

AutoCAD

电气设计 快速入门与提高

王雅芳 编著



AutoCAD 电气设计 快速入门与提高

王雅芳 编著



机械工业出版社

在我国, AutoCAD 已成为工程设计领域应用最为广泛的计算机辅助设计软件之一。

本书选用目前广泛使用的 AutoCAD 为软件平台, 通过实例完整地讲述电气工程图的基本知识以及电气设计制图的方法与技巧。全书共分为 9 章, 内容包括电气绘图基础知识、AutoCAD 基础知识、二维图形常用的绘制与编辑命令、表格、文本与尺寸标注、快速绘图工具、图形输出、常用电气元件的绘制、电气工程图的绘制、三维实体建模简介等。

本书在编写过程中, 参考了全国计算机信息高新技术考试和计算机辅助设计 (AutoCAD 平台) 高级绘图员级技能考试的要求。

本书适合从事各种电气设计的工程技术人员进行自学使用, 也可作为辅导教材与参考工具书, 还可以作为大中专院校工科学生的教科书和电气设计爱好者的辅导学习材料。

图书在版编目 (CIP) 数据

AutoCAD 电气设计快速入门与提高/王雅芳编著. —北京: 机械工业出版社, 2010. 12 (2013.1重印)

ISBN 978-7-111-32360-0

I. ①A… II. ①王… III. ①电气设备—计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD IV. ①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 210660 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张俊红 责任编辑: 阎洪庆 版式设计: 霍永明

责任校对: 陈立辉 封面设计: 马精明 责任印制: 张楠

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 3 次印刷

184mm × 260mm · 16.25 印张 · 401 千字

5001—7000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-32360-0

定价: 40.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 1982 年推出的一种通用的计算机辅助绘图和设计软件。在 20 多年的发展过程中，Autodesk 公司不断地对 AutoCAD 软件进行改进和提高，从开始的 AutoCAD1.0 版到 2010 年 AutoCAD2010 版的推出，共经历了 20 多种版本的演变，由个人设计到协同设计，其功能逐步增强、日趋完善，从简易的二维图形绘制，发展成集三维设计、通用数据库管理于一体的软件包，从而在 CAD 软件行业占据主导地位。AutoCAD 作为工程设计的先进软件，由于具有功能强大、易掌握、使用方便的特点，一直深受世界各国工程设计人员的欢迎，广泛应用于建筑、机械、电子、航天、化工、造船、轻纺、服装、地理等各个领域。在我国，AutoCAD 已成为工程设计领域应用最为广泛的计算机辅助设计软件之一。

当然随着软件版本的提高，对计算机硬件要求也会随之提高，用户选用软件时应以够用、实用、便利为度。本书针对电气工程图，选用目前广泛使用的 AutoCAD2007 软件为平台，讲述电气图绘制的方法、步骤和技巧等。

虽然 AutoCAD 只是一个软件，但它毕竟是一个较为复杂的大型软件，还是要花一番工夫才能掌握好这个软件的，以下几点尤其要引起特别的注意，并给予重视。

AutoCAD 功能很强，即使画同样的图，也可以有各种各样的方法并通过各种不同的命令组合来实现。对于 AutoCAD 的一些常用工具（如捕捉）、常用命令（如绘图与编辑命令），以及文本、尺寸标注等，必须掌握并能熟练地使用。能否灵活、准确、高效地绘制图形，关键在于是否熟练掌握绘图方法和技巧。

学习 AutoCAD 实践很重要，特别对于初学者更要边学边实践，AutoCAD 的命令（如绘图与编辑）内容很多，初学者可以先学习绘制直线、圆、矩形、正多边形等绘图命令，以及删除、修剪、偏移、复制等编辑命令，熟练掌握这些命令已经可以绘制许多电气图形了，有了一定的基础后，再深入学习其他命令，提高自身灵活、准确、高效应用 AutoCAD 的能力。

在学习和使用 AutoCAD 时，要养成一些良好的习惯。如设置图层、颜色、线型、文字样式、尺寸样式等。而很多人总是怕麻烦、图省事，实际上这些看似繁杂的工作只需要做一次即可，因为把这些作为样板，下一次可以继承使用。

在学习和使用 AutoCAD 时，会遇到一些形式各异的问题。有些问题也是会经常出现的，例如标注比例不合适、文字太大或太小与图形不匹配、特殊字符输入不对、线型比例不对、画剖面线时剖面区域不对等。对于这些常见的问题，一定要弄懂其原因，并相应地找出对应的解决方法。

AutoCAD 应用领域广泛，因此有关选项、参数种类繁多，用户应根据自己的应用要求设置修改，全部熟悉这些选项、参数有一定的困难，特别是对于初学者，可以先使用系统默认的设置快速入门，等熟悉 AutoCAD 以后，根据自己的使用情况，修改不满足要求的设置。

本书适合从事各种电气设计的工程技术人员进行自学使用，也可作为辅导教材与参考工具书，还可以作为大中专院校工科学生的教科书和电气设计爱好者的辅导学习材料。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第 1 章 电气绘图基础知识 1	
1.1 电气制图的一般规定 1	
1.1.1 图纸的幅面和格式 1	
1.1.2 比例 3	
1.1.3 图线及其画法 4	
1.1.4 字体 4	
1.1.5 尺寸与方位等标注的有关规定 5	
1.2 电气图的特点与分类 5	
1.2.1 电气图的作用与特点 5	
1.2.2 电气图的分类 6	
1.3 电气图形符号的构成与分类 8	
1.3.1 图形符号的构成 8	
1.3.2 图形符号的分类 8	
1.4 电气技术中的文字符号和项 目代号 18	
1.4.1 文字符号 18	
1.4.2 项目代号 24	
1.5 电气图的表示方法 26	
1.5.1 电气简图中元件的表示法 26	
1.5.2 信号流的方向和简图的布局 27	
1.5.3 简图的连接线 28	
1.5.4 简图的箭头、指引线及围框 31	
第 2 章 AutoCAD 基础知识 33	
2.1 操作基础 33	
2.1.1 概述 33	
2.1.2 AutoCAD2007 工作界面介绍 35	
2.2 绘图环境设置 41	
2.2.1 系统配置 41	
2.2.2 图形界限和绘图单位 41	
2.2.3 设置个性化绘图界面 43	
2.3 文件管理 44	
2.3.1 新建图形文件 44	
2.3.2 打开图形文件 45	
2.3.3 保存图形文件 45	
2.3.4 关闭图形文件 46	
2.4 基本输入操作 46	
2.4.1 命令输入方式 46	
2.4.2 命令的重复、撤消、重做 47	
2.4.3 坐标系统与数据的输入方法 47	
2.5 图层操作 48	
2.5.1 图层特性管理器 49	
2.5.2 创建新图层 49	
2.5.3 设置图层颜色 49	
2.5.4 使用与管理线型 50	
2.5.5 设置图层线宽 52	
2.5.6 管理图层 52	
2.6 绘图辅助工具 55	
2.6.1 显示控制工具 55	
2.6.2 精确定位工具 57	
第 3 章 二维图形常用的绘制与编辑 命令 64	
3.1 二维图形的绘制命令 64	
3.1.1 绘制点线类命令 64	
3.1.2 绘制圆类图形命令 68	
3.1.3 绘制平面图形类命令 71	
3.1.4 绘制复杂线类命令 73	
3.1.5 图案填充命令 76	
3.2 二维编辑命令 80	
3.2.1 选择编辑对象 80	
3.2.2 删除及恢复命令 82	
3.2.3 复制类命令 82	
3.2.4 改变位置类命令 88	
3.2.5 改变几何特性类命令 92	
3.2.6 对象编辑类命令 98	
3.2.7 复杂线编辑命令 101	
3.2.8 二维绘图、编辑应用实例及 上机习题 102	

第 4 章 表格、文本与尺寸标注 ·····	106	7.2 基本无源元件的绘制	161
4.1 文本标注	106	7.3 半导体器件的绘制	166
4.1.1 设置文本样式	106	7.4 开关、控制和保护装置的 绘制	173
4.1.2 单行文本标注	108	7.5 测量仪表和信号器件的 绘制	182
4.1.3 使用文字控制符	109	7.6 电能发生和转换装置的 绘制	185
4.1.4 编辑单行文字	110	7.7 其他常用符号的绘制	188
4.1.5 创建多行文字	110	第 8 章 电气工程图的绘制 ·····	192
4.1.6 编辑多行文字	112	8.1 创建样板图	192
4.2 表格	112	8.1.1 样板图的内容	192
4.2.1 设置与修改表格样式	112	8.1.2 创建样板图的方法	192
4.2.2 创建表格	113	8.1.3 打开样板图形	193
4.2.3 编辑表格和表格单元	114	8.2 系统图和框图的绘制	193
4.3 尺寸的标注与编辑	115	8.2.1 系统图和框图概述	193
4.3.1 尺寸标注的组成和类型	115	8.2.2 系统图和框图的绘制方法	194
4.3.2 设置尺寸标注的样式	116	8.2.3 综合实例与上机操作练 习题	195
4.3.3 尺寸标注	124	8.3 电路图的绘制	199
4.3.4 尺寸编辑	127	8.3.1 电路图的绘制方法	199
4.3.5 表格与文字标注应用实例	128	8.3.2 综合实例与上机操作练 习题	201
第 5 章 快速绘图工具 ·····	132	8.4 接线图的绘制	204
5.1 图块及其属性	132	8.4.1 接线图绘制的方法及实例	204
5.1.1 图块的特点及使用	132	8.4.2 上机操作练习题	211
5.1.2 带属性的图块	135	8.5 逻辑图的绘制	211
5.1.3 外部参照	139	8.5.1 逻辑功能图的绘制方法	211
5.2 AutoCAD 设计中心	141	8.5.2 综合实例与上机操作练 习题	213
5.3 图块应用实例	143	8.6 印制电路板图的绘制	215
第 6 章 图形输出 ·····	145	8.6.1 印制电路板图的概述	215
6.1 打印设备的配置	145	8.6.2 印制电路板图的绘制方法	216
6.2 设置打印样式	146	8.6.3 综合实例与上机操作练 习题	219
6.2.1 打印样式类型	146	8.7 建筑电气安装平面图的 绘制	221
6.2.2 打印样式设置	146	8.7.1 建筑平面图的概述	221
6.3 输出图形	148	8.7.2 电气安装平面图的绘制	
6.3.1 模型空间与图纸空间	148		
6.3.2 平铺视口与浮动视口	149		
6.3.3 页面设置	151		
6.3.4 模型空间输出图形	153		
6.3.5 图纸空间输出图形	154		
6.3.6 发布 DWF 文件	155		
第 7 章 常用电气元件的绘制 ·····	158		
7.1 连接线与连接件的绘制	158		

方法	222	9.4.3 创建楔体	235
8.7.3 综合实例	223	9.4.4 创建圆柱体	236
第9章 三维实体建模简介	230	9.4.5 创建圆锥体	236
9.1 三维坐标系	230	9.5 由二维图形创建三维立体 模型	237
9.1.1 世界坐标系	230	9.5.1 创建面域	237
9.1.2 用户坐标系	231	9.5.2 拉伸二维图形绘制三维 实体	238
9.2 三维模型的类型	232	9.5.3 旋转二维图形绘制三维 实体	241
9.2.1 线框模型	232	9.6 三维实体的编辑	243
9.2.2 表面模型	232	9.6.1 实体编辑简介	243
9.2.3 实体模型	232	9.6.2 剖切实体	247
9.3 三维观察	233	9.6.3 综合实例	248
9.3.1 使用“三维视图”菜单设置 视点	233	9.7 三维模型的后期处理	249
9.3.2 动态观察器	233	参考文献	252
9.4 创建基本三维实体模型	234		
9.4.1 绘制多段体	234		
9.4.2 绘制长方体	235		

第 1 章 电气绘图基础知识

工程图纸是表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门的一项重要技术文件。图纸被称为工程技术界的语言，为便于技术交流，所绘制的图纸必须遵守国家制图标准和专业的标准。

1.1 电气制图的一般规定

1.1.1 图纸的幅面和格式

1. 图纸的幅面

图纸边界线围成的图面大小称为图纸的幅面，为了图纸规范统一，幅面尺寸分五类，用代号 A0 ~ A4（见表 1-1）表示。绘制技术图纸时，应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面，必要时，允许沿基本幅面的短边成整数倍加长幅面，但加长量必须符合国家标准（GB/T 14689—2008）中的规定。不同代号幅面尺寸关系如图 1-1 所示。幅面大小的选择与所设计对象的规模和复杂程度有关，尽量选用较小幅面，保证幅面布局紧凑、清晰和使用方便。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸 (单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表中 a 、 c 、 e 为留边宽度。国家标准规定，工程图纸中的尺寸以 mm 为单位时，不需标注单位符号。

2. 图纸的格式

(1) 图纸格式

电气图纸幅面由图纸边界线、图框线、标题栏等组成。在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留装订边两种，但同一产品的图纸只能选用一种格式，如图 1-2 和图 1-3 所示。两种格式图框的周边尺寸 a 、

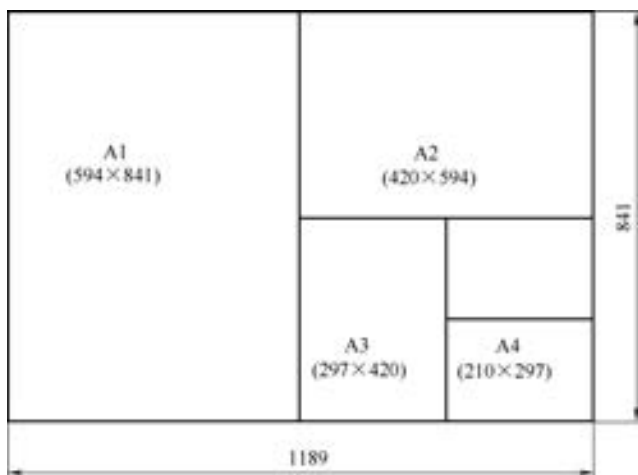


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

c、e 见表 1-1。

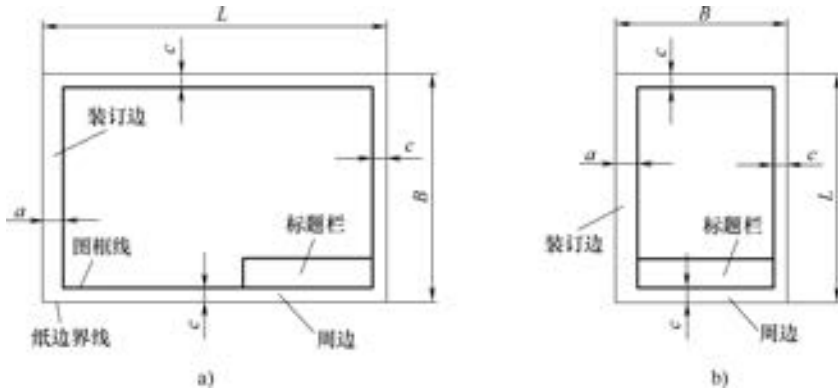


图 1-2 留有装订边图纸的图框格式
a) 横装 b) 竖装

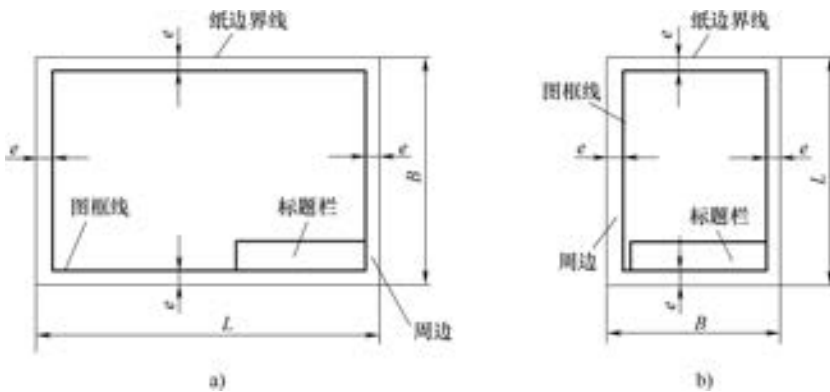


图 1-3 不留装订边图纸的图框格式
a) 横装 b) 竖装

(2) 图幅分区

当图上的内容很多时，为了能迅速找到图上的某内容，常采用分区的方法，如图 1-4 所示。分区方法是将图纸相互垂直的两边各自加以等分，竖边方向用大写英文字母编号，当分区数超过英文字母的总数时，超过的各区可用双重字母依次编写，例如 AA、BB、CC 等。横边方向用阿拉伯数字编号，编号的顺序应从标题栏相对的左上角开始。英文字母和阿拉伯数字应尽量靠近图框线，分区数应为偶数；每一分区的长度一般应不小于 25mm，不大于 75mm，对分区中的符号应以粗实线给出，其线宽不宜小于 0.5mm。

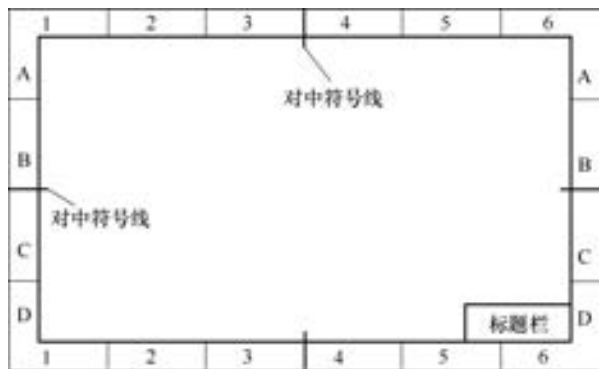


图 1-4 图幅分区

在图纸中标注分区代号时，如分区代号由英文字母和阿拉伯数字组合而成，应英文字母

在前、数字在后并排地书写，如 B3、C5 等。图纸分区后，相当于在图纸上建立了一个坐标，电气图上的元器件和连接线的位置可由此“坐标”而惟一地确定下来。

(3) 对中符号

如果图纸需要复制或缩微摄影时，为了使图定位方便，在图框各边中点处分别画出对中符号，对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边开始至伸入图框均约 5mm。

3. 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏，标题栏是用以确定图纸名称、图号、张次、更改和会签栏等内容的栏目。会签栏是供各相关专业的的设计人员会审图纸时签名和标注日期用。标题栏的位置一般在图纸的右下方，标题栏中的文字方向为看图方向。

标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》的规定。国内工程通用标题栏的基本信息及尺寸如图 1-5 所示。

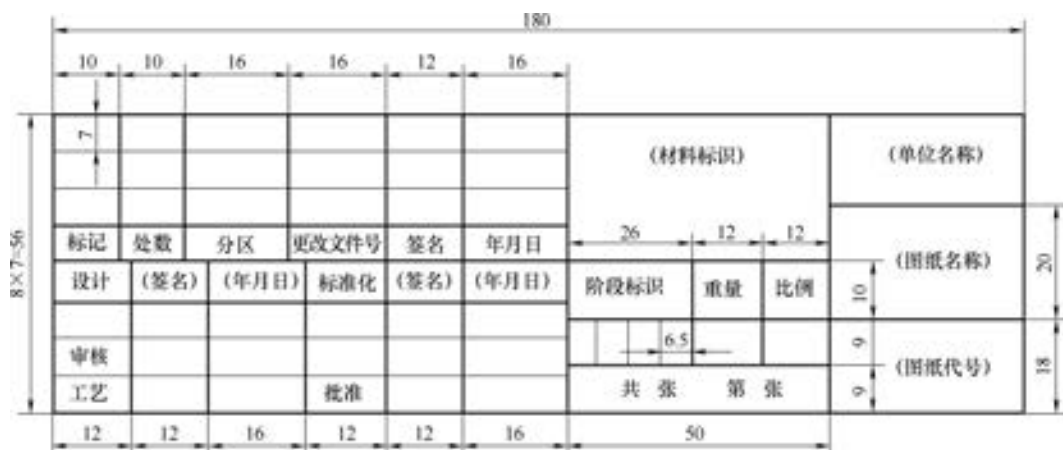


图 1-5 通用标题栏

学生在作业时，可采用图 1-6 所示的简化的标题栏格式。



图 1-6 作业用标题栏

1.1.2 比例

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，比例符号以“:”表示。

绘制图纸时，应优先选择表 1-2 中的优先使用比例。必要时也允许从表 1-2 中允许使用比例中选取。

表 1-2 绘图的比例


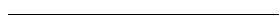




种 类	比 例						
原值比例	1:1						
放大比例	优先使用	5:1	2:1	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$	
	允许使用	4:1	2.5:1	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$		
缩小比例	优先使用	1:2	1:5	1:10	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$
	允许使用	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6	
		$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$	

注： n 为正整数。

1.1.3 图线及其画法

图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，它是组成图形的基本要素，形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。国家标准中规定了在电气工程图纸中可以使用的六种图线，其型式、名称、宽度以及应用示例见表 1-3。

表 1-3 常用图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	电气线路、一次线路
细实线		约 $b/2$	二次线路、一般线路
虚线		约 $b/2$	屏蔽线、机械连线
细点划线		约 $b/2$	控制线、信号线、围框线
粗点划线		b	有特殊要求线
双点划线		约 $b/2$	辅助围框线

国家标准中规定，图线分为粗线、中粗线、细线三种，以粗线宽度作为基础，其宽度比例关系为 4:2:1，粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 0.5 ~ 2mm 之间选择。建筑电气图样常用粗线、中粗线、细线三种，其宽度比例关系为 4:2:1，一般电气图样常采用中粗线、细线两种，其宽度比例关系为 2:1。图线宽度推荐系列为 0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm，在同一图样中，同类图线应一致。

1.1.4 字体

在图纸和技术文件中书写的汉字、数字和字母，都必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数代表字体高度（用 h 表示）。字体高度的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如需更大的字，其字高应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$ ，B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。在同一张图纸上，只允许选用一种型式的字体，我国一般使用 B 型。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

表示指数、分数、注脚等的数字和字母，应采用小一号的字体。不同情况下的最小字符高度见表 1-4。

表 1-4 最小字符高度 (单位: mm)

字符高度	图 幅				
	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	5	5	3.5	3.5	3.5
数字和字母	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5

1.1.5 尺寸与方位等标注的有关规定

1. 尺寸注法的基本规定

1) 尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起止箭头(或45°短划线)、尺寸数字等四个要素组成。物件的真实大小应以图纸上的尺寸数字为依据,不论采用何种比例,图纸中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与图形比例无关。图纸中的尺寸数字,如没有明确说明,一律以mm为单位,物件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2) 线性尺寸(长度、宽度、厚度)的尺寸数字一般注写在尺寸线的上方,也可注写在尺寸线的中断处,角度数字一律写成水平方向,注写在尺寸线的中断处,也可采用引出注写的方式。在没有足够的位置画箭头或注写数字时也可移出标注,一些特定尺寸必须标注符号,如直径符号 ϕ 、半径符号 R 。

2. 安装标高有绝对标高和相对标高

绝对标高即海拔,以青岛市外黄海平面作为零点而确定的高度尺寸。相对标高即选定某一参考面或参考点为零点而确定的高度尺寸。电气位置图均采用相对标高,一般采用室外某一平面、某一层楼平面作为零点而计算高度。这个标高称为安装标高或敷设标高。

3. 方位

电力照明和电信布置图等类的图纸按上北下南、右东左西表示电气设备或建筑物的位置和朝向,但在许多情况下,需用方位标记表示其朝向。

风向频率标记:表示设备安装地区性一年四季风向情况,在电气布置图上,往往还标有风向频率标记。它根据此地区多年平均统计的各个方向吹风次数的百分数,按一定比例绘制而成的。

4. 建筑物定位轴线

凡承重墙、柱、梁等主要承重构件的位置需画定位轴线。定位轴线编号的基本原则是,在水平方向从左至右用顺序的阿拉伯数字表示;垂直方向,用英文字母由下向上编号。

1.2 电气图的特点与分类

1.2.1 电气图的作用与特点

1. 电气图的作用

电气图是阐述电气的工作原理、描述产品的构成和功能、提供装接和使用信息的重要技

术文件。电气图一般由电路接线图、技术说明、主要电气设备（或元器件）的明细表、标题栏等部分组成。

1) 电路接线图：电路是由电源、负载、控制元器件和连接导线等组成的能实现预定功能的闭合回路。

2) 技术说明：技术说明或技术要求，用以注明电气接线图中有关要点、安装要求及未尽事项等。

3) 主要电气设备材料明细表：用以注明电气接线图中的电路主要电气设备及材料的型号或代号、名称、规格、数量等，不仅便于读图，也是订货、安装时的重要依据。

4) 标题栏：具有该图纸简要说明书的作用。用于标注电气工程名称、设计类别、单位、图名、比例以及设计人、制图人、审核人、批准人和日期等。

2. 电气图的特点

1) 简图是电气图的主要表达方式，是用图形符号、带注释的围框或简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系及其连接关系的一种图。

2) 元器件和连接线是电气图的主要表达内容。

3) 图形符号、文字符号（或项目代号）是电气图的主要组成部分。一个电气系统或一种电气装置同各种元器件的组成，在主要以简图形式表达的电气图中，无论是表示构成、表示功能，还是表示电气接线等，通常用简单的图形符号表示。

4) 对能量流、信息流、逻辑流、功能流的不同描述构成了电气图的多样性。一个电气系统中，各种电气设备和装置之间，从不同角度、不同侧面存在着不同的关系。能量流表达电能的流向和传递，信息流表达信号的流向和传递，逻辑流表达相互间的逻辑关系，功能流表达相互间的功能关系。

1.2.2 电气图的分类

1. 功能性文件

(1) 概略图

概略图是表示系统、分系统、成套装置、设备、软件等的概貌，并示出各主要功能件之间和（或）各主要部件之间的主要关系。概略图包括传统意义上的系统图、框图等电气图。

(2) 功能图

功能图是表示系统、分系统、成套装置、设备、软件等功能特性的细节，但不考虑功能是如何实现的。功能图包括逻辑功能图和等效电路图。

(3) 电路图

电路图是电气技术领域中使用最广、特性最典型的一种电气简图。它是表示系统、分系统、成套装置、设备、软件等实际电路的简图，采用图形符号并按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成的连接关系，而不考虑其实际位置的简图。

(4) 表图

包括功能表图、顺序表图、时序图。功能表图是用步和转换描述控制系统的功能和状态的表图。顺序表图是表示系统各个单元工作次序或状态的图，各单元的工作或状态按一个方向排列，并在图上成直角绘出过程步骤或事件。时序图是按比例绘出时间轴（横轴）的顺序表图。

(5) 端子功能图

端子功能图是表示功能单元的各端子接口连接和内部功能的一种简图。

(6) 程序图

是详细表示程序单元、模块的输入输出及其相互连接关系的简图，其布局应能清晰地识别其相互关系。

2. 位置文件

(1) 总平面图

总平面图是表示建筑工地服务网络、道路工程、相对于测定点的位置、地表资料、进入方式和工区总体布局的平面图。

(2) 安装图

安装图是表示各项目安装位置的图。

(3) 安装简图

安装简图是表示各项目之间连接的安装图。

(4) 装配图

装配图是通常按比例表示一组装配部件的空间位置和形状的图。

(5) 布置图

布置图是经简化或补充以给出某种特定目的所需信息的装配图。

3. 接线文件

(1) 接线图 [表]

接线图 [表] 是表示或列出一个装置或设备的连接关系的简图 [表]，包括单元接线图 [表]、相互连接线图 [表]、端子接线图 [表] 等。

(2) 电缆图 [表] [清单]

电缆图 [表] 是提供有关电缆，诸如导线的识别标记、两端位置以及特性、路径和功能（如有必要）等信息的简图 [表] [清单]。

4. 项目表

(1) 元器件表、设备表

元器件表、设备表表示构成一个组件（或分组件）的项目（零件、元件、器件、软件、设备等）和参考文件（如有必要）的表格。

(2) 备用元器件表

备用元器件表是表示用于防护和维修的项目（零件、元件、器件、软件、散装材料等）的表格。

5. 说明文件

(1) 安装说明文件

安装说明文件是给出有关一个系统、装置、设备或元器件的安装条件以及供货、交付、卸货、安装和测试说明或信息的文件。

(2) 试运转说明文件

试运转说明文件是给出有关一个系统、装置、设备或元器件试运转和起动时的初始调节、模拟方式、推荐的设定值以及为了实现开发和正常发挥功能所需采取措施的说明或信息的文件。

(3) 使用说明文件

使用说明文件是给出有关一个系统、装置、设备或元器件的使用的说明和信息的文件。

(4) 可靠性和可维修性说明文件

可靠性和可维修性说明文件是给出有关一个系统、装置、设备或元器件的可靠性和可维修性方面的说明和信息的文件。

6. 其他文件

可能需用的其他文件，例如手册、指南、样本、图纸和文件清单等。

1.3 电气图形符号的构成与分类

1.3.1 图形符号的构成

电气简图用图形符号通常由一般符号、符号要素、限定符号、框形符号和组合符号等组成。图形符号的含义取决于其形状和内容，它的大小与图线宽一般不影响含义，符号大小和文字大小相适应。

1. 一般符号

它是用来表示一类产品和此类产品特征的一种通常很简单的符号。

2. 符号要素

它是一种具有确定意义的简单图形，不能单独使用。符号要素必须同其他图形组合后才能构成一个设备或概念的完整符号。

3. 限定符号

它是用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号。通常它不能单独使用。有时一般符号也可用作限定符号，如电容器的一般符号加到扬声器符号上即构成电容式扬声器符号。

4. 框形符号

它是用来表示元件、设备等的组合及其功能的一种简单图形符号，既不给出元件、设备的细节，也不考虑所有连接。通常使用在单线表示法中，也可用在全部输入和输出接线的图中。

5. 组合符号

它是指通过以上已规定的符号进行适当组合所派生出来的、表示某些特定装置或概念的符号。

1.3.2 图形符号的分类

1. 分类概述

新的《电气简图用图形符号》国家标准编号为 GB/T 4728.1~5—2005 和 GB/T 4728.6~13—2008，等同采用国际电工委员会（IEC）标准，在国际上具有通用性，有利于对外技术交流。电气简图用图形符号共分 13 部分。

(1) 一般要求：有本标准内容提要、名词术语、符号的绘制、编号使用及其他规定。

(2) 符号要素、限定符号和其他常用符号：内容包括轮廓和外壳、电流和电压的种类、

可变性、力或运动的方向、流动方向、材料的类型、效应或相关性、辐射、信号波形、机械控制、操作件和操作方法、非电量控制、接地、接机壳和等电位、理想电路元件等。

(3) 导体和连接件：内容包括电线、屏蔽或绞合导线、同轴电缆、端子导线连接、插头和插座、电缆终端头等。

(4) 基本无源元件：内容包括电阻器、电容器、电感器、铁氧体磁心、压电晶体、驻极体等。

(5) 半导体管和电子管：如二极管、晶体管、电子管等。

(6) 电能的发生与转换：内容包括绕组、发电机、变压器等。

(7) 开关、控制和保护器件：内容包括触点、开关、开关装置、控制装置、起动机、继电器、接触器和保护器件等。

(8) 测量仪表、灯和信号器件：内容包括指示仪表、记录仪表、热电偶、遥控装置、传感器、灯、电铃、蜂鸣器、扬声器等。

(9) 电信交换和外围设备：内容包括交换系统、选择器、电话机、电报和数据处理设备、传真机等。

(10) 电信传输：内容包括通信电路、天线、波导管器件、信号发生器、激光器、调制器、解调器、光纤传输等。

(11) 建筑安装平面布置图：内容包括发电站、变电所、网络、音响和电视的分配系统、建筑用设备、露天设备等。








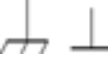

(12) 二进制逻辑元件：内容包括计数器、存储器等。

(13) 模拟元件：内容包括放大器、函数器、电子开关等。
















2. 常用电气简图用图形符号

常用电气简图用图形符号见表 1-5。











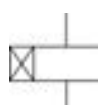
表 1-5 常用电气简图用图形符号

序 号	图 形 符 号	说 明
1		直流电 电压可标注在符号右边，系统类型可标注在左边
2		交流电 频率或频率范围可标注在符号的左边
3		正极性
4		负极性
5		运动方向或力
6		能量、信号、信息传送方向
7		接地一般符号
8		接机壳、功能等电位联结
9		保护等电位联结

(续)

序 号	图 形 符 号	说 明
10		故障
11		导线的连接
12		导线跨越而不连接
13		电阻器的一般符号
14		电容器的一般符号
15		电感器、线圈、绕组、扼流圈
16		电池或电池组
17		动合 (常开) 触点
18		动断 (常闭) 触点
19		延时闭合的动合 (常开) 触点
20		延时断开的动合 (常开) 触点
21		延时闭合的动断 (常闭) 触点
22		延时断开的动断 (常闭) 触点
23		手动操作开关一般符号
24		动合 (常开) 自动复位的手动按钮

(续)

序 号	图 形 符 号	说 明
25		带动合（常开）触点位置开关
26		带动断（常闭）触点位置开关
27		多极开关的一般符号，单线表示
28		多极开关的一般符号，多线表示
29		隔离开关的动合（常开）触点
30		负荷开关的动合（常开）触点
31		断路器的动合（常开）触点
32		接触器动合（常开）触点
33		接触器动断（常闭）触点
34		继电器、接触器等的线圈一般符号
35		缓吸继电器线圈（带时限的电磁电器线圈）

(续)

序 号	图 形 符 号	说 明
36		缓放继电器线圈 (带时限的电磁电器线圈)
37		热继电器的驱动器件
38		热继电器的动断 (常闭) 触点
39		熔断器的一般符号
40		熔断器式开关
41		熔断器式隔离开关
42		跌落式熔断器
43		避雷器
44		火花间隙
45		电机的一般符号 C—旋转变流机 G—发电机 GS—同步发电机 M—电动机 MG—能作为发电机或电动机使用的电机 MS—同步电动机 SM—伺服电动机 TG—测速发电机 TM—力矩电动机 IS—感应同步器

(续)

序 号	图 形 符 号	说 明
46		交流电动机
47		双绕组变压器, 电压互感器
48		三绕组变压器
49		电流互感器
50		电抗器, 扼流圈
51		自耦变压器
52		电压表
53		电流表
54		功率因数表
55		电能表
56		钟
57		电铃
58		电喇叭
59		蜂鸣器
60		调光器





(续)

序 号	图 形 符 号	说 明
61		限时装置
62		导线、导线组、电线、电缆、电路、传输通路等线路母线一般符号
63		中性线
64		保护线
65		灯的一般符号
66		电杆的一般符号
67		端子板
68		屏、台、箱、柜的一般符号
69		动力或动力-照明配电箱
70		电源插座一般符号
71		密闭 (防水)
72		防爆
73		电信插座的一般符号 可用文字和符号加以区别: TP—电话 FX—传真 TV—电视  —扬声器 M—传声器 FM—调频
74		开关的一般符号
75		钥匙开关

(续)

序 号	图 形 符 号	说 明
76		定时开关
77		阀的一般符号
78		电磁制动器
79		按钮的一般符号
80		按钮盒
81		电话机的一般符号
82		传声器的一般符号
83		扬声器的一般符号
84		天线的一般符号
85		放大器的一般符号, 中断器的一般符号, 三角形指传输方向
86		分线盒一般符号
87		室内分线盒
88		室外分线盒
89		变电所
90		杆式变电所
91		室外箱式变电所

(续)

序 号	图 形 符 号	说 明
92		自耦变压器式起动器
93		真空二极管
94		真空晶体管
95		整流器符号

3. 常用电气设备用图形符号

(1) 电气设备用图形符号的用途：识别、限制、说明、命令、警告、指示。

电气设备用图形符号是完全区别于电气图用图形符号的另一类符号。设备用图形符号主要用于各种类型的电气设备或电气设备部件，使操作人员了解其用途和操作方法。这些符号也可用于安装或移动电气设备的场合，以指出应注意的事项。

在电气图中，尤其是在某些电气平面图、电气系统说明书用图等图中，也可以适当地使用这些符号，以补充这些图形所包含的内容。







设备用图形符号与电气简图用图形符号的形式大部分是不同的。但有一些也是相同的，不过含义大不相同。例如，设备用熔断器图形符号虽然与电气简图符号的形式是一样的，但电气简图用熔断器符号表示的是一类熔断器。而设备用图形符号如果标在设备外壳上，则表示熔断器盒及其位置；如果标在某些电气图上，也仅仅表示这是熔断器的安装位置。

(2) 设备用图形符号须按一定比例绘制。含义明确，图形简单、清晰、易于理解、易于辨认和识别。

(3) 常用设备用图形符号

电气设备用图形符号分为6个部分：通用符号，广播、电视及音响设备符号，通信、测量、定位符号，医用电气设备符号，电话教育设备符号，家用电器及其他符号，见表1-6。




表 1-6 常用电气设备用图形符号

序 号	名 称	符 号	应 用 范 围
1	直流电		适用于直流电气设备的铭牌上，以及用来表示直流电的端子
2	交流电		适用于交流电气设备的铭牌上，以及用来表示交流电的端子
3	正极		表示使用或产生直流电设备的正端
4	负极		表示使用或产生直流电设备的负端
5	电池检测		表示识别与电池（一次或二次电源）供电设备有关的器件，例如电池测试按钮和表明电池情况的灯或仪表
6	电池定位		表示电池盒本身及电池的极性和位置

(续)

序号	名称	符号	应用范围
7	整流器		表示整流设备及其有关接线端子和控制装置
8	变压器		表示电气设备可通过变压器与电力线连接的开关、控制器、连接器或端子,也可用于变压器的包封或外壳上
9	熔断器		表示熔断器盒及其位置
10	测试电压		表示该设备能承受 500V 的测试电压
11	危险电压		表示危险电压引起的危险
12	接地		表示接地端子
13	保护接地		表示在发生故障时防止电击的与外保护导体相连接的端子,或与保护接地电极相连接的端子
14	接机壳、接机架		表示连接机壳、机架的端子
15	输入		表示输入端
16	输出		表示输出端
17	过载保护装置		表示一个设备装有过载保护装置
18	通		表示已接通电源,必须标在开关的位置
19	断		表示已与电源断开,必须标在开关的位置上
20	可变性(可调性)		表示量的被控方式,被控量随图形的高度而增加
21	调到最小		表示量值调到最小值的控制
22	调到最大		表示量值调到最大值的控制
23	灯、照明设备		表示控制照明光源的开关

(续)

序 号	名 称	符 号	应 用 范 围
24	亮度、辉度		表示亮度调节器、电视接收机等设备的亮度、辉度控制
25	对比度		表示电视接收机等设备的对比度控制
26	色饱和度		表示彩色电视接收机等设备上的色彩饱和度控制

1.4 电气技术中的文字符号和项目代号

一个电气系统或一种电气设备通常都是由各种基本件、部件、组件等组成，为了在电气图上或其他技术文件中表示这些基本件、部件、组件，除了采用各种图形符号外，还须标注一些文字符号和项目代号，以区别这些设备及线路的不同的功能、状态和特征等。

1.4.1 文字符号

文字符号应按有关电气名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写而成。同一设备若有几种名称时，应选用其中一个名称。

当设备名称、功能、状态或特征为一个英文单词时，一般采用该单词的第一位字母构成文字符号，需要时也可用前两位字母或前两个音节的首位字母构成；当设备名称、功能、状态或特征为两个或三个英文单词时，一般采用该两个或三个音节的第一位字母构成文字符号。

文字符号通常由基本文字符号、辅助文字符号和数字组成，用于提供电气设备、装置和元器件的种类字母代码和功能字母代码。

1. 基本文字符号

基本文字符号可分为单字母符号和双字母符号两种。GB/T 7159—1987《电气技术中的文字符号制定通则》虽于2005年废止，但这个标准在行业中发挥了重大的作用，被广泛采用，所以此处所述仍采用该标准。

(1) 单字母符号

单字母符号是英文字母将各种电气设备、装置和元器件划分为23大类，每一大类用一个专用字母符号表示，如“R”表示电阻类，“Q”表示电力电路的开关器件等，见表1-7。其中，“1”、“0”易同阿拉伯数字“1”和“0”混淆，不允许使用，字母“J”也未采用。

(2) 双字母符号

双字母符号是由表1-8中的一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成，其组合形式为单字母符号在前、另一个字母在后。双字母符号中的另一个字母通常选用该类设备、装置和元器件的英文名词的首位字母或常用缩略语，电气图中常用的双字母符号见表1-7。

表 1-7 电气图中常用的双字母符号

序号	设备、装置和元器件种类	名称	单字母符号	双字母符号
1	组件和部件	天线放大器	A	AA
		控制屏		AC
		晶体管放大器		AD
		应急配电箱		AE
		电子管放大器		AV
		磁放大器		AM
		印制电路板		AP
		仪表柜		AS
		稳压器		AS
2	电量到电量变换器或 电量到非电量变换器	变换器	B	
		扬声器		
		压力变换器		BP
		位置变换器		BQ
		速度变换器		BV
		旋转变换器（测速发电机）		BR
		温度变换器		BT
3	电容器	电力电容器	C	CP
4	其他元器件	本表其他地方未规定器件	E	
		发热器件		EH
		发光器件		EL
		空气调节器		EV
5	保护器件	避雷器	F	FL
		放电器		FD
		具有瞬时动作的限流保护器件		FA
		具有延时动作的限流保护器件		FR
		具有瞬时和延时动作的限流保护器件		FS
		熔断器		FU
		限压保护器件		FV
6	信号发生器 发电机电源	发电机	G	
		同步发电机		GS
		异步发电机		GA
		蓄电池		GB
		直流发电机		GD
		交流发电机		GA
		永磁发电机		GM
		水轮发电机		GH

(续)

序号	设备、装置和元器件种类	名 称	单字母符号	双字母符号
6	信号发生器 发电机电源	汽轮发电机	G	GT
		风力发电机		GW
		信号发生器		GS
7	信号器件	声响指示器	H	HA
		光指示器		HL
		指示灯		HL
		蜂鸣器		HZ
		电铃		HE
8	继电器和接触器	电压继电器	K	KV
		电流继电器		KA
		时间继电器		KT
		频率继电器		KF
		压力继电器		KP
		控制继电器		KC
		信号继电器		KS
		接地继电器		KE
	接触器	KM		
9	电感器和电抗器	扼流线圈	L	LC
		励磁线圈		LE
		消弧线圈		LP
		陷波器		LT
10	电动机	直流电动机	M	MD
		力矩电动机		MT
		交流电动机		MA
		同步电动机		MS
		绕线转子异步电动机		MM
		伺服电动机		SM
11	测量设备和试验设备	电流表	P	PA
		电压表		PV
		(脉冲) 计数器		PC
		频率表		PF
		电能表		PJ
		温度计		PH
		电钟		PT
		功率表		PW

(续)

序号	设备、装置和元器件种类	名称	单字母符号	双字母符号
12	电力电路的开关器件	断路器	Q	QF
		隔离开关		QS
		负荷开关		QL
		转换开关		QC
		刀开关		QK
		转换(组合)开关		QT
13	终端设备、滤波器、均衡器、限幅器	衰减器	Z	ZA
		定向耦合器		ZD
		滤波器		ZF
		终端负载		ZL
		均衡器		ZQ
		分配器		ZS
14	控制电路的开关选择器	控制开关	S	SA
		选择开关		SA
		按钮		SB
		终点开关		SE
		限位开关		SL
		微动开关		SS
		接近开关		SP
		行程开关		ST
		压力传感器		SP
		温度传感器		ST
		位置传感器		SQ
		电压表转换开关		SV
15	变压器	变压器	T	
		自耦变压器		TA
		电流互感器		TA
		控制电路电源用变压器		TC
		电炉变压器		TF
		电压互感器		TV
		电力变压器		TM
		整流变压器		TR
16	调制变换器	整流器	U	UR
		解调器		UD
		频率变换器		UF
		逆变器		UV
		调制器		UM
		混频器		UM

(续)

序号	设备、装置和元器件种类	名 称	单字母符号	双字母符号
17	电子管、晶体管	控制电路用电源的整流器	V	VC
		二极管		VD
		电子管		VE
		发光二极管		VL
		光敏二极管		VP
		晶体管		VT
		稳压二极管		VS 或 VZ
18	传输通道、波导和天线	导线、电缆	W	
		电枢绕组		WA
		定子绕组		WS
		转子绕组		WR
		励磁绕组		WE
		控制绕组		WC
19	电阻器	电阻器、变阻器	R	
		附加电阻器		RA
		制动电阻器		RB
		频敏变阻器		RF
		压敏电阻器		RV
		热敏电阻器		RT
		起动电阻器 (分流器)		RS
		光敏电阻器		RL
		电位器		RP
20	端子、插头、插座	输出口	X	XA
		连接片		XB
		分支器		XC
		插头		XP
		插座		XS
		端子板		XT
21	电器操作的机械器件	电磁铁	Y	YA
		电磁制动器		YB
		电磁离合器		YC
		防火阀		YF
		电磁吸盘		YH
		电动阀		YM
		电磁阀		YV
		牵引电磁铁		YT

2. 辅助文字符号

辅助文字符号是用来表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的。通常也是由英文单词的前一两个字母构成。它一般放在基本文字符号后边，构成组合文字符号，如“ACC”表示加速，“BRK”表示制动等。

辅助文字符号也可以放在表示种类的单字母符号后边组成双字母符号，例如“SP”表示压力传感器。若辅助文字符号由两个以上字母组成时，为简化文字符号，只允许采用第一位字母进行组合，如“MS”表示同步电动机。辅助文字符号还可以单独使用，如“OFF”表示断开，“DC”表示直流等。辅助文字符号一般不能超过三位字母。

电气简图中常用的辅助文字符号见表1-8。

表1-8 电气简图中常用的辅助文字符号

序 号	名 称	符 号	序 号	名 称	符 号
1	电流	A	29	低, 左, 限制	L
2	交流	AC	30	闭锁	LA
3	自动	AUT	31	主, 中, 手动	M
4	加速	ACC	32	手动	MAN
5	附加	ADD	33	中性线	N
6	可调	ADJ	34	断开	OFF
7	辅助	AUX	35	闭合	ON
8	异步	ASY	36	输出	OUT
9	制动	BRK	37	保护	P
10	黑	BK	38	保护接地	PE
11	蓝	BL	39	保护接地与中性线共用	PEN
12	向后	BW	40	不保护接地	PU
13	控制	C	41	反, 由, 记录	R
14	顺时针	CW	42	红	RD
15	逆时针	CCW	43	复位	RST
16	降	D	44	备用	RES
17	直流	DC	45	运转	RUN
18	减	DEC	46	信号	S
19	接地	E	47	起动	ST
20	紧急	EM	48	置位, 定位	SET
21	快速	F	49	饱和	SAT
22	反馈	FB	50	步进	STE
23	向前, 正	FW	51	停止	STP
24	绿	GN	52	同步	SYN
25	高	H	53	温度, 时间	T
26	输入	IN	54	真空, 速度, 电压	V
27	增	ING	55	白	WH
28	感应	IND	56	黄	YE

3. 文字符号的组合

文字符号的组合形式一般为基本符号 + 辅助符号 + 数字序号。

例如，第一台电动机，其文字符号为 M1；第一个接触器，其文字符号为 KM1。

4. 特殊用途文字符号

在电气图中，一些特殊用途的接线端子、导线等通常采用一些专用的文字符号。例如，三相交流系统电源分别用“L1、L2、L3”表示，三相交流系统的设备分别用“U、V、W”表示。

1.4.2 项目代号

在图上通常用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等可能相差很大，电容器、端子板、发电机、电源装置、电力系统都可称为项目。用以识别图、表图、表格中和设备上的项目种类，并提供项目的层次关系、实际位置等信息的一种特定的代码，称为项目代号。

1. 项目代号的组成

项目代号是一种特定的代码，每个表示元件或其组成部分的符号都必须标注其项目代号。在不同的图、图表、表格、说明书中的项目和设备中的该项目均可通过项目代号相互联系。

完整的项目代号包括 4 个相关信息的代号段。每个代号段都用特定的前缀符号加以区别。

完整项目代号的组成见表 1-9。

表 1-9 完整项目代号的组成

代号段	名称	定义	前缀符号	示例
第 1 段	高层代号	系统或设备中任何较高层次（对给予代号的项目而言）项目的代号	=	= S2
第 2 段	位置代号	项目在组件、设备、系统或建筑物中的实际位置的代号	+	+ C15
第 3 段	种类代号	主要用以识别项目种类的代号	-	- G6
第 4 段	端子代号	用以外电路进行电气连接的电器导电件的代号	:	: 11

2. 高层代号的构成

一个完整的系统或成套设备中任何较高层次项目的代号，称为高层代号。例如，S1 系统中的开关 Q3，可表示为 = S1 - Q3，其中“S1”为高层代号。

X 系统中的第 2 个子系统中第 3 个电动机，可表示为 = 2 - M3。

3. 位置代号的构成

项目在组件、设备、系统或建筑物中的实际位置的代号，称为位置代号。通常位置代号由自行规定的英文字母或数字组成。在使用位置代号时，应给出表示该项目位置的示意图。例如，15 室 B 列机柜第 6 号机柜的位置代号可表示为 + 15 + B + 6。

4. 种类代号的构成

用以识别项目种类的代码，称为种类代号。通常，在绘制电路图或逻辑图等电气图时就

要确定项目的种类代号。确定项目的种类代号的方法有3种。

第1种方法，也是最常用的方法，是由字母代码和图中每个项目规定的数字组成。按这种方法选用的种类代号还可补充一个后缀，即代表特征动作或作用的字母代码，称为功能代号。可在图上或其他文件中说明该字母代码及其表示的含义。例如，-K2M表示具有功能为M的序号为2的继电器。一般情况下，不必增加功能代号。如需增加，为了避免混淆，位于复合项目种类代号中间的前缀符号不可省略。

第2种方法，是仅用数字序号表示。给每个项目规定一个数字序号，将这些数字序号和它代表的项目排列成表，放在图中或附在另外的说明中。例如，-2、-6等。

第3种方法，是仅用数字组。按不同种类的项目分组编号。将这些编号和它代表的项目排列成表置于图中或附在图后。例如，在具有多种继电器的图中，时间继电器用11、12、13、…表示。

5. 端子代号的构成

在电气元件中，用以连接外部导线的导电元件称为端子。端子代号是完整的项目代号的一部分，当项目具有接线端子标记时，端子代号必须与项目上端子的标记相一致。端子代号通常采用数字或大写字母表示。例如，端子板X的8号端子，可标记为“-X:8”；继电器K3的B号端子，可标记为“-K3:B”。

6. 项目代号的组合

项目代号由代号段组成。一个项目可以由一个代号段组成，也可以由几个代号段组成。通常项目代号可由高层代号和种类代号进行组合，设备中的任一项目均可用高层代号和种类代号组成一个项目代号，例如=2-G3；也可由位置代号和种类代号进行了组合，例如+5-G2；还可先将高层代号和种类代号组合，用以识别项目，再加上位置代号，提供项目的实际安装位置，例如=P1-Q2+C5S6M10，表示P1系统中的开关Q2，位置在C5室S6列控制柜M10中。再如=A1-K1+C8S1M4，表示A1装置中的继电器K1，位置在C8室S1列控制柜M4中。

7. 项目代号与端子代号的位置和取向

每个表示元件或其组成部分的符号都必须标注其项目代号。一套文件中所有代号（包括项目代号和端子代号）应一致。项目代号应标注在符号的旁边，如果符号有水平连接线，应标注在符号上面；如果符号有垂直连接线，应标注在符号左边。必要时，可把项目代号标注在符号轮廓线里面。表示在一张图上的所有或多数元件项目代号的公用部分仅需表示在标题栏中。项目代号应尽可能地水平取向，如图1-7所示。端子代号应靠近端子，最好在水平连接线上边和垂直连接线的左边，端子代号的取向应与连接线方向一致，如图1-7所示。

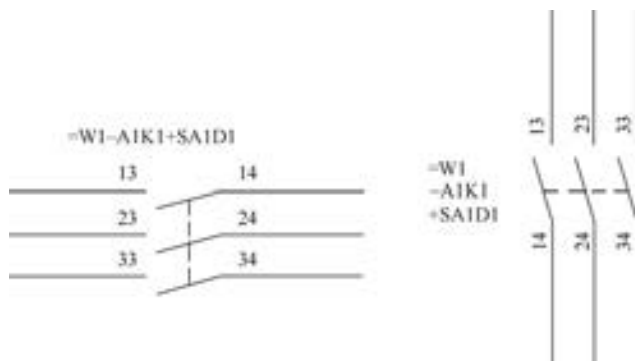


图1-7 项目和端子代号的位置和取向

1.5 电气图的表示方法

1.5.1 电气简图中元件的表示法

1. 元件中功能相关各部分的表示方法

(1) 集中表示法

这是一种把一个复合符号的各部分列在一起的表示法。如图 1-8a 所示。为了能表明不同的部件属于同一个元件，每一个元件的不同部件都集中画在一起，并用虚线把它们连接起来。这种画法的优点是能一目了然地了解电气图中任何一个元件的所有部件。但与半集中表示法和分开表示法相比，这种表示法不易理解电路的功能原理。所以在绘制以表示功能为主的电路图等的电气图时，除非原理很简单，否则很少采用集中表示法。

(2) 半集中表示法

这是一种把同一个元件不同部件的符号（通常用于具有机械的、液压的、气动的、光学的等方面功能联系的元件）在图上展开的表示方法，如图 1-8b 所示。它通过虚线把具有以上联系各元件或属于同一元件的各部件连接起来，以清晰表示电路布局，这种画法的优点是易于理解电路的功能原理，而且也能通过虚线一目了然地找到电气图中任何一个元件的所有部件。但和分开表示法相比，这种表示法不宜用于很复杂的电气图。

(3) 分开表示法

这是一种把同一个元件不同部件的图形符号（用于有功能联系的元件）分散于图上的表示方法，采用其同一个元件的项目代号表示元件中各部件之间的关系，以清晰表示电路布局，如图 1-8c 所示。与集中表示法和半集中表示法相比，用分开表示法表示的异步电动机正、反转控制电路，其电路图要简明得多。同样的“-K1”，不需通过虚线把它的不同部件连接起来或集中起来，而只要通过在其每一个部件（如线圈、主触头和控制触头）附近标上“-K1”即可。显然，这种画法对读图者来讲，最容易理解电路的功能。

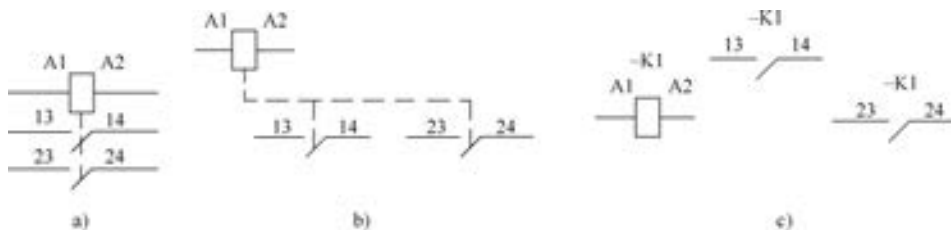


图 1-8 元件中功能相关部分表示法示例

a) 集中表示法 b) 半集中表示法 c) 分开表示法

2. 元件中功能无关各部分的表示方法

(1) 组合表示法

这种表示法可按以下两种方式中的一种表示元件中功能无关的各部分。

符号的各部分画在点划线框内，如图 1-9a 所示，该表示法表示一个封装了两只继电器的元件的组合。

符号的各部分（通常是二进制逻辑元件或模拟元件）连在一起，如图 1-9b 所示，该表示法表示了一个有四个二输入端与非门封装单元的组合。

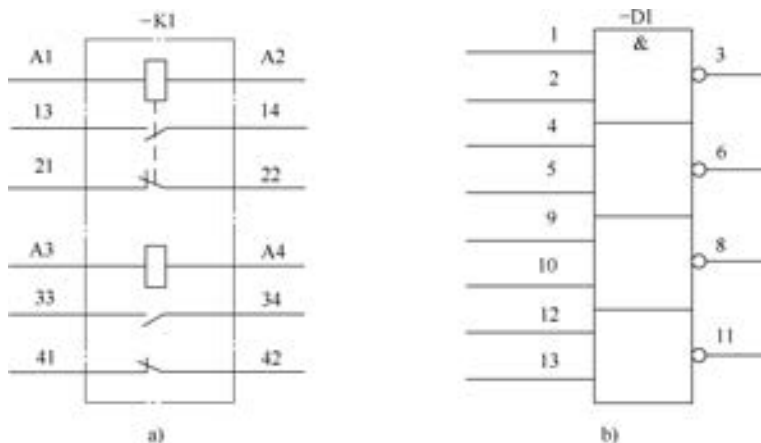


图 1-9 组合表示法

a) 两只继电器的元件的组合例 b) 二进制逻辑元件或模拟元件组合例

(2) 分立表示法

这是一种把在功能上独立的符号的各部分分开示于图上的表示方法，通过其项目代号使电路和相关的各部分的布局清晰。图 1-10 是图 1-9b 所示元件的分立表示法示例。

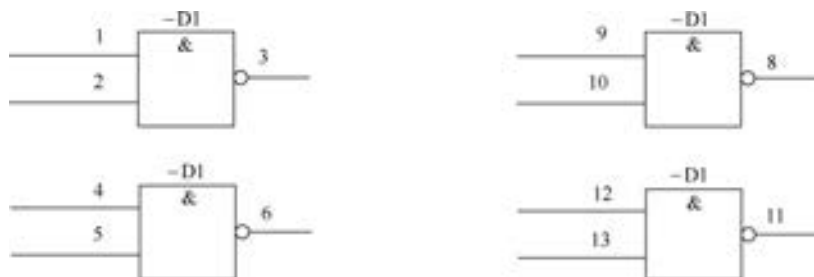


图 1-10 分立表示法示例

1.5.2 信号流的方向和简图的布局

1. 信号流方向

默认的信号流的方向为从左到右或从上到下，如图 1-11a 所示。如果由于制图的需要，信号的流向与上述习惯不同时，在连接线上必须画上开口箭头，以标明信号的流向。需要注意的是，这些箭头不可触及任何图形符号，如图 1-11b 所示。

2. 简图的布局方法

(1) 连接线的布置

表示导线、信号通路、连接线等的图线一般应为直线，即横平竖直，尽可能减少弯折。



图 1-11 信号流的方向

a) 信号方向从左到右 b) 信号流的方向从右到左

水平布置：将设备和元件按行布置，使得其连接线一般成水平布置，如图 1-12a 所示。

垂直布置：将设备或元件按列排列，连接线成垂直布置，如图 1-12b 所示。

交叉布置：当需要的元器件连接成对称的布局时，连接线也可采用斜交叉线，如图 1-12c 所示。

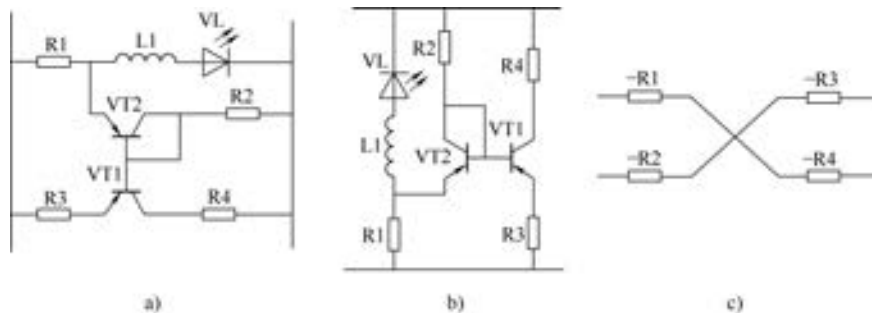


图 1-12 连接线布置

a) 水平布置 b) 垂直布置 c) 交叉布置

(2) 电路或元件的布局

1) 功能布局法

简图中元件符号的布置，只考虑便于看出它们所表示的元件功能关系，而不考虑实际位置的一种布局方法。在此布局中，将表示对象划分为若干功能组，按照因果关系从左到右或从上到下布置；每个功能组的元件应集中布置在一起，并尽可能按工作顺序排列。

功能布局法是元件或元件的各部件在图上的布置使电路的功能关系易于理解的布局方法。对于表示设备功能和工作原理的电气图，进行画图布局时，可把电路划分成多个既相互独立又相互联系的功能组，按工作顺序或因果关系，把电路功能组从上到下或从左到右进行排列，并且每个功能组内的元器件集中布置在一起，其顺序也按因果关系或工作顺序排列，这样才能便于读图时分析电路的功能关系。一般电路图都采用这种布局的方法。

2) 位置布局法

指简图中元件符号的布置对应于该元件实际位置的布局方法。布局中可以看出元件的相对位置和导线的走向。对于需按照电路或设备的实际位置绘制的电气图，如接线图或电缆配置图，进行画图布局时，可把元器件和结构组按照实际位置布置，这样绘制的导线接线的走向与位置关系也与实物相同，以便装配接线及维护时的读图。

1.5.3 简图的连接线

1. 一般规定

连接线是电气图的组成部分，连接线可表示导线、电缆、电力线路、信号线路、功能关系连线等。简图的连接线应采用实线来表示，表示计划扩展的连接线用虚线。同一张电气图中，所有的连接线的宽度相同，具体线宽应根据所选图幅和图形的尺寸来决定。必要时可采用两种以上的图线宽度。有些电气图中，为了突出和区分某些重要电路，例如电源主电路、一次电路、主信号通路等采用粗线，与之相关的其余部分用细线。由隔离开关、断路器等组成的变压器电源电路用粗线表示，而由电流互感器和电压互感器、电能表组成的电流测量电

路用细线表示。

在绘制电气工程图时，一般一条图线可表示单根导线。对于多根导线，可以分别画出，也可以只画1根图线，但需加标志。导线根数表示法见表1-10。

表 1-10 导线根数表示法

序号	图形符号	说明
1		3根导线
2		n根导线
3		具体表示
4		屏蔽导线
5		绞合导线
6		分支与合并
7		相序变更
8		电缆

2. 连接线的标记

连接线需要标记时，标记必须沿着连接线放在水平连接线的上方及垂直连接线的左边，或放在连接线中断处，如图1-13所示。



图 1-13 连接线标记位置

3. 连接线中断处理

画电气图时，当穿越图面的连接线较长或穿越稠密区域时，为了保持图面清晰，允许将连接线中断，在中断处加相应的标记。

去向相同的线组可用中断线表示如图1-14所示，并在中断处的两端分别加注适当的标记。

当需用多张电气图来表示一个电路时，连到另一张图上的连接线，应画成中断形式，并在中断处

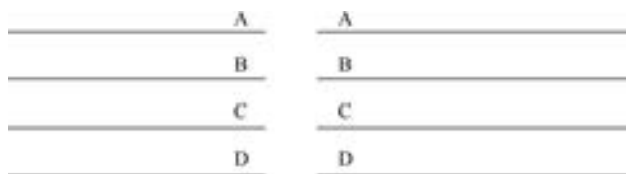


图 1-14 去向相同的线组中断例

注明图号、张次、图幅分区代号等标记，如图 1-15 所示。

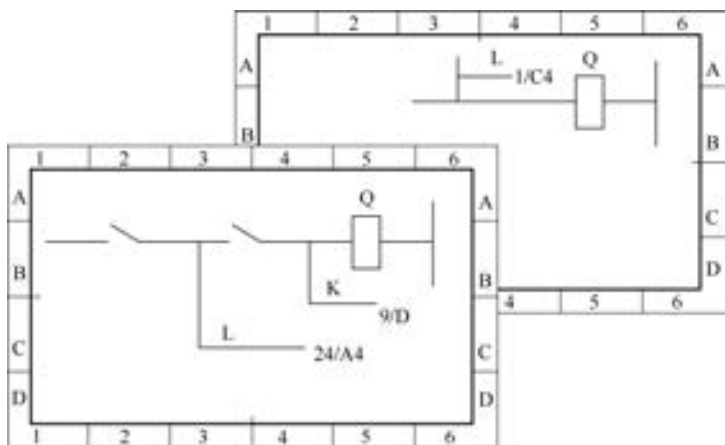


图 1-15 不同图上连接线的中断表示法

用符号标记表示连接线的中断，如图 1-16 所示。

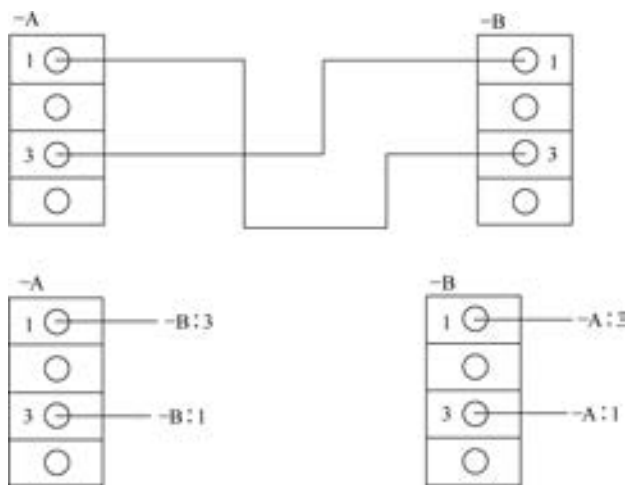


图 1-16 符号标记表示中断连接线

4. 连接线的接点

连接线的接点按照标准有两种表现方式，一种为 T 形连接表示，如图 1-17a 所示，当布局比较方便时，优先选用此种表达方式。另一种为双重接点表示方式，如图 1-17b 所示，采用此种表达方式表示的连接点的图中，所有连接点都应加上实心小圆点（·），不加实心小圆点的“十”字形交叉线被认为是两线跨接而过，并不相连。

5. 平行连接线

平行连接线有两种表示方法，一种是多线表示法，一种是单线表示法。多线表示法即每根连接线都用一条图线表达，单线表示法即两根连接线或多根连接线合成一条图线表达，但要注明连接线根数，如图 1-18 所示。

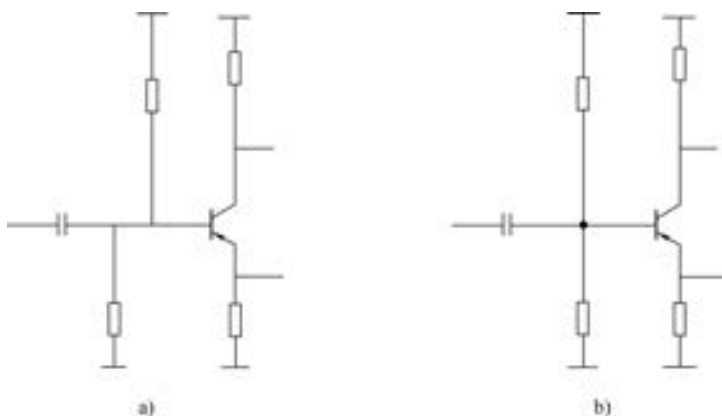


图 1-17 连接点的画法

a) 采用 T 形连接 b) 采用双重接点

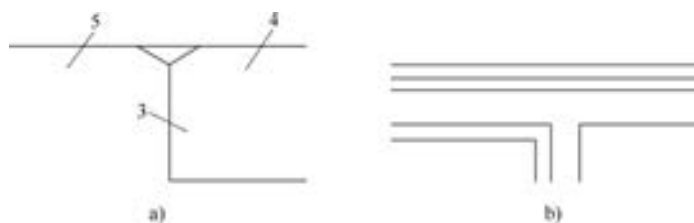


图 1-18 平行连接线的两种表示法

a) 单线表示法 b) 多线表示法

6. 信息总线

如果连接线表示传输几个信息的总线（同时的或时间复用的），可用单向总线指示符、双向总线指示符表示，如图 1-19 所示。

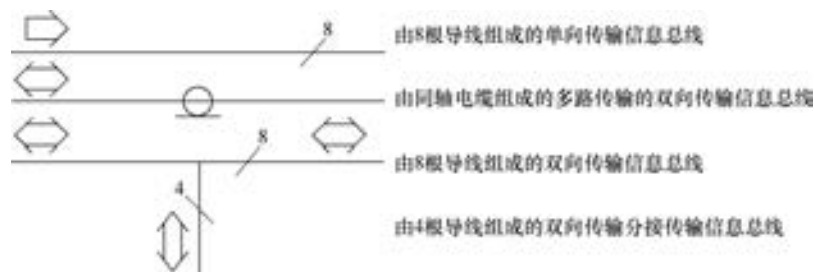


图 1-19 信息总线单线表示法的示例

1.5.4 简图的箭头、指引线及围框

1. 箭头和指引线

- 1) 开口箭头：用于电气能量、电气信号的传递方向（能量流、信息流流向）。
- 2) 实心箭头：用于可变性、力或运动方向，以及指引线方向。
- 3) 指引线：指示注释的对象，应为细实线。

