提示:

命令: _line 指定第一点:

捕捉 A 点为第一点。

指定下一点或[放弃 (U)]: 40 ✓

光标移至下方, 绘出直线 AB。

指定下一点或[放弃 (U)]: ✓

结束命令, 如图 1-17 所示。

(14) 回车重复【直线】命令。命令行提示:

命令: LINE 指定第一点:

捕捉 C 点为第一点。


指定下一点或[放弃 (U)]: 40 ✓

光标移至下方, 绘出直线 CD。

指定下一点或[放弃 (U)]: ✓

结束命令, 如图 1-17 所示。

(15) 回车重复【直线】命令。使用【对象捕捉】工具条中【捕捉到端点】功能, 捕捉 E 点、F 点绘直线 EF, 捕捉 G 点、H 点绘直线 GH, 如图 1-17 所示。

(16) 单击【修改】工具条中【修剪】命令按钮。命令行提示:

命令: _trim

当前设置: 投影=UCS, 边=无

选择剪切边...

选择对象

框选全部图形。

选择对象: ✓

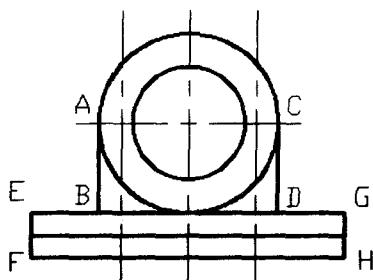


图 1-17 绘制轮廓线

选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象，或 [投影 (P) / 边 (E) / 放弃 (U)]: 将图形剪切为图 1-18 所示，回车结束命令。

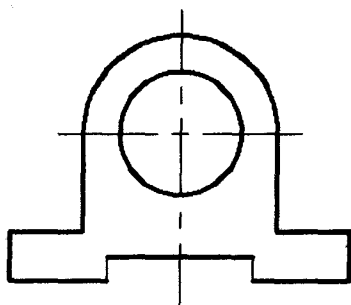



图 1-18 剪切图形

(17) 单击【标准】工具条中【特性匹配】按钮。命令行提示：

命令: '_matchprop

选择源对象:

选择 con 层所绘制的任何线型。

当前活动设置: 颜色 图层 线型 线型比例 线宽 厚度 打印样式 文字 标注 填充图案 多段线 视口

选择目标对象或[设置 (S)]:

选中被左右偏移的中心线，将 cen 层的线改为 con 层的线，如图 1-19 所示，回车结束命令。

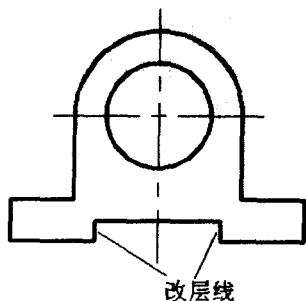



图 1-19 改层

(18) 单击【修改】工具条中【复制对象】命令按钮, 执行【复制对象】命令。命令行提示:

命令: `_copy`

选择对象: 指定对角点:

框选全部图形。

选择对象:

指定基点或位移, 或者[重复 (M)]:

捕捉圆心, 如图 1-20 所示。

指定位移的第二点或〈用第一点作位移〉: `@20<135°`

结束命令, 如图 1-21 所示。

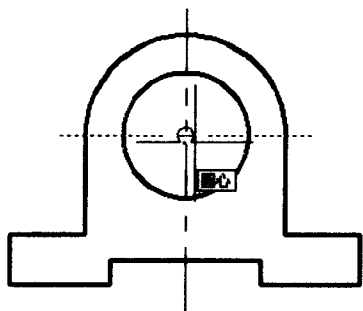


图 1-20 捕捉圆心

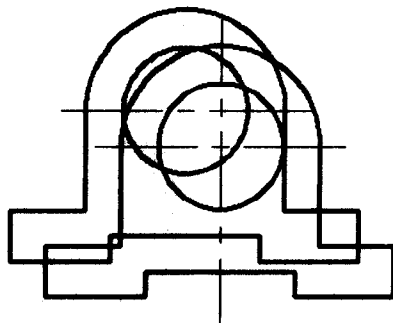



图 1-21 复制对象


(19) 单击【绘图】工具条中【直线】命令按钮, 执行绘直线命令。命令行提示:

命令: `_line` 指定第一点: 捕捉 B 点。

指定下一点或[放弃 (U)]: 捕捉 B₁ 点, 绘出直线 BB₁, 如图 1-22 所示。

指定下一点或[放弃 (U)]: 结束命令。

(20) 重复 (19) 作图步骤, 绘出直线 EE₁、FF₁、GG₁、II₁, 如图 1-22 所示。

(21) 重复【直线】命令, 单击【对象捕捉】工具条中【捕捉到切点】命令按钮, 命令行提示:

命令: `LINE` 指定第一点: 捕捉 M 点, 如图 1-22 所示。

指定下一点或[放弃 (U)]: 捕捉 M₁ 点, 绘直线 MM₁, 如图 1-22 所示。

(22) 单击【修改】工具条中【修剪】命令按钮, 执行修剪命令。命令行提示:

命令: `_trim`

当前设置: 投影=UCS, 边=无

选择剪切边...

