



全国高职高专教育“十一五”规划教材

电气绘图与电子CAD

徐雯霞 主 编
徐丽萍 副主编

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国高职高专教育“十一五”规划教材

电气绘图与电子 CAD

Dianqi Huitu yu Dianzi CAD

徐雯霞 主 编

徐丽萍 副主编



高等教育出版社·北京

HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书共分为两部分：第一部分为电气绘图，讲解用 AutoCAD 2010 软件进行电气工程图设计的方法；第二部分为电子 CAD，讲解用 Protel DXP 软件绘制电路原理图和印制电路板图的方法。

电气绘图部分内容涵盖了从变配电系统、弱电系统、电气控制线路到电控柜结构的设计，逐步讲解电气工程图的基本绘制方法与思路、技巧。电子 CAD 部分以简易电池充电器、八路抢答器等小型电子产品为载体，讲述了 Protel DXP 软件的基本常识、原理图设计方法、PCB 图设计方法，以及元器件库的设计方法。

本书的内容由各个项目组成，每个项目都是一个完整的工作过程，项目之间体现由简单到复杂的循序渐进的过程。项目以实际的工程实例为载体，围绕完成项目的需要来选择和组织内容，体现了理论与实践相结合的原则，通俗易懂地阐明了各个知识点的内涵、使用方法和使用场合，具有很强的实用性、指导性和可操作性。

本书可作为高职高专院校电类各专业教学用书，也可供相关技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气绘图与电子CAD / 徐雯霞主编. —北京: 高等教育出版社, 2010. 8

ISBN 978 - 7 - 04 - 030210 - 3

I. ①电… II. ①徐… III. ①电气设备 - 计算机辅助设计 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ①TM02 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 125743 号

策划编辑 孙 薇 责任编辑 曲文利 封面设计 张雨微 责任绘图 尹 莉
版式设计 王艳红 责任校对 胡晓琪 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京印刷集团有限责任公司印刷二厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 17.75
字 数 430 000

购书热线 010 - 58581118
咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 8 月第 1 版
印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷
定 价 28.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有、侵权必究
物料号 30210 - 00

前 言

随着科学技术日新月异地发展, AutoCAD 软件和 Ptotal DXP 软件被广泛地应用于电气设计领域。熟练运用 AutoCAD 软件绘制电气工程图, 运用 Protel DXP 软件绘制电路原理图及印制电路板 (PCB) 图, 是电气技术人员必须具备的基本技能。

AutoCAD 2010 是当前最新版的 AutoCAD 软件, 相对于以前的版本, 它有更加强大的功能以及更加友好的设计界面。作为一款强大的绘图工具, 可以让用户方便地绘制电气工程中的各种电气图样。

Protel DXP 是目前最受欢迎的电子线路设计软件, 利用它可以方便地设计各种电路原理图和 PCB 图, 并可以对印制电路板进行简单的仿真与分析。同时, 该软件还附带了丰富的元器件集成库, 其中保存了每个元器件的原理图符号、封装模型和其他模型等。

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神, 坚持以就业为导向的职业教育办学方针, 本书在内容上注重新知识、新技术、新工艺的应用, 体现素质教育和创新能力的培养, 为学生知识、能力、素质的协调发展创造条件; 遵循“必需、够用”的原则, 既考虑基本理论知识和基本技能的学习, 同时也强调学生可持续发展的技术素质需求; 凸显高职高专教材紧密联系工作实际的特色, 将工程实例引入教材, 实现项目化教学。

本书的主要特点是:

1. 识图与绘图相结合, 使读者在掌握使用 AutoCAD 软件绘制电气图的同时, 能够识读各类电气图。
2. 围绕工作任务完成的需要来选择项目, 项目之间体现由简单到复杂循序渐进的过程, 每个项目都是一个完整的工作过程, 突出工作任务与知识的联系。
3. 在选择项目时, 涵盖电气设计各个专业学科, 不同专业的学生可以选做与其所学专业相关的项目。
4. 书中所采用项目是企业中的实际设计项目, 并经过加工改编, 既保证了教学需要, 又充分展现了实际工作任务的特点。

