



国家职业资格培训教材

# 模具制造工

MOJU ZHIZAO GONG

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

(高级)

MOJU  
ZHIZAO GONG



中国劳动社会保障出版社



国家职业资格培训教材

# 模具制造工

MOJU ZHIZAO GONG

(高级)

主 编 徐志扬

编 者 徐志扬 范君艳 葛建华

李美珍

主 审 范建蓓

MOJU  
ZHIZAO GONG



中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

模具制造工：高级/劳动和社会保障部教材办公室组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2006

国家职业资格培训教材

ISBN 7-5045-4818-9

I. 模… II. 劳… III. 模具-制造-工艺-技术培训-教材 IV. TG766

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 022876 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

\*

北京人卫印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 337 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价：23.00 元

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：010-64911344

## 内 容 简 介

本教材由劳动和社会保障部教材办公室组织编写，以高级模具制造工工作实际需要为出发点和落脚点，从强化培养操作技能、掌握实用技能的角度，较好地体现了当前最新的实用知识和操作技术，内容涉及计算机绘图知识，技术测量知识，液压传动与气动，各类模具的结构、工作原理及特点，复杂模具零件的加工方法，模具装配，模具制造常用量具，模具制造常用设备，模具制造实例，为方便使用，还配编了操作技能训练及图示，对从业人员提高业务素质、掌握高级模具制造工的核心技能有直接的帮助和指导作用。

本教材是高级模具制造工知识和技能培训的必备教材，也是各级各类职业技术学校模具相关专业师生的教学参考用书，还可供从事模具制造工作的有关人员参考。

# 前 言

《劳动法》和《职业教育法》明确规定，在全社会实行学历文凭和职业资格证书并重的制度。在国家劳动和社会保障行政管理部门的大力倡导下，职业资格证书已经成为劳动者就业上岗的必备前提，同时，作为劳动者职业能力的客观评价，已经为人力资源市场供求双方普遍接受。取得职业资格证书不但是广大从业人员、待岗人员的迫切需要，而且已经成为各级各类普通教育院校、职业技术教育院校毕业生追求的目标。

开展职业资格培训，教材建设十分重要。为此，劳动和社会保障部教材办公室、中国劳动社会保障出版社组织编写了《国家职业资格培训教材》，用于规范和引导职业资格培训教学。《国家职业资格培训教材——模具制造工（高级）》即是其中的一本。

《国家职业资格培训教材》的主要特点是：

1. 最大限度地体现技能培训的特色。教材以职业技能鉴定要求为尺度，以满足本职业对从业人员的要求为目标。参照国家职业标准对模具制造工划分各等级的技能和知识要求，并作了详细的介绍。

2. 以岗位技能需求为出发点，按照“模块式”教材编写思路，确定教材的核心技能模块，以此为基础，得出完成每一个技能训练单元所需掌握的工艺知识、设备（工具）知识、相关知识、技能训练、专业知识和基础知识，并根据培训教学的基本规律，按照基础知识、专业知识、相关知识、设备（工具）知识、工艺知识和技能训练的次序组成教材的结构体系。

3. 服务目标明确。从教学形式上，主要服务于教育、劳动社会保障系统培训机构或社会力量办学所举办的各种类型的培训教学，也适用于各级各类职业技术学校举办的中长期培训教学，以及企业内部培训的教学。

4. 在强调实用性、典型性的前提下，充分重视内容的先进性，尽可能地反

映与本职业相关联的新技术、新工艺、新设备、新材料、新方法。

本书由徐志扬、范君艳、葛建华、李美珍编写，徐志扬主编；范建蓓主审。

编写《国家职业资格培训教材》是一项探索性的事业，尽管参与编写的专家已经为此付出了艰苦的努力，但是由于缺乏可以借鉴的成功经验，加之时间仓促，存在缺点和不足在所难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后修订，逐步完善。

