



中等职业学校教学用书(机电技术专业)

CAD/CAM 项目式实训教程

黄诚驹 主编

刘晓芬 张方阳 副主编

本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校教学用书（机电技术专业）

CAD/CAM 项目式实训教程

黄诚驹 主编

刘晓芬 副主编
张方阳

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是一本实训特色突出的、专业技能培养课程的中职教材。教材编写紧扣 CAD/CAM 职业岗位的工作要求,突出专项职业应用技能培养,以项目实训的方式探索现代中职教育形式,可作为职业院校数控、机械专业 CAD/CAM 综合专业技能实训教材,也可作为数控、机械专业工程技术人员的参考用书。全书共分为两大部分 7 个项目,第一部分为 AutoCAD 2006 版的平面图绘制和零件、装配图绘制;第二部分为 MasterCAM 9.1 版的图形绘制、零件构建和刀路编制及数控程序后置处理。7 个项目分别是:平面图形绘制的技能实训,零件图、装配图绘制的技能实训,基于 MasterCAM 构建技术的应用技能实训, MasterCAM 二维零件构建与加工的应用技能实训, MasterCAM 刀具路径编辑与加工的应用技能实训, MasterCAM 三维零件构建与加工的应用技能实训, MasterCAM 零件构建与投影加工的应用技能实训。

本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案及习题答案),详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 项目式实训教程/黄诚驹主编. —北京:电子工业出版社, 2007.8

中等职业学校教学用书. 机电技术专业

ISBN 978-7-121-04435-9

I. C… II. 黄… III. ① 计算机辅助设计—专业学校—教材 ② 计算机辅助制造—专业学校—教材
IV. TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 129818 号

策划编辑:白楠

责任编辑:宋兆武 徐萍

印刷:北京牛山世兴印刷厂

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:371.2 千字

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

印数:4 000 册 定价:21.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@sphci.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@sphci.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

中等职业学校教材工作领导小组

主任委员：陈 伟 信息产业部信息化推进司司长

副主任委员：辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长

李雅玲 信息产业部人事司处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

马 斌 江苏省教育厅职社处处长

黄才华 河南省职业技术教育教学研究室主任

苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任

王传臣 电子工业出版社副社长

委 员：（排名不分先后）

唐国庆 湖南省教科院

张志强 黑龙江省教育厅职成教处

李 刚 天津市教委职成教处

王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处

常晓宝 山西省教育厅职成教处

刘 晶 河北省教育厅职成教处

王社光 陕西省教育科学研究所

吴 蕊 四川省教育厅职成教处

左其琨 安徽省教育厅职成教处

陈观诚 福建省职业技术教育中心

邓 弘 江西省教育厅职成教处

姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心

李栋学 广西壮族自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室

谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部

安尼瓦尔·吾斯曼 新疆维吾尔自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李 影 电子工业出版社

副秘书长：柴 灿 电子工业出版社

前言



计算机辅助设计和辅助制造 (CAD/CAM) 是一门新型的应用技术, 随着现代制造技术的发展, 这门技术已经得到越来越普遍的应用, 工程技术人员掌握这门技术已经变得越来越重要。

西方发达国家迅速推进现代化进程的一个经验, 即是重视了新技术的推广应用, 而有效的职业教育体制, 是其推广应用新技术的重要途径。学习它们的先进经验, 建立现代化的职教体系, 包括不同层次的职教学校, 相应的师资、适宜的教材等都成为中国现代化进程中的迫切问题。本书力图适应当前中国社会的这种发展需要, 争取成为一本具有中等职业技术教育特色的教材。

在实际操作中学习软件的使用, 无疑是最直接、最有效的方式。基于这样的认识, 让读者在练习中去学习, 是贯穿本书的一条主线, 也是本书所反映出来的中等职业教育特色。本书密切联系机械工程实际应用的需求, 结合中职数控、机电、CAD/CAM 专业课程改革的发展趋势, 在编写上突出项目式实训的特点, 力图将职业岗位上的工作要求融合到专项技能的训练中。项目式教学是以工作过程和工作任务为项目来组织教学的一种形式。该教学过程以任务引领的方式, 在几乎真实的工作情景中完成教学任务。这种教学方式的优势在于可以激发学生的学习兴趣, 提升学生的学习动机, 为新知识提供载体。更重要的是, 学生处于完全贴近企业的职业岗位的培养过程中, 能保证以后更适应职业岗位的工作要求。全书在编写上采用以一个单项的 CAD/CAM 操作技能为一个实训项目, 共分为两大部分 7 个项目。