本书共分为八个项目, 项目一至项目五为电气绘图部分, 项目六至项目八为电子 CAD 部分。项目从简到难, 内容难度有序递进。

项目一是用户配电箱电气系统图设计, 读者可熟悉软件操作, 学习电气制图基础与规范。项目二是变配电系统图设计, 要求掌握绘制电气图及打印输出的步骤。项目三是三相异步电动机 Y- Δ 起动电气原理图、接线图设计。项目四是弱电系统图、平面图设计, 介绍编制设计说明及材料明细表。项目五是电控柜结构图和轴测图设计, 要求掌握三维图形设计。项目六是电池充电器印制电路板设计, 读者可熟悉软件操作, 完成单面印制电路板设计。项目七是八路抢答器印制电路板设计, 介绍双面印制电路板设计。项目八是八路抢答器表面贴装印制电路板设计。

本书由徐雯霞任主编, 徐丽萍任副主编, 查安霞参加编写。其中项目一至项目四、项目五

之任务二由徐雯霞编写，项目五之任务一由查安霞编写，项目六至项目八由徐丽萍编写。全书由徐雯霞统稿。

本书由狄建雄主审，狄教授在审阅中提出了许多宝贵意见和建议，谨在此表示衷心的感谢！

本书的编写和出版得到了课程团队成员、任课教师及很多朋友的大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2010年6月

目 录

第一部分 电气绘图

项目一 用户配电箱电气系统图设计	3	任务二 绘制三相异步电动机Y- Δ 启动接线图	81
任务一 绘制用户配电箱电气系统图	3	项目四 弱电系统图、平面图设计	92
任务二 学习电气制图基础与规范	16	任务一 绘制弱电系统图	92
项目二 变配电系统图设计	27	任务二 绘制弱电平面图	105
任务一 绘制某厂区变配电系统图	27	项目五 电控柜结构图和轴测图设计	114
任务二 页面设置与打印输出	59	任务一 绘制三相异步电动机Y- Δ 启动电控柜结构图	114
项目三 三相异步电动机 Y-Δ 启动原理图、接线图设计	69	任务二 绘制三相异步电动机Y- Δ 启动电控柜轴测图	124
任务一 绘制三相异步电动机Y- Δ 启动原理图	69		

第二部分 电子 CAD

项目六 电池充电器印制电路板设计	137	任务二 设计八路抢答器通孔插装印制电路板图	193
任务一 绘制电池充电器电路原理图	137	项目八 八路抢答器表面贴装印制电路板设计	227
任务二 设计电池充电器印制电路板图	155	任务一 辨识表面贴装元器件	227
项目七 八路抢答器印制电路板设计	178	任务二 设计八路抢答器表面贴装印制电路板图	239
任务一 绘制八路抢答器电路原理图	178		
附录 Protel DXP 软件快捷键	274		
参考文献	277		

第一部分

电气绘图

项目一

用户配电箱电气系统设计



学习目标

- ◇ 能认识常用电气元器件符号。
- ◇ 能用 AutoCAD 2010 软件绘制简单的配电箱电气系统图。
- ◇ 熟悉电气制图的一般规范。



工作任务

- ◇ 任务一：绘制用户配电箱电气系统图。
- ◇ 任务二：学习电气制图基础与规范。

任务一 绘制用户配电箱电气系统图

任务分析

用户配电箱电气系统图比较简单。通过绘制图 1-1 所示电气系统图，熟悉软件界面，练习使用直线、多段线、矩形、椭圆、定数等分、复制、移动、删除等命令，学会使用相对坐标。在绘制过程中将使用正交、极轴、对象捕捉和对象追踪工具确定图形的端点位置，最后将图形保存为图形文件。