指引线末端加注标记：指向轮廓线内，用一黑点；指向轮廓线上，用一实心箭头；指向

电气连接线上，加一短划线。

2. 围框

表示功能单元、功能组的围框、结构单元采用框线符号绘制。围框应有规则的形状，并且不应与任何元件符号相交。当需要在图上显示出图的某一功能单元、结构单元、项目组时，可用点划线围框表示，如图 1-20 所示。如在图上含有安装在别处而功能与本图相关的部分，这部分可加双点划线。

当单元中含有连接器符号时，应表示出一对连接器的哪一部分属于该单元，哪一部分不属于该单元，如图 1-21a 所示。如果一对连接器的双方是单元必不可少的部分，则必须在围框内表示出两个连接器符号，如图 1-21b 所示。

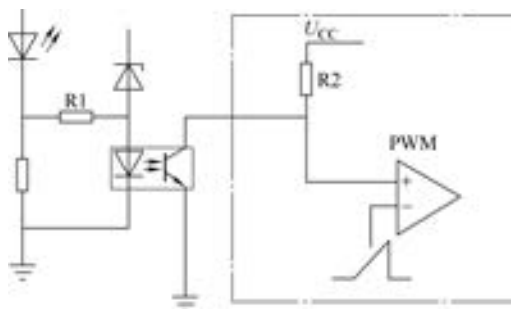


图 1-20 功能单元与结构单元的围框例 (光耦电路图)

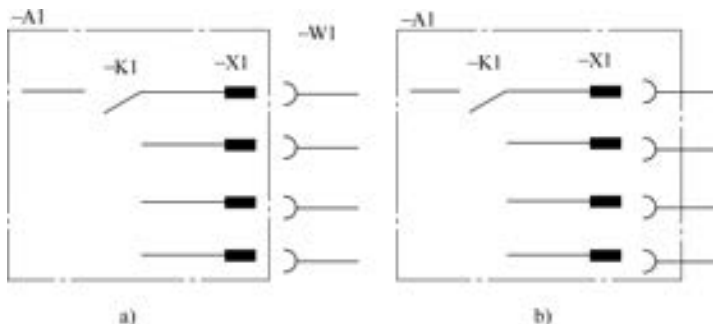


图 1-21 连接器位置符号位置示例

a) 插头属单元 - A1, 插座属电缆 - W1 b) 插头和插座属单元 - A1 的组成

第 2 章 AutoCAD 基础知识

2.1 操作基础

2.1.1 概述

1. AutoCAD 简介

(1) AutoCAD 软件版本选用

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 1982 年推出的一种通用的计算机辅助绘图和设计软件。在二十多年的发展过程中, Autodesk 公司不断地对 AutoCAD 软件进行改进和提高, 从开始的 AutoCAD1.0 版到 2010 年 AutoCAD2010 版的推出, 共经历了二十多种版本的演变, 其功能逐步增强、日趋完善, 从简易的二维图形绘制, 发展成集三维设计、通用数据库管理于一体的软件包。在中国, AutoCAD 已成为工程设计领域应用最为广泛的计算机辅助设计软件之一。在工程实际应用领域, AutoCAD 软件平台选用也不是升级版本越高越好, 升级版本越高, 相对硬件要求也越高, 使用成本也越高, 软件选用应以够用为度。AutoCAD 软件以二维绘图最为优秀, 它的三维绘图功能相对于专业级三维软件来说还有差距, AutoCAD2007 版本三维绘图功能已有较大改善。针对电气工程图的绘制, 软件选用 AutoCAD2007 版本已足够, 本书选用目前广泛使用的 AutoCAD2007 为软件平台。

(2) AutoCAD2007 的主要功能

1) 绘图功能

创建二维图形, 创建三维实体, 创建线框模型, 创建曲面模型。

2) 编辑功能

AutoCAD2007 具有强大的图形编辑功能。例如, 对于图形或线条对象, 可以采用删除、恢复、移动、复制、镜像、旋转、修剪、拉伸、缩放、倒角、倒圆角等方法进行修改和编辑。AutoCAD2007 还具有强大的文字标注和尺寸标注功能。

3) 图形显示功能

AutoCAD 可以任意调整图形的显示比例, 以便观察图形的全部或局部, 并可以使图形上、下、左、右地移动来进行观察。AutoCAD 为用户提供了六个标准视图和四个轴测视图, 可以利用视点工具设置任意的视角, 还可以利用三维动态观察器设置任意的透视效果。

4) 二次开发功能

用户可以根据需要来自定义各种菜单及与图形有关的一些属性。AutoCAD 提供了一种内部的 Visual Lisp 编辑开发环境, 用户可以使用 LISP 语言定义新命令, 开发新的应用和解决方案。

2. 学习 AutoCAD 的方法

学习 AutoCAD 就是学习命令, 想让计算机绘图, 就必须向计算机发出指令, 完成一个

任务后，继续向它发出指令，最后精确快捷地绘制出完美的图形。在 AutoCAD 中，无论是选择了某个菜单项，还是单击了某个工具按钮，都相当于执行了一个命令。学习过程中尽量掌握每个命令的用法和技巧。学习 AutoCAD 还要学会观察命令行。在 AutoCAD 中，不管以何种方式输入命令，命令行中都会提示我们下一步该怎样操作，此时，操作者一定要观察命令行所提示的操作方法，对每个命令的功能和用途做到心中有数，按命令行的提示进行操作，这样通过连续不断的人机对话，在实际绘图时才能具体问题具体分析，进行正确地操作。

3. 鼠标的使用

大多数用户使用鼠标作为定点设备，通过它完成一些常用动作。常用的滚轮鼠标是一种双键鼠标，如图 2-1 所示，两个键之间有一个小滚轮。旋转或按下这个滚轮可以快速缩放和平移图形。

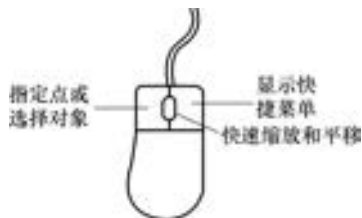


图 2-1 双键滚轮鼠标

在 AutoCAD 中，鼠标左右键一般是按照下述规则定义的：

左键：通常为拾取键，左键是绘图过程中使用最多的键，主要为拾取功能，用于单击工具栏按钮、选取菜单选项以发出命令，也可以在绘图过程中选择点、图形对象等。

右键：通常为回车键，相当于键盘 Enter 键，用于结束当前使用的命令。使用鼠标右键，可以显示包含相关命令和选项的快捷菜单。根据移动光标位置的不同，显示的快捷菜单也不同。要在任意位置查看可用的选项，请尝试单击鼠标右键以显示快捷菜单。

鼠标右键根据用户自己的需要可以自定义进行设置。其方法为选择菜单栏中的“工具”→“选项”→“用户系统配置”选项卡，并单击“自定义右键单击”按钮，用户可以在弹出对话框中设置右键的功能。

4. 启动 AutoCAD

AutoCAD2007 提供了以下几种启动方法：

通过“开始”程序菜单启动，AutoCAD2007 安装好后，系统将在开始程序菜单中创建 AutoCAD2007 程序组，单击该菜单中的相应程序就可以启动了。

通过桌面快捷方式启动，方法是将鼠标指针移到桌面 AutoCAD2007 图标上双击左键。

启动后进入系统，根据设置的不同会出现两种情况：

一种情况是不出现“启动”对话框，在此状态下，选择菜单栏“文件”→“新建”命令，此时出现“选择样板”对话框。另一种情况是出现“启动”对话框，在不出现“启动”对话框时，从菜单栏中点击“工具”→“选项”，在弹出的“选项”对话框中点击“系统”选项卡，然后在“基本选项”中选择“显示启动对话框”，点击“确定”按钮完成设置，则以后 AutoCAD 启动进入系统都会出现“启动”对话框，如图 2-2 所示。“启动”对话框上方有四个按钮，自左向右



图 2-2 “启动”对话框

分别是“打开图形”、“从草图开始”、“使用样板”和“使用向导”。将光标移到按钮上，操作它们可以开始新建或打开已有的图形文件。对于初学 AutoCAD 的用户，建议用户设置“启动”对话框，然后通过“使用向导”进入 AutoCAD。

在“启动”对话框中单击“使用向导”按钮，对话框中出现“快速设置”和“高级设置”两种选项。

在选择窗口中如选择“快速设置”选项，并单击“确定”按钮，将弹出“快速设置”对话框。

快速设置分为两步，有“单位”设置和“区域”设置。“单位”一般选“小数”，单击“下一步”按钮，进入“区域”设置状态。在“区域”设置对话框中，可通过输入图幅的宽度与长度来确定所需图幅的大小。如图宽度为“420”，长度为“297”，表示横 A3 图幅。若将宽度输入“297”，长度输入“420”，则表示竖放的 A3 图幅（此处的长、宽与通常所指的长、宽不同），如图 2-3 所示。区域设置完成后，点击该对话框中的“完成”按钮，即可关闭“快速设置”对话框，进入绘图状态。



图 2-3 “快速设置”选项中“区域”设置对话框

在选择窗口中如选择“高级设置”选项，并单击“确定”按钮，将弹出“高级设置”对话框。在“单位”设置中一般选小数，依次点击“下一步”，在“角度”设置中一般选择“十进制度数”。在“角度测量”设置中一般以东方向为零度。在“角度方向”设置中一般设置逆时针方向为正。在“区域”中设置与“快速设置”中的“区域”设置相同。设置完毕后，单击“完成”按钮，即可关闭“高级设置”对话框，进入绘图状态。

2.1.2 AutoCAD2007 工作界面介绍

了解一个软件的操作界面，是入门学习的第一步，中文版 AutoCAD2007 为用户提供了“AutoCAD 经典”和“三维建模”两种工作空间模式。对于习惯于 AutoCAD 传统界面用户来说，可以采用“AutoCAD 经典”工作空间。

1. AutoCAD2007 的经典界面组成


AutoCAD 经典界面主要由菜单栏、工具栏、绘图窗口、文本窗口与命令行、状态行等

元素组成，如图 2-4 所示。



图 2-4 AutoCAD2007 的经典界面

(1) 标题栏

标题栏位于应用程序窗口的最上面，用于显示当前正在运行的程序名及文件名等信息，如果是 AutoCAD 默认的图形文件，其名称为 Drawing.dwg。单击标题栏右端的  按钮，可以最小化、最大化或关闭应用程序窗口。

(2) 菜单栏与快捷菜单

中文版 AutoCAD2007 的菜单栏由“文件”、“编辑”、“视图”等菜单组成，几乎包括了 AutoCAD 中全部的功能和命令。用户只要单击其中的任何一个选项，便可以得到它的子菜单，如图 2-5 所示。菜单命令后出现“…”符号时，系统将弹出相应的子对话框，让用户进一步地设置与选择。菜单命令后出现“▶”符号时，系统将显示下一级子菜单。有时菜单项为浅灰色时，表示在当前条件下，这些命令不能使用。

快捷菜单又称为上下文相关菜单。在绘图区域、工具栏、状态行、模型与布局选项卡以及一些对话框上右击时，将弹出一个快捷菜单，如图 2-6 所示，该菜单中的命令与 AutoCAD 当前状态相关。使用它们可以在不启动菜单栏的情况下快速、高效地完成某些操作。

(3) 工具栏

工具栏是调用命令的另一种方式，是代替命令的简便工具，它包含许多由图标表示的命令按钮。如果把光标指向某个工具按钮并停顿一下，屏幕上就会显示出该工具按钮的名称，并在状态栏中给出该按钮的简要说明。

在 AutoCAD 中，系统共提供了二十多个已命名的工具栏，也可以创建自定义工具栏。默认情况下，“标准”、“绘图”、“修改”、“图层”、“对象特性”、“样式”等工具栏处于打开状态。图 2-7、图 2-8 及图 2-9 分别为常用的“标准”“绘图”“修改”工具栏。



图 2-5 下拉菜单的子菜单



图 2-6 快捷键



图 2-7 “标准”工具栏



图 2-8 “绘图”工具栏

工具栏有多种状态，可以显示、隐藏工具栏、浮动、锁定工具栏和调整工具栏大小。工具栏在浮动状态下，可将工具栏移至任意位置，用户可通过单击其边界拖动或改变其形状。工作时工具栏尽量安排在屏幕绘图区的左侧、右侧或上方。如果要显示当前隐藏的工具栏或

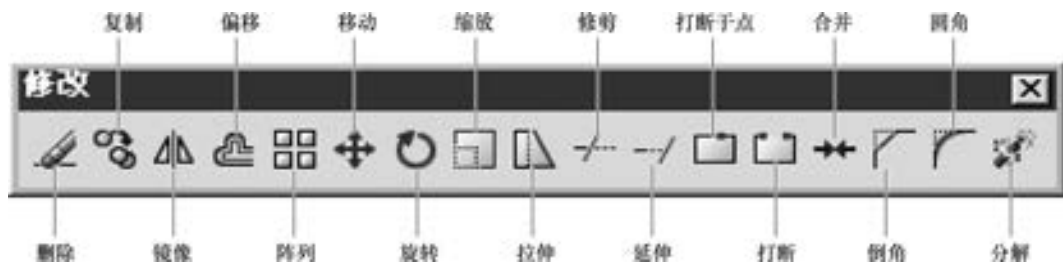


图 2-9 “修改”工具栏

锁定工具栏，可在任意工具栏边上右击，此时将弹出一个快捷菜单，通过选择可以显示或关闭相应的工具栏或锁定工具栏。

(4) 绘图窗口

在 AutoCAD 中，绘图窗口是用户绘图的工作区域，因此位于整个工作界面的中心位置，并占据了绝大部分区域，把鼠标移动到绘图区时，鼠标变成了十字形状，可用鼠标直接在绘图区中定位，所有的绘图结果都反映在这个窗口中。为了能最大限度地保持绘图窗口的范围，建议用户不要调出过多的工具条，工具条可以随用随调，以增大绘图窗口绘图空间。如果图纸比较大，需要查看未显示部分时，可以单击窗口右边与下边滚动条上的箭头，或拖动滚动条上的滑块来移动图纸。

在绘图区的左下角有一个坐标系的图标，它表明当前坐标系的类型，图标左下角为坐标的原点 (0, 0, 0)。坐标系的图标指示了绘图时的正方位，其中“X”和“Y”分别表示 X 轴和 Y 轴，而箭头指示着 X 轴和 Y 轴的正方向。默认情况下，坐标系为世界坐标系 (WCS)。

绘图窗口的下方有“模型”和“布局”选项卡，它们用来控制绘图工作是在模型空间还是在图纸空间进行。AutoCAD 的默认状态是在模型空间，一般的绘图工作都是在模型空间进行。单击“布局”标签可进入图纸空间，“布局”代表一张可以按各种比例显示一个或多个模型视图的打印图样。这种布局环境称为图纸空间。图纸空间主要完成打印输出图形的最终布局。如进入了图纸空间，单击模型标签即可返回模型空间。

(5) 命令行与文本窗口

“命令行”窗口位于绘图窗口的底部，用于接收用户输入的命令，并显示 AutoCAD 提示信息。

在命令行中输入命令时，将显示一组选项或一个对话框。例如在命令提示下输入 circle 时，将显示以下提示：

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

可以通过输入 X、Y 坐标值或通过使用定点设备在屏幕上单击点来指定圆心。

要选择不同的选项时，请输入括号内的一个选项中的大写字母。可以输入大写或小写字母。例如要选择三点选项 (3P)，可输入 3p。

按空格键或【Enter】键后则执行画圆命令。

用户可以调整命令提示窗口的大小与位置，其方法是将鼠标放置于命令提示窗口的上边框线，光标将变为双向箭头，此时按住鼠标左键并上下移动，即可调整该窗口的大小；另外用鼠标将命令提示窗口拖动到其他位置，就会使其变成浮动状态。

“AutoCAD 文本窗口”是记录 AutoCAD 命令的窗口，是放大的“命令行”窗口，它记录了已执行的命令，也可以用来输入新命令。在 AutoCAD2007 中，可以选择“视图”→“显示”→“文本窗口”命令或者按键盘上的 F2 键，打开文本窗口，从中可以查看更多命令信息，再次按键盘上的 F2 键，即关闭该文本窗口。

(6) 状态行

图 2-10 所示为状态行，它用来显示 AutoCAD 当前的状态，如当前光标的坐标、命令和按钮状态等。“通信中心”按钮位于状态栏右侧。利用该按钮，可以通过 Internet 对软件进行升级并获得相关的支持文档。状态栏右侧的小箭头可以打开一个菜单，可以通过该菜单来删减状态栏上显示的内容。清除屏幕按钮位于应用程序窗口的右下角，要扩展图形显示区域可单击，这样将仅显示菜单栏、状态栏和命令窗口。此选项旁边将显示一个复选标记，再次单击“清除屏幕”可恢复原设置。

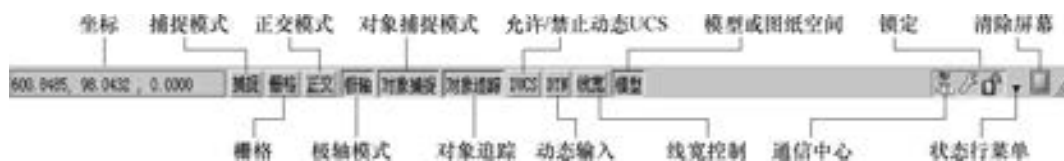


图 2-10 状态行

在绘图窗口中移动光标时，状态行的“坐标”区将动态地显示当前坐标值。坐标显示取决于所选择的模式和程序中运行的命令，共有“相对”、“绝对”和“无”三种模式。

状态行中还包括如“捕捉”、“栅格”、“正交”、“极轴”、“对象捕捉”、“对象追踪”、“DUCS”、“DYN”、“线宽”、“模型”（或“图纸”）等 10 个功能按钮。这些按钮有两种工作状态，分别为凸起与凹下。当按钮处于凹下状态时，表示相应的设置处于工作状态；当按钮处于凸起状态时，表示相应的设置处于关闭状态。


单击状态行任一按钮，可打开或关闭相应的辅助工具。在按钮上单击右键可进行详细设置。它们的功能见表 2-1。

表 2-1 状态行功能说明

按 钮	说 明
捕捉	控制是否采用栅格捕捉，打开时，光标被栅格磁吸，光标只能在栅格点上移动。绘图中如光标移动不灵活时，就应检查该模式是否开启
栅格	控制是否显示栅格，单击右键设置栅格参数
正交	控制是否打开正交模式，如果打开，光标只能水平或垂直移动
极轴	控制是否打开极坐标追踪，控制是否使用极轴追踪对象
对象捕捉	控制是否使用对象自动捕捉功能，单击右键可设置捕捉模式
对象追踪	控制是否打开对象捕捉追踪，如果打开，可对正需要的对象
DUCS	允许或禁止动态 UCS
DYN	控制是否打开动态输入显示
线宽	控制是否在屏幕上显示线宽
模型	控制绘图时模型空间和图纸空间的切换

(7) 面板与工具选项板

通过依次单击“工具”→“选项板”→“工具选项板”或“面板”菜单，可以手动显示工具选项板与面板。

按默认的方式启动 AutoCAD2007 时，会显示出“工具选项板”，利用该“工具选项板”可以很方便快速地向图形中插入图案填充或者块，可以事先定义好常用块到选项板，需要时调用。对于暂不用的工具选项板可关闭，单击其右上角的  按钮关闭它，需要时打开。

面板是一种特殊的选项板，它主要用于三维绘图，面板提供了用于建模和渲染操作的单个界面，使用户无需显示多个工具栏，从而使得应用程序窗口更加整洁。因此可以将三维操作的区域最大化，使用单个界面来加快和简化工作。面板在用户使用三维建模工作空间时自动显示，面板中的每个控制面板均可以与一个工具选项板组关联，要显示关联的工具选项板组，可单击工具或打开滑出面板。

2. AutoCAD2007 的三维建模界面组成

在 AutoCAD2007 中，选择“工具”→“工作空间”→“三维建模”命令，或在“工作空间”工具栏的下拉列表框中选择“三维建模”选项，都可以快速切换到“三维建模”工作空间界面，如图 2-11 所示。

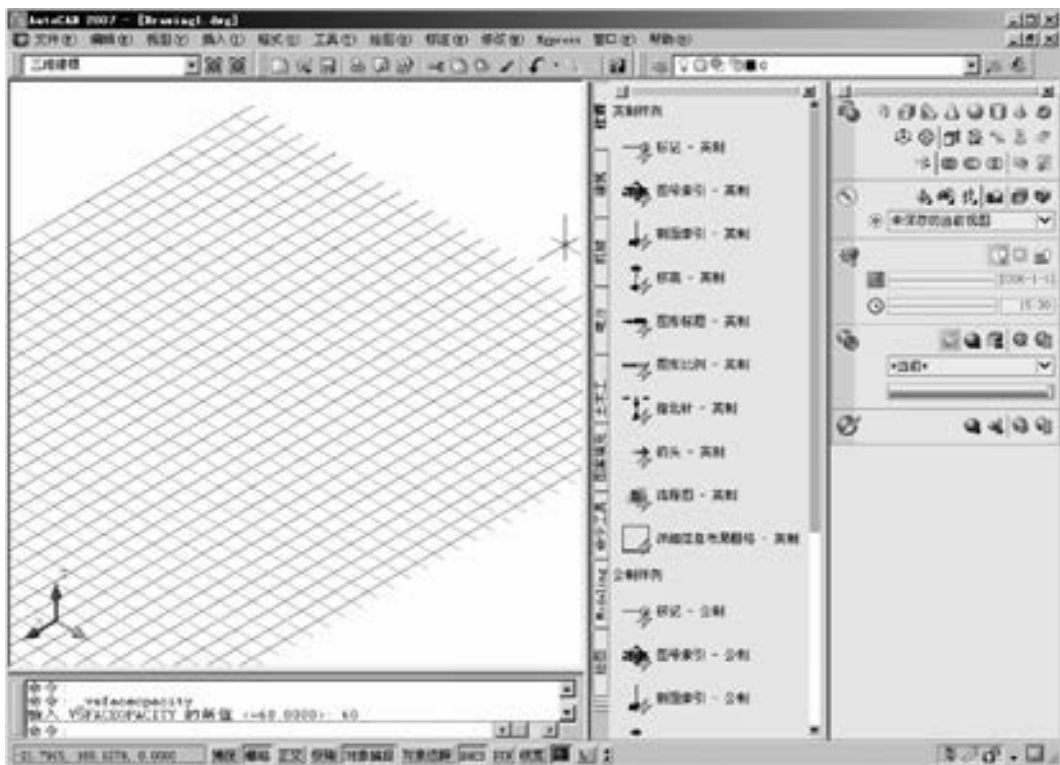


图 2-11 “三维建模”工作界面

“三维建模”工作界面对于用户在三维空间中绘制图形来说更加方便。默认情况下，“栅格”以网格的形式显示，增加了绘图的三维空间感。另外，“面板”选项板集成了“三维制作控制台”、“三维导航控制台”、“光源控制台”、“视觉样式控制台”和“材质控制

台”等选项组，从而使用户绘制三维图形、观察图形、创建动画、设置光源、为三维对象附加材质等操作提供了非常便利的环境。

2.2 绘图环境设置

2.2.1 系统配置

通常情况下，安装好 AutoCAD2007 后就可以在其默认状态下绘制图形，但有时为了使用特殊的定点设备、打印机，或提高绘图效率，用户需要在绘制图形前先对系统参数进行必要的设置。

使用“选项”对话框中的“配置”选项卡可创建绘图环境设置，并将其保存为配置。如果与使用相同登录名的其他用户共享工作站，则可以将自己的配置设置为当前配置来恢复自己的绘图环境。也可以创建和保存多份配置，以便在不同项目中使用。默认情况下，当前选项将存储在名为 UNNAMEDPROFILE 的配置中。“选项”对话框中将显示当前配置的名称和当前图形的名称。

选择“工具”→“选项”命令 (OPTIONS)，可打开“选项”对话框。在该对话框中包含“文件”、“显示”、“打开和保存”、“打印和发布”、“系统”、“用户系统配置”、“草图”、“三维建模”、“选择”和“配置”等 10 个选项卡。

2.2.2 图形界限和绘图单位

1. 设置图形界限

使用 LIMITS 命令可以在模型空间中设置一个想象的矩形绘图区域，也称为图形界限。它确定的区域是可见栅格指示的区域，也是选择“视图”→“缩放”→“全部”命令时决定显示多大图形的一个参数。图形界限是绘图的范围，相当于手工绘图时图纸的大小。设定合适的绘图界限，有利于确定图形绘制的大小、比例、图形之间的距离，有利于检查图形是否超出“图框”。在 AutoCAD2007 中，设置图形界限主要是为图形确定一个图纸的边界。

利用 AutoCAD2007 绘制工程图形时，通常是按照 1:1 的比例进行绘图的，所以用户需要参照物体的实际尺寸来设置图形的界限。启用设置“图形界限”命令有两种方法，一是选择“格式”→“图形界限”菜单命令，二是在命令行中输入命令 Limits。

启用设置“图形界限”命令后，命令行提示如下：

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 >:

指定右上角点 <XXX, XXX >:

【例 2-1】 以 A4 (297×210) 图纸为例，设置绘图界限为宽 297，高 210，并通过栅格显示该界限。


命令: `'_limits`


(启用“图形界限”命令)

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 > : 297, 210 (输入新的图形界限)

单击绘图窗口内缩放工具栏上全部缩放按钮，使整个图形界限显示在屏幕上。

单击状态栏中的栅格按钮，栅格显示所设置的绘图区域。当绘图界限比较大时，AutoCAD 如果提示“栅格太密，无法显示”时，可选择“工具”→“草图设置”菜单命令，在弹出的“草图设置”对话框中选择“捕捉和栅格”选项，将栅格 X 轴和 Y 轴间距设置为合适大小，栅格则可正常显示。

2. 设置图形单位

对任何图形而言，总有其大小、精度以及采用的单位。与手工绘图不同，创建图形之前不必设置比例。即使最终以指定比例打印到图纸上。在 AutoCAD 中，用户可以采用 1:1 的比例因子绘图，所有的直线、圆和其他对象都可以真实大小来绘制。但是，在创建图形之前，必须先决定使用哪种图形单位。选择图形单位在 AutoCAD 中，将以图形单位测量距离。在图形中，一个图形单位可以等于 1in、1mm、1cm、1m。例如一个物件长 100cm，那么它也可以按 100cm 的真实大小来绘制，在需要打印出图时，再将图形按图纸大小进行缩放。

AutoCAD 中，在屏幕上显示的只是屏幕单位，但屏幕单位应该对应一个真实的单位。不同的单位其显示格式是不同的。同样也可以设定或选择角度类型、精度和方向。

启用“图形单位”命令有两种方法：选择“格式”→“单位”菜单命令或在命令行中输入命令 UNITS。启用“图形单位”命令后，弹出图 2-12 所示的“图形单位”对话框。在打开的“图形单位”对话框中设置绘图时使用的长度单位、角度单位，以及单位的显示格式和精度等参数。



图 2-12 “图形单位”对话框

在“图形单位”对话框中包含长度、角度、插入比例和输出样例四个区。另外还有四个按钮。各选项组的意义如下：

- 1) 在“长度”选项组中，设定长度的单位类型及精度。
 类型：通过下拉列表框，可以选择长度单位类型。
 精度：通过下拉列表框，可以选择长度精度，也可以直接键入。
- 2) 在“角度”选项组中，设定角度单位类型和精度。

类型：通过下拉列表框，可以选择角度单位类型。

精度：通过下拉列表框，可以选择角度精度，也可以直接键入。

顺时针：控制角度方向的正负。选中该复选框时，顺时针为正，否则，逆时针为正。

3) 在“插入比例”选项组中，设置缩放插入内容的单位。

4) 在“输出样例”选项组中，示意了以上设置后的长度和角度单位格式。

方向按钮：单击“方向”按钮，系统将弹出“方向控制”对话框，从中可以设置基准角度，如图2-13所示，单击“确定”按钮，返回“图形单位”对话框。

以上所有项目设置完成后单击“确定”按钮，确认文件的单位设置。

2.2.3 设置个性化绘图界面

启动 AutoCAD 之后，即可开始绘图，但有时可能会感到当前的绘图环境并不是那么令人满意，这时可以按绘图者的个性化要求进行绘图界面的设置。例如，如果希望将绘图窗口的底色设置为白色，则具体设置步骤如下。

1) 选择“工具”→“选项”菜单，打开“选项”对话框，然后单击“显示”选项卡，如图2-14所示。



图 2-13 “方向控制”对话框



图 2-14 “选项”对话框

2) 单击“窗口元素”区域内的“颜色”按钮，打开“图形窗口颜色”对话框，如图2-15所示。

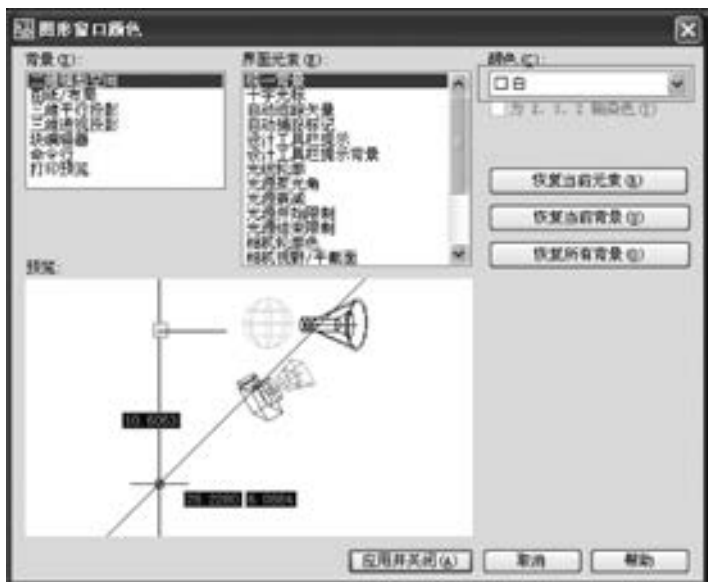


图 2-15 “图形窗口颜色”对话框

3) 在“背景”列表框中单击“二维模型空间”，在“界面元素”列表框中单击“统一背景”，在“颜色”下拉列表框中选择“白”，此时在“预览”框中将显示选择的背景颜色，供用户观看。

4) 单击“应用并关闭”按钮，此时绘图窗口的底色即被设置为白色。

2.3 文件管理

在 AutoCAD2007 中，图形文件管理包括创建新的图形文件、打开已有的图形文件、关闭图形文件以及保存图形文件等操作。

2.3.1 新建图形文件

操作步骤如下：

1. 系统出现“启动”对话框状态下选择菜单“文件”→“新建”命令或在“标准”工具栏中单击“新建”按钮，会出现与“启动”对话框内涵一样的“创建新图形”对话框，如图 2-16 所示，将光标移到对话框上方四个按钮上单击，进行新建图形文件等操作。

2. 系统不出现“启动”对话框的状态下

(1) 输入命令

启动进入系统不出现“启动”对话框



图 2-16 “创建新图形”对话框

框的状态下，选择菜单“文件”→“新建”命令或在“标准”工具栏中单击“新建”按钮。

(2) 选择模板样式

启动“新建”命令后，系统打开“创建新图形”对话框。单击“使用样板”图标，在“名称”列表框中，用户可根据不同的需要选择模板样式。“选择样板”对话框如图 2-17 所示，在框中可以在“名称”列表框中选中某一样板文件，后以选中的样板文件为样板创建新图形。用户可根据不同的需要选择模板样式，在“选择样板”对话框中，特别应注意两个模板样式，它们分别是“acad. dwt”与“acadiso. dwt”模板。“acad. dwt”为英制，其绘图界限为 12in×9in；“acadiso. dwt”为公制，其绘图界限为 420mm×297mm。我国一般使用“acadiso. dwt”公制模板。



图 2-17 “选择样板”对话框

选择样板后双击鼠标或单击对话框右下角的“打开”按钮，即在窗口显示为新建的文件。

2.3.2 打开图形文件

操作步骤如下：

- 1) 输入命令：“文件”菜单→“打开”命令或在“标准”工具栏中单击“打开”按钮。
- 2) 系统将打开“选择文件”对话框。通过对话框的“搜索”下拉菜单选择需要打开的文件，默认情况下，打开的图形文件的格式为 .dwg。
- 3) 可以在对话框的右侧预览图像后，单击“打开”按钮，文件即被打开。

2.3.3 保存图形文件

在 AutoCAD 中，可以使用多种方式将所绘图形以文件形式存入磁盘，也可以选择将当前图形以新的名称保存。默认情况下，文件以 .dwg 格式保存，也可以在“文件类型”下拉列表框中选择其他格式，如 AutoCAD2000/LT2000 图形 (.dwg)、AutoCAD 图形样板文件 (.dwt) 等格式。

操作步骤如下：

- 1) 输入命令：单击“保存”按钮，可打开“图形另存为”对话框。
- 2) 在“保存”下拉列表框中指定图形文件保存的路径。
- 3) 在“文件名”文本框中输入图形文件的名称。
- 4) 在“文件类型”下拉列表框中选择图形文件要保存的类型，设置完成后，单击“保存”按钮。

2.3.4 关闭图形文件

1. 输入命令

菜单栏“文件”菜单→“关闭”命令或在标题栏单击“关闭”按钮。

2. 操作格式

如果图形文件没有保存或未做修改后的最后一次保存，系统会打开“询问”对话框。选择“是”按钮，系统打开“图形另存为”对话框，进行保存；选择“否”，不保存退出；选择“取消”，则返回编辑状态。

2.4 基本输入操作

2.4.1 命令输入方式

在 AutoCAD 中，菜单命令、工具按钮、命令和系统变量大都是相互对应的。可以选择某一菜单命令，或单击某个工具按钮，或在命令行中输入命令和系统变量来执行相应命令。当结束命令或结束参数输入或结束对象选择时，一般都要用回车 Enter 键或空格键等回应 AutoCAD 系统。

可以说，命令是 AutoCAD 绘制与编辑图形的核心。为了减少单击鼠标的次数，减少用户记忆命令，在输入某一命令时最好采用工具按钮来启用命令。

1. 使用鼠标操作执行命令

在绘图窗口，光标通常显示为“十”字线形式。当光标移至菜单选项、工具按钮或对话框内时，它会变成一个箭头。无论光标是“十”字线形式还是箭头形式，当单击按动鼠标键时，都会执行相应的命令或动作。

2. 使用命令行

在 AutoCAD2007 中，默认情况下“命令行”是一个可固定的窗口，可以在当前命令行提示下输入命令、对象参数等内容。

在“命令行”窗口中右击，AutoCAD 将显示一个快捷菜单。通过它可以选择最近使用过的六个命令、复制选定的文字或全部命令历史记录、粘贴文字，以及打开“选项”对话框。

3. 使用透明命令

AutoCAD 中的命令可分为两类，一类是普通命令，另一类是透明命令，AutoCAD 的大部分命令为普通命令。透明命令是指在运行其他命令的过程中也可以输入执行的命令，即系统在收到透明命令后，将自动终止当前正在执行的命令先去执行该透明命令，常使用的透明

命令多为修改图形设置的命令、绘图辅助工具命令，例如 SNAP、GRID、ZOOM 等。要以透明方式使用命令，应在输入命令之前输入单引号（'）。命令行中，透明命令的提示前有一个双折号（>>）。完成透明命令后，将继续执行原命令。

4. 使用系统变量

在 AutoCAD 中，系统变量用于控制某些功能和设计环境、命令的工作方式，它可以打开或关闭捕捉、栅格或正交等绘图模式，设置默认的填充图案，或存储当前图形和 AutoCAD 配置的有关信息。

系统变量通常是 6 ~ 10 个字符长的缩写名称。许多系统变量有简单的开关设置。例如 GRIDMODE 系统变量用来显示或关闭栅格，当在命令行的“输入 GRIDMODE 的新值 <1>:”提示下输入 0 时，可以关闭栅格显示；输入 1 时，可以打开栅格显示。

设置系统变量有两种方法：

1) 直接输入系统变量名。当用户确切知道某个系统变量并能写出该变量的名称时，可以直接在窗口的命令行中输入该系统变量的名称并按键盘 Enter 键，然后输入新的系统变量值并按键盘 Enter 键即可。

2) 启用系统变量命令。这种方法是选择菜单栏“工具”→“查询”→“设置变量”选项。也可以直接输入命令：SETVAR。利用以上任意一种方法启用“设置变量”命令后，命令行将出现“输入变量名或 [?]:”，此时用户可以直接输入系统变量的名称并按 Enter 键，然后修改该系统变量的值。

2.4.2 命令的重复、撤消、重做

1. 命令的重复


当需要重复执行上一个命令时，可按以下操作：

可以直接按 Enter 键或空格键。

在绘图区单击鼠标右键，在快捷菜单选择“重复 XXX 命令”。

2. 命令的撤消与中断

当需要撤消上一个命令时，可按以下操作：

单击工具栏“放弃”按钮 。

在菜单栏选取“编辑”→“放弃”命令。

在命令行输入“U”（Undo）命令，按 Enter 键。

当要中断一个正在执行的命令，可以按 Esc 键，这是一个常用的操作。

3. 命令的重做

当需要恢复刚被“U”命令撤消的命令时，可按以下操作：

单击工具栏“重做”按钮。

在菜单栏选取“编辑”→“重做”命令。

在命令行输入“REDO”命令，按 Enter 键，命令执行后，恢复到上一次操作。

2.4.3 坐标系统与数据的输入方法

AutoCAD 有两个坐标系，一个是被称为世界坐标系（WCS）的固定坐标系，一个是被称为用户坐标系（UCS）的可移动坐标系。默认情况下，这两个坐标系在新图形中是重合

的。世界坐标系 (WCS), 它以绘图界限的左下角为原点 (0, 0, 0), 包含 X、Y 和 Z 坐标轴。其中 X 轴是水平的, 且正方向水平向右; Y 轴是垂直的, 且正方向垂直向上; Z 轴是垂直于 XY 平面的, 且正方向垂直于屏幕指向用户。

1. 直角坐标

AutoCAD 中使用最频繁的是直角坐标。直角坐标主要有两种坐标, 即绝对坐标和相对坐标。绝对与相对直角坐标显示如图 2-18 所示。

绝对坐标: 是从点 (0, 0, 0) 出发的位移, 可以使用分数、小数等形式表示点的 X 轴、Y 轴、Z 轴坐标值, 坐标间用逗号隔开。对二维绘图, 绝对坐标数据的输入格式为 “X, Y”, 例如点 (8, 13), 点 (78, -29) 等。

相对坐标: 是指相对于某参照点的 X 轴、Y 轴和 Z 轴方向上位移, 仅仅参照当前的参照点。它的表示方法是在绝对坐标表达方式前加上 “@” 号, 对二维绘图, 相对坐标数据的输入格式为 “@X, Y”, 例如点 (@11, 9)。注意, @ 输入必须在英文状态下才可以。

2. 极坐标

极坐标也有两种坐标, 即绝对极坐标和相对极坐标。绝对与相对极坐标显示如图 2-19 所示。

绝对极坐标: 对二维绘图, 它是从点 (0, 0) 出发的位移, 但给定的是距离和角度, 其中距离和角度用 “<” 分开, 且规定 X 轴正向为 0°, 顺时针角度为负值, 逆时针角度为正值。Y 轴正向为 90°, 例如点 (15 < 53), 点 (-56 < -45) 等。

相对极坐标: 相对极坐标中的角度是新点和上一点连线与 X 轴的夹角。其格式为 “@距离 < 角度” 例如点 (@15 < 38)。

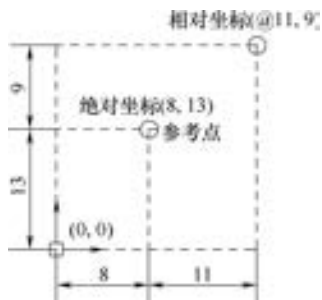


图 2-18 直角坐标

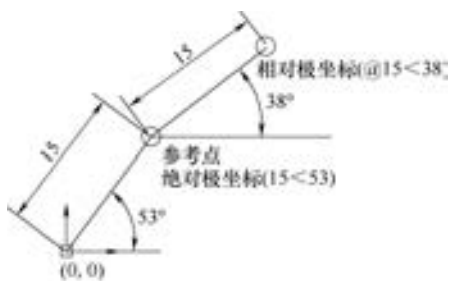


图 2-19 极坐标

2.5 图层操作

图层就相当于没有厚度的透明纸片, 可将实体画在上面, 如果 “特性” 工具栏上的 “颜色”、“线型”、“线宽” 控件设置为 “随层”, 则新建对象的颜色、线型、线宽等特性将由图层特性管理器中该图层的特性设置来决定。一个图层只能画一种线型和赋予一种颜色及一种线宽, 所以要画多种线型就要设多个图层, 这些图层就像几张重叠在一起的透明纸, 构成一张完整的图纸。图层是用户组织和管理图形的强有力工具。在中文版 AutoCAD2007 中, 所有图形对象都具有图层、颜色、线型和线宽这 4 个基本属性。用户可对图形对象、文字、标注等进行归类处理, 使用图层来管理它们, 不仅能使图形的各种信息清晰、有序, 便于观

察，而且也会给图形的编辑、修改和输出带来很大的方便。用户通过使用不同的图层，方便控制对象的显示和编辑，从而提高绘制复杂图形的效率和准确性。

2.5.1 图层特性管理器

AutoCAD 提供了图层特性管理器，利用该工具用户可以很方便地创建图层以及设置其基本属性。选择“格式”→“图层”命令，即可打开“图层特性管理器”对话框，如图 2-20 所示。



图 2-20 “图层特性管理器”对话框

2.5.2 创建新图层

开始绘制新图形时，AutoCAD 将自动创建一个名为 0 的特殊图层。默认情况下，图层 0 将被指定使用 7 号颜色（白色或黑色，由背景色决定，本书中将背景色设置为白色，因此，图层颜色就是黑色）、Continuous 线型、“默认”线宽及 normal 打印样式，用户不能删除或重命名该图层 0。在绘图过程中，如果用户要使用更多的图层来组织图形，就需要先创建新图层。

在“图层特性管理器”对话框中单击“新建图层”按钮，可以创建一个名称为“图层 1”的新图层。默认情况下，新建图层与当前图层的状态、颜色、线型、线宽等设置相同。

当创建了图层后，图层的名称将显示在图层列表框中，如果要更改图层名称，可单击该图层名，然后输入一个新的图层名并按键盘 Enter 键即可。

2.5.3 设置图层颜色

设定图线的颜色有两种思路：直接指定对象颜色和设定对象颜色“随层”或“随块”。直接指定对象颜色有一定的缺陷性，不如使用图层来管理更方便，所以建议用户用图层管理颜色。

在绘制图形时，通过设置图层的颜色来区分不同种类的图形对象；在打印图形时，可以对某种颜色指定一种线宽，则此颜色所有的图形对象都会以同一线宽进行打印。颜色在图形中具有非常重要的作用，可用来表示不同的组件、功能和区域。图层的颜色实际上是图层中图形对象的颜色。每个图层都拥有自己的颜色，对不同的图层可以设置相同的颜色，也可以设置不同的颜色，绘制复杂图形时就可以很容易区分图形的各部分。

新建图层后，要改变图层的颜色，可在“图层特性管理器”对话框中单击图层“颜色”列表中对应的颜色图框（如“□白色”等），打开“选择颜色”对话框，如图 2-21 所示。AutoCAD2007 系统中提供了 256 种颜色，通常在设置图层的颜色时，都会采用 7 种标准颜色：红色、黄色、绿色、青色、蓝色、紫色以及白色。

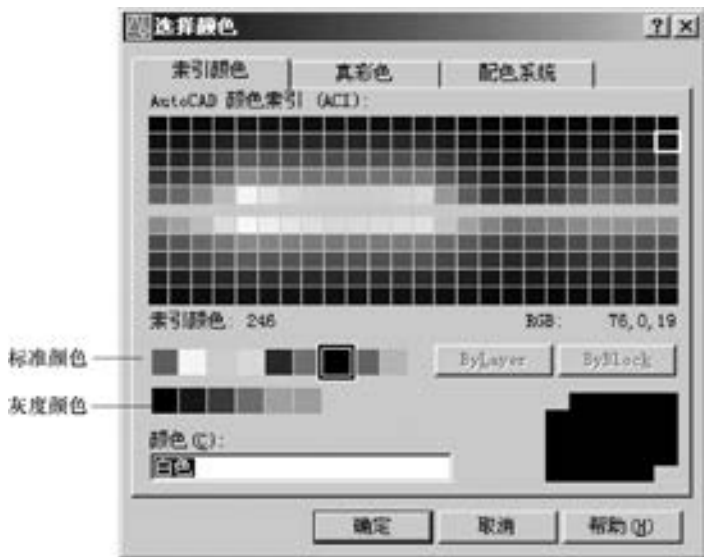


图 2-21 “选择颜色”对话框

2.5.4 使用与管理线型

线型是指图形基本元素中线条的组成和显示方式，如虚线和实线等。在 AutoCAD 中既有简单线型，也有由一些特殊符号组成的复杂线型，以满足不同国家或行业标准的要求。

1. 设置图层线型

在绘制图形时要使用线型来区分图形元素，这就需要对线型进行设置。默认情况下，图层的线型为 Continuous，要改变线型，可在“图层特性管理器”对话框的图层列表中单击“线型”列表中对应的线型图标（如“Continuous”等），打开“选择线型”对话框，如图 2-22 所示，在“已加载的线型”列表框中选择一种线型，然后单击“确定”按钮。



图 2-22 “选择线型”对话框

2. 加载线型

默认情况下，在“选择线型”对话框的“已加载的线型”列表框中只有 Continuous 一种线型，如果要使用其他线型，必须将其添加到“已加载的线型”列表框中。可单击“加

载”按钮打开“加载或重载线型”对话框，从当前线型库中选择需要加载的线型，如图 2-23 所示。

AutoCAD2007 标准线型库提供 45 种可用线型供选取，这些线型包含有多个长短、间隔不同的虚线和点划线类型，只有适当地选择它们，在同一线型比例下，才能绘制出符合制图标准的图线。在线型库中单击选取要加载的某一种线型，再单击“确定”按钮，则该线型被加载到“选择线型”对话框并显示该线型，在“选择线型”对话框中再次选定该线型，单击“确定”按钮，完成改变线型的操作。



图 2-23 “加载或重载线型”对话框

下面推荐一组绘制电气工程图时常用的线型：实线 CONTINUOUS，虚线 HIDDEN，点划线 CENTER，双点划线 PHANTOM。

3. 线型管理器

选择“格式”→“线型”命令，打开“线型管理器”对话框，如图 2-24 所示。“线型管理器”对话框主要选项的功能如下：

“线型过滤器”：该选项组用于设置过滤条件，以确定在线型列表中显示哪些线型。



图 2-24 “线型管理器”对话框

“加载 (L)”按钮：用于加载新的线型。

“当前 (C)”按钮：用于指定当前使用的线型。

“删除”按钮：用于从线型列表中删除没有使用的线型，即当前图形中没有使用到该线型，否则系统拒绝删除此线型。

“显示细节 (D)”按钮：用于显示或隐藏“线型管理器”对话框中的“详细信息”。“详细信息”包括线型的名称、线型、全局比例因子、当前对象缩放比例等。

“全局比例因子”和“当前对象缩放比例”：可设置图形中的线型比例，从而改变非连续线型的外观。非连续线是由短横线、空格等重复构成的，如点划线、虚线等。这种非连续线的外观，如短横线的长短、空格的大小等，可以由其线型的比例因子来控制。当用户绘制的点划线、虚线等非连续线看上去与连续线一样时，即可调节其线型的比例因子。改变线型比例有全局比例因子和当前对象缩放比例，其值越小，单位长度内短横线则越多。改变全局线型比例因子，AutoCAD 将重新生成图形，它将影响图形文件中所有非连续线型的外观。而设置当前缩放比例，它仅影响设置后所画非连续线的外观。

2.5.5 设置图层线宽

线宽设置就是改变线条的宽度。在 AutoCAD 中，使用不同宽度的线条表现对象的大小或类型，可以提高图形的表达能力和可读性。如果当前线宽设置为“随层”，则将使用指定给当前图层的线宽来创建对象。

选择“格式”→“线宽”命令，执行命令后，打开“线宽设置”对话框，“线宽设置”对话框如图 2-25 所示。其主要选项功能如下：

“线宽”列表框：用于设置当前所绘图形的线宽。

“列出单位”选项组：用于确定线宽单位。

“显示线宽”复选框：用于在当前图形中显示实际所设线宽。

“默认”下拉列表框：用于设置图层的默认线宽。

“调整显示比例”：用于确定线宽的显示比例。

设置图层的线宽，也可以在“图层特性管理器”对话框所示的“线宽”列表中单击该图层对应的线宽图标（如“——默认”等），打开“线宽”对话框，如图 2-26 所示，有 20 多种线宽可供选择，本书建议使用此法。



图 2-25 “线宽设置”对话框



图 2-26 “线宽”对话框

2.5.6 管理图层

在 AutoCAD 中，使用“图层特性管理器”对话框，如图 2-27 所示，它不仅可以在创建图

层, 设置图层的颜色、线型和线宽, 还可以对图层进行更多的设置与管理, 如图层的切换、重命名、删除及图层的显示控制等。



图 2-27 “图层特性管理器”对话框

1. 设置图层特性

使用图层绘制图形时, 新对象的各种特性将默认为随层, 由当前图层的默认设置决定。也可以单独设置对象的特性, 新设置的特性将覆盖原来随层的特性。在“图层特性管理器”对话框中, 每个图层都包含状态、名称、打开/关闭、冻结/解冻、锁定/解锁、线型、颜色、线宽和打印样式等特性。“图层”工具栏如图 2-28 所示。

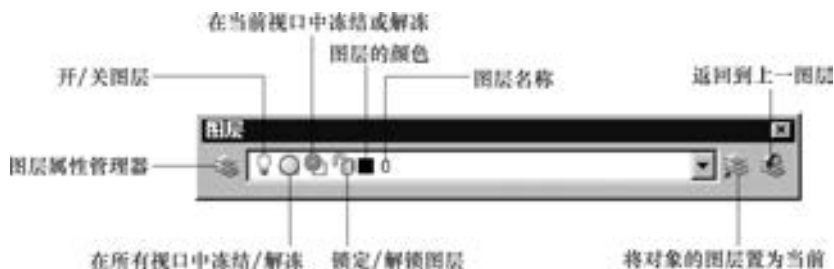


图 2-28 “图层”工具栏

(1) 打开/关闭

处于打开状态的图层是可见的, 而处于关闭状态的图层是不可见的, 也不能被编辑或打印。当图形重新生成时, 被关闭的图层将一起被生成。

(2) 冻结/解冻

冻结图层可以减少复杂图形重新生成时的显示时间, 并且可以加快一些绘图、缩放、编辑等命令的执行速度。处于冻结状态的图层上的图形对象将不能被显示、打印或重新生成。

(3) 锁定/解锁

通过锁定图层, 使图层中的对象不能被编辑和选择。但被锁定的图层是可见的, 并且可以查看、捕捉此图层上的对象, 还可在此图层上绘制新的图形对象。解锁图层是将图层恢复为可编辑和选择的状态。

(4) 打印/不打印

当指定某层不打印后，该图层上的对象仍是可见的。图层的不打印设置只对图形中可见的图层（即图层是打开的并且是解冻的）有效。若图层设为可打印，但该层是冻结的或关闭的，此时 AutoCAD 将不打印该图层。

2. 切换当前层

在“图层特性管理器”对话框的图层列表中，选择某一图层后，单击“当前图层”按钮，即可将该层设置为当前层。在实际绘图时，为了便于操作，主要通过“图层”工具栏和“对象特性”工具栏来实现图层切换，“对象特性”工具栏如图 2-29 所示。这时只需选择要将其设置为当前层的图层名称即可。此外，“图层”工具栏和“对象特性”工具栏中的主要选项与“图层特性管理器”对话框中的内容相对应，因此也可以用来设置与管理图层特性。



图 2-29 “对象特性”工具栏

3. 使用“图层过滤器特性”对话框过滤图层

在 AutoCAD 中，图层过滤功能大大简化了在图层方面的操作。图形中包含大量图层时，在“图层特性管理器”对话框中单击“新特性过滤器”按钮，可以使用打开的“图层过滤器特性”对话框来命名图层过滤器。

4. 转换图层

使用“图层转换器”可以转换图层，如图 2-30 所示，实现图形的标准化和规范化。“图层转换器”能够转换当前图形中的图层，使之与其他图形的图层结构或 CAD 标准文件相匹配。例如，如果打开一个与本公司图层结构不一致的图形时，可以使用“图层转换器”转换图层名称和属性，以符合本公司的图形标准。



图 2-30 “图层转换器”对话框

5. 改变对象所在图层

在实际绘图中，如果绘制完某一图形元素后，发现该元素并没有绘制在预先设置的图层上，可选中该图形元素，并在“对象特性”工具栏的图层控制下拉列表框中选择预设层名，然后按下键盘【Esc】键来改变对象所在图层，也可以使用“标准工具栏”的“特性匹配”按钮来完成。

6. 使用图层工具管理图层

在 AutoCAD2007 中新增了图层管理工具，利用该功能，用户可以更加方便地管理图层。选择“格式”→“图层工具”命令中的子命令，如图 2-31 所示，可以通过图层工具来管理图层。



图 2-31 图层工具

2.6 绘图辅助工具

2.6.1 显示控制工具

绘图窗口是用户同计算机进行对话的主要手段，因此，掌握视窗的有关功能是精确、快速绘图的基础。在中文版 AutoCAD2007 中，用户可以使用多种方法来观察绘图窗口中图形效果，如使用“视图”菜单中的子命令、“视图”工具栏中的工具按钮，以及视口、鸟瞰视图等。通过这些方式可以灵活观察图形的整体效果或局部细节。

1. 缩放视图


按一定比例、观察位置和角度显示的图形称为视图。在 AutoCAD 中，可以通过缩放视图来观察图形对象。缩放视图可以增加或减少图形对象的屏幕显示尺寸，但对象的真实尺寸保持不变。通过改变显示区域和图形对象的大小更准确、更详细地绘图。


(1) “缩放”菜单和“缩放”工具栏


在 AutoCAD2007 中，选择“视图”→“缩放”命令（ZOOM）中的子命令或使用“缩


放”工具栏如图 2-32 所示，可以缩放视图。通常，在绘制图形的局部细节时，需要使用缩放工具放大该绘图区域，当绘制完成后，再使用缩放工具缩小图形来观察图形的整体效果。常用的缩放命令或工具有“实时”、“窗口”、“动态”和“中心点”。


在“缩放”工具栏中各选项的意义如下：


窗口缩放 ：选择窗口缩放工具按钮，光标变成十字形，在需要放大图形的一侧单击，并向其对角方向移动鼠标，系统显示出一个矩形框，将矩形框包围住需要放大的图形，单击鼠标，矩形框内的图形被放大并充满整个绘图窗口。矩形框中心就是的显示中心。


动态缩放 ：选择动态缩放工具，光标变成中心有“X”标记的矩形框；移动鼠标，将矩形框放在图形的适当位置上单击，矩形框的中心标记变为右侧“→”标记，移动鼠标调整矩形框的大小，矩形框的左位置不会发生变化，按 Enter 键确认，矩形中的图形被放大，并充满整个绘图窗口。


比例缩放 ：选择比例缩放工具按钮，光标就变成十字形，在图形的适当位置上单击并移动鼠标到适当比例长度的位置上，再次单击，图形被按比例放大显示。


中心缩放 ：选择中心缩放工具按钮，光标就变成十字形，在需要放大的图形中间位置上单击，确定放大显示的中心点，再绘制一条垂直线段来确定需要放大显示的高度，图形将按照所绘制的高度被放大并充满整个绘图窗口。

缩放对象 ：选择缩放对象工具按钮，光标变为拾取框，选择需要显示的图形，按 Enter 键确认，在绘图窗口中将按所选择的图形进行适合显示。


放大 ：选择放大工具按钮，将对当前视图放大 2 倍进行显示。

缩小 ：选择工具缩小按钮，将对当前视图缩小 1/2 进行显示。

全部缩放 ：选择全部缩放工具按钮，如果图形超出当前设置的图形界限，在绘图窗口中将适合全部图形对象进行显示；如果图形没有超出图形界限，在绘图窗口中将适合整个图形界限进行显示。

范围缩放 ：选择范围缩放工具按钮，在绘图窗口中将显示全部图形对象，且与图形界限无关。

(2) 实时缩放视图

选择“视图”→“缩放”→“实时”命令或单击标准工具栏中的“实时缩放”命令  按钮，进入实时缩放模式。此时，光标变成放大镜的形状，光标中的“+”表示放大，向右、上方拖动鼠标，可以放大图形；光标变成“-”表示缩小，向左、下方拖动鼠标，可以缩小图形。

2. 平移视图

使用 AutoCAD 绘图时，屏幕的大小毕竟是有限的，当前图形文件中的所有图形对象并不一定全部显示在屏幕内，必有部分图形对象落在屏幕外。如果想察看落在当前屏幕外的图形，可以使用平移视图命令。将不在当前视图区的图形部分移动到当前视图区，这样的操作




图 2-32 “缩放”工具栏

就像拖动图纸的一边移动到面前进行浏览编辑,这就是平移视图。使用平移视图命令,可以重新定位图形,以便看清图形的其他部分。此时不会改变图形中对象的位置或比例,只改变视图。平移视图操作直观形象而且简便,因此在绘图中会经常用到这个命令。

选择“视图”→“平移”命令中的子命令,单击“标准”工具栏中的“实时平移”按钮;在命令行直接输入 PAN 命令,都可以平移视图。使用平移命令平移视图时,除了可以上、下、左、右平移视图外,还可以使用“实时”和“定点”命令平移视图。

(1) 实时平移

单击标准工具栏中的实时平移按钮,此时光标指针变成一只小手,按住鼠标左键拖动,窗口内的图形就可按光标移动的方向移动。释放鼠标,可返回到平移等待状态。按 Esc 键或 Enter 键退出实时平移模式。

(2) 定点平移

选择“视图”→“平移”→“定点”命令,可以通过指定基点和位移值来平移视图。

在 AutoCAD 中,“平移”功能通常又称为摇镜,它相当于将一个镜头对准视图,当镜头移动时,视口中的图形也跟着移动。

3. 控制可见元素的显示

在 AutoCAD 中,图形的复杂程度会直接影响系统刷新屏幕或处理命令的速度。为了提高程序的性能,可以关闭文字、线宽或填充显示。下面仅介绍控制文字快速显示。

在 AutoCAD 中,可以通过设置系统变量 QTEXT 打开“快速文字”模式或关闭文字的显示。快速文字模式打开时,只显示定义文字的框架。关闭文字显示可以提高 AutoCAD 的显示处理速度。打印快速文字时,则只打印文字框而不打印文字。无论何时修改了快速文字模式,都可以选择“视图”→“重生成”命令查看现有文字上的改动效果,且新的文字自动反映新的设置。

2.6.2 精确定位工具

在 AutoCAD 中设计和绘制图形时,如果对图形尺寸比例要求不太严格,可以大致输入图形的尺寸,用鼠标在图形区域直接拾取和输入。但是,有的图形对尺寸要求比较严格,必须按给定的尺寸。这时可以使用系统提供的“捕捉”、“对象捕捉”、“对象追踪”等功能,快速、精确地绘制图形。

1. 设置捕捉和栅格

在绘制图形时,尽管可以通过移动光标来指定点的位置,但却很难精确指定点的某一位置。在 AutoCAD 中,使用“捕捉”和“栅格”功能,可以用来精确定位点,提高绘图效率。

(1) 打开或关闭捕捉和栅格

“捕捉”用于设定鼠标光标移动的间距。“栅格”是一些标定位置的小点,起坐标纸的作用,可以提供直观的距离和位置参照。要打开或关闭“捕捉”和“栅格”功能,可以选择以下几种方法:

在 AutoCAD 程序窗口的状态行中,单击“捕捉”和“栅格”按钮。

按 F7 键打开或关闭栅格,按 F9 键打开或关闭捕捉。

选择“工具”→“草图设置”命令,打开“草图设置”对话框,在“捕捉和栅格”选项卡中选中或取消“启用捕捉”和“启用栅格”复选框。

(2) 设置捕捉和栅格参数

利用“草图设置”对话框中的“捕捉和栅格”选项卡，可以设置捕捉和栅格的相关参数，各选项的功能如下：

“启用捕捉”复选框：打开或关闭捕捉方式。选中该复选框，可以启用捕捉。

“捕捉”选项组：设置捕捉间距、捕捉角度以及捕捉基点坐标。

“启用栅格”复选框：打开或关闭栅格的显示。选中该复选框，可以启用栅格。

“栅格”选项组：设置栅格间距。例如栅格的 X 轴和 Y 轴间距值为 10，则栅格采用捕捉 X 轴和 Y 轴间距的值。

“捕捉类型和样式”选项组：可以设置捕捉类型和样式，包括“栅格捕捉”和“极轴捕捉”两种。

“栅格行为”选项组：用于设置“视觉样式”下栅格线的显示样式（三维线框除外）。

2. 使用正交模式

AutoCAD 提供的正交模式可以用来精确定位点，为快速而准确地绘制水平、垂直线段而设置的一种状态。它将定点设备的输入限制为水平或垂直。在正交模式下，可以方便地绘出与当前 X 轴或 Y 轴平行的线段。在 AutoCAD 程序窗口的状态行中单击“正交”按钮或按 F8 键，可以打开或关闭正交方式。在绘制水平或垂直线段时及时打开该模式，在绘制斜线时及时关闭该模式。

3. 打开对象捕捉功能

使用对象捕捉是指定对象上的精确位置的最主要的方法，而不必使用坐标。所有几何对象都有一些决定其形状和方位的特征关键点，在绘图的过程中，经常要指定一些对象上的点，例如端点、圆心和两个对象的交点等。如果只凭观察来拾取，不可能非常准确地找到这些点。在 AutoCAD 中，可以通过调用对象捕捉功能，帮助用户将十字光标快速、准确地定位在对象的特定位置或一个几何特征点上，以便提高绘图效率。值得强调的是，“对象捕捉”与“捕捉”是完全不同的两种模式，初学者一定要注意它们的区别。

对象捕捉方式可以分为临时对象捕捉和自动对象捕捉两种捕捉样式。临时对象捕捉方式的设置，只能对当前进行的绘制步骤起作用；而自动对象捕捉方式在设置对象捕捉方式后，可以一直保持这种目标捕捉状态，如需取消这种捕捉方式，要在设置对象捕捉方式时取消运行这种捕捉方式。

(1) 临时对象捕捉方式


用鼠标右键单击窗口内工具栏，在弹出的光标菜单中选择对象捕捉命令，弹出对象捕捉工具栏，如图 2-33 所示。





图 2-33 “临时对象捕捉”工具栏


在绘图过程中,当要求指定点时,单击“对象捕捉”工具栏中相应的特征点按钮,再把光标移到要捕捉对象上的特征点附近,即可捕捉到相应的对象特征点。


在“对象捕捉”工具栏中,各个选项的意义如下:



1) 临时追踪点 : 用于设置临时追踪点,使系统按照正交或者极轴的方式进行追踪。


2) 捕捉自 : 选择一点,以所选的点为基准点,再输入需要点对于此点的相对坐标值来确定另一点的捕捉方法。


3) 捕捉到端点 : 用于捕捉线段、矩形、圆弧等线段图形对象的端点,光标显示“□”形状。


4) 捕捉到中点 : 用于捕捉线段、弧线、矩形的边线等图形对象的线段中点,光标显示“△”形状。


5) 捕捉到交点 : 用于捕捉图形对象间相交或延伸相交的点,光标显示“×”形状。


6) 捕捉到外观交点 : 在二维空间中,与捕捉到交点工具  的功能相同,可以捕捉到两个对象的视图交点,该捕捉方式还可以在三维空间中捕捉两个对象的视图交点,光标显示“⊠”形状。


7) 捕捉到延长线 : 使光标从图形的端点处开始移动,沿图形一边以虚线来表示此边的延长线,光标旁边显示对于捕捉点的相对坐标值,光标显示“---”形状。


8) 捕捉到圆心 : 用于捕捉圆形、椭圆形等图形的圆心位置,光标显示“⊙”形状。


9) 捕捉到象限点 : 用于捕捉圆形等图形上象限点的位置,如 0° 、 90° 、 180° 、 270° 位置处的点,光标显示“⊙”形状。


10) 捕捉到切点 : 用于捕捉圆形、圆弧、椭圆图形与其他图形相切的切点位置,光标显示“⊔”形状。


11) 捕捉到垂足 : 用于绘制垂线,即捕捉图形的垂足,光标显示“⊥”形状。

12) 捕捉到平行线 : 以一条线段为参照,绘制另一条与之平行的直线。在指定直线起始点后,单击捕捉直线按钮,移动光标到参照线段上,出现平行符号“//”,表示参照线段被选中,移动光标,与参照线平行的方向会出现一条虚线表示轴线,输入线段的长度值即可绘制出与参照线平行的一条直线段。

13) 捕捉到插入点 : 用于捕捉属性、块或文字的插入点,光标显示“⊞”形状。

14) 捕捉到节点 : 用于捕捉使用点命令创建的点的对象,光标显示“⊠”形状。

15) 无捕捉 : 用于取消当前所选的临时捕捉方式。

16) 对象捕捉设置 : 单击此按钮,弹出草图设置对话框,可以启用自动捕捉方式,并对捕捉方式进行设置。

(2) 自动对象捕捉方式

绘图的过程中,使用对象捕捉的频率非常高。为此,AutoCAD又提供了一种自动对象捕捉模式。

使用“自动捕捉”命令时,可以保持捕捉设置,不需要每次绘图时重新调用捕捉命令,这样就可以节省很多时间。

启用“自动捕捉”命令可单击状态栏中的“对象捕捉”按钮,对自动捕捉设置可以通

过“草图设置”对话框来完成。启用“草图设置”命令可选择菜单栏中“工具”→“草图设置”菜单命令，也可在状态行中的“对象捕捉”按钮上单击鼠标右键，在弹出的光标菜单中选择“设置”命令。“草图设置”对话框，如图 2-34 所示。

对象捕捉模式需要时可随时进行设置，在设置自动对象捕捉时，要根据绘图时的实际要求，有目的地设置捕捉模式，否则在特征点集中的区域很容易捕捉混淆，使绘图不准确。通常选择“端点”、“中点”、“圆心”、“象限点”、“交点”、“切点”等 6 种捕捉模式为常用对象捕捉模式。

要打开或关闭运行捕捉模式，可单击状态行上的“对象捕捉”按钮，使之处于凹下或凸起状态，即可打开或关闭对象捕捉开关。绘图时一般要将“对象捕捉”打开，以便捕捉一些特殊点。

(3) 对象捕捉快捷菜单

当要求指定点时，可以按下键盘 Shift 键或者 Ctrl 键，右击打开对象捕捉快捷菜单。选择需要的子命令，再把光标移到要捕捉对象的特征点附近，即可捕捉到相应的对象特征点。