劳动和社会保障部教材办公室

# 目 录

## Contents

---

### 基础知识部分

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| 单元 1 计算机绘图知识 .....           | ( 1 )  |
| 1.1 AutoCAD2004 的功能与界面 ..... | ( 1 )  |
| 1.2 图形的绘制 .....              | ( 3 )  |
| 1.3 图形的编辑 .....              | ( 7 )  |
| 1.4 尺寸与公差的标注及块操作 .....       | ( 10 ) |
| 1.5 图形的输入与输出 .....           | ( 20 ) |
| 单元 2 技术测量知识 .....            | ( 25 ) |
| 2.1 尺寸公差的测量 .....            | ( 25 ) |
| 2.2 形位公差的测量 .....            | ( 29 ) |
| 2.3 表面粗糙度的测量 .....           | ( 33 ) |
| 单元 3 液压传动与气动 .....           | ( 38 ) |
| 3.1 液压传动基础知识 .....           | ( 38 ) |
| 3.2 液压传动工作原理、系统组成及特点 .....   | ( 43 ) |
| 3.3 液压泵的工作原理及主要技术参数 .....    | ( 44 ) |
| 3.4 液压缸与液压马达 .....           | ( 48 ) |
| 3.5 液压控制阀 .....              | ( 50 ) |
| 3.6 液压基本回路 .....             | ( 58 ) |
| 3.7 四柱式液压机的液压系统实例 .....      | ( 64 ) |
| 3.8 气动元件与系统 .....            | ( 67 ) |

### 专业知识部分

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 单元 4 各类模具的结构、工作原理及特点 ..... | ( 72 ) |
| 4.1 拉深模具的结构与工作原理 .....     | ( 72 ) |
| 4.2 复杂塑料模具的结构与工作原理 .....   | ( 83 ) |
| 4.3 压铸模基本结构与工作原理 .....     | ( 93 ) |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 单元 5 复杂模具零件的加工方法 .....   | ( 97 )  |
| 5.1 模具零件的线切割加工 .....     | ( 97 )  |
| 5.2 型腔的电火花加工 .....       | ( 114 ) |
| 5.3 模具零件的电解加工与电铸加工 ..... | ( 128 ) |
| 5.4 曲面零件的自动编程方法 .....    | ( 135 ) |
| 单元 6 模具装配 .....          | ( 153 ) |
| 6.1 模具的装配方法 .....        | ( 153 ) |
| 6.2 模具装配尺寸链 .....        | ( 157 ) |
| 6.3 各类模具的装配要点 .....      | ( 158 ) |
| 工具、量具与设备部分               |         |
| 单元 7 模具制造常用量具 .....      | ( 161 ) |
| 7.1 三坐标测量机 .....         | ( 161 ) |
| 7.2 工具显微镜 .....          | ( 167 ) |
| 单元 8 模具制造常用设备 .....      | ( 173 ) |
| 8.1 数控冲模回转头压力机 .....     | ( 173 ) |
| 8.2 数控加工机床 .....         | ( 176 ) |
| 8.3 合模机 .....            | ( 191 ) |
| 技能操作部分                   |         |
| 单元 9 模具制造实例 .....        | ( 194 ) |
| 9.1 拉深模 .....            | ( 194 ) |
| 9.2 塑料模具 .....           | ( 203 ) |

## 〔基础知识部分〕

### 单元 1

# 计算机绘图知识

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司开发的通用计算机辅助绘图软件包。AutoCAD 软件自推出以来, 由于其使用灵活、接口方便、适用面广、功能强, 加上计算机的广泛普及, 因此, 其推广速度很快, 目前, 各行业的专业设计人员都应用 AutoCAD 软件。模具行业常应用 AutoCAD 软件绘制二维模具图形。

## 1.1 AutoCAD2004 的功能与界面

### (1) AutoCAD2004 的功能

AutoCAD2004 具有完善的图形绘制和编辑功能, 可以绘制二维图形和三维实体图形, 并能对图形进行修改和编辑; 具有二次开发功能, 可提供多种开发工具和多种接口文件; 支持多种交互设备; 具有良好的用户界面和辅助功能。

### (2) AutoCAD2004 的工作界面

AutoCAD2004 使用的是窗口式操作环境, 启动后将进入如图 1—1 所示的 AutoCAD2004 工作界面。AutoCAD2004 的工作界面主要由标题栏、下拉菜单栏、工具条、绘图窗口、十字光标、坐标系图标、命令提示栏、状态栏、滚动条等组成。