注意 AutoCAD 软件是电气图样设计的优秀工具，AutoCAD 2010 是当前最新版的 AutoCAD 软件，相对于以前的版本，它有更加强大的功能以及更加友好的设计界面，可以让用户方便地绘制电气工程中的各种电气图样。

任务实施

一、熟悉电气原理

用户配电箱电气系统图如图 1-1 所示，单相电源进线，共分 2 条照明回路、2 条插座回路。

电源进线开关处装有漏电保护装置。

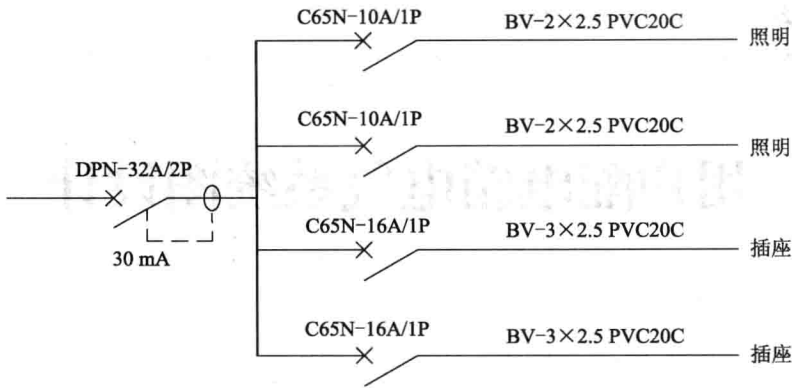



图 1-1 用户配电箱电气系统图

二、绘制用户配电箱电气系统图

操作步骤:

1. 启动软件

双击桌面上 AutoCAD 2010 中文版快捷方式图标 ，启动 AutoCAD 2010 软件。显示出“新功能专题研习”界面，提示是否要查看新功能。



注意 “新功能专题研习”界面可引导用户用最少的时间学习 AutoCAD 2010 软件的新特性。与以前的版本相比，AutoCAD 2010 软件中的新特性主要包括：用户界面、三维建模、参数化图形、动态块、PDF 输出等。用户也可在帮助按钮右边的信息中心工具栏的下拉菜单中访问“新功能专题研习”。

选中“以后再说”单选项，如图 1-2 所示，单击“确定”按钮。

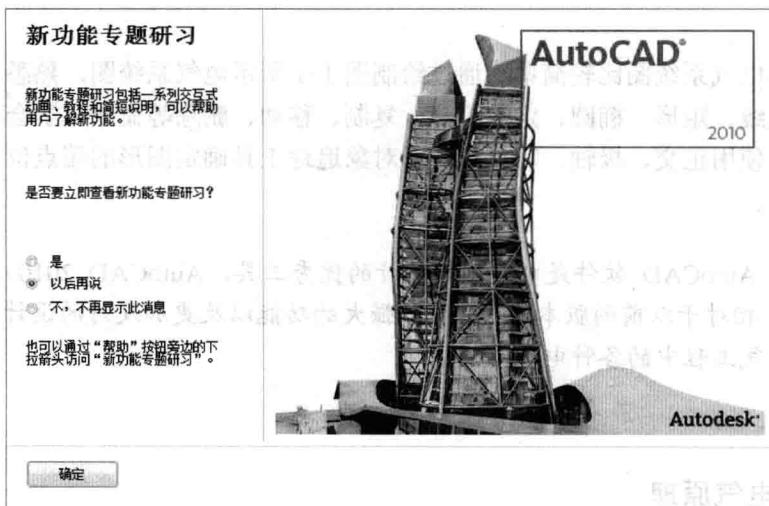


图 1-2 “新功能专题研习”界面

2. 设置工作界面

AutoCAD 2010 中文版的操作界面是一个标准的 Windows 应用程序窗口。AutoCAD 2010 “二维草图与注释”操作界面的主要组成元素有:标题栏、菜单浏览器、快速访问工具栏、绘图区域、选项卡、面板、命令行窗口、坐标系图标和功能按钮,如图 1-3 所示。