4. 使用自动追踪

在 AutoCAD 中，自动追踪可按指定角度绘制对象，或者绘制与其他对象有特定关系的对象。自动追踪功能分极轴追踪和对象捕捉追踪两种，是非常有用的辅助绘图工具。

(1) 极轴追踪与对象捕捉追踪

使用对象捕捉追踪是指从对象的捕捉点进行追踪，可以沿着基于对象捕捉点的对齐路径进行追踪，即捕捉沿着基于对象捕捉点延长线上的任意点。例如，新指定点与已有的某点在某方向上对齐。这一功能在保持三视图之间的投影对应关系极为有用，可以方便地做到“长对正”、“高平齐”、“宽相等”。它必须和“对象捕捉”一起使用。默认情况下，对象捕捉追踪将设置为正交。对齐路径将显示在始于已获取的对象点的 0°、90°、180° 和 270° 方向上。

极轴追踪是按事先给定的角度增量来追踪特征点。而对象捕捉追踪则按与对象的某种特定关系来追踪，这种特定的关系确定了一个未知角度。也就是说，如果事先知道要追踪的方向（角度），则使用极轴追踪；如果事先不知道具体的追踪方向（角度），但知道与其他对象的某种关系（如相交），则用对象捕捉追踪。极轴追踪和对象捕捉追踪可以同时使用。可以使用极轴追踪沿着 90°、60°、45°、30°、22.5°、18°、15°、10° 和 5° 的极轴角增量进行追踪，也可以指定其他角度。

注意：只有同时打开状态行中的“对象追踪”和“极轴”选项，极轴追踪才可用。

(2) 使用临时追踪点和捕捉自功能

在“对象捕捉”工具栏中，还有两个非常实用的对象捕捉工具，即“临时追踪点”和



图 2-34 “对象捕捉”设置

“捕捉自”工具。

“临时追踪点”工具：可在一次操作中创建多条追踪线，并根据这些追踪线确定所要定位的点。

“捕捉自”工具：在使用相对坐标指定下一个应用点时，“捕捉自”工具可以提示输入基点，并将该点作为临时参照点，这与通过输入前缀@使用最后一个点作为参照点类似。它不是对象捕捉模式，但经常与对象捕捉一起使用。

(3) 使用自动追踪功能

对象追踪开关若打开，通过捕捉对象上的关键点，并沿正交方向或极轴方向拖动光标，可以显示光标当前的位置与捕捉点之间的关系。若找到符合要求的点，直接单击即可，也可以输入数据。使用自动追踪功能可以快速而且精确地定位点，在很大程度上提高了绘图效率。在 AutoCAD2007 中，要设置自动追踪功能选项，可打开“选项”对话框，在“草图”选项卡的“自动追踪设置”选项组中进行设置，如图 2-35 所示。



图 2-35 “自动追踪设置”选项组

各选项功能如下：

“显示极轴追踪矢量”复选框：设置是否显示极轴追踪的矢量数据。

“显示全屏追踪矢量”复选框：设置是否显示全屏追踪的矢量数据。

“显示自动追踪工具栏提示”复选框：设置在追踪特征点时是否显示工具栏上的相应按钮的提示文字。

5. 应用捕捉操作过程与注意点

对象捕捉方式是绘图中非常实用的定点方式，是精确绘图时不可缺少的，其操作过程如下：

- 1) 优先使用系统默认设置，不满足要求才修改设置。
- 2) 根据图形对象关键特征点的类型设置对象捕捉模式。
- 3) 应用捕捉前先确认捕捉是否处于运行状态（状态行上的“对象捕捉”按钮处于凹下状态）。

4) 应用捕捉前需先选用绘图或编辑命令, 然后移动光标到图形对象关键特征点附近。

5) 当显示出图形对象关键特征点图形标记时, 先确认是否捕捉到所需要的点后, 再进入下一步操作。

【例 2-2】 已知直线 AB 如图 2-36 所示, 过 AB 的中点 C 画一长 30mm 的水平直线 CD, 然后再绘制一条与 AB 平行的直线 DE, 长度为 20mm, 应用“对象捕捉”完成图形。

操作步骤:

在状态行中的“对象捕捉”按钮上单击鼠标右键, 在弹出的光标菜单中选择“设置”命令, 本例设置对象捕捉模式一定要有“中点”与“平行”。单击状态行上的“对象捕捉”按钮, 使之处于凹下状态, 即打开对象捕捉开关。输入“直线”命令, 光标移到 AB 线中点附近, 当出现中点标记后单击鼠标左键, 确定捕捉到直线 AB 的中点 C, 后正交打开, 用直接距离输入方式绘制长度 30 的水平线 CD。再将光标左移到 CB 线上, 当出现平行线标记后再向右上方移动光标到 DE 附近, 出现一条追踪线并提示“平行”时, 输入 20, 单击鼠标左键即可绘制出 DE 线, 右键结束命令。结果如图 2-36 所示。

【例 2-3】 已知 AB 与 EF 线路图形如图 2-37 所示, 以对象追踪方式复制 AB 线路图形到 CD 处, 要求 B 与 C 平齐, C 与 E 对正。

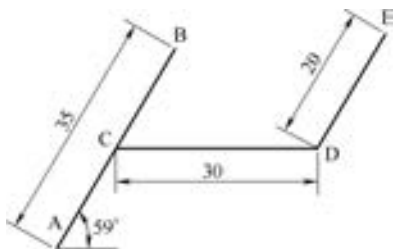


图 2-36 对象捕捉应用

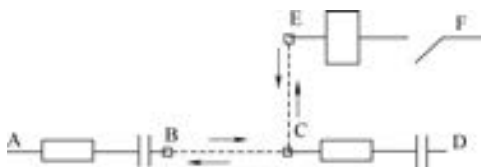


图 2-37 对象追踪应用

操作步骤:

在状态栏中的“对象捕捉”按钮上单击鼠标右键, 在弹出的光标菜单中选择“设置”命令, 本例设置对象捕捉模式一定要有“端点”, 单击状态行上的“对象捕捉”与“对象追踪”按钮, 使之处于凹下状态即打开, 同时输入“复制”命令, 选择要复制的对象 AB 线路图形, 捕捉 AB 线路图形的基点 A, 将光标移到 AB 线 B 端点附近“悬停”(停留片刻不按键), 当出现端点标记后, 再将光标移到 EF 线上 E 端点附近“悬停”, 当出现端点标记后, 再向下方移动光标到 C 点附近, 出现两条追踪线交在 C 点标记后, 回车后即可复制出 CD 线。结果如图 2-37 所示。

6. 使用动态输入

“动态输入”在光标附近提供了一个命令界面, 从而极大地方便了绘图, 以帮助用户专注于绘图区域。启用“动态输入”时, 工具栏提示将在光标附近显示信息, 该信息会随着光标移动而动态更新。

单击状态行上的“DYN”打开和关闭“动态输入”, “动态输入”有三个组件, 它们是指针输入、标注输入和动态提示。在“DYN”上单击鼠标右键, 然后单击“设置”, 以控制启用“动态输入”时每个组件所显示的内容, “草图设置”对话框的“动态输入”选项卡

如图2-38所示。

(1) 启用指针输入

当启用指针输入且有命令在执行时，十字光标的位置将在光标附近的工具栏提示中显示为坐标。可以在工具栏提示中输入坐标值，而不用在命令行中输入。

在“动态输入”选项卡中选中“启用指针输入”复选框可以启用指针输入功能。可以在“指针输入”选项组中单击“设置”按钮，使用打开的“指针输入设置”对话框设置指针的格式和可见性。

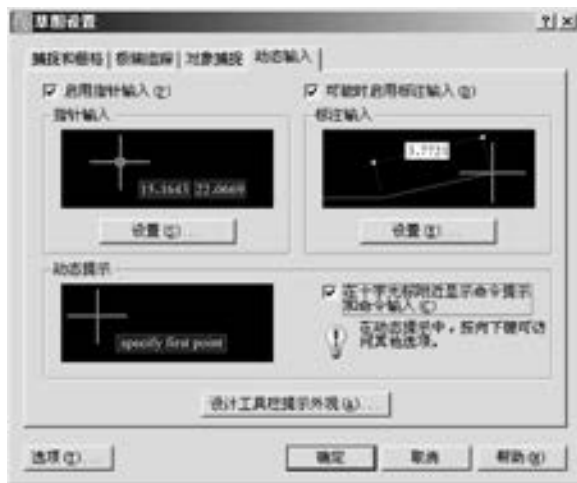


图 2-38 “动态输入”选项卡

(2) 启用标注输入

启用标注输入时，当命令提示输入第二点时，工具栏提示将显示距离和角度值。在工具栏提示中的值将随着光标移动而改变，按 TAB 键可以移动到要更改的值。

在“动态输入”选项卡中选中“可能时启用标注输入”复选框可以启用标注输入功能。在“标注输入”选项组中单击“设置”按钮，使用打开的“标注输入的设置”对话框可以设置标注的可见性。

(3) 显示动态提示

启用动态提示时，提示会显示在光标附近的工具栏提示中。用户可以在工具栏提示（而不是在命令行）中输入响应。按下箭头键可以查看和选择选项，按下上箭头键可以显示最近的输入。

在“动态输入”选项卡中选中“动态提示”选项组中的“在十字光标附近显示命令提示和命令输入”复选框，可以在光标附近显示命令提示。

第3章 二维图形常用的绘制与编辑命令

二维图形是指在 X-Y 平面上绘制的图形，主要是由一些基本图形元素组成，如点、直线、圆、圆弧、椭圆、矩形、多边形等几何元素。AutoCAD 提供了大量的绘图工具，可以帮助用户绘制合乎要求的二维图形。

3.1 二维图形的绘制命令

在 AutoCAD 中执行的每一个功能，我们都把它称为命令，也就是通过这些命令的执行，才能完成绘图工作。二维图形对象是整个 AutoCAD 的绘图基础，因此要熟练地掌握它们的绘制方法和技巧。为了满足不同用户的需要，使操作更加灵活方便，AutoCAD2007 提供了多种方法来绘制基本图形对象。

使用绘图菜单：是绘制图形最基本的方法，菜单包含了 AutoCAD2007 的大部分绘图命令，选择该菜单中的命令或子命令，可绘制出相应的二维图形。

使用“绘图”工具栏：每个工具按钮都与“绘图”菜单中的绘图命令相对应，是图形化的绘图命令，是最常用的方法。

使用“屏幕菜单”：是 AutoCAD2007 的另一种菜单形式。选择其中的“工具 1”和“工具 2”子菜单，可以使用绘图相关工具。“工具 1”和“工具 2”子菜单中的每个命令分别与 AutoCAD2007 的绘图命令相对应。默认情况下，系统不显示“屏幕菜单”，但可以通过选择“工具”→“选项”命令，打开“选项”对话框，在“显示”选项卡的“窗口元素”选项组中选中“显示屏幕菜单”复选框将其显示。

使用绘图命令：在命令提示行中输入绘图命令，按键盘 Enter 键，并根据命令行的提示信息进行绘图操作。这种方法快捷，准确性高，但要求掌握绘图命令及其选择项的具体用法。

3.1.1 绘制点线类命令

1. 绘制点

(1) 设置点样式

点是图纸中的最基本元素，点可以作为捕捉、复制和偏移等操作的参考点来用。用户在绘制点时要知道绘制什么样的点和点的大小，因此需要设置点的样式。设置点的样式操作步骤如下：

选择“格式”→“点样式”菜单命令，系统弹出“点样式”对话框，如图 3-1 所示。

对话框各选项功能如下：



图 3-1 “点样式”对话框

“点样式”：提供了 20 种样式，用户可以根据自己的需要进行选择。


“点大小”：确定所选点的大小尺寸，点的大小通过“点样式”中的“点大小”文本框内输入数值，设置点的显示大小。

“相对于屏幕设置大小”：即点的尺寸是随绘图区的变化而改变。

“按绝对单位设置大小”：即点的尺寸大小不变。

设置样式后，单击“确定”按钮，完成操作。

(2) 绘制点

启用绘制“点”的命令有以下三种方法：选择“绘图”→“点”→“单点”菜单命令；单击“绘图”工具栏中“点”的按钮；输入命令 PO (POINT)。

操作格式：

选择“绘图”→“点”→“单点”或“多点”菜单命令，根据命令行指示操作。

命令：_point

当前点模式：PDMODE = 3 PDSIZE = 0.0000

指定点：(指定点的位置)

如果选用“单点”命令在指定点位置后将结束操作；若选用“多点”命令则在指定点后，可以继续输入点的位置或按 Esc 键结束操作。

(3) 绘制等分点

1) 定数等分点

在 AutoCAD 绘图中，经常需要对直线或一个对象进行定数等分，这个任务就要用点的定数等分来完成。

启用“点的定数等分”命令时选择“绘图”→“点”→“定数等分”菜单命令。在所选择的对象上绘制等分点，进行定数等分的对象可以是直线、多段线和样条曲线等，如图 3-2 所示。把直线、样条曲线和椭圆分别进行 4、6、8 等分，操作步骤如下：



图 3-2 绘制定数等分点

选择“绘图”→“点”→“定数等分”菜单命令，根据命令行指示操作。

命令：_divide

选择要定数等分的对象：

(选择直线)

输入线段数目或 [块 (B)]：

(输入等分线段数目 4)

按 Enter 键回车，完成操作。

命令：_divide

选择要定数等分的对象：

(选择样条曲线)

输入线段数目或 [块 (B)]：

(输入等分线段数目 6)

按 Enter 键回车，完成操作。

命令：_divide

选择要定数等分的对象： (选择椭圆)
 输入线段数目或 [块 (B)]： (输入等分线段数目 8)
 按 Enter 键回车，完成操作。

如果默认状态下的点样式过小，不易观察结果，可以重新设置点样式。

2) 定距等分点

在某些图中，需要在对象上指定间距来放置点标记。定距等分就是在一个图形对象上按指定距离绘制多个点，利用这个功能可以绘制图形对象上的辅助点。

启用点的“定距等分”命令时选择“绘图”→“点”→“定距等分”菜单命令。在所选择的对象上绘制等分点。在绘制点时，距离选择对象点处较近的端点作为起始位置。若所分对象的总长不能被指定间距整除，则最后一段指定所剩下的间距。如图 3-3 所示，把长度为 61 的直线按每段长为 8 进行定距等分，右端最后余下一段长为 5，操作步骤如下：

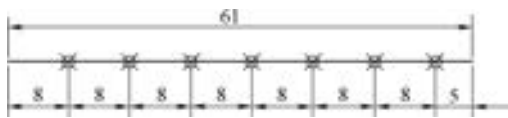


图 3-3 绘制定距等分点

选择“绘图”→“点”→“定距等分”菜单命令，根据命令行指示操作。

命令：_measure


选择要定距等分的对象：(选择直线)

指定线段长度或 [块 (B)]：8 (输入定距 8)

按 Enter 键回车，完成操作。

2. 绘制直线

“直线”是各种绘图中最常用、最简单的一类图形对象。直线段是由起点和终点来确定的，只要指定了直线起点和终点即可绘制一条直线。执行画线命令时，一次可画一条线段，也可以连续画多条线段。输入线段起点和终点有两种方法，一种是在命令中使用键盘输入坐标值，另一种是用鼠标在屏幕上直接点取。

启用绘制“直线”的命令有三种方法：选择“绘图”→“直线”菜单命令；单击“绘图”工具栏中的“直线”按钮；在命令行中输入命令 LINE。

操作格式：

执行上面命令之一，系统提示如下：

命令：_line 指定第一点：(输入起始点) (输入第 1 点)。

指定第一点：指定下一点或 [放弃 (U)]：(输入第 2 点)。


指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：(输入第 3 点)。

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：(输入“C”，按 Enter 键回车，自动封闭多边形并退出命令)。

(1) 使用鼠标拾点 (或捕捉已有图形对象点) 绘制直线

启用绘制“直线”命令，用鼠标在绘图区域内单击一点 (或捕捉已有图形对象点) 作为线段的起点，移动鼠标，在用户想要的位置再单击，作为线段的另一点，这样连续可以画出用户所需的直线。

【例 3-1】用直线命令画如图 3-4 所示的图形步骤如下：

单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令

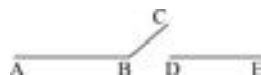



图 3-4 鼠标绘制直线

行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (启用画“直线”命令, 鼠标拾点 A, 作为线段的起点)

指定下一点或 [放弃 (U)]: `<正交开>` (打开正交, 移鼠标拾点 B, 画水平线到点 B)

指定下一点或 [放弃 (U)]: `<正交关>` (关正交, 移鼠标拾点 C, 画斜线到点 C, 回车结束画线)

单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮。

命令: `_line` 指定第一点: `<对象捕捉开> <对象捕捉追踪开>` (以 B 为对象捕捉追踪点使 B 与 D 平齐, 即光标移到 B 端点不拾取, 当出现端点标记后, 移鼠标拾点 D, 作为线段的起点)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: `<正交开>` (打开正交, 移鼠标拾点 E, 画水平线到点 E)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: (回车结束画线)

(2) 通过输入点的坐标绘制直线

用户输入坐标值时有四种方式: 绝对直角坐标, 绝对极坐标, 相对直角坐标, 相对极坐标。

绝对直角坐标的输入形式是启用绘图命令后输入: x, y

绝对极坐标的输入形式是启用绘图命令后输入: $r < \theta$

最常用相对直角坐标和相对极坐标方式, 相对坐标是指相对于用户最后输入点的坐标, 其输入格式如下:

相对直角坐标的输入形式是启用绘图命令

后输入: `@x, y`


相对极坐标的输入形式是启用绘图命令后

输入: `@r < \theta`

注意, @ 输入必须在英文状态下才可以。

【例 3-2】 绘制如图 3-5 所示的三角形。

操作步骤:

单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，

根据命令行指示操作。


命令: `_line` 指定第一点: `45, 125` (回车) (画起点 A)

指定下一点或 [放弃 (U)]: `67, 125` (回车) (画到点 B, 输入绝对直角坐标 (67, 125) 或相对直角坐标 (`@22, 0`))

指定下一点或 [放弃 (U)]: `56, 144` (回车) (画到点 C, 输入绝对直角坐标 (56, 144) 或相对直角坐标 (`@ -11, 19`))

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: `C` (闭合三角形, 按 Enter 回车结束操作)

(3) 用给定距离的方式来绘制直线

正交命令是用来绘制水平与垂直线的一种辅助工具, 是 AutoCAD 中最为常用的工具。如果用户绘制水平与垂直线时, 打开状态行中的正交按钮, 这时光标只能是水平与垂直方向移动。只要移动光标来指示线段的方向, 并输入线段的长度值, 按键盘 Enter 键确定,

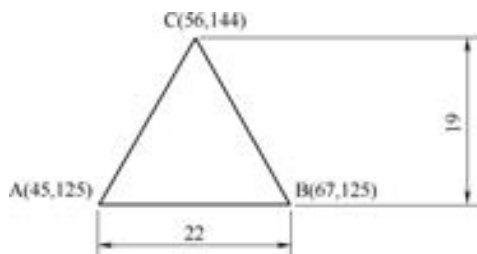



图 3-5 画三角形

不用输入坐标值就能绘制出给定长度的水平与垂直方向的线段。如图 3-6 所示, 绘制长度为 40 的水平直线, 绘制长度为 10 的竖直线步骤如下:

单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点:

(鼠标拾点 A 做线段第一点)

指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交 开> 40 (输入水平线段长 40, 回车确认画到点 B)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 10 (移动鼠标到直线上方, 输入竖直线长 10, 回车确认画到点 C)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: (回车结束操作)

(4) 使用动态输入功能画直线

在 AutoCAD2007 中, 使用动态输入功能可以在指针位置处显示标注输入和命令提示等信息, 从而极大地方便了绘图。例如, 用动态输入命令绘制直线构成如图 3-7 所示的四边形。



图 3-6 给定距离绘制直线

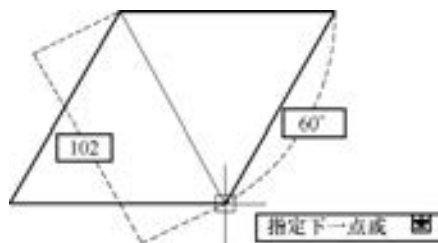


图 3-7 绘制四边形

3.1.2 绘制圆类图形命令

1. 绘制圆

(1) 画圆的方式

在 AutoCAD2007 中, 提供了六种画圆的方式, 如图 3-8 所示。

1) 圆心、半径 (R): 已知圆心和半径画圆。



指定圆心和半径

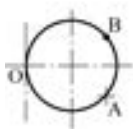


指定圆心和直径

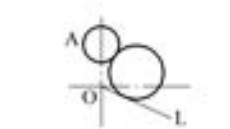


指定两点

2) 圆心、直径 (D): 已知圆心和直径画圆。



指定三点



指定两个相切对象和半径



指定三个相切对象


3) 两点 (2P): 以两已知点间的距离为直径画圆。

4) 三点 (3P): 过已知三点画圆。

5) 相切、相切、半径 (T): 过两个切点且给定半径画圆。

6) 相切、相切、相切 (A): 过三个切点画圆。

(2) 命令激活与操作格式

启用绘制“圆”的命令有三方法: 选择“绘图”→“圆”菜单命令; 单击“绘图”工具栏中的“圆”按钮; 输入命令 C (Circle)。

操作格式:

执行上面命令之一, 系统提示如下:

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P)/两点 (2P)/相切、相切、半径 (T)]: (默认指定圆的圆心, 用鼠标或坐标法指定圆心 O)

指定圆的半径 [直径 (D)]: (输入圆的半径, 按 Enter 键)

图 3-8 绘圆的六种方法

指定圆的半径或 [直径 (D)]： (如果输入直径 D, 命令行继续进行提示:
指定圆的直径 <50>: 输入圆的直径, 按 Enter 键结束命令。)

(3) 实例

【例 3-3】 绘制过 A (100, 142)、B (120, 142)、C (110, 159) 三点的三角形的外接圆、内切圆, 如图 3-9 所示。

操作步骤:

1) 用直线命令绘制三角形 ABC。

注意: 本例中因采用绝对坐标输入, 需关闭辅助工具栏中的“DYN”按钮。

2) 设置捕捉: 设置捕捉交点和切点。

3) 画外接圆。

单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮 , 根据命令行指示操作。

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

指定圆上的第一个点: (确定对象捕捉中设置了自动捕捉象限点, 单击状态栏上的“对象捕捉”按钮, 使之处于凹下状态, 捕捉交点 A, 单击鼠标左键)

指定圆上的第二个点: (捕捉交点 B, 单击鼠标左键)

指定圆上的第三个点: (捕捉交点 C, 单击鼠标左键)

4) 画内切圆。

选择“绘图”→“圆”→“相切、相切、相切”菜单命令, 根据命令行指示操作。

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P)/两点 (2P)/相切、相切、半径 (T)]: `_3p`

指定圆上的第一个点: `_tan` 到 (在直线 AB 上切点附近捕捉切点, 单击鼠标左键)

指定圆上的第二个点: `_tan` 到 (在直线 BC 上切点附近捕捉切点, 单击鼠标左键)

指定圆上的第三个点: `_tan` 到 (在直线 AC 上切点附近捕捉切点, 单击鼠标左键)

结果如图 3-9 所示。

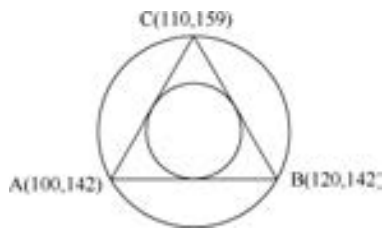



图 3-9 画外接圆与内切圆

2. 绘制圆弧

AutoCAD 中绘制圆弧有多种方法, 其中默认状态下是通过确定三点来绘制圆弧。绘制圆弧时, 可以通过设置起点、方向、中点、角度、终点、弦长等参数来进行绘制。绘制圆弧需要输入圆弧的角度时, 角度为正值, 则按逆时针方向画圆弧; 角度为负值, 则按顺时针方向画圆弧。若输入弦长和半径为正值, 则绘制 180° 范围内的圆弧; 若输入弦长和半径为负值, 则绘制大于 180° 的圆弧。

启用绘制“圆弧”命令有三种方法: 选择“绘图”→“圆弧”菜单命令; 单击“绘图”工具栏上“圆弧”的按钮 ; 输入命令 A (Arc)。

通过选择“绘图”→“圆弧”菜单命令后, 系统将显示弹出如图 3-10 所示“圆弧”下拉菜单, 在子菜单中提供了多种绘制圆弧的方法, 用户可根据自己的需要, 选择相应的选项来进行圆弧的绘制。图 3-11 所示为常用画圆弧方法。

3. 绘制椭圆

(1) 命令激活与操作格式



图 3-10 “圆弧”下拉菜单

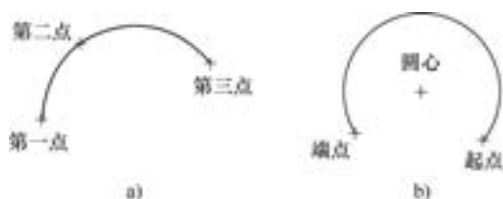



图 3-11 画圆弧

a) 三点法 b) 起点、圆心、端点法

启用绘制“椭圆”的命令有三种方法：选择“绘图”→“椭圆”菜单命令；单击“绘图”工具栏中的“椭圆”按钮；输入命令 El (Ellipse)。

椭圆有长轴、短轴两个主要参数。默认状态下，AutoCAD 通过指定长轴和短轴的三个端点绘制椭圆。

操作格式：

执行上面命令之一，系统提示如下：

命令：_ellipse

指定椭圆的轴端点或 [圆弧 (A)/中心点 (C)]： (默认指定椭圆的长轴端点)

指定轴的另一个端点： (指定长轴另一个端点)

指定另一条半轴长度或 [旋转 (R)]： (指定短轴长度)


(2) 实例

【例 3-4】 以点 (100, 155) 为圆心作一直径为 11 的圆，再作一直径为 23 的同心圆。以该圆心为圆心作两个相互正交的椭圆，椭圆短半轴为小圆半径，长半轴为大圆半径。

操作步骤：

1) 画两个同心圆，如图 3-12a 所示。

2) 画两个椭圆，如图 3-12b 所示。

单击“绘图”工具栏中的“椭圆”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令：_ellipse

指定椭圆的轴端点或 [圆弧 (A)/中心点 (C)]： (确定对象捕捉中设置了自动捕捉象限点，单击状态行上的“对象捕捉”按钮，使之处于凹下状态，捕捉大圆左边的象限点，单击鼠标左键)

指定轴的另一个端点： (捕捉大圆右边的象限点，单击鼠标左键)

指定另一条半轴长度或 [旋转 (R)]： (用鼠标捕捉小圆上方的象限点，

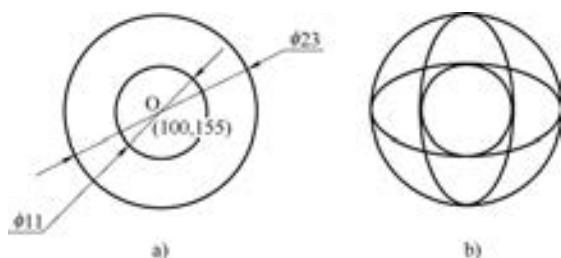


图 3-12 绘制同心圆与椭圆


a) 同心圆 b) 椭圆

单击鼠标左键)

上述步骤可画出长轴在水平方向的椭圆。用同样的方法可画出长轴在垂直方向的椭圆。


4. 绘制椭圆弧

绘制椭圆弧的方法与绘制椭圆相似，首先确定椭圆的长轴和短轴，然后再输入椭圆弧的起始角和终止角即可。

启用绘制“椭圆弧”命令有两种方法：选择“绘图”→“椭圆”→“椭圆弧”菜单命令；单击“绘图”工具栏中的“椭圆弧”的按钮。

如图3-13所示，已知椭圆长短轴及椭圆弧起始角度与终止角度，画椭圆弧。

操作步骤：

单击“绘图”工具栏中的“椭圆弧”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_ellipse` (启用绘制“椭圆弧”命令)

指定椭圆的轴端点或 [圆弧 (A)/中心点 (C)]: `_a`

指定椭圆弧的轴端点或 [中心点 (C)]: `<对象捕捉 开>` (确定对象捕捉中设置了自动捕捉象限点, 单击状态行上的“对象捕捉”按钮, 使之处于凹下状态, 捕捉轴端点 A)

指定轴的另一个端点: (捕捉轴端点 B, 单击鼠标左键)

指定另一条半轴长度或 [旋转 (R)]: (捕捉轴端点 C, 单击鼠标左键)

指定起始角度或 [参数 (P)]: (捕捉起始角 1, 单击鼠标左键)

指定终止角度或 [参数 (P)/包含角度 (I)]: (捕捉终止角 2, 单击鼠标左键)

同理画出下方另一段椭圆弧。

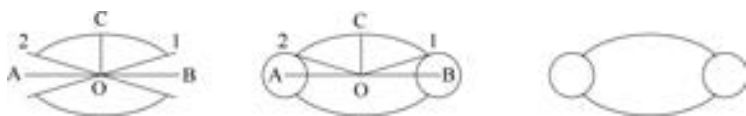



图 3-13 画椭圆弧

3.1.3 绘制平面图形类命令

1. 绘制矩形

矩形也是工程图纸中常见的元素之一，矩形可通过定义两个对角点来绘制，对角点的确定，可以通过十字光标直接在屏幕上点取，也可输入坐标。矩形命令还可以设定其宽度、圆角和倒角等。绘制的矩形是整体图块，编辑时必须通过分解命令使之分解成单个的线段，同时矩形也失去线宽性质。

启用绘制“矩形”命令有三种方法：选择“绘图”→“矩形”菜单命令；单击“绘图”工具栏中的“矩形”按钮；输入命令 `Rectang`。

操作格式：

执行上面命令之一，系统提示如下：

命令：_rectang

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]：(用鼠标选取矩形第1个对角点1)


指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]：(用鼠标选点或输入矩形另一个对角点2的坐标)

常用选项说明如下：

- 1) 倒角(C)：设置矩形倒角。
- 2) 圆角(F)：设置矩形倒圆角的半径。
- 3) 宽度(W)：设置构成矩形的直线宽度。

【例3-5】 绘制如图3-14所示矩形，长为50，高为30，圆角为5，并设置线宽为0.35。

操作步骤：

单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令：_rectang

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]：F
(回车)

指定矩形的圆角半径<5.0000>：5 (回车)

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]：W (回车)

指定矩形的线宽<0.3500>：0.35 (回车)

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]：(用鼠标光标在绘图区选定一点单击，作为矩形的第一角点)

指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]：@50, 30 (用相对坐标方式输入矩形的大小，回车结束操作)



图3-14 矩形的绘制

2. 绘制正多边形

由多条线段组成的封闭图形即多边形，在 AutoCAD2007 中，正多边形是具有等边长的封闭图形，其边数为 3 ~ 1024。绘制正多边形有三种方式：内接圆方式，外接圆方式，边长方式。

操作格式：

(1) 边长方式

选择“绘图”→“正多边形”菜单命令，根据命令行指示操作。

命令：_polygon 输入边的数目 <4>： (输入边数)

多边形的中心点或[边(E)]： (输入“E”)

指定边的第一个端点： (输入边的第一个端点)

指定边的第二个端点： (输入边的第二个端点)

(2) 内接于圆方式

选择“绘图”→“正多边形”菜单命令，根据命令行指示操作。

命令：_polygon 输入边的数目 <4>： (输入边数)

指定多边形的中心点或 [边 (E)]: (默认指定多边形的中心点)

输入选项 [内接于圆 (I)/外切于圆 (C)] <I>: (<I>尖括号表示为默认值, 直接按 Enter 键)

指定圆的半径: (指定圆的半径, 以过正多边形顶点的圆的半径来确定正多边形的大小)

(3) 外切于圆方式

选择“绘图”→“正多边形”菜单命令, 根据命令行指示操作。


命令: `_polygon` 输入边的数目 <4>: (输入边数)

指定多边形的中心点或 [边 (E)]: (默认指定多边形的中心点)

输入选项 [内接于圆 (I)/外切于圆 (C)] <I>: (输入“C”)


指定圆的半径: (指定圆的半径, 以多边形的内切圆半径来确定正多边形的大小)

启用绘制“正多边形”的命令有三种方法:

选择“绘图”→“正多边形”菜单命令; 单击“绘图”工具栏中的“正多边形”按钮; 输入命令 `Pol` (`Polygon`)。

【例 3-6】 绘制如图 3-15 所示的内接于圆和外切于圆的正五边形, 圆的半径 10。

操作步骤:

单击“绘图”工具栏中的“正多边形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_polygon` 输入边的数目 <4>: 5 (回车)

指定正多边形的中心点或 [边 (E)]: 50, 50 (回车)

输入选项 [内接于圆 (I)/外切于圆 (C)] <C>: I (回车)

指定圆的半径: 10 (回车, 结果如图 3-15a 所示)

如果在提示输入选项“[内接于圆 (I)/外切于圆 (C)] <C>:”时输入: C (回车), 结果如图 3-15b 所示。

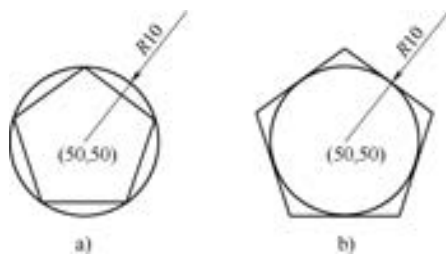



图 3-15 正多边形画法

a) 内接于圆的正五边形 b) 外切于圆的正五边形

3.1.4 绘制复杂线类命令

1. 绘制样条曲线

样条曲线是由多条线段光滑过渡而形成的曲线, 其形状是由数据点、拟合点及控制点来控制的。其中数据点是在绘制样条曲线时, 由用户确定。拟合点及控制点是由系统自动产生的, 用来编辑样条曲线。

启用“样条曲线”命令有三种方法: 选择“绘图”→“样条曲线”菜单命令; 单击“绘图”工具栏中的“样条曲线”按钮; 输入命令 `Spl` (`Spline`)。

操作格式:

执行上面命令之一, 系统提示如下:

命令: `_spline`

指定第一个点或 [对象 (O)]: (指定起点)

指定下一个点: (指定第 2 点)

- 指定下一个点或 [闭合 (C)/拟合公差 (F)] < 起点切向 > : (指定第 3 点)
 指定下一个点或 [闭合 (C)/拟合公差 (F)] < 起点切向 > : (指定第 4 点)
 指定下一个点或 [闭合 (C)/拟合公差 (F)] < 起点切向 > : 按 Enter 键
 指定起点切向: 按 Enter 键
 指定终点切向: 按 Enter 键

利用以上方法启用“样条曲线”命令，绘制如图 3-16 所示的样条曲线某波形图，其操作步骤如下：

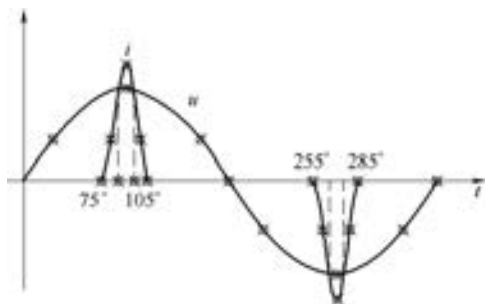



图 3-16 平衡半桥 PFC 电路波形图实例

单击“绘图”工具栏中的“样条曲线”按钮，根据命令行指示操作。

- 命令: `_spline` (启用“样条曲线”命令)
 指定第一个点或 [对象 (O)]: < 对象捕捉开 > (捕捉样条曲线轮廓控制点)
 指定下一点: (捕捉样条曲线轮廓控制点)
 指定下一个点或 [闭合 (C)/拟合公差 (F)] < 起点切向 > :
 指定下一个点或 [闭合 (C)/拟合公差 (F)] < 起点切向 > :
 指定下一个点或 [闭合 (C)/拟合公差 (F)] < 起点切向 > : 按 Enter 键
 指定起点切向: (指定样条曲线轮廓切向后回车)
 指定端点切向: (指定样条曲线轮廓切向后回车)
 按 Enter 键结束命令

2. 绘制多线

多线是一种由多条平行线组成的组合对象，平行线之间的间距和数目是可以调整的，多线常用于绘制建筑图中的墙体、电子线路图等平行线对象。“多线样式”决定多线中线条的数量、线条的颜色和线型、直线间的距离等，还能确定多线封口的形式。

(1) 绘制多线

启用绘制“多线”命令有两种方法：选择“绘图”→“多线”菜单命令；输入命令 `ML` (`Mline`)。

默认情况下，当指定了多线起点和另一端点的位置后，将从起点到该点绘出一段多线。绘制多线如图 3-17 所示。

操作格式：

执行上面命令之一，系统提示如下：

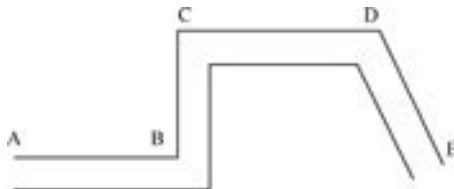


图 3-17 绘制多线

命令: `_mline`

当前设置: 对正 = 上, 比例 = 20.00, 样式 = STANDARD

指定起点或 [对正 (J)/比例 (S)/样式 (ST)]: (用默认设置指定起点)

指定下一点: (指定下一点)

指定下一点或 [放弃 (U)]: (指定下一点)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: (指定下一点)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: (按 Enter 键结束)

(2) 使用“多线样式”对话框

多线默认样式为 Standard, 选择“格式”→“多线样式”命令, 打开“多线样式”对话框, 如图 3-18 所示, 可以根据需要创建自己的多线样式, 设置其线条数目和线的拐角方式。

定制多线样式的方法是在“多线样式”对话框中, 单击“新建”按钮, 在“多线样式”对话框的“名称”框中输入新样式的名称, 将新样式添加到样式库中, 单击“继续”按钮, 将打开“新建多线样式”对话框, 如图 3-19 所示。通过该对话框可以修改多线特性, 包括线段连接的显示、起点和端点的封闭类型、角度和填充色等内容。



图 3-18 “多线样式”对话框




图 3-19 “新建多线样式”对话框

在“多线样式”对话框中单击“修改”按钮, 使用打开的“修改多线样式”对话框可以修改创建的多线样式。“修改多线样式”对话框与“创建多线样式”对话框中的内容完全相同, 用户可参照创建多线样式的方法对多线样式进行修改。

3. 绘制多段线

在 AutoCAD 中, “多段线”是一种非常有用的线段对象, 多段线是由直线段和圆弧相连而成的单一的对象。直线和圆弧可通过在命令行输入“A”或“L”进行切换, 其线宽可以

改变。

启用绘制“多段线”命令有三种方法：选择“绘图”→“多段线”菜单命令；单击“绘图”工具栏中的“多段线”按钮；输入命令 PL (Pline)。

默认情况下，当指定了多段线起点和另一端点的位置后，将从起点到该点绘出一段多段线。

操作格式：

执行上面命令之一，系统提示如下：

命令：_pline

指定起点： (指定多段线的起始点)

当前线宽为 0.0000 (提示当前线宽是“0”)


指定下一点或 [圆弧 (A)/闭合 (C)/半宽 (H)/长度 (L)/放弃 (U)/宽度 (W)]：
(指定下一点或选项)

【例 3-7】 绘制如图 3-20 所示的箭头，已知 AB 长 40，线宽 1；BC 长 20，B 点线宽 5，C 点线宽 0。



图 3-20 多段线绘制的电流方向箭头实例

操作步骤：

单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_pline

指定起点：100, 100 (键盘输入 A 点坐标)

当前线宽为 0.0000

指定下一个点或 [圆弧 (A)/半宽 (H)/长度 (L)/放弃 (U)/宽度 (W)]：W
(选择线宽选项，回车)

指定起点宽度 <0.0000>：1 (AB 起点线宽为 1，回车)

指定端点宽度 <1.0000>：1 (AB 终点线宽为 1，回车)

指定下一个点或 [圆弧 (A)/半宽 (H)/长度 (L)/放弃 (U)/宽度 (W)]：40 (注意光标水平向右拖动，AB 长用直接距离输入法输入 40，回车)

指定下一点或 [圆弧 (A)/闭合 (C)/半宽 (H)/长度 (L)/放弃 (U)/宽度 (W)]：
W (选择线宽，回车)

指定起点宽度 <1.0000>：5 (BC 起点线宽为 5，回车)

指定端点宽度 <5.0000>：0 (BC 终点线宽为 0，回车)

指定下一点或 [圆弧 (A)/闭合 (C)/半宽 (H)/长度 (L)/放弃 (U)/宽度 (W)]：
20 (绘出 BC 长用直接距离输入法输入 20，回车)

指定下一点或 [圆弧 (A)/闭合 (C)/半宽 (H)/长度 (L)/放弃 (U)/宽度 (W)]：
(回车结束)

绘制结果如图 3-20 所示。


3.1.5 图案填充命令

图案填充是使用一种图案来填充某一区域。在工程图纸中，可用填充图案表达一个剖切的区域，也可以使用不同的填充图案来表达不同的零件或不同类型物体对象的纹理。

图案填充是在一个封闭的区域内进行的，围成填充区域的边界叫填充边界，边界需是直线、构造线、多义线、样条曲线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧等实体或这些实体组成的块。所需的填充图案可在图案填充对话框中查找，也可以自定义填充图案。

填充的图案是一种特殊的块，无论形状多复杂，它都是一个单独的对象。可以使用修改命令来分解一个已存在的关联图案。图案被分解后，它将不再是一个块对象，而是一组组成图案的线条。

1. 命令与操作步骤

选择“绘图”→“图案填充”命令或在“绘图”工具栏中单击“图案填充”按钮, 打开“图案填充和渐变色”对话框的“图案填充”选项卡，可以设置图案填充时的类型和图案、角度和比例等特性。

弹出“图案填充和渐变色”对话框，如图 3-21 所示。在“类型和图案”选项区内，单击“图案”右面的按钮，弹出如图 3-22 所示的“填充图案选项板”对话框，在该对话框中选取所需的图案，单击“确定”按钮，返回“图案填充和渐变色”对话框，在“角度和比例”选项区内设置角度和比例数值。



图 3-21 “图案填充和渐变色”对话框



图 3-22 “填充图案选项板”对话框


2. “图案填充和渐变色”对话框的内容

(1) “图案填充”选项卡（见图 3-21）

各选项区的功能如下：

1) “类型和图案”选项区

“类型”：提供三种图案类型，预定义、用户定义、自定义。预定义是用 AutoCAD 标准图案文件（ACAD.pat 和 ACADISO.pat 文件）中的图案填充。用户定义是用户临时定义简单的填充图案。自定义是表示使用用户定制的图案文件中的图案。

“图案”：选择填充图案的样式。单击按钮可弹出“填充图案选项板”对话框，如图 3-22 所示，其中有“ANSI”、“ISO”、“其他预定义”和“自定义”四个选项卡，可从其中

选择任意一种预定义图案。

2) “角度和比例”选项区

“角度”：设置图案填充的倾斜角度，该角度值是填充图案相对于当前坐标系的 X 轴的转角。

“比例”：设置填充图案的比例值，它表示的是填充图案线形之间的疏密程度。

“双向”：使用用户定义图案时，选择该选项将绘制第二组直线，这些直线相对于初始直线呈 90°角，从而构成交叉填充。AutoCAD 将该信息存储在 HPDOUBLE 系统变量中。只有在“类型”选项中选择了“用户定义”时，该选项才可用。

“ISO 笔宽”：适用于 ISO 相关的笔宽绘制填充图案，该选项仅在预定义 ISO 模式中被选用。

3) “图案填充原点”选项区

“使用当前原点”：可以使用当前 UCS 的原点作为图案填充原点。

“指定的原点”：可以通过指定点作为图案填充原点。

4) “边界”选项区

“添加：拾取点”：用选点的方式定义填充边界。单击该按钮返回绘图区，可连续选择填充图案的区域，单击鼠标右键结束拾取。

“添加：选择对象”：单击该按钮返回绘图区，可以连续选择图案填充的封闭对象，单击鼠标右键结束拾取。注意所拾取的对象必须形成一个封闭图形，否则会出现不同的填充效果。

“删除边界”：在绘图区拾取图案填充边界返回“图案填充和渐变色”对话框时，“删除边界”按钮由灰色变为亮色（可操作），点击此按钮返回绘图区，边界图线不再以高亮显示。

“查看选择集”：亮显所确定的填充边界。

5) “选项”选项区


“关联”：该选项用于控制填充图案与边界是否具有关联性。当选定关联前的按钮时，当边界发生变化时，填充图案将随新的边界发生变化。

“继承特性”：是将填充图案的设置，如图案类型、角度、比例等特性，从一个已经存在的填充图案中应用到另一个要填充的边界上。

(2) “渐变色”选项卡

“渐变色”选项卡为填充区域选择填充的图案是渐变颜色。

3. 设置孤岛

在进行图案填充时，通常将位于一个已定义好的填充区域内的封闭区域称为孤岛。单击“图案填充和渐变色”对话框右下角的  按钮，将显示更多选项，可以对孤岛和边界进行设置，如图 3-23 所示。

在“孤岛”选项区中，选中“孤岛检测”复选框，可以指定在最外层边界内填充对象的方法，包括“普通”、“外部”和“忽略”3种填充方式。

“普通”方式：从外部向里填充图案，如遇到内部孤岛，则断开填充直到碰到下一个内部孤岛时才再次填充。

“外部”方式：只在最外层区域内进行图案填充。



图 3-23 “图案填充和渐变色”对话框

“忽略”方式：忽略边界内的对象，在整个区域内进行图案填充。

4. 图案填充示例

下面以填充金属剖面线为例，操作步骤如下：

1) 选取命令：“绘图”→“图案填充”，打开“图案填充和渐变色”对话框。

2) “类型”设置为“预定义”；“图案”设置为“ANSI31”；“角度”设置为“0”；“比例”设置为“1”。

3) 单击“边界”选项区中的“拾取点”按钮，在绘图区的封闭框中选择（单击）内部点，按 Enter 键，返回对话框。例如要在矩形填充 45°斜线，拾取点应在矩形内，如图 3-24a 所示。

4) 预览设置效果。单击“预览”按钮，进入绘图状态，显示图案填充结果。预览后按 Enter 键，返回“图案填充和渐变色”对话框。若剖面线间距值不合适，可修改“缩放比例”值，修改后再预览，直至满意。

5) 单击“确定”按钮，系统完成图案填充。剖面线绘制如图 3-24b 所示。

如要绘制实心圆，可画圆后如上方法，把“图案”设置为“SOLID”填充即可，如图 3-24d 所示。

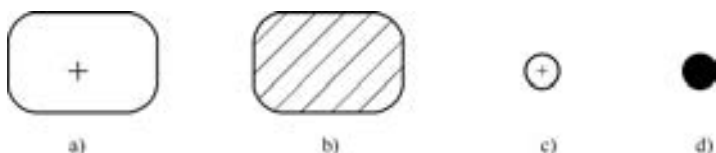


图 3-24 以拾取点方式填充图案

a) 在矩形内拾取点 b) 在矩形内填充剖面线 c) 在圆内拾取点 d) 在圆内填充实心

5. 编辑图案填充

“编辑图案填充”命令可修改已填充图案的类型、图案、角度、比例等特性。操作时在菜单栏选“修改”→“对象”→“图案填充”。

1) 激活命令后, 命令行提示“选择图案填充”对象, 然后在绘图窗口中单击需要编辑的图案填充, 这时将打开“图案填充编辑”对话框。“图案填充编辑”对话框与“图案填充和渐变色”对话框的内容完全相同, 只是定义填充边界和对孤岛操作的某些按钮不再可用。在要修改的填充图案上双击鼠标, 也将弹出“图案填充编辑”对话框, 此时可对填充的图案进行修改。

2) 修改该对话框中的参数设置, 单击“确定”按钮。

3.2 二维编辑命令

在 AutoCAD 中, 单纯地使用绘图命令或绘图工具只能创建出一些基本图形, 要绘制较为复杂的图形, 就必须借助于图形编辑命令。在 AutoCAD 中, 正确快捷地选择目标是进行图形编辑的基础。

对已有的图形进行编辑, AutoCAD 提供了两种不同的编辑顺序: 一种是先下达编辑命令, 再选择对象, 另一种是先选择对象, 再下达编辑命令。不论采用何种方式, 在二维图形的编辑过程中, 只要进行图形编辑, 用户就必须准确无误地“通知”AutoCAD, 将要对图形文件中的哪些对象进行操作。

3.2.1 选择编辑对象

在二维图形的编辑过程中, 首先需要进行选择图形对象的操作, 所谓对象是指组成图形的各个元素, 可以用各种命令来创建图形对象。图形对象的个数与命令的类型有关, 如用直线命令画的封闭四边形有四个对象, 而用矩形命令画的封闭四边形却为一个对象。如图案填充、正多边形、多段线等命令创建的图形都是图形块, 也被视为一个对象。

AutoCAD 为用户提供了多种选择对象的方式。对于不同图形、不同位置的对象可使用不同的选择方式, 这样可提高绘图的工作效率。在 AutoCAD 中, 选择对象的方法很多。对初学者可以先掌握最常用的方法, 那就是“逐个拾取法”与“窗口法”。

当执行编辑命令时, 系统在命令行中通常提示: “选择对象:”, 此时光标改变为一个小方框, 这个小正方形框被称为拾取框。将拾取框移至目标上, 单击鼠标左键, 即可选中目标。当选择了目标对象之后, 该对象将成高亮显示, 而后单击, 组成对象的边界轮廓线由原先的线型变成虚线, 十分明显地和那些未被选中的实体区分开来。每次选定对象后, “选择对象:”提示会重复出现, 直至按 Enter 键或单击鼠标右键才能结束选择。

拾取框的大小如不符合自己的绘图要求与习惯, 可选择“工具”→“选项”菜单命令, 在弹出的“选项”对话框中找到“选择”项, 通过拖动滑块来设置拾取点在绘图区域内显示状态的大小。在“选择”项还可设置是否用 Shift 键添加到选择集等内容。

1. 选择对象的方法

(1) 逐个拾取法

逐个拾取法就是每次仅选一个对象, 这是一种默认选择方式, 当提示“选择对象”时, 移动光标到对象, 当光标压住所选择的对象时, 单击鼠标左键, 该对象变为虚线时表示被选

中，并可以连续选择其他对象。

(2) 窗口法

窗口指的是一个矩形区域，执行命令后在“选择对象:”提示下单击鼠标左键，选择第一对角点，从左向右移动鼠标至恰当位置，单击鼠标，选取另一对角点，可看到绘图区内出现一个矩形区域，此时只有全部被包含在该矩形区域中的目标对象才被选中。

也可以执行命令后，在“选择对象:”提示符下单击鼠标左键，选取第一个对角点，从右向左移动鼠标，单击鼠标，选取另一个对角点，即可看到绘图区内出现一个矩形区域，此时完全被包含在矩形区域之内的对象以及与矩形区域相交的目标均被选中，此法又称交叉窗口法。

(3) 全部方式

当提示“选择对象:”时，输入“ALL”后按 Enter 键，即选中绘图区中的所有对象。

(4) 圈围方式

当提示“选择对象:”时，输入“WP”后按 Enter 键，然后依次输入第一角点、第二角点，绘制出一个不规则的多边形窗口，位于该窗口内的对象即被选中。

(5) 前一个方式

当提示“选择对象:”时，输入“P”后按 Enter 键，将选中在当前操作之前的操作中所设定好的对象。

(6) 上一个方式

当提示“选择对象:”时，输入“L”后按 Enter 键，将选中最后绘制的对象。

(7) 折线方式

当命令行提示“选择对象:”时，在命令行输入“F”，按 Enter 键，则用户可以连续选择单击以绘制多条折线，此时折线以虚线显示，折线绘制完成后按 Enter 键，此时所有与折线相交的图形对象都将被选中。

(8) 取消

在提示“选择对象:”时，输入“U”后按 Enter 键，可以消除最后选择的对象。

2. 过滤选择对象

在 AutoCAD2007 中，可以对对象的类型（如直线、圆及圆弧等）、图层、颜色、线型或线宽等特性作为条件，过滤选择符合设定条件的对象。在命令行中输入 FILTER 命令，打开“对象选择过滤器”对话框，如图 3-25 所示。需要注意，此时必须考虑图形中对象的这些特性是否设置为随层。



图 3-25 “对象选择过滤器”对话框


3. 快速选择对象

在 AutoCAD 中，当需要选择具有某些共同特性的对象时，可利用“快速选择”对话框，根据对象的图层、线型、颜色、图案填充等特性和类型，创建选择集。选择“工具”→“快速选择”命令，可打开“快速选择”

对话框，如图 3-26 所示。

3.2.2 删除及恢复命令

“删除”命令也是常用的命令，可以把在最终图样中不需要的对象、绘图过程中画错或者多余的图线删除，删除操作步骤如下：


选择“修改”→“删除”菜单命令或在“修改”工具栏中单击“删除”命令按钮，都可以删除图形中选中的对象。

通常，当发出“删除”命令后，鼠标指针会呈“□”状的选择框，命令行提示选择要删除的对象，此时移动鼠标选择对象，然后按 Enter 键或单击鼠标右键结束对象选择，同时删除已选择的对象。如果在“选项”对话框的“选择”选项卡中，选中“选择模式”选项组中的“先选择后执行”复选框，就可以先选择对象，然后单击“删除”按钮删除。

在绘图过程中执行过的命令，如果想取消以前执行的操作，可执行“放弃”命令来恢复，而且可以恢复到最初打开的状态；而执行“放弃”命令后，如果被放弃的操作确认无误，则可执行重做命令。

【例 3-8】 选择图 3-27a 中的五边形删除。

操作步骤：

单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_erase

选择对象：找到 1 个 (鼠标框选或鼠标左键点击选择图 3-27a 中的五边形)

选择对象： (单击右键或按 Enter 键，即删除所选择的图形对象，结果如图 3-27b 所示)

删除对象还可在选择该对象后，按键盘上的 Delete 键。

3.2.3 复制类命令

在一张工程图样中，往往有一些相同的实体。如果用户一次又一次地重复绘制相同的实体，则实在麻烦。AutoCAD 提供“复制”命令，能够让用户十分轻松地将实体目标复制到新的位置。

1. 复制对象

在 AutoCAD2007 中，可以使用“复制”命令，创建与原有对象相同的图形。

启用“复制”命令有四种方法：选择“修改”→“复制”菜单命令；直接单击“修改”

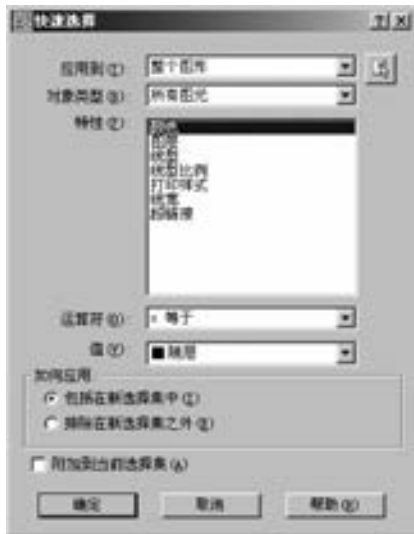


图 3-26 “快速选择”对话框

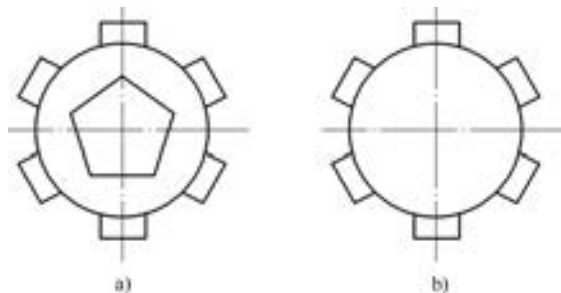




图 3-27 删除对象

a) 原图 b) 删除后结果

工具栏上的“复制”命令按钮；输入命令“Copy”；选择“标准”工具栏复制按钮。剪贴板是 Windows 提供的一个工具，可方便地实现应用程序间图形数据和文本数据的传递。AutoCAD2007 提供“Copyclip”命令，将用户所选择的图形复制到 Windows 剪贴板上。

操作格式：

执行上面命令前三种之一，系统提示如下：

命令：_copy

选择对象： (选择要复制的对象)

选择对象： (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>： (默认指定基点)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (指定位移点 2)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (指定位移点 3 或按 Enter 键)

【例 3-9】 例如已画完图 3-28a，要通过复制完成图 3-28b。

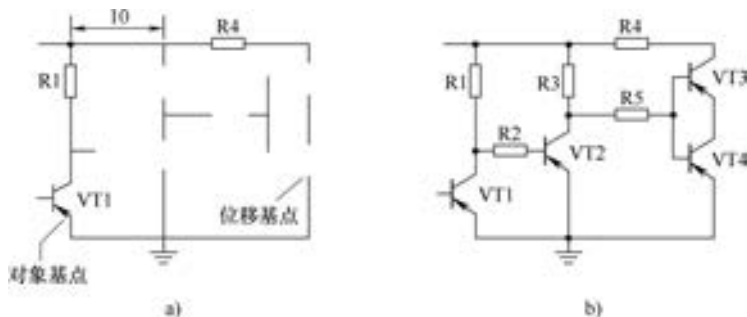


图 3-28 复制图例

a) 复制前 b) 复制后

(1) 单一复制法

单一复制法指执行一次命令仅复制一次图形对象。单一复制是最简单的复制操作，只需告诉 AutoCAD 要将什么目标从一个位置复制到另外一个位置即可，执行复制命令时，通过指定对象的位移矢量完成复制任务。例如把图 3-28a 中的 R1 图形指定位移 $X = 10$ 、 $Y = 0$ 复制为 R3 图形，过程如下：

单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_copy

选择对象： (选择要复制的对象 R1)

选择对象： (按 Enter 键结束对象选择)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>： D (选择位移 D 选项)

指定位移 <0.00, 0.00, 0.00>： 10, 0 (输入位移点坐标)

当在指定基点时输入“D”后，系统提示：“指定位移 <0.00, 0.00, 0.00>：”，输入位移点坐标后，按位移点复制。绘制结果如图 3-28b 所示。

(2) 多重复制法

用户一次可重复绘制相同的对象称为多重复制法。执行复制命令时，指定基点复制是“复制”命令默认的执行方式，是“复制”命令最常用的方法。当执行命令选择对象，再指

定对象基点复制一次图形后，命令行提示指定第二点时，如不选择退出（E）选项或不按 Enter 键，复制可以一直进行下去。用此法在指定基点时应充分利用对象捕捉等精确绘图的辅助工具定位。

例如把图 3-28a 中“VT”图形指定 VT1 对象基点，复制到 VT2 与 VT3 及 VT4 位置，复制对象操作过程如下：

单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_copy

选择对象：指定对角点：找到 5 个 (选择要复制的“VT”)

选择对象： (按 Enter 键结束选择)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>：<对象捕捉开> <正交关> (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (捕捉“VT”一个基点，移动鼠标捕捉指定位移基点)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (指定位移点 3 或按 Enter 键)

绘制结果如图 3-28b 所示。

多重复制法也可以采用如下方法：如复制图 3-28 中导线 T 形连接实心圆点（·）对象，可选择菜单栏“编辑”→“带基点复制”，捕捉指定圆形对象圆心为基点，则实心圆点复制到剪贴板，再选择标准工具栏中的“粘贴”按钮，从剪贴板粘贴实心圆点到指定点（注意用捕捉工具），粘贴可连续重复操作，操作过程如下：

命令： (把图形复制到 Windows 剪贴板)

命令：_copybase 指定基点：<对象捕捉开> (选择圆形图形圆心)

选择对象：指定对角点：找到 2 个 (选择要复制的圆形图形)

选择对象： (按 Enter 键结束选择)


命令： (把 Windows 剪贴板上图形粘贴到所需的地方)

命令：_pasteclip 指定插入点： (选择标准工具栏“粘贴”到捕捉指定点)

“粘贴”命令可以一直把 Windows 剪贴板上的图形粘贴到所需的地方，直到新图形复制到 Windows 剪贴板为止，绘制结果如图 3-28b 所示。

2. 镜像对象

在实际作图过程中，经常会遇到一些对称的图形，在 AutoCAD2007 中，可以使用“镜像”命令，将对象以镜像线对称复制。在进行图形镜像时，用户需“告诉”AutoCAD 要对哪些目标对象进行对称复制，以及镜像线的位置。

启用“镜像”命令有三种方法：选择“修改”→“镜像”菜单命令；直接单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮；输入命令 Mirror。

操作格式：

执行上面命令之一，系统提示如下：

命令：_mirror

选择对象： (选择要镜像的对象)

选择对象： (按 Enter 键或继续选择对象)


指定镜像线的第一点: (指定镜像线的任意一点)
 指定镜像线的第二点: (指定镜像线的另一点)
 是否删除源对象? [是 (Y)/否 (N)] <N>: (按 Enter 键)

执行该命令时, 需要选择要镜像的对象, 然后依次指定镜像线上的两个端点, 命令将显示“删除源对象吗? [是 (Y)/否 (N)] <N>:”提示信息。如果直接按 Enter 键, 则镜像复制对象, 并保留原来的对象; 如果输入 Y, 则在镜像复制对象的同时删除源对象。

在 AutoCAD2007 中, 使用系统变量 MIRRTEXT 可以控制文字对象的镜像方向。如果 MIRRTEXT 的值为 1, 则文字对象完全镜像, 镜像出来的文字变得不可读; 如果 MIRRTEXT 的值为 0, 则文字对象方向不镜像。

【例 3-10】 将图 3-29a 所示的图形通过镜像, 变成图 3-29b 所示的图形。

操作步骤:

单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_mirror`

选择对象: 指定对角点: 找到 20 个

(拾取需镜像的对象)

选择对象:

(回车确定结束选择对象)

指定镜像线的第一点: <对象捕捉 开> 指定镜像线的第二点: (捕捉镜像线点 1 与 2)


是否删除源对象? [是 (Y)/否 (N)] <N>:

(不删除时直接回车)

3. 偏移对象

在绘图过程中, 我们常遇到一些等间距、形相似的图形, 在 AutoCAD2007 中, 可以使用“偏移”命令, 对指定的直线、圆弧、圆等对象作平行与同心快速偏移复制图形。在实际应用中, 常利用“偏移”命令的特性创建平行线或等距离分布图形。

(1) 命令激活与操作格式

启用“偏移”命令有三种方法: 选择“修改”→“偏移”菜单命令; 直接单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮; 输入命令 `Offset`。命令激活后, 默认情况下指定距离偏移。

操作格式:

执行上面命令之一, 系统提示如下:

命令: `_offset`

当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 `OFFSETGAPTYPE = 0`

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <1.00>:

(默认指定偏移距离)

选择要偏移的对象或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

(选择对象 1)

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>: (拾取指定偏移方位)

选择要偏移的对象或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>: (继续执行偏移命令或按 Enter 键退出)

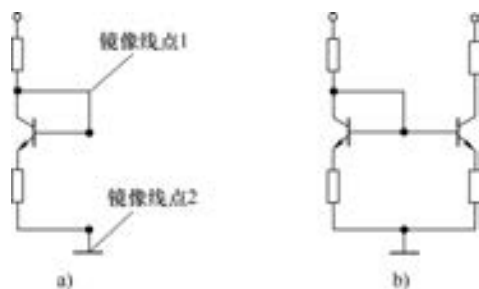


图 3-29 用镜像复制的比例电流源图例

a) 镜像复制前 b) 镜像复制后

(2) 偏移实例

【例 3-11】 将图 3-30a 所示左侧图形向外定距偏移 2mm，将图 3-30b 所示左侧图形中的直线过节点和端点偏移复制。




图 3-30 偏移

a) 定距偏移 b) 过点偏移

1) 定距偏移

定距偏移是“偏移”命令默认的形式，是“偏移”命令最常用的方法。默认情况下，需要指定偏移距离，再选择要偏移复制的对象，然后指定偏移方向，以复制出对象。

操作步骤：

单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_offset

当前设置：删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>：2 (输入要偏移的距离 2，回车)

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (用鼠标选择偏移的对象——长圆形)

指定要偏移的那一侧上的点，或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>： (指定要偏移的方向，用鼠标在长圆形外任意位置单击)


选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (回车结束退出)

结果如图 3-30a 所示。

2) 过点偏移

过点偏移是指通过某个点创建新对象。

操作步骤：

单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_offset

当前设置：删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>：T (选择过点偏移选项)

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (用鼠标选择偏移的对象——第 1 条直线)

指定通过点或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>： (对象捕捉打开，捕捉通过第 1 点)

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (用鼠标选择偏移的对象——第 2 条直线)

指定通过点或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>: (捕捉要通过的第2点)
选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (用鼠标选择偏移的对象——第3条直线)


指定通过点或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>: (捕捉要通过的第3点)
选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (用鼠标选择偏移的对象——第4条直线)

指定通过点或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>: (捕捉要通过的第4点)
选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (回车结束退出)

绘制结果如图 3-30b 所示。

4. 阵列对象

AutoCAD 提供图形阵列功能, 方便用户快速准确地复制呈规则分布的图形。它分为矩形阵列和环形阵列两类。

启用“阵列”命令有三种方法: 单击“修改”工具栏的阵列图标 ; 选择下拉菜单“修改”→“阵列”; 输入命令 Array。

操作格式:


执行上面命令之一, 系统打开“阵列”对话框, 如图 3-31 所示。



图 3-31 “阵列”对话框

a) 矩形阵列 b) 环形阵列

(1) 矩形阵列

若选“矩形阵列”, 则输入阵列的行数与列数, 并确定行距、列距及阵列角度, 其阵列方向由行、列距的正、负号表示。最后单击对话框中“选择对象”按钮 , 在“选择对象:”提示下, 拾取需阵列的对象, 确定后又回到阵列对话框, 在该对话框中单击“确定”按钮。

命令: `_array`

选择“矩形阵列”选项;

在对话框中输入矩形阵列的行数、列数、旋转角度;

单击“选择对象”按钮;

选择对象: (拾取需阵列的对象)

选择对象: (按 Enter 键结束对象选择)

选择对象后，按“确定”完成阵列。

(2) 环形阵列

若选“环形阵列”，则输入项目总数、填充角度或项目间角度。阵列对象若要旋转，则选中“复制时旋转项目”复选框，再确定中心点，中心点可由输入 X、Y 的坐标值确定，也可通过 X、Y 坐标轴边的拾取按钮拾取中心点的方法确定。最后单击“选择对象”按钮，在“选择对象:”提示下，拾取需阵列的对象，确定后回到阵列对话框，在该对话框中单击“确定”按钮。

【例 3-12】 将图 3-32a 所示的带实点椭圆形整体，环形阵列为图 3-32b 所示，最后矩形阵列变为图 3-32c。

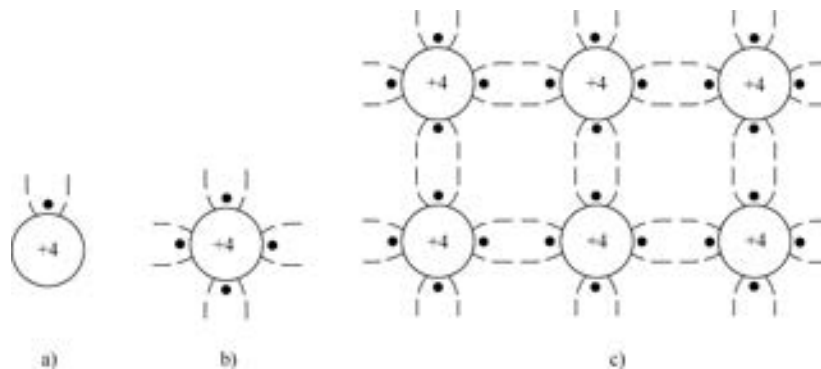



图 3-32 用阵列复制的本征半导体共价键晶体结构示意图

a) 原图 b) 环形阵列结果 c) 矩形阵列结果

操作步骤:

单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮 , 根据命令行指示操作。


弹出“阵列”对话框。在对话框中首先确定“环形阵列”，输入项目总数为 4，填充角度为 360。

命令: `_array`

指定阵列中心点: `<对象捕捉 开>` (捕捉拾取圆的中心点坐标值)