选择对象:

框选全部图形。

选择对象:

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [投影 (P) / 边 (E) / 放弃 (U)]: 修剪掉被遮挡的图线, 回车结束命令, 如图 1-22 所示。

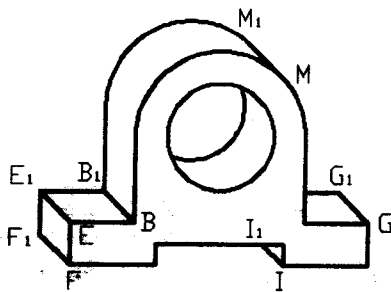


图 1-22 支架斜二轴测图

1.4 Snap 轴测投影模式

轴测投影模式可以有效地建立表达三维物体的二维图形。前面已经讲过，轴测图形不是真正的三维图形。

1.4.1 Snap 命令的操作步骤

(1) 命令: Snap 。

(2) 指定捕捉间距或[开 (ON) /关 (OFF) /纵横向间距 (A) /旋转 (R) /样式 (S) /类型 (T)] <10.0000 >: S 。

1) 指定捕捉间距 根据需要键入捕捉间距值激活捕捉模式，默认值为 10。

2) 开 (ON) 使用当前的捕捉栅格来激活捕捉模式。

3) 关 (OFF) 关闭捕捉模式。

4) 纵横向间距 (A) 设置 X 轴和 Y 轴的捕捉间距，并激活捕捉模式。

5) 旋转 (R) 设置栅格和捕捉角度。

6) 类型 (T) 设置捕捉类型。

(3) 输入栅格类型[标准 (S) /等轴测 (I)] <S >: I 。

(4) 指定垂直间距 <10.0000 >:

轴测投影模式设置完成，如图 1-23 所示。

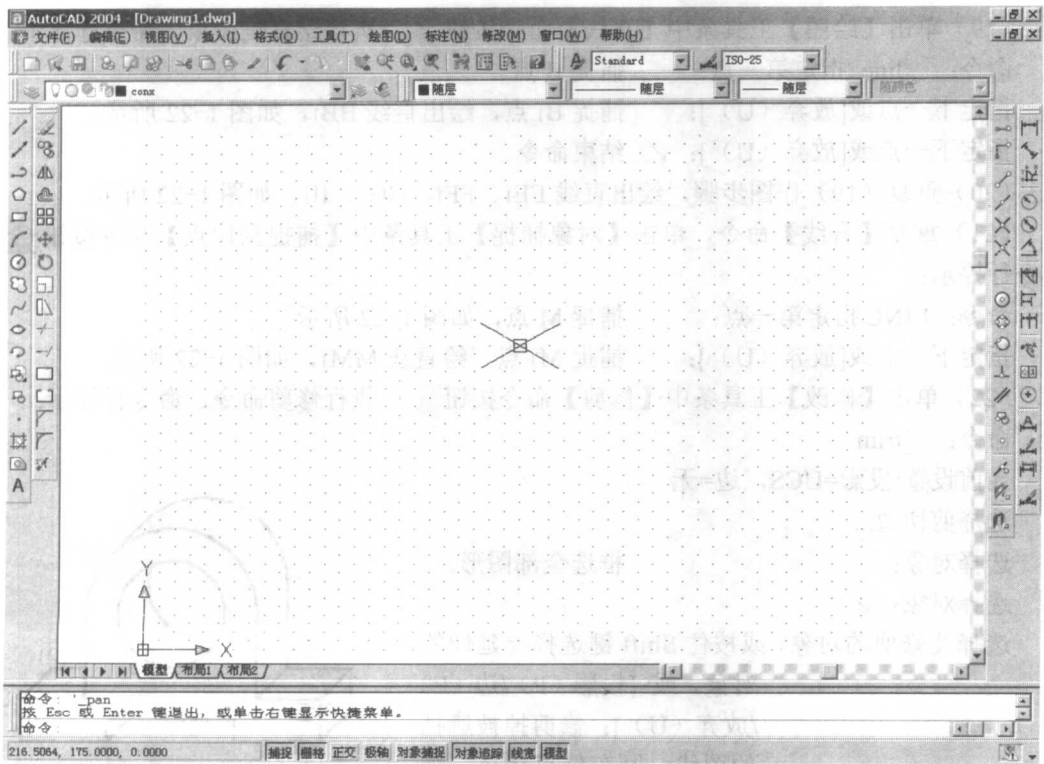


图 1-23 轴测投影模式的设置