图 1-3 “二维草图与注释”操作界面

菜单浏览器位于界面的左上角。通过菜单浏览器能方便地访问常用工具。可创建、打开、保存、打印和发布 AutoCAD 文件、将当前图形作为电子邮件附件发送、制作电子传送集。此外,还可执行图形维护,例如核查和清理,并关闭图形,如图 1-3 左侧所示。

在菜单浏览器中可以使用“最近使用的文档”列表查看最近打开过的文件,并可排序和访问,如图 1-4 所示。

在菜单浏览器的上面有一搜索工具,可在快速访问工具栏、应用程序菜单和功能区中实施搜索命令,如图 1-5 所示。

(1) 当前工作需要绘制二维图形,不需要进行三维模型编辑,可以通过单击右下角的“切换工作空间”按钮进行切换。在工作空间列表中选择“AutoCAD 经典”选项(如图 1-6 所示)。“AutoCAD 经典”工作界面如图 1-7 所示。

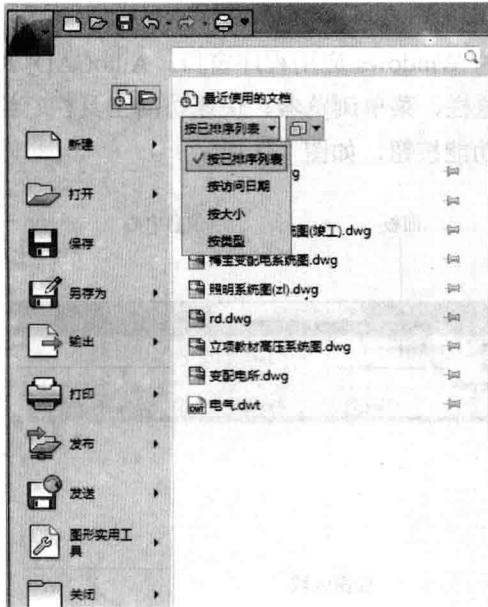


图 1-4 浏览文档

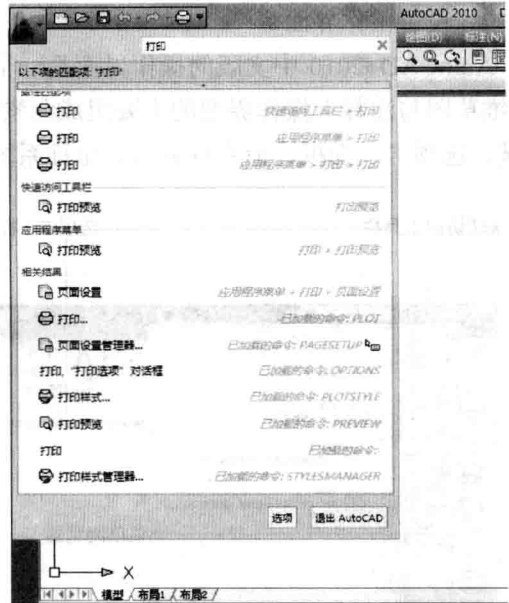


图 1-5 搜索菜单命令

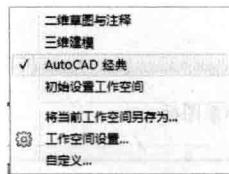


图 1-6 工作空间列表

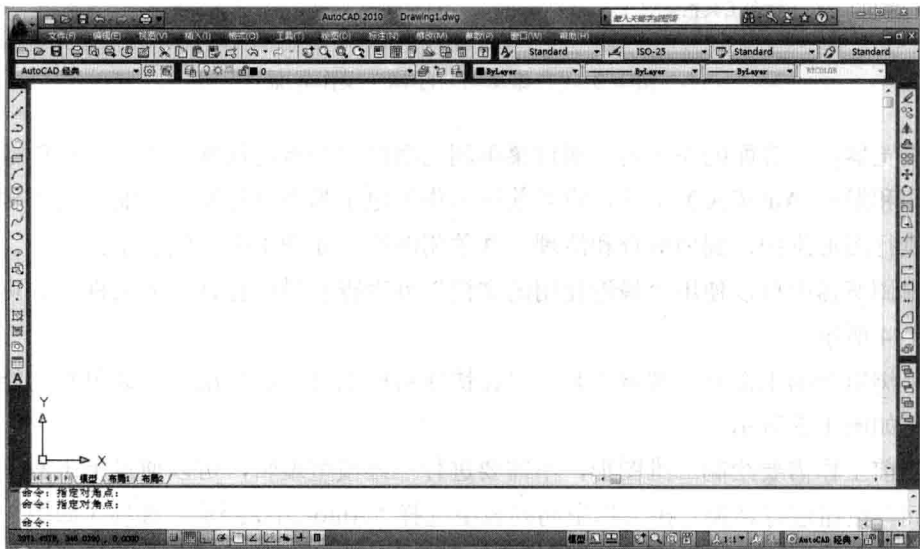


图 1-7 “AutoCAD 经典”工作界面

在“AutoCAD 经典”工作界面，可以见到绘图区顶部的“标准”工具栏、“样式”工具栏、“特性”工具栏以及“图层”工具栏，如图 1-8 所示。