选择对象: 指定对角点: 找到 6 个 (拾取需阵列的对象)

选择对象: (回车结束)

单击  按钮，弹出“阵列”对话框。在对话框中确定“矩形阵列”，输入阵列的行数 2 与列数 3，并确定行距 16、列距 16 及阵列角度 0。

命令: `_array`

选择对象: 指定对角点: 找到 28 个 (拾取需阵列的对象)


选择对象: (回车结束)

3.2.4 改变位置类命令

1. 移动对象

“移动”命令可以将一组或一个对象从一个位置移动到另一个位置，只需“告诉”AutoCAD 要将哪个对象从哪里移动到哪里即可。“移动”命令可以在指定方向上按指定距离

移动对象，对象的位置发生了改变，但大小不改变。

启用“移动”命令有三种方法：选择“修改”→“移动”菜单命令；直接单击“修改”工具栏中的“移动”按钮；输入命令 M (Move)。

(1) 位移法

要移动对象，首先选择要移动的对象，然后指定位移矢量，该矢量决定对象移动的距离和方向。执行移动命令时，通过指定对象的位移矢量完成移动任务的方法称为位移法。

操作步骤：

单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_move

选择对象：找到 1 个 (选择要移动的对象)

选择对象： (回车结束对象选择)

指定基点或 [位移 (D)] <位移> : D (选择位移法移动对象)

指定位移 <0.0, 0.0, 0.0> : 20, 50 (指定位移矢量后回车结束)

(2) 指定位置法

指定位置法即指定基点位移，是移动命令默认的执行方式，是移动命令最常用的方法。当执行命令选择对象后，通过指定的两个点决定对象移动的距离和方向，通常把第一个点称为基点。绘图过程中，应该充分采用对象捕捉等辅助绘图手段进行精确捕捉移动对象。

操作步骤：

单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_move

选择对象： (选择要移动的对象)

选择对象： (回车结束对象选择)


指定基点或 [位移 (D)] <位移> : (捕捉移动对象基点)

指定第二个点或 <使用第一个点作为位移> : (移动鼠标捕捉指定的第二个点后

单击鼠标左键)

【例 3-13】 将图 3-33a 所示的点划线框及框内图形移动，并使三角形尖端位于直线的中点处，如图 3-33b 所示。

操作步骤：

单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_move

选择对象：<对象捕捉 开> (选择要移动的图形，回车)

指定基点或 [位移 (D)] <位移> : (捕捉三角形尖端为图形基点)

指定第二个点或 <使用第一个点作为位移> : (捕捉直线的中点做位移点后单击鼠标左键)

结果如图 3-31 所示。

2. 旋转对象


“旋转”命令可以将某一个对象旋转一个指定角度或参照一个对象进行旋转。要旋转图



图 3-33 移动图形例

a) 移动前原图 b) 移动后结果

形, 用户首先要选择目标对象, 然后告诉 AutoCAD 将绕着哪一点旋转多大角度。旋转角度有正、负之分, 如果输入的旋转角度为正值, 那么 AutoCAD 将沿逆时针方向旋转目标对象; 如输入的角度为负值, 则将沿顺时针方向旋转所选择的目标对象。

启用“旋转”命令有三种方法: 选择“修改”→“旋转”菜单命令; 直接单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮; 输入命令 RO (Rotate)。

(1) 角度法旋转

角度法旋转即指定角度旋转, 是旋转命令默认的执行方式, 是旋转命令最常用的方法。执行该命令先要选择需要旋转的对象, 而后选择对象要旋转的中心点 (基点), 再选择对象要旋转的角度。默认逆时针旋转角度为正, 顺时针旋转角度为负。

操作步骤:

单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rotate`

UCS 当前的正角方向: `ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0`

选择对象: (选择需要旋转的对象)

选择对象: (回车结束选择需要旋转的对象)

指定基点: (选择对象要旋转的中心点)

指定旋转角度, 或 [复制 (C)/参照 (R)] <0>: (输入对象要旋转的角度回车结束)

(2) 参照法旋转

操作步骤:

单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rotate`

UCS 当前的正角方向: `ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0`

选择对象: (选择需要旋转的对象)

选择对象: (回车结束选择需要旋转的对象)

指定基点: (选择对象要旋转的中心点)

指定旋转角度, 或 [复制 (C)/参照 (R)] <0>: R (选择参照法 R 选项)

用户选择“参照 (R)”

选项后将以参照方式旋转对象, 需要依次指定参照方向的角度值和相对于参照方向的角度值。

【例 3-14】 将图 3-34a 所示的图形用“旋转”命令变为图 3-34c 右侧所示的图形。

图 3-34 用“旋转”命令绘制二极管桥式布置图

a) 原图 b) 旋转结果 c) 二极管桥式布置图

操作步骤:

单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rotate`

UCS 当前的正角方向: `ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0`

选择对象: 找到 3 个 (选择图 3-34a 水平方向要旋转的图形, 回车)

指定基点: (指定 O 点作为旋转的中心)

指定旋转角度, 或 [复制 (C)/参照 (R)] <0>: -135 (回车)

命令: _ rotate

UCS 当前的正角方向: ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0

选择对象: 找到 3 个 (选择图 3-34a 竖直方向要旋转的图形, 回车)


指定基点: (指定 O 点作为旋转的中心)

指定旋转角度, 或 [复制 (C)/参照 (R)] <-135>: 45 (回车)

结果如图 3-34b 所示。

3. 缩放对象

“缩放”命令可以根据用户的需要将对象按指定比例因子相对于基点放大或缩小, 该命令可真正改变原来图形的大小, 它和视图显示中的 ZOOM 命令 (缩放) 有本质区别, ZOOM 命令仅仅改变在屏幕上的显示大小, 图形本身尺寸大小无任何变化。

启用“缩放”命令有三种方法: 选择“修改”→“缩放”菜单命令; 直接单击选择“修改”工具栏中的“缩放”按钮; 输入命令 Sc (Scale)。

(1) 比例因子缩放法

比例因子缩放法即指定缩放的比例因子, 是“缩放”命令默认的执行方式, 也是“缩放”命令最常用的方法。执行该命令先要选择需要缩放的对象, 而后选择要缩放对象的基点, 再指定缩放的比例因子, 对象将根据该比例因子相对于基点缩放, 当比例因子大于 0 而小于 1 时缩小对象, 当比例因子大于 1 时放大对象。比例因子缩放法操作步骤如下:

单击“修改”工具栏中的“缩放”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: _scale

选择对象: (选择要缩放的对象)

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点: (指定基点)

指定比例因子或 [复制 (C)/参照 (R)] <1.0000>: (选择要缩放的比例)

(2) 参照缩放法

所谓参照缩放, 就是利用现有对象的尺寸作为新尺寸的参照。在不知道具体缩放比例时, 可以采用参照方式缩放图形对象。选择要缩放的对象后, 指定缩放的基点, 然后使用参照方式指定两个点和所需的距离。运用时需要依次输入参照长度的值 and 新的长度值, AutoCAD 根据参照长度与新长度的值自动计算比例因子 (比例因子 = 新长度值/参照长度值, 如参照长度值为 AB, 新长度值为 AE, 比例因子 = AE/AB), 然后进行缩放。参照缩放法操作步骤如下:

单击“修改”工具栏中的“缩放”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: _scale

选择对象: (选择要缩放的对象)

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点: (指定基点)

指定比例因子或 [复制 (C)/参照 (R)] <0.5000>: R (选择参照缩放法并按 Enter 键)

指定参照长度 <1.0000 > ; (指定参照原长度第 1 点如 A)

指定第二点: (指定参照原长度第 2 点如 B)

指定新的长度或 [点 (P)] <1.0000 > ; (指定新的长度点如 E)

则所选择的缩放对象即以比例因子 AE/AB 缩放。

【例 3-15】 如图 3-35 所示, 通过缩放命令, 把图 3-35a 所示的图形缩小为原图形的 70% 和放大至原图形的 1.4 倍。

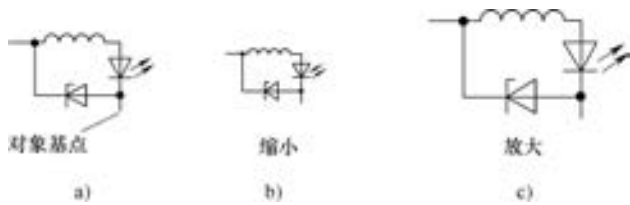



图 3-35 缩放图例

a) 原图 b) 缩小至 70% 结果 c) 放大 1.4 倍结果

操作步骤:

单击“修改”工具栏中的“缩放”命令按钮 , 根据命令行指示操作。

命令: `_scale`

选择对象: (选择缩放的对象)

选择对象: (回车确认)

指定基点: (指定缩放的基点)


指定比例因子或 [复制 (C)/参照 (R)]: (指定缩放比例, 缩小至 70%, 输入值小于 1 缩小, 放大 1.4 倍, 输入值大于 1 放大)。

结果如图 3-35b、c 所示。

3.2.5 改变几何特性类命令

1. 修剪对象

“修剪”命令是比较常用的编辑命令, 所谓修剪可理解为对于所要修剪的对象沿着定义的边界来删除对象的一部分。绘图过程中经常需要修剪图形, 对于修剪操作要掌握两个要点, 一是修剪边界的确定, 二是被修剪的对象。在 AutoCAD2007 中, 可以作为修剪边界 (剪切边) 的对象有直线、圆弧、圆、椭圆或圆弧、多段线、样条曲线等。修剪边界也可以同时作为被剪边。默认情况下, 选择要修剪的对象 (即选择被剪边), 系统将以剪切边为界, 将被剪切对象上位于拾取点一侧的部分剪切掉。如果按下 Shift 键同时选择与修剪边界不相交的对象, 修剪边界将变为延伸边界, 将选择的对象延伸至与修剪边界相交。

启用“修剪”命令有三种方法: 选择“修改”→“修剪”菜单命令; 直接单击“修改”工具栏中的“修剪”按钮 ; 输入命令 `Tr (Trim)`。


(1) 一般对象修剪

【例 3-16】 将图 3-36a 所示的图形修剪变为图 3-36b 所示的图形。



图 3-36 一般对象修剪图例

a) 原图 b) 修剪结果

单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮 , 根据命令行指示操作。

命令: `_ trim`

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边... (选择修剪边界)

选择对象或 <全部选择>: (拾取选择图 3-36a 中的线段 AB 为修剪边界)

选择对象: (回车确认)

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]: (选择被修剪的对象)

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]: (回车确认)

结果如图 3-36b 所示。

(2) 复杂对象修剪

【例 3-17】 将图 3-37a 所示的图形修剪变为图 3-37b 所示的图形。

此图的剪切边同时又作为被剪边, 则可把图 3-37a 中所有对象全部选为剪切边, 再选 × 标出的边修剪。

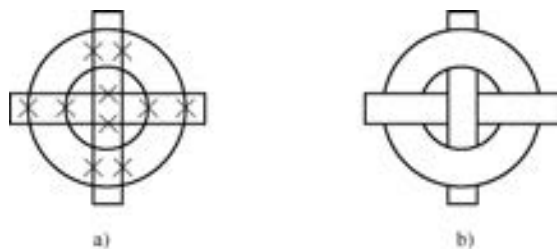



图 3-37 复杂对象修剪图例

a) 原图 b) 修剪结果

2. 延伸对象

延伸是以指定的对象为边界, 延长指定的对象与另一对象 (边界对象) 精确相交或外观相交。

启用“延伸”命令有三种方法: 选择“修改”→“延伸”菜单命令; 直接单击“修改”工具栏中的“延伸”按钮 ; 输入命令 `Ex (Extend)`。

【例 3-18】 将图 3-38a 通过“延伸”命令编辑成图 3-38b 所示的图形。

操作步骤:

单击“修改”工具栏“延伸”命令图标 , 根据命令行指示操作。

命令: `_ extend`

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择边界的边... (选择作为延伸的边界线)

选择对象或 <全部选择>: 找到 1 个 (拾取选择 AB 作为延伸边界)

选择对象: (回车)

选择要延伸的对象, 或按住 Shift 键选择要修剪的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/放弃 (U)]: (选择需要延伸的直线靠近边界的一端)

选择要延伸的对象, 或按住 Shift 键选择要修剪的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/放弃 (U)]: (选择需要延伸的圆弧)

选择要延伸的对象, 或按住 Shift 键选择要修剪的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/放弃 (U)]: (回车)

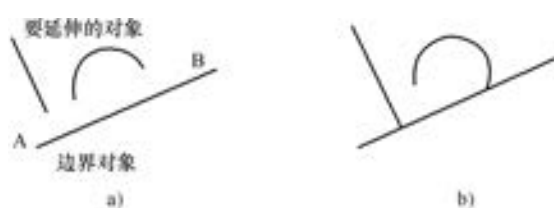



图 3-38 延伸图例

a) 原图 b) 延伸结果

延伸时，记住首先选择延伸边界，结果如图 3-38b 所示。

3. 拉伸对象

使用“拉伸”命令可以在一个方向上按用户所指定的尺寸拉伸、缩短对象。“拉伸”命令是通过改变端点位置来拉伸或缩短图形对象，编辑过程中除被伸长、缩短的对象外，其他图形对象间的几何关系将保持不变。可进行拉伸的对象有圆弧、椭圆弧、直线、多段线、二维实体、射线和样条曲线等。拉伸只能采用交叉窗口或者“交叉多边形”方式选择对象，执行该命令时，如果对象全部位于选择窗口之内，对象将会被移动，如果对象与窗口相交，相交部分被拉伸。

启用“拉伸”命令有三种方法：选择“修改”→“拉伸”菜单命令；直接单击“修改”工具栏中的“拉伸”按钮；输入命令 S (Stretch)。

【例 3-19】 如图 3-39a 所示，矩形框右侧与框内符号间隙太少，通过“拉伸”命令将图 3-39a 绘制成图 3-39b。

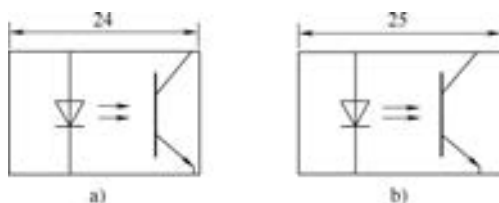



图 3-39 拉伸图例

a) 原图 b) 拉伸结果

操作步骤：

单击“修改”工具栏“拉伸”命令图标，根据命令行指示操作。

命令：_stretch

以交叉窗口或交叉多边形选择要拉伸的对象...

选择对象：指定对角点：找到 1 个

(选择以交叉窗口方式选择对象)

选择对象：< 正交 开 >

(回车结束选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] < 位移 >：

(拾取指定基点)

指定第二个点或 < 使用第一个点作为位移 >：

(移动鼠标指引方向并指定第二点)

4. 拉长对象

“拉长”命令主要用于改变选定直线、圆弧、椭圆弧、非闭合样条曲线与多段线的长度，对闭合的对象无效。

选择菜单栏“修改”→“拉长”，根据命令行指示操作。

命令：_lengthen

选择对象或 [增量 (DE)/百分数 (P)/全部 (T)/动态 (DY)]：DY

选择要修改的对象或 [放弃 (U)]：

指定新端点：

拉长直线时选项的操作效果如图 3-40 所示。

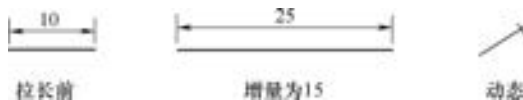


图 3-40 “拉长”命令选项操作效果图

5. 倒角


在 AutoCAD2007 中，可以使用“倒角”命令修改对象，使其以斜角相接。

当进行倒角时，首先要注意查看信息行中当前倒角的距离，如不是所需要的，应首先以选项确定倒角大小。该命令可用两种方法确定倒角大小。

选项“D”确定倒角大小：该选项是用指定两个倒角距离来确定倒角大小的，两倒角距

离可相等，也可不相等，还可为零。

选项“A”确定倒角大小：该选项是用指定第一条线上的倒角距离和该线与斜线间的夹角来确定倒角大小的。

启用“倒角”命令有三种方法：选择“修改”→“倒角”菜单命令；直接单击“修改”工具栏中的“倒角”按钮；输入命令CHA (Chamfer)。

在命令行提示中，选择“距离(D)”选项，设置倒角的大小。在“修剪”模式下，指定距离D倒角方式是最常用的方式。画连接线束应用示例如图3-41所示。

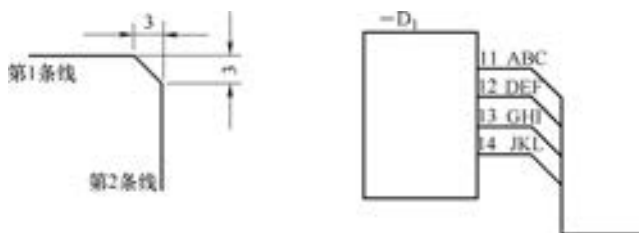



图3-41 指定距离倒角方式及画连接线束例

操作步骤：

单击“修改”工具栏中的“倒角”按钮, 根据命令行指示操作。

命令：_chamfer

(“修剪”模式) 当前倒角距离1=0.0000，距离2=0.0000

选择第一条直线或 [放弃 (U)/多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方式 (E)/多个 (M)]：D (选择改变倒角距离D选项)

指定第一个倒角距离 <0.0000>：3 (输入倒角距离3)

指定第二个倒角距离 <3.0000>：

选择第一条直线或 [放弃 (U)/多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方式 (E)/多个 (M)]： (选择第一条直线)

选择第二条直线，或按住 Shift 键选择要应用角点的直线： (选择第二条直线)

命令：_chamfer (对第二个图设置倒角)

(“修剪”模式) 当前倒角距离1=3.0000，距离2=3.0000

选择第一条直线或 [放弃 (U)/多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方式 (E)/多个 (M)]：D

指定第一个倒角距离 <3.0000>：10 (输入倒角距离10)


指定第二个倒角距离 <10.0000>：

选择第一条直线或 [放弃 (U)/多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方式 (E)/多个 (M)]：

选择第二条直线，或按住 Shift 键选择要应用角点的直线：

6. 倒圆

在 AutoCAD2007 中，通过“圆角”命令可以修改对象，将两个图形对象之间绘制成光滑的过渡圆弧线。当输入圆角命令后，首先要注意查看信息行中当前圆角半径，如不是所需要的，应首先通过选项指定半径大小。

启用“圆角”命令有三种方法：选择“修改”→“圆角”菜单命令；直接单击“修改”工具栏中的“圆角”按钮；输入命令F (Fillet)。

启用命令后，在命令行提示中，选择“修剪 (T)”选项，即可设置是否修剪，选择

“半径 (R)” 选项, 即可设置圆角的半径大小, 如果圆角的半径设得过大, 超过边长, 则无法完成圆角。


【例 3-20】 将图 3-42 所示原图进行修剪与不修剪倒圆角处理, 设置不修剪半径为 6, 修剪半径为 3, 操作效果如图



图 3-42 设置倒圆角修剪

3-42 所示。

操作步骤:

单击“修改”工具栏中的“圆角”按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_fillet`

当前设置: 模式 = 修剪, 半径 = 0.0000

选择第一个对象或 [放弃 (U)/多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)/多个 (M)]: R
(选择半径 R 选项)

指定圆角半径 <0.0000>: 3 (输入半径大小 3)

选择第一个对象或 [放弃 (U)/多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)/多个 (M)]: (选择圆角第一个对象)

选择第二个对象, 或按住 Shift 键选择要应用角点的对象: (选择圆角第二个对象)

命令: `_fillet`

当前设置: 模式 = 修剪, 半径 = 3.0000

选择第一个对象或 [放弃 (U)/多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)/多个 (M)]: T
(选择修剪 T 选项)

输入修剪模式选项 [修剪 (T)/不修剪 (N)] <修剪>: N (选择不修剪 N 选项)

选择第一个对象或 [放弃 (U)/多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)/多个 (M)]: R
(选择半径 R 选项)

指定圆角半径 <3.0000>: 6 (输入半径大小 6)

选择第一个对象或 [放弃 (U)/多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)/多个 (M)]: (选择圆角第一个对象)

选择第二个对象, 或按住 Shift 键选择要应用角点的对象: (选择圆角第二个对象)

7. 打断对象

AutoCAD2007 提供了两种用于打断的命令: “打断”和“打断于点”命令。可以进行打断操作的对象包括直线、圆、圆弧、多段线、椭圆、样条曲线等。

(1) 打断

“打断”命令能将一个对象分解为两部分并删除部分对象。打断对象时, 一般在第一个打断点选择对象, 并指定第二个打断点。注意打断圆时, 系统是按逆时针方向删除圆上第一个打断点到第二个打断点之间的部分。

单击“修改”工具栏中的“打断”命令按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_break` 选择对象: (拾取需打断的对象, 同时选中了第一个打断点)

选择对象: 指定第二个打断点或 [第一点 (F)]: (在此提示下, 可直接输入第二个打断点, 删除两打断点之间的部分对象)

若选 [第一点 (F)] 项, 可另外选择第一个打断点, 打断操作时一般关闭对象捕捉,

以防误选打断点。图 3-43 所示为打断对象示例。

(2) 打断于点

“打断于点”命令用于打断所选的对象，在“修改”工具栏中单击“打断于点”按钮，可以将对象在一点处断开成两个对象，但不删除其中的部分。执行该命令时，需要选择要被打断的对象，然后指定打断点，即可从该点打断对象。

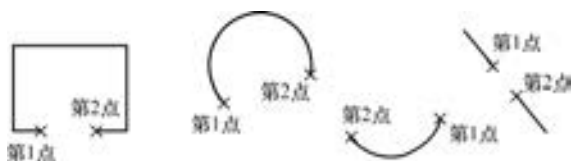


图 3-43 打断对象示例

【例 3-21】 将图 3-44 所示的圆弧在 A 点打断成两部分。


单击“修改”工具栏中的“打断于点”命令按钮，根据命令行指示操作。



图 3-44 打断于点图例

命令: `_break` 选择对象:

指定第二个打断点或 [第一点 (F)]: `f`


指定第一个打断点:

指定第二个打断点: `@`

8. 分解对象

在 AutoCAD 中，图块是一个独立的整体，因此用户无法直接编辑构成图块的各个图形对象。AutoCAD 提供分解命令，方便用户分解图块。该命令可将多段线、矩形块、正多边形块、填充图案、尺寸等含多项内容的一个块对象分解成若干个独立的对象。当只需编辑这些块对象中一部分时，可先执行该命令分解对象。

(1) 命令激活与操作格式

启用“分解”命令有三种方法：选择菜单栏“修改”→“分解”菜单命令；直接单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮；输入命令 `Explode`。

操作格式:

执行上面命令之一，系统提示如下:

命令: `_explode`

选择对象: (选择要分解的对象)

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

启用“分解”命令后，根据命令行提示，选择对象，然后按 Enter 键，整体图形就被分解。

(2) 实例

【例 3-22】 用矩形命令任意绘制一矩形，删除上部的水平线，如图 3-45 所示。

操作步骤:

1) 绘制矩形

用矩形命令任意绘制一矩形，如图 3-45a 所示。



图 3-45 分解矩形后编辑对象

a) 原图 b) 分解后删除结果

2) 分解矩形

此时若选择矩形上方的水平线，会发现选中的是整个矩形，不能对水平线单独进行编辑。因此，必须先将矩形分解。

单击“修改”工具栏的“分解”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_explode

选择对象：找到 1 个（选择矩形）


选择对象：（回车确定，矩形分解后为四段独立的直线）

3) 删除水平线

选择上方的水平线，按键盘上的 Delete 键将其删除，结果如图 3-45b 所示。

9. 合并对象

如果需要连接某一连续图形上的两个部分，或者将几段同心等半径圆弧闭合为整圆，可以利用“合并”命令。

启用“合并”命令有三种方法：选择“修改”→“合并”菜单命令；直接单击“修改”工具栏中的“合并”按钮；输入命令 J (Join)。

【例 3-23】 将图 3-46 所示的椭圆弧 A、椭圆弧 B 合并成椭圆，圆弧 C、圆弧 D 进行合并，结果如图 3-46 所示。选择圆弧时注意先后顺序，圆弧合并是按照逆时针方向合并的。

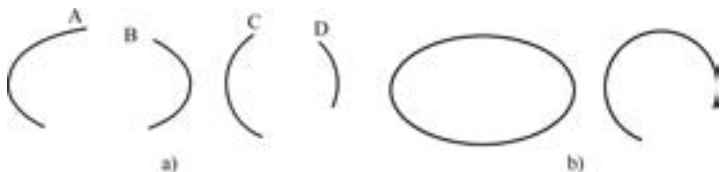



图 3-46 合并图例
a) 合并前 b) 合并后

单击“修改”工具栏上的“合并”按钮，根据命令行指示操作。

命令：_join 选择源对象：

选择圆弧，以合并到源或进行 [闭合 (L)]：

选择要合并到源的圆弧：找到 1 个

已将 1 个圆弧合并到源

3.2.6 对象编辑类命令

1. 使用夹点编辑对象

夹点编辑模式提供了一种方便快捷的编辑操作途径。选择对象时，在对象上将显示出若干个小方框，这些小方框用来标记被选中对象的夹点，夹点就是对象上的控制点。使用夹点编辑图形时，要先选择作为基点的夹点，这个选定的夹点叫做基夹点。选择基夹点后可以移动、拉伸、旋转等编辑。

当命令行提示状态下选择了图形对象时，会在图形对象上显示出小方框表示的夹点。不同对象其夹点不同，直线、样条曲线、多段线、矩形、圆、椭圆、文字、图案填充等夹点如图 3-47 所示。

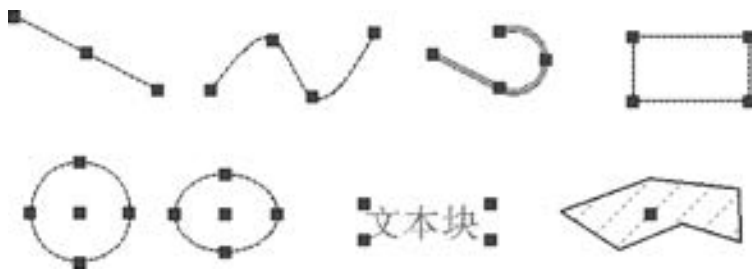


图 3-47 常见对象夹点

(1) 使用夹点拉伸对象

在不执行任何命令的情况下选择对象，显示其夹点，然后单击其中一个夹点作为拉伸的基点，命令行将显示如下提示信息：

指定拉伸点或 [基点 (B)/复制 (C)/放弃 (U)/退出 (X)]：

默认情况下，指定拉伸点（可以通过输入点的坐标或者直接用鼠标指针拾取点）后，AutoCAD 将把对象拉伸或移动到新的位置。因为对于某些夹点，移动时只能移动对象而不能拉伸对象，如文字、块、直线中点、圆心、椭圆中心和点对象上的夹点。

(2) 使用夹点移动对象

移动对象仅仅是位置上的平移，对象的方向和大小并不会改变。要精确地移动对象，可使用捕捉模式、坐标、夹点和对象捕捉模式。在夹点编辑模式下确定基点后，在命令行提示下输入 MO 进入移动模式，命令行将显示如下提示信息：

指定移动点或 [基点 (B)/复制 (C)/放弃 (U)/退出 (X)]：

通过输入点的坐标或拾取点的方式来确定平移对象的目的点后，即可以基点为平移的起点，以目的点为终点将所选对象平移到新位置。

(3) 使用夹点旋转对象

在夹点编辑模式下，确定基点后，在命令行提示下输入 RO 进入旋转模式，命令行将显示如下提示信息：

指定旋转角度或 [基点 (B)/复制 (C)/放弃 (U)/参照 (R)/退出 (X)]：

默认情况下，输入旋转的角度值后或通过拖动方式确定旋转角度后，即可将对象绕基点旋转指定的角度。也可以选择“参照”选项，以参照方式旋转对象，这与“旋转”命令中的“对照”选项功能相同。

(4) 使用夹点缩放对象

在夹点编辑模式下确定基点后，在命令行提示下输入 SC 进入缩放模式，命令行将显示如下提示信息：

指定比例因子或 [基点 (B)/复制 (C)/放弃 (U)/参照 (R)/退出 (X)]：

默认情况下，当确定了缩放的比例因子后，AutoCAD 将相对于基点进行缩放对象操作。当比例因子大于 1 时放大对象；当比例因子大于 0 而小于 1 时缩小对象。

(5) 使用夹点镜像对象

与“镜像”命令的功能类似，镜像操作后将删除原对象。在夹点编辑模式下确定基点后，在命令行提示下输入 MI 进入镜像模式，命令行将显示如下提示信息：

指定第二点或 [基点 (B)/复制 (C)/放弃 (U)/退出 (X)]：

指定镜像线上的第 2 个点后，AutoCAD 将以基点作为镜像线上的第 1 点，新指定的点为镜像线上的第 2 个点，将对象进行镜像操作并删除原对象。

2. 编辑对象特性

对象特性包含一般特性和几何特性，一般特性包括对象的颜色、线型、图层及线宽等，几何特性包括对象的尺寸和位置。可以直接在“特性”选项板中设置和修改对象的特性。

(1) 打开“特性”选项板

选择下拉菜单“修改”→“特性”命令或选择标准工具栏的“对象特性”命令，打开“特性”选项板。

“特性”选项板默认处于浮动状态。在“特性”选项板的标题栏上右击，将弹出一个快捷菜单。可通过该快捷菜单确定是否隐藏选项板、是否在选项板内显示特性的说明部分以及是否将选项板锁定在主窗口中。


(2) “特性”选项板的功能

“特性”选项板中显示了当前选择集中对象的所有特性和特性值，当选中多个对象时，将显示它们的共有特性。可以通过它浏览、修改对象的特性，如图 3-48 所示。



图 3-48 修改对象的特性

(3) 用特性匹配功能进行特别编辑

AutoCAD 提供了一个属性复制命令，它可以把一个对象的某些或所有属性复制给一个或一组对象，使这些对象的某些属性或全部属性和源对象相同。如把作为“源对象”的颜色、图层、线型、线型比例、线宽、文字样式、标注样式、剖面线等特性复制给其他的对象。操作时可以从标准工具栏中单击“特性匹配”按钮，把一个对象的特性匹配给另一对象。

操作格式：

单击“特性匹配”按钮，命令行显示如下提示信息：

命令：'_matchprop

选择源对象：

(选择一个作为源的对象)

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)]: (选择一个作为目标的对象)

3.2.7 复杂线编辑命令

1. 编辑多段线

编辑多段线命令用来编辑多段线，并执行几种特殊的编辑功能以处理多段线的特殊属性，可以改变曲线的顶点，可以把非多段线命令生成的若干个对象结合成为多段线等。

选择菜单栏“修改”→“对象”→“多段线”命令 (PEDIT)，还可从“修改 II”选择工具按钮调用编辑二维多段线命令。如果只选择一个多段线，命令行显示如下提示信息：

输入选项 [闭合 (C)/合并 (J)/宽度 (W)/编辑顶点 (E)/拟合 (F)/样条曲线 (S)/非曲线化 (D)/线型生成 (L)/放弃 (U)]:

如果选择多个多段线，命令行则显示如下提示信息：

输入选项 [闭合 (C)/打开 (O)/合并 (J)/宽度 (W)/拟合 (F)/样条曲线 (S)/非曲线化 (D)/线型生成 (L)/放弃 (U)]:

编辑多段线时，可根据不同需要在命令行内选择不同选项，即可设置相应的一些操作。

2. 多线编辑

编辑多线命令可以编辑多线的交点，可根据不同的交点类型（十字交叉、T形相交或顶点），采用不同的工具进行编辑。

编辑多线命令适用于编辑单个多线对象或多个多线对象，可以改变单个多线的外观控制多线之间相交时的连接方式，增加或删除多线的顶点，控制多线的打断结合。

启用“编辑多线”命令可选择菜单栏“修改”→“对象”→“多线”菜单命令；输入命令 MLEDIT。

利用上述方法启用“编辑多线”命令后，系统将弹出如图 3-49 所示的“多线编辑工具”对话框，可以使用其中的 12 种编辑工具编辑多线。

在多线编辑工具对话框中，多线编辑以四列显示样例图像：第一列处理十字交叉的多线；第二列处理 T 形相交的多线；第三列是处理角点连接和顶点；第四列是处理多线的剪切和接合。

例如要对图 3-50 所示“十字”交叉多线与“T 字”多线进行编辑，编辑操作如下：

在弹出的“多线编辑工具”对话框中，分别单击第一列中“十字打开”和第二列中“T 形打开”选项图标。



图 3-49 “多线编辑工具”对话框

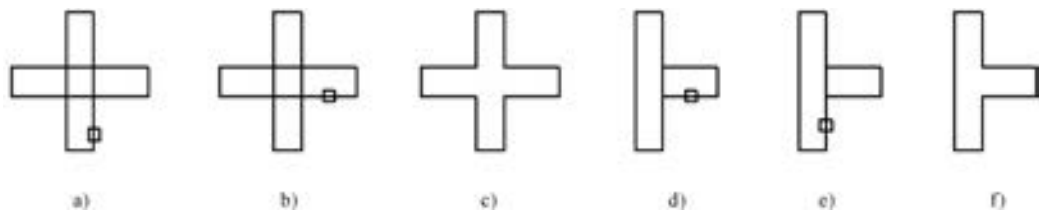


图 3-50 多线编辑例

a) 选多线 1 b) 选多线 2 c) 修改结果 d) 选多线 1 e) 选多线 2 f) 修改结果

命令区出现提示行:

选择第一条多线: (选择第一条多线)

选择第二条多线: (选择第二条多线)

选择第一条多线或 [放弃 (U)]: (回车)

3. 编辑样条曲线

编辑样条曲线命令可以编辑选取的样条曲线, 可以将其闭合或打开、增加控制点、移动顶点改变样条曲线的形状。

启用“编辑样条曲线”命令可选择菜单栏“修改”→“对象”→“样条曲线”菜单命令; 输入命令 Splineedit; 还可从“修改II”工具条选择工具按钮, 如图 3-51 所示。



图 3-51 “修改 II”工具条

编辑样条曲线时, 可根据不同需要在命令行内选择不同选项: 闭合选项可以使样条曲线首尾相接变为封闭; 精度选项可以增加样条曲线的控制点, 使控制点与样条曲线更加逼近。

3.2.8 二维绘图、编辑应用实例及上机练习题

1. 绘图与编辑应用实例

【例 3-24】 绘制如图 3-52 所示三相异步电动机控制电路 (不标注文字)。

操作步骤如下:

(1) 绘图设置

新建图形文件, 选择“开始”→“程序”→“Autodesk”→“AutoCAD2007 中文版”→进入 AutoCAD2007 中文版绘图主界面。由于本图例线型少, 因此在 0 层绘制即可。

(2) 图形绘制

1) 绘制水平与竖直连接线及符号定位线

作好图形布排, 绘制图的整体框架, 即绘制水平与竖直连接线及符号定位线。部分作图过程如下:

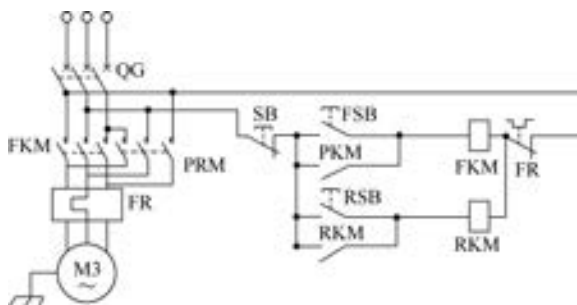


图 3-52 三相异步电动机控制电路

命令:

命令: `_line` 指定第一点: <正交开> (考虑布排方案, 用直线命令绘制竖直连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 28

指定下一点或 [放弃 (U)]:

命令:

命令: `_offset` (用偏移命令绘制竖直的另两条连接线)

当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 `OFFSETGAPTYPE = 0`

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <5.0000>: 2 回车 (输入要偏移的距离 2,)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (用鼠标选择偏移的对象)

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>: (指定要偏移的方向, 用鼠标在长圆形外任意位置单击)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (回车结束退出)

命令:

命令: `_line` 指定第一点: (用直线命令绘制水平连接线以及符号定位线等)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 62

命令:

命令: `_trim` (用修剪命令编辑水平与竖直连接线)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 找到 1 个

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)]:

作图结果如图 3-53 所示。

2) 绘制电气元件图形块

用绘制直线、圆、矩形、图案填充及移动、修剪等命令画好以下电气元件图形块, 如图 3-54 所示。

3) 插入电气元件图形块

使用复制等命令把电气元件图形块粘贴到指定位置, 作图结果如图 3-55 所示。

4) 编辑整理图形

该图经过修剪与删除等编辑, 结果如图 3-52 所示, 部分作图过程如下:

命令:

命令: `_trim`

当前设置: 投影 = UCS, 边 = (用修剪命令修剪图形)

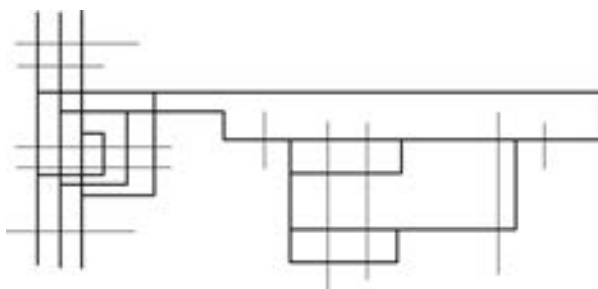


图 3-53 绘制水平与竖直连接线及元件定位线



图 3-54 绘制电气元件图形成块

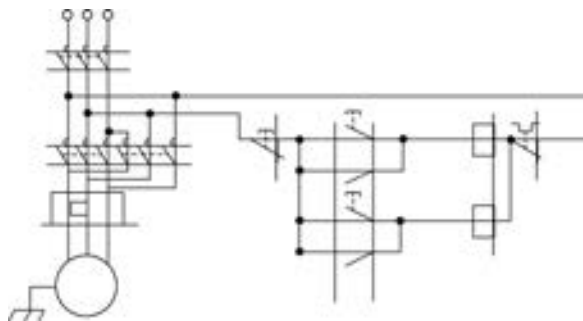


图 3-55 插入电气元件图形成块

选择剪切边...

选择对象: 指定对角点: 找到 36 个

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)]:

命令:

命令: `_erase`

(用删除命令整理图形)

选择对象: 找到 1 个, 总计 10 个

选择对象:

2. 上机练习题

绘制如图 3-56、图 3-57、图 3-58、图 3-59 所示图形。

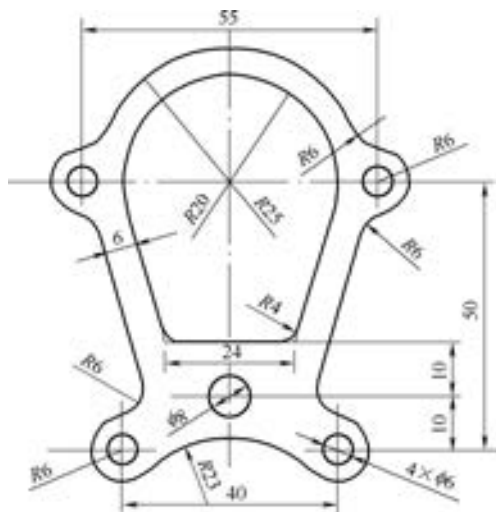


图 3-56 练习 1

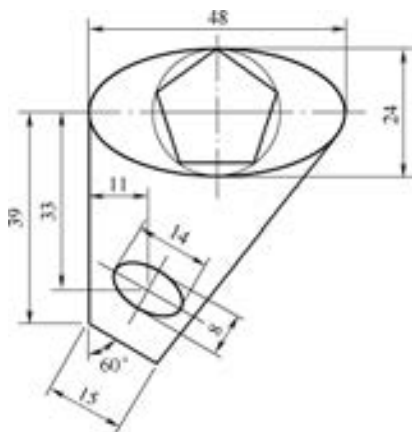


图 3-57 练习 2

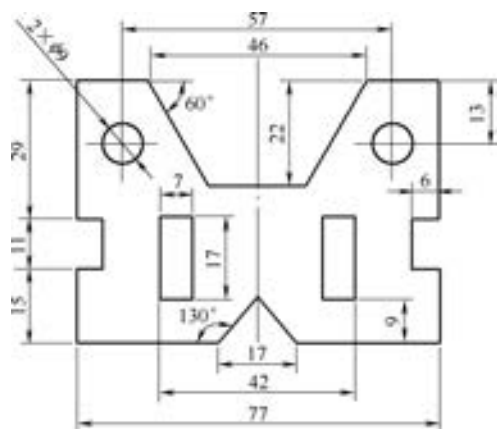


图 3-58 练习 3

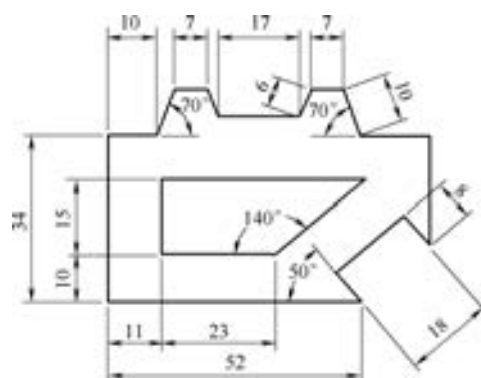


图 3-59 练习 4


第 4 章 表格、文本与尺寸标注

在一个完整的图纸中，一般包含一些非图形信息，通常都需要加注一些必要的文字和尺寸，另外，在 AutoCAD2007 中，使用表格功能可以创建不同类型的表格，还可以在其他软件中复制表格，以简化制图操作，由此来增加图形的可读性，使图形本身不易表达的内容与图形信息变得准确和容易理解。

4.1 文本标注

4.1.1 设置文本样式

在 AutoCAD 中，所有文字都有与之相关联的文字样式。在创建文字注释和尺寸标注时，AutoCAD 通常使用当前的文字样式。也可以根据具体要求重新设置文字样式或创建新的样式。文字样式包括文字的“字体”、“字型”、“高度”、“宽度系数”、“倾斜角”、“反向”、“倒置”以及“垂直”等参数。

启用“文字样式”命令有三种方法：选择菜单“格式”→“文字样式”菜单命令；单击“样式”工具栏上“文字样式管理器”按钮；输入命令 STYLE。

启用“文字样式”命令后，系统弹出“文字样式”对话框，如图 4-1 所示。

1. 设置样式名

“文字样式”对话框的“样式名”选项组中显示了文字样式的名称、创建新的文字样式、为已有的文字样式重命名或删除文字样式，各选项的含义如下：

“样式名”下拉列表框：列出当前可以使用的文字样式，默认文字样式为 Standard。

“新建”按钮：单击该按钮打开“新建文字样式”对话框。在“样式名”文本框中输入新建文字样式名称后，单击“确定”按钮可以创建新的文字样式。新建文字样式将显示在“样式名”下拉列表框中。

“重命名”按钮：单击该按钮打开“重命名文字样式”对话框。可在“样式名”文本框中输入新的名称，但无法重命名默认的 Standard 样式。

“删除”按钮：单击该按钮可以删除某一已有的文字样式，但无法删除已经使用的文字样式和默认的 Standard 样式。

2. 设置字体

“字体”选项组各选项的含义如下：



图 4-1 “文字样式”对话框


“文字样式”对话框的“字体”选项组用于设置文字样式使用的字体和字高等属性。其中，“字体名”下拉列表框用于选择字体。

“字体样式”下拉列表框用于选择字体格式，如斜体、粗体和常规字体等。

“高度”文本框用于设置文字的高度。

如果选中“使用大字体”复选框，则“字体样式”下拉列表框变为“大字体”下拉列表框，用于选择大字体文件。大字体文件是专为亚洲国家使用的语言设计的，例如 gcbbig.shx 代表简体中文字体，chineseset.shx 代表繁体中文字体，bigfont.shx 代表日文字体等。

如果将文字的高度设为 0，在使用 TEXT 命令标注文字时，命令行将显示“指定高度:”提示，要求指定文字的高度。如果在“高度”文本框中输入了文字高度，AutoCAD 将按此高度标注文字，而不再提示指定高度。一般情况下应将文字的高度设为 0，注写文字时再根据需求指定文字高度。

AutoCAD 可以使用 Windows 系统所带的 TTF 字库（True Type 字体，字体名称前有“”标志），也可以使用 AutoCAD 专用的 SHX 字库。使用 TTF 字体，当文字多时会使图形文件变大而使系统反应速度变慢。使用 SHX 字体，占用空间较小，反应速度较快，但字体美观程度比 TTF 字体稍差些。符合标注要求的常用字体形文件如 gbenor.shx、gbeitec.shx、isocp.shx 和 gcbbig.shx 文件。其中 gbenor.shx、gbeitec.shx 和 isocp.shx 文件分别用于标注直体、斜体字母与数字；gcbbig.shx 则用于标注中文。TTF 字体常用的有仿宋体 GB2312 及宋体。

3. 设置文字效果

在“文字样式”对话框中，使用“效果”选项组中的选项可以设置文字的颠倒、反向、垂直等显示效果。在“宽度比例”文本框中可以设置文字字符的高度和宽度之比，当“宽度比例”值为 1 时，将按系统定义的高宽比书写文字；当“宽度比例”小于 1 时，字符会变窄；当“宽度比例”大于 1 时，字符则变宽。在“倾斜角度”文本框中可以设置文字的倾斜角度，角度为 0° 时不倾斜；角度为正值时向右倾斜；角度为负值时向左倾斜。

4. 预览与应用文字样式

在“文字样式”对话框的“预览”选项组中，可以预览所选择或所设置的文字样式效果。其中，在“预览”按钮左侧的文本框中输入要预览的字符，单击“预览”按钮，可以将输入的字符按当前文字样式显示在预览框中。



设置完文字样式后，单击“应用”按钮即可应用文字样式。然后单击“关闭”按钮，关闭“文字样式”对话框。

【例 4-1】 创建“工程图中汉字”文字样式和“工程图中尺寸”文字样式。

“工程图中汉字”文字样式用于在工程图中注写符合国家技术制图标准规定的汉字。其创建过程如下：

在菜单栏选择“格式”→“文字样式”命令，打开“文字样式”对话框。

单击“新建”按钮，打开“新建文字样式”对话框。输入“工程图中汉字”文字样式名，单击“确定”按钮，返回“文字样式”对话框。

在“字体名”下拉列表框中选择“仿宋_GB2312”字体（注意，不要选成“@仿宋_GB2312”字体）；在“高度”文本框中输入“0.00”；在“宽度比例”文本框中输入

“0.7”，其他选项使用默认值。

单击“应用”按钮，完成创建。

单击“关闭”按钮，退出“文字样式”对话框，结束命令。

“工程图中尺寸”文字样式用于控制工程图的尺寸数字和注写其他数字、字母。该文字样式使所注尺寸中的尺寸数字符合国家技术制图标准。其创建过程如下：

在菜单栏选择“格式”→“文字样式”命令，弹出“文字样式”对话框。

单击“新建”按钮，弹出“新建文字样式”对话框，输入“工程图中尺寸”文字样式名，单击“确定”按钮，返回“文字样式”对话框。

在“字体名”下拉列表中选择“isocp.shx”字体，在“高度”编辑框中设高度值为“0.00”，在“宽度比例”编辑框中输入“1”，在“角度”编辑框中输入“15”，其他使用默认值。

单击“应用”按钮，完成创建。

单击“关闭”按钮，退出“文字样式”对话框，结束命令。

4.1.2 单行文本标注

添加到图形中的文字可以表达各种信息，它是图形的组成部分。对于不需要使用多行文字的简短内容，可以创建单行文字对象。单行文字每行都是一个独立的对象，用户可以对其重定位、调整格式或进行其他修改。

操作时选择菜单“绘图”→“文字”→“单行文字”命令（DTEXT），文本窗口提示：

指定文字的起点或 [对正 (J)/样式 (S)]：(指定文字的起点或选项)

指定高度 <0.000>：(指定文字高度)

指定文字的旋转角度 <0>：(指定文字的旋转角度值)

输入文字：(输入文字内容)

输入文字：(输入文字内容或按 Enter 键)

1. 指定文字的起点

默认情况下，通过指定单行文字行基线的起点位置创建文字。如果当前文字样式的高度设置为0，系统将显示“指定高度：”提示信息，要求指定文字高度，否则不显示该提示信息，而使用“文字样式”对话框中设置的文字高度。

然后系统显示“指定文字的旋转角度 <0>：”提示信息，要求指定文字的旋转角度。文字旋转角度是指文字行排列方向与水平线的夹角，默认角度为0°。输入文字旋转角度或按键盘上的 Enter 键使用默认角度0°，最后输入文字即可。也可以切换到 Windows 的中文输入方式下，输入中文文字。

2. 设置对正方式

在“指定文字的起点或 [对正 (J)/样式 (S)]：”提示信息后输入 J，可以设置文字的排列方式。此时命令行显示如下提示信息：

输入对正选项 [左 (L)/对齐 (A)/调整 (F)/中心 (C)/中间 (M)/右 (R)/左上 (TL)/中上 (TC)/右上 (TR)/左中 (ML)/正中 (MC)/右中 (MR)/左下 (BL)/中下 (BC)/右下 (BR)] <左上 (TL)>：

在 AutoCAD 2007 中，系统为文字提供了多种对正方式，如图 4-2 所示。

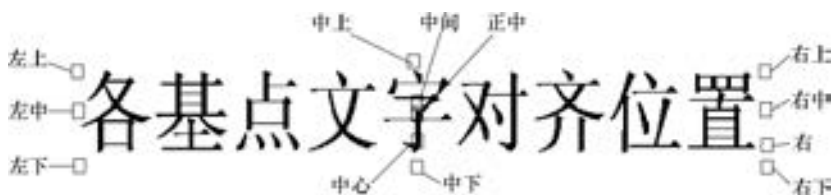


图 4-2 文字多种对正方式

3. 设置当前文字样式

在“指定文字的起点或 [对正 (J)/样式 (S)]:”提示下输入 S, 可以设置当前使用的文字样式。选择该选项时, 命令行显示如下提示信息:

输入样式名或 [?] < Mytext > :

可以直接输入文字样式的名称, 也可输入“?”, 在“AutoCAD 文本窗口”中显示当前图形已有的文字样式。

4.1.3 使用文字控制符

在实际设计绘图中, 往往需要标注一些特殊的字符。例如, 在文字上方或下方添加划线、标注度 ($^{\circ}$)、 \pm 、 ϕ 等符号。AutoCAD 提供了相应的控制符, 以实现这些标注要求。

在 AutoCAD 的控制符中, %%O 和 %%U 分别是上划线与下划线的开关。第 1 次出现此符号时, 可打开上划线或下划线, 第 2 次出现该符号时, 则会关掉上划线或下划线。

在“输入文字:”提示下, 输入控制符时, 这些控制符也临时显示在屏幕上, 当结束文本创建命令时, 这些控制符将从屏幕上消失, 转换成相应的特殊符号。表 4-1 为用户提供了特殊字符的代码。

表 4-1 特殊字符的代码

输入代码	对应字符	输入效果
%%O	上划线	<u>文字说明</u>
%%U	下划线	<u>文字说明</u>
%%D	度数符号 “ $^{\circ}$ ”	90°
%%P	公差符号 “ \pm ”	± 100
%%C	圆直径标注符号 “ ϕ ”	$\phi 80$
%%%	百分号 “%”	98%
\ U + 2220	角度符号 “ \angle ”	$\angle A$
\ U + 2248	几乎相等 “ \approx ”	$X \approx A$
\ U + 2260	不相等 “ \neq ”	$A \neq B$
\ U + 00B2	上标 2	X^2
\ U + 2082	下标 2	X_2

控制码所在的文本如果被定义为 True Type 字体, 则无法显示出相应的特殊字符, 只能出现一些乱码或问号“?”。因此使用控制码时要将字体样式设为非 True Type 字体。

4.1.4 编辑单行文字

单行文字可进行单独编辑。编辑单行文字包括编辑文字的内容、对正方式及缩放比例，可以选择“修改”→“对象”→“文字”子菜单中的命令进行设置。各命令的功能如下：

“编辑”命令 (DDEDIT)：选择该命令，然后在绘图窗口中单击需要编辑的单行文字，进入文字编辑状态，可以重新输入文本内容。

“比例”命令 (SCALETTEXT)：选择该命令，然后在绘图窗口中单击需要编辑的单行文字，此时需要输入缩放的基点以及指定新高度、匹配对象 (M) 或缩放比例 (S)。


“对正”命令 (JUSTIFYTEXT)：选择该命令，然后在绘图窗口中单击需要编辑的单行文字，此时可以重新设置文字的对正方式。

4.1.5 创建多行文字

用单行文字命令虽然也可以标注多行文本，但换行时定位及行列对齐比较困难，且标注结束后，每行文本都是一个单独的实体，不易编辑。AutoCAD 为此提供了多行文字命令，使用多行文字命令可以一次标注多行文本，并且各行文本都以指定宽度排列对齐，共同作为一个实体。

“多行文字”又称为段落文字，是一种更易于管理的文字对象，当需要标注的文字内容较长、较复杂时，可以使用多行文字标注。同一个多行文字编辑任务中创建的所有文字行将被视作同一个整体对象，用户可以对其进行整体选择、移动、旋转、删除、复制等操作。

创建多行文字操作格式：

选择“绘图”→“文字”→“多行文字”菜单命令或在“绘图”工具栏中单击“多行文字”按钮 。命令行显示如下提示信息：

指定第一角点：(指定多行文字框的第一角点位置)

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]：
(指定对角点或选项)

启动“多行文字”命令后，在创建文字之前，可以通过指定文字边界的两个对角点来定义文字的宽度。操作时在绘图窗口中，单击指定一点并向下方拖动鼠标绘制出一个矩形框，绘图区内出现的矩形框用于指定多行文字的输入位置和段落宽度，其箭头指示文字书写的方向，并弹出“在位文字编辑器”，它包括一个顶部带标尺的“文字输入”框和“文字格式”工具栏。打开“文字格式”工具栏和文字输入窗口，利用它们可以设置多行文字的样式、字体及大小等属性。

1. 使用“文字格式”工具栏

使用“文字格式”工具栏如图 4-3 所示，可以设置文字样式、文字字体、文字高度、加粗、倾斜或加下划线效果。

工具栏中参数较多，常用的参数意义如下：

文字格式工具栏：控制多行文字对象的文字样式和选定文字的字符格式。


样式下拉列表框：单击“样式”下拉列表框右侧的  按钮，弹出其下拉列表，从中即可向多行文字对象应用文字样式。



图 4-3 “文字格式”工具栏

字体下拉列表框：单击“字体”下拉列表框右侧的 ▾ 按钮，弹出其下拉列表，从中即可为新输入的文字指定字体或改变选定文字的字体。

字体高度下拉列表框：单击“字体高度”下拉列表框右侧的 ▾ 按钮，弹出其下拉列表，从中即可按图形单位设置新文字的字符高度或修改选定文字的高度。

粗体按钮 **B**：若用户所选的字体支持粗体，则单击此按钮，为新建文字或选定文字打开和关闭粗体格式。

斜体按钮 *I*：若用户所选的字体支持斜体，则单击此按钮，为新建文字或选定文字打开和关闭斜体格式。

堆叠按钮 $\frac{\text{A}}{\text{B}}$ ：单击“堆叠/非堆叠”按钮，可以创建堆叠文字（堆叠文字是一种垂直对齐的文字或分数）。在使用时，需要分别输入堆叠字符左侧的文字（分子）和堆叠字符右侧的文字（分母），其间使用正向斜杠（/）、磅符号（#）或插入符（^）分隔，然后选择这一部分文字，单击按钮即可。如果选定堆叠文字，单击堆叠按钮 $\frac{\text{A}}{\text{B}}$ ，则取消堆叠。

文字颜色下拉列表框：用于为新输入的文字指定颜色或修改选定文字的颜色。

左对齐按钮 ☰ ：用于设置文字边界左对齐。

居中对齐按钮 ☶ ：用于设置文字边界居中对齐。

右对齐按钮 ☷ ：用于设置文字边界右对齐。

大写按钮 **AA**：用于将选定文字更改为大写。

小写按钮 **Aa**：用于将选定文字更改为小写。

按钮 ☒ ：用于在光标位置插入符号或不间断空格。

2. 设置缩进、制表位和多行文字宽度

在文字输入窗口的标尺上右击，从弹出的标尺快捷菜单中选择“缩进和制表位”命令，打开“缩进和制表位”对话框，可以从该对话框中设置缩进和制表位位置。其中，在“缩进”选项组的“第一行”文本框和“段落”文本框中设置首行和段落的缩进位置；在“制表位”列表框中可设置制表符的位置，单击“设置”按钮可设置新制表位，单击“清除”按钮可清除列表框中的所有设置。

在标尺快捷菜单中选择“设置多行文字宽度”子命令，可打开“设置多行文字宽度”对话框，在“宽度”文本框中可以设置多行文字的宽度。

3. 使用选项菜单

在“文字格式”工具栏中单击“选项”按钮，打开多行文字的选项菜单，可以对多行文本进行更多的设置。在文字输入窗口中右击，将弹出一个快捷菜单，该快捷菜单与选项菜单中的主要命令对应。

4. 输入文字

在多行文字的文字输入窗口中，可以直接输入多行文字，也可以在文字输入窗口中右击，从弹出的快捷菜单中选择“输入文字”命令，将已经在其他文字编辑器中创建的文字内容直接导入到当前图形中。

4.1.6 编辑多行文字

要编辑创建的多行文字，可选择“修改”→“对象”→“文字”→“编辑”命令（DDEDIT），并单击创建的多行文字，打开多行文字编辑窗口，然后参照多行文字的设置方法，修改并编辑文字。也可以在绘图窗口中双击输入的多行文字，或在输入的多行文字上右击，从弹出的快捷菜单中选择“重复编辑多行文字”命令或“编辑多行文字”命令，打开多行文字编辑窗口。

4.2 表格

使用 AutoCAD2007 提供的“表格”功能，可以创建表格，还可以从 Microsoft Excel 中直接复制表格，并将其作为 AutoCAD2007 表格对象粘贴到图形中。此外，还可以输出 AutoCAD 的表格数据，以供 Microsoft Excel 或其他应用程序使用。

表格使用行和列以一种简洁清晰的形式提供信息。表格样式控制一个表格的外观，用于保证标准的字体、颜色、文本、高度和行距。用户可以使用默认的表格样式，也可以根据需要自定义表格样式。

4.2.1 设置与修改表格样式

1. “创建新的表格样式”对话框

选择菜单“格式”→“表格样式”命令，打开“表格样式”对话框，如图 4-4 所示。单击“新建”按钮，可以使用打开的“创建新的表格样式”对话框创建新表格样式。

在“新样式名”文本框中输入新的表格样式名，如图 4-5 所示，在“基础样式”下拉列表中选择默认的表格样式、标准的或者任何已经创建的样式，新样式将在该样式的基础上



图 4-4 “表格样式”对话框

进行修改。然后单击“继续”按钮，将打开“新建表格样式”对话框，可以通过它指定表格的行格式、表格方向、边框特性和文本样式等内容。

2. 设置表格的数据、列标题和标题样式

在“新建表格样式”对话框中，可以使用“数据”、“列标题”和“标题”选项卡分别设置表格的数据、列表题和标题对应的样式，如图4-6所示。



图 4-5 “新样式名”的设置



图 4-6 新建表格样式“数据”、“列标题”和“标题”选项卡

3. 修改表格样式

在 AutoCAD2007 中，可以使用“表格样式”对话框来管理图形中的表格样式。在该对话框的“当前表格样式”后面，显示当前使用的表格样式（默认为 Standard）；在“样式”列表中显示了当前图形所包含的表格样式。此外在“表格样式”对话框中单击“修改”按钮，可在打开的“修改表格样式”对话框中修改选中的表格样式。

4.2.2 创建表格

创建表格操作格式如下：

选择“绘图”→“表格”菜单命令。

执行命令后，打开“插入表格”对话框，如图4-7所示。

在“插入表格”对话框指定插入点、列和行的数目、列宽和行高等。

设置对话框后，单击“确定”按钮，关闭对话框，返回绘图区。

指定插入点：拖动表格至合适位置后，单击鼠标，完成表格创建。

“插入表格”对话框选项意义如下：

在“表格样式设置”选项组中，可以从“表格样式名称”下拉列表框中选择表格样式，或单击其后的按钮，打开“表格样式”对话框，创建新的表格样式。在该选项组中，还可以在“文字高度”下面显示当前表格样式的文字高度，在预览窗口中显示表格的预览效果。



图 4-7 表格设置

在“插入方式”选项组中，选择“指定插入点”单选按钮，可以在绘图窗口中的某点插入固定大小的表格；选择“指定窗口”单选按钮，可以在绘图窗口中通过拖动表格边框来创建任意大小的表格。

在“列和行设置”选项组中，可以通过改变“列”、“列宽”、“数据行”和“行高”文本框中的数值来调整表格的外观大小。

4.2.3 编辑表格和表格单元

在 AutoCAD2007 中，还可以使用表格的快捷菜单来编辑表格。

1. 编辑表格

从表格的快捷菜单中可以选择对表格进行剪切、复制、删除、移动、缩放和旋转等简单操作，还可以均匀调整表格的行、列大小，删除所有特性替代。当选择“输出”命令时，还可以打开“输出数据”对话框，以 .csv 格式输出表格中的数据。

当选中表格后，在表格的四周、标题行上将显示许多夹点，可以通过拖动这些夹点来编辑表格。使用夹点编辑表格步骤如下：

1) 单击表格线选中该表格，显示夹点。

2) 单击以下夹点之一：

“左上”夹点：用于移动表格。

“左下”夹点：用于修改表格高，并按比例修改所有行。

“右上”夹点：用于修改表格宽，并按比例修改所有列。

“右下”夹点：用于同时修改表格高和宽，并按比例修改行和列。

“列夹点”（在列标题行的顶部）：用于修改列的宽度，并加宽或缩小表格以适应此修改。

“Ctrl + 列夹点”：加宽或缩小相邻列而不改变被选表格宽。

3) 按 Esc 键取消选择。

2. 编辑表格单元

(1) 使用表格单元快捷菜单编辑表格单元

主要命令选项的功能说明如下：

“单元对齐”命令：在该命令子菜单中可以选择表格单元的对齐方式，如左上、左中、左下等。

“单元边框”命令：选择该命令将打开“单元边框特性”对话框，可以设置单元格边框的线宽、颜色等特性。

“匹配单元”命令：用当前选中的表格单元格式（源对象）匹配其他表格单元（目标对象），此时鼠标指针变为刷子形状，单击目标对象即可进行匹配。

“插入块”命令：选择该命令将打开“在表格单元中插入块”对话框。可以从中选择插入到表格中的块，并设置块在表格单元中的对齐方式、比例和旋转角度等特性。

“合并单元”命令：当选中多个连续的表格单元格后，使用该子菜单中的命令，可以全部、按列或按行合并表格单元。

(2) 使用夹点修改表格单元

选择一个或多个要修改的表格单元。

要修改选定表格单元的行高，可以拖动顶部或底部的夹点。

如果要修改选定单元的列宽，可以拖动左侧或右侧的夹点。如果选中多个单元，每列的列宽将做同样的修改。

如果要合并选定的单元，同时单击鼠标右键打开相应的快捷菜单，选择“合并单元”命令即可。如果选择了多个行或列中的单元，可以按行或按列合并。

按 Esc 键可以取消选择。

4.3 尺寸的标注与编辑

在图形设计中，尺寸标注是绘图设计工作中的一项重要内容。因为标注图形中的数字和其他符号，可以传达有关设计元素的尺寸信息，对施工或制造工艺进行注解。尺寸标注决定着图形对象的真实大小以及各部分对象之间的相互位置关系。AutoCAD2007 包含了一套完整的尺寸标注命令和实用程序，用户使用它们足以完成图纸中要求的尺寸标注。

一般情况下，为了绘图的方便，应为尺寸标注建立专用的图层，专用图层可以控制尺寸的显示和隐藏，与其他的图线可以迅速分开，便于修改、浏览。标注尺寸时，应该充分利用对象捕捉功能准确标注尺寸。为了便于修改尺寸标注，尺寸标注应该设定成关联的。尺寸数字样式最好设置与文字样式不同，为尺寸数字建立专门的文字样式应该设定好字符的高度、宽度系数、倾斜角度等。

4.3.1 尺寸标注的组成和类型

1. 尺寸标注的组成

在工程绘图中，一个完整的尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸箭头和尺寸数字等四部分组成，如图4-8所示。在默认情况下，AutoCAD 将尺寸作为一个图块，即尺寸线、尺寸界线、尺寸箭头和尺寸数字在尺寸中不是单独的实体，而是构成图块的一部分。

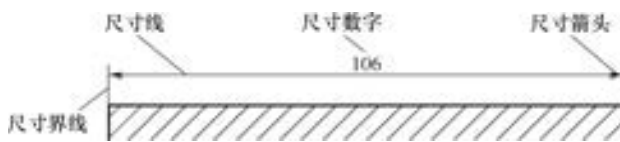


图 4-8 尺寸的组成

尺寸线表示尺寸标注的方向，用细线画出，通常是带有箭头且平行于被标注对象的直线段，不能用图中其他图线代替，对于角度标注，尺寸线可以是一段圆弧。

尺寸界线表示所标注的尺寸的的范围，通常从被标注对象轮廓或中心线用细线引出，一般与尺寸线垂直，必要时可倾斜，有些情况下，也可以选用某些图形对象的轮廓线或中心线代替尺寸界线。

尺寸箭头在尺寸线的两端，用于标记尺寸标注的起始和终止位置，AutoCAD 提供了多种形式的尺寸箭头，包括建筑标记、小斜线箭头、点和斜杠标记，用户也可以根据绘图需要创建自己的箭头形式。

尺寸数字用于表示实际测量值，可以使用由 AutoCAD 自动计算出的测量值，也可使用自定义的文字，标注文字沿尺寸线放置。

2. 尺寸标注的类型

AutoCAD2007 提供了十余种标注工具用以标注图形对象，分别位于“标注”菜单或

“标注”工具栏中，如图 4-9 所示。



图 4-9 尺寸标注工具栏

在 AutoCAD 中，通常将尺寸的各个组成部分作为块处理，因此在绘图过程中，一个尺寸标注就是一个对象。

1) 直线标注：直线标注包括线性标注、对齐标注、基线标注和连续标注。

线性标注：线性标注是测量两点间的直线距离。按尺寸线的放置可分为水平标注、垂直标注和旋转标注等三个基本类型。

对齐标注：对齐标注是创建尺寸线平行于尺寸界线起点的线性标注。

基线标注：基线标注是创建一系列的线性标注、角度标注或者坐标标注，每个标注都从相同原点测量出来。

连续标注：连续标注是创建一系列连续的线性标注、对齐标注、角度标注或者坐标标注，每个标注都是从前一个或者最后一个选定的标注的第二尺寸界线处创建，共享公共的尺寸界线。

2) 角度标注：角度标注用于测量角度。

3) 径向标注：径向标注包括半径标注、直径标注和弧长标注。

半径标注：半径标注是用于测量圆和圆弧的半径。

直径标注：直径标注是用于测量圆和圆弧的直径。

弧长标注：弧长标注是用于测量圆弧的长度。

4) 坐标标注：使用坐标系中相互垂直的 X 和 Y 坐标轴作为参考线，依据参考线标注给定位置的 X 或者 Y 坐标值。

5) 引线标注：引线标注用于创建注释和引线，将文字和对象在视觉上链接在一起。

6) 中心标注：中心标注用于创建圆心和中心线，指出圆或者圆弧的中心。

7) 快速标注：快速标注是通过一次选择多个对象，创建标注排列。例如基线标注、连续标注和坐标标注。


8) 公差标注：公差标注用于创建形位公差标注。

4.3.2 设置尺寸标注的样式

在 AutoCAD 中，使用“标注样式”控制标注的格式和外观，并有利于对标注格式及用途进行修改。默认情况下，在 AutoCAD 中创建尺寸标注时使用的尺寸标注样式是“ISO-25”，用户可以根据需要修改“ISO-25”标注样式或创建一种新的尺寸标注样式。

