

模块 1 道路工程 CAD 概述



学习目标

知识目标

了解计算机辅助设计的发展情况；了解道路工程 CAD 的产生和发展状况。

能力目标

理解 CAD 的基本概念；掌握本课程的学习任务和方法。

1.1 计算机辅助设计的发展

CAD 是 computer aided design 的首字母缩写，其含义是计算机辅助设计。道路工程 CAD 是道路计算机辅助设计的简称，道路计算机辅助设计涉及道路路线、路基工程、路面工程、桥涵工程、交通设施等。

自 1963 年 MIT(麻省理工学院)的一位研究生首次提出 CAD 的概念至今，各国的科研、设计部门已经投入了大量的人力、财力对其进行开发，伴随着计算机及其外围设备的飞速发展，CAD 技术也逐渐成熟和完善起来，成为一门实用的技术，在工程设计领域得到了广泛的应用。

市场需求是技术创新的原动力，20 世纪的一个重大变革是全球市场的统一，它使市场竞争更加激烈，产品更新周期加快，在这种背景下，CAD 技术得到迅速普及和极大发展，目前以 CAD 技术为基础开发的各类商业软件已超过 10 万个，应用领域遍及全球各个行业。CAD 技术的崛起和发展极大地提高了经济和社会效益，把人的智慧、经验与计算机高速、准确的优点结合起来，使两者的优势得到充分的发挥。

目前，CAD 技术已在道路工程设计领域的各个阶段得到了广泛的应用，显著提高了道路设计的质量，加快了设计进度，使公路建设项目达到方案优、投资省、工期短、效益好的要求。根据国内外的有关统计资料，在工程设计中采用 CAD 技术，一般可使设计效率提高 1~25 倍，绘图效率提高 20 倍，设计周期缩短为原来的 1/6~1/3，工程投资节省 10%~50%。目前，国外已经把 CAD 系统作为确定工程咨询公司投标资格的必备条件之一。

道路计算机辅助设计是工业发达国家计算机技术应用的重要领域之一。道路工程 CAD 技术是伴随着计算机技术的发展而逐步成熟和完善起来的。

1.2 道路工程 CAD 的产生与发展

1.2.1 道路工程 CAD 的发展历史

CAD 技术最早出现于投资大、成本高的大工业中,如航空领域和汽车制造业,随后用于电气电子方面,自 20 世纪 70 年代以后,在土木建筑领域内获得了迅速的发展。由于在运用计算机进行设计的过程中都是以图形信息作为主要传递数据的形式,因此,需要计算机具有较大的容量和快速的运算能力,所以早期的 CAD 技术一般适宜在中小型计算机及其工作站上运行。随着高性能计算机的出现、计算速度的提高和计算量的加大,CAD 技术得到了迅猛的发展,它不但能够进行计算和图形处理,而且能够进行分析、优化设计、管理等。由于 CAD 系统变得日益复杂,功能日益齐全,涉及的领域越来越广泛,界面也非常易于操作,因此现在已经具有 CAD、计算机辅助工程(computer aided engineering,CAE)、计算机辅助制造(computer aided manufacture,CAM)、计算机辅助工艺设计(computer aided process planning,CAPP)、产品数据管理(product data management,PDM)和企业资源规划(enterprise resource planning,ERP)等功能及它们的集成功能。

道路路线 CAD 系统一般是现代化测绘设备、计算机及其外围设备和专用软件包的组合系统。当条件不具备时,也可采用原有设备适应传统测设的方法来开发适用的 CAD 系统。

道路路线 CAD 系统的使用业务范围根据用户的实际需要可大可小。它一般包括道路几何线形设计及路上所有工程结构物和设施的设计,它不仅适用于公路、城市道路和机场工程的设计,而且还适用于铁道、排水、矿山等的设计。软件开发者在开发系统前应按照软件工程的方法进行精心的调查研究,做好需求分析和总体设计工作。

CAD 技术在道路交通领域的迅速发展始于 20 世纪 70 年代。但就道路辅助设计整体来看,其发展历史可追溯至 20 世纪 60 年代。20 世纪 60 年代初,国外开始将计算机运用到公路工程中,我国则是从 20 世纪 70 年代开始进行公路 CAD 的研究,共经历了以下三个阶段。

1. 单纯的数值计算阶段

单纯的数值计算阶段为初级阶段。在 20 世纪 70 年代,计算机仅用于代替过去用手工进行的常规计算,如公路平曲线要素计算、纵断面设计高程计算、挡土墙土压力计算等。

此时计算机的计算特点是:机型庞大,算法语言功能差,操作烦琐,使用不方便,外围设备差,程序功能单一,计算机的应用范围较狭窄。

2. 计算、制表、绘图一体化阶段

计算、制表、绘图一体化阶段为中级阶段。在 20 世纪 80 年代,计算机发展到代替设计人员绘制工程设计图、编制和打印表格,如公路工程的结果分析计算、线形优化和工程概预算编制等。

此时计算机的计算特点是:个人计算机出现,算法语言功能增强,汉字操作系统不断完善,外围设备不断改进,从公路野外勘测获取数据到内业平纵横设计计算形成了全套成果。

3. 计算机辅助设计阶段

计算机辅助设计阶段为高级阶段。从 20 世纪 90 年代以后,计算机辅助设计技术得到了推广和应用,有关公路工程设计方面的 CAD 研究、开发和应用出现。

此时计算机的计算特点是:个人计算机不断更新换代,功能进一步增强,运算速度和内存迅速增加;计算机可以帮助设计人员进行分析、判断和决策,人机交互技术使设计者的工作更加轻松自如,可以不断地优化设计,反复修改成果并逐步求精,并且可以自动形成规定的设计文件,计算机也从以前的被动执行命令变为主动提供提示、警告等。

总而言之,此阶段的计算机已渗透到公路工程科研、设计、施工的各个方面,在公路规划、路线外业勘测和内业设计、公路人工构造物、工程概预算、施工组织管理、试验数据处理、公路养护管理、交通工程等方面都有成功的应用。

但是,也不要忘了人的主导作用。计算机并不是万能的,它只是工具而已,如果试图寻求一种将整个设计工作转嫁给计算机的一劳永逸的方法是不现实的。因为公路的规划和设计要综合考虑各种因素,如自然、环境、经济、技术、美学、政治等,而其中有些因素很难用明确的数学模型和数学公式来表达,所以在一些关键问题上,如确定设计参数、构造物的结构形式及生成设计方案等必须由设计者来完成。

1.2.2 道路工程 CAD 的发展历程

1. 道路工程 CAD 在国外的发展历程

20 世纪 60 年代初期,电子计算机开始应用于道路设计中,首先为烦冗重复的大量计算工作,如平面线形和纵面线形的几何计算、横断面和土石方计算及图表计算输出等,编写了单独分开的程序。由于计算时间的节省,创造了进行多方案比较的条件。为了获得经济效益,英、美、法、德和丹麦等国成功研制了比较成熟的纵断面优化程序,如英国运输与道路研究所的 HOPS、德国的 EPOS、法国的 APPOLON 等。1972 年,联合国经济合作与发展组织就“计算机进行路线最优化设计”写了专题报告。该报告中以意大利的一条公路为例,采用以上程序进行了实例计算,计算结果表明纵断面优化程序的应用可以节省 15% 的土方量并增加 5% 的经济效益。

20 世纪 70 年代,道路路线设计优化技术拓宽到平面和空间(三维)选线,数字地面模型(digital terrain model, DTM)开始应用,计算机绘图技术可直接提供设计和施工图纸。例如,在平面选线优化方面,有英国的 NOAN 程序,美国普度大学的 GCARS 程序,德国的 EPOS-1 程序。美国麻省理工学院将公路路线按三维空间优化开发了 OPTLOG 程序。由于平面线形或空间线形的优化涉及更多复杂因素,需要大量的计算数据,因此给研究工作带来了较大的困难,同时也削弱了程序的实用性。DTM 就是把三维的地形资料经过数字化存储于计算机中,可用于等高线地形图的绘制、土地填挖体积的计算、支持平面和空间优化选线等。DTM 是伴随着电子计算机的高速运算和大量存储而产生的。为了加快输入速度,既可运用数字化仪按等高线地形图直接输入,又可利用航测立体测图仪直接以数据方式输入。作为电子计算机的外部设备,各种形式的绘图机可以用来绘制等高线地形图、公路设计中的纵横断面图及路线透视图等。

到了 20 世纪 80 年代,世界上的很多国家已经建立了由航测设备、计算机(包括绘图机、

道路工程 CAD

数字化仪等外部设备)和专用软件包组成的成套系统。其中,专用软件包往往包含从数据采集、建立数字地面模型、优化技术到进行全套计算机计算、绘图和报表的完整系统。例如,美国路易斯·百杰公司的 CANDID 系统以阿波罗超级小型机为主机,可用于公路、涵洞、桥梁、房屋建筑等方面的设计和绘图工作;德国西门子公司的 SICAD 土地信息和图形处理系统配备有道路 CAD 专用软件,可在超小型机工作站上接受速测信息,建立数字地面模型,进行道路路线设计和交互式的设计、修改和绘图;芬兰的 ROADCAD 程序系统以 32 位小型机为主机,应用 Wild 解析立体测图仪直接从航测图片获取地面信息,建立地面信息数据库和数字地面模型,以此进行公路路线的初步设计和施工图设计,最终以施工图样、屏幕显示或数据打印的方式输出设计成果。

20 世纪 90 年代以来,道路 CAD 系统进入了成熟阶段。发展到今天,道路设计首先从由电子测量数据形成三维数字地面模型,然后进行平面、纵断面、横断面设计和土方量等分析计算,一直到最后输出设计图表,完全实现了计算机一体化,从而使道路设计完全摆脱了图板的手工方法,实现了无纸化设计的梦想。

目前,其他高新技术的发展也进一步推动了道路 CAD 技术的现代化。在数据采集方面,全站仪、电子手簿、现场绘图电子平板的发展,以及 GPS-RTK 仪的出现,都为通过 GIS、GPS 和 CAD 使数据采集、设计绘图、方案优化等一体化创造了条件。在软件开发方面,面向对象的程序设计方法、可视化快速应用程序开发环境及计算机辅助软件工程(computer aided software engineering,CASE)开发环境的出现都标志着软件工程进入了崭新的阶段。

2. 道路工程 CAD 在国内的发展历程

自 1979 年起,先后有同济大学、重庆交通学院、重庆公路研究所、交通部武汉第二公路勘察设计院、西安公路学院、上海铁道学院、西南交通大学、北方交通大学、铁道部铁路专业设计院等单位先后对公路和铁路的纵断面优化技术、公路及铁路的平面和空间线性优化技术等进行了研究,编制了各自的优化程序。例如,同济大学采用随机搜索-动态规划法编制的纵断面优化、空间线形优化和山区地形的平面优化程序;重庆交通学院、上海铁道学院等采用动态规划法编制的纵断面优化程序;西安公路学院开发了目标函数中包括道路建造费用和营运费用的纵断面优化程序等。这些程序经过试算,都收到了令人满意的优化效果。

20 世纪 80 年代中期,我国的部分高校和生产单位开发的道路计算机辅助设计软件开始被投入到实际的设计工作当中,并取得了显著的经济效益,如 1985 年年底鉴定的交通部武汉公路勘察设计二院研制的公路航测和电算技术,同济大学早期制作的计算机道路初步设计程序(曾在数个省使用),以及西安公路学院开发的公路计算机辅助设计系统(在一定范围内使用)。

20 世纪 90 年代至今,随着计算机性能的快速提高和价格的不断下降,使得我国在计算机平台上开发的道路 CAD 系统在市场上占有显著的优势,如 TJRD、EICAD、HEAD、BID-ROAD 等国产软件已经被广泛投入到实际应用中并占据了绝大部分的国内市场,并且在技术上与国外软件的差距也在不断缩小。

例如,EICAD 是集成交互式道路与立交设计系统,是李方软件公司于 2002 年 10 月推向市场的第四代道路计算机辅助设计产品,是 DICAD 的升级换代产品。该系统主要包括平面设计、纵断面设计和横断面设计三个部分,使设计者能方便地设计出任何复杂、完美的道

路与互通式、立交式立体交叉平面线形。

BID-ROAD 软件是中交第二勘察设计院研制开发的公路路线与互通立交辅助设计系统。该系统支持动态可视化公路路线及互通式立体交叉的平面、纵断面、横断面的自动(或交互)设计,路基土石方的自动和交互调配,路线边沟的交互式排水设计及交互式的挡墙纵向设计;并可自动生成路线及互通式立体交叉设计中主要的设计图表,建立路线和互通式立体交叉的三维立体模型;完成各种等级、各种路基形态的公路路线与交通式立体交叉的初步设计和施工图设计。

1.2.3 道路工程 CAD 的发展趋势

自 20 世纪 90 年代以来,随着计算机内存及运行速度的大幅度提高,各种界面友好、功能强大、资源丰富的操作系统,具有高交互性能的真三维图形支撑系统及面向对象的语言编译系统相继推出。伴随着多媒体技术、网络技术和可视化技术的发展,道路工程 CAD 系统以更新、更先进的面貌出现在人们的面前。

进入 21 世纪以来,道路工程 CAD 在三维造型和动画技术、计算机局域网络的建设和应用、数据和信息采集新技术及 GPS 和 GIS 的应用、道路工程库和道路信息系统的建立等方面不断推出新成果。在应用水平方面,道路设计的计算机应用技术向集成化发展的趋势更加明显, GPS 技术、遥感技术和数字摄影测量技术的研究有了创新成果。在三维造型方面采用的计算机三维建模技术、面向对象技术、图形可视化技术,以及红外彩色航片在三维动画中的应用和制作技巧等,都达到了更高的水平。可以预见,在不久的将来,图形编程系统、人工智能技术、空间技术、信息技术在道路工程中的应用将越来越广泛,计算机辅助设计技术将达到一个新的高度,道路设计也将逐步由计算机辅助设计向自动化设计过渡。

1.3 本课程的学习目标、任务及方法

1.3.1 本课程的学习目标

在学习“道路工程制图”等专业基础课的基础上,培养学生在图形绘制、修改、打印等方面的技能,能利用通用图形软件 AutoCAD 完成道路路线、路基路面、桥涵结构物等设计图的绘制,能绘制简单的三维图形,具备在设计、施工、研究等部门从事基本的专业图形绘制工作的能力。

1.3.2 本课程的学习任务

- (1)对于 AutoCAD 2011 的基本操作,应掌握常用绘图命令、图形编辑命令,图层、特征点捕捉等的使用技巧与方法。
- (2)掌握道路工程专业图形绘制、编辑和标注的方法,会进行图形打印设置。
- (3)初步掌握三维图形的基本建模方法。
- (4)掌握 AutoCAD 2011 常用使用技巧,能解决使用中的一些疑难问题。

1.3.3 本课程的学习方法

本课程是一门应用型的综合课程,要求学生具备计算机的基本知识,有较好的道路专业知识素养和较强的动手能力。所以,学习该课程首先应具备计算机软硬件的基本操作技能,从基本绘图命令入手,掌握常见绘图和编辑的技能,要注意培养交互式参数绘图的基本思维方式和掌握图形坐标系的概念,在此基础上结合专业知识完成简单专业图形的绘制;在系统学习图形标注和图形格式的基础上,完成较复杂的专业图形的绘制和打印;在熟练掌握交互绘制二维图形的基础上,了解提高绘图工作效率的方法和简单三维图形的绘制步骤,达到系统学习本课程的目的。

模块 2 AutoCAD 2011 的基本操作



学习目标

熟悉 AutoCAD 2011 的工作环境；掌握图形文件的管理方法；掌握设置和控制图层、坐标输入的方法；掌握精确绘图时辅助工具的使用方法。

知识目标

能够使用 AutoCAD 2011 进行基本的操作；能够在 AutoCAD 2011 中设置道路制图的绘图环境。

本模块将具体讲解 AutoCAD 2011 的工作环境、图形文件的管理方法、命令的调用方法、精确绘图时辅助工具的使用方法等，在绘图前做好这些准备工作是非常重要的，只有做好了相关的准备工作，才能提高绘制效率。

2.1 AutoCAD 2011 的工作空间和操作界面

AutoCAD 2011 提供了“AutoCAD 经典”“二维草图与注释”“三维基础”和“三维建模”四种工作空间模式，用户可根据需要初始设置任何一个工作空间。每个工作空间都是由标题栏、菜单栏、工具栏、绘图窗口、文本窗口、命令行、状态栏等元素组成的。

2.1.1 AutoCAD 2011 的工作空间

工作空间是由分组的菜单、工具栏、选项板和功能区控制面板组成的集合，它使设计人员可以在专门的、面向任务的绘图环境中进行设计工作。设计人员可以根据设计情况选用所需要的工作空间。例如，在创建三维模型时使用“三维建模”工作空间，该工作空间只包含与三维建模相关的工具栏、菜单和选项板，而其他与三维建模不相关的界面选项会被隐藏起来，这样可使用户的工作屏幕区域最大化，以利于进行三维设计工作。