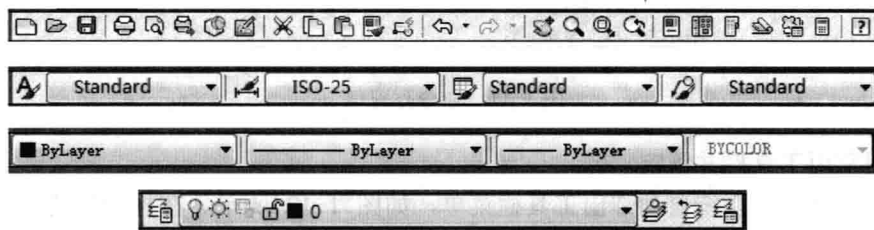


图 1-8 “标准”、“样式”、“特性”和“图层”工具栏

“绘图”工具栏位于绘图区左侧，“修改”工具栏和“绘图次序”工具栏位于绘图区右侧，如图 1-9 所示。

在有些图标右下角带有一个小三角，按住鼠标左键会打开相应的工具栏，将光标移动到某一图标上然后松手，该图标就为当前图标。单击当前图标，执行相应命令，如图 1-10 所示。

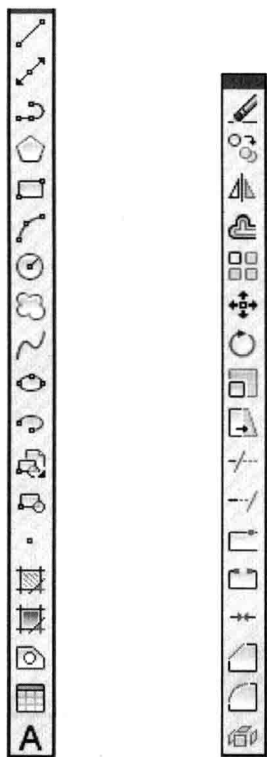


图 1-9 “绘图”、“修改”和“绘图次序”工具栏

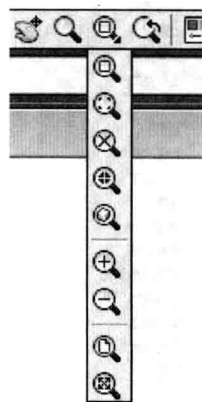


图 1-10 下拉工具栏

命令行窗口由命令行和命令历史记录窗口两部分组成。显示执行过的全部命令以及提示信息，用于查看历史记录。命令行窗口的底部行称为命令行。命令行用于输入命令、显示正在进

行的操作命令并提供程序执行情况，如图 1-11 所示。

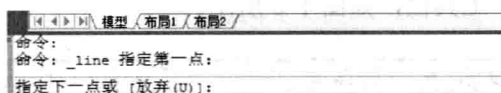


图 1-11 命令行窗口

(2) 启用常用工具栏并锁定。

右击任一工具栏，系统自动弹出工具栏菜单，如图 1-12 所示。在打开的菜单中选择“标准”、“图层”、“绘图”、“修改”、“样式”及“对象特性”等常用工具栏，可将它们调出来放到绘图窗口中。