1. 标注样式管理器

启用“标注样式”命令有三种方法：选择菜单“格式”→“标注样式”菜单命令，单击

“标注”工具栏中的“标注样式管理器”按钮, 输入命令 DIMSTYLE。

启用“标注样式”命令后, 系统弹出如图 4-10 所示的“标注样式管理器”对话框, 从中可以创建或调用已有的尺寸标注样式。在创建新的尺寸标注样式时, 用户需要设置尺寸标注样式的名称, 并选择相应的属性。



图 4-10 “标注样式管理器”对话框

“标注样式管理器”对话框, 各选项功能如下:

“样式”选项: 显示当前图形文件中已定义的所有尺寸标注样式。

“预览”选项: 显示当前尺寸标注样式设置的各种特征参数的最终效果图。

“列出”选项: 用于控制在当前图形文件中是否全部显示所有的尺寸标注样式。

“置为当前”按钮: 用于设置当前标注样式。对每一种新建立的标注样式或对原样式的修改后, 均要置为当前设置才有效。

“新建”按钮: 用于创建新的标注样式。


“修改”按钮: 用于修改已有标注样式中的某些尺寸变量。

“替换”按钮: 用于创建临时的标注样式。当采用临时标注样式标注某一尺寸后, 再继续采用原来的标注样式标注其他尺寸时, 其标注效果不受临时标注样式的影响。

“比较”按钮: 用于比较不同标注样式中不相同的尺寸变量, 并用列表的形式显示出来。

2. 创建新标注样式操作步骤

(1) 创建新标注样式名

在“标注”工具栏选取命令, 打开“标注样式管理器”对话框, 单击“新建”按钮, 打开“创建新标注样式”对话框。

在“基础样式”下拉列表框中选“ISO-25”样式。

在“新样式名”文本框中输入新样式名。

单击“继续”按钮, 打开“新建标注样式”对话框, 如图 4-11 所示。

在“新建标注样式”对话框中有 7 个选项卡来设置标注的样式, 内容包括直线、符号和箭头、文字、调整、主单位、换算单位和公差等。标注样式有关参数种类繁多, 一般情况下, 可以使用系统默认的设置, 当不满足使用要求时才修改设置, 特别是对于初学者, 可以使用系统默认的设置快速入门, 熟悉 AutoCAD 以后, 根据自己的使用情况, 修改不满足要求的设置。

(2) “新建标注样式”对话框选项卡的设置

1) 设置“直线”选项卡

在“新建标注样式”对话框中, 使用“直线”选项卡可以设置尺寸线、尺寸界线的格式和位置。



图 4-11 “新建标注样式”对话框

① 设置尺寸线

在“尺寸线”选项组中，可以设置尺寸线的颜色、线型、线宽、超出标记以及基线间距等属性。

“线型”下拉列表框：用于选择尺寸线的线型，正常选择为连续直线。

“线宽”下拉列表框：用于指定尺寸线的宽度。

“超出标记”选项：指定当箭头使用倾斜、建筑标记时尺寸线超过尺寸界线的距离。

“基线间距”选项：决定平行尺寸线间的距离。

“隐藏”选项：有“尺寸线 1”和“尺寸线 2”两个复选框，用于控制尺寸线两端的可见性。

② 尺寸界线

在“尺寸界线”选项组中，可以设置尺寸界线的颜色、线宽、超出尺寸线、起点偏移量和隐藏等属性。

“颜色”列表框：用于选择尺寸界线的颜色。

“尺寸界线 1”下拉列表框：用于指定第一条尺寸界线的线型，正常设置为连续线。

“尺寸界线 2”下拉列表框：用于指定第二条尺寸界线的线型，正常设置为连续线。

“线宽”下拉列表框：用于指定尺寸界线的宽度。

“隐藏”选项：有“尺寸界线 1”和“尺寸界线 2”两个复选框，用于控制两条尺寸界线的可见性。

“超出尺寸线”选项：用于控制尺寸界线超出尺寸线的距离，通常规定尺寸界线的超出尺寸为 2~3mm。

“起点偏移量”选项：用于设置自图形中定义标注的点到尺寸界线的偏移距离。通常尺寸界线与标注对象间有一定的距离，能够较容易地区分尺寸标注和被标注对象。

“固定长度的尺寸界线”复选框：用于指定尺寸界线从尺寸线开始到标注原点的总长度。

2) 设置“符号和箭头”选项卡

在“新建标注样式”对话框中，使用“符号和箭头”选项卡可以设置箭头、圆心标记、弧长符号和半径标注折弯的格式与位置。“符号和箭头”选项卡如图4-12所示。

① 箭头

在“箭头”选项组中，可以设置尺寸线和引线箭头的类型及尺寸大小等。通常情况下，尺寸线的两个箭头应一致。

为了适用于不同类型的图形标注需要，AutoCAD 设置了 20 多种箭头样式。可以从对应的下拉列表框中选择箭头，并在“箭头大小”文本框中设置其大小。

也可以使用自定义箭头，此时可在下拉列表框中选择“用户箭头”选项，打开“选择自定义箭头块”对话框。在“从图形块中选择”文本框内输入当前图形中已有的块名，然后单击“确定”按钮，AutoCAD 将以该块作为尺寸线的箭头样式，此时块的插入基点与尺寸线的端点重合。

② 圆心标记

在“圆心标记”选项组中，可以设置圆或圆弧的圆心标记类型，如“标记”、“直线”和“无”。其中，选择“标记”选项可对圆或圆弧绘制圆心标记；选择“直线”选项，可对圆或圆弧绘制中心线；选择“无”选项，则没有任何标记。当选择“标记”或“直线”单选按钮时，可以在“大小”文本框中设置圆心标记的大小。

③ 弧长符号

在“弧长符号”选项组中，可以设置弧长符号显示的位置，包括“标注文字的前缀”、“标注文字的上方”和“无”等三种方式。

④ 半径标注折弯

在“半径标注折弯”选项组的“折弯角度”文本框中，可以设置标注圆弧半径时标注线的折弯角度大小。

3) 设置“文字”选项卡

在“新建标注样式”对话框中，可以使用“文字”选项卡设置标注文字的外观、位置和对齐方式。“文字”选项卡如图4-13所示。

① 文字外观

在“文字外观”选项组中，可以设置文字的样式、颜色、高度和分数高度比例，以及控制是否绘制文字边



图4-12 “符号和箭头”选项卡

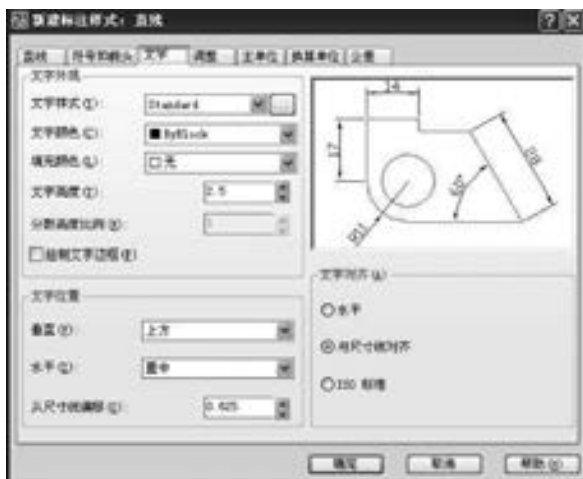



图4-13 “文字”选项卡

框等。

“文字样式”下拉列表框：用于选择标注文字所用的文字样式。如果需要重新创建文字样式，可以单击右侧的按钮 ，弹出“文字样式”对话框，创建新的文字样式即可。

“文字颜色”下拉列表框：用于设置标注文字的颜色。

“填充颜色”下拉列表框：用于设置标注中文字背景的颜色。

“文字高度”数值框：用于指定当前标注文字样式的高度。若在当前使用的文字样式中设置了文字的高度，此项输入的数值无效。

“分数高度比例”文本框：设置标注文字中的分数相对于其他标注文字的比例，AutoCAD 将该比例值与标注文字高度的乘积作为分数的高度。

“绘制文字边框”复选框：设置是否给标注文字加边框。

② 文字位置

在“文字位置”选项组中，可以设置文字的垂直、水平位置以及从尺寸线的偏移量。

“垂直”下拉列表框：包含“居中”、“上方”、“外部”和“JIS”等四个选项，用于控制标注文字相对尺寸线的垂直位置。选择某项时，在对话框的预览框中可以观察到标注文字的变化。

“水平”下拉列表框：包含“居中”、“第一条尺寸界线”、“第二条尺寸界线”、“第一条尺寸界线上”和“第二条尺寸界线上”等五个选项，用于控制标注文字相对于尺寸线和尺寸界线的水平位置。

③ 文字对齐

在“文字对齐”选项组中，可以设置标注文字是保持水平还是与尺寸线对齐。

4) 设置“调整”选项卡

在“新建标注样式”对话框中，可以使用“调整”选项卡设置标注文字、尺寸线、尺寸箭头的位置。“调整”选项卡如图 4-14 所示。

① 调整选项

在“调整选项”选项组中，可以确定当尺寸界线之间没有足够的空间同时放置标注文字和箭头时，应从尺寸界线之间移出对象。通常标注尺寸时，当尺寸间的距离仅够容纳文字时，文字放在尺寸线内，箭头放在尺寸线外；当尺寸界线间的距离仅够容纳箭头时，箭头放在尺寸界线内，文字放在尺寸界线外；当尺寸界线间的距离既不够放文字又不够放箭头时，文字和箭头都放在尺寸界线外。

② 文字位置

在“文字位置”选项组中，可以设置当文字不在默认位置时的位置。



图 4-14 “调整”选项卡

③ 标注特征比例

在“标注特征比例”选项组中，可以设置标注尺寸的特征比例，以便通过设置全局比例来增加或减少各标注的大小。

④ 优化

在“优化”选项组中，可以对标注文本和尺寸线进行细微调整，该选项组包括以下两个复选框。

“手动放置文字”复选框：选中该复选框，则忽略标注文字的水平设置，在标注时可将标注文字放置在指定的位置。

“在尺寸界线之间绘制尺寸线”复选框：选中该复选框，当尺寸箭头放置在尺寸界线之外时，也可在尺寸界线之内绘制出尺寸线。

5) 设置“主单位”选项卡

在“新标注样式”对话框中，可以使用“主单位”选项卡设置主单位的格式与精度等属性。“主单位”选项卡如图4-15所示。

① 线性标注

在“线性标注”选项组中可以设置线性标注的单位格式与精度，主要选项功能如下：

“单位格式”下拉列表框：设置除角度标注之外的其余各标注类型的尺寸单位，包括“科学”、“小数”、“工程”、“建筑”、“分数”等选项。

“精度”下拉列表框：设置除角度标注之外的其他标注的尺寸精度。

“分数格式”下拉列表框：当单位格式是分数时，可以设置分数的格式，包括“水平”、“对角”和“非堆叠”等三种方式。

“小数分隔符”下拉列表框：设置小数的分隔符，包括“逗号”、“句点”和“空格”等三种方式，常用“句点”。

“舍入”文本框：用于设置除角度标注外的尺寸测量值的舍入值。

“前缀”和“后缀”文本框：设置标注文字的前缀和后缀，在相应的文本框中输入字符即可。

② “测量单位比例”选项组

使用“比例因子”文本框可以设置测量尺寸的缩放比例，AutoCAD的实际标注值为测量值与该比例的积。选中“仅应用到布局标注”复选框，可以设置该比例关系仅适用于布局。

③ “清零”选项组

可以设置是否显示尺寸标注中的“前导”和“后续”零。

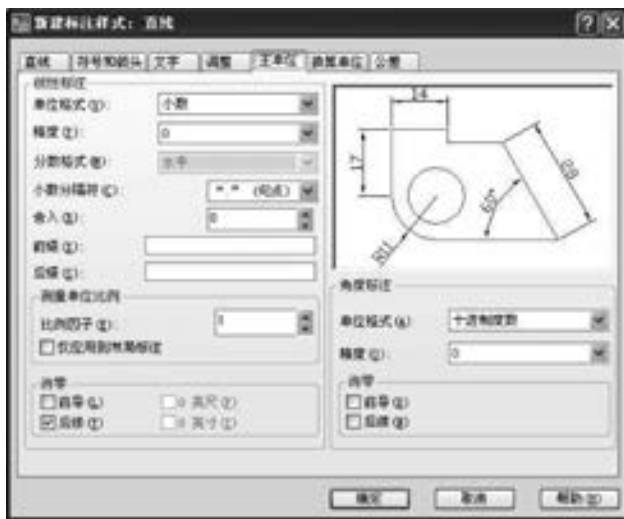


图4-15 “主单位”选项卡

④ 角度标注

在“角度标注”选项组中，可以使用“单位格式”下拉列表框设置标注角度时的单位，使用“精度”下拉列表框设置标注角度的尺寸精度，使用“清零”选项组设置是否消除角度尺寸的“前导”和“后续”零。

6) 设置“换算单位”选项卡

在“新建标注样式”对话框中，可以使用“换算单位”选项卡设置换算单位的格式。

在 AutoCAD2007 中，通过换算标注单位，可以转换使用不同测量单位制的标注，通常是显示英制标注的等效公制标注，或公制标注的等效英制标注。在标注文字中，换算标注单位显示在主单位旁边的方括号 [] 中。“换算单位”选项卡如图 4-16 所示。



图 4-16 “换算单位”选项卡

7) 设置“公差”选项卡

在“公差”选项卡中，可以设置标注文字中公差的格式及显示。

(3) 完成设置

设置完成后，单击“确定”按钮，返回“标注样式管理器”对话框，并在“样式”列表框中显示新尺寸标注样式。

(4) 创建标注样式例

【例 4-2】 创建用于直线与角度标注的标注样式。

1) 创建“直线”标注样式。

选择菜单“格式”→“标注样式”菜单命令，打开“标注样式管理器”对话框，单击“新建”按钮，打开“创建新标注样式”对话框。在“基础样式”下拉列表框中选中“ISO-25”

样式。在“新样式名”文本框中输入新样式名“直线”。单击“继续”按钮，打开“新建标注样式”对话框。

在“新建标注样式”对话框中通过7个选项卡来设置标注的样式。

在“新建标注样式”对话框中选择“直线”与“符号和箭头”选项卡进行如下设置：

在“尺寸线”选项组：“颜色”设成“随层”；“线宽”设成“随层”；“超出标记”设为“0”；“基线间距”输入“7”；关闭“隐藏”选项。

在“尺寸界线”选项组：“颜色”设为“随层”；“线宽”设成“随层”；“超出尺寸线”输入“2”；“起点偏移量”输入“3”以上。

在“箭头”选项组：“第一项”和“第二项”下拉列表中选择“实心闭合”选项（房屋建筑图选择“建筑标记”即粗45°斜线选项），“箭头大小”输入“3”或“4”。

在“新建标注样式”对话框中选择“文字”选项卡，进行如下设置：

在“文字外观”选项组：在“文字样式”下拉列表框设置并选择“工程图中尺寸”文字样式；“文字颜色”设为“随层”；“文字高度”输入数值“3.5”。

在“文字位置”选项组：“垂直”下拉列表框中选择“上方”；“水平”下拉列表框中选择“置中”；“从尺寸线偏移”输入“1”。

在“文字对齐”选项组：选择“与尺寸线对齐”选项。

在“新建标注样式”对话框中选择“调整”选项卡，进行如下设置：

在“调整选项”选项组：选择“文字始终保持在尺寸界线之间”或“文字”选项；关闭“若不能放在尺寸界线内，则消除箭头”开关。

在“文字位置”选项组：选择“尺寸线旁边”选项。

在“标注特征比例”选项组：选择“使用全局比例”选项。

在“优化”选项组：打开“在尺寸界线之间绘制尺寸线”开关。

在“新建标注样式”对话框中选择“主单位”选项卡，进行如下设置：

在“线性标注”选项组：“单位格式”下拉列表框中选择“小数”即十进制；“精度”下拉列表框中选择“0”（表示尺寸数字是整数，如是小数应按需要选择）；“比例因子”应根据当前图的绘图比例输入比例值；

在“角度标注”选项组：“单位格式”下拉列表框中选择“十进制度数”；“精度”下拉列表框中选择“0”。

设置完成后，单击“确定”按钮，AutoCAD 存储新创建的“直线”标注样式，返回“标注样式管理器”对话框，并在“样式”列表框中显示“直线”标注样式名称，完成该标注样式的创建。

2) 创建“角度”标注样式。


根据我国制图标准，角度尺寸数字必须水平书写。创建“角度”标注样式，可基于“直线”标注样式进行快速创建。只需在“新建标注样式”对话框中选择“文字”选项卡，改“文字对齐”选项组选项为“水平”，此时角度尺寸数字将处于尺寸线中断处且水平。若标注较小的角度，希望尺寸数字在尺寸线之外，可改“文字”选项卡“文字位置”选项组“垂直”下拉列表框中的选项为“外部”。

4.3.3 尺寸标注

1. 线性尺寸标注

线性尺寸标注指可以通过指定两点之间的水平或垂直距离尺寸的直线尺寸。

操作步骤:

单击“标注”工具栏上的“线性标注”按钮.

指定第一条尺寸界线原点或<选择对象>: (指定第1条尺寸界线原点)

指定第二条尺寸界线原点: (指定被标注的第2条尺寸界线原点)

指定尺寸线位置或 [多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]: (指定尺寸位置或选项, 例如输入 M 回车后可改变自动尺寸标注而书写想要的字符)

【例 4-3】 标注图 4-17 所示图形的尺寸。

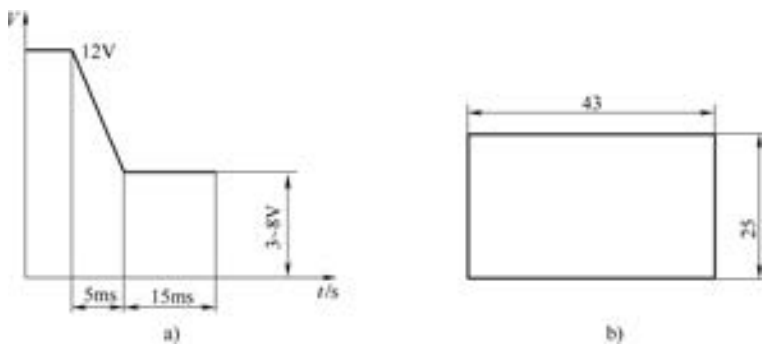



图 4-17 线性尺寸标注例

2. 对齐标注

对倾斜的对象进行标注时, 可以使用“对齐”命令。对齐尺寸的特点是尺寸线平行于倾斜的标注对象。

操作步骤:

单击“标注”工具栏中的“对齐标注”按钮.

指定第1条尺寸界线原点或<选择对象>: (指定第1条尺寸界线原点)

指定第2条尺寸界线原点: (指定第2条尺寸界线原点)


指定尺寸线位置或 [多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]: (指定尺寸位置或选项)

【例 4-4】 采用对齐标注方式标注图 4-18 所示图形的边长。

3. 角度标注

角度尺寸标注用于标注两条非平行直线间的角度。

操作步骤:

单击“标注”工具栏中的“角度标注”按钮.

选择圆弧、圆、直线或<指定顶点>: (选取对

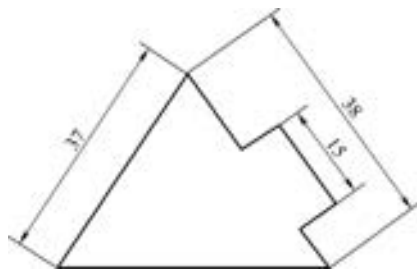


图 4-18 “对齐标注”图例

象或指定顶点)

选取一条直线后，系统提示：

选择第二条直线：(选取第二条直线)

指定标注弧线位置或 [多行文字 (M) / 文字 (T) / 角度 (A)]：(指定尺寸线位置或选项)


指定尺寸线的位置后，完成两条非平行直线间的角度标注。

【例 4-5】 标注图 4-19 所示图形的角度。

4. 标注半径尺寸

半径标注是由一条指向圆弧的箭头的半径尺寸线组成，测量圆弧半径时，自动生成的标注文字前将显示一个表示半径长度的字母“R”。

操作步骤：

单击“标注”工具栏中的“半径标注”按钮。

选择圆弧：(选取被标注的圆弧)

指定尺寸的位置或 [多行文字 (M) / 文字 (T) / 角度 (A)]：(移动鼠标指定尺寸的位置或选项)

如果直接指定尺寸的位置，将标出圆弧的半径；如果选择选项，将确定标注的尺寸与其倾斜角度。如果将“圆弧引出”标注样式置为当前样式，可以进行引出标注。

【例 4-6】 标注图 4-20 所示的圆弧半径尺寸。

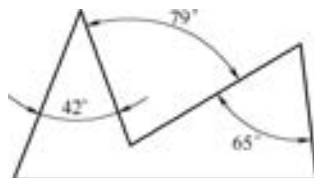


图 4-19 角度的标注




图 4-20 半径标注图例

5. 标注直径尺寸

与圆弧半径的标注方法相似。

操作步骤：

单击“标注”工具栏中的“直径标注”按钮。

选择圆：(选择对象)

指定尺寸线的位置或 [多行文字 (M) / 文字 (T) / 角度 (A)]：(指定位置或选项)

【例 4-7】 标注图 4-21 所示圆的直径。

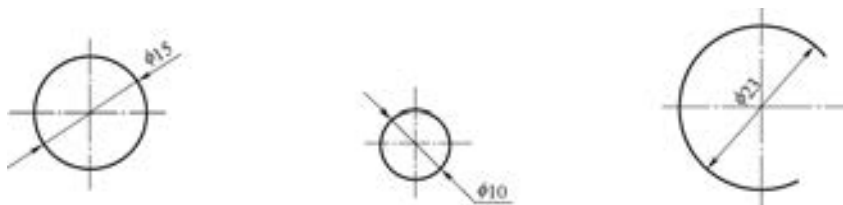



图 4-21 直径标注图例

6. 连续标注

连续尺寸标注是工程制图（特别是多用于建筑制图）中常用的一种标注方式，指一系列首尾相连的尺寸标注。其中，相邻的两个尺寸标注间的尺寸界线作为公用界线。

操作步骤：

单击“标注”工具栏中的“连续”按钮.

选择基准标注：（指定已存在的线性尺寸界线为原点）

指定第二条尺寸界线原点或 [放弃 (U)/选择 (S)] <选择>：（指定第一个连续尺寸的第二条尺寸界线原点）

指定第二条尺寸界线原点或 [放弃 (U)/选择 (S)] <选择>：（指定第二个连续尺寸的第二条尺寸界线原点）

指定第二条尺寸界线原点或 [放弃 (U)/选择 (S)] <选择>：（指定第三个连续尺寸的第二条尺寸界线原点或按 Enter 键结束命令）


选择基准标注：（可另选择一个基准尺寸同上操作进行连续尺寸标注或按 Enter 键结束命令）

【例 4-8】 对图 4-22 所示的图形进行连续标注。

7. 基线标注

对于从一条尺寸界线出发的基线尺寸标注，可以快速进行标注，无需手动设置两条尺寸线之间的间隔。

操作步骤：

单击“标注”工具栏中的“基线”按钮.

选择基准标注：（指定已存在的线性尺寸界线为原点）

指定第二条尺寸界线原点或 [放弃 (U)/选择 (S)] <选择>：（指定第一个基线尺寸的第二条尺寸界线原点）

指定第二条尺寸界线原点或 [放弃 (U)/选择 (S)] <选择>：（指定第二个基线尺寸的第二条尺寸界线原点）

指定第二条尺寸界线原点或 [放弃 (U)/选择 (S)] <选择>：（指定第三个基线尺寸的第二条尺寸界线原点或按 Enter 键结束命令）

选择基准标注：（可另选择一个基准尺寸同上操作进行基线尺寸标注或按 Enter 键结束命令）

【例 4-9】 采用基线标注方式标注图 4-23 中的尺寸。

注意，在使用连续标注和基线标注时，首先第一个尺寸要用线性标注，然后才可以用连续标注和基线标注，否则无法使用这两种标注方法。

8. 引线标注

选择“标注”→“引线”命令，或在“标注”工具栏中单击“快速引线”按钮，都可以创建引线和注释，而且引线和注释可以有多种格式。“引线设置”对话框如图 4-24 所示。



图 4-22 连续标注图例

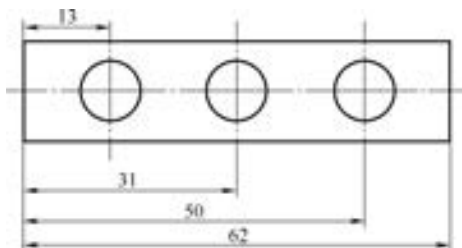


图 4-23 基线标注图例



图 4-24 “引线设置”对话框

引线标注操作格式：

选择“标注”→“引线”菜单命令，根据命令行指示操作。

指定第一条引线点或 [设置 (S)] <设置>：(指定指引线的原点箭头位置)

指定下一点：(指定引线另一点)

指定文字宽度 <0>：(输入文字宽度)

输入注释文字的第一行 <多行文字 (M)>：(输入文字)

如果选择“多行文字”选项，输入“M”，则打开“多行文字编辑器”对话框输入文字。

如果在提示“指定第一条引线点”时选择“设置”选项，输入“S”时，则打开“引线设置”对话框。

4.3.4 尺寸编辑

1. 编辑尺寸

操作格式：

选择“标注”→“倾斜”菜单命令，根据命令行指示操作。

输入标注编辑类型 [默认 (H)/新建 (N)/旋转 (R)/倾斜 (O)] <默认>：(选项)

选择对象：(选择编辑对象)

1) 选择“默认”选项后，系统提示：

选择对象：(选择需退回的尺寸)

选择对象：(继续选择或按 Enter 键结束命令)

2) 选择“新建”选项输入“N”，打开“多行文字编辑器”对话框，输入新的文字，

系统提示：

选择对象：(选择需更新的尺寸)

选择对象：(继续选择或按 Enter 键结束命令)

3) 选择“旋转”选项输入“R”，系统提示：

指定标注文字的角度：(输入尺寸数字的旋转角度)

选择对象：(选择尺寸数字需旋转的尺寸)

选择对象：(继续选择或按 Enter 键结束命令)

4) 选择“倾斜”选项输入“O”，系统提示：

选择对象：(选择需倾斜的尺寸)

选择对象：(继续选择或按 Enter 键结束选择)

输入倾斜角度(按 Enter 键表示无)：(输入倾斜角)

结束编辑标注。

2. 编辑标注文字

选择“标注”→“对齐文字”菜单命令，根据命令行指示操作。

选择标注：(选择要编辑的标准)

指定标注文字的新位置或 [左 (L)/右 (R)/中心 (C)/默认 (H)/角度 (A)]：(指定位置或选项)

3. 更新标注

选择“标注”→“更新”命令，或在“标注”工具栏中单击“标注更新”按钮，都可以更新标注，使其采用当前的标注样式，此时命令行提示如下：

输入标注样式选项 [保存 (S)/恢复 (R)/状态 (ST)/变量 (V)/应用 (A)/?] <恢复>：

4. 尺寸关联

尺寸关联是指所标注尺寸与被标注对象有关联关系。如果标注的尺寸值是按自动测量值标注，且尺寸标注是按尺寸关联模式标注的，那么改变被标注对象的大小后相应的标注尺寸也将发生改变，即尺寸界线、尺寸线的位置都将改变到相应新位置，尺寸值也改变成新测量值。反之，改变尺寸界线起始点的位置，尺寸值也会发生相应的变化。

4.3.5 表格与文字标注应用实例

【例 4-10】 绘制图 4-25 所示的表格并注写文本。

APD1 (+31B1) 上设备的电气元件						
序号	代号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	QS1—2	刀开关	HD13BX—800/31	台	2	三极
2	QA1—2	断路器	DWX15—630/3 630A	台	2	三极
3	BA1—4	电流互感器	LMZ1—0.4 400/5 0.5/1	台	8	
4	FU1	熔断器	R1—16/6	只	3	
5	BV1	电压互感器	JDG—380/110V 100VA	只	3	

图 4-25 表格与文本标注例

操作步骤如下：

1. 创建表格

选菜单命令“绘图”→“表格”，执行命令后，打开“插入表格”对话框。

在“插入表格”对话框指定插入点、列和行的数目、列宽和行高等。

设置对话框后，单击“确定”按钮，关闭对话框，返回绘图区。

指定插入点：拖动表格至合适位置后，单击鼠标，完成表格创建，如图4-26所示。

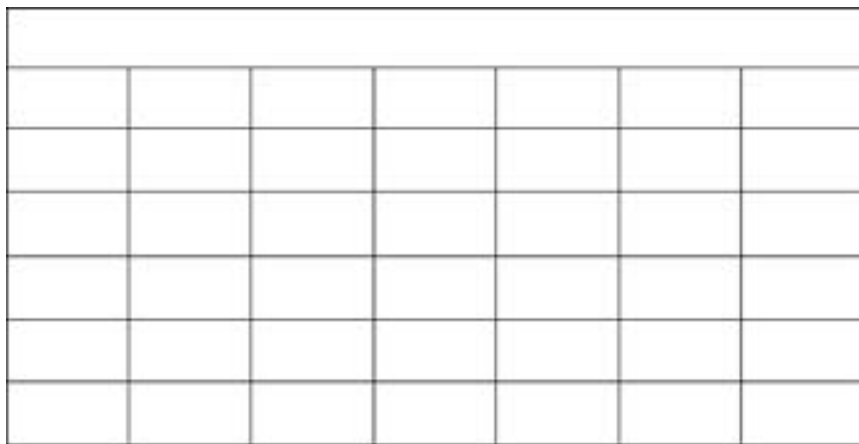


图4-26 创建空白表格

2. 编辑表格

(1) 使用夹点编辑表格

单击表格线以选中该表格，显示夹点如图4-27所示。单击以下夹点之一：

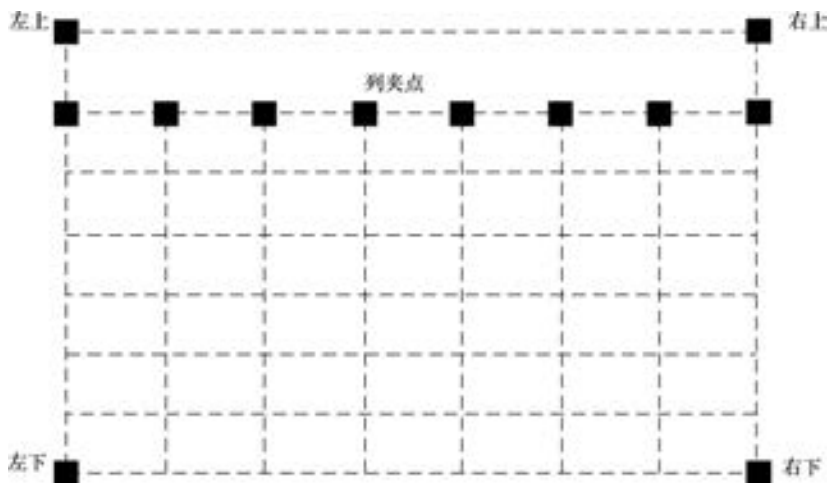


图4-27 夹点示意图

“左上”夹点：用于移动表格。

“左下”夹点：用于修改表格高，并按比例修改所有行。

“右上”夹点：用于修改表格宽，并按比例修改所有列。

“右下”夹点：用于同时修改表格高和宽，并按比例修改行和列。

“列夹点”（在列标题行的顶部）：用于修改列的宽度，并加宽或缩小表格，以适应此修改。

“Ctrl + 列夹点”：加宽或缩小相邻列，而不改变被选表格宽。

按 Esc 键可以取消选择。

(2) 使用夹点修改表格单元的步骤

选择一个或多个要修改的表格单元：

要修改选定表格单元的行高，可以拖动顶部或底部的夹点。

如果要修改选定单元的列宽，可以拖动左侧或右侧的夹点。如果选中多个单元，每列的列宽将做同样的修改。

如果要合并选定的单元，同时单击鼠标右键打开相应的快捷菜单，选择“合并单元”命令即可。

如果选择了多个行或列中的单元，可以按行或按列合并。

按 Esc 键可以删除选择。作图结果如图 4-28 所示。

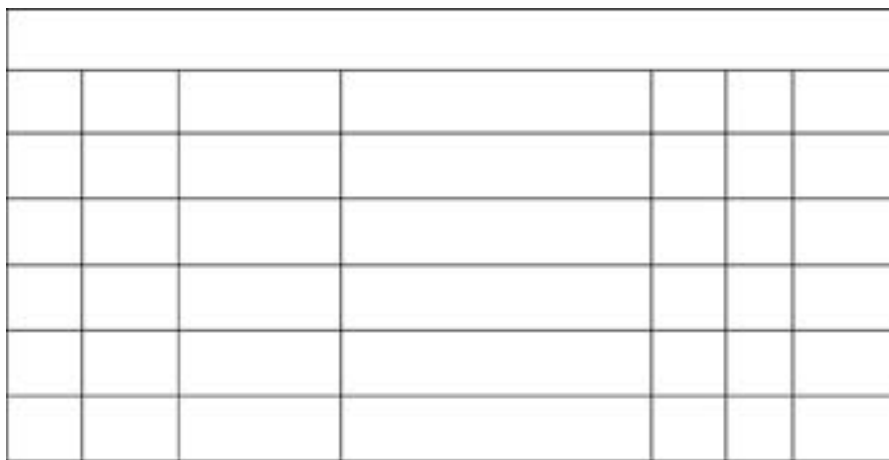


图 4-28 编辑空白表格

3. 设置文字样式

操作步骤：

1) 在菜单栏选择“格式”→“文字样式”命令，打开“文字样式”对话框。

2) 单击“新建”按钮，打开“新建文字样式”对话框。输入“工程字体”文字样式名，单击“确定”按钮，返回“文字样式”对话框。


3) 在“字体名”下拉列表框中选择“仿宋_GB2312”字体；在“高度”文本框中输入“0.00”；在“宽度比例”文本框中输入“0.7”；其他选项使用默认值。

4) 单击“应用”按钮，完成创建。

5) 单击“关闭”按钮，退出“文字样式”对话框，结束命令。

4. 注写多行文字

操作步骤：

选择菜单栏“绘图”→“文字”→“多行文字”命令或单击“多行文字”命令按钮 。

指定第一角点：(指定多行文字框的第一角点位置)

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]：

(指定对角点或选项)

对角点可以拖动鼠标来确定，两对角点形成的矩形框作为文字行的宽度，以第一个角点作为矩形框的起点，并打开“多行文字编辑器”。

5. 编辑多行文字

选择菜单栏“修改”→“对象”→“文字”→“编辑”命令，根据命令行指示操作。

选择注释对象或 [放弃 (U)]:(选择注释对象)

选择的文字对象用多行文字 (MTEXT) 命令标注的，系统打开“多行文字编辑器”，并在对话框中显示所选文字。“多行文字编辑器”可以对多行文字的文字和文字格式进行修改，包括字型、字高和颜色等，进行修改后，单击“确定”按钮结束编辑命令。

作图结果如图 4-25 所示。

第 5 章 快速绘图工具

在 AutoCAD 图形中，常需要绘制大量相同的或类似的图形对象，如通用符号等。这时除了采用“复制”等方式进行图形复制或编辑外，还可以把这些经常用到的图形预先定义成图块，并在使用时将其插入到当前图形或其他图形中，从而增加绘图的准确性，提高绘图速度，降低图形文件的大小。另外，在使用图块时，可以根据使用要求定义和编辑图块的属性，以反映图块的某些非图形信息。

5.1 图块及其属性

5.1.1 图块的特点及使用

1. 图块特点

块，指一个或多个对象的集合，是一个整体即单一的对象块，常用于绘制复杂、重复的图形。一旦一组对象组合成块，就可以根据作图需要将这组对象插入到图中任意指定位置，而且还可以按不同的比例和旋转角度插入，也可以把图块分解，对它的组成对象进行修改，然后再重新定义这个图块。图块有如下特点：

1) 建立常用符号的图块图形库，可以将同一个图块多次插入到图形中，而不必每次都重新创建图形元素。

2) 便于修改图形。使用图块作为对象来进行插入、重定位和复制的操作比使用许多单个的几何对象具有更高的效率。编辑由图块组成的图形时，只要编辑图块并进行图块的重定义操作，就可全部自动更新。


3) 节省存储空间。在图形数据库中，将相同图块的所有组成对象存储在一个图块定义中，插入图块对象时只记录了图块插入信息，不必都具体记录图块中的对象，因而可以节省磁盘空间。

4) 图块可以包含属性信息。属性将信息项和图形中的图块联系起来。另外，图块可以嵌套，即一个图块的定义中可以包含其他图块，图块嵌套的层数不受限制。

2. 创建块

创建块即定义图块，就是将图形中选定的一个或多个对象组合成一个整体，为其命名保存，并在以后使用过程中将它视为一个独立、完整的对象进行调用和编辑。

操作步骤如下：

命令：选择菜单“绘图”→“块”→“创建”命令或单击“绘图”工具栏中的“创建块”命令按钮，打开“块定义”对话框，如图 5-1 所示。

在对话框中输入块的“名称”、“基点”后，在绘图区选择对象。

单击“确定”按钮，完成创建图块的操作。

“块定义”对话框各选项的功能如下：



图 5-1 “块定义”对话框

“名称”：为便于图块的保存和调用，用户可在名称文本框中输入汉字、英文、数字和字符等，作为图块的名称。

“基点”：插入基点可以选取图块上的任何一点，但通常利用“拾取点”按钮选择图块中具有典型特征处的点。选择插入基点还可在图块定义对话框中直接通过输入基点的 X、Y、Z 坐标值来确定。

“对象”：单击“选择对象”按钮，将切换到绘图窗口，选择构成图块的对象。另外，还可以通过按钮，弹出“快速选择”对话框，选择构成图块的对象。

在对象选择区还有三个选项提供了创建图块后对构成图块的原图的处理方式：

“保留”：在图形屏幕上保留原图，但把它们当做一个个普通的单独对象。

“转换为图块”：在图形屏幕上保留原图，并将其转化为插入块的形式。

“删除”：在图形屏幕上不保留原图。

“设置”选项组主要功能如下：

“块单位”：通过下拉列表框可以选择块的一个插入单位。

“说明”：在该区中可以输入与块定义相关的说明部分。

3. 插入块

在绘图过程中，若需要应用图块时，可以利用“插入块”命令将已创建的图块插入到当前图形中。在插入图块时，用户需要指定图块的名称、插入点、缩放比例和旋转角度等。

操作步骤如下：


单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，打开“插入”对话框，如图 5-2 所示。用户可以利用它在图形中插入块或其他图形，并且在插入块的同时还可以改变所插入块



图 5-2 块“插入”对话框

或图形的比例与旋转角度。

块“插入”对话框内容：

“插入点”：根据插入图形的放置位置，确定插入点。定义图块时所确定的插入基点，将与当前图形中选择的插入点重合。将图形文件的整幅图形作为图块插入时，它的插入基点即是该图的原点。若想重新确定一个插入点，可以用“BASE”命令实现。

“缩放比例”：插入图块时 X、Y、Z 三个方向可以采用不同的缩放比例，也可以通过选择“统一比例”来选择所插入图块的 X、Y、Z 三个方向使用相同的缩放比例。

“旋转”：在该区域，用户可以指定图块插入时的旋转角度值，也可以直接在屏幕上指定。

“分解”：当前图形中插入的图块是作为一个整体存在的，因此不能对其中已失去独立性的某一基本对象进行编辑。若在“插入”对话框中选择“分解”，则可将插入的图块分解成组成图块的各基本对象，这样以后再对插入图块中的某一部分进行编辑时，就不必受到图块整体性的限制了。

利用块“插入”对话框还可插入任意一个 .dwg 图形文件，此时系统将首先在当前图形中查找指定的图块，若找不到，则在文件夹中搜索具有该名的图形文件，并将该图形文件的图形以图块的形式调入到当前图形中。若图形文件不在当前文件夹中，则可以单击“浏览”按钮，弹出“选择图形文件”对话框，通过该对话框来选择其他文件夹或路径下的图形文件。图形文件插入后在当前图形中形成一个以文件名命名的图块。另外，在被插入的图形文件中定义的图块亦可在当前图形中使用。

4. 存储块

将图形定义为图块后，只能在图形所在的图形文件中使用，这种块称为“内部块”。利用保存图块（WRITE BLOCK）命令，可以将图块保存为一个独立的文件，从而成为公共图块，能够被插入到其他图形文件中使用，这种块称为“外部块”。在 AutoCAD2007 中，使用 WBLOCK 命令可以将块以文件的形式写入磁盘。执行 WBLOCK 命令将打开“写块”对话框，如图 5-3 所示。




图 5-3 “写块”对话框

5. 分解图块

当在图形中使用块时，AutoCAD 将块作为一个整体的对象处理，只能对整个块进行编辑。如果用户需要编辑组成块的某个对象时，需要将块的组成对象分解为单一个体。

将图块分解，有以下几种方法：

插入图块时，在“插入”对话框中，选择“分解”复选框，再单击“确定”按钮，插入的图形仍保持原来的形式，但可以对其中某个对象进行修改。

插入图块对象后，使用“分解”命令，单击工具栏中的  按钮，将图块分解为多个对象。

5.1.2 带属性的图块

用来对图块进行说明的非图形信息被称为属性。运用属性管理方法，可以在图块中放置对其进行说明的非图形信息，例如代号中的字母、参数值等，属性还可以用于放置与图块有关的文本。例如，用属性构成标题栏中的动态信息，如图名、图号、日期等。

属性是图块的一个组成部分，是对图块的文字说明。当利用删除命令删除图块时，属性也被删除。属性与文本具有一些共同的特征（如文字样式等）。但又不同于文本，属性是用指定名字标记一组文本，作为属性具体内容的这组文本称之为属性值。

为了使用属性，必须首先定义属性，然后将包含属性在内的某一图形定义为图块，之后就可以在当前图形或其他图形中插入带有属性的图块了。

1. 创建并使用带有属性的块

创建带有属性的图块时，需要作为图块的图形与标记图块属性的信息，将这两个部分进行属性的定义后，再定义为图块即可。

(1) 打开“属性定义”对话框

选择“绘图”→“块”→“定义属性”命令 (ATTDEF)，可以使用打开的“属性定义”对话框创建块属性，如图 5-4 所示。



图 5-4 “属性定义”对话框

(2) 定义属性

“属性定义”对话框各选项的功能如下：

1) “模式”选项组有四种属性

“不可见”：选择该复选框，表示在插入时不显示或不打印属性值。

“固定”：选择该复选框，表示在插入图块时给属性赋固定值，即在插入时不再提示属性信息，也不能对该属性值进行修改。

“验证”：选择该复选框，表示在插入图块时将提示验证属性值是否正确。如果发现错误，可以在该提示下重新输入正确的属性值。读者一般情况下可以选用验证模式。

“预置”：选择该复选框，表示在插入包含预置属性值的图块时，系统不再提示读者输入属性值，而是自动插入默认值（即插入对话框中“属性”选项组“值”文本框中的内容）。

2) “属性”选项组可输入三种参数：

“标记”：是属性的名字，提取属性时要用此标记，它相当于数据库中的字段名。属性标记不能为空值，可以使用任何字符组合，最多可以选择 256 个字符。

“提示”：用于设置属性提示，在插入该属性图块时，命令提示行将显示相应的提示信息。

“值”：属性文字，是插入块时显示在图形中的值或文字字符，该属性可以在块插入时改变。

3) “插入点”选项组：用于设置属性的插入点，即属性值在图形中的排列起点。插入

点可在屏幕上指定，也可以通过在 X、Y、Z 文本框输入相应的坐标值作为属性的定位点。

4) “文字选项”选项组：可以设置属性文字的对正、文字样式、高度和旋转。

5) “在上一个属性定义下对齐”复选框：选中该复选框，表示使用与上一个属性文字相同的文字样式、文字高度以及旋转角度，并在上一个属性文字的下一行对齐。选中该复选框后，插入点和文字选项不能再定义。如果之前没有创建属性定义，则此选项不可用。

6) “锁定块中的位置”复选框：选中该复选框，锁定块参照中属性的位置。

2. 在图形中插入带属性定义的块

块的属性定义后，带属性的块创建过程与一般块创建过程一样，带有属性的块创建完成后，就可以使用“插入”对话框，在文档中插入该块。

3. 修改属性定义

选择“修改”→“对象”→“文字”→“编辑”命令（DDEDIT）或双击块属性，打开“编辑属性定义”对话框，如图 5-5 所示。使用“标记”、“提示”和“默认”文本框可以编辑块中定义的标记、提示及默认值属性。



图 5-5 “编辑属性定义”对话框

4. 编辑块属性

选择“修改”→“对象”→“属性”→“单个”命令（EATTEDIT），或在“修改 II”工具栏中单击“编辑属性”按钮，都可以编辑块对象的属性。在绘图窗口中选择需要编辑的块对象后，系统将打开“增强属性编辑器”对话框，如图 5-6 所示。



图 5-6 “增强属性编辑器”对话框

“增强属性编辑器”对话框有三个选项卡：

“属性”选项卡：显示了当前图块中每个属性定义的标记、提示和值。如果选择某一个属性，系统就会在“值”文本框中显示其对应的属性值。用户可以通过该文本框对图块的属性值进行编辑修改。

“文字选项”选项卡：用于修改属性文字的格式，用户可以通过对应的文本框进行修改。

“特性”选项卡：用于修改属性对象的特性，包含属性所在的图层及其具有的线型、颜色和线宽等。

5. 块属性管理器

选择“修改”→“对象”→“属性”→“块属性管理器”命令（BATTMAN），或在“修改Ⅱ”工具栏中单击“块属性管理器”按钮，都可打开“块属性管理器”对话框，如图 5-7 所示，可在其中管理块中的属性。



图 5-7 “块属性管理器”对话框

“块属性管理器”对话框各选项的功能如下：

(1) “块”

该下拉列表框用于列出当前图形中具有属性的图块名称。从下拉列表框中选择一个要操作的图块对象，这时它所具有的属性定义就会显示在下方列表框中。

(2) “选择块”

单击该按钮，将切换到绘图窗口，可以选择其他需要进行属性编辑的图块。

(3) “同步”

用于将属性定义的编辑同步应用于使用了该定义的其他图块对象。

(4) “上移”或“下移”

当一个图块中有两个以上的属性定义时，单击相应按钮，即可将选中的属性定义的位置前移或后移。

(5) “编辑”

单击该按钮，弹出“编辑属性”对话框。该对话框可以修改图块属性的有关特性。

(6) “删除”

可以从图块定义中删除选定的属性。当定义的图块仅有一个属性定义时，该按钮不可以使用。

(7) “设置”

单击该按钮，将打开“设置”对话框，如图 5-8 所示，可以通过选择复选框，重新定义“块属性管理器”中列出属性信息的显示方式。



图 5-8 “设置”对话框

5.1.3 外部参照

1. 外部参照特点

外部参照是将外部文件全部或部分地引用到当前文件中，作为参照。如果希望外部参照文件成为当前文件的一部分，可以将其绑定成为外部图块应用到当前文件中去，不需要时可以卸载或拆离外部参照。外部参照具有如下特点：

- 1) 外部参照只记录引用信息，更加节省存储空间。
- 2) 任何外部参照的改变都可以反映到当前图形文件中，即外部参照可以实时更新。如果外部参照文件改变了，在当前文件中可以反映出来，这可以方便多人同时设计一幅图。
- 3) 外部参照在绑定之前，不能编辑和分解。
- 4) 外部参照文件被改名或移动路径，需要重新指定文件和路径，以确保当前图形可以找到它。
- 5) 可以只显示外部参照的一部分，即裁剪外部参照。
- 6) 在 AutoCAD2007 中，丰富了外部参照的功能，现在外部参照修改后，用户会立即得到通知，便于刷新参照，这使得合作完成设计任务更加方便。
- 7) 外部参照与块有相似的地方，但它们的主要区别是一旦插入了块，该块就永久性地插入到当前图形中，成为当前图形的一部分。而以外部参照方式将图形插入到某一图形（称之为主图形）后，被插入图形文件的信息并不直接加入到主图形中，主图形只是记录参照的关系。

2. 使用外部参照

操作步骤：

选择“插入”→“DWG 参照”菜单命令或命令行输入 XATTACH 激活命令，弹出“选择参照文件”对话框，在对话框内选择外部参照文件。单击对话框中的“打开”按钮，弹出如图 5-9 所示的“外部参照”对话框，对各项设置后单击“确定”按钮，该文件被参照到当前文件中。



图 5-9 “外部参照”对话框

“外部参照”对话框各选项的功能如下：

“名称”：在该对话框中显示的是所选择的“参照文件”的文件名。也可以在此文本框中重新输入外部参照的文件名，或单击“确定”按钮，重回到“选择参照文件”对话框中，重新选择外部参照文件名。

“参照类型”：单击“附着型”或“覆盖型”单选框来确定参照类型。

“附着型”：可实现外部参照的多级嵌套，以实现数据共享，但是不能循环嵌套。例如，A 图引用了 B 图，B 图又引用了 C 图，此时 C 图将不能再引用 A 图。

“覆盖型”：覆盖外部参照不能显示嵌套的附着或覆盖外部参照，即它仅显示一层深度。例如，A 图覆盖引用了 B 图，而 B 图又附着或覆盖引用了 C 图时，C 图在 A 图中是不可见的。正因为如此，覆盖引用才允许循环引用。

“路径类型”：提供了三种路径类型供选择。

“完整路径”：是确定外部参照文件位置的完整的路径结构，即该文件的绝对路径。这是默认选项也是最明确的选项，但缺乏灵活性。

“相对路径”：是依靠宿主图形文件位置来指定该外部参照文件的路径，使用“相对路径”附着外部参照可以获得更大的灵活性。

“无路径”：指外部参照文件没有保存路径信息。

“插入点”、“比例”、“旋转”：选择附着参照中的插入点、比例因子及旋转角度的选取与图块插入时的相应操作相同。

3. 外部参照绑定

“外部参照绑定”是将外部参照中的某一部分相关符号绑定到当前图形中，成为当前图

形中不可分割的组成部分。

外部参照中除了包括图形对象外，还可以包括图块、标注样式、图层、线型和文字样式这样的相关符号。附着外部参照时，AutoCAD 通过在名称前加外部参照图形名来区分相关符号名称和当前图形中相应名称。附着外部参照时，其相关符号的定义并不永久添加到图形中。相反，每次重载时这些定义从参照文件中重新加载。用户不能直接参照相关符号，例如不能将相关图层设为当前图层，并在其中创建新对象。

命令激活方式：选择菜单栏“修改”→“对象”→“外部参照”→“绑定”或命令行输入 XBIND。

5.2 AutoCAD 设计中心

AutoCAD 设计中心 (AutoCAD Design Center, 简称 ADC), 是一个集管理、查看和重复利用图形的多功能高效工具。利用设计中心, 用户不仅可以浏览、查找、管理 AutoCAD 图形等不同资源, 而且只需要拖动鼠标, 就能轻松地将一张设计图纸中的图层、图块、文字样式、标注样式、线型、布局及图形等复制到当前图形文件中。

1. 启动 AutoCAD 设计中心

选择“工具”→“设计中心”命令, 或在“标准”工具栏中单击“设计中心”按钮, 可以打开“设计中心”窗口, 如图 5-10 所示。



图 5-10 AutoCAD 设计中心窗口

2. AutoCAD 设计中心窗口组成

- 1) 树状视图框：树状视图框用于显示系统内的所有资源。
- 2) 内容框：内容框又称控制板，位于树状视图框右上方，当在树状视图框中选中某一项时，AutoCAD 会在内容框显示所选项的内容。
- 3) 工具栏：工具栏位于窗口上部，由“打开”、“后退”、“向前”、“上一级”、“搜索”、“收藏夹”、“树状视图框切换”、“预览”、“说明”、“视图”等按钮组成。

“打开”：显示“打开”对话框（标准的文件选择对话框）。使用“打开”对话框浏览

本地计算机、网络服务器或 Web 上的文件，然后选择内容加载到内容区域。

“后退”：返回到历史记录列表中最近一次的位置。

“前进”：返回到历史记录列表中下一次的位置。

“上一级”：显示当前文件夹或驱动器符等的上一级的内容。

“搜索”：显示搜索对话框，从中可以指定搜索条件，以便在图形中查找图形、图块和非图形对象。利用“搜索”对话框查找系统资源时，可以节省时间、提高工作效率。

“收藏夹”：在内容区域中显示“收藏夹”文件夹的内容。“收藏夹”文件夹包含经常访问项目的快捷键。要为“收藏夹”添加项目，可以在内容区域或树状图中的项目上单击右键弹出快捷菜单，然后单击添加到“收藏夹”。要删除“收藏夹”中的项目，可以使用快捷菜单中的“组织收藏夹”选项，然后使用快捷菜单中的“刷新”选项。

“默认”：将设计中心返回到默认文件夹。

“树状图切换”：显示和隐藏树状图。隐藏树状图时，设计中心窗口只显示右边窗口内容区域。

“预览”：显示和隐藏“预览”窗口。通过“预览”窗口可以预览当前选择的某一内容的图形。

“说明”：显示和隐藏“说明”窗口。通过“说明”窗口说明“预览”窗口图形的信息（如果有的话）。

“视图”：单击右侧的小箭头，将弹出一个下拉菜单，有四种显示方式供用户选择，由此确定显示窗口显示方式。

4) 选项卡：AutoCAD 设计中心有“文件夹”、“打开的图形”、“历史记录”、“联机设计中心”四个选项卡。

3. 使用 AutoCAD 设计中心

使用 AutoCAD 设计中心，可以方便地在当前图形中插入块，引用光栅图像及外部参照，在图形之间复制块、图层、线型、文字样式、标注样式以及用户定义的内容等。

(1) 打开图形文件

1) 用右键菜单打开图形

在设计中心的内容框中用右键单击所选图形文件的图标，打开右键菜单，在右键菜单中选择“在应用程序窗口中打开”选项，可将所选图形文件打开并设置为当前图形。

2) 用拖动方式打开图形

在设计中心的内容框中，单击需要打开的图形文件的图标，并按住左键将其拖动到主窗口中的除绘图框以外的任何地方（如工具栏或命令行），松开鼠标左键后，AutoCAD 即打开该图形文件并设置为当前图形。

(2) 复制图形文件

利用 AutoCAD 设计中心，可以方便地将某一图形中的图层、线型、文字样式、尺寸样式及图块通过鼠标拖放添加到当前图形中。

操作方法：在内容框或通过“查询”对话框找到对应内容，然后将它们拖动到当前打开图形的绘图区后放开按键，即可将所选内容复制到当前图形中。

如果所选内容为图块文件，拖动到指定位置松开左键后，即完成插入块操作。

也可以使用复制粘贴的方法：在设计中心的内容框中，选择要复制的内容，再用鼠标右

键单击所选内容，打开右键菜单，在右键菜单中选择“复制”选项，然后单击主窗口工具栏中“粘贴”按钮，所选内容就被复制到当前图中。

(3) 用设计中心查找及添加信息到图形中

利用“设计中心”的“搜索”工具，可以打开“搜索”对话框，如图5-11所示。用户可在“搜索”对话框中设置搜索条件，可以实现快速地查找图层、图块、标注样式和图文等信息。

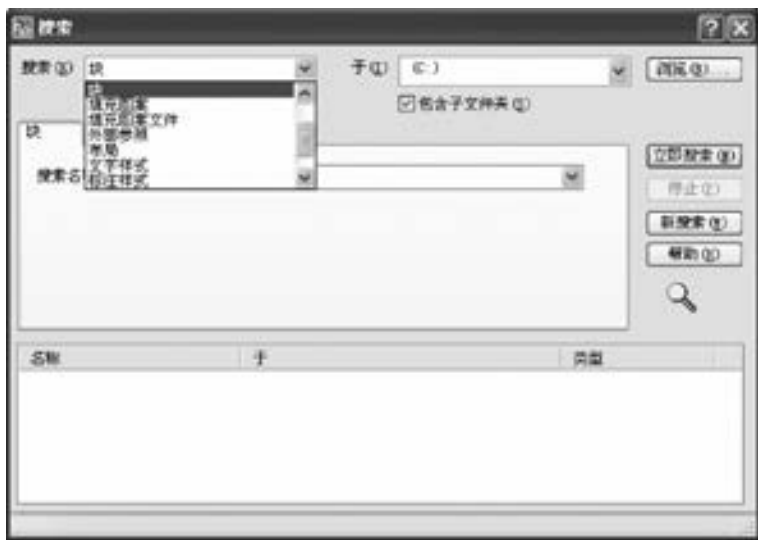



图 5-11 “搜索”对话框

操作步骤：

- 1) 在“设计中心”工具栏中单击按钮，弹出“搜索”对话框，在“搜索”下拉列表框中选取对象为“块”。
- 2) 单击“浏览”按钮，指定开始搜索的位置。
- 3) 在“搜索名称”中输入搜索的图块名。
- 4) 单击“立即搜索”，在对话框下方显示搜索结果。
- 5) 可选择其中一个搜索结果，直接将其拖拽到绘图区，则块应用到当前图形。
注意，如果要查找新的内容，则需单击“新搜索”按钮以清除以前的搜索设置。

5.3 图块应用实例

【例 5-1】 创建带有属性的晶体管符号图块，并把它应用到如图 5-12 所示的图形中。

操作步骤如下：

- 1) 首先以恰当的大小，绘制一个 PNP 型晶体管符号，如图 5-13a 所示。
- 2) 选择“绘图”→“块”→“定义属性”菜单命令，

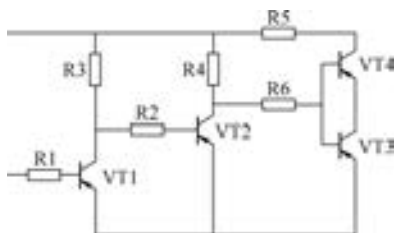



图 5-12 带属性块图例

弹出“定义属性”对话框。

3) 在“属性”选项组的“标记”文本框中输入晶体管符号标记“VTX”，在“提示”文本框中输入提示文字“输入 PNP 型晶体管符号”，在“值”数值框中输入晶体管符号值“VT1”。

4) 在“属性定义”对话框中“插入点”选项组中单击“拾取基点”按钮，在绘图窗口中指定属性的插入点（如 PNP 型晶体管符号右侧对中处单击鼠标拾取基点），再单击该对话框中的“确定”按钮，完成属性定义。

5) 选择“绘图”→“块”→“创建”菜单命令，弹出“块定义”对话框，在“名称”文本框中输入块的名称“晶体管符号”，单击“基点”选项组中的“拾取点”按钮，并在绘图窗口中选择矩形晶体管符号左侧竖直线中点作为图块的基点，单击“块定义”对话框中的“确定”按钮，弹出“编辑属性”对话框，直接单击该对话框中的“确定”按钮，完成带属性块的创建。

6) 使用 WBLOCK 命令将块以文件的形式写入磁盘备用。

7) 在绘图窗口中绘制图 5-12 所示晶体管插入前底图及插入位置，如图 5-13b 所示。

8) 选择“插入”→“块”菜单命令，弹出“插入”对话框，在“名称”文本框中通过“浏览”找到已创建的“晶体管符号”块，单击“确定”按钮，并根据命令行提示输入晶体管符号的值和插入点等即可。把此块全部插入到图中合适位置后如图 5-14 所示。

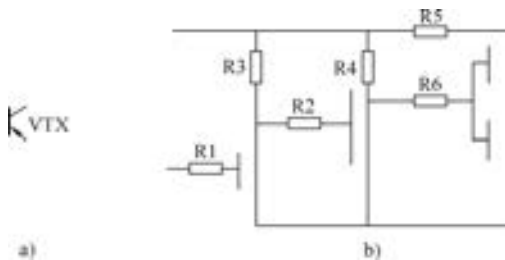


图 5-13 图块应用实例

a) 绘制晶体管符号 b) 绘制晶体管插入前底图及插入位置线

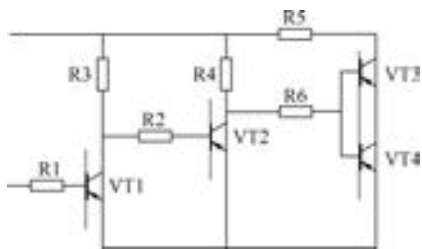


图 5-14 晶体管插入后的图形

最后经修剪与删除等图形编辑操作，完成图 5-12 所示图形。

第6章 图形输出

AutoCAD2007 提供了图形输入与输出接口，不仅可以将其其他应用程序中处理好的数据传送给 AutoCAD，还可以将在 AutoCAD 中绘制好的图形打印出来，或者把它们的信息传送给其他应用程序。此外，为适应互联网的快速发展，使用户能够快速有效地共享设计信息，AutoCAD2007 强化了其 Internet 功能，使其与互联网相关的操作更加方便、高效，可以创建 Web 格式的文件（DWF），以及发布 AutoCAD 图形文件到 Web 网页。

6.1 打印设备的配置

将 AutoCAD 中的图形输出到图纸上，可以通过绘图仪和打印机来实现。目前流行的打印机主要有激光打印机和喷墨打印机，一般用来打印幅面较小的图纸（如 A3 或 A4），幅面较大的图纸（如 A2 ~ A0），一般通过绘图仪打印。

绘图仪和打印机的种类与型号较多，要输出图形必须配备相应的打印设备。在 AutoCAD 里，用户可以使用 AutoCAD 系统内部打印机或者操作系统打印机输出图形，并方便地设置、修改打印机及其他打印参数。用户可根据自己的打印机或绘图仪等输出设备的型号，在 Windows 或 AutoCAD 中设置自己的输出设备。

绘图仪管理器是一个窗口，其中列出了用户安装的所有非系统打印机的绘图仪配置（PC3）文件。如果希望使用的默认打印特性不同于 Windows 所使用的打印特性，就要创建绘图仪配置文件，用它来指定端口信息、光栅图形和矢量图形的质量、图纸尺寸以及取决于绘图仪类型的自定义特性。

绘图仪管理器包括“添加绘图仪”向导，此向导是创建绘图仪配置的基本工具。选择下述方式输入命令：选择“文件”→“绘图仪管理器”菜单命令；选择“工具”→“选项”，在“打印和发布”选项卡中单击“添加或配置绘图仪”按钮；输入命令 PLOTTERMANAGER，系统弹出“Plotters”（绘图仪管理器）对话框，如图 6-1 所示。双击“添加绘图仪向导”图



图 6-1 “Plotters”（绘图仪管理器）对话框

标, 进行绘图仪设置。

6.2 设置打印样式

6.2.1 打印样式类型

1. 打印样式含义

打印样式是一种用来控制每个对象或图层的打印方式的可选方法。为对象或图层指定打印样式将替代其打印特性, 如颜色和线宽, 但这只影响打印对象的外观。打印样式表用于收集打印样式组, 并将它们保存在一个以后打印时可以指定的文件中。打印样式管理器是一个窗口, 其中显示了所有可用的打印样式表。

2. 打印样式类型

打印样式有颜色相关打印样式表和命名打印样式表两种。一个图形只能使用一种类型的打印样式表。用户可以在两种打印样式表之间转换, 也可以在设置了图形的打印样式表类型之后, 修改所设置的类型。

1) 对于颜色相关打印样式表, 对象的颜色确定如何对其进行打印。这些打印样式表文件的扩展名为“.ctb”, 不能直接为对象指定颜色相关打印样式。相反, 要控制对象的打印颜色, 必须修改对象的颜色。例如, 图形中所有被指定为红色的对象均以相同的方式打印。

2) 命名打印样式表使用直接指定给对象和图层的打印样式。这些打印样式表文件的扩展名为“.stb”。使用这些打印样式表可以使图形中的每个对象以不同颜色打印, 与对象本身的颜色无关。

6.2.2 打印样式设置

可以使用打印样式管理器来添加、删除、重命名、复制和编辑打印样式表。AutoCAD 提供的打印样式可对线条颜色、线型、线宽、线条终点类型和交点类型、图形填充模式、灰度比例、打印颜色深浅等进行控制, 为打印样式的编辑和管理提供了方便。

选择“文件”→“打印样式管理器”菜单命令, 选择上述方式输入命令, 系统弹出如图 6-2 所示“Plot Styles”(打印样式)管理器对话框, 在此对话框内列出了当前正在使用的所有打印样式文件。

在“Plot Styles”(打印样式)管理器对话框内双击任一种打印样式文件, 弹出“打印样式表编辑器”对话框。对话框中包含“基本”、“表视图”、“格式视图”三个选项卡。在各选项卡中可对打印样式进行重新设置。

三个选项卡的说明如下:

“基本”选项卡如图 6-3 所示, 在该选项卡中列出了打印样式表文件名、说明、版本号、位置和表类型, 也可在此确定比例因子。

“表视图”选项卡如图 6-4 所示, 在该项选项卡中, 可对打印样式中的说明、颜色、线宽等进行设置。

单击“表视图”选项卡中“编辑线宽”按钮, 系统弹出如图 6-5 所示“编辑线宽”对话框。在此列表中列出了 28 种线宽, 如果表中不包含所需的线宽, 可以单击“编辑线宽”



图 6-2 “Plot Styles”（打印样式）管理器对话框



图 6-3 “基本”选项卡

按钮，对现有线宽进行编辑，但不能在表中添加或删除线宽。

“格式视图”选项卡如图 6-6 所示，该选项卡与“表视图”选项卡内容相同，只是表现的形式不一样。在此可以对所选择风格的特性进行修改。



图 6-4 “表视图”选项卡



图 6-5 “编辑线宽”对话框



图 6-6 “格式视图”选项卡

6.3 输出图形

6.3.1 模型空间与图纸空间

1. 模型空间

系统的默认状态为模型空间，模型空间是指用户在其中进行的设计绘图的工作空间。在

模型空间中，可完成二维绘图或三维模型，标注必要的尺寸和文字说明。当在绘图过程中，如只涉及一个视图时，在模型空间就可以完成图形的绘制和打印等操作，因而模型空间是最常用的空间。

2. 图纸空间

图纸空间（又称为布局）可以看作是由一张图纸构成的平面，如图 6-7 所示。使用布局可以构成打印页，布局可显示出页面的边框和实际的打印区域。页面尺寸和实际的打印区域取决于指定给布局的打印机或绘图仪。

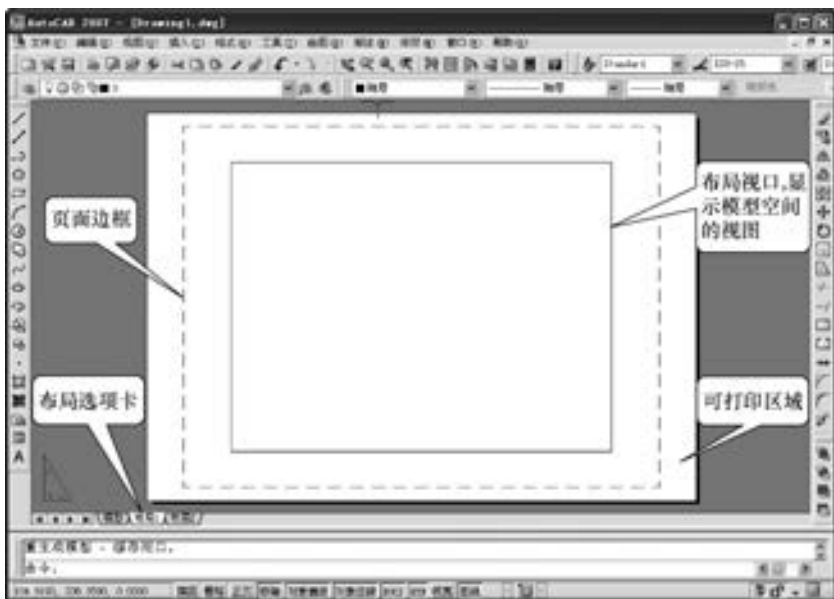


图 6-7 布局视图

图纸空间上的所有图纸均为平面图，不能从其他角度观看图形，利用图纸空间，可以把在模型空间中绘制的三维模型在同一张图纸上以多个视图的形式排列（如主视图、俯视图、剖视图），以便在同一张图纸上输出它们，而且这些视图可以采用不同的比例，而在模型空间则无法实现这一点。