1. 切换工作空间

在 AutoCAD 2011 中常用的切换工作空间的方法有两种，即利用工具栏和状态栏。

1) 利用工具栏切换工作空间

选择“工具”→“工具栏”→AutoCAD→“工作空间”命令，将显示“工作空间”工具栏，可通过该工具栏快捷地切换到所需的工作空间，如图 2-1 所示。

在“工作空间”工具栏中单击“工作空间设置”按钮，将打开“工作空间设置”对话框，如图 2-2 所示。利用该对话框可以控制工作空间的显示、菜单顺序和保存设置。



图 2-1 “工作空间”工具栏



图 2-2 “工作空间设置”对话框

2) 利用状态栏切换工作空间

在状态栏中单击“切换工作空间”按钮，在弹出的菜单中根据需要选择相应的选项即可，如图 2-3 所示。

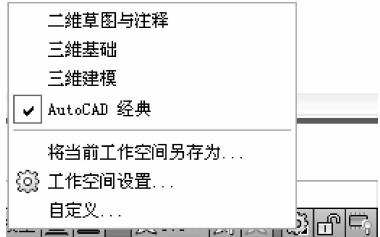


图 2-3 “切换工作空间”菜单

2. 工作空间的功能特点

AutoCAD 2011 定义了四种工作空间，用户在选择某个工作空间时，系统只会显示与某个任务类型相关的菜单、工具栏和选项板。现将每个空间的功能特点介绍如下。

1) 二维草图与注释

启动 AutoCAD 2011，系统将自动进入“二维草图与注释”工作空间，此时在绘图窗口的上方将显示“工作空间”和“标准注释”工具栏，在绘图窗口右侧显示面板。

2) 三维基础

当切换到“三维基础”工作空间时，在绘图窗口的上方将显示“工作空间”“标准”工具栏和“常用”“渲染”“插入”“管理”等选项卡，这些选项卡包括了三维基础操作的常用工具。

3) 三维建模

当切换到“三维建模”工作空间时，在绘图窗口的上方将显示“工作空间”“标准”工具栏和“常用”“实体”“曲面”“网格”等选项卡，在绘图窗口的右侧将显示“材质浏览器”选项板。

4) AutoCAD 经典

当切换到“AutoCAD 经典”工作空间时，系统将显示 AutoCAD 经典界面，在绘图窗口的上方将显示“标准”“样式”“工作空间”“图层”和“特性”等工具栏，在绘图窗口的左侧将显示“绘图”工具栏，在绘图窗口的右侧将显示工具选项板和“修改”工具栏。

2.1.2 AutoCAD 2011 的操作界面

启动 AutoCAD 2011 后，便可通过切换工作空间来辅助绘图。以“AutoCAD 经典”工作空间为例，其操作界面如图 2-4 所示。该工作空间的窗口界面主要由标题栏、菜单栏、工具

栏、绘图窗口、十字光标、命令行提示区、状态栏和功能区等组成。

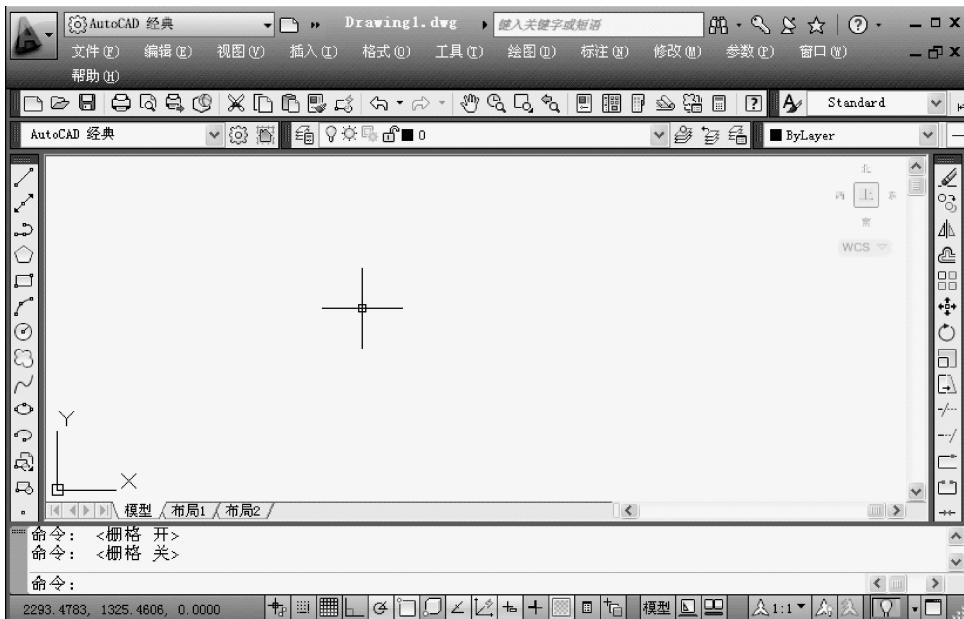


图 2-4 AutoCAD 2011 的操作界面

1. 标题栏

在标题栏中可以看到当前图形文件的名称,可以看到“最小化”按钮 \square 、“最大化(还原)”按钮 \square 和“关闭”按钮 \times 。标题栏中还增加了“菜单浏览器”按钮 \square 、快速访问工具栏 $\square \square \square \square$ 及信息中心 \square 。菜单浏览器将所有常用的菜单命令都显示在一个位置,用户可以在其中选择所需的菜单命令。快速访问工具栏中放置了常用命令的按钮,默认状态下,系统提供了“新建”按钮 \square 、“打开”按钮 \square 、“保存”按钮 \square 、“另存为”按钮 \square 、“打印”按钮 \square 、“放弃”按钮 \square 和“重做”按钮 \square 。信息中心可以帮助用户同时搜索多个源项目(如帮助、新功能专题研习、网址和指定的文件),也可以搜索单个文件。

2. 菜单栏

如图 2-5 所示,菜单栏位于标题栏的下部,除了扩展功能,共有 12 个菜单选项,选择其中一个菜单命令,都会弹出一个下拉菜单,这些菜单包括了 AutoCAD 2011 提供的所有命令,用户可以从中选择相应的命令进行操作。



图 2-5 菜单栏

3. 工具栏

工具栏是各类操作命令形象直观的显示形式,工具栏是由一些图标组成的工具按钮的长条,单击工具栏中的相应按钮即可启动相应的命令。工具栏中的命令在菜单栏中都能找到,工具栏中只显示了最常用的一些命令。“AutoCAD 经典”工作空间的常用工具栏如图 2-6 所示。

当用户想打开其他工具栏时,可以选择“工具”→“工具栏”→AutoCAD 命令,在弹出的子菜单中选择相应的工具栏即可。另外,用户也可以在屏幕上已有的任意工具栏上右击,在弹出的快捷菜单中选择相应的命令调出所需的工具栏。



图 2-6 “AutoCAD 经典”工作空间的常用工具栏

工具栏可以自由移动。移动工具栏的方法是在工具栏中非按钮部位的某一点按住鼠标左键进行拖动。一般为了绘图方便,会将常用工具栏置于绘图窗口的顶部或四周。

4. 绘图窗口

绘图窗口是屏幕上的一大片空白区域,是用户进行绘图的区域。用户所进行的操作过程,以及绘制完成的图形都会直观地反映在绘图窗口中。AutoCAD 2011 起始界面的绘图窗口是黑色的,这不太符合一般人的习惯,因此可以选择“工具”→“选项”命令,在弹出的“选项”对话框中选择“显示”选项卡,单击“颜色”按钮,弹出“图形窗口颜色”对话框,在“颜色”下拉列表框中选择“白”选项,如图 2-7 所示。单击“应用并关闭”按钮,回到“选项”对话框,单击“确定”按钮,完成绘图窗口颜色的设置。每个 AutoCAD 文件都有并只有一个绘图窗口,单击菜单栏右边的“恢复窗口大小”按钮,即可清楚地看到绘图窗口缩小为一个文件窗口。因此,AutoCAD 2011 可以同时打开多个文件。

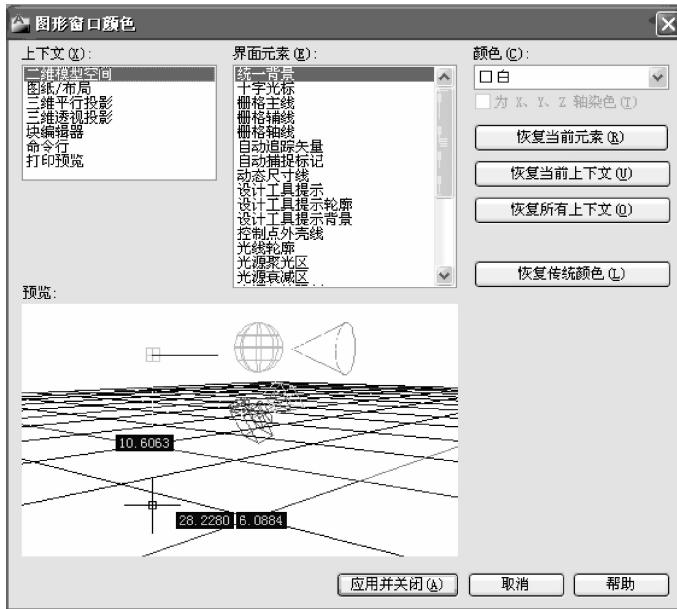


图 2-7 设置绘图窗口的颜色

5. 十字光标

十字光标用于定位点、选择和绘制对象,由定点设备(如鼠标和光笔等)控制。当移动定点设备时,十字光标的位置会作相应的移动,就像手工绘图中的笔一样方便。十字光标线的方向分别与当前用户坐标系的 X 轴、Y 轴方向平行,十字光标的大小默认为屏幕大小的

5%,如图 2-8 所示。

6. 命令行提示区

命令行提示区是用于接受用户命令及显示各种提示信息的地方,默认情况下,命令行提示区在绘图窗口的下方,由输入行和提示行组成,如图 2-9 所示。用户可通过输入行输入命令,命令不区分大小写;提示区用来提示用户输入的命令及相关信息,用户通过菜单或者工具栏执行命令的过程也会在命令行提示区中显示出来。

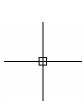


图 2-8 十字光标

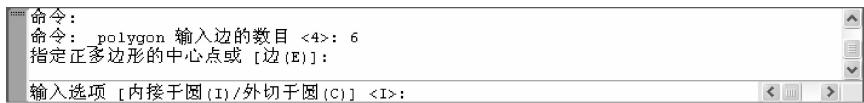


图 2-9 命令行提示区

7. 状态栏

状态栏位于 AutoCAD 2011 工作界面的底部,如图 2-10 所示。状态栏的左侧显示了十字光标当前的坐标位置,其三个数值分别为 X 轴、Y 轴和 Z 轴的数据,若 Z 轴数据为 0.0000,则说明当前绘图窗口为二维平面;中间显示了辅助绘图的几个功能按钮;右侧显示了常用的一些工具按钮。辅助绘图的几个功能按钮都是复选按钮。单击这些按钮时,按钮会呈现淡蓝色,表示开启了该按钮功能;再次单击该按钮则其颜色会变灰,表示关闭了该按钮功能。合理运用这些辅助按钮可以提高绘图效率。



图 2-10 状态栏

8. 功能区

功能区可以通过选择“工具”→“选项板”→“功能区”命令打开,它是“二维草图与注释”工作空间的默认界面元素。功能区由“常用”“插入”“注释”“参数化”等选项卡组成,不同的选项卡下又集成了多个面板,不同的面板上放置了大量的某一类型的工具按钮,如图 2-11 所示。



图 2-11 功能区

2.1.3 AutoCAD 2011 软件的功能

与 AutoCAD 以前的版本相比,AutoCAD 2011 继承了以前版本强大的设计功能,并在操作界面、细节功能、运行速度、数据共享和软件管理等方面有了较大的改进与增强,便于设计者更方便、快捷、准确地完成设计任务。与其他绘图软件相比,AutoCAD 2011 具有功能强大、易于掌握、使用方便、体系结构开放等特点,能够绘制平面图形与三维图形、标注图形尺寸、渲染图形及打印输出图纸,因此深受广大工程技术人员的喜爱。

1. 二维绘图和三维建模

更新的草图设计环境使实体和曲面的创建、编辑和导航变得简单且直观。因为所有的工具都集中在一个位置,所以用户可以很方便地将构想转化为设计。

此外,文字、尺寸的标注及表格的制作也是绘制建筑施工图时的主要环节,使用更新的草图设计环境不仅可以在图形的各个方向上创建各种类型的标注,而且可以方便、快捷地以一定的格式创建符合行业或项目标准的标注,如图 2-12 所示。

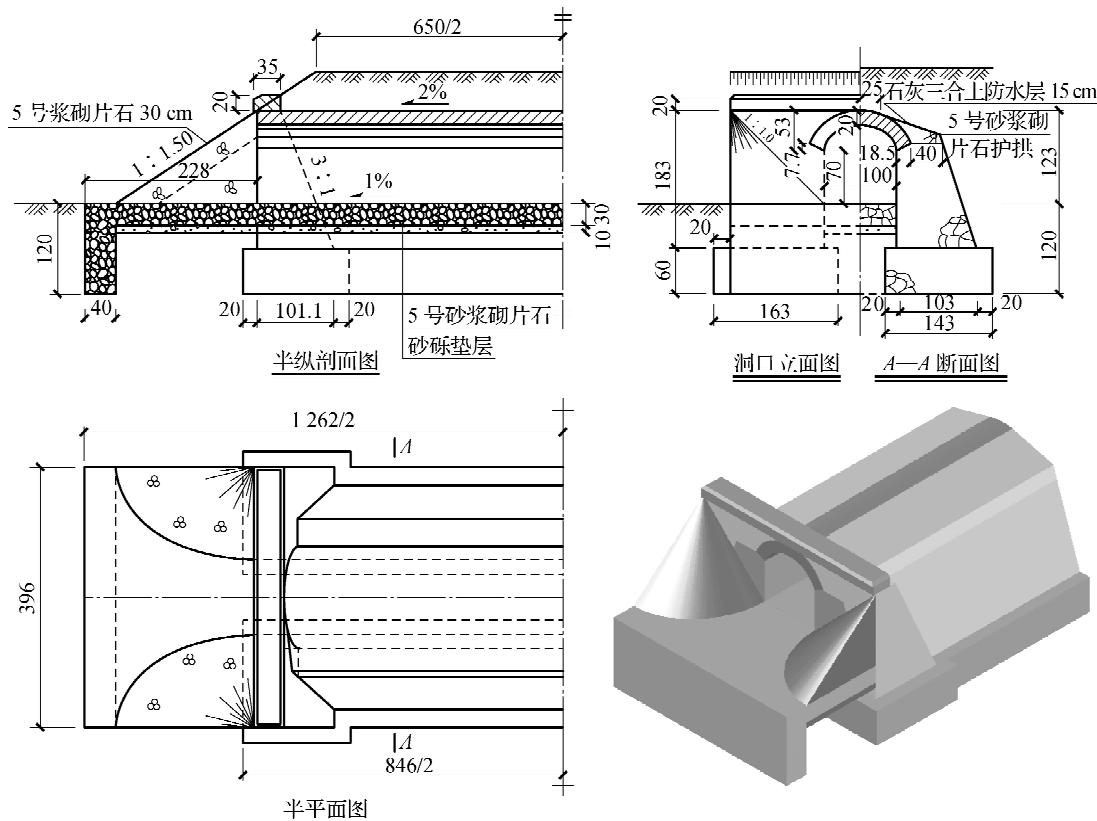


图 2-12 拱涵示例

2. 动态观察和渲染建筑模型

在 AutoCAD 2011 中,为了创建建筑模型各部分的结构特征,可以调整模型的方位和显示方式,以及设置动态的观察方式、场景和制作动画;并且为了获得更加逼真的建筑效果,还可以为模型设置材质、对建筑环境添加光源和进行渲染预设,图 2-13 所示为使用 AutoCAD 2011 调整模型方位进行渲染获得的逼真的建筑效果。

3. 输出与打印图形

图 2-13 使用 AutoCAD 2011 渲染的效果

AutoCAD 2011 不仅允许将所绘图形以不同样式通过绘图仪或打印机输出,而且能够将不同格式的图形

导入 AutoCAD 2011 或输出为其他格式的文件。

4. PDF 格式支持

在 AutoCAD 2011 中,选择“插入”→“PDF 参考底图”命令,在弹出的“选择参照文件”对话框中选择文件,单击“打开”按钮,在弹出的“附着 PDF 参考底图”对话框中选择所需的 PDF 文件,将其作为底图进行附着和捕捉,这将使 AutoCAD 分享和重复使用设计变得极为便利。图 2-14 所示为将 PDF 文件附着到当前图形环境。