本书的创作队伍如下: 武汉职业技术学院副教授黄诚驹撰写项目 3, 武汉市第二轻工业学校高级讲师刘晓芬撰写项目 1、项目 2, 广东顺德梁球琚中学讲师张方阳撰写项目 4、项目 5、项目 6 和项目 7; 武汉职业技术学院副教授黄诚驹负责全书的统稿工作; 华中科技大学林奕鸿教授担任本书主审。武汉职业技术学院继续教育学院 Pro/E 主讲教师罗俊岭、李旭均为本书的编写提供了大量宝贵的原始素材, 在此谨对他们的大力支持表示万分的感谢。

本书打破了原有同类教材的理论体系, 以适合项目式训练的要求为目的, 以实用的相关知识点构建了新的编写单元, 将理论知识融于实践中, 充分实现“做中学”; 将机械专业的 CAD/CAM 职业能力融合于实训式的课程项目中, 以学生愿意接受的方式来教授和指导学生学习, 最后形成一本颇具职教特色的教材。编者相信, 本书可为在我国实施项目式教学的实践做出有益的探索, 并成为配合职教改革的一本创新教材。

由于作者水平有限加上成书仓促, 书中纰漏和不妥在所难免, 对此敬请读者指正和谅解。

为了方便教师教学, 本书还配有教学指南、电子教案和习题答案 (电子版)。请有此需要的教师登录华信教育资源网 (www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn) 免费注册后再进行下载, 有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系 (E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

编者

2007 年 7 月



目 录



项目 1 平面图形绘制的技能实训	1
第 1 单元 轴零件图的绘制	2
1.1.1 要点提示	2
1.1.2 操作步骤	2
第 2 单元 五角星的绘制	14
1.2.1 实训说明	14
1.2.2 要点提示	14
1.2.3 操作流程圖	14
1.2.4 操作步骤	15
第 3 单元 粗糙度的绘制	19
1.3.1 实训说明	19
1.3.2 要点提示	20
1.3.3 操作流程圖	20
1.3.4 操作步骤	21
第 4 单元 图框、标题栏绘制及保存成样板图文件	25
1.4.1 实训说明	25
1.4.2 要点提示	26
1.4.3 操作流程圖	26
1.4.4 操作步骤	27
第 5 单元 虎头钩的绘制	35
1.5.1 实训说明	35
1.5.2 要点提示	35
1.5.3 操作流程圖	35
1.5.4 操作步骤	36
第 6 单元 块操作	39
1.6.1 实训说明	39
1.6.2 要点提示	39
1.6.3 操作流程圖	39
1.6.4 操作步骤	40
练习 1	43
项目 2 零件图、装配图绘制的技能实训	45
第 1 单元 轴类零件图的绘制	45

2.1.1	实训说明	45
2.1.2	要点提示	46
2.1.3	操作流程图	46
2.1.4	操作步骤	47
第2单元	盘盖类零件图的绘制	63
2.2.1	实训说明	63
2.2.2	要点提示	64
2.2.3	操作流程图	64
2.2.4	操作步骤	64
第3单元	叉架类零件图的绘制	70
2.3.1	实训说明	72
2.3.2	要点提示	72
2.3.3	操作流程图	72
2.3.4	操作步骤	72
第4单元	装配图的绘制	76
2.4.1	实训说明	76
2.4.2	要点提示	76
2.4.3	操作流程图	77
2.4.4	操作步骤	77
练习2		90
项目3	基于 MasterCAM 构建技术的应用技能实训	93
第1单元	基础实训	94
3.1.1	绘对称花冠	94
3.1.2	滑槽连接片构建	96
3.1.3	滑块 3D 线框架构建	98
第2单元	典型曲面构建实训	100
3.2.1	构建举升曲面	101
3.2.2	构建直纹和扫描曲面	101
3.2.3	构建扫描曲面 2	102
3.2.4	构建扫描曲面 3	103
3.2.5	构建墨水瓶	103
3.2.6	构建肥皂盒昆虫式曲面	105
3.2.7	构建棱台 8 片曲面	106
3.2.8	构建心形曲面	109
第3单元	实物构建综合应用范例——手提箱把手的测绘、构建	111
3.3.1	把手长宽尺寸测量与构建	111
3.3.2	转角相关尺寸测量与构建	111
3.3.3	凸凹部分相关尺寸测量与构建	112
3.3.4	假想轮廓尺寸测量与构建	114