1) 标题栏 标题栏位于屏幕的最上端, 显示当前正在运行的程序名及当前正在绘制或编辑的文件名。

2) 下拉菜单栏 下拉菜单栏位于标题栏下方, 由一组下拉菜单命令构成, 包括文件、编辑、视图、插入、格式、工具、表格、窗口、帮助等。单击下拉菜单后可以展开其下一级菜单, 如图 1—2 所示为文件下拉菜单。利用下拉菜单可以执行 AutoCAD2004 的大部分命令。

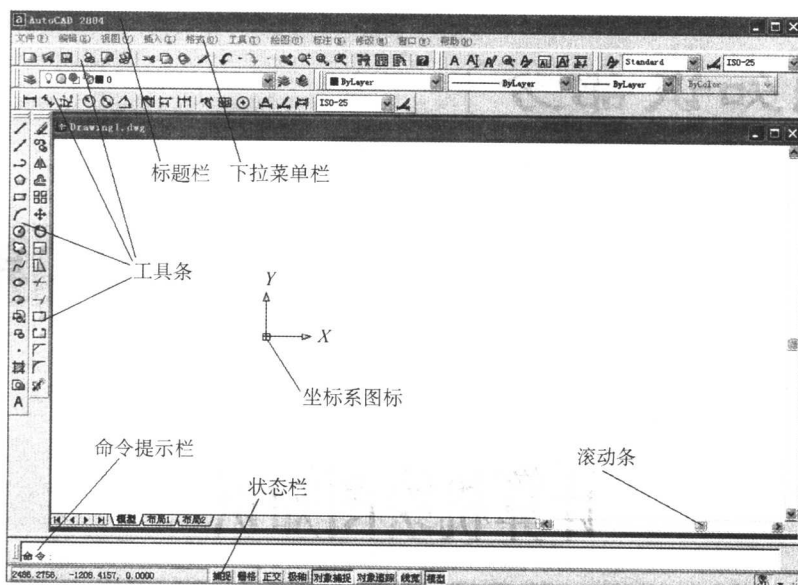


图 1—1 AutoCAD2004 工作界面

3) 工具条 在使用 AutoCAD2004 绘图时,最简单、最快捷的操作方法是使用工具条。工具条由命令和功能图标按钮组成,图标具有提示功能,当鼠标指向某个图标按钮时,系统将迅速显示该图标名称。当用鼠标单击该图标时,系统按照图标功能输入命令。AutoCAD2004 提供了众多的工具条,用户可以根据需要打开、移动或关闭某一工具条。

①打开工具条 在下拉菜单中单击“视图”→“工具栏”选项,弹出如图 1—3 所示的自定义对话框,在对话框中的“工具栏”中选取所需的工具条,☑表示打开工具条;另一种方法是将鼠标移至任意工具条内,单击鼠标右键,同样可以找到所需的工具条。