调出工具栏菜单，选择“锁定位置”→“全部”→“锁定”命令进行锁定，如图 1-13 所示。

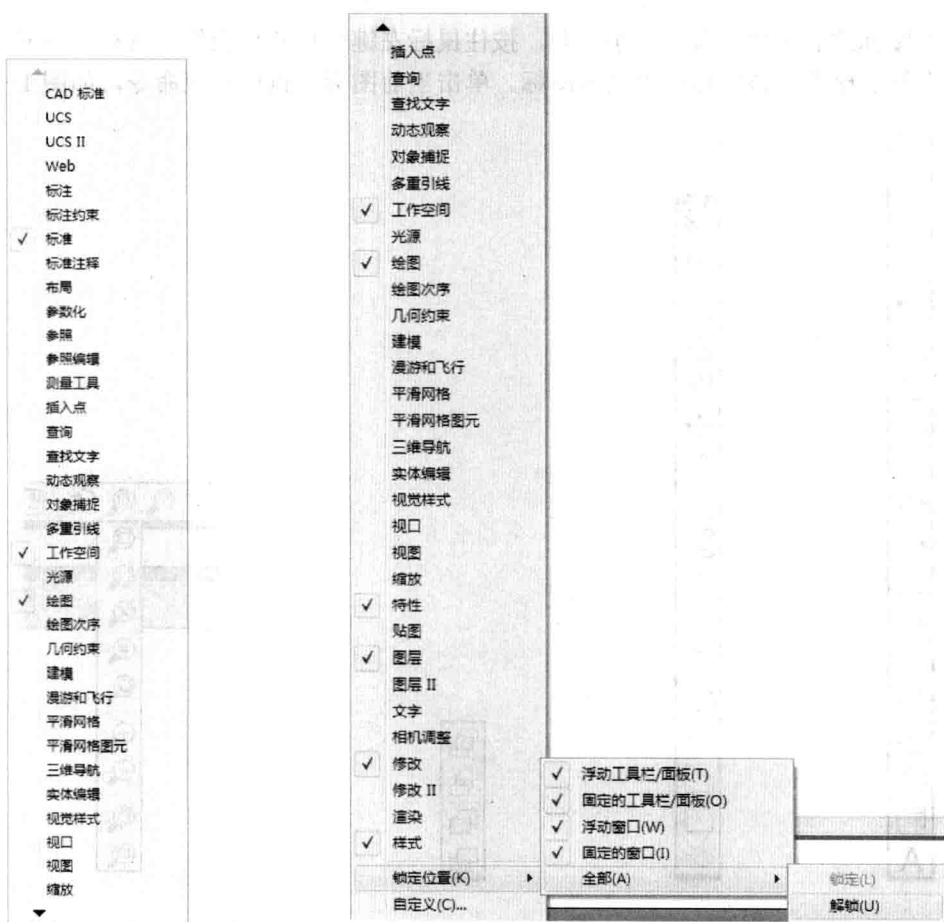


图 1-12 工具栏菜单

图 1-13 工具栏标签、锁定位置

(3) 在绘图窗口的下方有“模型”和“布局”选项卡，单击选项卡可以切换绘图窗口中的

模型空间和图纸空间。



注意 模型和布局是两种截然不同的绘图空间环境,在这两种环境中都可以创建图形对象。但通常是在模型空间中绘图,在布局空间中布置图纸的位置并输出。

默认情况下,软件打开后,绘图窗口处于模型绘图环境,即模型空间,可以查看并编辑模型空间对象,十字光标在整个绘图区域都处于激活状态,可以按 1:1 的比例绘制模型。如果希望进入图纸空间,可以单击“布局”选项卡。