6.3.2 平铺视口与浮动视口

1. 平铺视口

视口是指在模型空间中显示图形的某个部分的区域，对较复杂的图形，为了比较清楚地观察图形的不同部分，可以在绘图区域上同时建立多个视口进行平铺，如图 6-8 所示，以便显示几个不同的视图。如果创建多视口时的绘图空间不同，所得到的视口形式也不相同，若当前绘图空间是模型空间，创建的视口称为平铺视口，若当前绘图空间是图纸空间，则创建的视口称为浮动视口。

平铺视口的特点：

- 1) 视口是平铺的，它们彼此相邻，大小、位置固定，且不能重叠。
- 2) 当视口处于激活状态，其边界为粗边框显示，光标呈十字形，在其他视口中，呈小



图 6-8 “视口”对话框

箭头状。

- 3) 只能在当前视口进行各种绘图、编辑操作。
- 4) 只能将当前视口中的图形打印输出。
- 5) 可以对视口配置命名保存, 以备以后使用。

2. 浮动视口

在图纸空间 (布局) 可以创建多个视口, 这些视口称为浮动视口。

浮动视口的特点:

- 1) 视口是浮动的。各视口可以改变位置, 也可以相互重叠。
- 2) 浮动视口位于当前层时, 可以改变视口边界的颜色, 但线型总为实线, 可以采用冻结视图边界所在图层的方式来显示或不打印视口边界。
- 3) 可以将视口边界作为编辑对象, 进行移动、复制、缩放、删除等编辑操作。
- 4) 可以在各视口中冻结或解冻不同的图层, 以便在指定的视图中显示或隐藏相应的图形、尺寸标注等对象。
- 5) 可以在图纸空间添加注释等图形对象。
- 6) 可以创建各种形状的视口。

3. 布局与视口关系

“布局”选项卡上的布局视口可显示模型空间的视图, 布局视口与模型空间的关系可以概括为以下几点:

- 1) 图形中的大多数对象是从“模型”选项卡上在模型空间创建的。
- 2) 要在布局中显示和缩放模型空间的视图, 需创建布局视口。
- 3) 通过布局视口输入模型空间, 主要是为了方便平移视图, 并设置图层可见性。
- 4) 可以分别控制每个布局视口中的图层可见性。
- 5) 要对图形进行任何重大编辑, 请使用“模型”选项卡。
- 6) 要创建正确缩放的标注, 请从“布局”选项卡输入模型空间, 然后对该模型进行标注。

6.3.3 页面设置

1. 页面设置的作用

页面设置是打印设备和其他影响最终输出的外观和格式的设置集合。创建布局时，需要指定绘图仪和设置（例如图纸尺寸和打印方向），这些设置保存在页面设置中，可以修改这些设置，并将其应用到其他布局中，页面设置是打印出图必须设置的内容之一。

在“模型”选项卡中，完成图形之后，可以通过单击“布局”选项卡开始创建要打印的布局。首次单击“布局”选项卡时，页面上将显示单一视口。虚线表示图纸中当前配置的图纸尺寸和绘图仪的打印区域。设置布局后，可以为布局的页面指定各种设置，其中包含打印设备设置和其他影响输出的外观和格式的设置。

2. 页面设置与管理

要管理打印设置，可以使用页面设置管理器，将它们命名并保存为一个页面设置。准备好要打印时，可以在“打印”对话框中，指定页面设置的名称。例如，假设要切换到不同的绘图仪进行颜色输出，可以指定以前保存的一个页面设置的名称，以便快速恢复与该绘图仪相关联的所有设置。要切换回去，则可以指定原来的页面设置的名称。每个布局选项卡都可以具有相关联的命名页面设置。页面设置保存在图形中，可以随时修改页面设置中的设置。

如果在创建布局时没有指定“页面设置”对话框中的所有设置，可以在打印之前设置页面或者在打印时替换页面设置，可以对当前打印任务临时使用新的页面设置，也可以保存新的页面设置。

启用“页面设置”命令的方法是选择“文件”→“页面设置管理器”菜单命令，系统将弹出如图 6-9 所示的“页面设置管理器”对话框。在此对话框中，单击“新建”按钮，系统将弹出如图 6-10 所示“新建页面设置”对话框。



图 6-9 “页面设置管理器”对话框



图 6-10 “新建页面设置”对话框

以此对话框中的“新页面设置名”文本框中，输入要设置的名称，如“设置1”，单击“确定”按钮。在系统默认的模型空间状态下，弹出如图 6-11 所示的“页面设置-模型”对话框。



图 6-11 “页面设置-模型”对话框

“页面设置-模型”对话框中各选项的说明如下：

(1) 打印机/绘图仪

在“打印机/绘图仪”选项中可以选输出设备，单击“特性”按钮，系统弹出如图 6-12 所示“绘图仪配置编辑器”对话框，当用户需要自定义特性或自定义图纸大小时，可选择有关项目进行修改。

(2) 打印样式表

用于选择打印样式或新建打印文件的名称及类型，是打印方式的可选方法。

(3) 图纸尺寸

选择要使用的图纸尺寸，列出的图纸尺寸取决于用户在“页面设置”对话框中选定的打印机或绘图仪。可用绘图仪列表包括所有当前配置的 Windows 系统打印机和使用非系统驱动程序的绘图仪。

(4) 打印区域

用户可以在“打印区域”的“打印范



图 6-12 “绘图仪配置编辑器”对话框

围”下拉列表框中设置需要输出的图形范围，在该下拉列表框中包含四种打印范围。

“窗口”：打印用户设定的打印区域。选择此选项后，AutoCAD 系统将提示用户设置需要打印区域的两个对角点，用户可以通过“打印范围”右边的“窗口”按钮，重新设定打印区域。

“范围”：打印当前图纸中所有已经绘制的图形对象。

“图形界限”：打印之前使用“图形界限”（LIMITS）命令，设定图形界限范围。

“显示”：打印当前窗口显示的图形。

(5) 打印比例

用户可以在“打印比例”区域中的“比例”下拉列表框中设置打印图纸的比例。用户绘图时为了方便，一般根据实物按 1:1 的比例绘图，故打印图纸时，需要根据图纸尺寸确定打印比例，该比例是图纸尺寸单位与图形单位的比值。例如当图纸尺寸单位是 mm 时，用户把打印比例设置为 1:10 后，则图纸上的 1mm 代表 10 个图形单位。当打印比例难确定时，用户可以通过选择“布满图纸”选项，使 AutoCAD 自动缩放图形，以充满所选定的图纸。

(6) 打印偏移

打印偏移指定打印区域相对于图纸左下角的偏移量。

X：指定打印原点在 X 方向的偏移量。

Y：指定打印原点在 Y 方向的偏移量。

居中打印：选择该项，系统会自动计算 X 和 Y 偏移值，将打印图形置于图纸正中间。

(7) 着色视口选项

可以选择若干用于打印着色和渲染视口的选项。可以按显示、在线框中、删除隐藏线或按渲染打印视口，此项为可选项。


(8) 打印选项

用于指定线宽、打印样式、着色打印和对象打印次序等选项。

(9) 图形方向

图形方向决定了图形的打印位置是横向（图形的长边为水平方向）还是纵向（图形的长边为垂直方向），这取决于选定图纸的尺寸。在该项中，列出了放置图纸的三种位置，“横向”和“纵向”放置及“反向打印”。反向打印表示相对于图纸纵向或横向的基础上，将图形转 180°打印。

6.3.4 模型空间输出图形

启用“打印图形”命令有三种方法：选择“文件”→“打印”菜单命令，在标准工具栏中单击“打印”按钮，输入命令 PLOT。输出图形操作步骤：

1. 配置系统打印机

2. 进行页面设置

选择“文件”→“页面设置管理器”菜单命令，进行页面设置，过程如下：

- 1) 打开一个新图形。
- 2) 单击菜单栏“文件”→“页面设置管理器”。
- 3) 在“页面设置管理器”对话框中单击“新建”按钮。
- 4) 在“新建页面设置”对话框中，输入页面设置名，如“设置 1”，单击“确定”

在 AutoCAD2007 中, 当在绘图窗口中选择一个“布局”选项卡后, 选择“文件”→“打印”命令打开“打印-布局”对话框, 如图 6-14 所示。在布局中输出图形前, 仍然应先对要打印的图形进行页面设置, 然后再输出图形。其输出的命令和操作方法与模型空间输出图形相似。



图 6-14 “打印-布局”对话框

6.3.6 发布 DWF 文件

国际上通常采用 DWF (Drawing Web Format, 图形网络格式) 图形文件格式。DWF 文件可在任何装有网络浏览器和 Autodesk WHIP! 插件的计算机中打开、查看和输出。可以从 Autodesk 网站上免费获取 Autodesk DWF Viewer 软件查看 DWF 文件。

DWF 文件支持图形文件的实时移动和缩放, 并支持控制图层、命名视图和嵌入链接显示效果。

DWF 文件是矢量压缩格式的文件, 可提高图形文件打开和传输的速度, 缩短下载时间。以矢量格式保存的 DWF 文件, 完整地保留了打印输出属性和超链接信息, 并且在进行局部放大时, 基本能够保持图形的准确性, 并且能够提供更高的分辨率。

AutoCAD 的 ePlot 图形输出功能可生成 DWF 格式文件。要生成它, 首先应创建 ePlot 配置文件, 使用 DWF6 ePlot.pc3 绘图仪配置文件, 可创建带有白色背景和纸张边界的 DWF 文件。通过 ePlot 可指定多种设置, 如指定画笔、旋转和图纸尺寸等, 所有这些设置都会影响 DWF 文件的打印外观。

【例 6-1】 打开“AH3 柜二次电气原理图”图形, 单击“布局 1”选项卡, 如图 6-15 所示, 以现有布局 1 新建页面设置, 将图形打印到 DWF 文件中。

通常不需要在“DWF6 ePlot 特性”对话框中修改设置。但是如果需要对 DWF6 ePlot 配置进行一些细微修改, 则可以通过“DWF6 ePlot 特性”对话框来实现。可以指定颜色深度、



图 6-15 “AH3 柜二次电气原理图” 布局视图

显示分辨率、文件压缩、字体处理、笔设置以及其他选项的设置。创建 DWF6 文件时，使用应用 DWF6 驱动程序型号的绘图仪配置文件，必须使用 DWF6 ePlot.pc3 文件打印 DWF6 文件。

输出图形操作步骤如下：

- 1) 打开“AH3 柜二次电气原理图”图形，单击“布局 1”选项卡，如图 6-15 所示。
- 2) 单击菜单栏“文件”→“页面设置管理器”。
- 3) 在“页面设置管理器”对话框中单击“新建”按钮。
- 4) 在“新建页面设置”对话框中，输入页面设置名如“设置 1”，单击“确定”按钮。
- 5) 更改“页面设置”对话框中的一些设置，如图 6-16 所示。



图 6-16 “页面设置-设置 1”对话框

在“图纸尺寸”选择“ISO A4 (210.00 × 297.00 毫米)”，在“打印区域”下，单击“窗口”，通过“打印范围”右边的“窗口”按钮重新设定打印区域。在“图形方向”下，单击“横向”单选按钮，在“打印比例”下，选择“布满图纸”复选框，使 AutoCAD 自动缩放图形，以充满所选定的图纸。在“打印机/绘图仪”选项中选择 DWF 6ePlot.pc3，单击“确定”按钮。

6) 在“页面设置管理器”对话框中，单击“设置 1”按钮，然后单击“置为当前”按钮，“设置 1”页面设置即与当前“布局”选项卡相关联。

7) 在“页面设置管理器”对话框中单击“关闭”按钮。

8) 选择“文件”→“打印”命令，系统打开“打印-布局 1”对话框，如图 6-17 所示。如有必要时，单击“打印范围”右边的“窗口”按钮，重新设定打印区域。单击对话框底部的“预览”按钮进行打印预览，如预览效果不理想，可进行修改设置。预览打印之后，按 Esc 键，单击“确定”按钮，以关闭“打印-布局 1”对话框，并将图形打印到 DWF 文件中。使用 Autodesk DWF Viewer 可查看 DWF 图形。



图 6-17 “打印-布局 1”对话框


第7章 常用电气元件的绘制

电气工程图种类很多，电气元件是电气工程图重要的组成部分，快捷准确地绘制电气元件符号是画好电气工程图重要的一步。电气元件结构千差万别，种类繁多，有导线和连接器件，有无源元件，有晶体管元器件，有电能发生和转换装置，有开关、控制和保护装置，有测量仪表、灯和信号器件，有控制系统的框图符号，有电磁元件和装置，有二进制逻辑单元，有模拟单元等，本章仅介绍一部分典型的和有代表性的电气元件符号的画法，而且同一电气元件符号绘制方法不止一种，希望用户能灵活应用。

7.1 连接线与连接件的绘制

1. 绘制连接线

连接线一般水平和垂直放置，所以需打开正交，用鼠标拾取点或直接距离输入或相对坐标输入都可以画水平连接线与垂直连接线，作图过程中还常用到修剪命令，命令应用过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (用直线命令以鼠标拾取点方式绘制垂直导线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：<正交 开>

命令：_line 指定第一点： (以鼠标拾取点方式绘制不连接的垂直导线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

命令：_line 指定第一点： (用直线命令以相对坐标输入绘制垂直导线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：@30, 0

命令：_line 指定第一点： (用直线命令以直接距离输入方式绘制垂直连接线)


指定下一点或 [放弃 (U)]：25

指定下一点或 [放弃 (U)]：

命令：_line 指定第一点： (用直线命令以直接距离输入方式绘制水平连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：25

指定下一点或 [放弃 (U)]：

2) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_trim

当前设置：投影 = UCS，边 = 无

选择剪切边

选择对象或 <全部选择 >：找到 2 个


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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：

2. 绘制连接线实心连接点


实心连接点由填充圆组成，可用画圆命令先画一小圆，再对小圆图案填充为实心，而后复制到需要的地方。

复制实心圆有两种方法：方法一是单击“绘图”工具栏中的“复制”按钮复制；方法二是选菜单栏“编辑”→“带基点复制”，捕捉指定圆形对象圆心为基点，则实心圆点复制到剪贴板，再选择标准工具栏“粘贴”按钮，从剪贴板粘贴实心圆点到指定点（注意用捕捉工具），粘贴可连续重复操作，方法二的过程如下：

1) 命令：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_circle 指定圆的圆心或三点 (3P)/两点 (2P)/相切、相切、半径 (T)]: (指定圆心画小圆)

指定圆的半径或 [直径 (D)]: 0.5

2) 单击“绘图”工具栏中“图案填充”按钮，根据命令行指示操作。

命令：_bhatch (用 SOLID 图案对小圆填充为实心)

拾取内部点或 [选择对象 (S)/删除边界 (B)]: (拾取小圆内部点)

正在选择所有可见对象...

正在分析所选数据...

正在分析内部孤岛...

拾取内部点或 [选择对象 (S)/删除边界 (B)]:

3) 选择菜单栏“编辑”→“带基点复制”，实心圆点复制到剪贴板。

命令：_copybase 指定基点: (以图线交接小圆圆心为基点)

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:

4) 选择标准工具栏“粘贴”按钮，从剪贴板粘贴实心圆点到指定点。

命令：_pasteclip 指定插入点: (粘贴板中的实心小圆捕捉到指定位置)

作图过程与结果如图 7-1 所示。

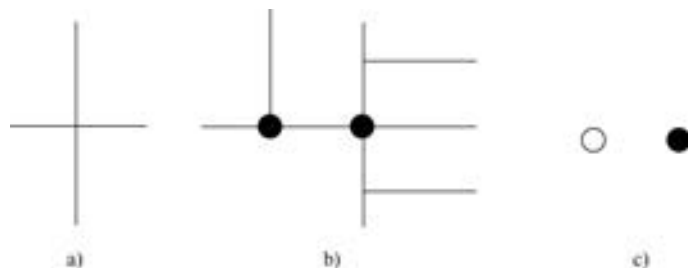


图 7-1 连接线与实心连接点的绘制

a) 导线的不连接 b) 导线的连接 c) 绘制导线的实心连接点

3. 连接端子的绘制

连接端子一般用空心小圆表示。连接端子常用两种方法：一种方法是先画端子小圆后画连接线，再捕捉端子小圆上象限点移动小圆到连接线端点；另一种方法是先画连接线，再捕捉连接线端点画端子小圆，再以圆为边界，修剪圆内线。作图过程与结果如图 7-2 所示。




图 7-2 连接端子符号的绘制

a) 第一种方法 b) 第二种方法

4. 绘制插座与插头

插座由圆弧与直线组成，可用画圆弧与画直线命令完成，插头由填充的矩形与直线组成，用画矩形、画直线命令及图案填充可绘制插头。其过程如下：

(1) 插座绘制


1) 单击“绘图”工具栏中“圆弧”的按钮，根据命令行指示操作。

命令：_arc 指定圆弧的起点或 [圆心 (C)]：C (用指定圆心和圆弧的起点画圆弧命令绘制圆弧，注意画弧为逆时针方向)

指定圆弧的圆心：

指定圆弧的起点：

指定圆弧的端点或 [角度 (A)/弦长 (L)]：


2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：<对象捕捉开> (捕捉圆弧上象限点用画直线命令绘制直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：<正交开>

指定下一点或 [放弃 (U)]： (完成插座绘制)


(2) 插头绘制

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (用画矩形命令绘制矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：


指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]：@3, 1

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：<正交开> <对象捕捉开> (捕捉矩形中点用画直线命令画直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

3) 单击“绘图”工具栏中“图案填充”按钮，根据命令行指示操作。

命令：_bhatch (用 SOLID 图案填充矩形)

拾取内部点或 [选择对象 (S)/删除边界 (B)]： (拾取矩形内部点)

正在选择所有可见对象

正在分析所选数据

正在分析内部孤岛

拾取内部点或 [选择对象 (S)/删除边界 (B)]：

选择内部点:

(完成插头绘制)

作图过程与结果如图 7-3 所示。



图 7-3 插座与插头符号的绘制


a) 插座的绘制 b) 插头的绘制

7.2 基本无源元件的绘制

1. 绘制电容符号

电容符号有一般电容、微调电容、极性电容、可变电容符号等,如图 7-4a 所示。一般电容符号可以用矩形命令绘制一个小矩形再分解它,删除不需要的两边,画上连接线。极性电容“+”号可先画一个小圆,再捕捉小圆象限点画两条相交直线后删除小圆,也可以用文本输入法输入键盘上的“+”号做极性电容“+”号。可变电容箭头除第 3 章已介绍的多段线画法外,还可用标注尺寸命令随意注一个尺寸,再用分解命令分解它,取用需要部分。

以可变电容符号为例,其绘制其过程如下:


1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮,根据命令行指示操作。

命令: `_rectang`

(用矩形命令绘制一个小矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: `@5, 2`


2) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮,根据命令行指示操作。

命令: `_explode`

(用分解命令分解小矩形)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:


3) 单击“修改”工具栏中“删除”命令按钮,根据命令行指示操作。

命令: `_erase`

(删除小矩形不需要的两边)


选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

选择对象:

4) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮,根据命令行指示操作(正交打开,捕捉两条边中点画连接线)。

命令: `_line` 指定第一点: `<正交 开> <对象捕捉 开>`

指定下一点或 [放弃 (U)]:

5) 单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮。

命令: `_dimlinear`


(用标注尺寸命令随意注一尺寸块)

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点: `<正交 开>`

指定尺寸线位置或 [多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/


旋转 (R)]:

6) 单击“修改”工具栏上的“分解”命令按钮, 用分解命令分解尺寸块。

命令: `_explode`

选择对象: 找到 1 个


选择对象:

7) 单击“修改”工具栏中“删除”命令按钮, 删除尺寸中无用部分。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个, 总计 4 个

选择对象:

8) 单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 用旋转命令旋转尺寸线与箭头。

命令: `_rotate`


UCS 当前的正角方向: ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:

指定基点:

指定旋转角度或 [复制 (C)/参照 (R)] <0> : <正交 关 > 50

9) 单击“修改”工具栏中的“移动”按钮, 用移动命令移动尺寸线与箭头到所要的位置。

命令: `_move`

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移> :


指定第二个点或 <使用第一个点作为位移> :

作图过程与结果如图 7-4b 所示。

2. 绘制电阻符号

电阻符号有一般电阻、可变电阻、热敏与压敏电阻、熔断电阻、滑线变阻符号等, 如图 7-5a 所示。一般电阻符号可以用矩形命令绘制一个小矩形, 再画上两条连接线。可变电阻符号箭头可用标注尺寸命令随意标注一个尺寸, 再用分解命令分解它。如果箭头要修改大小, 可以先通过尺寸“标注样式管理器”修改“箭头大小”参数。


以可变电阻符号为例, 其绘制过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (用矩形命令绘制矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @6, 2

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (在矩形两边画上两条连接线)

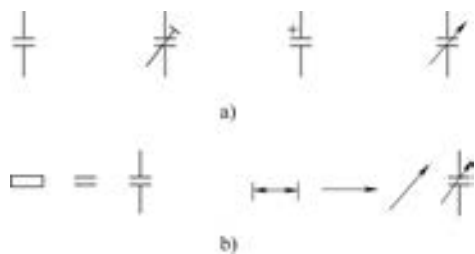



图 7-4 电容符号的绘制

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:


3) 单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮。

命令: `_dimlinear` (用标注尺寸命令随意注一个尺寸块)

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点: <正交 开>


指定尺寸线位置或 [多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]:

4) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮, 用分解命令分解尺寸块。

命令: `_explode`

选择对象: 找到 1 个


选择对象:

5) 单击“修改”工具栏中“删除”命令按钮, 删除尺寸中无用部分。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个, 总计 4 个

选择对象:

6) 单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 用旋转命令旋转尺寸线与箭头。

命令: `_rotate`


UCS 当前的正角方向: ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:

指定基点:

指定旋转角度或 [复制 (C)/参照 (R)] <0>: <正交 关> 50

7) 单击“修改”工具栏中的“移动”按钮, 用移动命令移动尺寸线与箭头到所要的位置。

命令: `_move`

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

作图过程与结果如图 7-5b 所示。

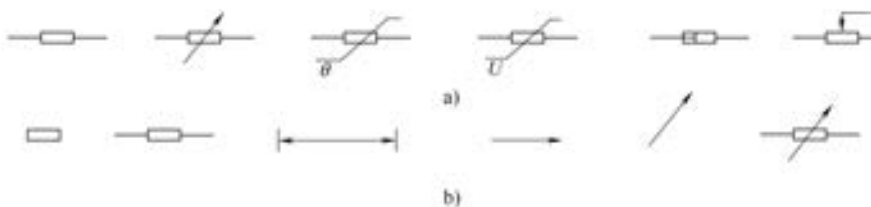



图 7-5 电阻符号的绘制

3. 绘制电感符号


电感符号有一般电感、带磁心电感、磁心有间隙电感、有抽头的电感、带磁心连续可调电感符号等，如图 7-6a 所示。电感主要是线圈的绘制，电感线圈可用画圆命令和复制、修剪编辑命令来完成。

以一般电感符号为例，其绘制过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，根据命令行指示操作。

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

指定圆的半径或 [直径 (D)]：1.5

2) 单击“修改”工具栏上的“复制”命令按钮，根据命令行指示操作。


命令：_copy (复制小圆)

选择对象：(选择要复制的对象)

选择对象：(按 Enter 键或继续选择对象)


指定基点或 [位移 (D)] <位移>：(默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>：(指定位移点 2 或按 Enter 键)

3) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：(绘制剪切边界直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

4) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_trim (以直线为剪切边界修剪)


当前设置：投影 = UCS，边 = 无

选择剪切边...

选择对象：找到 1 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：

5) 单击“修改”工具栏中“删除”命令按钮，删除剪切边界直线。

命令：_erase

选择对象：找到 1 个

选择对象：

6) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：(完成连接线绘制)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

作图过程与结果如图 7-6b 所示。

4. 绘制压电晶体符号

压电晶体符号有两个电极的压电晶体、三个电极的压电晶体、两对电极的压电晶体符号等，如图 7-7a 所示。可以用画矩形与画直线命令及对称复制和删除命令来完成。

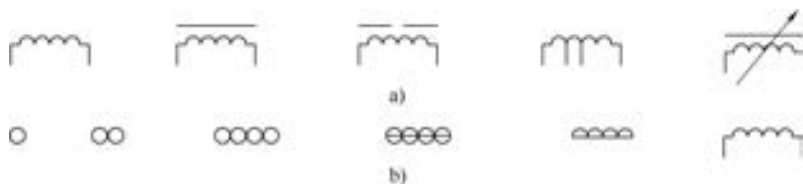



图 7-6 电感符号的绘制


以两个电极的压电晶体符号为例，其绘制过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (用矩形命令绘制一个小矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]：@7, 4

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (用直线命令捕捉矩形中点画辅助线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：


命令：_line 指定第一点： (用直线命令画 T 形水平线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：4

命令：_line 指定第一点： (用直线命令画 T 形竖直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：4

指定下一点或 [放弃 (U)]：


3) 单击“修改”工具栏中的“移动”按钮，移动 T 形线到辅助线端点。

命令：_move

选择对象：指定对角点：找到 2 个

选择对象：

指定基点或 [位移 (D)] <位移>：

4) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，捕捉矩形两边中点对称复制 T 形线。

命令：_mirror

选择对象：指定对角点：找到 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>：

5) 单击“修改”工具栏中“删除”命令按钮，删除辅助线。

命令：_erase

选择对象：找到 1 个

选择对象：

作图过程与结果如图 7-7b 所示。

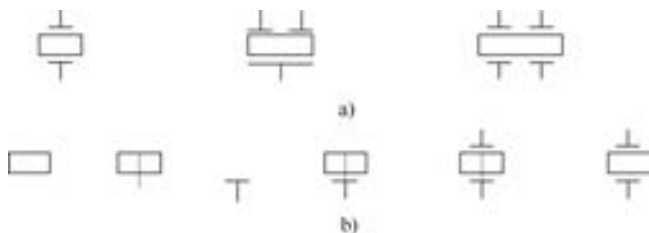



图 7-7 压电晶体符号的绘制

7.3 半导体器件的绘制

1. 绘制二极管符号


二极管符号有一般半导体二极管、双向二极管、光敏二极管、发光二极管、单向击穿二极管、双向击穿二极管符号等，如图 7-8a 所示。一般半导体二极管符号可以用画正多边形和画直线等绘图命令完成。画发光二极管符号的箭头与画可变电容箭头的方法相同。

(1) 一般半导体二极管符号作图过程

1) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 根据命令行指示操作（以二极管符号正三角边长为直径画一个辅助圆）。

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


指定圆的半径或 [直径 (D)] <3>: 3

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉圆上象限点用画直线命令绘制直线, 其中一条超出圆)

指定下一点或 [放弃 (U)]:


指定下一点或 [放弃 (U)]:

3) 单击“绘图”工具栏中的“正多边形”按钮, 以指定正多边形边 (E) 方式, 捕捉圆直径端点为边长画正三角形。

命令: `_polygon` 输入边的数目 <3>: 3

指定正多边形的中心点或 [边 (E)]: e

指定边的第一个端点: 指定边的第二个端点:


4) 单击“修改”工具栏中的“移动”按钮, 捕捉正三角形中间顶点, 用移动命令移动正三角形到圆心位置。

命令: `_move`

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

5) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 删除辅助圆, 完成半导体二极管符号。


命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

作图过程与结果如图 7-8b 所示。

(2) 双向二极管符号作图过程


1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 绘制水平与竖直线段, 并让竖直线段等于三角形边长。

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 [闭合 (C)/放弃 (U)]:


2) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮, 对称复制竖直线段。

命令: `_mirror`

选择对象: 指定对角点: 找到 1 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>:

3) 单击“绘图”工具栏中的“正多边形”按钮, 以竖直线段为边长绘制正三角形。

命令: `_polygon` 输入边的数目 <3>: 3

指定正多边形的中心点或 [边 (E)]: e


指定边的第一个端点: 指定边的第二个端点:

4) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 以对象捕捉追踪方式过三角形中间顶点画水平辅助线与竖直线段连接。

命令: `_line` 指定第一点:

指定下一点或 [放弃 (U)]: <对象捕捉追踪 开>

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

5) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮, 确认正交开, 捕捉水平辅助线中点及鼠标拾取另一对称点方式, 对称复制三角形等。

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>:

6) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮, 移动复制三角形到需要的位置。

命令: `_move`

选择对象: 找 1 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

7) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 编辑整理图形。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

选择对象:

作图过程与结果如图 7-8c 所示。

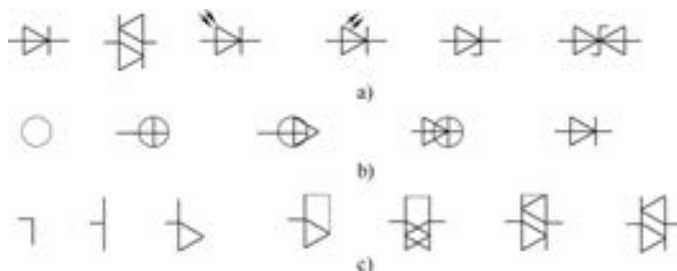



图 7-8 二极管符号的绘制

2. 绘制半导体晶体管符号

晶体管符号有 NPN 型晶体管、PNP 型晶体管、PNP 型光敏晶体管等,如图 7-9a 所示。晶体管符号由直线和箭头组成,可以用直线命令完成,符号的箭头除第 3 章已介绍的多段线画法外,还可用标注尺寸命令随意标注一个尺寸,再用分解命令分解,移出的箭头可用缩放命令放大与缩小,在正交状态下关闭捕捉,对箭头用夹点进行编辑,使之拉长与缩短,再通过移动旋转箭头完成图形。

以 NPN 型晶体管符号为例,其绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮,绘制 T 形线。

命令: `_line` 指定第一点:

指定下一点或 [放弃 (U)]: 8

指定下一点或 [放弃 (U)]:


命令: `_line` 指定第一点:

指定下一点或 [放弃 (U)]: 9

命令: `_line`


指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交 关>@7<125 (捕捉 T 形线交点以相对极坐标方式用直线命令绘制斜线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

2) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮,移动斜线到适当位置处。

命令: `_move` 选择对象: 找到 1 个

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

3) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮,对称复制斜线。

命令:


命令: `_mirror`

选择对象: 指定对角点: 找到 1 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>:

4) 单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮。

命令: `_dimlinear` (用标注尺寸命令随意标注一个尺寸块)


指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点: <正交 开>

创建了无关联的标注。

指定尺寸线位置或 [多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]:


标注文字 = 16 命令:

5) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮, 用分解命令分解尺寸块。

命令: `_explode`

选择对象: 找到 1 个


选择对象:

6) 单击“修改”工具栏中“删除”命令按钮, 删除尺寸中无用部分。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个, 总计 4 个

选择对象:


7) 单击“修改”工具栏中的“移动”按钮, 用移动命令移动箭头到所要的位置。

命令: `_move`

选择对象: 指定对角点: 找到 1 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

8) 单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 用旋转命令旋转箭头。

命令: `_rotate`

UCS 当前的正角方向: ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0

选择对象: 指定对角点: 找到 1 个

选择对象:

指定基点:

指定旋转角度或 [复制 (C)/参照 (R)] <0>: <正交 关> 50

作图过程与结果如图 7-9b 所示。

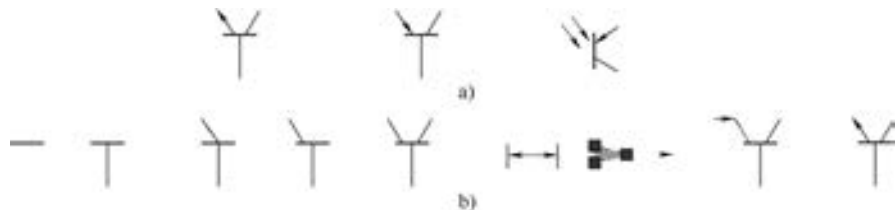



图 7-9 晶体管符号的绘制

3. 绘制 MOS 场效应晶体管符号

MOS 场效应晶体管符号有 N 沟道增强型、N 沟道耗尽型、N 沟道 MOS 场效应晶体管简化符号及 P 沟道增强型、P 沟道耗尽型、P 沟道 MOS 场效应晶体管简化符号等, 如图 7-10a 所示。场效应晶体管符号由直线和箭头组成, 可以用直线命令完成, 符号的箭头可取尺寸标

注块中的箭头来用。沟道增强型场效应晶体管符号中有一条竖直虚线，虽然可以用虚线来画，虚线外观由“线型管理器”中的“全局比例因子”和“当前对象缩放比例”控制，但如果该场效应晶体管符号要应用到不同图纸中，由于不同图纸“全局比例因子”可能设得不同，因而虚线外观会变化，所以该线用连续线画成虚线的形式为好。

以 N 沟道增强型场效应晶体管符号为例，其绘制作图过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (用直线命令绘制高为 2 线段)


指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交 开> 2

指定下一点或 [放弃 (U)]:

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉线段中点绘制水平线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 5

指定下一点或 [放弃 (U)]:

2) 直接单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮, 选择高为 2 竖直线段上端点为基点, 复制竖直另一条线段。

命令: `_copy`


选择对象: 指定对角点: 找到 1 个

选择对象: (按 Enter 键 (选择高为 2 竖直线段对象))

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (捕捉选择高为 2 竖直线段上端点为基点)

指定第二点或 <使用第一点作为位移>: 3 (输入指定对象基点位移 3)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (按 Enter 键)


3) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (对象追踪开, 绘制上拐角线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

4) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_mirror` (对称复制另一竖直线段及下拐角线)

选择对象: 指定对角点: 找到 3 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>:

5) 单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮。

命令: `_dimlinear` (用标注尺寸命令随意标注一个尺寸块)


指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点: <正交 开>

指定尺寸线位置或 [多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋

转 (R)]:


标注文字 = 16 命令:

6) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮, 用分解命令分解尺寸块。

命令: `_explode`

选择对象: 找到 1 个


选择对象:

7) 单击“修改”工具栏中“删除”命令按钮, 删除尺寸中无用部分。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个, 总计 4 个

选择对象:

8) 单击“修改”工具栏上的“移动”按钮, 用移动命令移动箭头到所要的位置。

命令: `_move`

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

作图过程与结果如图 7-10b 所示。

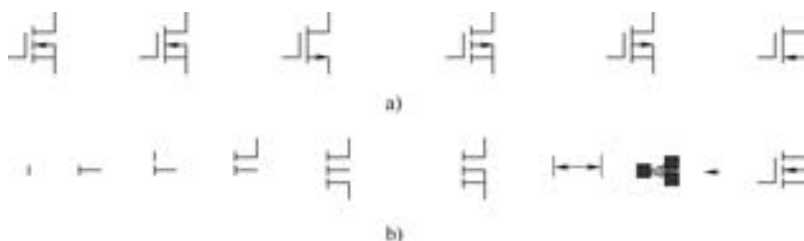



图 7-10 场效应晶体管符号的绘制

4. 绘制光耦合器符号

光耦合器是把 LED 和光敏晶体管组装在一起的器件, 该符号由晶体管相仿的图形、箭头、二极管、矩形组成, 如图 7-11a 所示, 可以取用晶体管符号、矩形、尺寸箭头、二极管符号来用, 经移动等编辑完成整个符号的绘制。光耦合器符号作图过程如图 7-11b 所示。



图 7-11 光耦合器符号的绘制

1) 单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮, 取尺寸标注块中的箭头来用。

命令: `_dimlinear`

(用标注尺寸命令随意标注一个


尺寸)

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点: <正交 开>

创建了无关联的标注。指定尺寸线位置或 [多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]:


标注文字 = 16

2) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮, 用分解命令分解尺寸块。

命令: `_explode` (分解尺寸块)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

3) 直接单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮, 复制尺寸线与箭头。


命令: `_copy`

选择对象: 找到 1 个

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (指定位移点 2 或按 Enter 键)


4) 单击“修改”工具栏中的“移动”按钮, 用移动命令移动箭头到所要的位置。

命令: `_move`

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:


指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

5) 单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮。

命令: `_insert` (从块库中插入二极管与晶体管)

指定插入点或 [基点 (B)/比例 (S)/X/Y/Z/旋转 (R)]:


输入属性值:

6) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮。

命令: `_explode` (分解二极管与晶体管块)

选择对象: 找到 1 个


选择对象:

7) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 删除多余线。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个


选择对象:

8) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (绘制矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @16, 7


9) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮, 移动图形。

命令: `_move`

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

10) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 完成补线。

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)]:

11) 单击“修改”工具栏中的“延伸”按钮, 调整部分图线长度。

命令: `_extend`

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择边界的边

选择对象或 <全部选择>: 找到 1 个

选择对象:

选择要延伸的对象, 或按住 Shift 键选择要修剪的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/放弃 (U)]:

7.4 开关、控制和保护装置的绘制


1. 绘制触点符号

触点符号有动合触点、动断触点、延时断开的动合触点、延时闭合的动合触点、延时闭合的动断触点、延时断开的动断触点等符号, 如图 7-12 所示。触点符号可以用画直线、画圆或弧等绘图命令以及偏移、修剪、删除等编辑命令来完成。



图 7-12 动合、动断触点符号例

以延时断开的动合触点符号为例, 其绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: <正交开> (以直接距离输入法用直线命令绘制高为 5 的竖直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 5

指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交关>@10<115 (以相对极坐标方式用直线命令绘制斜线)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: <正交开>


指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: 5 (以对象追踪方式绘制另一段竖直线)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: (回车结束画线)

命令: `_line` 指定第一点: (过斜线中点用直线命令绘制长度为 9 的水平辅助线, 确定圆心位置)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 9

指定下一点或 [放弃 (U)]: (回车结束画线)

2) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P)/两点 (2P)/相切、相切、半径 (T)]: (以水平辅助线端点为圆心, 画直径为 5 的圆)

指定圆的半径或 [直径 (D)] <5.0000 >: d

指定圆的直径 <10.0000 >: 5

3) 命令: `_line` 指定第一点: (捕捉圆的上下象限点, 画过圆心竖直辅助直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]: (回车结束画线)

4) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_offset` (用偏移命令把过圆心的水平辅助线向两侧偏移距离 1, 把过圆心竖直辅助直线也向右侧偏移距离 1)

指定偏移距离或 [通过 (T)] <1.0000 >: 1


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 >:

5) 单击“修改”工具栏中的“延伸”按钮.

命令: `_extend` (把偏移后的水平辅助线延伸与斜线相交)


当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择边界的边

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

选择要延伸的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/放弃 (U)]:

6) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (以斜线和偏移后的竖直辅助线为修剪边界, 修剪多余的图线)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边

选择对象: 找到 1 个

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

命令: `_trim` (以圆弧为修剪边界, 修剪多余的图线)


当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象：找到1个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：

7) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_erase (检查图形，删除多余的图线)

选择对象：找到1个，总计3个

选择对象：

作图过程与结果如图 7-13 所示。

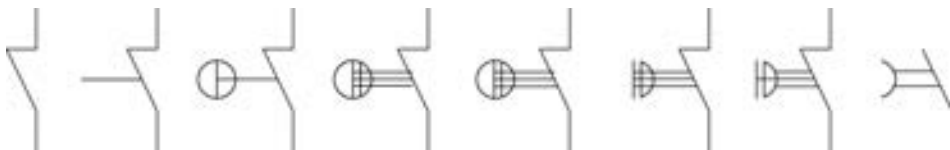



图 7-13 延时断开的动合触点符号绘制过程

2. 绘制按钮符号

按钮符号有手动开关、动合按钮、动断按钮、拉拔开关、旋钮开关等符号，如图 7-14a 所示。按钮符号可以用画直线、画矩形等绘图命令以及修剪、删除等编辑命令来完成。符号中有一条水平虚线，虽然可以用虚线来画，虚线外观由“线型管理器”中的“全局比例因子”和“当前对象缩放比例”控制，但如果该符号要应用到不同图纸中，由于不同图纸“全局比例因子”可能设得不同，因而虚线外观会变化，所以该线用连续线画成虚线的形式。

以动合按钮符号为例，其绘制作图过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：<正交开> (以直接距离输入法用直线命令绘制高为 5 的竖直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：5

指定下一点或 [放弃 (U)]：<正交关>@10<115 (以相对极坐标方式用直线命令绘制斜线)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：<正交开>

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：5 (以对象追踪方式绘制另一段竖直线)


指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]： (回车结束画线)

命令：_line 指定第一点： (过斜线中点用直线命令绘制一条长为 8 的水平直线和长为 5 的竖直辅助线，绘制过程中以对象追踪方式)

指定下一点或 [放弃 (U)]：8

指定下一点或 [放弃 (U)]：5

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

2) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令: `_offset`


当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过 >: 2 (以偏移距离 2 和 1 分别偏移长为 5 的垂直辅助线三次和两次)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出 >:

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >:

3) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (以偏移垂直辅助线为剪切边修剪水平线段)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无


选择剪切边

选择对象: 指定对角点: 找到 7 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:


选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

4) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_erase` (整理图形删除多余图线)

选择对象: 指定对角点: 找到 7 个


选择对象:

5) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (绘制长为 2、高为 6 的矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @2, 6


6) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_move` (捕捉矩形边中点, 移动矩形到虚线端点)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:


指定基点或 [位移 (D)] <位移 >:

7) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_explode` (分解矩形)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

8) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_erase` (删除矩形一边)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

作图过程与结果如图 7-14b 所示。

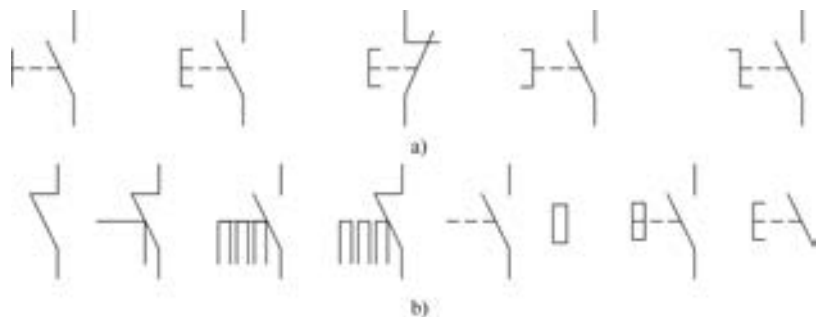



图 7-14 按钮符号的绘制

3. 绘制三极开关符号

三极开关符号有一般三极开关、三极隔离开关、三极负荷开关、三极断路器等符号，如图 7-15a 所示。开关符号可以用画直线、画圆等绘图命令和阵列、偏移、修剪、删除等编辑命令来完成。符号中有一条水平虚线，虽然可以用虚线来画，虚线外观由“线型管理器”中的“全局比例因子”和“当前对象缩放比例”控制，但如果该符号要应用到不同图纸中，由于不同图纸“全局比例因子”可能设得不同，因而虚线外观会变化，所以该线用连续线画成虚线的形式。

以三极隔离开关符号为例，其绘制作图过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：<正交开>（以直接距离输入法用直线命令绘制高为 5 的竖直线）

指定下一点或 [放弃 (U)]：5

指定下一点或 [放弃 (U)]：<正交关>@10<115 （以相对极坐标方式用直线命令绘制斜线）

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：<正交开>


指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：5 （以对象追踪方式绘制另一段竖直线）

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]： （回车结束画线）

命令：_line 指定第一点： （画长为 2 的水平线段）

指定下一点或 [放弃 (U)]：2

指定下一点或 [放弃 (U)]：


2) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_move （捕捉水平线段中点，移动线段到竖直线端点）

选择对象：找到 1 个

选择对象：


指定基点或 [位移 (D)] <位移>：

3) 单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮。

命令：_array （把已完成的图形以一行三列进行矩形阵列复制，其中参数设置行偏移为 0，列偏移为 4）

选择对象：指定对角点：找到 4 个

选择对象：

4) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (过两斜线中点画一水平连线)


指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

命令：_line 指定第一点： (过水平连线端点画竖直辅助线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

5) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_offset


当前设置：删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过 >: 2 (以偏移距离 2 和 1 分别偏移竖直辅助线三次和两次)

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >：

指定要偏移的那一侧上的点，或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出 >：

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >：

6) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_trim (以偏移竖直辅助线为剪切边修剪斜线的水平连线)

当前设置：投影 = UCS，边 = 无


选择剪切边

选择对象：指定对角点：找到 7 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：

选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象，或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：

7) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_erase (整理图形，删除多余图线)

选择对象：指定对角点：找到 6 个


选择对象：

作图过程与结果如图 7-15b 所示。

4. 绘制位置和限制开关符号

位置和限制开关符号有动合位置和限制开关、动断位置和限制开关符号，如图 7-16a 所示。开关符号可以用画直线等绘图命令和旋转等编辑命令来完成。

以动合位置和限制开关符号为例，其绘制作图过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (用直线命令画高为 10 的竖直线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]：10

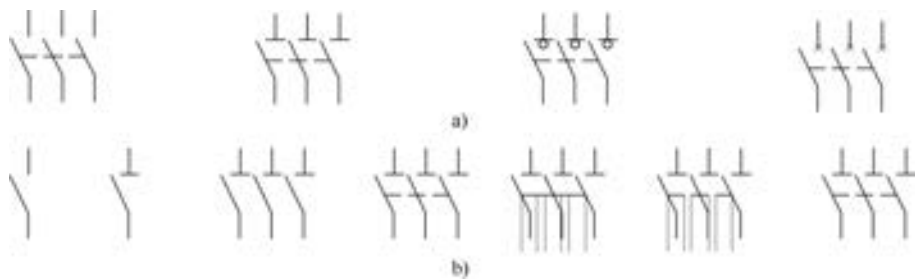


图 7-15 三极开关符号的绘制


指定下一点或 [放弃 (U)]:

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉竖直线段端点用相对极坐标方式画一斜线, 正交打开再画一水平线与竖直线段相交叉, 并把超出部分修剪)

指定下一点或 [放弃 (U)]: `<正交 关>@7<115`

指定下一点或 [放弃 (U)]: `<正交 开>`

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

2) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim`

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无


选择剪切边

选择对象: 找到 1 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rotate` (把所完成的图形旋转 25°)


UCS 当前的正角方向: ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0

选择对象: 指定对角点: 找到 3 个

选择对象:

指定基点:


指定旋转角度或 [复制 (C)/参照 (R)]: `<0>: 25`

4) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉三角形端点画一竖直连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 5

指定下一点或 [放弃 (U)]:

5) 直接单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_copy` (复制竖直连接线到另一边合适位置)

选择对象: 找到 1 个


选择对象： (按 Enter 键或继续选择对象)
 指定基点或 [位移 (D)] <位移>： (默认指定对象基点位移)
 指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (指定位移点 2 或按 Enter 键)
 作图过程与结果如图 7-16b 所示。



图 7-16 位置和限制开关符号的绘制

5. 绘制热继电器驱动器件符号


热继电器驱动器件符号由外大矩形套内小矩形，可以用画直线、画矩形命令和移动、删除等编辑命令来完成。其绘制作图过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (用画矩形命令绘制外大矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：


指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]：@10, 6

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：(过画矩形中点绘制相交两条辅助线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：


指定下一点或 [放弃 (U)]：

3) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (用画矩形命令绘制内小矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]：@2, 2


4) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_move (捕捉小矩形边中点，移动内小矩形到相交两条辅助线交点)

选择对象：指定对角点：找到 1 个

选择对象：


指定基点或 [位移 (D)] <位移>：

5) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_explode (分解内小矩形)

选择对象：找到 1 个


选择对象：

6) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_erase (整理图形，删除多余图线)

选择对象：找到 1 个，总计 3 个

选择对象：

7) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (绘制连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:


作图过程与结果如图 7-17 所示。



图 7-17 热继电器驱动器件符号的绘制

6. 绘制自耦变压器式启动器符号


自耦变压器式启动器符号可以用画直线、画圆命令和修剪等编辑命令来完成。其绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (用矩形命令绘制矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @13, 16

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点:

指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交 关> (对象追踪矩形顶边中点在适当处用直线画为三角形)


指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

命令: `_line` 指定第一点: (在矩形左下方适当处画一水平直线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交 开>


指定下一点或 [放弃 (U)]:

3) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 画以水平直线段端点为圆心、直径为 3 的圆。

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

指定圆的半径或 [直径 (D)] <3.0000>: d

指定圆的直径 <6.0000>: 3


4) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_move` (捕捉小圆左象限点移动小圆到水平直线段端点)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:


指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

5) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉小圆下象限点画水平辅助直线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:


6) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 以“相切、相切、半径 (T)”画圆方式, 画半径为 3 的圆, 与小圆和水平辅助直线段相切。

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

指定对象与圆的第一个切点:

指定对象与圆的第二个切点:


指定圆的半径 <3.0000 >: 3

7) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉小圆右象限点画水平直线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

8) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (整理修剪图形)


当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 指定对角点: 找到 8 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

9) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮.

命令: `_erase` (删除多余图线)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

作图过程与结果如图 7-18 所示。

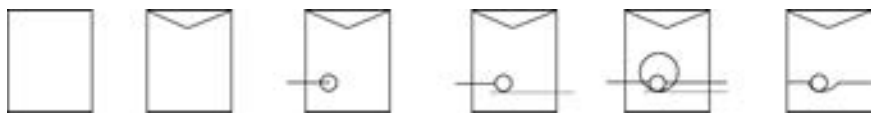



图 7-18 自耦变压器式启动器符号的绘制

7.5 测量仪表和信号器件的绘制

1. 绘制电喇叭符号


电喇叭符号可以用画直线、画矩形命令和修剪、移动等编辑命令来完成。其绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (用矩形命令绘制矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [尺寸 (D)]: @4, 9

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉矩形顶边与底边中点画连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉矩形右边中点画长为 14 的线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 14


指定下一点或 [放弃 (U)]: `<正交开> @8 <129` (用相对极坐标方式画斜线)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

命令: `_line` 指定第一点:

指定下一点或 [放弃 (U)]: `@12 <199` (用相对极坐标方式画斜线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (以矩形为剪切边, 修剪矩形内图线)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无


选择剪切边

选择对象: 找到 1 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

4) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_move` (移动矩形右边图线到合适处)

选择对象: 指定对角点: 找到 3 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] `<位移>`:


作图过程与结果如图 7-19 所示。



图 7-19 电喇叭符号的绘制


2. 绘制电铃符号

电铃符号可以用画直线、画圆等绘图命令和修剪、偏移等编辑命令来完成。其绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 根据命令行指示操作。

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


指定圆的半径或 [直径 (D)] `<9.6786>`: 6

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (画圆直径线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (以圆直径线为剪切边修剪下半圆)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无


选择剪切边...

选择对象: 找到 1 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:


选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

4) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (过圆心画竖直线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

5) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮.

命令: `_offset`


当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过 >: 2.5 (左右两边偏移过圆心竖直线段)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出 >:

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >:

6) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 删除过圆心的竖直线段。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个

选择对象:


作图过程与结果如图 7-20 所示。



图 7-20 电铃符号的绘制

3. 绘制调光器符号


调光器符号可以用画直线与画圆等绘图命令及旋转等编辑命令来完成。其绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (用直线命令画三角形)


指定下一点或 [放弃 (U)]: 14

指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交 关> <对象捕捉 开>

2) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 根据命令行指示操作 (在合适处画小圆)。


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

指定圆的半径或 [直径 (D)] <3.0000>:

3) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉小圆右象限点画一水平直线段)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

4) 单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rotate` (旋转水平直线段)

UCS 当前的正角方向: ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

选择对象:

指定基点:

指定旋转角度或 [复制 (C)/参照 (R)] <0>: 39

作图过程与结果如图 7-21 所示。




图 7-21 调光器符号的绘制

7.6 电能发生和转换装置的绘制

1. 绘制蓄电池组符号


蓄电池组符号可以用画直线、画矩形等绘图命令和修剪、偏移等编辑命令来完成。其绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (绘制辅助图形矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @15, 7

2) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮.

命令: `_offset`


当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>: 2 (把辅助矩形向内偏移距离 2)

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>：

指定要偏移的那一侧上的点，或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>：


选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>：

3) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：（在矩形内适当位置画一条竖直线，长度超出矩形）

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

4) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮。

命令：_offset


当前设置：删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>：2（把竖直线偏移距离2）

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>：

指定要偏移的那一侧上的点，或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>：

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>：

5) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_trim （选择两辅助矩形为剪切边修剪竖直线）

当前设置：投影 = UCS，边 = 无

选择剪切边


选择对象：找到 1 个

选择对象：找到 1 个，总计 2 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：


选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象，或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：

6) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_erase （整理删除多余图线）

选择对象：指定对角点：找到 1 个，总计 4 个

选择对象：

7) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点：（捕捉竖直中点，绘制连接线）

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：


作图过程与结果如图 7-22 所示。



图 7-22 蓄电池组符号的绘制

2. 绘制三绕组变压器符号

绘制三绕组变压器符号可以用画直线、画圆、画正多边形等绘图命令来完成。其绘制作图过程如下:


1) 单击“绘图”工具栏中的“正多边形”按钮。

命令: `_polygon` 输入边的数目 $\langle 3 \rangle$: 3 (绘制辅助正三角形)

指定正多边形的中心点或 [边 (E)]:

输入选项 [内接于圆 (I)/外切于圆 (C)] $\langle I \rangle$:


指定圆的半径: 2

2) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P)/两点 (2P)/相切、相切、半径 (T)]: (以正三角形顶点为圆心, 画直径为5的圆)

指定圆的半径或 [直径 (D)] $\langle 2.0000 \rangle$: d

指定圆的直径 $\langle 4.0000 \rangle$: 5

3) 直接单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮。

命令: `_copy` (复制直径为5的圆两次到正三角形另外两顶点)

选择对象: 找到1个

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)


指定基点或 [位移 (D)] \langle 位移 \rangle : (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] \langle 退出 \rangle : (指定位移点2 或按 Enter 键)

4) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 删除辅助三角形。

命令: `_erase` 选择对象: 找到1个

选择对象:

5) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (画连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:


作图过程与结果如图 7-23 所示。



图 7-23 三绕组变压器符号的绘制

3. 绘制三相交流串励电动机符号


三相交流串励电动机符号由线圈、文本、圆、直线等组成, 可以用画直线、画圆等绘图命令来完成, 线圈符号可以取用库中已有的图形。符号绘制作图过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 根据命令行指示操作。

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

指定圆的半径或 [直径 (D)] <2.5000> : d


指定圆的直径 <5.0000> : 7

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (画连接线)

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]: <正交 关 >

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (修剪连接线)


当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 找到 1 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

4) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_mirror` (对称复制连接线)

选择对象: 指定对角点: 找到 3 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>:

5) 单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮。

命令: `_insert` (从已有块库中插入线圈)

指定插入点或 [基点 (B)/比例 (S)/X/Y/Z/旋转 (R)]:

输入属性值

6) 单击“多行文字”按钮。

命令: `_mtext` 当前文字样式: “宋体” 当前文字高度: 2.5 (注写文本)

指定第一角点:

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]:

作图过程与结果如图 7-24 所示。




图 7-24 三相交流串励电动机符号的绘制

7.7 其他常用符号的绘制

1. 绘制接地符号

接地符号可以用画直线、画正多边形等绘图命令和修剪、偏移等编辑命令来完成。其绘制

作图过程如下:


1) 单击“绘图”工具栏中的“正多边形”按钮。

命令: `_polygon` 输入边的数目 <3>: 3 (画正三角形)

指定正多边形的中心点或 [边 (E)]:

输入选项 [内接于圆 (I)/外切于圆 (C)] <I>:


指定圆的半径: <正交开>4

2) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_explode` (分解三角形)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

3) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮。

命令: `_offset`


当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>: 2 (把三角形顶边指定
偏移距离 2 偏移两次)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>:

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

4) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (以三角形两腰为剪切边修剪已偏移线)


当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:


5) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_erase` (删除三角形两腰)

选择对象: 找到 1 个

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

选择对象:

6) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (画竖直连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

作图过程与结果如图 7-25 所示。

2. 绘制接机壳符号

接机壳或接地板所用符号如图 7-26a 所示, 符号可以用画直线命令来完成, 其绘制作图过程如下:

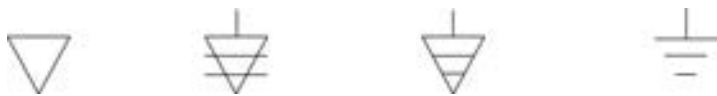



图 7-25 接地符号的绘制

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制长为 5 的水平线段。

命令：

命令：_line 指定第一点：

指定下一点或 [放弃 (U)]：<正交开>5

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：



图 7-26 接机壳符号的绘制

2) 捕捉水平线段中点用直线命令绘制长为 5 竖直线段。

命令：_line 指定第一点：

指定下一点或 [放弃 (U)]：5

指定下一点或 [放弃 (U)]：

命令：<正交关>

3) 捕捉水平线段中点用直线命令绘制长为 2，角度为 -116°斜线段。

命令：_line 指定第一点：

指定下一点或 [放弃 (U)]：@2<-116

指定下一点或 [放弃 (U)]：

4) 单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，复制斜线段到水平线段两端点。

命令：_copy 选择对象：找到 1 个

选择对象：

指定基点或 [位移 (D)]<位移>：指定第二个点或<使用第一个点作为位移>：

指定第二个点或 [退出 (E)/放弃 (U)]<退出>：


指定第二个点或 [退出 (E)/放弃 (U)]<退出>：

作图过程如图 7-26b 所示。

3. 绘制集成电路符号

集成电路符号一般由矩形框和用直线表示的引脚及引脚文本符号组成，图 7-27 所示为 LT3478-1 集成电路。

集成电路符号可以用画直线、画矩形等绘图命令和修剪等编辑命令来完成。其绘制作图过程如下：

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (用矩形命令画矩形)

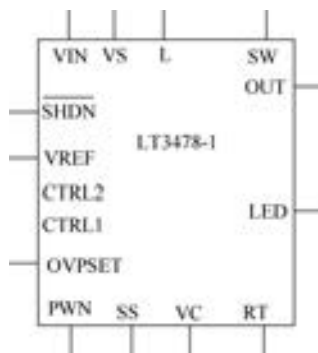



图 7-27 集成电路示例

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:


指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @19, 21

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (用直线命令画系列引脚线)

指定下一点或 [放弃 (U)]: <正交 开>

指定下一点或 [放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_offset`


当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 `OFFSETGAPTYPE = 0`

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过 >: 2 (偏移矩形)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出 >:

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >:

4) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (选择两矩形为剪切边修剪超矩形引脚线)


当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

5) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_erase` (删除多余图线)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

6) 单击“多行文字”按钮, 注写引脚文本。

命令: `_mtext` 当前文字样式: “宋体” 当前文字高度: 2.5

指定第一角点:

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]:

作图过程如图 7-28 所示。

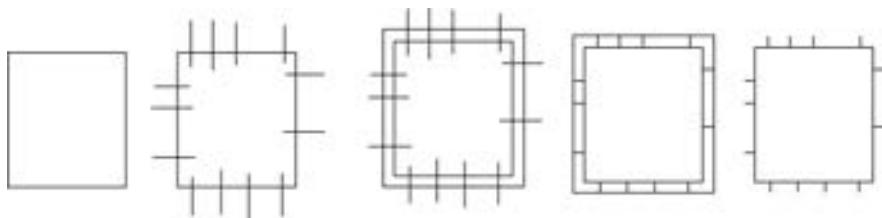


图 7-28 集成电路符号的绘制

第 8 章 电气工程图的绘制

8.1 创建样板图

在新建电气工程图时，总要进行大量的设置工作，包括图层、线型、颜色、文字样式、标注样式等设置，如果每次新建图纸时，都要如此设置确实很麻烦。为了提高绘图效率，使图纸标准化，应该创建个人样板图，当要绘制图纸时，只需调用样板图即可。

8.1.1 样板图的内容

1. 基本设置

基本设置包括系统设置、绘图单位设置、图幅设置、图纸的全屏显示设置（ZOOM 命令）、捕捉设置、创建图层设置（设置线型、颜色、线宽、线型比例等）、创建图框和标题栏设置。

2. 文字样式设置

文字样式设置包括用于尺寸标注的文本样式和文字注释样式。

3. 尺寸标注样式设置

尺寸标注样式设置包括直线、角度、圆与圆弧引出标注等。

8.1.2 创建样板图的方法

1. 利用“新建”命令创建样板图

操作步骤如下：

1) 用“新建”命令，打开“创建新图形”对话框，单击对话框中的“缺省设置”按钮，然后单击“确定”按钮，进入绘图状态。

2) 创建样板图的所需内容。

3) 输入“保存”命令，打开“图形另存为”对话框，在“文件名”文本框中输入样板图名。如“电气 A4 样板图”。在“保存类型”下拉菜单列表框中，选择“AutoCAD 图形样板 (*.dwt)”项，在“保存在”下拉列表框中，选择“样板 (Template)”文件夹或指定其他保存位置。

4) 单击“保存”按钮，打开“样板说明”对话框。

2. 用已有的图纸创建样板图

操作步骤如下：

1) 输入“打开”命令，打开一张已有图纸。

2) 修改所需设置的内容，删除不需要的图形标注和文字。

3) 输入“文件”→“另存为”命令，打开“图形另存为”对话框。在“文件名”文本框中输入样板图名，如“电气 A3 样板图”。在“保存类型”下拉列表框中，选择“Auto-

CAD 图形样板 (*.dwt)”项，在“保存在”下拉列表框中，选择“样板 (Template)”文件夹或指定其他保存位置。

4) 单击“保存”按钮，打开“样板说明”对话框。在“说明”文本框中输入说明文字后，单击“确定”按钮，即完成样板图的创建。

3. 使用 AutoCAD 设计中心创建样板图

操作步骤如下：

1) 输入“新建”命令，打开“创建新图形”对话框。单击“缺省设置”按钮，再单击“确定”按钮，进入绘图状态。

2) 单击“标准”工具栏中的“设计中心”按钮，打开“设计中心”窗口。

3) 在树状视图区中分别打开需要的图形文件，在内容区中显示出所需的内容，直接用拖动的方法分别将其内容复制到新建的当前图形中，然后关闭“设计中心”窗口。

4) 输入“保存”命令，打开“图形另存为”对话框。在“文件名”文本框中输入样板图名。在“保存类型”下拉列表框中选择“AutoCAD 图形样板 (*.dwt)”项，在“保存在”下拉列表框选择“样板 (Template)”文件夹或指定其他保存位置。

5) 单击“保存”按钮，打开“样板说明”对话框，在其输入样板图说明文件后单击“确定”按钮，即完成样板图形的创建。

8.1.3 打开样板图形

创建了样板图形后，在新建图纸时，即可调用样板图形。当样板图形保存在“样板”文件夹时，可从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中单击“使用样板”按钮，在“选择样板”下拉列表框中选取所建的样板图名称，例如“电气 A4.dwt”，即可创建一张已设置好的样板图形。当样板图形保存在其他文件夹时，可按指定路径打开此文件夹，再打开“电气 A4 样板图”文件，即可绘制图纸。

8.2 系统图和框图的绘制

8.2.1 系统图和框图概述

1. 系统图和框图（概略图）的特点与用途

概略图是表示系统、分系统、成套装置、设备、软件等的概貌，并示出各主要功能件之间和（或）各主要部件之间的主要关系、主要工作流程。概略图包括传统意义上的系统图、框图等电气图。概略图所描述的内容是系统的基本组成和主要特征，而不是全部组成和全部特征，概略图对内容的描述是概略的，但其概略程度则依描述对象的不同而不同。概略图可作为安装、操作、维修时的参考文件，为进一步编制详细的技术文件提供依据，供有关部门了解设计对象的整体方案、简要工作原理和主要组成的概况。

系统图与框图的共同点都是用符号或带注释的框来表示。它们的区别是系统图通常用于表示系统或成套装置，而框图通常用于表示分系统或设备；系统图若要标注项目代号，一般为高层代号，框图若要标注项目代号，一般为种类代号。

2. 概略图绘制应遵循的基本原则

(1) 概略图中的图形符号应按所有回路均不带电, 设备在断开状态下绘制

(2) 图形符号的运用

1) 采用方框符号: 框采用矩形框, 框的大小依据表达内容和图纸幅面而定。方框符号表示元件、设备等的组合及功能, 不给出元件、设备细节。

2) 采用带注释的框: 系统图和框图中的框可能为一个系统、分系统、成套装置或功能单元, 用带注释的框来表示对象。框的形式主要有实线框和点划线框, 概略图中的远景部分宜用虚线表示, 对原有部分与本期工程部分应有明显的区分。

(3) 项目代号的标注方法

1) 在系统图和框图上, 各个框应标注项目代号。

2) 较高层次的系统图上应标注高层代号; 较低层次的框图上, 应标注种类代号。

3) 由于系统图和框图不具体表示项目的实际连接线和安装位置, 所以一般不标注端子代号和位置代号。

4) 项目代号标注在各框的上方或左上方。

(4) 连接线的表示方法

1) 连接方法: 当采用带点划线框绘制时, 其连接线接到该框内图形符号上, 当采用方框符号或带注释的实线框时, 则连接线接到框的轮廓线上。

2) 连接线型式: 电线连接线——细实线, 电源电路和主信号电路——粗实线, 机械连接线——虚线。

3) 连接线上有关内容的标注: 在系统图和框图上, 根据需要可加注各种形式的注释和说明。

8.2.2 系统图和框图的绘制方法

1. 系统图和框图布局原则

电气系统和设备由多个电路功能单元组成, 系统图和框图布局要充分体现相互联系、前后顺序和各主要技术特征。

1) 系统图和框图布局时, 应合理、清晰、均衡, 有利于识别过程和信息的流向。

2) 概略图可在不同层次上绘制, 根据需要逐级分解, 较高的层次描述总系统, 而较低的层次描述系统中的分系统, 可将对象表达得较为详细。

3) 概略图宜采用功能布局法布图, 必要时也可按位置布局法布图。布局应清晰, 并便于识别过程和信息的流向。

2. 系统图和框图绘制的步骤

1) 依据电路构成情况, 考虑布排方案, 如确定行列形式, 方框的个数、大小、间隔等。

2) 依据布局绘制水平和竖直的主要连接线。

3) 按布局要求, 先画主电路各方框, 然后再画辅助电路各方框。

4) 在各方框内分别填写相应电路单元的名称、简号、主要元件符号。

5) 按作用过程和作用方向用箭头和线条完成各方框间所有连接。

6) 标注其他文字、特性参数或波形。

7) 检查并完善全图、擦除多余图线等。

8.2.3 综合实例与上机操作练习题

1. 综合实例

【例8-1】 绘制图8-1所示的电子稳压电源电路框图。

操作步骤如下：

调用样板图形新建图形文件，从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中，单击“使用样板”按钮，在“选择样板”下拉列表框中，选取所建的样板图形名称，例如“A4.dwt”，即可创建一张已设置好的样板图形。

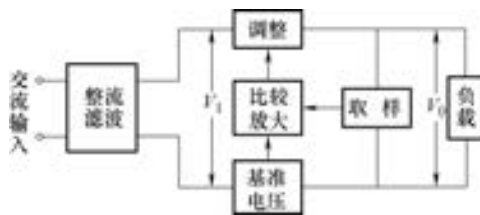



图8-1 电子稳压电源电路框图


(1) 绘制连接线及方框定位的辅助线

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (考虑布排方案，在用矩形命令画右侧矩形主干连接线)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]：@41, 23


2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (用直线命令画左侧一条连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：<正交 开>

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

3) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，根据命令行指示操作。


命令：_mirror

选择对象：找到1个 (用对称命令画左侧另一条连接线)

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>：


4) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (用直线命令画其他连接线及框图定位线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：


指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

5) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_explode (分解用矩形命令画右侧主干连接线)