3.3.5 手柄厚度尺寸测量与构建	114
3.3.6 装配柱销测量与构建	122
练习 3	123
项目 4 MasterCAM 二维零件构建与加工的应用技能实训	124
第 1 单元 零件结构分析与零件实物构建	124
4.1.1 底座构建	125
4.1.2 构造凸台	126
4.1.3 生成键槽、环形槽	129
4.1.4 生成环形孔	131
第 2 单元 零件工艺分析与二维平面加工	133
4.2.1 零件的工艺设计	133
4.2.2 铣削工件上顶面和粗加工凸台外形	133
4.2.3 粗加工键槽和环形槽	138
4.2.4 精加工键槽、环形槽和凸台外形	141
4.2.5 钻削 6 个孔	145
第 3 单元 实体切削验证和生成程序	146
4.3.1 实体切削验证	146
4.3.2 程序	148
练习 4	149
项目 5 MasterCAM 刀具路径编辑与加工的应用技能实训	151
第 1 单元 表带模成型零件	151
5.1.1 零件结构分析及零件实物构建	151
5.1.2 零件工艺设计及刀具路径编辑与加工	156
5.1.3 实体切削验证和生成程序	167
第 2 单元 对称零件	169
5.2.1 零件结构分析及零件实物构建	169
5.2.2 零件工艺设计及二维平面加工	172
5.2.3 实体切削验证和生成程序	176
练习 5	178
项目 6 MasterCAM 三维零件构建与加工的应用技能实训	180
第 1 单元 零件结构分析与零件实物构建	180
6.1.1 构造球面底座	181
6.1.2 构造球面梯形凸起	182
6.1.3 生成按钮	185
第 2 单元 零件工艺设计与三维立体加工	186
6.2.1 零件的工艺设计	186
6.2.2 粗加工工件外形和曲面、半精加工曲面	187
6.2.3 精加工工件外形	191
6.2.4 精加工曲面	193

第3单元 实体切削验证和生成程序	194
6.3.1 实体切削验证	194
6.3.2 程序	196
练习6	196
项目7 MasterCAM 零件构建与投影加工的应用技能实训	198
第1单元 零件结构分析与零件实物构建	198
7.1.1 构造零件基础主体	199
7.1.2 倒圆角	203
7.1.3 生成平面曲线	204
7.1.4 投影生成曲面曲线	208
第2单元 零件工艺设计及三维曲面加工和曲面投影加工	209
7.2.1 零件的工艺设计	209
7.2.2 粗加工工件外形和曲面	209
7.2.3 精加工工件外形	214
7.2.4 精加工曲面	215
7.2.5 投影加工	217
第3单元 实体切削验证和生成程序	220
7.3.1 实体切削验证	220
7.3.2 程序	221
练习7	221

项目 1 平面图形绘制的技能实训



项目目的

使学员熟悉 AutoCAD 工作界面中的各部分内容,掌握 AutoCAD 绘图的一般过程及常用命令。本项目引导学员完成零件平面图的绘制练习,为下一项目的学习奠定基础。



项目内容

本项目以 AutoCAD 2006 版为构建工作平台,通过绘制一个简单零件完整的平面图,使学员对 AutoCAD 软件的运用有一个总体认识,让学员快速入门;通过其他 5 个实训范例,使学员掌握 AutoCAD 绘图的一般过程及常用命令。本项目设有 6 个教学单元,推荐课时为 16 课时,主要包括:

- AutoCAD 2006 的工作界面;
- 平面图绘制的一般过程;
- 工作环境及常用工具的设置方法和步骤;
- 图层的设置;
- 绘图工具、图形编辑工具及尺寸标注工具;
- 保存为样板文件的方法;
- 块操作。



约定

为了便于初学者按实训项目操作,出现在项目 1 与项目 2 中有关操作描述的约定如下。

(1) 所有屏幕项,如菜单名、命令名、对话框名、标签名、按钮名等均用“ ”引起来以示区分。

(2) 文中“单击”是指按下鼠标左键,“双击”是指连接两下鼠标左键,“右击”是指按一下鼠标右键,“输入”是指用键盘输入数字、字母或符号等。

(3) 常用激活命令的方法有三种,在文中的描述如下。

例如,激活“直线”命令。

① 菜单方式:单击“绘图”→“直线”,显示的命令行如下。

② 图标方式:单击“绘制”工具栏中的“圆”图标,显示的命令行如下。

③ 输入命令方式:在命令窗口输入“Line”或“L”回车,显示的命令行如下。

◆ 命令窗口中的操作描述如下。



每行最后一个冒号之前的
华文仿宋文字表示命令窗
口中的命令提示

每行最后一个冒号之后的
华文仿宋文字表示用键盘输入
数字、字母或符号等

圆括号中的黑体文
字表示鼠标或键盘操作

命令: `_line` 指定第一点:

指定下一点或 [放弃(U)]: `@0,100`

指定下一点或 [放弃(U)]:

(单击圆心, 即捕捉圆心)

(按 Enter 键)

(按 Enter 键)

◆ (按 Enter 键) = (回车)。



注意

操作过程中一定要常常注意命令窗口中的提示。

第1单元 轴零件图的绘制

1.1.1 要点提示

根据图 1.1 所示轴零件的上下对称图形特点, 可先绘制一半的图形, 再用“镜像”命令完成全图。

使用命令: 直线、多段线、镜像、图案填充、标注等。

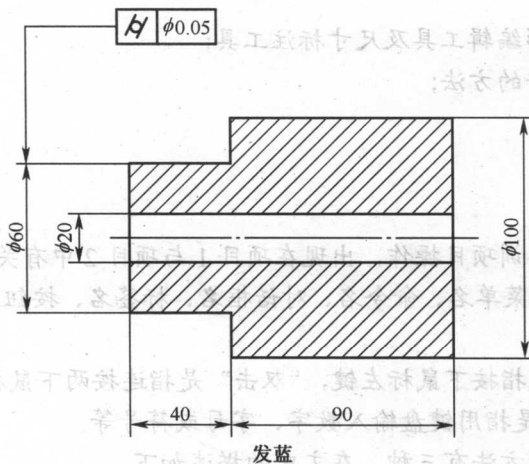


图 1.1 轴零件平面图

1.1.2 操作步骤

1. 绘图预设及流程 (流程参见图 1.2)

- 1) 建立工作环境 (图形界限、缩放、捕捉等)
- 2) 对象特性预定义 (设置图层)