模型空间有多个视图,可以从不同的角度观察图形。总之,模型空间是创建设计对象的,是用来画图的。

3. 设置辅助作图工具栏

状态栏在界面的最底部,左侧数值显示的是当前十字光标所处的三维坐标,中间是辅助作图工具的开关按钮,如图 1-14 所示。



图 1-14 辅助作图工具栏



(1) 开启正交绘图模式。单击“正交”按钮,开启该功能。

使用正交模式可以将光标限制在水平或垂直方向上移动。凡是绘制竖直线段和水平线段时,都要开启正交模式。

打开正交模式时,使用直接距离输入方法以创建指定长度的正交线或将对象移动指定的距离。



注意 在绘图和编辑过程中,可以随时打开或关闭正交模式。要临时打开或关闭正交模式,请按住 Shift 键。

(2) 在状态栏中单击“捕捉”按钮、“栅格”按钮,关闭捕捉及栅格模式。

“捕捉”按钮用于设定光标移动间距,通过捕捉,可以将屏幕上的拾取点锁定在特定的位置。开启捕捉模式后,光标只能落在栅格点上,使得移动光标时,光标有跳动。

“栅格”按钮是在屏幕上可以显示出来的一些具有指定间距的点,使用它可以提供直观的距离和位置参照。开启栅格模式可以使显示对象之间的距离比较直观,但是栅格不是图形对象,不会被打印,也不会影响绘图,只是一种显示。图 1-15 所示即为开启栅格模式后的绘图区域。



注意 一般不要开启捕捉模式,防止光标只能落在栅格点上。也不要开启栅格,通过严格输入尺寸数值的方法可以控制图形之间的相对位置,而且准确。

(3) 开启对象捕捉和对象追踪。

在状态栏单击“对象捕捉”按钮和“对象捕捉追踪”按钮.

AutoCAD 2010 提供了强大的对象捕捉功能,使用对象捕捉可以将指定点快速、精确地限制在现有对象的确切位置上(例如端点、中点、垂足等),而不必计算精确坐标或绘制构造线。

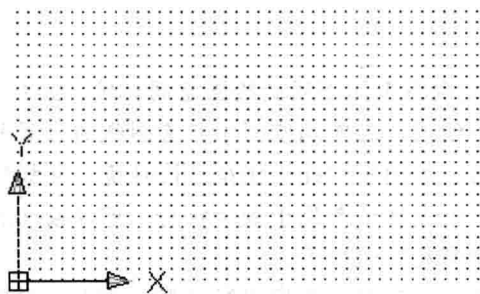


图 1-15 显示栅格

AutoCAD 2010 提供了 13 种对象捕捉的模式，用来捕捉特殊控制点：(1) 端点，(2) 中点，(3) 圆心，(4) 节点，(5) 象限点，(6) 交点，(7) 插入点，(8) 垂足，(9) 切点，(10) 最近点，(11) 延伸，(12) 外观交点，(13) 平行。系统默认的自动捕捉并不包含所有对象捕捉模式，在需要时应自行添加捕捉模式。

右击状态栏中的“对象捕捉”和“对象捕捉追踪”按钮，在弹出的快捷菜单中选择“设置”。系统弹出如图 1-16 所示的“对象捕捉”选项卡，勾选相应选项：“端点”、“中点”、“圆心”、“节点”、“象限点”、“交点”，然后单击“确定”按钮即可完成设置。