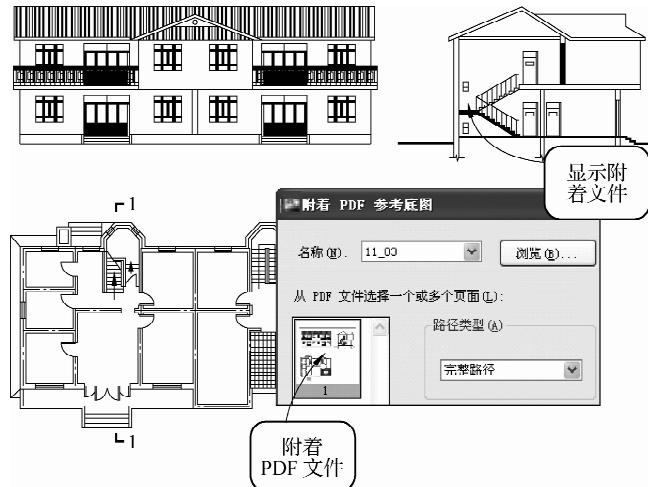


图 2-14 将 PDF 文件附着到当前图形环境

5. 三维打印

使用三维打印功能,设计者可以通过网络将三维 AutoCAD 图形发送到支持 STL 的打印机上。借助三维打印机或通过相关服务提供商,可以很容易地制作有形的三维模型和物理原型,连接到三维打印服务或个人的 3D 打印机,设计者可以立即将设计创意变为现实。

在“三维建模”工作空间中,利用“输出”选项板中的“发送到三维打印服务”工具可以进行三维打印操作。首先选定三维打印的模型对象,然后选择“发送到三维打印服务”选项,将弹出“发送到三维打印服务”对话框,如图 2-15 所示,在该对话框中可查看打印效果,单击“确定”按钮,即可将三维模型对象打印出来。



图 2-15 “发送到三维打印服务”对话框

2.2 图形文件管理

图形文件的操作是进行高效绘图的基础,它包括创建新的图形文件、打开已有的图形文件、保存图形文件和输出图形文件。在 AutoCAD 2011 的“文件”菜单和快捷工具栏中提供了管理图形文件所必需的命令和按钮,要想提高设计的效率,首先应当掌握这些命令和按钮的使用方法。

2.2.1 新建和打开图形文件

在 AutoCAD 2011 中,新建图形文件和打开图形文件是最常用的管理图形文件的方法。其中,通过使用“新建”命令可以创建多种类型的图形文件;通过使用“打开”命令不仅可以打开多种类型的文件,而且还可以打开低版本的图形文件。

1. 新建图形文件

启动 AutoCAD 2011,系统将默认创建一个图形文件,并自动命名为 Drawing1.dwg,如果继续创建一个图形文件,则其默认名称为 Drawing2.dwg,以此类推。这在很大程度上方便了用户的操作,即只要打开 AutoCAD 2011 就可进入工作模式。此外,用户也可以自定义创建新的图形文件。

要创建新的图形文件,可单击快速访问工具栏中的“新建”按钮,打开“选择样板”对话框,如图 2-16 所示。

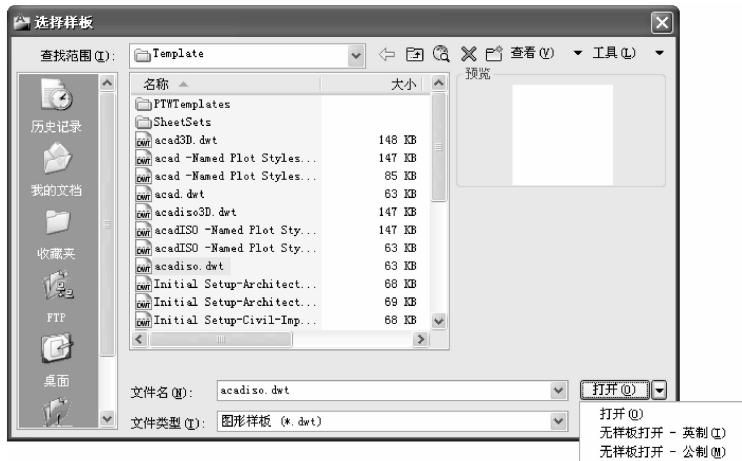


图 2-16 “选择样板”对话框

在该对话框中,可以选择一个模板作为模型来创建新的图形。通常情况下,绘制道路图形最常用的样板为 acad 和 acadiso。当选择了一个样板后,单击“打开”按钮,系统将打开一个基于该样板的新文件。

此外,在创建样板时,用户可以不选择任何样板,从空白开始创建,即单击“打开”按钮右侧的按钮,在展开的下拉列表中选择“无样板打开-英制”选项或“无样板打开-公制”选项来创建文件。

2. 打开图形文件

在建筑图形的设计过程中,并非每个构配件都必须绘制 AutoCAD 图形,用户可根据设计需要将一个已经保存在本地存储设备上的包括有这些构配件的图形文件调出来进行编辑以生成新的符合设计要求的构配件。

要打开现有的图形文件,可直接单击快速访问工具栏中的“打开”按钮 \square ,打开“选择文件”对话框,如图 2-17 所示。



图 2-17 “选择文件”对话框

在该对话框中单击“打开”按钮右侧的 \square 按钮,将显示以下四种打开方式。

(1) 打开。直接打开图形文件是最常用的打开方式,即在打开的“选择文件”对话框中双击要打开的文件,或先选择图形文件,然后单击“打开”按钮。

(2) 以只读方式打开。该打开方式表明文件将以只读的方式打开,可进行编辑操作,但编辑后不能直接以原文件名存盘,而要以其他名称存盘。

(3) 局部打开。选择该打开方式表示仅能打开图形的指定图层。如果图形中除了轮廓线、中心线外,还有尺寸、文字等内容分别属于不同的图层,则可采用该方式选择性打开所需的图层。该打开方式适用于图样文件较大的情况,可提高软件的执行效率。

(4) 以只读方式局部打开。以只读方式局部打开当前图形,该方式与局部打开文件一样需要选择图层,并且可对当前图形进行编辑操作,但无法以原文件名进行保存,而要另存为其他名称的图形文件。

2.2.2 保存和输出图形文件

无论是对新建的图形文件还是打开原有的图形文件,一般都需要进行保存图形文件的操作。另外,也可将图形输出为其他格式的图形文件,实现资源共享。

1. 保存文件

绘图过程中或绘图结束时都要保存或另存图形文件,以免因绘图过程中出现意外情况而丢失当前所做的重要工作。保存图形文件的命令主要有“保存”和“另存为”两种,这两个命令均位于菜单浏览器和“文件”菜单中。

1) 常规保存方法

当第一次保存新建的图形文件时,可在快速访问工具栏中单击“保存”按钮,将打开“图形另存为”对话框,如图 2-18 所示,在“文件名”下拉列表文本框中输入文件名,并在“文件类型”下拉列表框中选择所需要的文件类型,然后单击“保存”按钮即可。



图 2-18 “图形另存为”对话框



经验技巧

AutoCAD 2011 默认保存的文件类型是“AutoCAD 2010 图形 (*.dwg)”。此外,还可以将图形文件保存为“*.dws”“*.dwt”和“*.dxr”等其他文件类型。为了能够在低版本的 AutoCAD 软件中打开高版本的 CAD 图形文件,可以将图形保存为图形格式 (*.dwg)或图形交换格式 (*.dxr)的早期版本。

2) 间隔保存图形

常规保存方法需要在操作过程中及时执行保存操作,如果在设计过程中忘记保存,或因发生意外情况导致文件丢失,都会给整个设计工作带来不必要的麻烦,因此应采用设定间隔时间的方法让计算机自动保存图形。具体操作是:选择“工具”→“选项”命令,打开“选项”对话框,选择“打开和保存”选项卡,在“文件安全措施”选项组中设置自动保存间隔时间。

2. 输出文件

当用户要将 AutoCAD 2011 图形对象保存为其他需要的文件格式以供其他软件调用时,只需将对象以指定的文件格式输出即可。具体操作是:选择“文件”→“输出”命令,打开“输出数据”对话框。在该对话框中确定输出文件的名称和文件类型后,单击“保存”按钮,即可将 AutoCAD 图形对象保存为用户需要的文件格式和文件名,如图 2-19 所示。



图 2-19 “输出数据”对话框

2.3 AutoCAD 2011 命令的类型和启用方法

命令是 AutoCAD 绘制与编辑图形的核心, 用户在执行每一个操作时都要启用相应的命令。因此, 在学习 AutoCAD 2011 之前应该了解命令的类型与启用方法。

2.3.1 命令的类型

AutoCAD 2011 中的命令可以分为两类:一类是普通命令,另一类是透明命令。

1. 普通命令

普通命令只能单独作用, AutoCAD 2011 中的大部分命令均为普通命令, 如放弃、重复与取消命令。在 AutoCAD 2011 中, 欲终止某个命令时, 可以按 Esc 键撤销当前正在执行的命令; 当需要重复执行某个命令时, 可以按 Enter 键或 Space 键, 也可以在绘图窗口中右击, 在弹出的快捷菜单中选择“重复选项”命令; 如果执行了一些错误的命令, 需要取消前面执行的一个或多个操作时有三种方法: 一是选择“编辑”→“放弃”命令, 二是单击“标准”工具栏中的“放弃”按钮, 三是输入命令 undo。

提示 在 AutoCAD 2011 中可以无限次地进行取消操作, 这样用户可以看到整个绘图过程。当用户取消一个或多个操作后, 又想重做这些操作将图形恢复为原来的效果时, 可以使用“标准”工具栏中的“重做”按钮。

2. 透明命令

透明命令是指在运行其他命令的过程中可以输入执行的命令, 即系统收到透明命令后, 将自动终止当前正在执行的命令而先执行透明命令。通过键盘执行透明命令的方法是在当前命令提示行后输入“/”符号, 再输入对应的透明命令后按 Enter 键。

在命令行中, 系统在透明命令的提示信息前用两个大于号“>>”表示正处于透明命令执行状态。当透明命令执行完毕后, 系统会自动恢复执行被终止的命令。

2.3.2 命令的启用方法

在 AutoCAD 2011 工作界面中选择菜单中的某个命令或单击工具栏中的某个按钮, 其实质就是在启用某一个命令, 从而达到进行某项操作的目的。通常情况下, 在 AutoCAD 2011 工作界面中启用命令有以下四种方法。

- (1) 菜单命令方式。在菜单栏中选择菜单中的命令选项。
- (2) 工具按钮方式。直接单击工具栏中的工具按钮。
- (3) 命令行提示区中的命令方式。在命令行提示区中输入某个命令的名称后按 Enter 键。
- (4) 快捷菜单方式。在绘图窗口中右击, 从弹出的快捷菜单中选择合适的命令。



经验技巧

前三种启用命令的方式是经常采用的方式。为了减少单击的次数和用户的工作量, 应尽量采用单击工具按钮的方式来启用命令。使用命令行方式时, 对于常用命令可以直接输入命令的缩写。例如, 进行直线操作时使用的命令是 line, 可直接输入其缩写 L, 这样可以提高工作效率。

需要注意的是, AutoCAD 2011 中的命令不区分大小写。

2.4 建筑制图环境设置

AutoCAD 2011 的默认设置往往不完全符合建筑制图行业的绘图习惯, 因此, 在绘图之前进行环境设置是非常必要的。

2.4.1 绘图环境的设置

在绘图前, 对绘图环境进行设置是一项很重要的工作, 设置一个合理且符合需要的绘图环境才能提高设计者的绘图速度和质量。

对于大部分绘图环境的设置, 最直接的方法是在“选项”对话框中设置图形显示、打开、打印和发布等参数。

选择“工具”→“选项”命令, 打开“选项”对话框。该对话框包含了 10 个选项卡, 现将各选项卡具体的设置内容介绍如下。

1)“文件”选项卡

“文件”选项卡用于确定 AutoCAD 2011 搜索支持文件、驱动程序文件、菜单文件和其他文件的路径等参数, 以及用户定义的一些设置。

2)“显示”选项卡

“显示”选项卡用于设置窗口元素、显示精度、布局元素、显示性能、十字光标大小和淡入度控制等, 如图 2-20 所示。

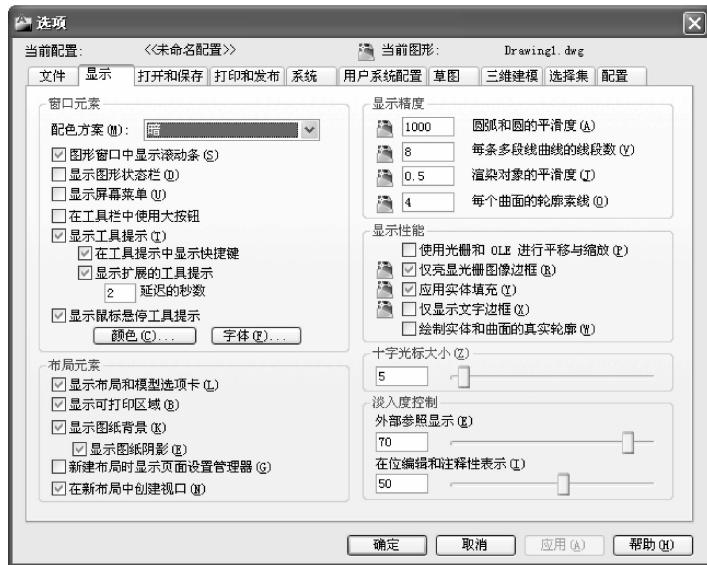


图 2-20 “显示”选项卡

3)“打开和保存”选项卡

“打开和保存”选项卡用于设置是否自动保存文件、自动保存文件的时间间隔和是否保持日志，以及是否加载外部参照等参数。



图 2-21 “打开和保存”选项卡

4)“打印和发布”选项卡

“打印和发布”选项卡用于设置 AutoCAD 2011 的输出设备，默认情况下，输出设备为 Windows 打印机。但在多数情况下，为了输出较大幅面的图形，常使用专门的绘图仪。

5)“系统”选项卡

“系统”选项卡用于设置三维图形的显示特性、设置定点设备和 OLE 特性对话框的显示控制,以及警告信息的显示控制、网络链接检查、启动对话框的显示控制等参数。

6)“用户系统配置”选项卡

“用户系统配置”选项卡用于设置是否使用快捷菜单和对象的排序方式,以及进行坐标数据输入的优先级设置。为了提高绘图的速度,避免重复使用相同命令,通常选择“自定义右键单击”选项,在打开的“自定义右键单击”对话框中自定义右键单击方式。

7)“草图”选项卡

“草图”选项卡用于设置自动捕捉、自动追踪、对象捕捉标记框颜色和大小及靶框的大小。这些选项的具体设置,需要配合状态栏功能操作情况而定。

8)“三维建模”选项卡

“三维建模”选项卡用于对三维绘图模式下的三维十字光标、UCS 图标、动态输入、三维对象和三维导航等选项进行设置。

9)“选择集”选项卡

“选择集”选项卡用于设置选择集模式、拾取框大小及夹点大小等。这些设置在夹点选择对象时才能显示出效果。也可单击“视觉效果设置”按钮,在打开的“视觉效果设置”对话框中设置区分其他图线的显示效果,如图 2-22 所示。

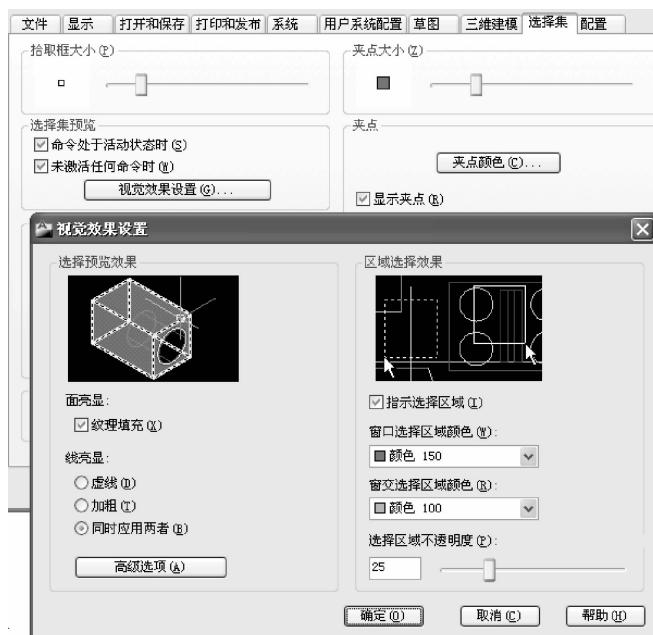


图 2-22 “视觉效果设置”对话框

10)“配置”选项卡

“配置”选项卡用于实现新建系统配置文件、重命名系统配置文件,以及执行删除系统配置文件等操作。

2.4.2 图形单位的设置

图形的单位和格式既是建筑施工图的读图标准,又是保证绘图准确的前提。设置图形的单位和格式就是确定绘图时的长度单位、角度单位及其精度和方向,在 AutoCAD 2011 的绘图过程中,所有被创建的对象都是根据图形单位来进行测量的。在屏幕的左下角会显示光标当前所在的坐标值,用户可以通过单击它来开启或关闭光标坐标值的显示,也可以右击它,在弹出的快捷菜单中选择所需要的显示类型。图形单位可分为长度单位和角度单位,其设置方法如下。