选择对象：指定对角点：找到1个

选择对象：

6) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，框选所有图形对象为剪切边，完成初步修剪图形。

命令: `_trim` 当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 指定对角点: 找到 23 个


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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

作图结果如图 8-2a 所示。

(2) 绘制矩形方框

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (用矩形命令在图空白处画四个细线方框)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @10, 5

命令: `_rectang`

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @10, 13

命令: `_rectang`


指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @5, 9

命令: `_rectang`

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @10, 8


2) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮, 用移动命令移动方框捕捉到指定位置。

命令: `_move`

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: <对象捕捉开>

3) 直接单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮, 用复制命令复制方框捕捉到指定位置。

命令: `_copy`

选择对象: 找到 1 个


选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (指定位移点 2 或按 Enter 键)

作图结果如图 8-2b 所示。

(3) 修改编辑图形

1) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 用修剪命令剪去方框中及其他多

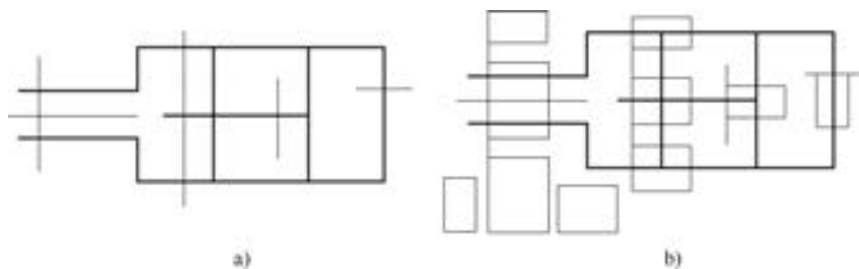


图 8-2 矩形与直线等命令画连接线及框图

余图线。

命令: `_trim`

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无


选择剪切边

选择对象: 指定对角点: 找到 17 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

2) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 用删除命令除去多余图形对象。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个, 总计 8 个

选择对象:

命令:

3) 命令: `'_matchprop` (把细线框图形对象改到粗线图层)


选择源对象:

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)]:

作图结果如图 8-3a 所示。

(4) 书写汉字及标注 V_0 与 V_1


1) 单击“多行文字”按钮, 在 0 图层上用多行文本命令书写汉字。

命令: `_mtext`

当前文字样式: “宋体” 当前文字高度: 2.5

指定第一角点:

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]:

2) 单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮, 在 0 图层上用尺寸标注命令注写 V_0 与 V_1 。

命令: `_dimlinear`

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点: 指定尺寸线位置或

[多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]: M (M 方式注 V_0 与 V_1)

指定尺寸线位置或

[多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]:

标注文字 =

最后完成其他所有内容, 作图结果如图 8-3b 所示。

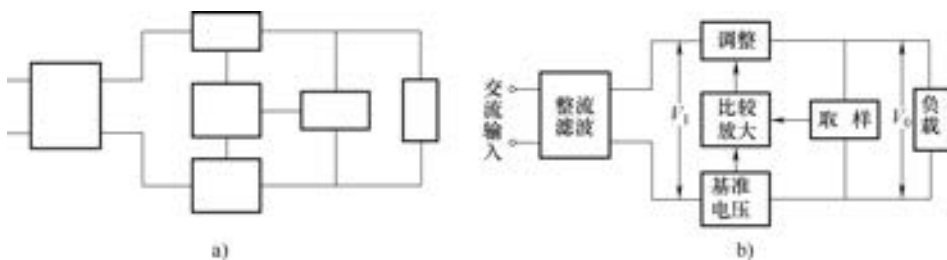


图 8-3 修剪、删除和文本、尺寸标注命令完成全图

AutoCAD 绘制完成一个图往往有多种方法, 例如可以用直线与偏移命令画连接线及框图, 如图 8-4 所示, 再经过修剪成图 8-3a 所示图形。如果熟悉 AutoCAD 的绘图与编辑命令, 就可以选一种最方便、最快捷的方法完成图形绘制。

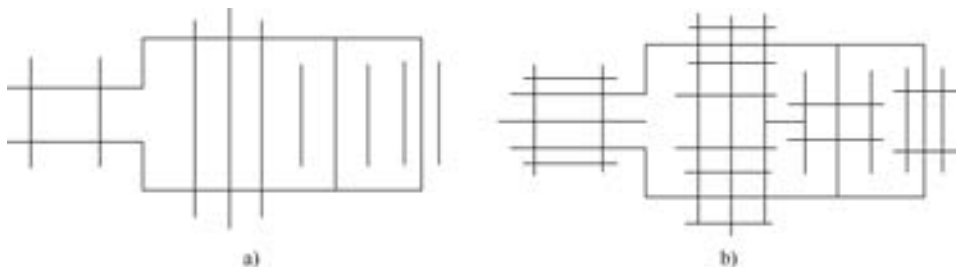


图 8-4 直线与偏移命令画连接线及框图

2. 练习题

【题目】 绘制 RCC 式开关电源电路基本结构框图, 如图 8-5 所示。

绘制方法提示:

本题目绘制方法有两种, 一种方法是如何例 8-1 所述, 先进行图布局, 绘制主要连接线和矩形定位线, 再画矩形并移动到所需位置, 经过补线和修剪等操作后注写文本, 完成图形。另一种方法是先画矩形进行图布局, 移动矩形到所需位置, 再画连接线, 最后注写文本, 完成图形。



图 8-5 RCC 式开关电源电路结构框图

8.3 电路图的绘制

8.3.1 电路图的绘制方法

1. 电路图的基本特点与用途

(1) 基本特点

用图形符号按工作顺序排列，详细表示系统、分系统、电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系，而不考虑其组成项目的实体尺寸、形状或实际位置的一种简图，称为电路图，电路图又称为电路原理图。通过电路图能详细了解电路、设备或成套装置及其组成部分的工作原理，了解电路所起的作用（可能还需要如表图、表格、程序文件、其他简图等补充资料）。

(2) 用途

作为编制接线图、印制电路板图的依据（可能还需要结构设计资料）；
为测试和寻找故障提供信息（可能还需要诸如手册、接线文件等补充文件）；
为系统、分系统、电器、部件、设备、软件等安装和维修提供依据。

2. 电路图绘制的基本原则

(1) 布局原则

电路图布局原则为布局合理、排列均匀、画面清晰、便于看图。在整体布局时，应注意元器件、连接线之间的间隔，留有足够的空隙，以便标注文字符号、技术参数及注释。

电路图上的符号和电路应按功能关系布局。电路垂直布置时，类似项目宜横向对齐；水平布置时，类似项目宜纵向对齐。功能上相关的项目应靠近绘制，同等重要的并联通路应依主电路对称地布置。

(2) 绘制要求

1) 所有元器件应用图形符号绘制，文字符号标注在图形符号上方或左方，需标注技术数据时，应标注在文字符号下方。

2) 信号流的主要方向应由左至右或由上至下进行标注。如不能明确表示某个信号流动方向时，可在连接线上加箭头表示。

3) 元器件间的电路连接线用细实线表示，应连线最短，交叉最少，横平竖直，功能、结构单元围框用点划线表示。

4) 电路图布置应输入端在左、输出端在右，按工作原理从左到右，从上到下成一列或数列排列，元器件纵横排列尽量对齐。

5) 元器件的工作状态的表示方法：元件、器件和设备的可动部分通常应表示在非激励或不工作的状态或位置。

继电器和接触器在非激励的状态；

断路器、负荷开关和隔离开关在断开位置；

带零位的手动控制开关在零位位置，不带零位的手动控制开关在图中规定的位置；

机械操作开关的工作状态与工作位置的对应关系，一般应表示在其触点符号的附近，或另附说明；事故、备用、报警等开关应表示在设备正常使用的位置；

多重开闭器件的各组成部分必须表示在相互一致的位置上，而不管电路的工作状态。

3. 电路图绘制的方法、步骤

(1) 图上位置的表示方法

1) 图幅分区法

图中每个符号或元器件在图中的位置，直接用其所在行、列分区号，即代表行的字母和代表列的数字组合来表示其所在位置。对水平布置的电路，一般只需标明行的标记；对垂直布置的电路，一般只需标明列的标记。复杂的电路图才需标明组合标记。例如图 8-6 中继器 K 的区号为 B5 表示该继电器位于图中第 B 行，第 5 列。

2) 电路编号法

在支路较多的电路中，对每个支路按一定顺序（自左向右或自上到下）用阿拉伯数字编号，从而确定各支路项目的位置，如图 8-7 所示。

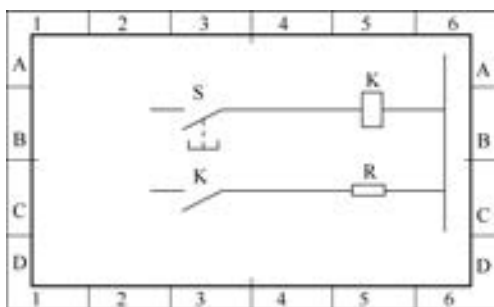


图 8-6 图幅分区法

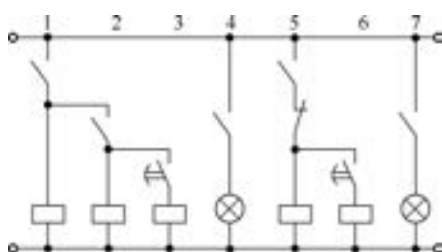


图 8-7 电路编号法

3) 表格法

对于项目种类较少而同类项目数量较多的电路图，可在图的边缘部分绘制一个以项目代号分类的表格。表格中的项目代号和图中相应的图形符号垂直或水平方向对齐，如图 8-8 所示。

电容器	C1	C2	C3
电阻器	R1	R2	R3 R4
晶体管	VT1		

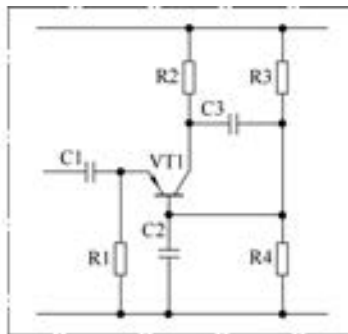


图 8-8 表格法

(2) 绘制步骤

- 1) 将全图按主要元器件分成若干段。
- 2) 排列主要元器件的图形符号，注意将主要元器件尽量位于图形中心水平线上。

- 3) 成段画入各单元电路, 注意前后上下的疏密和衔接。
- 4) 标注各元器件的位置符号及有关说明。
- 5) 校对与审核等。

8.3.2 综合实例与上机操作练习题

1. 综合实例

【例 8-2】 绘制图 8-9 所示的三级阻容耦合放大电路图。

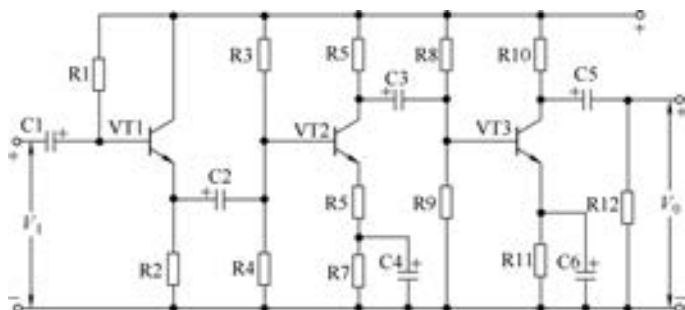



图 8-9 三级阻容耦合放大电路

操作步骤如下:

调用样板图形新建图形文件, 从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中, 单击“使用样板”按钮, 在“选择样板”下拉列表框中选取所建的样板图形名称, 例如“A4.dwt”, 即可创建一张已设置好的样板图形。

(1) 绘制水平与竖直连接线及符号定位的辅助线


1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (考虑布排方案, 在粗线层上用直线命令绘制水平与竖直连接线, 在 0 层上绘制符号定位辅助线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

2) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (框选所有图形对象为剪切边, 完成初步修剪)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 指定对角点: 找到 56 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

作图结果如图 8-10 所示。

(2) 插入电阻、电容及晶体管图形符号



图 8-10 直线命令绘制水平与竖直
连接线及符号定位线

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (在粗线图层用矩形命令绘制竖直矩形电阻符号)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @4, 9

2) 选菜单“编辑”→“带基点复制”, 电阻符号矩形复制到 Windows 剪贴板

命令: `_copybase` 指定基点: (以电阻符号矩形顶边中点为基点复制)

选择对象: 指定对角点: 找到 1 个

选择对象:

3) 选标准工具栏“粘贴”按钮, 不停地粘贴已复制到剪贴板中的电阻符号到指定位置, 在剪贴板中的电阻符号能保存到新的符号复制进剪贴板为止。

命令: `_pasteclip` 指定插入点:

同理, 绘制好电容与晶体管符号, 选择菜单栏“编辑”→“带基点复制”, 把电容与晶体管符号分别复制与粘贴到指定位置 (部分电容符号还需旋转编辑), 作图结果如图 8-11 所示。如果电阻、电容、晶体管已建立图块并进行保存, 则可以直接插入图中。

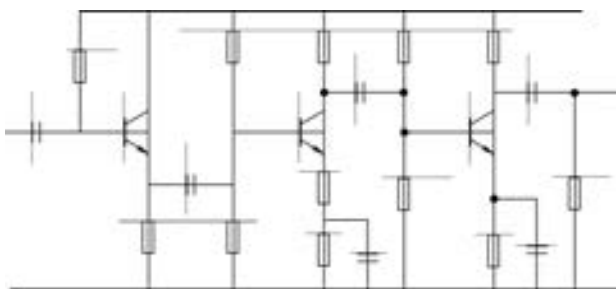



图 8-11 插入电阻与电容及晶体管图形符号

(3) 修剪图形, 并完成实心与空心小圆绘制

1) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_trim` (框选所有图形对象为剪切边, 完成修剪)


当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 指定对角点: 找到 60 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

2) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_erase` (用删除命令除去多余图形对象)


选择对象: 找到 1 个, 总计 16 个

选择对象:

3) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮, 根据命令行指示操作。

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

指定圆的半径或 [直径 (D)]:

4) 在“绘图”工具栏中单击“图案填充”按钮, 将图线交接小圆填充为实心。

命令: `_bhatch`

选择内部点: 正在选择所有对象

正在选择所有可见对象

正在分析所选数据

正在分析内部孤岛

选择内部点:

5) 选菜单“编辑”→“带基点复制”, 实心圆点复制到剪贴板。

命令: `_copybase` 指定基点: (以图线交接小圆圆心为基点)

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象:

6) 选标准工具栏“粘贴”按钮不停地粘贴已复制在剪贴板中的实心小圆捕捉到指定位置。

命令: `_pasteclip` 指定插入点:

完成其他图形, 作图结果如图 8-12 所示。

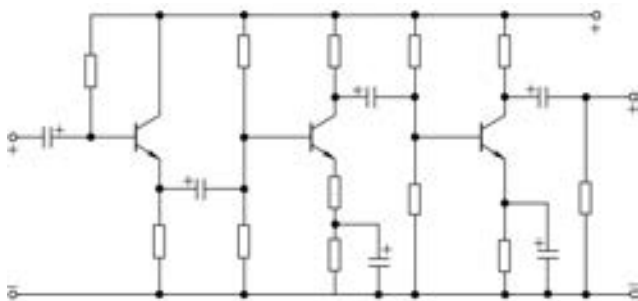



图 8-12 修剪图形并完成其他图形绘制


(4) 多行文本命令书写字母等

1) 单击“多行文字”按钮, 在 0 图层用多行文本命令书写字母。

命令: `_mtext` 当前文字样式: “字母” 当前文字高度: 2.5

指定第一角点:

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]:

2) 单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮, 用尺寸标注命令注写 V_1 。

命令: `_dimlinear`

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点: 指定尺寸线位置或

[多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]: M

指定尺寸线位置或

[多行文字 (M)/文字 (T)/角度 (A)/水平 (H)/垂直 (V)/旋转 (R)]:

标注文字 =

最后完成其他所有内容, 作图结果如图 8-9 所示。

2. 练习题

【题目】 绘制如图 8-13 所示电路图。

绘制方法提示:

本题目绘制方法有两种，一种方法是如例 8-2 所述，先进行图布局，绘制主要连接线和电阻与电容等符号定位辅助线，再画电阻与电容等符号，并移动到所需位置，经过补画其他图形和修剪等操作后注写文本，完成图形。另一种方法是先画电阻与电容等符号，进行图布局，移动电阻与电容等符号到所需位置，再画连接线，最后注写文本，完成图形。

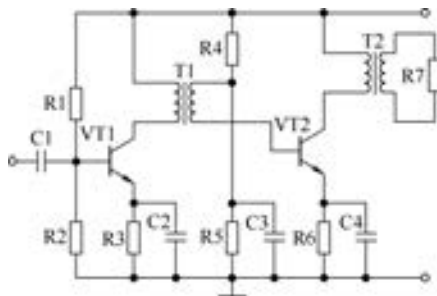


图 8-13 电路图

8.4 接线图的绘制

8.4.1 接线图绘制的方法及实例

1. 接线图的特点与用途

表示电气控制系统中各项目（包括电气元器件、组件、设备等）之间连接关系、连线种类和敷设路线等详细信息的电气图称为电气接线图，电气接线图是检查电路和维修电路不可缺少的技术文件，根据表达对象和用途不同，可细分为单元接线图、互连接线图和端子接线图等。

2. 绘制电气接线图的基本原则

绘制电气控制系统的接线图，应根据电气原理图和各电气控制装置的电器布置图，绘制该电气控制系统的接线图。

1) 电气接线图中电器元件图形应按实物，依照左右对称、上下对称的原则绘制。

2) 电气接线图所有电器元件，应标注出与电气原理图一致的字符符号，接线端子应标注出与电气原理图一致的接线号。

3) 应清楚地表示出接线关系和接线方向，目前接线图接线关系的画法有两种：

直接接线法：直接画出两个元器件之间的连线，此法多用于电路简单、元器件少、接线不复杂的电气系统。

间接接线法：接线关系采用符号标注，不直接画出两个元器件之间的连线，此法多用于电路复杂、元器件较多的电气系统。

4) 按规定，清楚地标注出配线用的不同导线的型号、规格、截面积和颜色。

5) 电气接线图上各电器元件的位置，应按装配图位置绘制，偏差不要太大。

6) 接线板的线号排列要清楚，便于查找。

3. 连续线画法


两端子之间的连接导线用连续线条表示，并标注独立标记的表示方法为连续线画法。

【例 8-3】 绘制图 8-14a 所示的接线图。

操作步骤如下：

调用样板图形新建图形文件，从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中，单击“使用样板”按钮，在“选择样板”下拉列表框中选取所建的样板图形名称，例如“A4.dwt”，即可创建一张已设置好的样板图形。


(1) 绘制两个矩形框及框内小圆

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (在粗线图层用矩形命令绘制一个矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @21, 11


2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点: (在0层用直线命令在矩形下方准备画小圆处画一细直线，直线两端超过矩形)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_trim (选矩形为剪切边，把细直线两端超矩形部分剪去)

当前设置：投影 = UCS，边 = 无

选择剪切边

选择对象：找到1个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

4) 选择“格式”→“点样式”菜单命令，设置好点样式。

5) 选择“绘图”菜单中的“点”→“定数等分”，把修剪完成的直线划分为6等分。


命令：_divide

输入线段数目或 [块 (B)]: 6

6) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，根据命令行指示操作。

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

指定圆的半径或 [直径 (D)]:

7) 单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，复制其他小圆。


命令：_copy

选择对象：找到1个

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (默认指定对象基点位移)


指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (指定位移点2 或按 Enter 键):

8) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_explode (分解右边矩形)

选择对象：找到1个


选择对象:

9) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把已分解的矩形右边向左移动。

命令：_move 选择对象：找到1个

指定基点或 [位移 (D)] <位移>:

作图结果如图 8-14b 所示。

10) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_trim` (矩形右边为剪切边, 剪去多余图线)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边

选择对象: 找到 1 个

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

11) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_erase` (用删除命令除去多余图线)

选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象: 找到 1 个, 总计 3 个

作图结果如图 8-14c 所示。

(2) 画矩形框下方的连接线等图形


1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (在粗线图层用直线命令画连接线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

2) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (用矩形命令画下方小矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]:

作图结果如图 8-14d 所示。

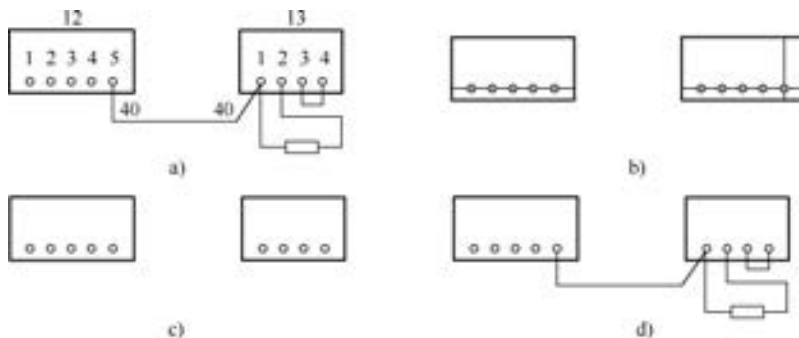


图 8-14 连续线图例

(3) 多行文本命令书写字母

单击“多行文字”按钮, 在 0 图层用多行文本命令书写字母。

命令: `_mtext` 当前文字样式: “字母” 当前文字高度: 2.5

指定第一角点:

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]：
作图结果如图 8-14a 所示。

4. 中断线的画法


两端子之间的连接导线用中断的方式表示，在中断处必须标明导线的去向。

【例 8-4】 绘制图 8-15a 所示的接线图。

操作步骤如下：

调用样板图形新建图形文件，从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中单击“使用样板”按钮，在“选择样板”下拉列表框中选取所建的样板图形名称，例如“A4.dwt”，即可创建一张已设置好的样板图形。

(1) 画 - X1 项目主要图形

1) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (在粗线图层用直线命令画一竖直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：


2) 选择“格式”→“点样式”菜单命令，设置好点样式。

3) 选择“绘图”菜单中的“点”→“定数等分”，把修剪完成的直线划分为 6 等分。

命令：_divide

选择要定数等分的对象：

输入线段数目或 [块 (B)]：6


4) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (用直线命令过第一分点画一水平线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

5) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，用指定通过点偏移命令过各分点偏移画四条水平线。

命令：_offset

当前设置：删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0


指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <3.0000>：t

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>：

指定通过点或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>：

选择要偏移的对象，或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>：

指定通过点或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>：

6) 单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，捕捉分点，复制左竖直线到右侧。

命令：_copy 选择对象：找到 1 个


选择对象： (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>： (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>： (指定位移点 2 或按 Enter 键)

作图结果如图 8-15b 所示。


(2) 画 -X2 项目矩形及小圆

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (在粗线图层用矩形命令绘制一个矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]:


2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点: (在 0 图层用直线命令在矩形下方准备画小圆处画一细直线，直线两端超过矩形)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_trim (选矩形为剪切边，把细直线两端超过矩形部分剪去)

当前设置：投影 = UCS，边 = 无

选择剪切边

选择对象：找到 1 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:


4) 选择“格式”→“点样式”菜单命令，设置好点样式。

5) 选择“绘图”菜单中的“点”→“定数等分”，把修剪完成的直线划分为 6 等分。

命令：_divide


选择要定数等分的对象:

输入线段数目或 [块 (B)]: 6

6) 单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，根据命令行指示操作。

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

指定圆的半径或 [直径 (D)]:

7) 单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，复制其他小圆。

命令：_copy

选择对象：找到 1 个

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (指定位移点 2 或按 Enter 键)

使用删除与移动及画线命令整理出图形，如图 8-15d 所示。

(3) 多行文本命令书写字母

单击“多行文字”按钮，用多行文本命令书写字母。

命令：_mtext 当前文字样式：“字母”当前文字高度：2.5

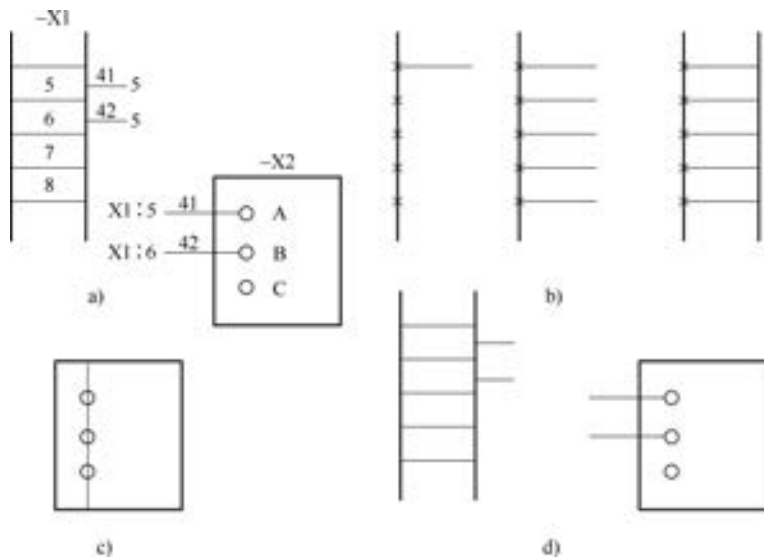


图 8-15 中断线画法图例

指定第一角点:

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]:

作图结果如图 8-15a 所示。

5. 互连接线的画法

互连接线图应提供设备或装置不同结构单元之间连接所需的信息, 无需包括单元内部连接的信息, 但可提供适当的检索标记, 如与之有关的电路图或单元接线图的图号。


互连接线图的各个视图应画在一个平面上, 以表示单元之间的连接关系, 各单元的围框用点划线表示。各单元间的连接关系既可用连续线表示, 也可用中断线表示。

【例 8-5】 绘制如图 8-16 所示的接线图。

操作步骤如下:

调用样板图形新建图形文件, 从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中单击“使用样板”按钮, 在“选择样板”下拉列表框中选取所建的样板图形名称, 例如“A4.dwt”, 即可创建一张已设置好的样板图形。

(1) 绘制 -X1 -X2 -X3 项目三个矩形主框架

单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮 , 根据命令行指示操作。

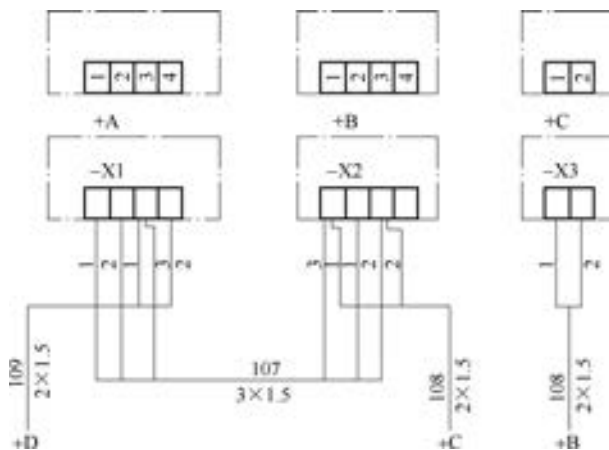



图 8-16 互连接线图例

命令: `_rectang` (在点划线图层用矩形命令绘制三个矩形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]:


(2) 绘制三个矩形主框架内的小方框

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (在粗线图层用矩形命令在 -X3 主框架底部中点绘制一个小矩形, 如图 8-17 所示)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]:

2) 单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_mirror` (在 -X3 主框架底部把小矩形对称复制)

选择对象: 指定对角点: 找到 1 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>:

3) 单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮, 把 -X3 主框架底部小矩形复制到 -X2 和 -X1 中。

命令: `_copy` 选择对象: 指定对角点: 找到 2 个

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (指定位移点 2 或按 Enter 键)

命令:

命令: `_copy`

选择对象: 指定对角点: 找到 4 个

选择对象: (按 Enter 键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (指定位移点 2 或按 Enter 键)

结果如图 8-17 所示。

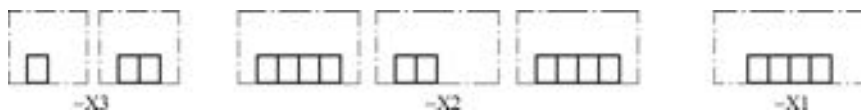


图 8-17 矩形小框绘制复制过程

(3) 绘制连接线

单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (正交打开, 在 0 图层用直线命令绘制连接线, 按从左到右顺序绘制)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

(4) 多行文本命令书写字母与数字

单击“多行文字”按钮, 用多行文本命令书写字母。

命令: `_mtext` 当前文字样式: “字母” 当前文字高度: 2.5

指定第一角点:

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]:

标注文字时, 字体为宋体字, 大小根据图形的实际大小来确定字的高度, 为了保证字体的一致性, 建议同样大小的字体确定一个之后, 其余都进行复制, 然后对复制后的文字双击进行修改, 这样效率比较高。如果文字的方向不一致, 可先标出一个, 对其进行旋转。书写标注“×”用汉字输入法的小键盘右击, 从光标菜单中选“数学符号”, 即可找到该符号。结果如图8-16所示。

8.4.2 上机操作练习题

【题目】 绘制如图8-18所示接线图。



图8-18 接线图练习题

绘制方法提示:

本题目绘制方法可参考例8-3连续线画法和例8-4中断线画法。

8.5 逻辑图的绘制

8.5.1 逻辑功能图的绘制方法

1. 逻辑功能图的基本特点

用理论或理想的电路而不涉及实现方法来详细表示系统、分系统、成套装置、部件、设备、软件等功能的简图, 称为功能图。功能图的内容至少应包括必要的功能图形符号及其信号和主要控制通路连接线, 还可以包括其他信息, 如波形、公式和算法, 但一般并不包括实体信息(如位置、实体项目和端子代号)和组装信息。主要使用二进制逻辑元件符号的功能图称为逻辑功能图。

2. 逻辑功能图绘制的基本原则

按照规定, 对实现一定目的的每种组件, 或几个组件组成的组合件可绘制一份逻辑功能图(可以包括几张)。因此, 每份逻辑功能图表示每种组件或几个组件组成的组合件所形成的功能件的逻辑功能, 而不涉及实现方法。图的布局应有助于对逻辑功能图的理解。应使信息的基本流向为从左到右或从上到下。在信息流向不明显的地方, 可在此信息的线上加一箭头(开口箭头)标记。

逻辑功能上相关的图形符号应组合在一起, 并应尽量靠近。当一个信号输出给多个单元

时,可绘成单根直线,通过适当标记以 T 形连接到各个单元。每个逻辑单元一般以最能描述该单元在系统中实际执行的逻辑功能的符号来表示。在逻辑图上,各单元之间的连线以及单元的输入线、输出线,通常应标出信号名,以有助于对图的理解和对逻辑系统的维护使用。

3. 逻辑功能图的绘制

(1) 逻辑元件符号的构成

二进制逻辑元件图形符号是由方框与限定符号及外加输入线和输出线构成,如图 8-19 所示。

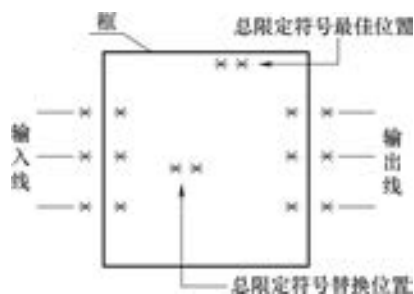


图 8-19 逻辑元件符号的构成

(2) 二进制逻辑元件图形符号

GB/T 4728.12—2008 中规定的常用二进制逻辑单元状态方面的关系,最基本的逻辑关系是“与”“或”“非”三种,如图 8-20 所示。

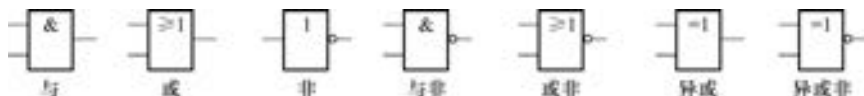



图 8-20 逻辑符号

(3) 二进制逻辑元件图形符号绘制


以二进制逻辑“与”图形符号绘制为例,绘制过程如下:

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮,根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (用矩形命令绘制矩形,大小及长宽比无规定)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]:

2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮,根据命令行指示操作。


<正交 开>

命令: `_line` 指定第一点: (捕捉矩形中点,用直线命令绘制矩形中线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:


指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“打断”命令按钮,根据命令行指示操作。

命令: `_break` 选择对象: (用打断命令把矩形左侧中点附近打断,也可用打断于点命令)


指定第二个打断点或 [第一点 (F)]:

4) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮,根据命令行指示操作。

命令: `_explode` (用分解命令把矩形分解)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

5) 单击“修改”工具栏中的“延伸”按钮,用延伸命令把矩形左侧边延伸对接。

命令: `_extend`

当前设置：投影 = UCS，边 = 无


选择边界的边

选择对象：找到 1 个

选择对象：

选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：


选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]：

6) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_line 指定第一点： (捕捉矩形左侧上下边中点，画两条符号输入线)

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

7) 单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_move (移动矩形中线到矩形右侧边中点做符号输出线)

选择对象：找到 1 个

选择对象：

指定基点或 [位移 (D)] < 位移 >：

8) 单击“多行文字”按钮，用多行文本命令书写字母。

命令：_mtext 当前文字样式：“宋体” 当前文字高度：2.5

指定第一角点：

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]：

作图过程如图 8-21 所示。

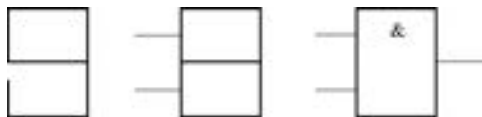


图 8-21 逻辑元件图形符号绘制过程

8.5.2 综合实例与上机操作练习题

1. 综合实例

【例 8-6】 绘制 XLT604 内部结构逻辑功能图，如图 8-22b 所示。

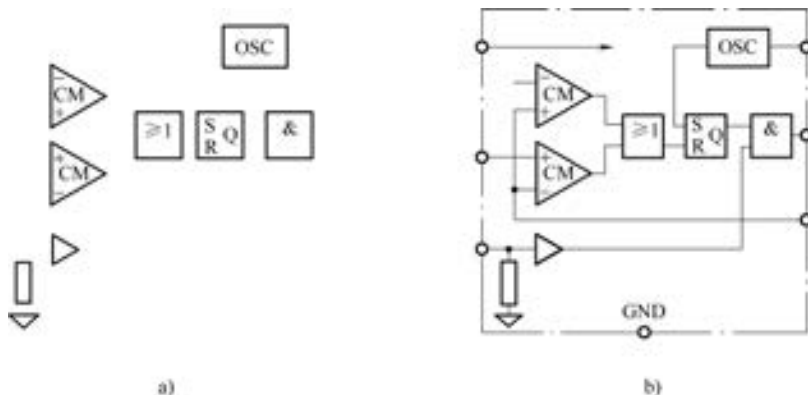



图 8-22 XLT604 内部结构逻辑功能图的绘制

操作步骤如下：

调用样板图形新建图形文件，从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中单击“使用样板”按钮，在“选择样板”下拉列表框中选取所建的样板图形名称，例如“A4.dwt”，即可创建一张已设置好的样板图形。

本例图形主要由矩形与正三角形及连接线组成，图形布局比较有规则，所以可先画矩形与正三角形，进行图布局，移动矩形与正三角形到所需位置，如图 8-22a 所示，再画连接线及其他图，最后经编辑完成图形。

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_rectang (用矩形命令画方框)


指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]：@8, 5

命令：_rectang

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]：@6, 6


2) 单击“绘图”工具栏中的“正多边形”按钮，画正三角形。

命令：_polygon 输入边的数目 <4 >：3

指定多边形的中心点或 [边 (E)]：

输入选项 [内接于圆 (I)/外切于圆 (C)] <I >：

指定圆的半径：

3) 单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，复制三角形与矩形。


命令：_copy

选择对象：找到 1 个

选择对象：

指定基点或 [位移 (D)] <位移 >：

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出 >：

4) 单击“修改”工具栏中的“移动”按钮，用移动命令移动矩形与三角形到所要的位置。

命令：_move

选择对象：指定对角点：找到 1 个

选择对象：

指定基点或 [位移 (D)] <位移 >：

5) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，画连接线。

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)]：

6) 单击“多行文字”按钮，在 0 图层上用多行文本命令书写汉字。

命令：_mtext

当前文字样式：“宋体” 当前文字高度：2.5

指定第一角点：

指定对角点或 [高度 (H)/对正 (J)/行距 (L)/旋转 (R)/样式 (S)/宽度 (W)]:

本例中有逻辑“或”和“与”符号,书写“ \geq ”用汉字输入法的小键盘右击,从光标菜单中选“数学符号”,即可找到该符号。

2. 上机操作练习题

【题目】绘制 NCP5007 内部结构逻辑功能图,如图 8-23b 所示。

绘制方法提示:

本例图形主要由矩形与正三角形及连接线组成,图形布局比较有规则,所以可先画矩形与正三角形,进行图布局,移动矩形与正三角形到所需位置,如图 8-23a 所示,再画连接线及其他图形,再经编辑完成图形。

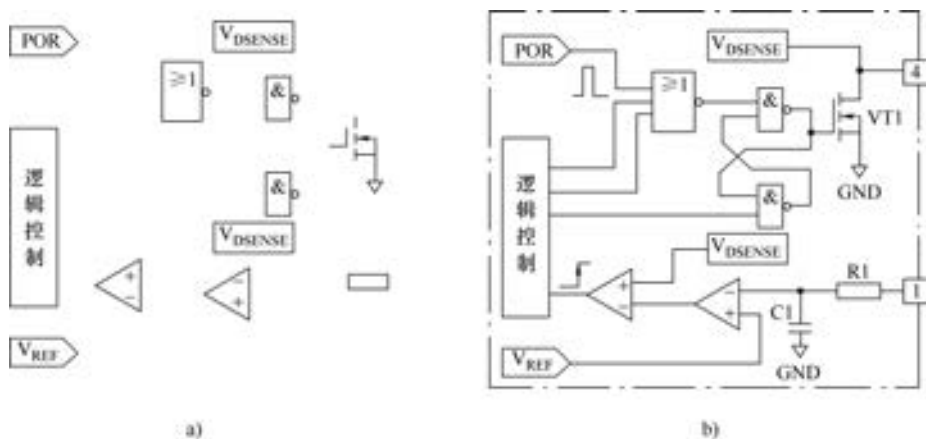


图 8-23 NCP5007 内部结构逻辑功能图的绘制

8.6 印制电路板图的绘制

8.6.1 印制电路板图的概述

1. 印制电路板的用途

PCB 是印制电路板的英文缩写。通常把在绝缘基材上,按预定设计,制成印制线路、印制元器件或两者组合而成的导电图形称为印制电路。而在绝缘基材上提供元器件之间电气连接的导电图形,称为印制线路。这样就把印制电路或印制线路的成品板称为印制电路板,亦称为印制板或印制线路板。

我们能见到的电子设备几乎都离不开 PCB,小到电子手表、计算器,大到计算机、通信电子设备、军用武器系统等,只要有集成电路等电子元器件,它们之间电气互连都要用到 PCB。它提供集成电路等各种电子元器件固定装配的机械支撑、实现集成电路等各种电子元器件之间的布线和电气连接或电绝缘、提供所要求的电气特性,如特性阻抗等。同时为自动锡焊提供阻焊图形,为元器件插装、检查、维修提供识别字符和图形。

2. 印制电路板的分类与结构

印制电路板的制作材料主要是绝缘材料、金属铜及焊锡等。绝缘材料一般用 SiO_2 ; 金

属铜则主要是印制电路板上的电气导线，一般还会在导线表面再敷上一层薄的绝缘层；焊锡则是附着在过孔和焊盘的表面。

(1) 印制电路板的分类

一般来说，印制电路板分为单面板、双面板和多层板三种，这三种板层结构的简要说明如下：

单层板：即只有一面敷铜而另一面没有敷铜的电路板。通常元器件放置在没有敷铜的一面，敷铜的一面主要用于布线和焊接。

双面板：即两个面都敷铜的电路板，通常称一面为顶层，另一面为底层。一般将顶层作为放置元器件面，底层作为元器件焊接面。

多层板：即包含多个工作层面的电路板，除了顶层和底层外还包含若干个中间层，通常中间层可作为导线层、信号层、电源层、接地层等。层与层之间相互绝缘，层与层的连接通常通过过孔来实现。

(2) 印制电路板的结构

印制电路板主要由焊盘、过孔、安装孔、导线、元器件、接插件、填充、电气边界等组成。

印制电路板包括许多类型的工作层面，如信号层、防护层、丝印层、内部层等。信号层主要用来放置元器件或布线。防护层主要用来确保电路板上不需要镀锡的地方不被镀锡，从而保证电路板运行的可靠性。丝印层主要用来在印制电路板上印上元器件的流水号、生产编号、公司名称等。内部层主要用来作为信号布线层。

8.6.2 印制电路板图的绘制方法

1. 印制电路板的布局

(1) 元器件一般布局原则

元器件布局时，应根据电路原理图中所用的元器件形状和印制板面积的大小合理安排元器件的密度和各元器件的位置。确定元器件位置应按照先大后小、先整体后局部的原则进行，使电路中相邻元器件就近放置，排列整齐均匀。一般布局原则为

1) 在通常条件下，所有的元器件均应布置在印制电路板的同一面上，只有在顶层元器件过密时，才能将一些高度有限并且发热量小的元器件，如贴片电阻、贴片电容、贴片 IC 等放在底层。

2) 在保证电气性能的前提下，元器件应放置在栅格上且相互平行或垂直排列，以求整齐、美观，一般情况下不允许元器件重叠；元器件排列要紧凑，输入和输出元器件尽量远离。

3) 某元器件或导线之间可能存在较高的电位差，应加大它们的距离，以免因放电、击穿而引起意外短路。

4) 带高电压的元器件应尽量布置在调试时手不易触及的地方。

5) 位于板边缘的元器件，离板边缘至少有 2 个板厚的距离。

6) 元器件在整个板面上应分布均匀、疏密一致。

(2) 按照信号走向布局原则

1) 通常按照信号的流程逐个安排各个功能电路单元的位置，以每个功能电路的核心元

器件为中心,围绕它进行布局。

2) 元器件的布局应便于信号流通,使信号尽可能保持一致的方向。多数情况下,信号的流向安排为从左到右或从上到下,与输入端、输出端直接相连的元器件应当放在靠近输入、输出接插件或连接器的地方。

(3) 布局中防止电磁干扰

1) 对辐射电磁场较强的元器件,以及对电磁感应较灵敏的元器件,应加大它们相互之间的距离或加以屏蔽,元器件放置的方向应与相邻的印制导线交叉。

2) 尽量避免高低电压元器件相互混杂、强弱信号的元器件交错在一起。

3) 对于会产生磁场的元器件,如变压器、扬声器、电感等,布局时应注意减少磁力线对印制导线的切割,相邻元器件磁场方向应相互垂直,减少彼此之间的耦合。

4) 对干扰源进行屏蔽,屏蔽罩应有良好的接地。

5) 在高频工作的电路,要考虑元器件之间的分布参数的影响。

(4) 布局中防止热干扰

1) 对于发热元器件,应优先安排在利于散热的位置,必要时可以单独设置散热器或小风扇,以降低温度,减少对邻近元器件的影响。

2) 一些功耗大的集成块、大或中功率管、电阻等元器件,要布置在容易散热的地方,并与其他元器件隔开一定距离。

3) 热敏元器件应紧贴被测元器件并远离高温区域,以免受到其他发热功当量元器件影响,引起误动作。

4) 双面放置元器件时,底层一般不放置发热元器件。

(5) 可调元器件的布局

对于电位器、可变电容器、可调电感线圈或微动开关等可调元器件的布局应考虑整机的结构要求,若是机外调节,其位置要与调节旋钮在机箱面板上的位置相适应;若是机内调节,则应放置在印制电路板便于调节的地方。

2. 印制电路板的轮廓形状与大小

(1) 印制导线的宽度

印制导线的宽度由该导线工作电流决定。印制导线是由铜箔组成,尽管铜是一种良导体,但毕竟有一定电阻,且电阻随温度变化,同时流过一定强度的电流又会引起导线温度升高。一般导线的宽度可选在 0.3 ~ 2mm 之间。

导线的宽度通常考虑以下原则:

1) 电源线及地线,在板面允许的条件下尽量宽一些。

2) 对较长的导线,即使工作电流不大,也应适当加宽以减小导线压降对电路的影响。

3) 一般信号获取和处理电路,包括常用 TTL、CMOS、非功率运放、RAM、ROM、微处理器等电路部分,可不考虑导线宽度。

4) 一般安装密度不大的印制电路板,印制导线宽度不小于 0.5mm 为宜,手工制作的板子应不小于 0.8mm。

(2) 印制导线的间距

导线之间距离的确定,应当考虑导线之间的绝缘电阻和击穿电压在最坏的工作条件下的要求。印制导线越短,间距越大,则绝缘电阻按比例增加。另外,如果两条导线间距很小,

信号传输时的串扰就会增加。一般情况下，导线之间距离等于导线的宽度即可，但不能小于 1mm。

(3) 印制导线的走向与形状

导线的形状一般要注意平直均匀，斜线均匀，曲线均匀，非曲线均匀。导线走向应该注意下列几点：

1) 印制导线的走向不能有急剧的拐弯和尖角，拐角不得小于 90° 。这是因为很小的内角在制板时难于腐蚀，而在过尖的外角处，铜箔容易剥离或翘起。最佳的拐弯形式是平缓的过渡，即拐角的内角和外角最好都是圆弧。

2) 导线通过两个焊盘之间而不与它们连通时，应该与它们保持最大而相等的间距；同样，导线与导线之间的距离也应当均匀地相等并且保持最大。

3) 导线与焊盘的连接处的过渡也要圆滑，避免出现小尖角。

4) 焊盘之间导线的连接：当焊盘之间的中心距小于一个焊盘的外径 D 时，导线的宽度可以和焊盘的直径相同；如果焊盘之间的中心距比 D 大时，则应减小导线的宽度；如果一条导线上有三个以上焊盘，它们之间的距离应该大于 $2D$ 。

导线走向与形状选用原则如图 8-24 所示。

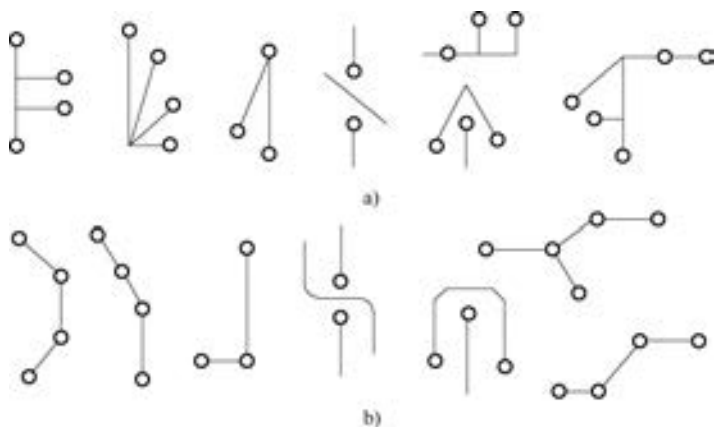


图 8-24 导线走向与形状选用原则

a) 避免采用 b) 优先采用

(4) 焊盘形状

元器件通过板上的引线孔，用焊锡焊接固定在印制电路板上，印制导线把焊盘连接起来，实现元器件在电路中的电气连接。引线孔及其周围的铜箔称为焊盘。在印制电路中，不必拘泥于一种形式的焊盘，要根据实际情况灵活变换。比较常见焊盘有

1) 岛形焊盘：焊盘犹如水上小岛，故称岛形焊盘。电视机、收录机等家用电器产品中几乎均采用这种焊盘。这种焊盘利于元器件密集固定，并可大量减少印制导线的长度和根数，能在一定程度上抑制分布参数对电路造成的影响。此外，焊盘与印制线合为一体后，铜箔面积加大，使焊盘和印制导线的抗剥强度增加，因而能降低选用敷铜板的档次，降低产品成本。

2) 圆形焊盘：焊盘与穿线孔为一同心圆。其外径一般为 2~3 倍孔径。设计时，如印

制电路板的密度允许，焊盘不宜过小，因为太小则在焊接中极易脱落。

3) 方形焊盘：印制电路板上元器件大而少，且印制导线简单时多采用这种设计形式，这种设计形式简单、精度要求低。在一些手工制作印制板中，常用这种方式，因为只需用刀刻断或刻掉一部分铜箔即可。在一些大电流的印制电路板上也多用此形式，它可获得大载流量。

(5) 引线孔与过孔

1) 引线孔：引线孔钻在焊盘中心，有电气连接和机械固定双重作用。引线孔直径应稍大于元器件引线直径，其大小与工艺有关，孔过小不仅安装困难，而且焊锡不能润湿金属孔，孔过大容易形成气孔等焊接缺陷。

2) 过孔：也称为连接孔，作用仅为不同层间电气连接。尺寸越小则布线密度越高，一般电路过孔直径可取 0.6~0.8mm，高密度板可减小到 0.4mm，甚至用盲孔方式，即过孔完全用金属填充。过孔的最小极限受制板厂技术设备条件的制约。

3. 印制导线的表现形式及绘制方法

印制导线有以下四种表现形式，如图 8-25 所示。

1) 双线轮廓表示如图 8-25a 所示，在 AutoCAD 中可以用多线或偏移等绘图与编辑命令绘制。

2) 双线轮廓内涂色表示如图 8-25b 所示，在 AutoCAD 中可以用多线或多段线命令绘制。

3) 双线轮廓内剖面符号表示如图 8-25c 所示，在 AutoCAD 中可以用多线结合图案填充命令绘制。

4) 单线表示如图 8-25d 所示，在 AutoCAD 中可以用画直线结合其他绘图命令绘制。

根据 GB/T 1360—1998《印制电路网格体系》规定，印制电路板图布置在直角坐标系中，可借助坐标纸上方格正确地表达在印制电路板上元器件的坐标位置。

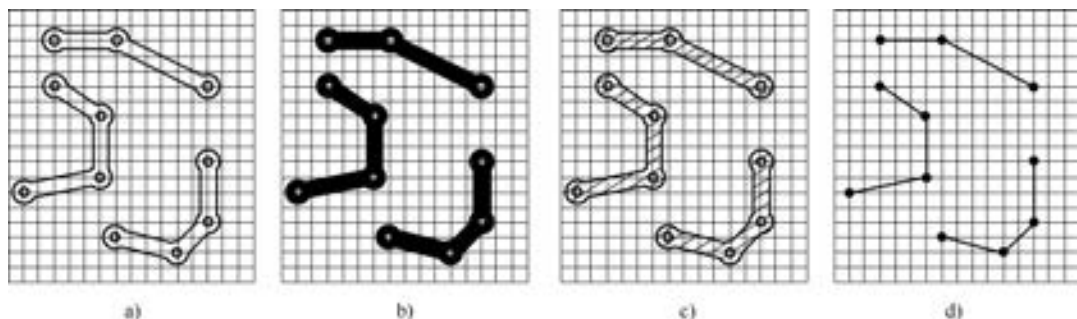


图 8-25 印制导线四种表现形式

8.6.3 综合实例与上机操作练习题

1. 综合实例

【例 8-7】根据图 8-26a 所示原理图，绘制印制电路板单线草图。操作步骤如下：

调用样板图形新建图形文件，从打开的“启动”对话框或“创建新图形”对话框中单击“使用样板”按钮，在“选择样板”下拉列表框中选取所建的样板图形名称，例如

“A4. dwt”，即可创建一张已设置好的样板图形。

印制电路板单线草图包括焊接元器件的引线孔、印制导线形状、印制电路板的尺寸及有关安装孔等。它是绘制各种正式图纸的主要依据，一般使用方格纸或坐标纸绘制，所用比例一般用 1:1 或 2:1。单线不交叉草图绘制过程如图 8-26 ~ 图 8-28 所示。

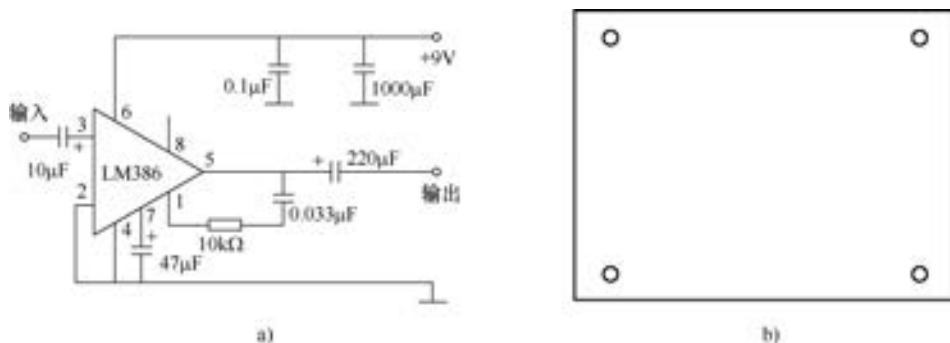


图 8-26 单线不交叉草图绘制过程 1

a) 电路原理图 b) 确定版面尺寸

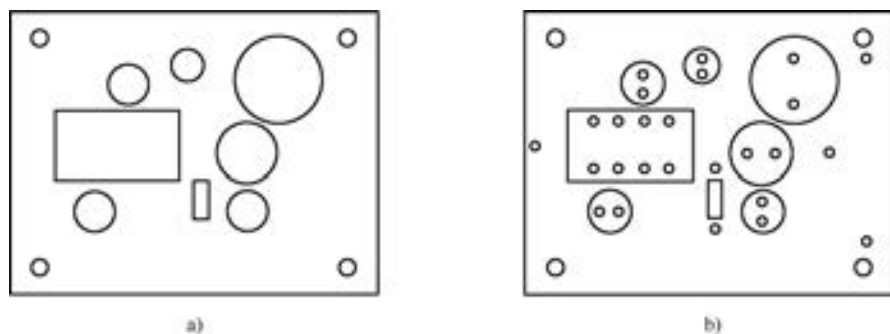


图 8-27 单线不交叉草图绘制过程 2

a) 在板上布置元器件 b) 确定焊盘位置

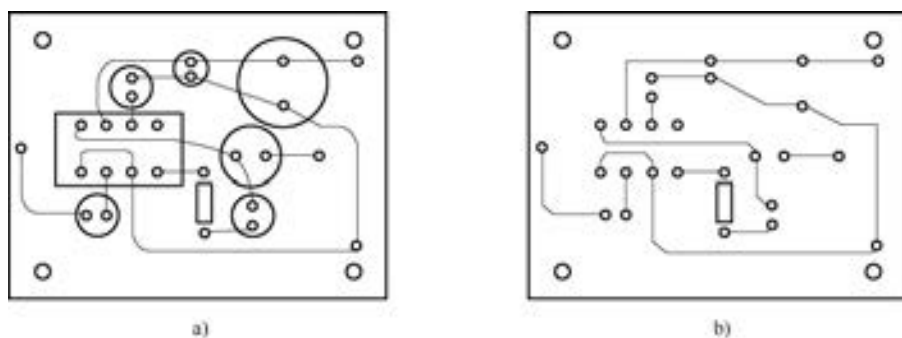


图 8-28 单线不交叉草图绘制过程 3

a) 勾画单线不交叉导线 b) 整理印制导线

2. 上机操作练习题

【题目】如图 8-29a 所示为声光报警的多谐振荡器电路图，绘制其印制电路板图如图

8-29b 所示。

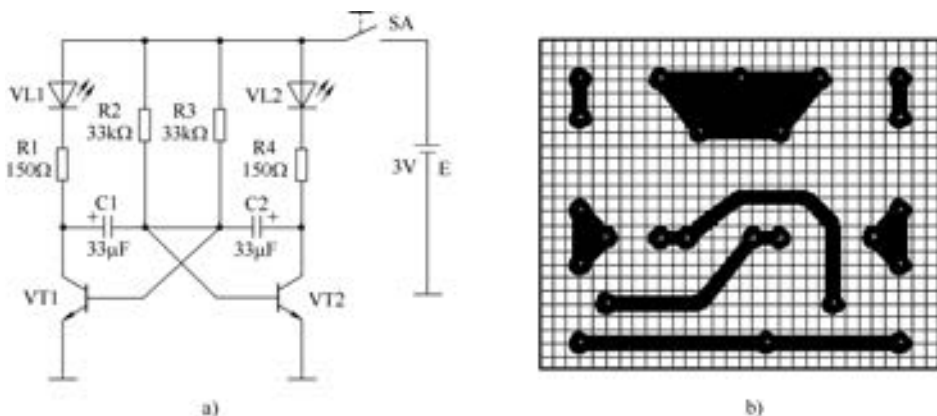


图 8-29 声光报警多谐振荡器电路图与印制电路板图

a) 电路图 b) 印制电路板图

绘制方法提示：

印制电路板图布置在直角坐标系中，可借助坐标纸上方格正确地表达在印制电路板上元器件的坐标位置。印制电路板图包括焊接元器件的引线孔、印制导线形状、印制电路板的尺寸等。

8.7 建筑电气安装平面图的绘制

8.7.1 建筑平面图的概述

1. 图示方法

房屋建筑平面图是假想用—个水平的切平面，沿门窗洞的位置将房屋切开，对剖切面以下部分所作出的水平剖面图，即为建筑平面图，简称平面图。一般房屋每层画一个平面图，并在图形的下方注明相应的图名，如“底层平面图”、“二层平面图”等。如果几个楼层平面布置相同时，也可以只画一个“标准层平面图”。

2. 图示内容

表示建筑物的平面布置，定位轴线的编号，外墙和内墙平的位置，房间的分布及相互关系，入口、走廊、楼梯的布置等。一般在平面图中注明房间的名称或编号。

表示门窗的位置和类型，门窗按构件及配件图例绘制，并标注名称代号“M”或“C”和编号。底层平面图需表明室外散水、明沟、台阶、坡道等内容。二层以上平面图则需表明雨篷、阳台等内容。

3. 标注

建筑平面图一般要标注剖切位置和索引符号。在底层平面图附近画出指北针，一般取上北下南。标注出各层地面的相对标高。建筑平面图中一般注有 3 道尺寸：

第 1 道尺寸，标注房屋外轮廓总尺寸，即从—端的外墙边到另一端的外墙边的总长和总

宽尺寸。

第2道尺寸，标注轴线间的距离，用以说明房间的大小即开间和进深尺寸。

第3道尺寸，标注外墙上门窗洞宽度和位置及其他细部的大小和位置的尺寸，标注这道尺寸时，应与轴线联系起来。

8.7.2 电气安装平面图的绘制方法

1. 建筑电气安装平面图的概述

以图形符号绘制，用来表示一个区域或一个建筑物中的电气装置、设备、线路等的安装位置、连接关系及其安装方法的简图，称为建筑电气安装平面图。

从某种意义上讲，建筑电气安装平面图是位置图和接线图相互组合的一种图。建筑电气安装平面图用图形符号，主要采用电气图用图形符号、电力、照明和电信布置中的图形符号。在建筑电气安装平面图上，一般需要标注设备的编号、型号、规格、安装和敷设方式等，这种标注方法是体现建筑电气安装平面图特色的一个重要方面。建筑电气安装平面图是在建筑区域或建筑物平面图基础上绘制出来的，因此图上位置、图线等应与建筑平面图协调一致。

2. 建筑电气安装平面图的主要用途

人类生产生活需要用电，在各个场所安装的电气装置，主要有配电变电所、电力线路、电气照明设备、电气动力装置、电信设备和线路，以及防雷、接地装置等。表示这些电气装置的供电方式、工作原理、平面布置、安装接线等，需要有多种类型的图纸，那就是电气安装平面图。在运行、维护管理中，建筑电气安装图是必不可少的技术文件。它提供了建筑电气安装的依据，例如设备的安装位置、安装接线、安装方法，还提供设备的编号、容量及有关型号等。

3. 建筑电气安装平面图的分类

建筑电气安装平面图是一类应用最广泛的电气工程图，是电气工程设计图的主要组成部分。按功能来划分，建筑电气安装平面图有以下几种：

- 1) 发电站、变电所电气安装平面图；
- 2) 电气照明安装平面图；
- 3) 电力安装平面图；
- 4) 线路安装平面图；
- 5) 电信设备及弱电线路安装平面图；
- 6) 防雷平面图；
- 7) 接地平面图。

4. 建筑电气安装平面图的特点和表示方法

1) 建筑电气安装平面图用图形符号主要采用国家标准 GB/T 4728.11—2008《电气简图用图形符号 第11部分：建筑安装平面布置图》中的图形符号。主要有以下几部分：

- ① 发电站和变电所，包括一般符号、各种发电站和变电所；
- ② 电信局（站）和机房设施；
- ③ 网络，包括线路、配线、电杆及附属设备等；

④ 音响和电视图像的分配系统，包括前端，放大器、分配器和方向耦合器、分支器和系统出线端、均衡器和衰减器、线路电源器件；

- ⑤ 配电、控制和用电设备,包括配电箱(屏)、控制台、起动和控制设备、用电设备;
- ⑥ 插座、开关和照明,包括插座和开关、照明灯、照明引出线和附件;
- ⑦ 报警设备,包括报警器。

2) 布置图用图形符号只用来表示电力、照明和电信设备、线路设施的平面布置图或规划图纸,一般不得用于概略图、电路图等功能图中。其次,当这些设备或设施按其实际形状投影绘制时,也不得采用这些图形符号。

3) 在建筑电气安装平面图上,设备和线路通常不标注项目代号,但一般需要标注设备的编号、型号、规格、安装和敷设方式等。

4) 工业与民用建筑的各个环节均离不开图纸的表达,图纸是信息表达交换的载体,所以设计和施工等部门必须共同遵守图纸的一定格式及标准。这些规定包括建筑电气工程自身的规定,另外也需涉及建筑制图等相关工程方面的一些规定。建筑电气制图一般可主要参见 GB/T 50001—2001《房屋建筑制图统一标准》等。建筑电气制图中涉及的图例、符号,我国的相关行业标准和国际上通用的 IEC 标准都有比较严格地规定。读者若有所需可查阅一些相关文献资料,详细认识了解。

5) 为更清晰地表达电气平面图的布置,在电气平面图上往往要画出某些建筑构件,如建筑墙体、门窗等。

5. 绘制建筑电气图的注意点

建筑电气工程图不同于机械图、建筑图,掌握了解建筑电气工程图的特点,才能准确地绘制建筑电气图。

1) 建筑电气工程图大多是在建筑图上采用统一的图形符号,并加注文字符号绘制出来的。绘制建筑电气工程图,首先必须明确和熟悉这些图形符号、文字符号及项目代号所代表的内容和物理意义以及它们之间的相互关系。

2) 任何电路均为闭合回路,一个合理的闭合回路一定包括四个基本元素,即电源、用电设备、导线和开关控制设备。正确绘制图纸还必须了解各种设备的基本结构、工作原理、工作程序、主要性能和用途,便于对设备安装及运行的了解。

3) 电路中的电气设备、元器件等之间都是通过导线连接起来构成一个整体的。建筑电气工程图绘制时,可将各有关的图纸联系起来,相互参照,应通过系统图、电路图联系,通过布置图、接线图找位置,交叉查阅可达到事半功倍的效果。

8.7.3 综合实例

【例 8-8】 图 8-30 所示为某车间建筑电气安装平面图,根据安装平面图注释的尺寸,新建 A4 打印图纸幅面,进行必要的设置后绘制并按图中要求标注等。

操作步骤如下:

1. 创建新图形文件

启动进入 AutoCAD2007 后,用创建新图形建一个新的文件,将此文件命名为“建筑电气平面图”,保存到自己指定的磁盘位置。

2. 创建 A4 图纸

AutoCAD 绘图与手工绘图不同,一般创建图形之前不必设置比例,即使最终以指定比例打印到图纸上,用户仍以 1:1 比例创建模型。但是,在创建图形之前,必须先决定使用哪

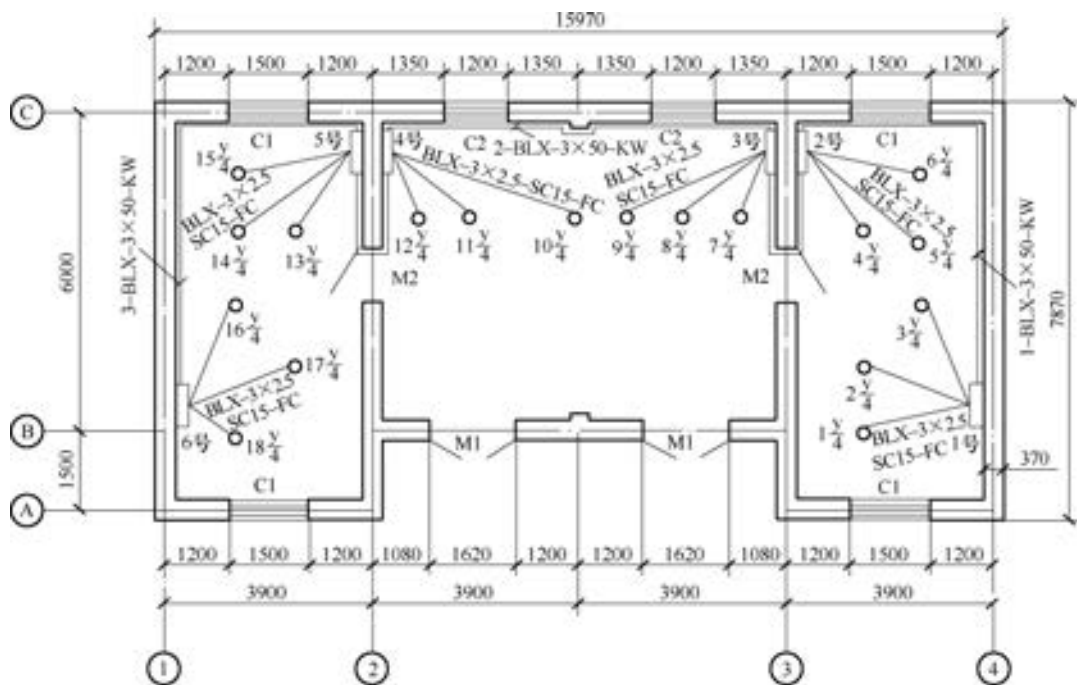


图 8-30 某车间建筑电气安装平面图

种图形单位。在 AutoCAD 图形中，一个图形单位可以等于 1in、1mm、1cm、1dm、1m。创建 A4 图纸本例有几种方法：

方法一：因为 A4 图纸幅面为 297×210 ，本例尺寸大，如以 mm 为单位，根据图形的大小和 1:1 作图原则，设置图形界限为 29700×21000 横放比较合适，打印到图纸时再设打印比例为 1:100，但要注意的是在设置字体样式和尺寸样式时必须考虑到比例的因素，标题栏也要跟随着放大 100 倍。

方法二：在绘图区先按 1:1 作图，不标注尺寸和文字，然后用缩放命令把图形缩小 100 倍，再设置图形界限为 297×210 ，标注尺寸和文字，画标题栏等，但标注尺寸设置尺寸样式时，“主单位”中测量比例项的“比例因子”设为 100，使软件自动标注出原图尺寸，出图时打印比例为 1:1。

方法三：考虑到本例中多数尺寸末尾两位均为 0，本例所有尺寸除 100，即作图比例为 1:100，设置图形界限仍为 297×210 横放。但标注尺寸设置尺寸样式时，“主单位”中测量比例项的“比例因子”设为 100，使软件自动标注出原图尺寸，出图时打印比例为 1:1。如果图形多数尺寸末尾不为 0，最好不用此法。

下面以第三种方法叙述如下：

(1) 以默认 0 图层用矩形命令画 297×210 长方形

单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮 ，根据命令行指示操作。

命令：_rectang <捕捉 开> （图形界限左下角最好与世界坐标系原点重合，通过栅格捕捉使长方形左下角与坐标原点重合）

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]：

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: <捕捉 关> (关闭栅格捕捉)
 指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: @297, 210 (用相对坐标法
 画 A4 大小的长方形框)

(2) 设置图形界限

1) 选择“格式”→“图形界限”菜单命令，重新设置模型空间界限。

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>: (设图形界限左下
 角点为坐标原点, 即与长方形左下角重合)

指定右上角点 <420.0000, 297.0000>: <对象捕捉 开> (对象捕捉指定长方形右
 上角点设为图形界限右上角点)