3) 绘图

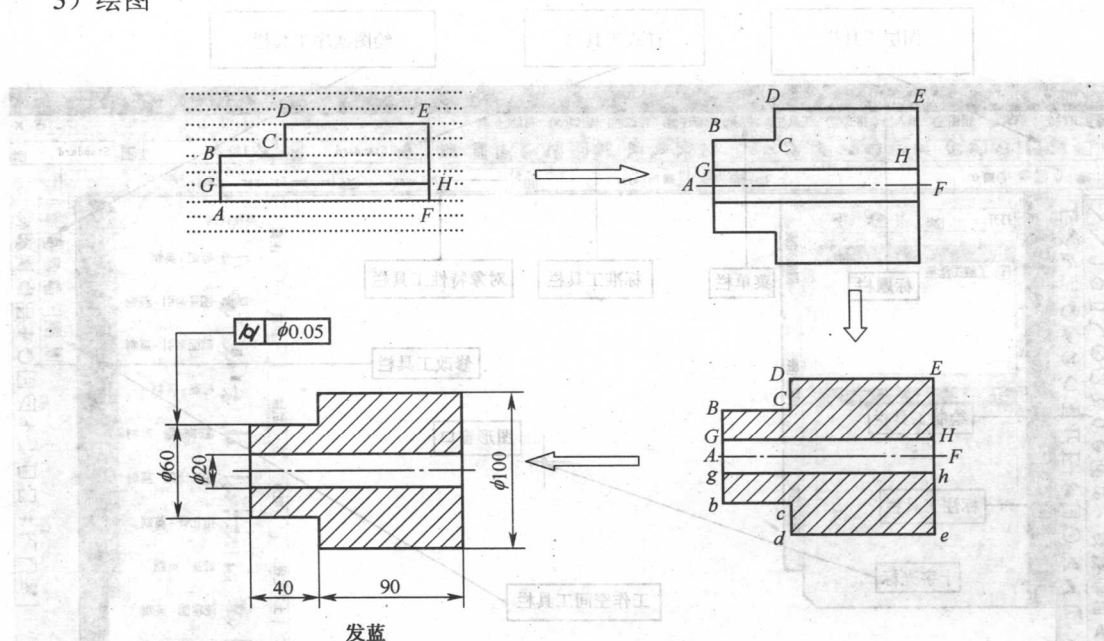


图 1.2 流程图

- 4) 剖面的图案填充
- 5) 尺寸、工程符号及文字的标注

2. 详细步骤

1) 建立工作环境

双击桌面上的 AutoCAD 2006 图标 ，启动 AutoCAD 2006，进入 AutoCAD 2006 中文版工作界面，如图 1.3 所示。

 AutoCAD 2006 的工作界面的组成如下。

- ① 标题栏。
- ② 菜单栏。
- ③ 图形窗口。
- ④ 工具栏。

包括标准工具栏、对象特性工具栏、绘制工具栏、修改工具栏和标注工具栏等。

- ⑤ 命令窗口。
- ⑥ 状态栏。

 为扩大绘图区域，一般将“图纸集管理器”、“工具选项板”关闭。需要时再将其调出。

调出方法：单击“工具”→“图纸集管理器”；单击“工具”→“工具选项板”。

(1) 图形界限设置

在菜单栏中单击“格式”→“图形界限”，如图 1.4 所示，命令行的显示如下。

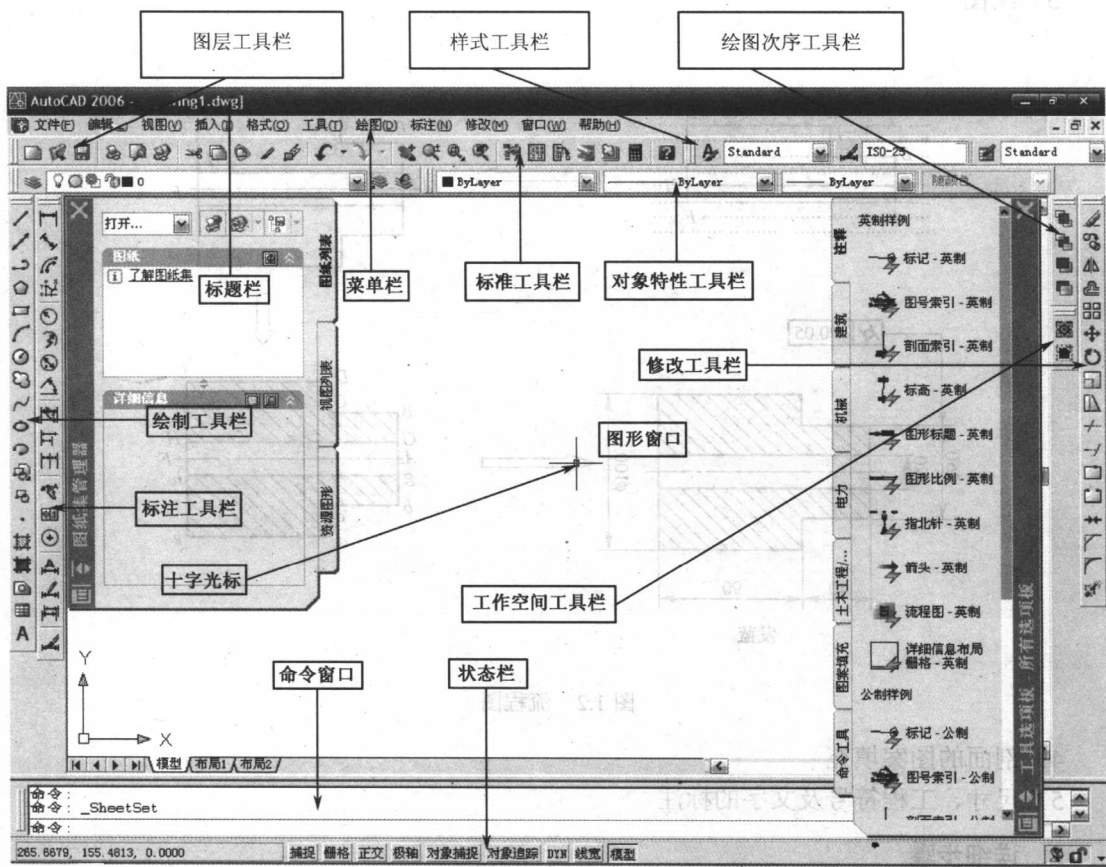


图 1.3 AutoCAD 2006 的工作界面

命令: '_limits'

重新设置模型空间界限:

指定左下角点或 [开(ON)/关(OFF)] <0.0000,0.0000>: (按Enter 键)

指定右上角点 <420.0000,297.0000>: 210,297 (按 Enter 键)

(2) 缩放

在菜单栏中单击“视图”→“缩放”→“全部”。单击状态栏中的“栅格”按钮，显示图形界限区域。

(3) 捕捉

右击状态栏中的“对象捕捉”按钮→弹出的快捷菜单中单击“设置”选项→弹出的“草图设置”对话框中单击“对象捕捉”选项卡→“对象捕捉”选项卡中选择“端点”、“圆心”、“交点”复选框,如图 1.5 所示→单击“确定”按钮。