1. 设置长度单位的格式

在绘制图形时,首先基于要绘制图形的大小确定一个图形单位代表的实际大小,然后据此创建图形。在 AutoCAD 2011 中可以使用二维坐标的输入格式输入三维坐标,长度单位的类型包括小数、分数、建筑、工程和科学。

要更改一个长度单位,可以选择“格式”→“单位”命令,打开“图形单位”对话框,如图 2-23 所示。

在该对话框中可以分别设置图形的长度和角度等参数,通常使用毫米(mm)作为绘图单位。在绘图时只能以图形单位计算绘图尺寸。

2. 设置角度单位的格式

在 AutoCAD 2011 中,角度方向控制着测量角度的起点和测量方向,图形单位的起始角度可以根据设计的需要进行调整。

单击“图形单位”对话框中的“方向”按钮,打开“方向控制”对话框,如图 2-24 所示。在该对话框中确定基准角度。默认起点的基准角度为“0”,方向为“东”。如果选中“其他”单选按钮,则可以单击“拾取角度”按钮,切换到绘图窗口中,通过拾取两个点来确定基准角度的 0° 方向。



图 2-23 “图形单位”对话框



图 2-24 “方向控制”对话框

2.5 使用图层

在 AutoCAD 2011 中,图层的作用类似于在图纸绘制时使用透明重叠图纸,是绘制图形的重要组织工具。利用图层功能可以更加高效地绘制、查看和管理图纸。

图层功能可以将一张图分成若干层,将表示不同性质的图形分门别类地绘制在不同的图层上,对每个图层分别赋予不同的颜色和线型。通过打开和关闭、冻结和解冻、加锁和解锁某些图层来辅助绘图,对图形进行管理、编辑和检查。

对图层的设置通常是在图层特性管理器中进行的。

2.5.1 图层特性管理器

展开“常用”选项卡,并在“图层”选项板中单击“图层特性”按钮 图 ,打开“图层特性管理器”对话框,如图 2-25 所示。



图 2-25 “图层特性管理器”对话框

该对话框左侧为树过滤器窗口,右侧为列表窗口。该对话框中包含多个按钮和选项,其含义及设置方法可参照表 2-1。

表 2-1 “图层特性管理器”对话框各按钮和选项的含义及设置方法

| 按钮和选项 | 含义及设置方法 |
|----------------------------------|--|
| “新建图层”按钮 图 | 单击该按钮,可以在图层列表窗口中新建一个图层,如辅助线、轮廓线、墙体、标注等图层 |
| “在所有视口中都被冻结的新图层视口”按钮 冻结 | 单击该按钮,可以创建在所有视口中都被冻结的新图层 |
| “删除图层”按钮 删除 | 单击该按钮,删除选定图层 |
| “置为当前”按钮 \checkmark | 单击该按钮,可以将选中的图层切换为当前活动图层 |
| “新建特性过滤器”按钮 过滤器 | 单击该按钮,可以打开“图层过滤器特性”对话框,在该对话框中通过定义图层的特性来选择所有符合条件的图层,而过滤掉所有不符合条件的图层。即可以通过图层的特性快速地选择所需的图层 |

续表

| 按钮和选项 | 含义及设置方法 |
|-------------|--|
| “新建组过滤器”按钮 | 单击该按钮,可以在“树过滤器”窗口中添加“组过滤器”文件夹,用户可以选择图层并拖到该文件夹中,以对图层列表中的图层进行分组,达到过滤图层的目的 |
| “图层状态管理器”按钮 | 单击该按钮,将打开“图层状态管理器”对话框,通过此对话框可以管理图层的状态 |
| “反转过滤器”复选框 | 启用该复选框,在对图层进行过滤时,可以在图层列表窗口中显示所有不符合条件的图层 |
| “设置”按钮 | 单击该按钮,打开“图层设置”对话框,通过该对话框的设置可以控制何时发出新图层通知,是否将图层过滤器更改应用于“图层”工具栏,以及控制图层特性管理器中视口替代的背景色 |

2.5.2 设置和控制图层

一个复杂的图形可看作是由若干个图层上的图形对象叠加而成的,并且每个图层都具有各自的特性,如线型、线宽、颜色、打开/关闭和冻结/解冻等。运用图层绘制出来的图纸便于用户区分和控制图层中的图形对象,进而可以对其进行相应的编辑等操作,提高绘图效率。

1. 设置线型

线型是图形基本元素中线条的组成和显示方式,如虚线和实线等。通过设置线型可以从视觉上很轻松地区分不同的绘图元素,以便于查看和修改图形。此外,还可以自定义线型,以满足实际的需要。

要设置图层的线型,需要在“图层特性管理器”对话框中对应的图层下双击“线型”列中的“线型对象”,然后在打开的“选择线型”对话框中选择对应的线型。如果当前对话框中没有所需的线型,可通过单击“加载”按钮,在打开的“加载或重载线型”对话框中选择相应的线型即可,如图 2-26 所示。



图 2-26 设置图层的线型

此外,还可以选择“格式”→“线型”命令,在打开的“线型管理器”对话框的“线型”列表框中选择一种线型,用该线型替换原对象线型,如图 2-27 所示。

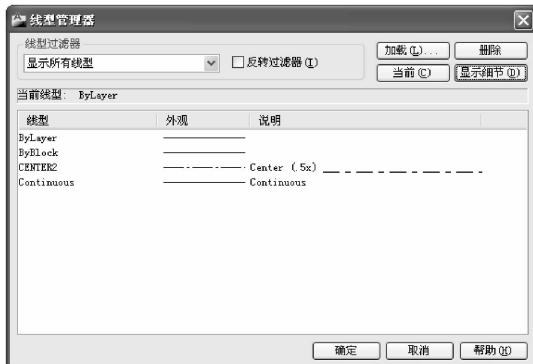


图 2-27 “线型管理器”对话框

**经验技巧**

在绘制图形的过程中,经常会遇到点画线过细或虚线间距太小或太大的情况,此时可以采用修改线型比例的方法来改变其外观。在“线型管理器”对话框中单击“显示细节”按钮,对话框会增加“详细信息”选项组,在其中可以对线型的全局比例因子和当前对象的缩放比例进行设置。

2. 设置线宽

线宽是指用宽度表现对象的大小或类型,通过控制图形显示和打印中的线宽,进一步区分图形中的对象。另外,使用线宽(粗线或细线)可以清楚地表现出部件的截面、边线、尺寸线和标记等。

要设置图层的线宽,需要在“图层特性管理器”对话框中对应的图层下單击“线宽”列下的线宽对象,在打开的“线宽”对话框中选择对应的线型即可。此外,也可以先选取对象,右击,在弹出的快捷菜单中选择“特性”命令,然后在打开的“特性”面板中展开“线宽”下拉列表框,选择对应的线宽即可,如图 2-28 所示。

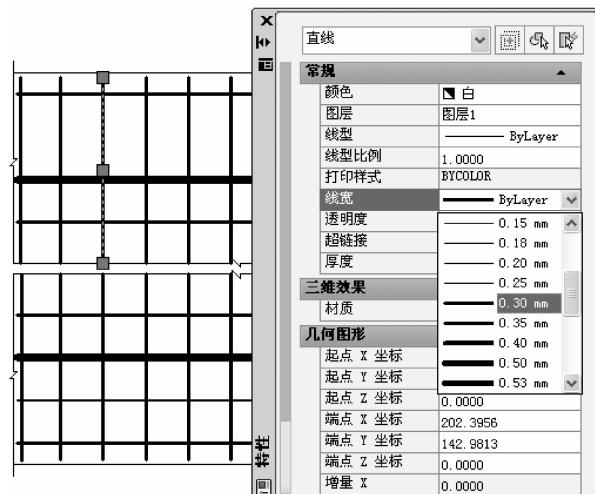


图 2-28 设置图层线宽

如果需要进行更详细的设置,则可以选择“格式”→“线宽”命令,在打开的“线宽设置”对话框中通过调整线宽的显示比例,使图形线宽显示得更宽或更窄。

3. 设置颜色

通过指定图形对象的颜色,可以直观地将图形对象编组,以便于区分图形中相似的元素。特别是通过指定图层的颜色,可以在图形中轻易地识别每个图层,为绘制和查看图形提供极大的方便。

与设置线型和线宽一样,可以在“图层特性管理器”对话框中新图层的“颜色”列下單击色块,在打开的“选择颜色”对话框中选择对应的颜色即可。

AutoCAD 2011 增强了颜色功能,能更方便地设置图层颜色和从“AutoCAD 颜色索引”中换取颜色,即在“特性”选项板的“对象颜色”下拉列表框中选择“选择颜色”选项,如图 2-29 所示;或单击“图层”选项板中的“图层”下拉列表框中的“图层颜色”色块直接访问“选择颜色”对话框。

4. 打开、关闭、锁定和冻结图层

在绘制复杂图形时,过多的线条会干扰设计者的工作,因此应将指定的图层暂时隐藏,这时就需要用到“打开或关闭整个图形中的图层”命令。如果选择冻结图层,虽然不会遮盖其他对象,但会比打开或关闭图层需要更多的时间。锁定图层可以防止指定图层上的对象被选中和修改。

以关闭图层为例,在列表视图窗口中选择一个图层,然后单击“开”列中对应的小灯泡图标,该灯泡的颜色由黄色变为蓝色,该图层对应的图形对象将不能显示,如图 2-30 所示。使用相同的设置方法打开图层,以及单击图标冻结或解冻图层,单击图标锁定或解锁图层。

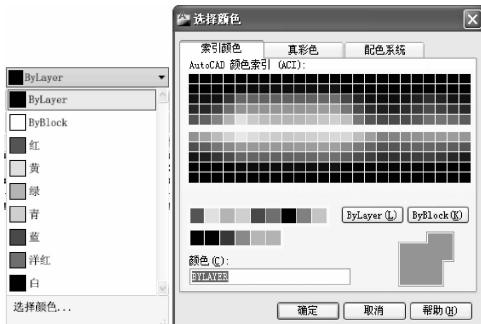


图 2-29 设置图层颜色

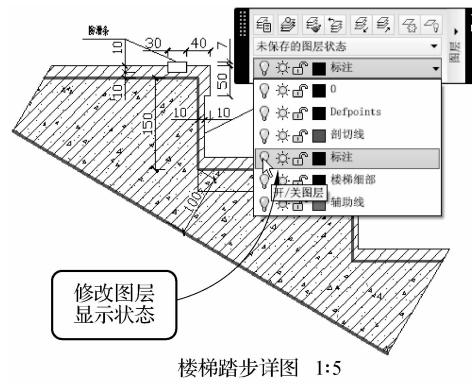


图 2-30 关闭标注图层

2.6 图形对象的选择

2.6.1 选择集的设置

在进行绘图设计时,一般都要进行对象选择操作,该操作包括选择单个对象和选择多个

对象。用户可根据设计情况设置所需要的选择模式,对于普通用户来说,采用系统默认的选择模式即可。

设置选择模式的方法是:选择“工具”→“选项”命令,打开“选项”对话框,切换到“选择集”选项卡,从中设置相关的选择集模式,如图 2-31 所示。默认状态下,“选择集模式”选项组中的“先选择后执行”“隐含选择窗口中的对象”和“对象编组”复选框都处于选中状态。

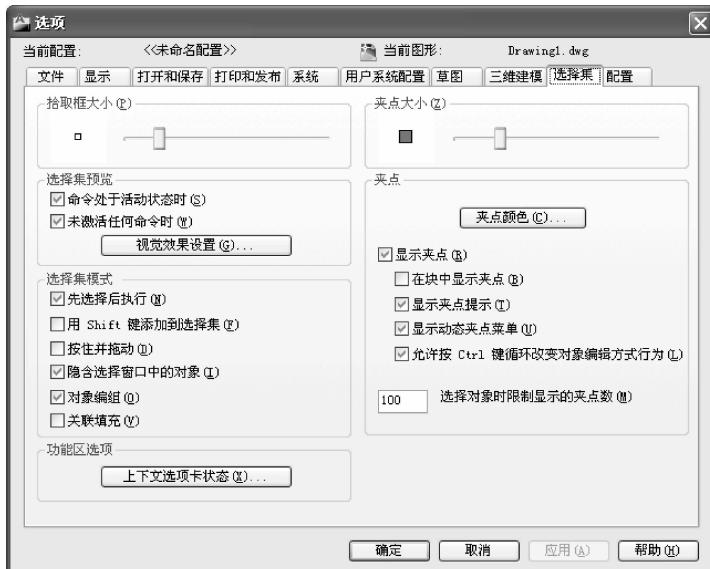


图 2-31 选择集的设置

在绘图设计中,一般应先选择对象,再执行修改操作。在这种情况下选择的对象以虚线形式显示,并且在对象的特定位置会显示“夹点”,如图 2-32 所示。还有另外一种情况是先执行操作,再选择对象,即在执行某些命令(如编辑命令)后才选择所需的对象,此时选择的对象以虚线显示,但不显示“夹点”,如图 2-33 所示。

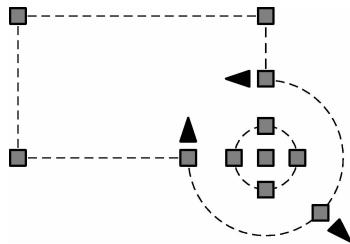


图 2-32 显示“夹点”

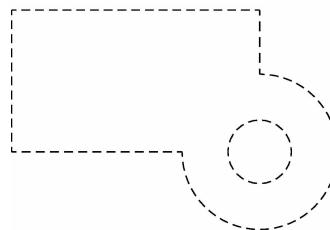


图 2-33 不显示“夹点”

2.6.2 选择对象的方法

在 AutoCAD 2011 中,在图形对象上单击一次可以选择单个独立的对象,单击多次可以选择多个对象。这里介绍另外两种选择对象的方法。

(1)通过指定矩形区域选择对象。矩形区域是由对角点定义的,光标从第一点向对角点拖动的方向不同,确定的选择对象也不同,具体有下面两种情况。

①窗口选择。从左向右拖动光标，则完全位于矩形区域中的对象将被选中，如图 2-34 所示。

②交叉选择。从右向左拖动光标，则被矩形窗口包围的对象或与之相交的对象将被选中，如图 2-35 所示。

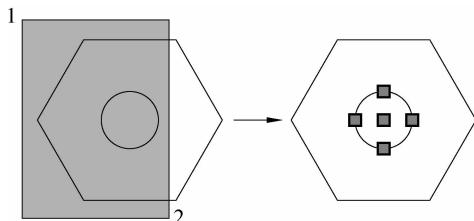


图 2-34 窗口选择

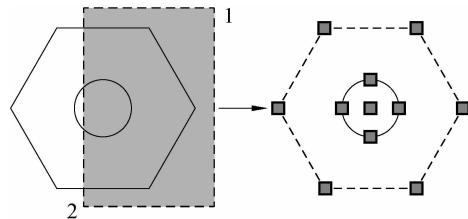
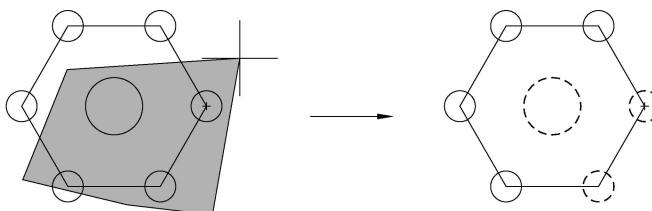


图 2-35 交叉选择

提示当使用“窗口选择”方法选择对象时，如果视口中含有的非连续（虚线）线型对象仅部分可见，且此线型的所有可见矢量都被封闭在选择窗口内，则可以选定整个对象。

(2)通过“窗口多边形选择”命令选择完全封闭在选择区域中的对象，通过“交叉多边形选择”命令选择完全包含于或经过选择区域的对象。

①窗口多边形选择。例如，执行某命令（如在绘图窗口中的空白处右击，从弹出的快捷菜单中选择“重复复制”命令）后出现“选择对象”的提示，在命令行中输入 WP 命令并按 Enter 键，通过指定若干点创建一个实线多边形区域，在最后一点处右击，在弹出的快捷菜单中选择“确认”命令，则完全处于实线多边形区域中的图形对象将被选中，如图 2-36 所示。



(a) 指定若干点形成多边形选择区域

(b) 完全处于选择区域中的对象被选中

图 2-36 窗口多边形选择

②交叉多边形选择。与上面的操作相似，执行某命令后出现“选择对象”的提示，在命令行中输入 CP 命令并按 Enter 键，通过指定若干点创建一个虚线多边形区域，在最后一点处右击，在弹出的快捷菜单中选择“确认”命令，则完全被围住的或与虚线多边形区域相交的图形对象将被选中，如图 2-37 所示。

在“选择对象”提示下输入符号“?”并按 Enter 键，可以看到所有选择的选项，用户可以根据需要选择其中的一个、多个或全部。例如，要选择所有对象，则应在命令行中输入 all 并按 Enter 键。