2) 通过显示缩放命令将整个图形范围显示成当前的屏幕大小。

命令: `_zoom` 指定窗口的角点, 输入比例因子 (nX 或 nXP), 或者

[全部 (A)/中心 (C)/动态 (D)/范围 (E)/上一个 (P)/比例 (S)/窗口 (W)/对象
 (O)] <实时>:

3) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮。

命令: `_offset`


当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>: 5 (用偏移命令使长方
 形整体向内偏移 5)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>:


选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

4) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_explode` (分解长方形)

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

5) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮。

命令: `_offset`


当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>: 20 (使长方形左边再偏
 移 20, 与此前偏移 5 合为图纸装订边宽 25)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>:

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

6) 单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮, 删除装订边多余图线。

命令: `_erase`

选择对象: 找到 1 个

选择对象:

7) 单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮, 修剪图纸装订边。

命令: `_trim`

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边

选择对象: 找到 1 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

(3) 设置图层

单击菜单栏“格式”→“图层”, 打开“图层特性管理器”对话框。

新建设置一个点划线层 (画墙体定位轴线), 单击“新建图层”按钮图标, 新建图层 1, 将“图层 1”层名改为“点划线”。单击该层中对应颜色的“白色”位置, 在“选择颜色”对话框中选择其中的黑色作为点划线的颜色。

单击点划线层对应的“线型”, 会出现“选择线型”对话框。单击“加载”按钮, 在“加载或重载线型”对话框中选中“CERTER”线型, 单击“确定”按钮。把“CERTER”加载后, 在“已加载线型”对话框中选中“CERTER”线型单击“确定”按钮。

新建设置一个粗线层 (画墙体), 单击粗线层对应的线宽, 在线宽对话框中选择线宽为 0.5mm。

新建设置一个细线层 (用于注写文本及尺寸)。

在长方形中插入标题栏图块, 把长方形 0 图层设置为不打印, 把长方形内框改为粗线层。作图结果如图 8-31 所示。

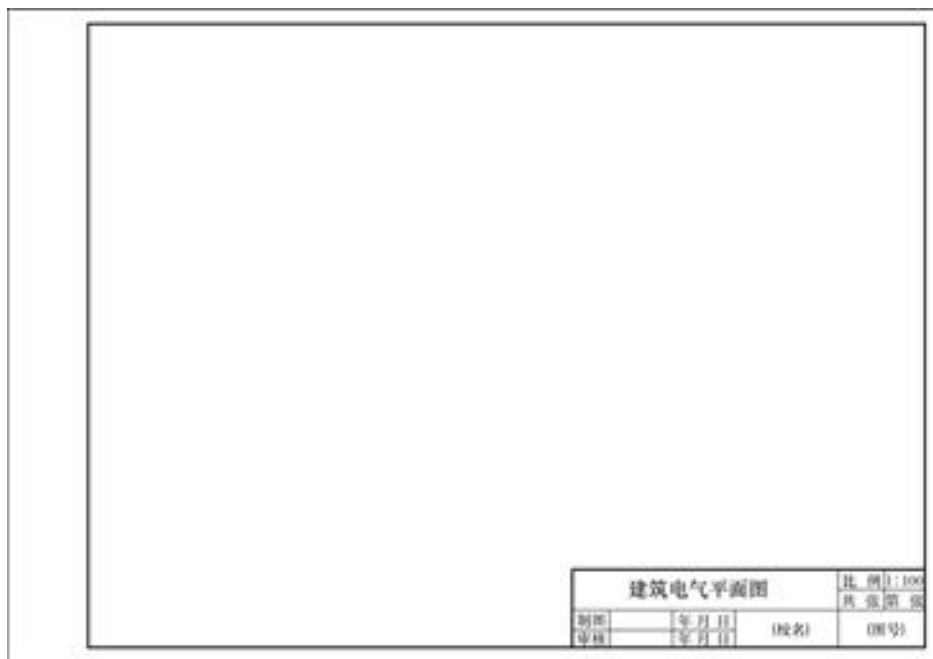



图 8-31 新建 A4 图纸

3. 图形绘制

(1) 绘制墙体水平与竖直定位轴线


以点划线为当前层，绘制墙体水平与竖直定位轴线。本例中多数尺寸末尾两位均为0，选取作图比例为1:100，即把原标注尺寸除100后1:1绘制。

1) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令: `_rectang` (用矩形命令绘制39×75长方形)

指定第一个角点或 [倒角 (C)/标高 (E)/圆角 (F)/厚度 (T)/宽度 (W)]:

指定另一个角点或 [面积 (A)/尺寸 (D)/旋转 (R)]: `@39, 75`


2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令: `_line` 指定第一点: (正交打开, 捕捉长方形右上角画长为78的直线)

指定下一点或 [放弃 (U)]: `78`

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]:

3) 单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令: `_offset`

当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 `OFFSETGAPTYPE = 0`

指定偏移距离或 [通过 (T)/删除 (E)/图层 (L)] <通过>: `60` (把长为78的直线向前偏移60)

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E)/多个 (M)/放弃 (U)] <退出>:

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>:

4) 单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把39×75长方形复制到右侧。

命令: `_copy`

选择对象: 找到1个

选择对象: (按Enter键或继续选择对象)

指定基点或 [位移 (D)] <位移>: (默认指定对象基点位移)

指定第二点或 [退出 (E)/放弃 (U)] <退出>: (指定位移点2或按Enter键)

作图结果如图8-32所示。

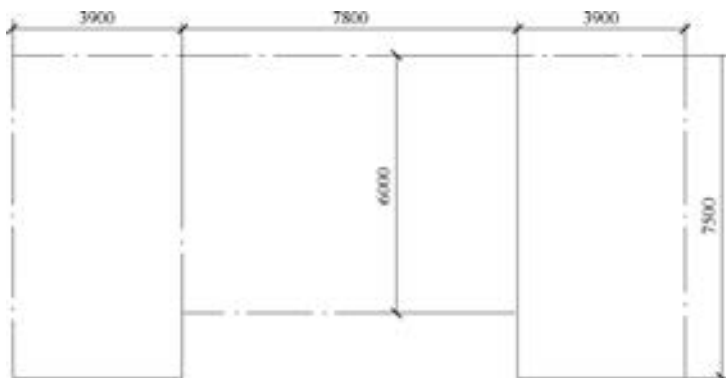


图8-32 绘制建筑电气平面图定位轴线

(2) 绘制墙体线

1) 选择“绘图”→“多线”菜单命令，以系统默认样式用多线命令绘制墙体线。

命令：_mline

当前设置：对正 = 无，比例 = 3.70，样式 = STANDARD

指定起点或 [对正 (J)/比例 (S)/样式 (ST)]：j (设置起点对正方式)

输入对正类型 [上 (T)/无 (Z)/下 (B)] <无 >：z (选起点 Z 对正方式)

当前设置：对正 = 无，比例 = 3.70，样式 = STANDARD

指定起点或 [对正 (J)/比例 (S)/样式 (ST)]：s

输入多线比例 <3.70 >：3.7 (设置比例，即墙体宽)

当前设置：对正 = 无，比例 = 3.70，样式 = STANDARD

指定起点或 [对正 (J)/比例 (S)/样式 (ST)]： (捕捉墙体点划线端点绘制墙体)

指定下一点：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

指定下一点或 [闭合 (C)/放弃 (U)]：

命令：MLINE

当前设置：对正 = 无，比例 = 3.70，样式 = STANDARD

指定起点或 [对正 (J)/比例 (S)/样式 (ST)]：

指定下一点：

指定下一点或 [放弃 (U)]：


命令：MLINE

当前设置：对正 = 无，比例 = 3.70，样式 = STANDARD

指定起点或 [对正 (J)/比例 (S)/样式 (ST)]：

指定下一点：

指定下一点或 [放弃 (U)]：

2) 单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解墙体多线，用常规方法进行编辑（也可以用第3章所述的多线编辑工具进行编辑）。

命令：_explode

选择对象：指定对角点：找到 5 个，总计 5 个

作图结果如图 8-33 所示。

(3) 绘制门洞与窗洞

为便于绘制与编辑关闭点划线（墙体轴线）图层，绘制门洞与窗洞，作图结果如图 8-34 所示。

(4) 插入门窗

(5) 绘制开关箱及电缆线

(6) 标注尺寸与文本

设置一个“字母”字体样式，用于书写数字和字母，设置一个“建筑”标注样式，标注图中尺寸。

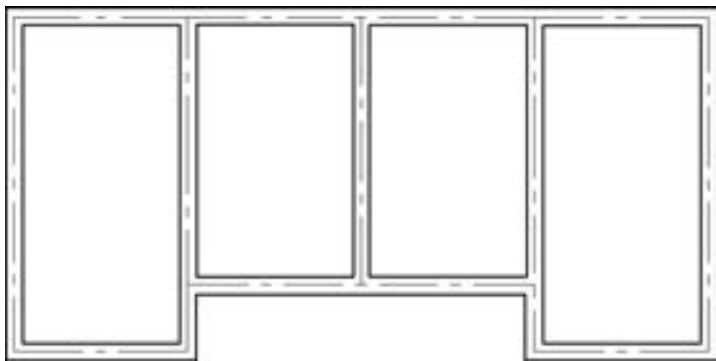


图 8-33 用多线绘制墙线

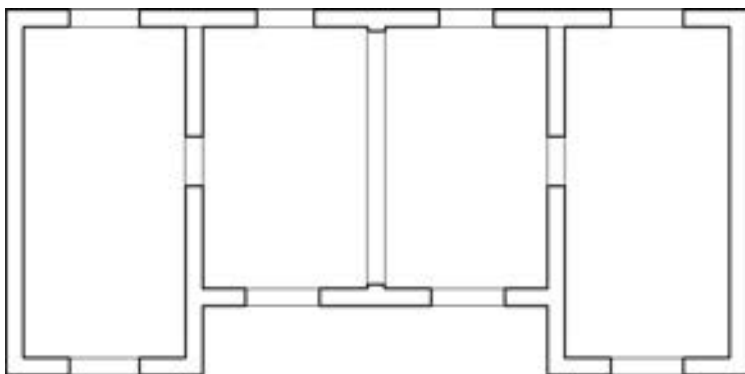


图 8-34 关闭点划线（墙体轴线）图层绘制门洞与窗洞

选择“格式”→“标注样式”菜单命令，打开“标注样式管理器”对话框，在“标注样式管理器”对话框中，单击“新建”按钮，打开“创建新标注样式”对话框，利用对话框即可新建标注样式。在“基础样式”下拉列表框中选“ISO-25”样式，在“新样式名”文本框中输入“建筑”，单击“继续”按钮，打开“新建标注样式”对话框。单击“直线和箭头”选项卡，在“箭头”选项组设置“第一个”和“第二个”下拉列表框中选择“建筑标记”。单击“主单位”选项卡，在“线性标注”选项组设置：“单位格式”选择“小数”，“精确”下拉列表框中选择“0”。特别应注意在“测量单位比例项”中“比例因子”设为100，使软件自动标注出原图尺寸。其他选项为默认值。

本图尺寸标注用到线性标注与连续标注。线性标注指标注图形对象在水平方向、垂直方向或指定方向上的尺寸，执行方法是单击“标注”工具栏中的“线性标注”按钮，执行命令后，AutoCAD提示“指定第一条尺寸界线原点或<选择对象>:”，根据提示执行相关操作。

连续标注执行方法是在“标注”工具栏里单击“连续标注”按钮，可以创建一系列端对端放置的标注，每个连续标注都从前一个标注的第2个尺寸界限处开始。

需要尺寸标注编辑时单击“标注”工具栏中的“编辑标注文字”按钮，可以修改标注中尺寸文字的位置。单击“标注”工具栏中的“编辑标注”按钮，可以编辑尺寸标注。

作图结果如图8-30所示。

第 9 章 三维实体建模简介

在实际工程中大多数设计是通过二维投影图来表达设计思想并组织施工或加工的，但有些场合需要建立三维模型来直观表达效果等。AutoCAD2007 版本三维绘图功能有较大改善，本章将围绕三维绘制基础，简介三维模型的建模方法。

9.1 三维坐标系

在三维空间中，图形对象上每一点的位置均是用三维坐标表示的，在 AutoCAD 中，三维坐标系分为世界坐标系和用户坐标系。

9.1.1 世界坐标系

世界坐标系（简称 WCS）是一种固定的坐标系，即原点和各坐标轴的方向固定不变。三维坐标与二维坐标基本相同，只不过是多了个第三维坐标即 Z 轴。在三维空间绘图时，需要指定 X、Y 和 Z 的坐标值才能确定点的位置。当用户以世界坐标的形式输入一个点时，可以采用直角坐标、柱坐标和球坐标的方式来实现。

世界坐标系的平面图标如图 9-1a 所示，其 X 轴正向向右，Y 轴正向向上，Z 轴正向由屏幕指向操作者，坐标原点位于屏幕左下角。当用户从三维空间观察世界坐标系时，其图标如图 9-1b 所示。

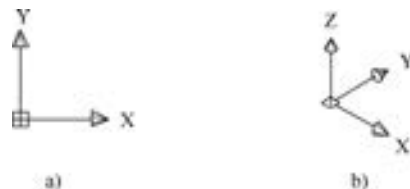


图 9-1 平面世界坐标系与三维世界坐标系

在三维的世界坐标系中，坐标值表示方法包括直角坐标、柱面坐标以及球面坐标等三种形式。

三维直角坐标系：空间点的三维坐标值使用基于当前坐标原点的 (X, Y, Z) 来表示（绝对坐标），除绝对坐标外，还可以使用基于上一个输入点的相对坐标（在坐标值前加符号@）。

柱坐标系：使用 XY 平面的角和沿 Z 轴的距离来表示，如图 9-2a 所示，其格式如下：

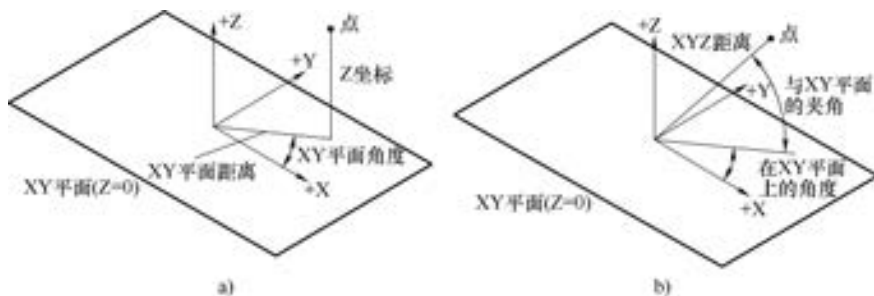


图 9-2 柱坐标系以及球坐标系

a) 柱坐标系 b) 球坐标系

XY 平面距离 < XY 平面角度, Z 坐标 (绝对坐标)。

@ XY 平面距离 < XY 平面角度, Z 坐标 (相对坐标)。

球坐标系: 具有点到原点的距离、在 XY 平面上的角度及和 XY 平面的夹角 3 个参数, 如图 9-2b 所示, 其格式如下:

XYZ 距离 < XY 平面角度 < 和 XY 平面的夹角 (绝对坐标)。

@ XYZ 距离 < XY 平面角度 < 和 XY 平面的夹角 (相对坐标)。

9.1.2 用户坐标系

1. 创建三维用户坐标系

用户坐标系 (简称 UCS) 是 AutoCAD2007 绘制三维图形的重要工具。由于世界坐标系 (WCS) 是一个单一固定的坐标系, 绘制二维图形虽完全可以满足要求, 但绘制三维图形时, 则会产生很大的不便。为此 AutoCAD 允许用户建立自己的坐标系, 即用户坐标系。

例如, 如图 9-3 所示, 当前坐标系为世界坐标系, 用户需要在斜面上绘制一个新的圆锥体, 由于世界坐标系的 XY 平面与模型斜面存在一定夹角, 因此不能直接绘制, 必须通过坐标变换, 使世界坐标系的 XY 平面与斜面共面, 转变为用户坐标系, 这样才能绘制出圆锥体, 如图 9-4 所示。



图 9-3 当前坐标系为世界坐标系



图 9-4 当前坐标系为用户坐标系

创建三维用户坐标系操作格式:

从菜单栏选择“工具”→“新建 UCS”命令, 执行结果可以在子菜单中选。

2. 恢复世界坐标系

若当前为“UCS”坐标系, 要想恢复为“WCS”坐标系, 其方法如下:

1) 从“工具”菜单中选择“命名 UCS”, 打开“UCS”对话框。在“命名 UCS”选项卡中 (见图 9-5) 选择“世界”选项, 再单击“置为当前”按钮, 可以将当前坐标系恢复

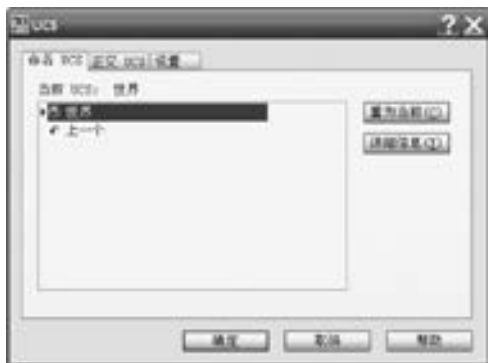


图 9-5 “命名 UCS”选项卡

为世界坐标系（WCS）。

2) 从“工具”菜单中选择“新建 UCS”子菜单，然后在子菜单中选择“世界”选项，“UCS”坐标系即恢复为世界坐标系（WCS）。

9.2 三维模型的类型

在 AutoCAD 中，三维模型可以分为线框模型、表面（网格）模型以及实体模型三种。

9.2.1 线框模型

线框模型是用线条来表示三维图形，它主要由点、直线、曲线等组成，不具有面和体的特征。如图 9-6 所示，用 9 条线段来表示一个楔形体，用一个圆和两条线表示圆锥体，用两个圆和两条线段来表示一个圆柱体。线框模型



图 9-6 线框模型

结构简单，易于绘制。但同时也存在一些不足，因为线框模型没有面和体的信息，不够形象直观，建模又耗时，所以极少使用三维线框模型来表达三维模型。

9.2.2 表面模型

表面模型是用物体的表面表示三维物体，如图 9-7 所示，一般是将线框模型经过进一步处理得到的，它不仅定义了三维对象的边界，而且还定义了表面，具有面的特征，不仅可以显示出表面的轮廓，而且可以显示出表面的真实形状。表面模型适合于表示由复杂曲面构成的三维模型，表面模型没有包含体的信息，因此表面模型不能进行布尔运算以及计算模型的体积、质量等。

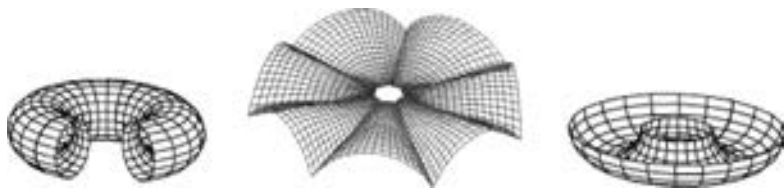


图 9-7 表面模型

9.2.3 实体模型

实体模型是三维模型中最高级的一种，利用实体模型可以计算实体模型的体积、质量、重心、惯性矩等。实体模型不仅具有线和面的特征，而且还具有体的特征，各实体对象间可以进行各种布尔运算操作，从而创建复杂的三维实体图形。可以对实体模型设置颜色、材质并进行渲染，从而创建出一幅逼真的效果图。在 AutoCAD2007 中创建的基本实体模型如图 9-8 所示。



图 9-8 实体模型

9.3 三维观察

通常三维模型建立完成后,用户希望从多个角度对其进行观察,此时就需要用户对模型的观察方向进行定义。在 AutoCAD2007 中用户可以采用系统提供的观察方向对模型进行观察,也可以自定义观察方向。

9.3.1 使用“三维视图”菜单设置视点

视点是指观察图形的方向。例如,绘制三维图时,如果使用平面坐标系即 Z 轴垂直于屏幕,此时仅能看到物体在 XY 平面上的投影。如果调整视点至当前坐标系的左上方,将看到一个三维物体。设置视点可使用“视点预置”对话框和使用罗盘确定视点等多种,本书仅介绍使用“三维视图”菜单设置视点。

选择“视图”→“三维视图”子菜单中的“俯视”、“仰视”、“左视”、“右视”、“主视”、“后视”、“西南等轴测”、“东南等轴测”、“东北等轴测”和“西北等轴测”命令,从多个方向来观察图形,如图 9-9 所示。

9.3.2 动态观察器

在 AutoCAD2007 中,选择“视图”→“动态观察”命令中的子命令,可以动态观察视图。启用“动态观察器”命令后,系统将显示一个转盘,如图 9-10 所示。按住鼠标左键不放并拖动鼠标,三维模型将随之旋转,当到达所需视角后,按 Enter 键或是 Esc 键结束命令,也可以单击鼠标右键,从弹出的光标菜单中选择“退出”选项即可。



图 9-9 “三维视图”子菜单

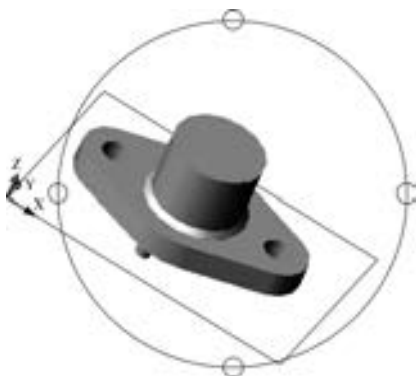






图 9-10 三维动态观察器

在拖动鼠标旋转模型时，鼠标指针指向转盘的不同部位，会显示为不同的形状，拖动鼠标也将会产生不同的显示效果。

当移动鼠标到大圆之外时，指针显示为，拖动鼠标，视图将绕通过转盘中心并垂直于屏幕的轴旋转。

当移动鼠标到大圆之内时，指针显示为，可以在水平、铅垂、对角方向拖动鼠标旋转视图。

当移动鼠标到左边或右边小圆之上时，指针显示为，拖动鼠标，视图将绕通过转盘中心的垂直轴旋转。

当移动鼠标到上边或下边小圆之上时，指针显示为，拖动鼠标，视图将绕通过转盘中心的水平轴旋转。

9.4 创建基本三维实体模型

AutoCAD 中提供了一些绘制常用的简单基本三维实体的命令，如多段体、长方体、楔形体、圆锥体、球体、圆柱体、圆环体、棱锥体等，由这些简单三维实体可以通过布尔运算进行打孔、挖槽和合并等操作来创建复杂的三维模型。


命令输入有多种方法，绘图时建议用户使用“建模”工具栏，如图 9-11 所示。




图 9-11 “建模”工具栏

9.4.1 绘制多段体

多段体可以看做是带矩形轮廓的多段线，只不过直接绘制出来就是实体，在建筑立体图中用多段体来创建墙体非常方便。

启动“绘制多段体”的命令有三种方法：选择菜单栏“绘图”→“建模”→“多段体”，单击“建模”工具栏中“多段体”的按钮，在命令行中执行 POLYSOLID 命令。

常用操作格式：

单击“建模”工具栏中“多段体”的按钮，根据命令行指示操作：

命令：_polysolid

指定起点或 [对象 (O)/高度 (H)/宽度 (W)/对正 (J)] <对象>：(输入 H)

指定高度 <4.0000>：(输入高度值)

指定起点或 [对象 (O)/高度 (H)/宽度 (W)/对正 (J)] <对象>：(输入 W)

指定宽度 <0.2500>：(输入宽度值)

指定起点或 [对象 (O)/高度 (H)/宽度 (W)/对正 (J)] <对象>：(输入 W)


指定下一个点或 [圆弧 (A)/放弃 (U)]：(指定下一个点)

输入点后，即可创建多段体。


【例 9-1】 绘制如图 9-12 所示的多段体图形。

9.4.2 绘制长方体

长方体是最基本的实体模型之一，作为最基本的三维模型，其应用非常广泛。

启动“绘制长方体”的命令有三种方法：选择菜单栏“绘图”→“建模”→“长方体”；单击“建模”工具栏中“长方体”的按钮；输入命令 BOX。

常用操作格式：

单击“建模”工具栏中“长方体”的按钮, 根据命令行指示操作。

命令：_box


指定长方体的角点或 [中心点 (CE)] <0, 0, 0>： (指定长方体角点或中心点)

指定角点或 [立方体 (C)/长度 (L)]： (用默认指定长方体另一角点或立方体或边长)

指定高度： (指定长方体的高度)

输入高度值之后，即可创建长方体。

【例9-2】 绘制长度为50、宽度为40、高度为30的长方体，如图9-13所示。其操作如下：

单击“建模”工具栏中“长方体”的按钮。

命令：_box

指定长方体的角点或 [中心点 (CE)] <0, 0, 0>： (鼠标拾取指定长方体角点)


指定角点或 [立方体 (C)/长度 (L)]：L (指定选项 L)

指定长度：50 (输入长方体的长为50)


指定宽度：40 (输入长方体的宽为40)

指定高度：30 (输入长方体的高为30)

9.4.3 创建楔体

启动“绘制楔体”的命令有三种方法：选择菜单栏“绘图”→“建模”→“楔体”；单击“建模”工具栏中“楔体”的按钮；输入命令 WEDGE。

常用操作格式：

单击“建模”工具栏中“楔体”的按钮, 根据命令行指示操作。

命令：_wedge

指定楔体的第一个角点或 [中心点 (CE)] <0, 0, 0>： (指定该底面矩形的第一个角点)

指定角点或 [立方体 (C)/长度 (L)]：(用默认指定楔体底面矩形的另一个角点或立方体或边长)



图9-12 绘制多段体图例



图9-13 绘制长方体图例

指定高度: (指定楔体的高度值)

输入楔体的高度值后, 即可创建楔体。

【例 9-3】 绘制长度为 70、宽度为 30、高度为 50 的楔体, 如图 9-14 所示。其操作如下:

单击“建模”工具栏中“楔体”的按钮.

命令: `_wedge`

指定楔体的第一个角点或 [中心点 (CE)] <0, 0, 0>:
(鼠标拾取指定该楔体底面矩形的第一个角点)

指定角点或 [立方体 (C)/长度 (L)]: L (指定选项 L)

指定长度: 70 (输入楔体的长为 70)

指定宽度: 30 (输入楔体的宽为 30)

指定高度: 50 (输入楔体的高为 50)

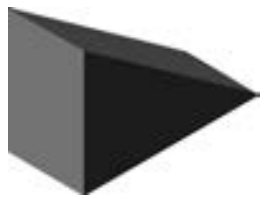




图 9-14 绘制楔体图例

9.4.4 创建圆柱体

启动“绘制圆柱体”的命令有三种方法: 选择菜单栏“绘图”→“建模”→“圆柱体”; 单击“建模”工具栏中“圆柱体”的按钮; 输入命令 `CYLINDER`。

常用操作格式:

单击“建模”工具栏中“圆柱体”的按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_cylinder`


指定圆柱体底面的中心点或 [椭圆 (E)] <0.0.0>: (指定圆柱体中心点)

指定圆柱体底面的半径或 [直径 (D)]: (指定圆柱体半径或直径)

指定圆柱体高度或 [另一个圆心 (C)]: (指定圆柱体高度值或顶面的中心点)

输入圆柱体高度之后, 完成创建圆柱体。

【例 9-4】 绘制直径为 50、高度为 60 的圆柱, 如图 9-15 所示。其操作如下:

单击“建模”工具栏中“圆柱体”的按钮.

命令: `_cylinder`

当前线框密度: `ISOLINES = 4`

指定圆柱体底面的中心点或 [椭圆 (E)] <0, 0, 0>:
(鼠标拾取指定圆柱体底面的中心点)

指定圆柱体底面的半径或 [直径 (D)]: D (指定选项 D)

指定圆柱体底面的直径: 50 (指定圆柱体底面的直径为 50)

指定圆柱体高度或 [另一个圆心 (C)]: 60 (指定圆柱体高度为 60)

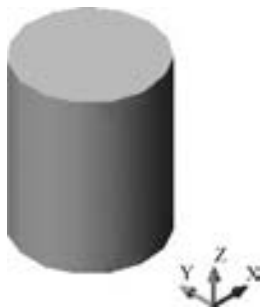




图 9-15 绘制圆柱体图例

9.4.5 创建圆锥体

启动“绘制圆锥体”的命令有三种方法: 选择菜单栏“绘图”→“建模”→“圆锥体”; 单击“建模”工具栏中“圆锥体”的按钮; 输入命令 `CONE`。

常用操作格式:

单击“建模”工具栏中“圆锥体”的按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_cone`


指定圆锥体底面的中心点或 [椭圆 (E)] <0, 0, 0>: (指定圆锥体底面中心点)

指定圆锥体底面的半径或 [直径 (D)]: (指定圆锥体半径或直径)

指定圆锥体高度或 [顶点 (A)]: (指定圆锥体高度值或顶点)

输入圆锥体高度值后, 即可创建圆锥体。

【例 9-5】 绘制直径为 40、高度为 60 的圆锥, 如图 9-16 所示, 其操作如下:

单击“建模”工具栏中“圆锥体”的按钮.

命令: `_cone`

当前线框密度: `ISOLINES = 4`

指定圆锥体底面的中心点或 [椭圆 (E)] <0, 0, 0>:

(鼠标拾取指定圆锥体底面的中心点)

指定圆锥体底面的半径或 [直径 (D)]: `D` (指定

选项 D)

指定圆锥体底面的直径: `40` (指定圆锥体底面的直径为 40)

指定圆锥体高度或 [顶点 (A)]: `60` (指定圆锥体高度为 60)



图 9-16 绘制圆锥体图例

9.5 由二维图形创建三维立体模型

三维模型不仅可以通过基本三维实体命令建立, 也可以通过对二维图形的拉伸或旋转来产生。尤其在已有二维平面图形、已知曲面立体轮廓线的情况下, 或立体包含圆角以及用其他普通剖面很难制作的细部图形时, 通过拉伸和旋转操作产生三维模型非常方便。

9.5.1 创建面域

面域是用闭合的形状创建的二维区域, 面域的外观与平面图形外观相同, 但面域是一个单独对象, 具有面积、周长、形心等几何特征, 面域属于实体模型。面域之间可以进行并、差、交等布尔运算, 因此常常采用面域来创建边界较为复杂的图形。利用面域的拉伸或旋转实现平面到三维立体模型的转换。

1. 创建面域

在 AutoCAD 中, 可以将由某些对象围成的封闭区域转换为面域, 这些封闭区域可以是圆、椭圆、封闭的二维多段线和封闭的样条曲线等对象, 也可以是由圆弧、直线、二维多段线、椭圆弧、样条曲线等对象构成的封闭区域。

启用“面域”命令有三种方法: 选择“绘图”→“面域”菜单命令; 单击“绘图”工具栏中的“面域”按钮; 输入命令 `REG (REGION)`。

利用上述任意一种方法启用“面域”命令, 选择一个或多个封闭对象, 或者组成封闭区域的多个对象, 然后按 `Enter` 键, 即可创建面域, 效果如图 9-17 所示。

2. 面域的布尔运算

布尔运算的对象只包括实体和共面的面域, 对于普通的线条图形对象无法使用布尔运

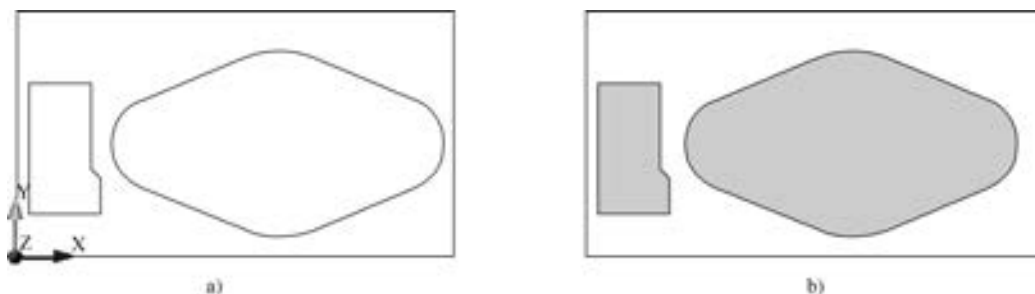


图 9-17 二维平面图形创建面域图例

a) 创建面域前的图形 b) 已创建的面域

算。使用“修改”→“实体编辑”子菜单中的相关命令或使用“建模”工具栏中的“并、交、差”的按钮，可以对面域进行如下的布尔运算，如图 9-18 所示。

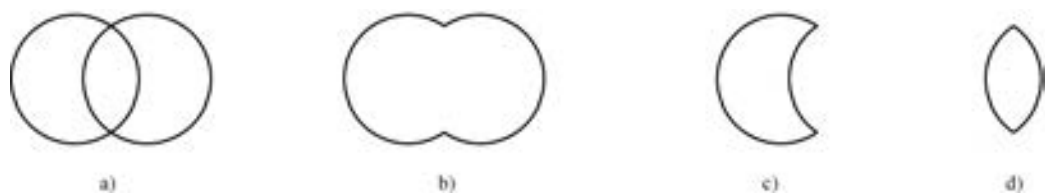


图 9-18 面域布尔运算


a) 原始面域 b) 面域并集运算 c) 面域差集运算 d) 面域交集运算


1) 并集：创建面域的并集，此时需要连续选择要进行并集操作的面域对象，直到按下 Enter 键，即可将选择的面域合并为一个图形并结束命令。

2) 差集：创建面域的差集，使用一个面域减去另一个面域。操作时需选择要从中减去的面域，按下 Enter 键，再选择要减去的面域，按下 Enter 键结束命令即可。

3) 交集：创建多个面域的交集即各个面域的公共部分，此时需要同时选择两个或两个以上面域对象，然后按下 Enter 键即可。

9.5.2 拉伸二维图形绘制三维实体

通过拉伸将二维图形绘制成三维实体时，该二维图形必须是一个封闭的二维对象或由封闭曲线构成的面域，并且拉伸的路径必须是一条多段线。若拉伸的路径是由多条曲线连接而成的曲线时，则必须选择“编辑多段线”工具将其转化为一条多段线，该工具按钮位于“修改 II”工具栏中。利用直线、圆弧等命令绘制的一般闭合图形是不能直接进行拉伸的，此时用户需要将其定义为面域。

启用“拉伸”命令来创建三维实体有三种方法：选择“绘图”→“建模”→“拉伸”菜单命令；单击“建模”工具栏或“三维制作”面板中的“拉伸”按钮；输入命令 EXTRUDE。

常用操作格式：

单击“建模”工具栏中的“拉伸”命令按钮，根据命令行指示操作。

命令: `_extrude`

选择对象: (选择要拉伸的二维闭合对象, 按 Enter 键)

指定拉伸高度或 [路径 (P)]: (指定拉伸高度或路径)

指定拉伸的倾斜角度 <0>: (指定拉伸锥度)

输入拉伸锥度后, 即完成创建拉伸实体。不同倾斜角度拉伸效果如图 9-19 所示。

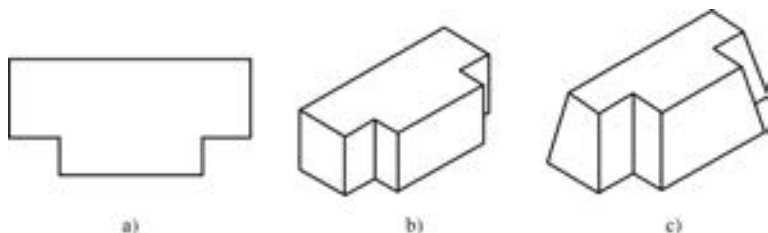


图 9-19 不同倾斜角度拉伸效果

a) 封闭的多线段 b) 拉伸倾斜角度 0° c) 拉伸倾斜角度 10°

【例 9-6】 绘制图 9-20a 所示的二维图形, 并拉伸创建如图 9-20b 所示的实体。

(1) 用二维命令绘制好需要创建面域的封闭图形

由于图 9-20b 所示的实体是放置在水平面上, 所以最好选择“俯视”图作为创建面域前的图形, 方法是选择菜单栏“视图”→“三维视图”→“俯视”, 在该坐标面上绘制封闭二维图形。其操作过程如下。

命令: `_view` 输入选项 [? / 删除 (D) / 正交 (O) / 恢复 (R) / 保存 (S) / 设置 (E) / 窗口 (W)]: `_top` (选择“俯视”图绘制创建面域前的图形)

命令: `_line` 指定第一点: (用直线命令绘制大圆辅助中心线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

命令: `_offset` (偏移大圆中心线得小圆中心线)

当前设置: 删除源 = 否 图层 = 源 `OFFSETGAPTYPE = 0`

指定偏移距离或 [通过 (T) / 删除 (E) / 图层 (L)] < 16.0000 >: 16

选择要偏移的对象, 或 [退出 (E) / 放弃 (U)] < 退出 >:

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出 (E) / 多个 (M) / 放弃 (U)] < 退出 >:

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P) / 两点 (2P) / 相切、相切、半径 (T)]:
(绘制半径为 6 的圆)

指定圆的半径或 [直径 (D)] < 12.0000 >: 6

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点 (3P) / 两点 (2P) / 相切、相切、半径 (T)]:
(绘制半径为 6 的圆)

指定圆的半径或 [直径 (D)] < 12.0000 >: 6

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

指定圆的半径或 [直径 (D)] < 6.0000 >: 12 (绘制半径为 12 的大圆)

命令: `_line` 指定第一点: (绘制圆的切线)

指定下一点或 [放弃 (U)]:

指定下一点或 [放弃 (U)]:

命令: `_mirror`

(镜像复制圆的切线)

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:

指定镜像线的第一点: 指定镜像线的第二点:

要删除源对象吗? [是 (Y)/否 (N)] <N>:

命令: `_trim`

(选圆的切线为剪切边, 修剪图形)

当前设置: 投影 = UCS, 边 = 无

选择剪切边...

选择对象: 找到 1 个, 总计 4 个

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 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:

选择要修剪的对象, 或按住 Shift 键选择要延伸的对象, 或 [栏选 (F)/窗交 (C)/投影 (P)/边 (E)/删除 (R)/放弃 (U)]:


命令: `_erase`

(删除多余图线)

选择对象: 指定对角点: 找到 1 个, 总计 4 个

选择对象:

(2) 创建面域

单击“绘图”工具栏中的“面域”按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_region`

选择对象: 指定对角点: 找到 8 个

(选择已创建的封闭图形)

选择对象:

(回车完成面域创建)

已提取 1 个环。

已创建 1 个面域。

(3) 拉伸图形绘制三维实体

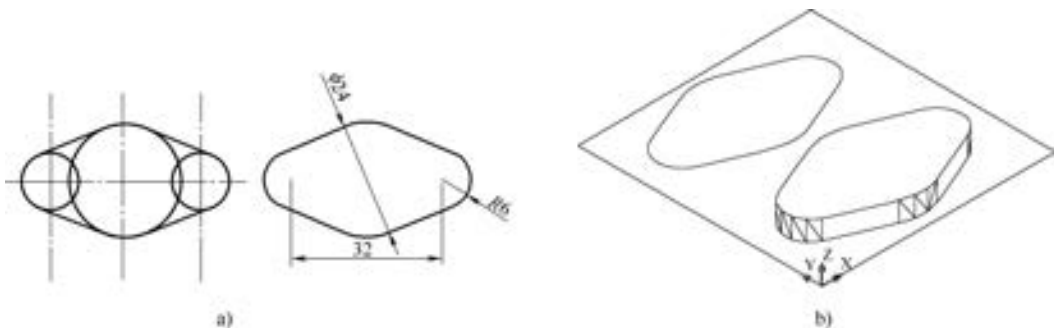



图 9-20 拉伸二维图形绘制三维实体例

a) 绘制二维图形 b) 创建面域拉伸建模

单击“建模”工具栏中的“拉伸”图标，根据命令指示操作。

命令：_extrude

当前线框密度：ISOLINES = 4

选择要拉伸的对象：找到 1 个 (选择已创建的面域)


选择要拉伸的对象： (回车结束对象选择)

指定拉伸的高度或 [方向 (D)/路径 (P)/倾斜角 (T)]: 5 (指定拉伸的高度为 5)


拉伸结果如图 9-20 所示。

9.5.3 旋转二维图形绘制三维实体

可以旋转闭合多段线和面域等成为三维立体模型。一个闭合对象既可以绕当前 UCS X 轴或 Y 轴旋转一定的角度生成实体，也可以绕直线、多段线或两个指定的点旋转一定的角度生成实体。

启用“旋转”命令来创建三维实体有三种方法：选择“绘图”→“建模”→“旋转”菜单命令；单击实体工具栏或“三维制作”面板中的“旋转”命令按钮；输入命令 REVOLVE。

常用操作格式：

单击“建模”工具栏中“旋转”的命令按钮，根据命令行指示操作。

命令：_revolve

选择对象：(选择要旋转的二维闭合对象，按 Enter 键)

指定旋转实体旋转轴的起点或 [对象 (O)/X 轴 (X)/Y 轴 (Y)]: (指定旋转实体旋转轴的起点或对象/X/Y)

指定旋转轴的端点：(指定旋转轴的终点)

指定旋转角度 <360>: (指定旋转角度)

输入旋转角度后，系统完成创建旋转实体。

【例 9-7】 绘制图 9-21a 所示的二维图形，并绕轴旋转 360° 形成实体，如图 9-21b 所示。

(1) 用二维命令绘制好需要面域的封闭图形

由于图 9-21b 所示的实体是放置在正立面上，所以最好选择“主视”图创建面域前的图形，方法是选择菜单栏“视图”→“三维视图”→“主视”，在该坐标面上绘制封闭二维图形，作图过程如下。

命令：_view 输入选项 [? / 删除 (D) / 正交 (O) / 恢复 (R) / 保存 (S) / 设置 (E) / 窗口 (W)]: _front (选择“主视”图绘制面域前的图形)

命令：_line 指定第一点： (用直线命令绘制需要创建面域的封闭矩形)

指定下一点或 [放弃 (U)]: 17

指定下一点或 [放弃 (U)]: 9

指定下一点或 [闭合 (C) / 放弃 (U)]: 5

指定下一点或 [闭合 (C) / 放弃 (U)]: 1

指定下一点或 [闭合 (C) / 放弃 (U)]: 8

指定下一点或 [闭合 (C) / 放弃 (U)]: c

命令: `_chamfer` (完成需倒角的地方)

(“不修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 1.0000, 距离 2 = 0.5000

选择第一条直线或 [放弃 (U)/多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方式 (E)/多个 (M)]: t

输入修剪模式选项 [修剪 (T)/不修剪 (N)] <不修剪>: t

选择第一条直线或 [放弃 (U)/多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方式 (E)/多个 (M)]: d


指定第一个倒角距离 <1.0000>: 1

指定第二个倒角距离 <1.0000>: 1

选择第一条直线或 [放弃 (U)/多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方式 (E)/多个 (M)]:

选择第二条直线, 或按住 Shift 键选择要应用角点的直线:

(2) 创建面域

单击“绘图”工具栏中的“面域”按钮, 根据命令行指示操作。


命令: `_region`

选择对象: 指定对角点: 找到 6 个 (选择已创建的封闭图形)

选择对象: (回车完成面域创建)

已创建 1 个面域。

(3) 旋转图形绘制三维实体

单击“建模”工具栏中“旋转”的命令按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_revolve`

当前线框密度: ISOLINES = 4

选择要旋转的对象: 指定对角点: 找到 1 个 (选择已创建的面域)

选择要旋转的对象: (回车结束对象选择)

指定轴起点或根据以下选项之一定义轴 [对象 (O)/X/Y/Z] <对象>:

指定轴端点: (指定过旋转中心的竖直线为转轴)

指定旋转角度或 [起点角度 (ST)] <360>: (回车确认旋转角 360°)

旋转结果如图 9-21b 所示。

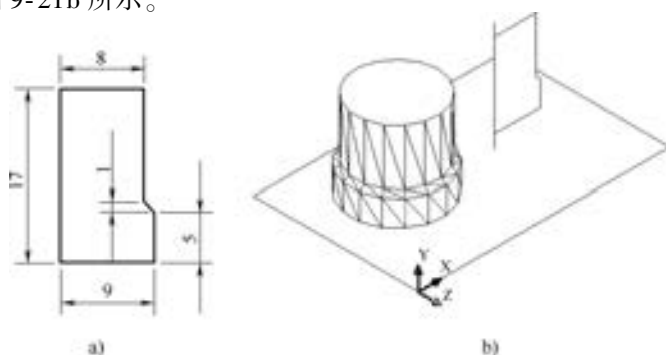


图 9-21 二维图形绕轴旋转 360° 绘制实体

a) 绘制二维图形 b) 创建面域旋转建模

9.6 三维实体的编辑

9.6.1 实体编辑简介

对三维实体可以进行旋转、镜像、阵列、倒角、对齐、倒圆、并、差、交、剖切、干涉、压印、分割、抽壳、清除等编辑操作，可以对实体的边和面进行编辑，还可以用布尔运算创建复杂实体。在已打开的工具栏上单击鼠标右键，在弹出的菜单中选取“实体编辑”选项，弹出如图9-22所示的工具栏，在进行实体编辑时使用此工具栏非常方便。



图9-22 “实体编辑”工具栏

1. 用布尔运算创建复杂实体模型


通过布尔运算可以进行多个简单三维实体求并、求差及求交等操作，从而创建出形状复杂的三维实体，许多挖孔、开槽都是通过布尔运算来完成的，这是创建三维实体使用频率非常高的一种手段。

(1) 并集

通过并集绘制组合体，首先需要创建基本实体，然后再通过基本实体的并集产生新的组合体。

【例9-8】 将图9-23所示的两个实体组合成一个实体。

操作格式：

单击“实体编辑”工具栏中的并集按钮，根据命令行指示操作。

命令：_union

选择对象：找到1个

选择对象：找到1个，总计2个

选择对象： (回车结束)

结果如图9-23所示。

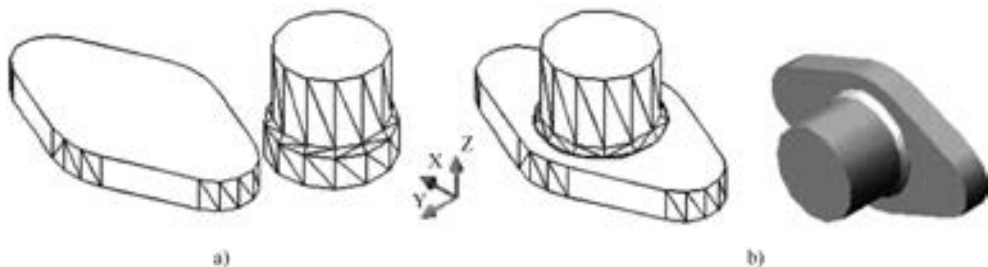


图9-23 并集运算效果


a) 合并前的实体 b) 合并后的实体

(2) 差集

与并集相类似，也可以通过差集创建组合面域或实体。通常用来绘制带有槽、孔等结构的组合体。

【例 9-9】 将图 9-24 所示的长圆菱形体当中去掉两个圆柱体。

操作格式：

单击实体编辑工具栏中的“差集”按钮，根据命令行指示操作。

命令：_subtract 选择要从中减去的实体或面域...

选择对象：找到 1 个 (回车)

选择对象： (回车)

选择要减去的实体或面域...

选择对象：找到 1 个 (回车)

选择对象：(回车)

结果如图 9-24 所示。

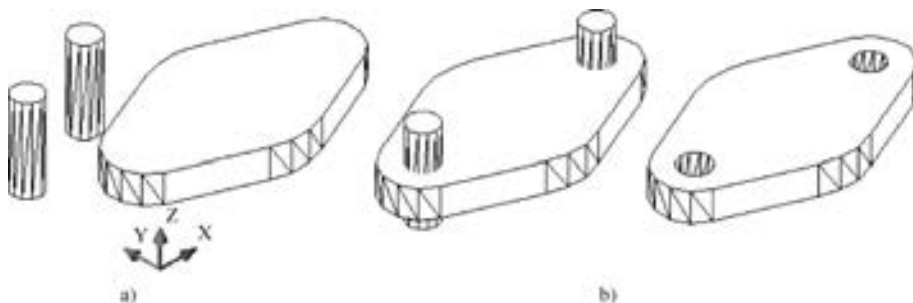


图 9-24 差集运算效果
a) 合并前的实体 b) 合并后的实体

(3) 交集

与并集和差集一样，可以通过交集来产生多个面域或实体相交的部分。

【例 9-10】 绘制图 9-25 所示的球体和长方体的相交的部分。

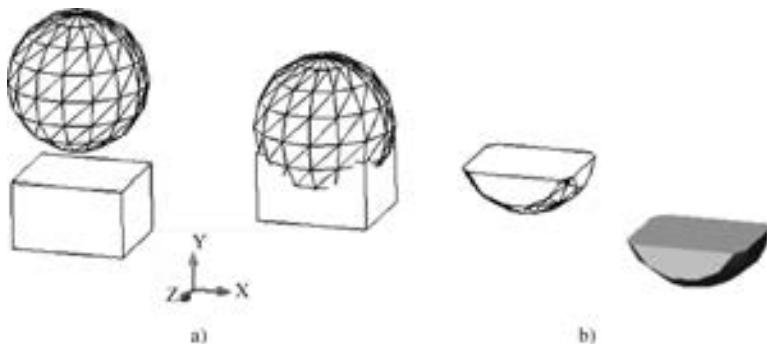



图 9-25 交集运算效果
a) 合并前的实体 b) 合并后的实体

操作格式:

单击实体编辑工具栏中的“交集”按钮, 根据命令行指示操作。

命令: `_intersect`

选择对象: 找到 1 个


选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

选择对象: (回车)


结果如图 9-25 所示。

2. 旋转三维实体

通过“三维旋转”命令可以使对象绕三维空间中任意轴(X轴、Y轴或Z轴)或两点旋转, 可以灵活定义旋转轴, 并对三维实体进行任意旋转。

启用“三维旋转”命令方法有: 选择“修改”→“三维操作”→“三维旋转”菜单命令; 单击“实体编辑”工具栏或“三维制作”面板中的按钮; 输入命令 `ROTATE3D`。

旋转三维实体操作步骤如下:

单击“三维制作”面板中的按钮, 执行三维旋转命令后, 选择要旋转的对象, 系统显示旋转夹点工具, 如图 9-26 所示, 利用旋转夹点工具可以将旋转约束到某根轴上。

将旋转约束到某根轴上的方法是, 出现旋转夹点工具后, 指定基点, 将光标悬停在旋转夹点工具的轴句柄上, 直到光标变为黄色, 并且矢量线显示为与该轴对齐时单击该轴线, 然后移动鼠标光标时, 选择的对象将围绕基点沿指定的轴旋转, 这时可以单击或输入值来指定旋转的角度, 如图 9-27 所示。

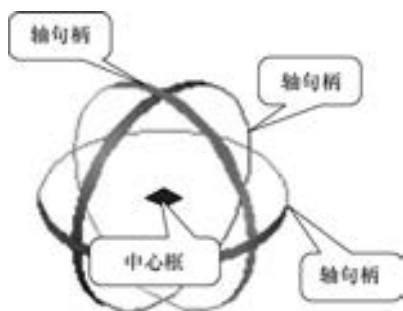


图 9-26 旋转夹点工具

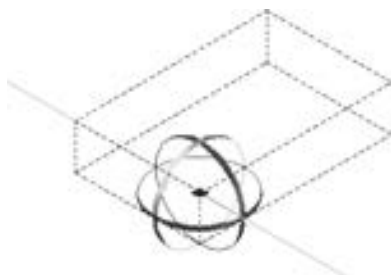




图 9-27 选择旋转轴

3. 移动三维实体

三维移动可以在三维空间中将对对象沿指定方向移动指定的距离。执行“三维移动”命令时, 首先需要指定一个基点, 然后指定第二点, 即可移动三维对象。

启用“三维移动”命令方法有: 选择“修改”→“三维操作”→“三维移动”菜单命令; 单击“实体编辑”工具栏或“三维制作”面板中的按钮; 输入命令 `3DMOVE`。

移动三维实体操作步骤如下:

单击“三维制作”面板中的按钮, 执行“三维移动”命令后, 选择要移动的对象, 系统将出现如图 9-28 所示的移动夹点工具, 利用移动夹点工具, 可以将移动约束到某根轴或某个平面上。

将移动约束到轴方法如下：出现移动夹点工具后指定基点，将光标悬停在夹点工具的某条轴句柄上，当出现的矢量线显示为与该轴对齐时单击该轴句柄，然后拖动鼠标，选择的对象将始终沿指定的轴移动，如图 9-29 所示。



图 9-28 三维移动夹点工具

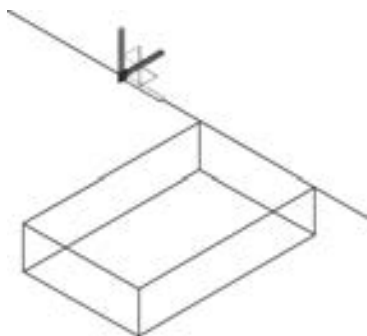


图 9-29 将移动约束在轴上

4. 三维实体倒圆

使用“圆角”命令，可以使三维实体指定处的尖拐角变为圆角。

操作格式：

选择“修改”→“圆角”菜单命令，根据命令行指示操作。

选择第一个对象或 [多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)]：(选择实体上要倒圆的边)

输入圆角半径 <10.0000>：(输入圆角半径)

选择边或 [链 (C)/半径 (R)]：(指定其他要倒圆的边)

【例 9-11】对如图 9-30 所示立体倒圆，圆角半径为 1。

操作步骤如下：

选择“修改”→“圆角”菜单命令，根据命令行指示操作。

命令：fillet (输入圆角命令)

当前设置：模式 = 修剪，半径 = 3.0000

选择第一个对象或 [多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)/多个 (U)]：r (设置圆角)

指定圆角半径 <3.0000>：1 (设圆角半径为 1)

选择第一个对象或 [多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)/多个 (U)]：

输入圆角半径 <1.0000>：

选择边或 [链 (C)/半径 (R)]：(选择圆角对象)

已选定 1 个边用于圆角。

作图效果如图 9-30 所示。

5. 对齐三维对象

使用“对齐”命令，可以使当前对象与其他对象对齐，可以将对象移动、旋转或是按比例缩放，使之与指定的对象对齐。在对齐三维对象时，需要指定 3 对对齐点，如图 9-31 所示。

启用“对齐”命令有两种方法：选择“修改”

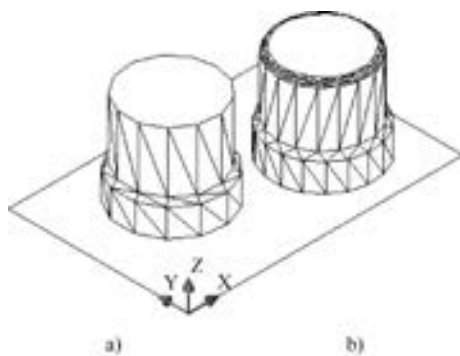


图 9-30 倒圆实例

a) 倒圆前的实体 b) 倒圆后的实体

→“三维操作”→“对齐”菜单命令；输入命令 Aling。

操作格式：

选择“修改”→“三维操作”→“对齐”菜单命令，根据命令行指示操作。

选择对象：(指定要改变位置“源”的对象)

选择对象：(按 Enter 键，结束选择)

指定第一个源点：(指定要改变位置的对象上的某一点)

指定第一个目标点：(指定被对齐对象上的相应目标点)

指定第二个源点：(指定要移动的第二点)

指定第二个目标点：(指定移动到相应的目标点)

指定第三个源点或 <继续>：(按 Enter 键结束指定点)

是否基于对齐点缩放对象？[是 (Y) 否 (N)] <否>：(指定基于对齐点是否缩放对象)

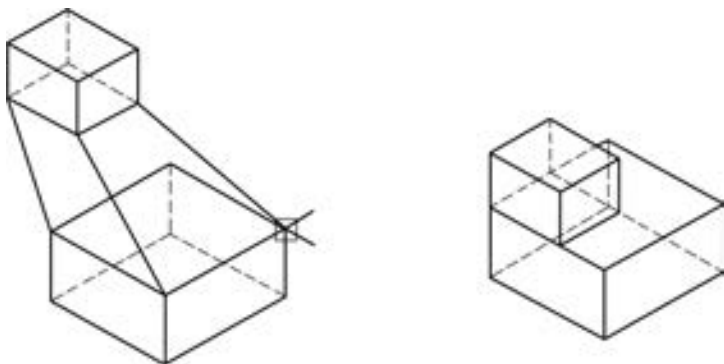



图 9-31 对齐对象

9.6.2 剖切实体

剖切实体是用平面剖切一组实体，从而将该组实体分成两部分或去掉其中的一部分。

启用“剖切”命令方法有：选择“修改”→“三维操作”→“剖切”菜单命令；单击“三维制作”面板上“剖切”按钮；输入命令 SLICE。

【例 9-12】 剖切如图 9-32 所示的实体。

主要操作如下：

命令：_slice

选择对象：找到 1 个 (指定要剖切的对象)

选择对象： (按 Enter 键结束选择)

指定剖切面上的第一个点，依照 [对象 (O)/Z 轴 (Z)/视图 (V)/XY 平面 (XY)/YZ 平面 (YZ)/ZX

平面 (ZX)/三点 (3)] <三点>：xy (指定剖切面上的第一个点或选项确定剖切面，本例选 xy)

指定 XY 平面上的点 <0, 0, 0>：

在要保留的一侧指定点或 [保留两侧 (B)]：b (在要保留的一侧指定点或选 B 保留两侧)

剖切结果如图 9-32 所示。

9.6.3 综合实例

【例 9-13】 根据 F 型晶体管的主、仰视图 (见图 9-33a), 创建 F 型晶体管实体模型, 如图 9-33d 所示。

1. 各组成体建模

任何较复杂形体建模, 首先要分析该形体的构成、形体的建模方法、哪些可以由基本三维实体的命令建模、哪些要通过“旋转”与“拉伸”建模, 以及建模采用的坐标系。F 型晶体管实体由多个形体构成, 仅小圆柱由基本三维实体的命令建模, 其余要通过工具栏的“旋转”与“拉伸”的按钮建模。为了减少实体编辑操作, 选好坐标系很关键。本例中旋转建模采用“主视”坐标面, 拉伸建模采用“俯视”坐标面, 如图 9-33b 所示, 这些立体的建模前面例子已有叙述。

2. 各组成体定位

F 型晶体管实体的各组成体按各空间位置定位, 如图 9-33c 所示, 二维移动命令仍然可用。方法是选择菜单栏“视图”→“三维视图”→“俯视”→“主视”等, 在各坐标面上对各立体相对位置投影观察。由于俯视图是从上往下观察立体所得投影, 通过二维移动命令可以使立体在俯视图中左右和前后移动, 但不能上下移动。主视图是从前往后观察立体所得投影, 通过二维移动命令可以使立体在主视图中左右和上下移动, 但不能前后移动。因而通过二维移动命令编辑移动三维立体必须进行两次, 组成体定位才可精确定位。

3. 并与差实体编辑建模

各组成体通过并与差实体编辑建模, 如图 9-33d 所示, 通过并与差实体编辑完成建模。

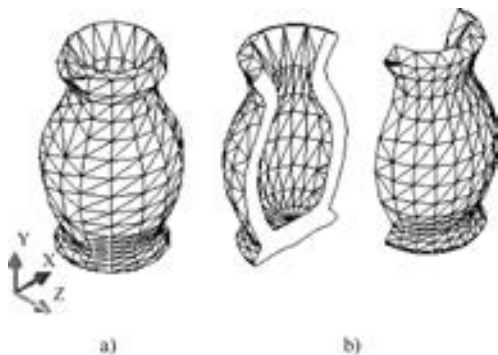


图 9-32 剖切实体图例

a) 剖切前 b) 剖切后

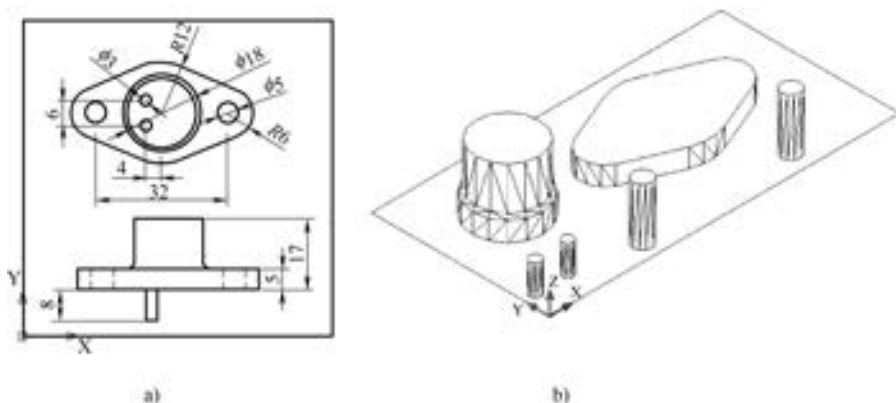


图 9-33 F 型晶体管建模过程

a) F 型晶体管的主、仰视图 b) 各组成体建模

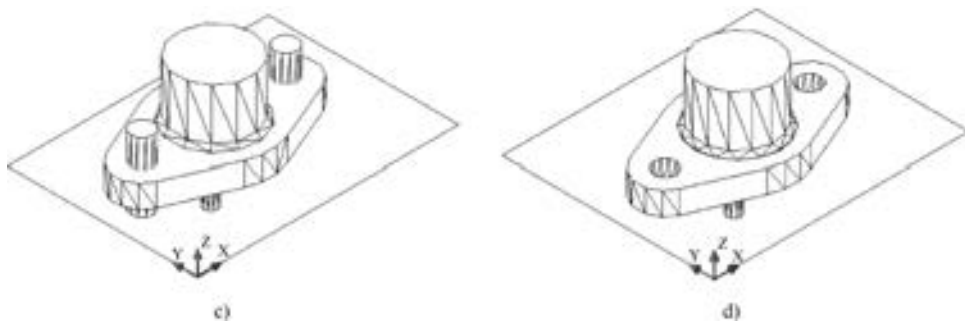


图 9-33 F 型晶体管建模过程 (续)
c) 各组成体精确定位 d) 并与差实体编辑建模

9.7 三维模型的后期处理

创建三维实体后, 为了进一步获得逼真的模型图像, 用户可以设置视觉样式, 或者赋予材质并渲染, 以观察所建模型是否满意。改变视觉样式后, 当前视图中的所有表面模型与实体模型的视觉样式都会被改变, 所以可以对实体对象进行视觉样式和渲染处理, 增加色泽感。

1. 设置三维对象的视觉样式

在 AutoCAD2007 中, 可以使用“视图”→“视觉样式”命令中的子命令或“视觉样式”工具栏来观察对象。对象应用视觉样式一般使用来自观察者左后方上面的固定环境光。

1) 二维线框: 显示用直线和曲线表示边界的对象。切换到等轴测视图后默认为该模式, 该模式下线型和线宽等特性都可见。

2) 三维线框: 显示对象时使用直线和曲线表示边界。在该模式下, 在绘图区中将显示一个已着色的三维 UCS 坐标系图标, 但不会显示线型特征。

3) 三维隐藏: 显示用三维线框表示的对象, 并隐藏模型内部及背面等从当前视点无法直接看见的线条。

4) 真实: 着色多边形平面间的对象, 并使对象的边平滑化, 如果已为对象附着了材质。

5) 概念: 着色多边形平面间的对象, 并使对象的边平滑化。用这种方式着色时会产生冷色和暖色之间的过渡, 效果缺乏真实感, 但可以更方便地查看模型的细节。

6) 视觉样式管理器: 打开“图形样式管理器”面板, 在该面板中可以设置各种视觉样式的显示参数, 如轮廓线数量、显示精度等。

2. 渲染

在三维造型中对图形进行着色可以模拟表面对光的反射, 从而产生较为逼真的显示效果。但着色时光源的个数、位置、亮度是固定的, 用户不能加以改变, 因此着色只能将模型进行初步的润色, 要得到高质量的效果就要用到渲染功能。渲染是基于三维场景来创建二维图像, 它使用已设置的光源、已应用的材质和环境设置, 为场景的几何图形着色, 使其产生

非常逼真的效果。一般来说，渲染图用于创建产品的三维效果图。在 AutoCAD 中，用户可以通过选择“视图”→“渲染”菜单中的各子菜单项执行渲染操作外，还可以通过打开“渲染”工具栏以简化操作。

(1) 设置光源

在渲染过程中，光源由强度和颜色两个因素决定。在 AutoCAD 中，不仅可以使自然光（环境光），也可以使用点光源、平行光源及聚光灯光源，以照亮物体的特殊区域。正确的光源设置对于着色三维模型和创建渲染非常重要。AutoCAD 为用户提供了默认光源、自定义光源、阳光等几类光源，这些光源的特点如下：

1) 默认光源

AutoCAD 为视口提供了一个默认光源，又称环境光。使用默认光源时，模型中所有的面均被照亮。默认情况下，默认光源是打开的，但是一旦创建了自定义光源，系统会自动关闭默认光源。

2) 自定义光源

通过为场景设置自定义光源，可改善场景的渲染效果，从而使物体看起来更加真实。要新建自定义光源，可选择“视图”→“渲染”→“光源”菜单中的相关子菜单项。

3) 阳光

阳光是一种类似于平行光的特殊光源。用户可通过指定的地理位置、日期和时间定义阳光的角度，并且可以更改阳光的强度和颜色。默认情况下，太阳光源是关闭的。通过选择“视图”→“渲染”→“光源”→“阳光特性”菜单，可打开“阳光特性”面板对其特性进行设置。

(2) 设置渲染环境和材质

通过选择“视图”→“渲染”→“渲染环境”菜单命令，可以在渲染时为图像增加雾化效果，“渲染环境”对话框如图 9-34 所示。

渲染对象时，我们还可以为对象赋予材质，材质从另一个角度控制了渲染效果，每种材质都有自己的颜色、纹理以及透明率等光学属性。将不同的材质赋予三维对象，可以更逼真地模拟出对象的本来特征，增强模型的真实感。AutoCAD 在材质库文件中保存了常见的材质，可以编辑这些材质来满足自己的需要，也可以建立新的材质并保留到材质库中。为了方便用户，AutoCAD 提供了一些先定义的材质库，它们位于工具选项板中，“材质”选项板如图 9-35 所示。

(3) 渲染三维模型


设置好光源和材质后便可以进行三维模型的渲染工作了。启用“渲染”命令有三种方法：选择“视图”→“渲染”→“渲染”菜单命令，单击“渲染”工具栏或“三维制作”面板中的  按钮，输入命令 RENDER。执行命令后，将打开“渲染”窗口，并开始按设置渲染三维模型。



图 9-34 “渲染环境”对话框



图 9-35 “材质”选项板

参 考 文 献

- [1] 胡仁喜, 刘昌丽, 康士廷. Autodesk AutoCAD2010 中文版电气制图标准实训教材 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [2] 艾克木·尼牙孜, 葛跃田. 电子与电气 CAD 实训教程 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [3] 赵灼辉. 电力工程制图与 CAD [M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [4] 邵群涛. 电气制图与电子线路 CAD [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [5] 舒飞, 李华. AutoCAD2009 电气设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [6] 中华人民共和国劳动和社会保障部. 国家职业标准——制图员 [M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2002.
- [7] 全国计算机信息高新技术考试教材编写委员会. AutoCAD2002 职业培训教程 (中高级绘图员) [M]. 北京: 北京希望电子出版社, 2004.

○ ISBN 978-7-111-32360-0

○ 策划编辑：张俊红

○ 封面设计：马精明

Auto CAD

上架指导：工业技术/电子技术/CAD

地址：北京世纪坛路12号 邮政编码：100027
电话总机：010-88379228 网络部电话：010-88379228
社服部电话：010-88379228 门市部：http://www.cmpbook.com
邮售部电话：010-88379228 教材部：http://www.cmpedu.com
读者服务部电话：010-88379228 邮购部电话：010-88379228

定价：40.00元

ISBN 978-7-111-32360-0



9 787111 323600 >