②移动工具条 工具条显示后,将鼠标指向要移动的工具条内(注意:不要置于任何图标按钮上),按住鼠标左键,将工具条拖到预期位置。

4) 绘图窗口和十字光标 绘图窗口在屏幕中间位置,用于绘制图形和显示图形。十字光标用于绘图、选取命令或图元。

5) 命令提示栏 命令提示栏是显示用户输入的命令和显示提示信息的地方,位于绘图窗口下方。

6) 状态栏 状态栏(见图 1—4)位于屏幕最下方。状态栏左边显示当前光标所在的坐标,右边有 8 个命令按钮。

### (3) AutoCAD2004 的基本操作

使用 AutoCAD2004 绘制图形的基本操作分为 AutoCAD2004 命令输入和点的输入两种方式。

1) 命令输入 命令输入主要通过键盘、鼠标、数字化仪等设备,而且又以鼠标和键盘最为常见。命令的输入方式有下拉菜单、工具条以及命令行。

①鼠标的使用 鼠标用于控制光标的位置、选择对象以及执行命令等。在 AutoCAD2004 中,鼠标左键用于拾取点、选择实体以及执行命令;鼠标右键相当于回车键。

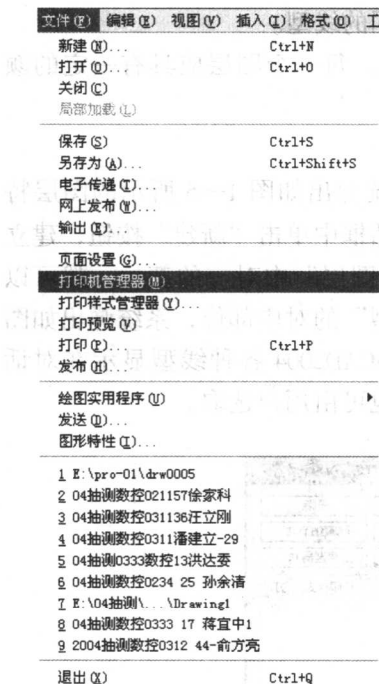


图 1—2 文件下拉菜单

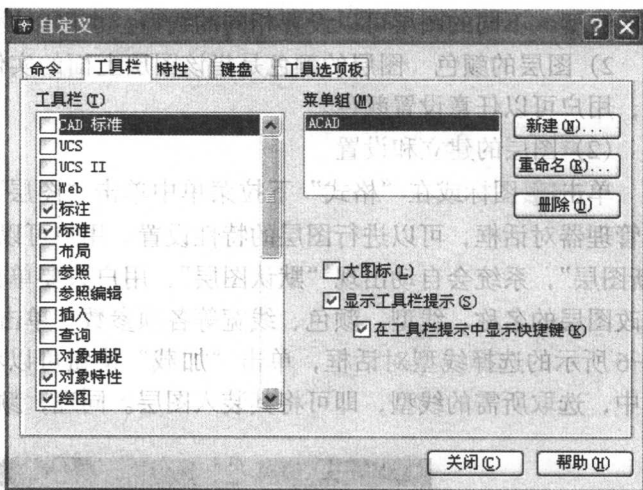


图 1—3 自定义对话框

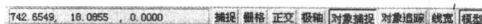


图 1—4 状态栏

- ②键盘的使用 键盘是输入文本以及在命令提示栏或者对话框中输入文本的唯一方法。
- ③命令的输入方式 其输入方式包括：单击工具条上的图标按钮；通过菜单输入命令实现各种功能；通过键盘在命令行中输入命令；重复命令（按空格或回车键来重复执行命令）等。
- 2) 点的输入 点的输入方式包括：单击鼠标左键在屏幕上取点；捕捉一些特征点（如中点、交点、端点、中心点等）；通过键盘输入点。

## 1.2 图形的绘制

在绘制图形前，为了便于观察，首先需要设置图层、线型、颜色等。即在绘制图形前，先要选择图线，再起笔画图。

### 1.2.1 图层、线型、颜色的设置

图层是用来组织图形的最有效的工具之一。图层可以理解为透明的电子纸，在用户需要时，它们可以多层重叠，可以隐藏和冻结。因此，只要控制好图层就可以使设计更为清晰和明了，使图面整洁。

#### (1) 图层的特性

用户可以在一幅图中设定任意数量的图层，对每一个图层上的图素没有任何限制；一个图层中只有一种线型和颜色，但用户可以修改；用户可以对图层进行操作，如打开、关闭、冻结、解冻、锁定、解锁等。

1) 图层的线型 图层的线型是指在图层上绘图时所用的线型，每一图层都应有一个相

应的线型，不同的图层可以设置相同的线型，也可以设置不同的线型。

2) 图层的颜色 图层的颜色是指该图层上面的实体颜色。每一个图层应具有一定的颜色，用户可以任意设置颜色。

(2) 图层的建立和设置

单击图标或在“格式”下拉菜单中单击“图层”，系统弹出如图 1—5 所示的图层特性管理器对话框，可以进行图层的特性设置。用户可以在对话框中单击“新建”按钮，建立“新图层”，系统会自动出现“默认图层”，用户只要单击“新图层”中对应的部位，就可以修改图层的名称、线型、颜色、线宽等各项参数。单击“线型”的对应部位，系统弹出如图 1—6 所示的选择线型对话框，单击“加载”按钮可以将 AutoCAD2004 各种线型显示在对话框中，选取所需的线型，即可将其装入图层。同理，颜色等也可由用户选取。