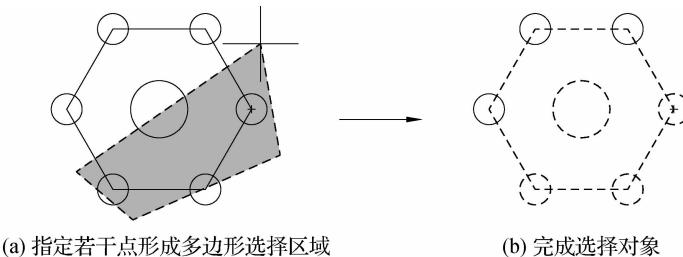


图 2-37 交叉多边形选择

2.7 AutoCAD 2011 的坐标系统

在绘图过程中,要精确定位某个对象时,必须以某个坐标系为参照,精确拾取点的位置。利用 AutoCAD 2011 的坐标系可以精确地设计并绘制图形。坐标(x, y)是表示点的最基本方法。在 AutoCAD 2011 中,坐标系分为世界坐标系(world coordinate system,WCS)和用户坐标系(user coordinate system,UCS)。在这两种坐标系下都可以通过坐标对点进行精确定位。

2.7.1 世界坐标系与用户坐标系

世界坐标系又称通用坐标系。AutoCAD 2011 默认的世界坐标系的 X 轴正向水平向右,Y 轴正向垂直向上,Z 轴与屏幕垂直,正向由屏幕向外。

用户坐标系是一种相对坐标系。与世界坐标系不同,在用户坐标系中可以选取任意一点为坐标原点,也可以任意方向为 X 轴正方向。用户可以根据绘图需要建立和调用用户坐标系。用户坐标系将在后续模块中做详细介绍。

在绘图过程中,AutoCAD 2011 通过坐标系图标显示当前坐标系统,如图 2-38 所示。

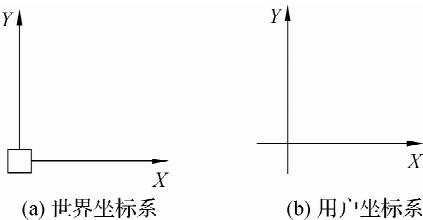


图 2-38 AutoCAD 2011 坐标系图标

2.7.2 坐标的表示方法

在 AutoCAD 2011 中,点的坐标可以使用绝对直角坐标、绝对极坐标、相对直角坐标和相对极坐标四种表示方法。在二维绘图中,可暂不考虑点的 Z 坐标。

1. 绝对直角坐标

绝对直角坐标是指当前点相对坐标原点的坐标值。如图 2-39 所示,A 点的绝对直角坐

标为(79.5,127.2)。

2. 绝对极坐标

绝对极坐标用“距离<角度”表示。其中，距离为当前点相对坐标原点的距离，角度表示当前点和坐标原点的连线与 X 轴正向的夹角。在图 2-39 中，A 点的绝对极坐标可表示为“ $150<58^{\circ}$ ”。

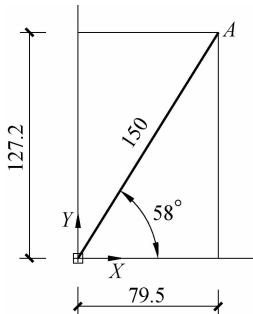


图 2-39 用绝对直角坐标和绝对极坐标表示点

3. 相对直角坐标

相对直角坐标是指当前点相对于某一点坐标的增量。相对直角坐标前应加一个@符号。例如，A 点的绝对直角坐标为(12,17)，B 点相对 A 点的相对直角坐标为(@6,-2)，则 B 点的绝对直角坐标为(18,15)。

4. 相对极坐标

相对极坐标用“@距离<角度”表示。例如，@6.5<45 表示当前点到下一点的距离为 6.5，当前点与下一点的连线与 X 轴正向的夹角为 45° 。

2.7.3 综合举例

使用上述四种坐标表示法绘制图 2-40 所示的 $\triangle ABO$ 。

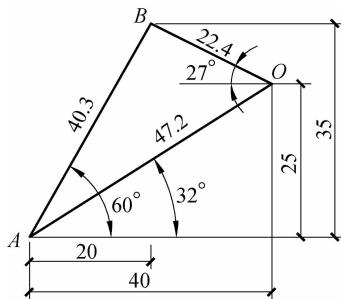


图 2-40 用四种坐标表示法绘制三角形

1. 使用绝对直角坐标

命令：_line

指定第一点 :0,0

(指定第一点 A 为坐标原点)

指定下一点或[放弃(U)] :20,35

(输入 B 点的绝对直角坐标)

指定下一点或[放弃(U)]:40,25
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]:c

(输入 O 点的绝对直角坐标)
(闭合三角形)

2. 使用绝对极坐标

命令:_line
指定第一点:0,0
指定下一点或[放弃(U)]:40.3<60
指定下一点或[放弃(U)]:47.2<32
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]:c

(指定第一点 A 为坐标原点)
(输入 B 点的绝对极坐标)
(输入 O 点的绝对极坐标)
(闭合三角形)

3. 使用相对直角坐标

命令:_line
指定第一点:0,0
指定下一点或[放弃(U)]:@20,35
指定下一点或[放弃(U)]:@20,-10
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]:c

(指定第一点 A 为坐标原点)
(输入 B 点的相对直角坐标)
(输入 O 点的相对直角坐标)
(闭合三角形)

4. 使用相对极坐标

命令:_line
指定第一点:0,0
指定下一点或[放弃(U)]:@40.3<60
指定下一点或[放弃(U)]:@22.4<-27
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]:c

(指定第一点 A 为坐标原点)
(输入 B 点的相对极坐标)
(输入 O 点的相对极坐标)
(闭合三角形)

2.8 精确绘图的辅助工具

在绘制图形时,尽管可以通过移动光标来指定点的位置,但这样确定的点的位置往往不够精确。要想精确定位,必须使用坐标或捕捉功能。本节主要介绍如何使用系统提供的捕捉和栅格、正交、对象捕捉、自动追踪和动态输入功能。

2.8.1 捕捉和栅格

在 AutoCAD 2011 中使用捕捉和栅格功能可以提高绘图效率。

栅格是在屏幕上显示的一片规则排列的点阵。在显示栅格的屏幕上绘图,就如同在坐标纸上绘图一样,有助于作图时参考定位。栅格只能在用 limits 命令设置的有效绘图区域内显示。栅格只是辅助工具,不是图形的一部分,所以不会被打印输出。

栅格用于设定光标移动的固定步长,从而使光标在绘图窗口中沿 X 轴或 Y 轴方向以固定步长的整数倍移动。当捕捉和栅格功能打开时,移动光标时将呈跳跃式移动。当栅格捕捉的步长与栅格间距相等时,光标总是能够准确地落在栅格点上。

选择“工具”→“草图设置”命令,或在状态栏中的“栅格显示”按钮上右击,从弹出的快捷菜单中选择“设置”命令,都可以打开“草图设置”对话框,如图 2-41 所示。在“捕捉和栅格”选项卡中可对捕捉间距、捕捉类型、栅格样式、栅格间距等参数进行设置。



图 2-41 “草图设置”对话框

2.8.2 正交

在实际绘图过程中,有时需要在相互垂直的方向上画线。这时,使用正交模式比较方便,它可以有效地提高绘图速度。在正交模式下,无论光标移动到什么位置,在屏幕上都只能绘出平行于 X 轴或 Y 轴的直线。

要想打开正交模式,可单击状态栏中的“正交模式”按钮 \blacksquare ,若再次单击该按钮,则将关闭正交绘图模式。按 F8 键也可以打开或关闭正交模式。

启用正交模式后,当光标在线段的终点方向时,只需输入线段的长度即可精确绘图。

2.8.3 对象捕捉

对象捕捉实际上是 AutoCAD 2011 提供的一个用于拾取图形几何点的过滤器,它使光标能精确地定位在对象的一个几何特征点上,如圆心、端点、中点、切点、交点、垂足等。利用“对象捕捉”功能可以使光标快速、准确地定位在特殊或特定位置上,提高绘图效率。

根据捕捉方式的不同,对象捕捉可分为临时对象捕捉和自动对象捕捉两种。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,而设置了自动对象捕捉方式后,绘图时可以一直保持这种捕捉状态,如果要取消这种捕捉方式,只需在设置对象捕捉时取消选择这种捕捉方式即可。

对象捕捉工具都在“对象捕捉”工具栏中。右击任意一个已打开的工具栏,在弹出的快捷菜单中选择“AutoCAD” \rightarrow “对象捕捉”命令,即可弹出“对象捕捉”工具栏,如图 2-42 所示。



图 2-42 “对象捕捉”工具栏

“对象捕捉”工具栏中各按钮的含义如下。

(1)“临时追踪点”按钮 \square 。该按钮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”按钮 \square 。启用该按钮后,先选择一点,以所选的点为基准点,再输入另一点相对于此点的相对坐标值,从而确定另一点的捕捉方法。

(3)“捕捉到端点”按钮 \swarrow 。该按钮用于捕捉线段、矩形、圆弧等图形对象的端点,光标显示为 \square 形状。

(4)“捕捉到中点”按钮 \wedge 。该按钮用于捕捉线段、弧线、矩形的边线等图形对象的线段中点,光标显示为 \triangle 形状。

(5)“捕捉到交点”按钮 \times 。该按钮用于捕捉图形对象间相交或延伸相交的点,光标显示为 \times 形状。

(6)“捕捉到外观交点”按钮 \blacksquare 。在二维空间中,该按钮与“捕捉到交点”按钮的功能相同,可以捕捉到两个对象的视图交点。在三维空间中,该按钮可以捕捉到两个对象的视图交点,此时光标显示为 \blacksquare 形状。

(7)“捕捉到延长线”按钮 \cdots 。启用该按钮后,使光标从图形的端点处开始移动,沿图形一边以虚线表示此边的延长线,光标旁边显示对于捕捉点的相对坐标值,光标显示为 \cdots 形状。

(8)“捕捉到圆心”按钮 \odot 。该按钮用于捕捉圆形、椭圆形等图形的圆心位置,光标显示为 \odot 形状。

(9)“捕捉到象限点”按钮 \diamond 。该按钮用于捕捉圆形、椭圆形等图形上象限点的位置,如 0° 、 90° 、 180° 、 270° 位置处的点,光标显示为 \diamond 形状。

(10)“捕捉到切点”按钮 \circ 。该按钮用于捕捉圆形、圆弧、椭圆图形与其他图形相切的切点位置,光标显示为 \circ 形状。

(11)“捕捉到垂足”按钮 \perp 。该按钮用于绘制垂线,即捕捉图形的垂足,光标显示为 \perp 形状。

(12)“捕捉到平行线”按钮 $//$ 。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“捕捉到平行线”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”按钮 \bowtie 。该按钮用于捕捉属性、块或文字的插入点,光标显示为 \bowtie 形状。

(14)“捕捉到节点”按钮 \circ 。该按钮用于捕捉使用“点”命令创建的点的对象,光标显示为 \circ 形状。

(15)“捕捉到最近点”按钮 \swarrow 。该按钮用于捕捉图形中的任一点,光标显示为 \swarrow 形状。

(16)“无捕捉”按钮 \blacksquare 。该按钮用于取消当前所选的临时捕捉方式。

(17)“对象捕捉设置”按钮 \blacksquare 。单击此按钮,弹出“草图设置”对话框,在该对话框中可以启用自动捕捉方式,并对捕捉方式进行设置。

在 AutoCAD 2011 中,使用最方便的捕捉方式就是自动捕捉方式。设置自动捕捉方式后,当光标移动到符合设置条件的点时,会自动显示相应的标记和提示,实现自动捕捉。

设置自动捕捉的方法是:使用前面介绍的任何一种方法打开“草图设置”对话框,切换到“对象捕捉”选项卡,选中“启用对象捕捉”复选框,在“对象捕捉模式”选项组中选择需要捕捉

的项,如图 2-43 所示,设置完成后单击“确定”按钮。

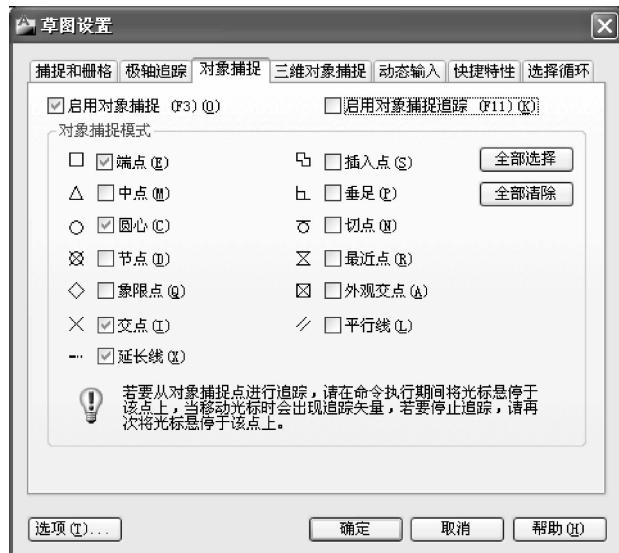


图 2-43 设置自动捕捉方式

提示一般在选择常用的捕捉模式时不宜设置过多的捕捉项,否则在使用时会相互干扰。尤其是对“最近点”捕捉模式的选取应慎重,以免影响图形的精度。

2.8.4 自动追踪

在 AutoCAD 2011 中,可以按某个指定的角度或利用点与其他实体对象之间特定的关系确定所要创建的点的方向,这种方式称为自动追踪。自动追踪分为极轴追踪和对象捕捉追踪两种。极轴追踪是利用指定角度的方式设置点的追踪方向,对象捕捉追踪是利用点与其他实体对象之间特定的关系来确定追踪方向。

1. 极轴追踪

极轴追踪是指当系统提示用户指定点的位置时(如指定直线的另一个端点),用户可以拖动光标使光标接近预先设定的方向(极轴追踪方向),而系统会自动将“橡皮筋线”吸附到该方向,同时沿该方向显示出极轴追踪矢量,并浮现出一个小标签,说明当前光标位置相对于前一点的极坐标,如图 2-44 所示。

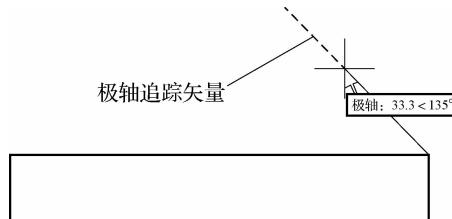


图 2-44 极轴追踪

从图 2-44 可以看出,当前光标位置相对于前一点的极坐标为 $33.3 < 135^\circ$, 即当两点之间的距离为 33.3 mm 时, 极轴追踪矢量与 X 轴正方向的夹角为 135° 。此时单击拾取键, 系统会将该点作为绘图所需点; 如果直接输入一个数值(如 50), 则系统会沿极轴追踪矢量方向按此长度值确定点的位置; 如果沿极轴追踪矢量方向拖动鼠标, 则系统会通过浮出的小标签动态显示与光标位置对应的极轴追踪矢量的值(显示“距离<角度”)。

选择“工具”→“草图设置”命令, 或右击状态栏中的“极轴追踪”开关按钮 Q , 从弹出的快捷菜单中选择“设置”命令, 都可打开“草图设置”对话框, 切换到“极轴追踪”选项卡, 在该选项卡中可以设置是否启用极轴追踪功能及增量角等参数, 如图 2-45 所示。



图 2-45 极轴追踪参数的设置



经验技巧

“正交模式”和“极轴追踪”不能同时被打开, 打开“极轴追踪”将自动关闭“正交模式”。同样, “极轴捕捉”和“栅格捕捉”也不能同时被打开, 打开“极轴捕捉”将自动关闭“栅格捕捉”。“极轴追踪”往往与“自动捕捉”配合使用。

2. 对象捕捉追踪

对象捕捉追踪是对象捕捉与极轴追踪的综合应用。例如, 已知图 2-46 中有一个圆和一条直线, 当执行 line 命令确定直线的起始点时, 利用对象捕捉追踪可以找到一些特殊点, 如图 2-47 和图 2-48 所示。

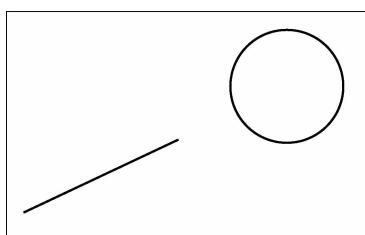


图 2-46 已知的圆和直线

图 2-47 中捕捉到的点的 X、Y 坐标分别与已有直线端点的 X 坐标和圆心的 Y 坐标相同; 图 2-48 中捕捉到的点的 Y 坐标与圆心的 Y 坐标相同, 且位于相对于已有直线端点的 45° 方向。此时若单击拾取键, 则会得到对应的点。