2) 设置图层

在“图层”工具栏中单击“图层特性管理器”图标，弹出“图层特性管理器”对话框，单击“新建图层”图标6次，建立6个图层。



(1) 设置颜色

单击每层与颜色栏交叉对应方块图形■，可设置图层颜色，将图层1、2、3、4、5分别设置为“红”、“黄”、“绿”、“品红”、“蓝”色。

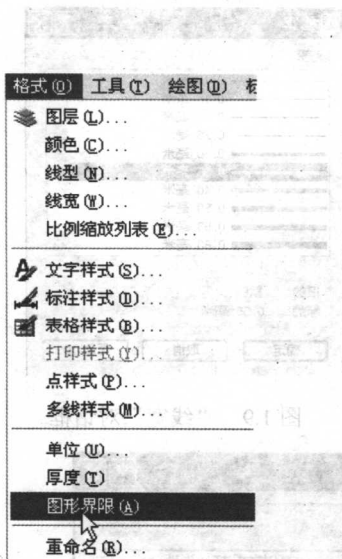


图 1.4 图形界限设置

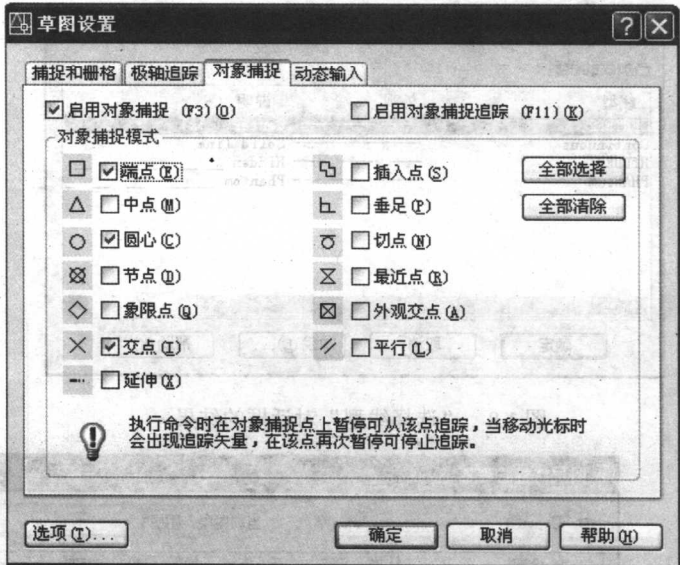


图 1.5 “草图设置”对话框

(2) 设置线型

单击每层与线型栏交叉对应方块图形■，设置图层的线型，将图层1、2、3分别设置为“CENTER2”、“HIDDEN”、“PHANTOM”线型。单击图层1对应方块图形■，弹出“选择线型”对话框，如图1.6所示→单击“加载”按钮，弹出“加载或重载线型”对话框，如图1.7所示→单击“CENTER2”→按下Ctrl键的同时，单击“HIDDEN”、“PHANTOM”线型选项→单击“确定”按钮→返回“选择线型”对话框→单击“CENTER2”，如图1.8所示→单击“确定”按钮，返回“图层特性管理器”对话框→单击图层2的线型，弹出“选择线型”对话框→单击“HIDDEN”→单击“确定”按钮。

重复上述过程设置图层3的线型。

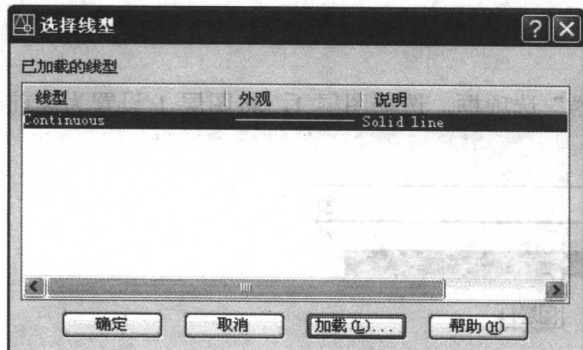


图 1.6 “选择线型”对话框

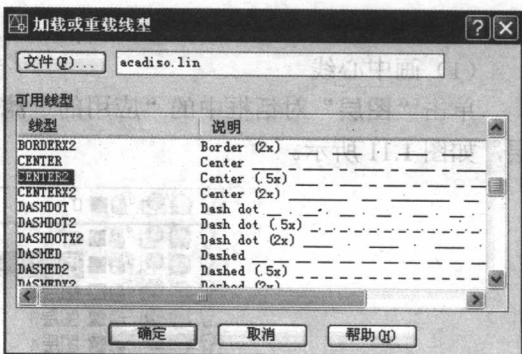


图 1.7 “加载或重载线型”对话框



(3) 设置线宽

单击图层 6 的线宽, 弹出“线宽”对话框, 如图 1.9 所示→选择“0.35 毫米”→单击“确定”按钮→单击“图层特性管理器”对话框的“确定”按钮, 如图 1.10 所示。