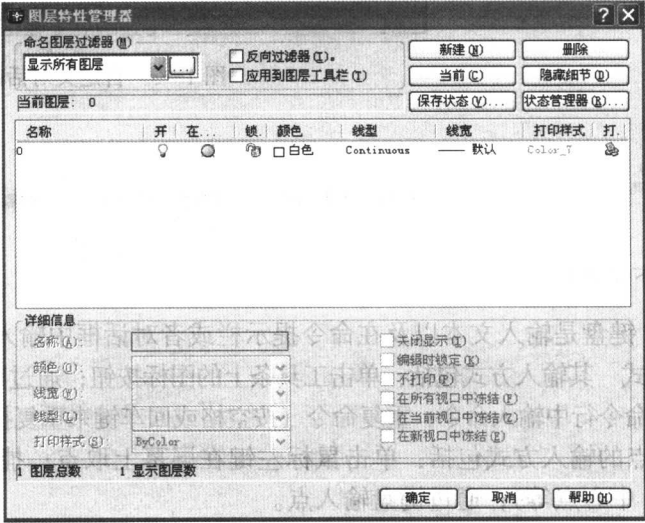


图 1—5 图层特性管理器对话框



图 1—6 选择线型对话框

一般在绘图前需要建立多个图层，分别建立粗实线、细实线、中心线、虚线等各一个图层，如图 1—7 所示。当图层建立完成后，单击对话框中的“确定”按钮即可。

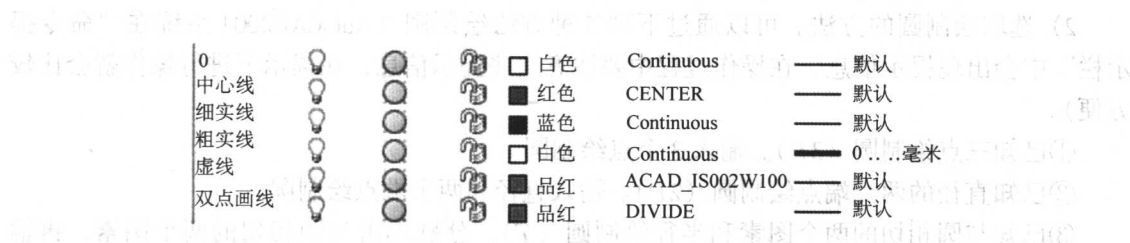


图 1—7 图层

在 AutoCAD 软件的应用中，常用鼠标的左键选取对象，用鼠标的右键结束本次操作或确定本次操作。

### 1.2.2 二维图形的绘制

AutoCAD2004 提供了丰富的绘图命令，如图 1—8、图 1—9、图 1—10 所示分别为绘图工具条、修改工具条和标注工具条。利用这些命令可以绘制出各种基本图形，如点、直线、圆弧、长方形、多边形、椭圆等。在二维图形的绘制过程中，可以结合不同图形用不同的线型进行绘制。

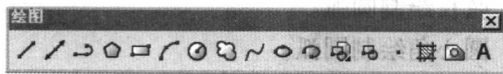


图 1—8 绘图工具条



图 1—9 修改工具条

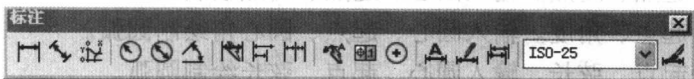


图 1—10 标注工具条

#### (1) 直线的绘制

1) 单击图 1—8 所示工具栏中 图标，即输入绘制“Line 直线”的命令；也可以在下拉菜单中用鼠标单击“绘图”→“Line 直线”命令，绘制直线。同理，其他命令的输入方法类似，可以用图标输入命令，也可以用下拉菜单输入命令。