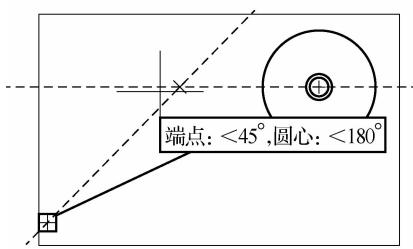


图 2-47 对象捕捉追踪 1

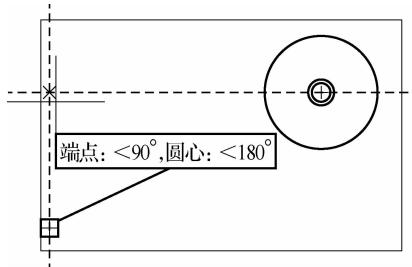


图 2-48 对象捕捉追踪 2

2.8.5 动态输入

动态输入是 AutoCAD 2011 的重要功能之一,它可以在光标位置显示标注输入和命令提示等。

1. 启用指针输入

在“草图设置”对话框的“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,如图 2-49 所示。单击“指针输入”选项组中的“设置”按钮,弹出“指针输入设置”对话框,如图 2-50 所示,在该对话框中可以设置指针的格式和可见性。

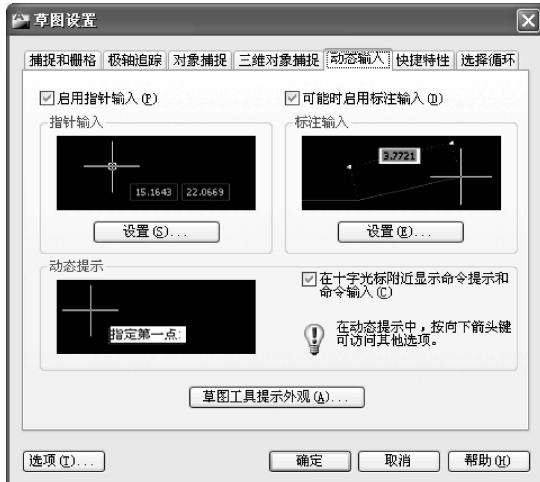


图 2-49 “动态输入”选项卡

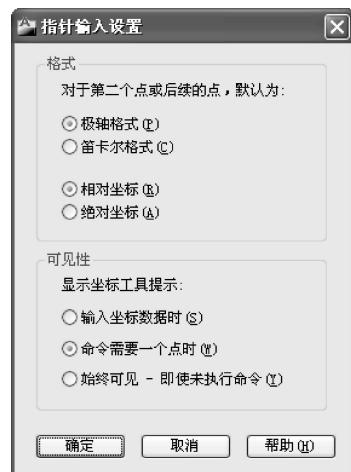


图 2-50 “指针输入设置”对话框

2. 启用标注输入

在“草图设置”对话框的“动态输入”选项卡中选中“可能时启用标注输入”复选框时可以启用标注输入功能。单击“标注输入”选项组中的“设置”按钮,弹出“标注输入的设置”对话框,如图 2-51 所示,在该对话框中可以设置标注的可见性。

3. 显示动态提示

在“草图设置”对话框的“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”复选框时,可在光标附近显示命令提示。

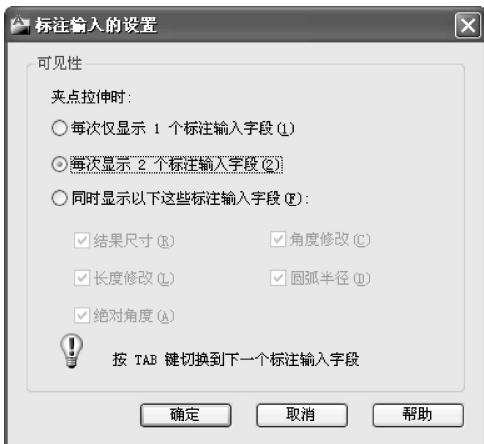


图 2-51 “标注输入的设置”对话框



本模块主要介绍了使用 AutoCAD 2011 绘图前需要做的准备工作,但并不是说在绘制所有图形时都需要做这些准备工作,通常情况下只需要做好重要的准备工作就可以开始绘制图形了。

(1) 在设置图形界限输入坐标时,X 坐标和 Y 坐标之间应用英文的逗号隔开,如“13,58”。如果直接按 Enter 键,则默认使用命令提示行中尖括弧<>中的坐标。

(2) 显示栅格是为了清晰地显示图形界限,但如果栅格太密,会影响显示速度;太稀,又不能清晰地显示图形界限区域,所以应该疏密适中。

(3) 不管是什么专业、什么阶段的图纸,图纸上的所有图元都可以用图层来组织和管理。例如,建筑专业的图纸可以分为柱、墙、轴线、尺寸标注、门窗、家具等,在绘图时应分辨清楚哪些图形对象是属于哪个类别的,以便将其放到相应的图层中去。0 图层上尽量不要绘制图形,因为通常该图层是用来定义图块的。此外,一定要重视图层的正确使用,许多初学者虽然建立了图层但不会正确使用,而是将大量图形放置在 0 图层上,这是错误的,因为这将影响以后的图形编辑和打印操作等。



实训 2-1 熟悉 AutoCAD 2011 的操作界面

一、实训内容

AutoCAD 2011 的操作界面是绘制图形的平台,熟悉它有助于用户方便、快速地绘制图形。本实训要求读者了解操作界面各部分的功能,能够熟练打开、关闭和移动工具栏。

二、操作提示

(1) 启动 AutoCAD 2011,进入操作界面。

- (2) 将“标注”工具栏打开并移动,最后关闭。
- (3) 尝试使用“直线”命令,分别使用命令行、下拉菜单、工具栏方式绘制一条直线。

实训 2-2 设置个性化的绘图界面

一、实训内容

熟悉 AutoCAD 2011 的操作界面,新建文件,并将绘图窗口的背景色设置为白色,将圆弧和圆的平滑度设置为 10 000,将文件的保存方式设置为每隔 4 min 自动保存一次。

二、操作提示

- (1)启动 AutoCAD 2011,进入操作界面。
- (2)选择“工具”→“选项”命令,打开“选项”对话框,切换至“显示”选项卡,在“窗口元素”选项组中单击“颜色”按钮,在弹出的“图形窗口颜色”对话框中设置绘图窗口的背景色为白色;在“显示精度”选项组中设置圆弧和圆的平滑度为 10 000;然后切换至“打开和保存”选项卡,在“文件安全措施”选项组中选中“自动保存”复选框,并设置“保存间隔分钟数”为 4。

实训 2-3 设置图层

一、实训内容

按照表 2-2 的要求设置图层。

表 2-2 图层设置参数要求

| 图层名 | 颜色 | 线型 | 线宽 |
|-----|----|----------------|---------|
| 粗实线 | 白色 | Continous | 0.7 mm |
| 中实线 | 白色 | Continous | 0.35 mm |
| 细实线 | 白色 | Continous | 默认 |
| 虚线 | 黄色 | ACAD_ISO02W100 | 默认 |
| 点画线 | 蓝色 | ACAD_ISO04W100 | 默认 |
| 文字 | 绿色 | Continous | 默认 |
| 标注 | 红色 | Continous | 默认 |

设置好图层后,进行以下练习。

- (1)在不同的图层上画图形,图形自选。
- (2)将某一个图层上的图形转移到另一个图层上。
- (3)调整线型比例,观察虚线、点画线的变化情况。
- (4)选择其中的某一个图层,将其状态设置为“关闭”,或“锁定”,或“冻结”,然后对其上的图形进行编辑,观察命令的执行情况。

二、操作提示

- (1)使用图层特性管理器创建表 2-2 中的图层。

(2) 利用绘图命令在不同的图层上绘制图形。

(3) 利用 `ltscale` 和 `celtscale` 命令或“特性”面板调整非连续线型的比例。

实训 2-4 用绝对直角坐标、相对直角坐标和对象追踪绘制图形

一、实训内容

利用绝对直角坐标和相对直角坐标及对象追踪功能绘制图 2-52 所示的某房屋的立面外轮廓图。其轮廓线角点的位置可以通过二维坐标输入角度和长度数值准确确定。

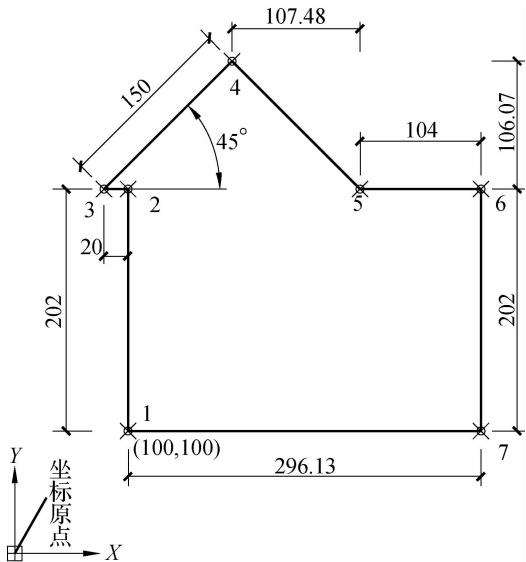


图 2-52 实训 2-4 用示例图形

二、操作提示

- (1) 通过输入绝对直角坐标确定点 1。
- (2) 打开状态栏中的“正交模式”功能,光标指向上,输入长度数值 202,确定点 2。
- (3) 光标指向左,输入长度数值 20,确定点 3。
- (4) 光标指向右上 45°,输入长度数值 150,确定点 4。
- (5) 光标指向右下 45°,输入长度数值 151(计算得到),确定点 5。
- (6) 打开状态栏中的“正交模式”功能,光标指向右,输入长度数值 104,确定点 6。
- (7) 打开“状态栏”中的“极轴追踪”“对象捕捉”和“对象捕捉追踪”功能,由点 1 和点 6 追踪确定点 7。
- (8) 选择“闭合”选项,系统自动将点 7 与点 1 连接,将图形闭合。

实训 2-5 利用“极轴追踪”功能绘制图形

一、实训内容

利用“极轴追踪”功能绘制图 2-53 所示的图形。

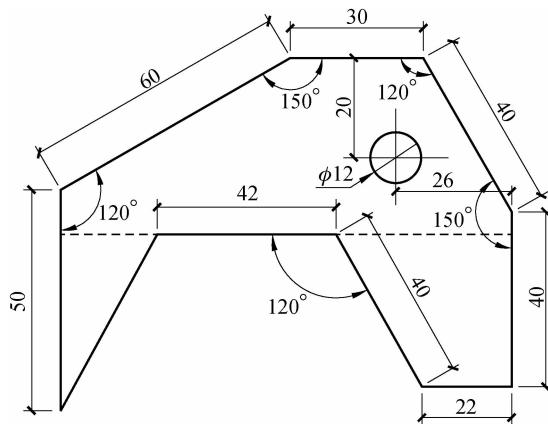


图 2-53 实训 2-5 用示例图形

二、操作提示

- (1) 启用“极轴追踪”功能。
- (2) 设置角增量为 30°。
- (3) 利用 line 命令绘图。

模块 3 道路工程基本图形的绘制



学习目标

知识目标

掌握基本绘图命令的使用方法和使用技巧；理解图案填充与编辑的含义。

技能目标

能够综合利用各种命令绘制简单的道路工程图，并养成良好的绘图习惯。

本模块是 AutoCAD 2011 绘图的基础部分，是这门课程的重点内容之一。绘制和编辑图形是 AutoCAD 2011 软件的两大基本功能。要想灵活、准确、高效地绘制图形，必须熟练掌握绘制和编辑图形的方法、技巧。本模块主要介绍在 AutoCAD 2011 中绘制道路工程基本图形的方法。

在道路工程绘图中，无论多么复杂的图形都是由基本图形构成的，在 AutoCAD 2011 中绘制二维图形主要用到直线类命令、曲线类命令及多边形命令等。本模块将具体讲解绘制直线、矩形、多段线、圆、圆弧、多边形、点、样条曲线、圆环、构造线、椭圆、椭圆弧等的方法，以及图案的填充与编辑。

3.1 绘制直线和矩形

在道路工程图形中，直线是构成图形最简单的几何元素。在绘制道路工程外轮廓线时，“矩形(rectang)”命令使用得较多，所以该命令是最基本、最重要的命令之一。

3.1.1 “直线”和“矩形”命令

1. “直线”命令

直线是各种图形中最基本的图形元素，也是 AutoCAD 2011 最常见的图形元素之一。在 AutoCAD 2011 中启用“直线(line)”命令的方法有以下四种。

- (1) 选择“绘图”→“直线”命令。
- (2) 单击“绘图”工具栏中的“直线”按钮 。
- (3) 在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“直线”按钮。
- (4) 输入命令 L(line)，并按 Enter 键。

例如，绘制园路铺装平面图中所缺的直线，启用“直线”命令后，命令行提示如下。

命令:_line 指定第一点： [捕捉图 3-1(a)左上角的点]
指定下一点或 [放弃(U)]： [捕捉图 3-1(a)右上角的点]

指定下一点或[放弃(U)]:

命令:_line 指定第一点:

(右击,选择“确认”命令)

[再一次执行“直线”命令,捕捉图 3-1(a)左下角的点]

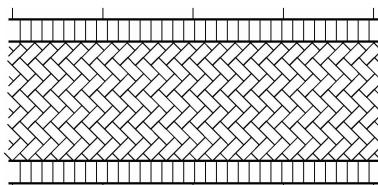
指定下一点或[放弃(U)]:

指定下一点或[放弃(U)]:

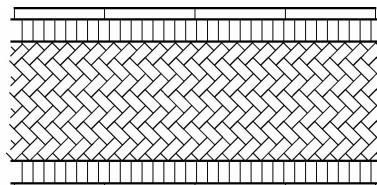
[捕捉图 3-1(a)右下角的点]

(右击,选择“确认”命令)

绘制前后的对比如图 3-1 所示。



(a) 绘制前



(b) 绘制后

图 3-1 绘制园路铺装平面图所缺的直线

2. “矩形”命令

矩形在道路工程图形中使用得较多,也是 AutoCAD 2011 最常见的图形元素之一。用户可通过定义两个对角点来绘制矩形,同时也可设定其宽度、圆角和倒角等。

在 AutoCAD 2011 中提供了以下四种启用“矩形”命令的方法。

(1) 选择“绘图”→“矩形”命令。

(2) 单击“绘图”工具栏中的“矩形”按钮 。

(3) 在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“矩形”按钮。

(4) 输入命令 rec(rectang),并按 Enter 键。

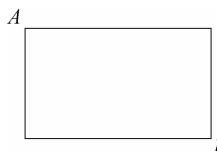
启用“矩形”命令后,命令行提示如下。

命令:_rectang

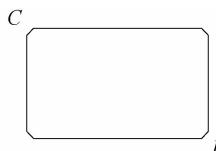
指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:

指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]:

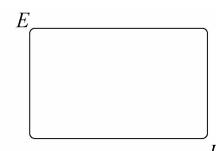
根据命令行提示绘制矩形,如图 3-2 所示。



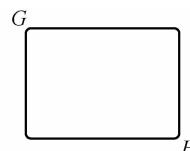
(a) 宽度为 0



(b) 倒角为 2x2



(c) 圆角半径为 2



(d) 宽度为 1、圆角半径为 2

图 3-2 绘制的矩形图例

3.1.2 绘制 A3 横式图框

绘制图 3-3 所示的 A3 图框时,可以先用“矩形”命令(rectang)绘制 A3 幅面线,再用“偏移”命令(offset)画出图框线,最后加粗即可。绘制图框线有许多种方法,这里只讲解其中一种。

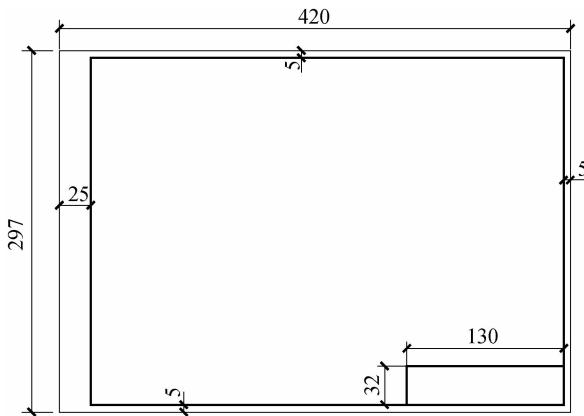


图 3-3 A3 图框

启用“矩形”命令后,命令行提示如下。

```

命令:_rectang                                (执行“矩形”命令)
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: (指定第一个角点 A)
指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: @420,297(输入对角点 B 的相对坐标)
绘制结果如图 3-4 所示。

命令:_explode                                 (执行“分解”命令)
选择对象:找到 1 个                           (选中所画矩形)
选择对象:                                         (按 Enter 键,分解完成)

命令:_offset                                    (执行“偏移”命令)
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>: 25 (输入偏移距离)
选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: (选择要偏移的左幅面线)
指定要偏移的那一侧上的点,或 [退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>: (在图形内任选一点)
选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: (按 Enter 键,偏移完成)

命令:_offset                                    (再次执行“偏移”命令)
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)] <25.0000>: 5 (输入偏移距离)
选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: (选择要偏移的下幅面线)
指定要偏移的那一侧上的点,或 [退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>: (在图形内任选一点)
选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: (选择要偏移的上幅面线)
指定要偏移的那一侧上的点,或 [退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>: (在图形内任选一点)
选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: (选择要偏移的右幅面线)
指定要偏移的那一侧上的点,或 [退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>: (在图形内任选一点)

```

选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>: (按 Enter 键,偏移完成)
绘制结果如图 3-5 所示。