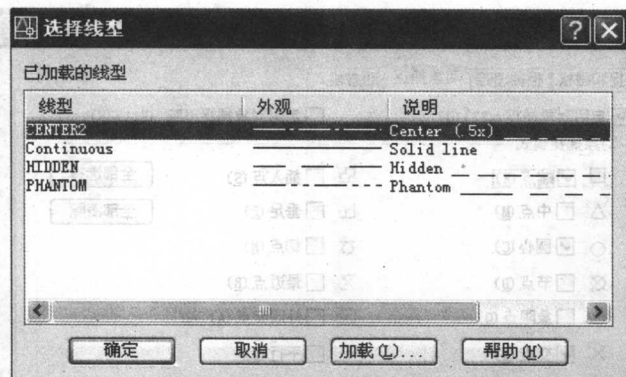


图 1.8 “选择线型”对话框的结果



图 1.9 “线宽”对话框

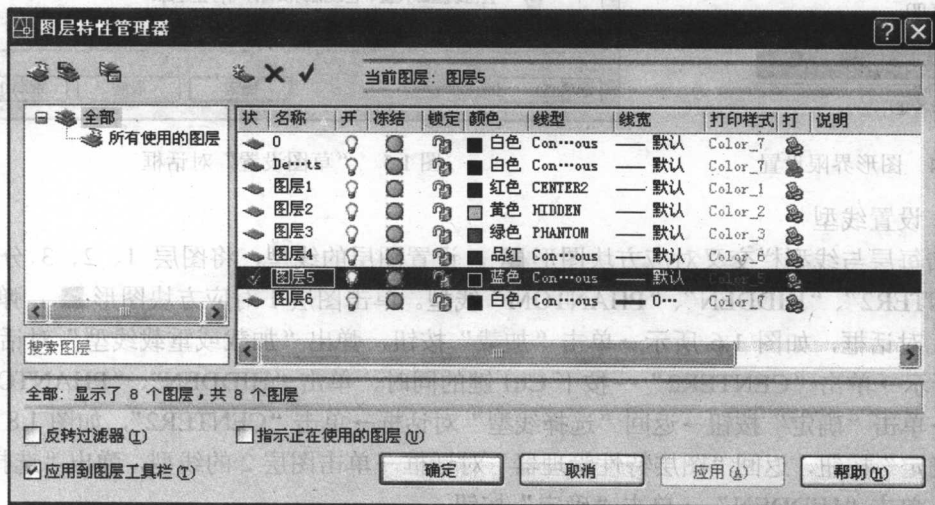


图 1.10 “图层特性管理器”对话框

3) 绘图设计

(1) 画中心线

单击“图层”对话框中的“应用的过滤器”选项框, 选择图层 1, 将图层 1 设置为当前层, 如图 1.11 所示。

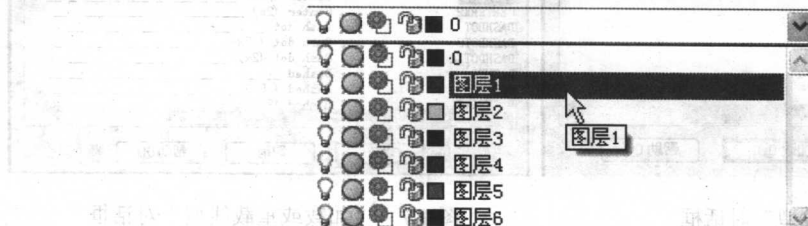


图 1.11 设置图层 1 为当前层



单击“绘制”工具栏中的“直线”图标, 显示的命令行如下。

命令: `_line` 指定第一点: 30, 170 (按 Enter 键)
指定下一点或 [放弃(U)]: @150,0 (按 Enter 键)
指定下一点或 [放弃(U)]: (按 Enter 键)

绘制的中心线如图 1.12 所示。

(2) 画多段线

将图层 6 设置为当前层。

单击“绘制”工具栏中的“多段线”图标, 显示的命令行如下。

命令: `_pline`
指定起点: 40,170 (按 Enter 键)
当前线宽为 0.0000
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,30 (按 Enter 键)
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @40,0 (按 Enter 键)
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,20 (按 Enter 键)
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @90,0 (按 Enter 键)
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,-50 (按 Enter 键)
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: (按 Enter 键)