2) 输入第一点坐标和第二点坐标。输入方法有多种，可以输入绝对坐标值 ( $X, Y$ )，在如图 1—11 所示的二维图形中，第一点坐标为 (100, 200)，第二点坐标为 (300, 400)；也可以输入相对坐标值 ( $@X, Y$ )，极坐标值 (极径  $R$  < 极角  $\alpha$ ) 或相对极坐标 ( $@R < \alpha$ )，可以移动鼠标指示直线方向，输入直线长度，如 100 mm。

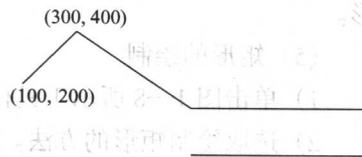


图 1—11 二维图形

## （2）圆的绘制

1) 单击图 1—8 所示工具栏中图标，即输入绘制“Circle 圆”的命令。

2) 选取绘制圆的方法。可以通过下列 5 种方法绘制圆（AutoCAD2004 系统在“命令提示栏”中会出现提示信息，在操作过程中要注意这些提示信息，在提示下进行操作就会比较方便）。

①已知三点绘制圆（3P）。输入 3 个点绘制圆。

②已知直径的两个端点绘制圆（2P）。输入直径和两个端点绘制圆。

③已知与圆相切的两个图素和半径绘制圆（T）。分别单击与圆相切的两个图素，再输入半径绘制圆。

④已知圆心、半径绘制圆。输入圆心和半径绘制圆。

⑤已知圆心、直径绘制圆。输入圆心和直径绘制圆。

## （3）圆弧的绘制

1) 单击图 1—8 所示工具栏中图标，即输入绘制“Arc 圆弧”的命令。

2) 选取绘制圆弧的方法。按已知条件的不同可以通过下列方法创建圆弧。

①已知三点（3P）。输入 3 个点绘制圆弧。

②已知起点、圆心、终点。输入起点、圆心、终点绘制圆弧。

③已知起点、圆心、角度。输入起点、圆心、圆心角绘制圆弧。

④已知起点、圆心、弦长。输入起点、圆心、弦长绘制圆弧。

⑤已知起点、终点、角度。输入起点、终点、圆心角绘制圆弧。

⑥已知起点、终点、半径。输入起点、终点、半径绘制圆弧。

⑦已知起点、终点、方向。输入起点、终点、方向绘制圆弧。

⑧已知圆心、起点、终点。输入圆心、起点、终点绘制圆弧。

⑨已知圆心、起点、角度。输入圆心、起点、圆心角绘制圆弧。

⑩已知圆心、起点、弦长。输入圆心、起点、弦长绘制圆弧。

## （4）多边形的绘制

1) 单击图 1—8 所示工具栏中图标，即输入绘制“Polygon 多边形”的命令。

2) 选取绘制多边形的方法。按已知条件的不同可以通过下列方法创建多边形：

①已知外接圆半径和圆心。输入圆心和外接圆半径绘制多边形。

②已知内接圆半径和圆心。输入圆心和内接圆半径绘制多边形。

③已知正多边形的边长和一条边的两个端点。输入正多边形的边长和两个端点绘制多边形。

## （5）矩形的绘制

1) 单击图 1—8 所示工具栏中图标，即输入绘制“Rectang 矩形”的命令。

2) 选取绘制矩形的方法。按已知条件的不同可以根据“命令提示栏”中的信息创建矩形。“命令提示栏”的信息有 6 个选项，其意义分别为：

①指定第一个角点。输入第一个角点坐标，系统会继续提示，确定矩形的另一个角点来绘制矩形。

②倒角 (C)。给出倒角边距离, 绘制带有倒角的矩形。

③标高 (E)。给出线的标高, 绘制带有标高的矩形。

④圆角 (F)。给出圆角半径, 绘制带有倒圆角的矩形。

⑤厚度 (T)。给出线的厚度, 绘制带有厚度的矩形。

⑥宽度 (W)。给出线的宽度, 绘制带有线宽的矩形。

### (6) 区域填充

在工程图形中常有区域需要填充, 如机件的剖面需要有剖面线, 有些图形需要填充以表达其不同的含义等。AutoCAD2004 具有多种区域填充图案。

1) 单击图 1—8 所示工具栏中  图标, 即输入区域填充的命令。系统弹出如图 1—12 所示的边界图案填充对话框。在对话框中选择“图案 (P)”图标, 选择所需的填充图案。