图 3-4 绘制 A3 幅面线



图 3-5 绘制 A3 图框线

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>: 指定对角点: 找到 8 个 (选择要修剪的图框)
选择对象: (按 Enter 键确认)
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)]: (修剪图框线)
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)]: * 取消 * (完成修剪)
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)]: (执行“矩形”命令绘制标题栏外框线)
指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: @-130,32 (输入对角点相对坐标) (捕捉图框线右下角点)

绘制结果如图 3-6 所示。

命令 : pe

(执行修改多段线命令)

PEDIT 选择多段线或 [多条(M)] : m

选择对象: 找到 1 个

选择对象: 找到 1 个, 总计 2 个

选择对象: 找到 1 个, 总计 3 个

选择对象: 找到 1 个, 总计 4 个

(选择要加粗的图框线)

选择对象:

(按 Enter 键确认)

是否将直线、圆弧和样条曲线转换为多段线? [是(Y)/否(N)]? <Y>

(按 Enter 键确认)

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)/反转(R)/放弃(U)] : w

(选择线宽选项)

指定所有线段的新宽度: 1

(输入宽度数值 1)

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)/反转(R)/放弃(U)] :

(按 Enter 键确认)

命令 : pe

(再次执行 pe 命令)

PEDIT 选择多段线或 [多条(M)] :

(选择要加粗的标题栏外框线)

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)/反转(R)/放弃(U)] : w

(选择线宽选项)

指定所有线段的新宽度: 0.7

(输入宽度数值 0.7)

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)/反转(R)/放弃(U)] :

(按 Enter 键确认)

命令执行后即可得到图 3-7 所示的效果, 在图中标注数字的方法将在模块 6 中介绍, 这里不再赘述。

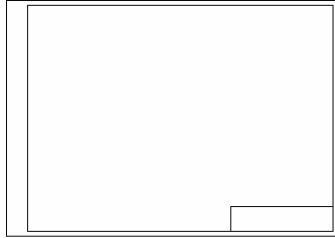


图 3-6 修剪图框线和绘制标题栏外框线

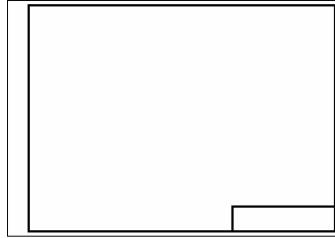


图 3-7 加粗图框线和标题栏外框线

按 F2 键可打开“AutoCAD 文本窗口”, 在其中可观察命令的执行情况。再次按 F2 键可关闭该窗口。

3.1.3 绘制圆端形桥墩正面图

无论绘制什么图形, 绘制前分析绘图方法都是很重要的环节, 使用的方法不一样, 绘图的速度和所用时间也就不一样。绘图顺序在很大程度上影响着绘图效率, 因此应该根据图形中各部分的相对位置和已知的尺寸来确定。为了定位方便, 一般应按照先大后小、先整体

后局部的原则安排绘图顺序。

绘制工程图是有一定步骤的,在这里主要介绍绘图方法和技巧。下面以绘制圆端形桥墩正面图中的托盘、墩身和基础为例说明“直线”“矩形”命令的使用方法。圆端形桥墩正面图可以分解成几个基本图形,如图 3-8 所示。作图时,先分别绘出几个基本图形,然后用“移动”命令把它们放置在一起。注意移动时采用的基点为图形中线的中点。

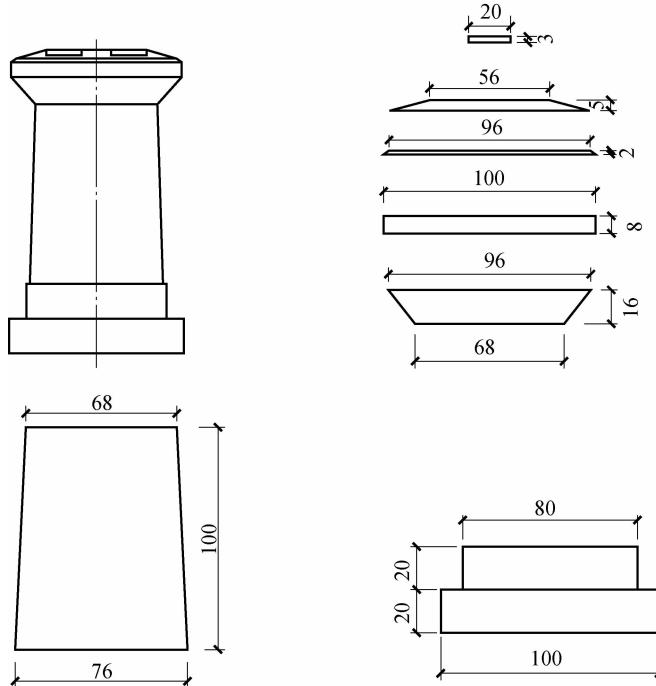


图 3-8 将圆端形桥墩正面图分解成几个基本图形

1. 绘制桥墩的托盘

桥墩托盘的绘制过程如图 3-9 所示。具体绘制步骤如下。

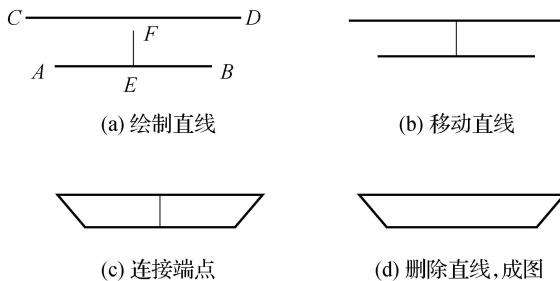


图 3-9 桥墩托盘的绘制过程

命令:_line 指定第一点: (在屏幕上拾取点 A, 绘制直线第一点)

指定下一点或 [放弃(U)]:<正交开> 68 (打开正交模式,指明方向,输入长度)

指定下一点或 [放弃(U)]: (按 Enter 键确认,生成直线 AB)

命令:_line 指定第一点:<打开对象捕捉>(设置对象捕捉中的中点,在屏幕上拾取点 E)

| | |
|--|----------------------------|
| 指定下一点或 [放弃(U)]: 16 | (指明方向, 输入长度) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (按 Enter 键确认, 生成直线 EF) |
| 命令:_line 指定第一点: | (在屏幕上拾取点 C, 绘制直线第一点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: 96 | (指明方向, 输入长度) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (按 Enter 键确认, 生成直线 CD) |
| 命令:_move | (执行“移动”命令) |
| 选择对象: 找到 1 个 | (选择直线 CD) |
| 选择对象: | (按 Enter 键确认) |
| 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>: | |
| 命令:_line 指定第一点: | (先指定直线 CD 的中点, 然后指定端点 F) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (在屏幕上拾取点 A, 绘制直线第一点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (关闭正交模式, 在屏幕上拾取点 C, 指定第二点) |
| 命令:_line 指定第一点: | (按 Enter 键确认, 生成直线 AC) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (在屏幕上拾取点 B, 绘制直线第一点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (在屏幕上拾取点 D, 指定第二点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (按 Enter 键确认, 生成直线 BD) |
| 命令:_erase | (执行“删除”命令) |
| 选择对象: 找到 1 个 | (选择线段 EF) |
| 选择对象: | (按 Enter 键确认删除) |

2. 绘制桥墩的墩身

桥墩墩身的绘制过程如图 3-10 所示。

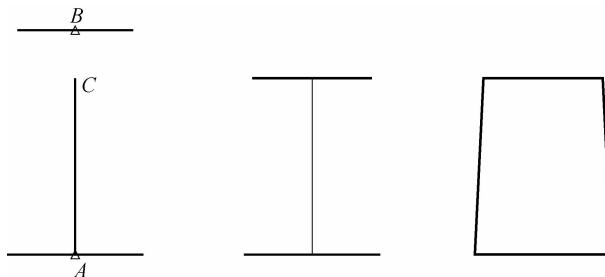


图 3-10 桥墩墩身的绘制过程

桥墩墩身的绘制方法同托盘是一样的, 这里不再重复。

3. 绘制桥墩的基础

桥墩基础的绘制过程如图 3-11 所示。具体绘制步骤如下。

| | |
|---|---------------|
| 命令:_rectang | (执行“矩形”命令) |
| 指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: (在屏幕上拾取点) | |
| 指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: @100,20 (指定下一点的相对坐标) | |
| 命令: | (按 Enter 键确认) |
| 命令:_rectang | (再次执行“矩形”命令) |
| 指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: (在屏幕上拾取点) | |

指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: @80,20 (指定下一点的相对坐标)
 命令: (按 Enter 键确认)
 命令:_move (执行“移动”命令)
 选择对象:找到 1 个 (选择小矩形)
 选择对象: (按 Enter 键结束选择)
 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>:
 (指定基点 A 移到点 B,A 和 B 都为中点)

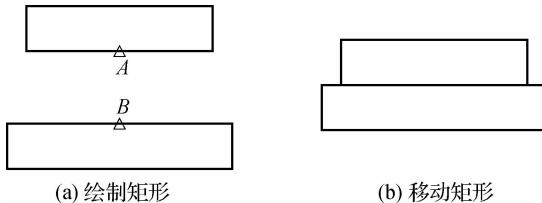


图 3-11 桥墩基础的绘制过程



经验技巧

使用正交模式绘制水平线与垂直线。正交模式是绘制水平线与垂直线的一种辅助工具,是 AutoCAD 2011 中最常用的工具之一。绘制水平线与垂直线时,先执行“直线”命令,再单击“正交模式”按钮,即可启用正交功能,此时绘图窗口中的光标只能沿水平或垂直方向移动,因此只需输入线段的长度值,即可绘制水平与垂直方向的线段(这时不用输入坐标值)。

由于绘制的矩形是一个整体,因此编辑时必须通过“分解”命令将其分解成单个的线段,同时该矩形也失去了线宽性质。

3.2 绘制多段线

在 AutoCAD 2011 中绘制多段线的方法有多种,如利用点、直线等;也可利用由基本元素组合而成的图形来绘制。绘制时由于使用的命令不同,绘图的速度也不一样。尤其是绘制直线和弧相连的线段时,使用“多段线(pline)”命令比较方便,可以提高绘图速度。

使用“多段线”命令可以绘制由若干直线和圆弧连接而成的不同宽度的曲线或折线,并且无论该多段线中含有多少条直线或圆弧,它们都是一个实体。在绘制过程中,可以随意设置线宽,也可以用多段线编辑命令对多段线进行编辑。

3.2.1 “多段线”命令

在 AutoCAD 2011 中提供了以下四种启用“多段线”命令的方法。

- (1)选择“绘图”→“多段线”命令。
- (2)单击“绘图”工具栏中的“多段线”按钮。
- (3)在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“多段线”按钮。

(4) 输入命令 PL(pline), 并按 Enter 键。

启用“多段线”命令后, 命令行提示如下。

命令:_pline

指定起点:

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)]:

其中相关选项的含义如下。

- “指定下一个点”选项。该选项为默认选项, 用来指定多段线的下一个点, 生成一段直线。根据命令行提示可以继续输入下一个点, 连续不断地重复操作, 直到按 Enter 键, 结束命令为止。
- “圆弧(A)”选项。该选项用于绘制圆弧并将其添加到多段线中。绘制的圆弧与上一线段相切。
- “半宽(H)”选项。该选项用于指定从有宽度的多段线线段的中心到其一边的宽度。起点半宽是默认的端点半宽, 端点半宽在下一次修改半宽之前将作为所有后续线段的统一半宽。宽线线段的起点和端点位于宽线线段的中心。
- “长度(L)”选项。该选项用于在与前一段相同的角度方向上绘制指定长度的直线段。如果前一线段为圆弧, 则 AutoCAD 2011 将绘制与该弧线段相切的新线段。
- “放弃(U)”选项。该选项用于删除最近一次添加到多段线上的弧线段或直线段。
- “宽度(W)”选项。该选项用于指定下一条直线段或弧线段的宽度, 与半宽的设置方法相同, 可以分别设置起点与端点的宽度。此外, 使用该选项还可以绘制箭头图形或者其他宽度有变化的多段线。

3.2.2 绘制窗

绘制如图 3-12 所示的窗。窗的绘制过程如图 3-13 所示。

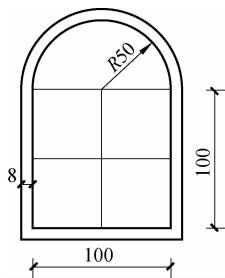


图 3-12 窗

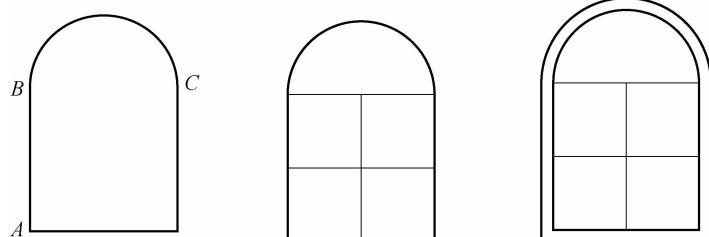


图 3-13 窗的绘制过程

命令行提示如下。

命令:_pline

(执行绘制“多段线”命令)

指定起点:

(在屏幕中拾取点 A, 指定为第一点)

指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: 100

(指明方向, 输入长度, 确定端点 B)

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:a (绘制圆弧)
 指定圆弧的端点或[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/宽度(W)]:100 (指明方向,输入长度,确定端点 C)
 指定圆弧的端点或[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/宽度(W)]:L (绘制直线)
 指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:100
 (指明方向,输入长度)
 指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: (捕捉点 A)
 指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:
 (按 Enter 键结束命令)
 命令: (按 Enter 键重复执行“多段线”命令)
PLINE
 指定起点: (在屏幕中拾点 B,指定第一点)
 指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: (拾点 C,指定端点)
 指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:
 (按 Enter 键结束命令)
 命令: (按 Enter 键重复执行“多段线”命令)
PLINE
 指定起点: (设置对象捕捉,拾线段 AB 的中点为第一点)
 指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: (指定端点)
 指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:
 (按 Enter 键结束命令)
 命令: (按 Enter 键重复执行“多段线”命令)
PLINE
 指定起点: (拾弧 BC 的中点为第一点)
 指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: (指定端点)
 指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:
 (按 Enter 键结束命令)
 命令:_offset (执行“偏移”命令)
 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)]<10.0000>:8
 选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>: (选择窗的外轮廓线)
 指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>:
 (在图形外任选一点)
 选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: (按 Enter 键结束命令)



(1)绘制图 3-12 所示图形时尽量使用“多段线”命令。如果使用“直线”“矩形”和“圆”

命令进行绘制，则在使用“偏移”命令时会得到图 3-14 中最右侧的图，因此还需要配合使用“修剪”和其他命令才能完成图形，画图过程如图 3-14 所示。

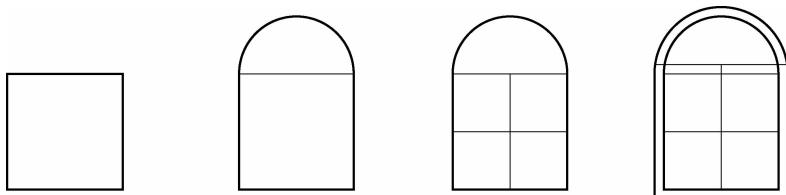


图 3-14 使用“直线”“矩形”和“圆”命令绘制窗的过程

(2) 绘制线段是最基本的操作，也是最重要、用得最多操作，并且多和“捕捉”“修剪”“延长”“缩放”等命令配合使用。

(3) 使用“分解”命令可将多段线分解为一段一段的直线和圆弧。如果分解具有一定宽度的多段线，则分解后多段线的宽度信息会消失。使用多段线编辑命令可把连在一起的直线转化为多段线，从而可以改变其宽度。

(4) 当系统变量 FILLMODE=0 时，绘制的具有一定宽度的多段线将不会被填充，如图 3-15 所示。

(5) 多段线在建筑和土木工程图形中使用较多，尤其是直线和弧相连的线段，如图 3-16 所示的钢筋的弯钩、浴缸、伞的图标、树枝、箭头和羊角。

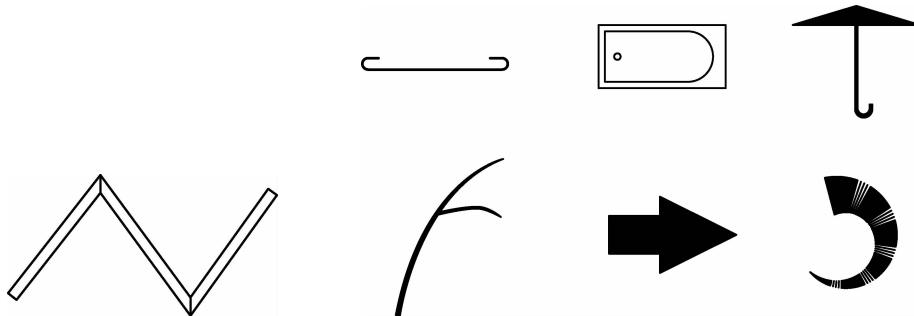


图 3-15 未被填充的多段线

图 3-16 使用多段线绘制的图例

3.3 绘制圆与圆弧

在绘制道路工程图形时，不仅包括直线、矩形这些规则的线性对象，还包括圆、圆弧等不规则的曲线对象。

3.3.1 “圆”和“圆弧”命令

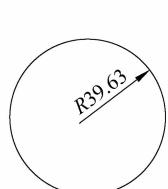
在 AutoCAD 2011 中提供了以下三种启用“圆(circle)”命令的方法。