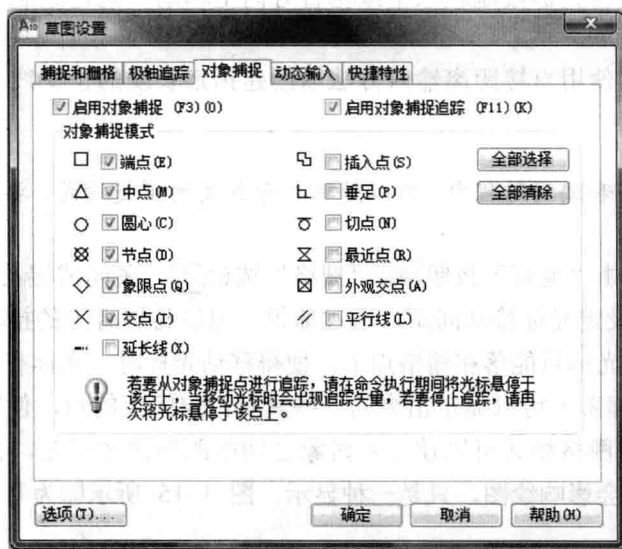




图 1-16 “对象捕捉”选项卡



注意 对象捕捉命令不可单独使用，必须与其他绘制命令一起使用，且仅当系统提示指定输入点时有效。对象捕捉仅对屏幕上的可见对象有效，包括锁定图层、布局空间中的视口边界和多段线上的对象；对于不可见对象，包括未显示对象、关闭图层/冻结图层上的对象和虚线、空白部分则无效。

4. 显示控制

在绘图时，需要经常查看图形的整体或者局部，这就要用到“缩放”命令。单击“实时缩放”按钮，按住鼠标左键，移动光标，向上为放大，向下为缩小。

单击“平移”按钮，按住鼠标左键，移动光标，可平移视图以重新确定其在绘图区域中的位置。


缩放和平移操作不改变图形本身，不对图形产生影响，仅反映在图形显示上。



注意 滚动鼠标中键可以缩放图形，双击鼠标中键可以在窗口中全部显示图形。按住鼠标中键，光标将变为手形，此时移动鼠标可以平移图形。

5. 绘制图形

(1) 绘制配电箱出线口。

单击绘图工具栏中的“多段线”按钮，命令行提示“指定起点”，在视图任意位置单击，确定起点。

命令行提示信息“指定下一点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]”，输入“W”，按 Enter 键。

命令行提示“指定起点宽度<0.0>”，输入多段线的起点宽度“0.7”，按 Enter 键。

命令行提示“指定终点宽度<0.0>”，输入多段线的终点宽度“0.7”，按 Enter 键。

命令行提示“指定下一点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]”，向下移动十字光标拖出一条垂直线，输入垂直线的长度“60”，按 Enter 键，如图 1-17 所示。



注意 “多段线”命令可以用来绘制相互连接的连续线条，包括直线段、圆弧线段及其组合，但绘制的图形是一个整体。在命令行的提示中，宽度选项是指线段或圆弧线段的宽度，半宽选项是指线段一半的宽度。若应用“多段线”命令绘制前曾指定过宽度或半宽，则应重新指定，因为系统默认以前指定的宽度或半宽为当前值。

(2) 等分线段。

选择菜单栏中的“绘图”→“点”→“定数等分”命令，命令行提示“选择要定数等分的对象”，选择多段线。

命令行提示“输入线段数目”，输入“3”，按 Enter 键。




注意 绘制工程图时，经常要对图形进行等分。等分点有两种，分别为定数等分点和定距等分点。

定数等分点用来对图形进行等分，平均分配每一份大小。应用定数等分时需要指定等分数目。

定距等分点用来对图形按照一定长度进行截取或测量，不足标准长度的同样算作一段，因此，定距等分不是平均分配。等分后可能有一段长度小于给定的标准长度。

(3) 绘制回路。

① 从配电箱的出口线的端点绘制直线段，长度为 20 个单位，如图 1-18 所示。

单击“直线”按钮，命令行提示“指定第一点”，捕捉并单击多段线的上端点作为起点。