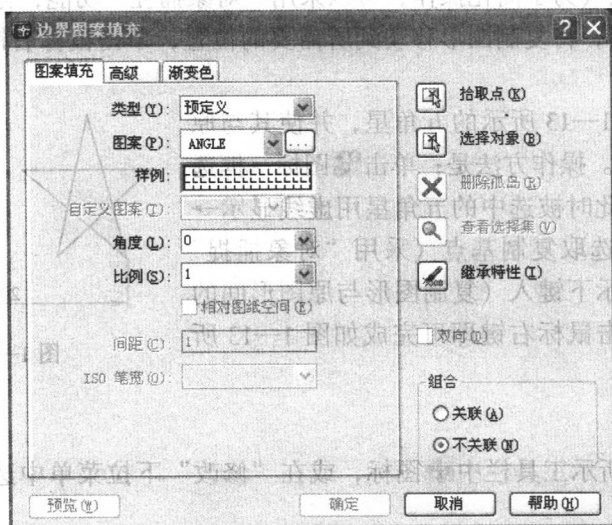


图 1—12 边界图案填充对话框

2) 单击“拾取点”图标, 在绘图区中单击需要填充的封闭图形中的任一位置, (选择结束后按鼠标右键, 返回对话框。

3) 单击对话框中的“确定”按钮, 完成区域填充。

上面介绍了几种图形的绘制方法, AutoCAD2004 中还有其他多种图形的绘制方法, 如绘制“样条线”“椭圆”“椭圆弧”等, 这些绘制方法与上述几种方法类似, 在操作过程中系统的“命令提示栏”中有详细提示, 初学者可以按照提示进行绘制。

## 1.3 图形的编辑

AutoCAD2004 具有多种图形编辑功能, 可以对图形进行“复制”“移动”“镜像”“旋转”“阵列”“修剪”“延伸”“打断”“倒角”“倒圆角”等编辑操作, 以满足工程绘图的需要。

### 1.3.1 图形的复制、移动、镜像、旋转

在图形绘制过程中，需要对已有的图形进行编辑，从而加快绘图的速度。如将一个或多个图形元素进行重复绘制，为了快速绘制图形，常用“Copy 复制”命令将部分图形或全部图形进行复制；同样，也可以将部分图形或全部图形进行移动、镜像、旋转等来达到图形要求。

#### (1) 图形的复制

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标，或在“修改”下拉菜单中选取“Copy 复制”命令。

2) 选取需要复制的图形（为了简化操作，可以用多种方法进行选取，如用鼠标点取或鼠标框选等），单击鼠标右键结束选择。

3) 选择复制基点（为了简化操作，可以采用“对象捕捉”功能，方法是单击图 1—4 中的“对象捕捉”按钮），将复制图形移动到所需要的位置，单击鼠标右键即可完成图形的复制。

例如，复制如图 1—13 所示的五角星，并使其与原来的位置相距 200 mm。操作方法是：单击图标→框选需要复制的五角星，此时被选中的五角星用虚线显示→单击右键结束选取→选取复制基点（采用“对象捕捉”功能）→在系统的提示下键入（复制图形与原图形间的距离）@200, 0→单击鼠标右键即可完成如图 1—13 所示的图形复制。

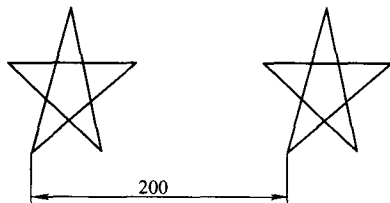


图 1—13 图形复制

#### (2) 图形的移动

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标，或在“修改”下拉菜单中选取“Move 移动”命令。

2) 选取需要移动的图形，单击鼠标右键结束选择。

3) 选择移动基点，将图形移动到所需要的位置，单击鼠标右键即可完成图形的移动。

#### (3) 图形的镜像

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标，或在“修改”下拉菜单中选取“Mirror 镜像”命令。