绘制的线段如图 1.13 所示。

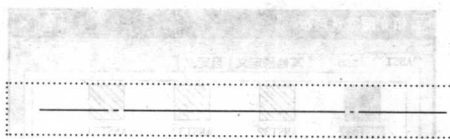


图 1.12 画中心线

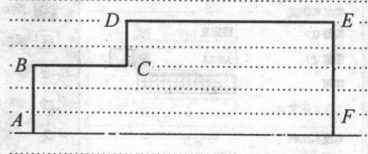


图 1.13 画多段线

(3) 画 GH 线段

单击“绘制”工具栏中的“直线”图标, 显示的命令行如下。

命令: `_line` 指定第一点: 40,180 (按 Enter 键)
指定下一点或 [放弃(U)]: @130,0 (按 Enter 键)
指定下一点或 [放弃(U)]: (按 Enter 键)

绘制结果如图 1.14 所示。

(4) 画中心线以下的图形

单击“修改”工具栏中的“镜像”图标, 显示的命令行如下。

命令: `_mirror`



选择对象: 找到 1 个

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

选择对象:

指定镜像线的第一点:

指定镜像线的第二点:

是否删除源对象? [是(Y)/否(N)] <N>:

(单击 AB~EF 多段线)

(单击 GH 线段)

(按 Enter 键)

(捕捉 A 点)

(捕捉 F 点)

(按 Enter 键)

绘制结果如图 1.15 所示。

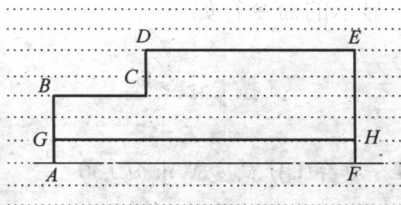


图 1.14 画 GH 线段

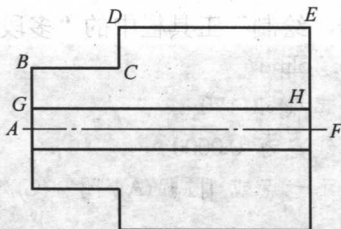


图 1.15 镜像结果

4) 剖面的图案填充

单击状态栏中的“栅格”按钮, 切换至关闭状态, 此时不显示栅格。

设置图层 4 为当前层→单击“图案填充”图标, 弹出“图案填充和渐变色”对话框, 如图 1.16 所示→单击“样例”选框, 弹出“填充图案选项板”对话框, 如图 1.17 所示→单击“ANSI”选项卡, 选择“ANSI31”样例→单击“确定”按钮→返回“图案填充和渐变色”对话框→单击“添加: 拾取点”按钮→单击 GBCDEH 封闭区内一点和中心线以下的封闭区内一点→右击, 弹出快捷菜单→单击“确定”→返回“图案填充和渐变色”对话框→“比例”选择“1”→单击“预览”按钮, 剖面线间隔合适→右击, 图案填充后的图形如图 1.18 所示。

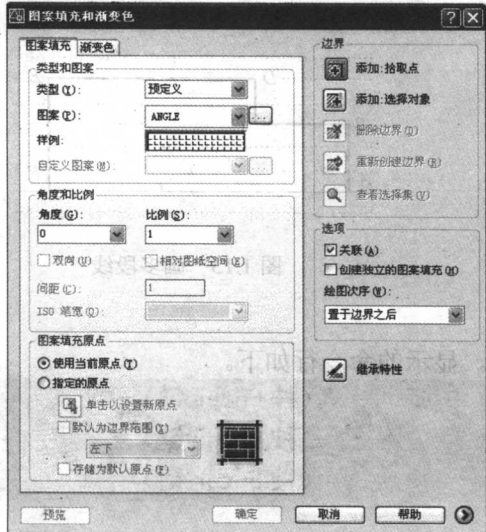


图 1.16 “图案填充和渐变色”对话框

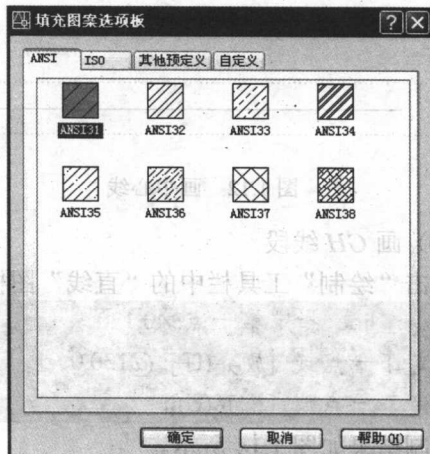


图 1.17 “填充图案选项板”对话框