2) 选取需要镜像的图形，单击鼠标右键结束选择。

3) 用鼠标绘制一条镜像基线（此基线在图形中不显示），将图形镜像到所需要的位置，单击鼠标右键即可完成图形的镜像，被镜像的图形与原图形对称于镜像基线。

#### (4) 图形的旋转

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标，或在“修改”下拉菜单中选取“Rotate 旋转”命令。

2) 选取需要旋转的图形，单击鼠标右键结束选择。

3) 选择旋转基点，输入图形旋转角度，单击鼠标右键即可完成图形的旋转。

### (5) 图形的阵列

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标,或在“修改”下拉菜单中选取“Array 阵列”命令,出现如图 1—14 所示的阵列对话框,在对话框中输入阵列的参数,如行、列、行偏移、列偏移。当需要环形阵列时,输入阵列角度,并选取“环形阵列”。

2) 单击对话框中“选择对象”按钮,选取需要阵列的图形,单击鼠标右键结束选择,返回对话框中单击“确定”按钮,即可完成图形的阵列。

例如,阵列五角星,要求行距为 150,列距为 150,阵列成为行数为 4、列数为 4 的矩形阵列。其操作方法是:单击图标→在对话框中输入行 4、列 4、行偏移 150、列偏移 150→按下“选择对象”按钮→在图形区中选取需要阵列的五角星→返回对话框中单击“确定”按钮,即可完成如图 1—15 所示的图形阵列。

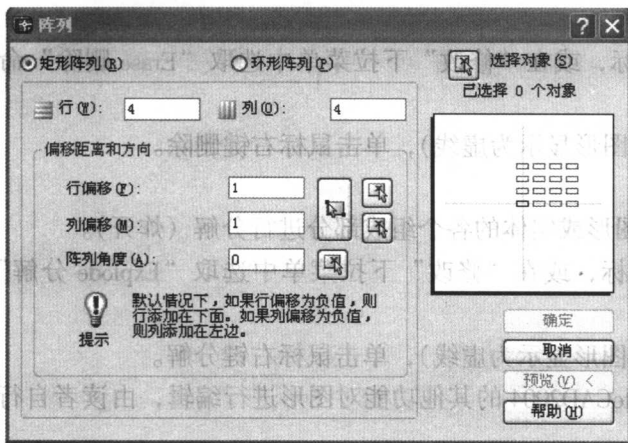


图 1—14 阵列对话框

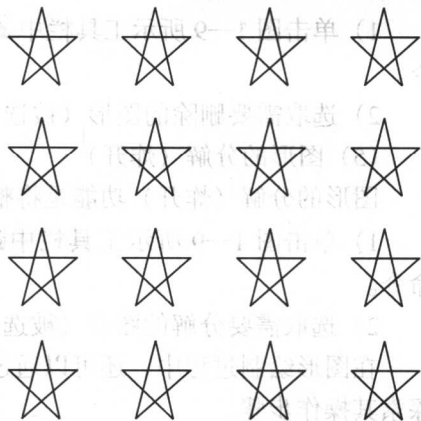


图 1—15 图形阵列

### (6) 图形的偏移

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标,或在“修改”下拉菜单中选取“Offset 偏移”命令。

2) 在命令提示栏中输入偏移的距离,单击鼠标右键结束,选取需要偏移的图形,用鼠标点取偏移方向。单击鼠标右键即可完成图形的偏移。

#### 1.3.2 图形的修剪、延伸

##### (1) 图形的修剪

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标,或在“修改”下拉菜单中选取“Trim 修剪”命令。

2) 选取与需要修剪的图形相交的图形元素(被选中的图形元素显示为虚线),单击鼠标右键结束选择。

3) 选择需要修剪的图形中应删除的部分,单击鼠标右键结束,即可完成图形的修剪。

##### (2) 图形的延伸

1) 单击图 1—9 所示工具栏中图标,或在“修改”下拉菜单中选取“Extend 延伸”命令。