- (1) 选择“绘图”→“圆”命令，在弹出的子菜单中选择相应的命令。
- (2) 单击“绘图”工具栏中的“圆”按钮 。
- (3) 在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“圆心,半径”(默认选项)按钮。

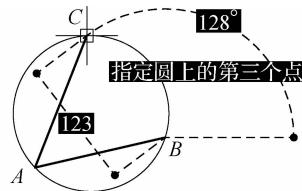
启用“圆”命令后,命令行提示如下。

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

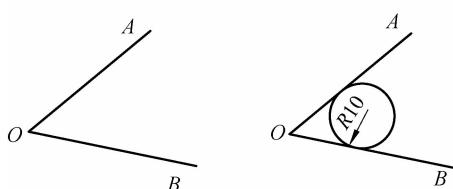
绘制圆的常用方法如图 3-17 所示。



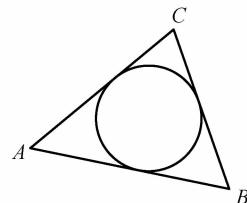
(a) 圆心、半径画圆



(b) 三点法画圆



(c) 相切、相切、半径画圆



(d) 相切、相切、相切画圆

图 3-17 绘制圆的常用方法

AutoCAD 2011 提供了 10 种绘制圆弧的方法。选择“绘图”→“圆弧(arc)”命令,系统会弹出“圆弧”下拉菜单,如图 3-18 所示,在该下拉菜单中显示了 10 种绘制圆弧的方法。默认状态下是通过确定三点来绘制圆弧的,用户也可根据需要选择相应的选项来绘制。



图 3-18 “圆弧”下拉菜单

3.3.2 绘制回头曲线

绘制图 3-19 所示的回头曲线,其中导线 1 和导线 2 为已知辅助线。

命令行提示如下。

命令:_arc 指定圆弧的起点或[圆心(C)]: (执行“圆弧”命令,指定起点 A)

指定圆弧的第二个点或[圆心(C)/端点(E)]:c (指定圆弧 1 的圆心)

指定圆弧的圆心:@0,-30 (输入数值)

指定圆弧的端点或[角度(A)/弦长(L)]:a
 指定包含角:210
 命令:
 命令:_line 指定第一点:
 指定下一点或[放弃(U)]:@28,0
 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)]:@13<30
 指定下一点或[放弃(U)]:
 命令:_arc 指定圆弧的起点或[圆心(C)]:
 指定圆弧的第二个点或[圆心(C)端点(E)]:c
 指定圆弧的圆心:@0,90
 指定圆弧的端点或[角度(A)/弦长(L)]:per
 到
 命令:_arc 指定圆弧的起点或[圆心(C)]:c
 指定圆弧的圆心:from
 基点:<偏移>:@40<-60
 指定圆弧的起点:per
 到
 指定圆弧的端点或[角度(A)/弦长(L)]:
 (指定圆弧 3 的端点为 D 点,按 Enter 键结束命令)

(指定圆弧 1 的角度)
 (输入包含角,按 Enter 键确认)
 (执行“直线”命令,画直线 1,拾取起点 A)
 (输入数值)
 (按 Enter 键结束命令)
 (按 Enter 键重复执行“直线”命令)
 (指定直线 2 的起点 B)
 (指定直线 2 的终点)
 (按 Enter 键结束命令)
 (指定圆弧 2 的起点 C)
 (指定圆弧 2 的圆心)
 (指定圆弧的终点为与导线 1 相切的点)
 (指定圆弧 3 的圆心)
 (指定 D 点为基点,输入偏移数值)
 (指定圆弧 3 的起点为导线 2 的垂足)
 (指定圆弧 3 的端点为 D 点,按 Enter 键结束命令)

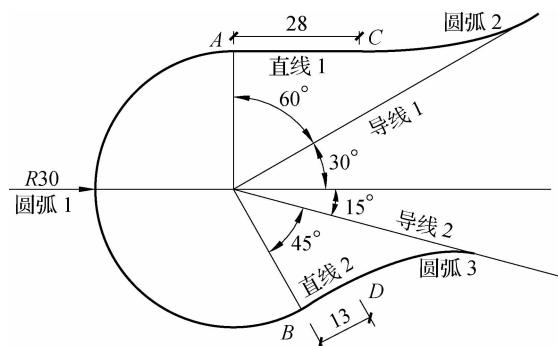


图 3-19 回头曲线

经验技巧

(1)绘制圆弧时,若需要输入圆弧的角度,当输入的角度为正值时,系统将按逆时针方向画圆弧;当输入的角度为负值时,系统将按顺时针方向画圆弧。绘制圆弧时,若需要输入弦长和半径,当两者均为正值时,系统将绘制小于180°的圆弧;当两者均为负值时,系统将绘制大于180°的圆弧。

(2) 在道路工程图中,圆和圆弧使用的情况很多,如图 3-20 所示。

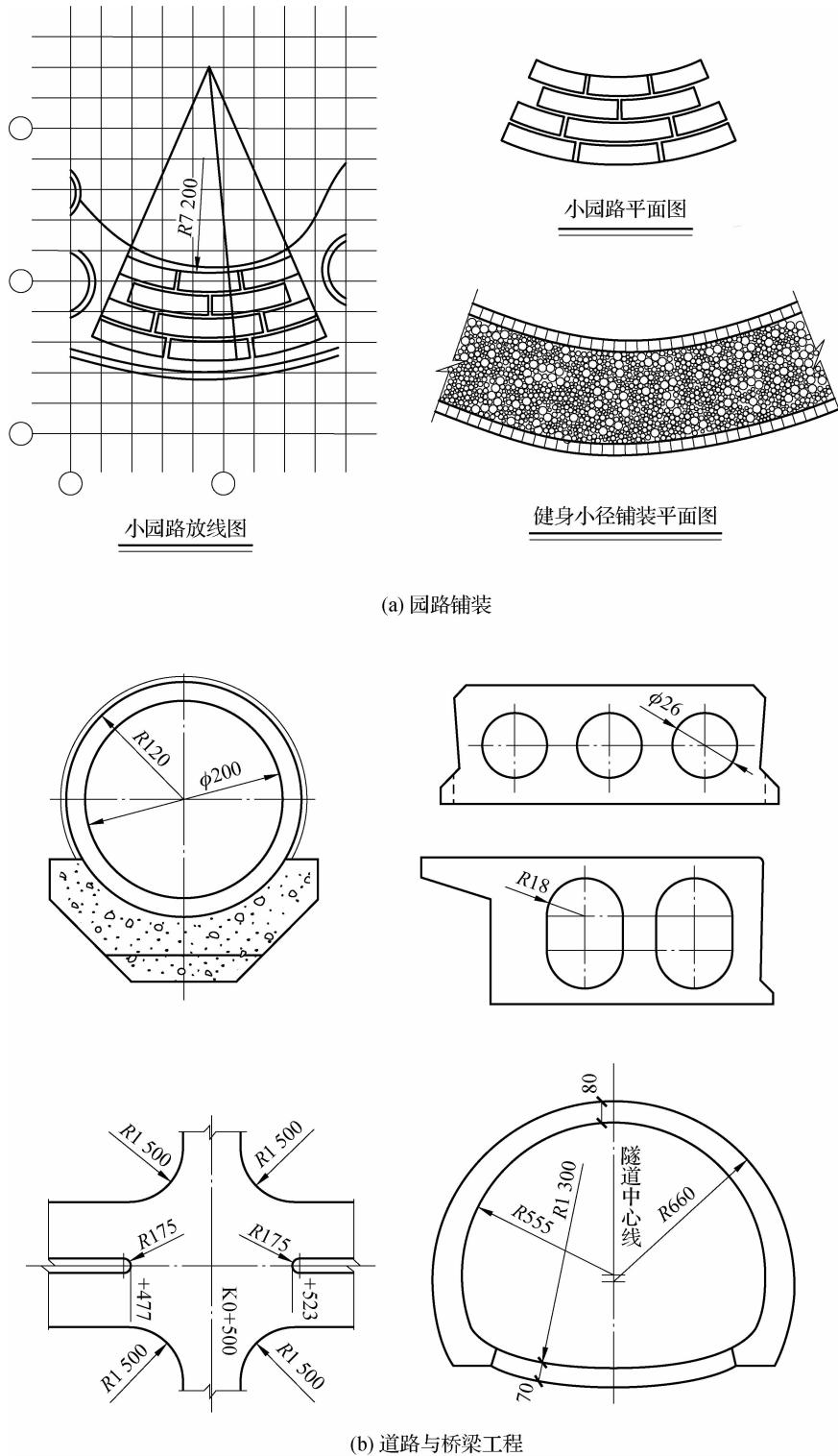


图 3-20 圆和圆弧的使用

(3)“圆”和“圆弧”命令也多用于一些艺术图案中,如图 3-21 所示。



图 3-21 “圆”和“圆弧”命令在艺术图案中的应用

3.4 绘制多边形

3.4.1 “多边形”命令

在 AutoCAD 2011 中,多边形是具有等边长的封闭图形,其边数为 3~1 024。绘制多边形时,既可以通过与假想圆的内接或外切来绘制,也可以通过指定多边形某边的端点来绘制。

在 AutoCAD 2011 中启用“多边形(polygon)”命令有以下四种方法。

- (1)选择“绘图”→“多边形”命令。
- (2)单击“绘图”工具栏中的“多边形”按钮 。
- (3)在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“多边形”按钮。
- (4)输入命令 pol(polygon),并按 Enter 键。

启用“多边形”命令后,命令行提示如下。

命令:_polygon 输入侧面数<4>:

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:

3.4.2 利用内接于圆和外切于圆绘制多边形

在绘制多边形前,首先来认识一下“内接于圆”和“外切于圆”。如图 3-22 所示,图中绘制的两个六边形都与假想圆的半径有关系,内接于圆的六边形,从六边形中心到两边交点的连线等于圆的半径;而外切于圆的六边形的中心到边的垂直距离等于圆的半径。因此,在绘制多边形时应弄清多边形与圆的关系。

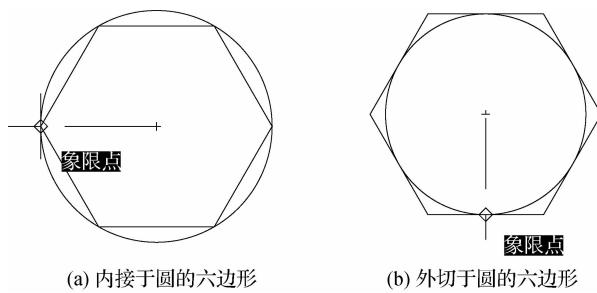


图 3-22 多边形与圆的关系



经验技巧

“多边形”命令多用于一些艺术图案中,如图 3-23 所示,其中青蛙图案是先使用正三角形画轮廓,然后用“圆角”命令加工而成的。



图 3-23 多边形的使用

3.4.3 绘制圆形桥墩基顶平面图

圆形桥墩基顶平面图与立体图如图 3-24 所示。

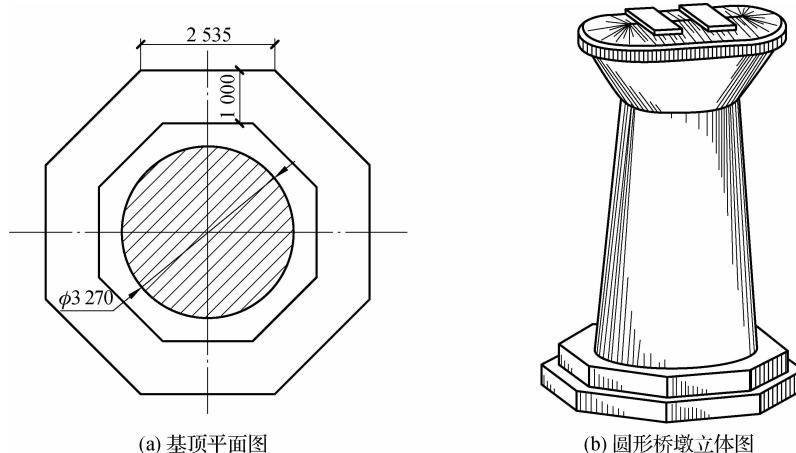


图 3-24 圆形桥墩基顶平面图与立体图

圆形桥墩基顶平面图的绘制过程如图 3-25 所示。

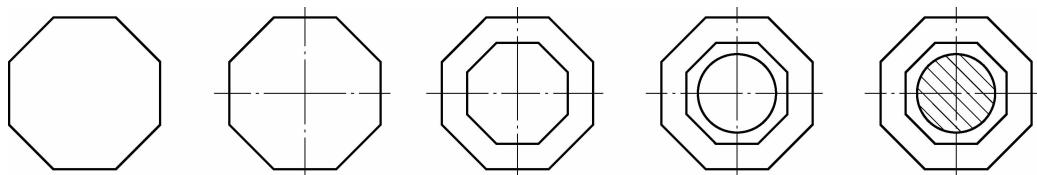


图 3-25 圆形桥墩基顶平面图的绘制过程

启用“多边形”命令后,命令行提示如下。

命令: _polygon 输入侧面数 <4>: 8

(执行“多边形”命令,输入边数)

指定正多边形的中心点或 [边(E)]: e

(选择按边绘制多边形)

指定边的第一个端点: 指定边的第二个端点: <正交 开> 2535 (指定边长)

| | |
|--|----------------------------|
| 命令: _line 指定第一点: | (绘制中心线,指定起点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (绘制中心线,指定终点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (按 Enter 键结束绘制) |
| 命令: _line 指定第一点: | (绘制中心线,指定起点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (绘制中心线,指定终点) |
| 指定下一点或 [放弃(U)]: | (按 Enter 键结束绘制) |
| 命令: _offset | (执行“偏移”命令,绘制里边的多边形) |
| 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>: 1000 | (指定偏移距离) |
| 选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: | (选择大多边形) |
| 指定要偏移的那一侧上的点,或 [退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>: | (在大多边形内选一点) |
| 选择要偏移的对象,或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: (按 Enter 键确认) | |
| 命令: _circle 指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: | |
| | (指定两条中心线的交点为圆心) |
| 指定圆的半径或 [直径(D)]: 1635 | (输入半径) |
| 命令: _hatch | (执行“图案填充”命令) |
| 拾取内部点或 [选择对象(S)/设置(T)]: t | (在弹出的“图案填充和渐变色”对话框中选择填充图例) |
| 拾取内部点或[选择对象(S)/设置(T)]: S | |
| 选择对象或[拾取内部点(K)/设置(T)]: 找到 1 个 | (在圆内拾取一点,完成填充) |

3.5 绘制点、样条曲线、圆环

在 AutoCAD 2011 中绘图时,经常需要先指定对象的端点或中心点,以此作为绘图的辅助点或参照点。样条曲线通常用于绘制建筑图中的地形、地貌,在局部剖面图中使用也较多。钢筋的断面用小黑圆点表示,使用“圆环”命令绘制最简单。

3.5.1 “点”“样条曲线”和“圆环”命令

1. “点”命令及设置点样式

点是图样中最基本的元素，在 AutoCAD 2011 中可以绘制单独的点对象作为绘图的参考点。启用“点(point)”命令有以下四种方法。

- (1)选择“绘图”→“点”命令。
 - (2)单击“绘图”工具栏中的“点”按钮。
 - (3)在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“多点”按钮。
 - (4)输入命令 point，并按 Enter 键。

一般在绘制点时要先设置点的样式，即选择“格式”→“点样式(ddptype)”命令，在弹出的“点样式”对话框中进行设置。

2. 绘制定数等分点

在 AutoCAD 2011 中绘图时经常需要对直线或一个对象进行定数等分, 这就要用点的“定数等分”来完成。例如, 在一条直线上画定数等分点的方法是: 选择“绘图”→“点”→“定数等分(divide)”命令, 这时光标变成小方框, 移动光标拾取直线, 然后输入线段数目(如 5), 按 Enter 键即可将直线五等分。

3. “样条曲线”命令

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、拟合点和控制点控制的。其中, 数据点是在绘制样条曲线时由用户确定的; 拟合点和控制点是为了便于样条曲线的编辑, 由系统自动产生的。

在 AutoCAD 2011 中, 启用“样条曲线(spline)”命令有以下四种方法。

- (1) 选择“绘图”→“样条曲线”命令。
- (2) 单击“绘图”工具栏中的“样条曲线”按钮 。
- (3) 在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“样条曲线”按钮。
- (4) 输入命令 spline, 并按 Enter 键。

4. “圆环”命令

圆环是一种可以填充的同心圆, 其内径可以是 0, 也可以和外径相等。在绘图过程中应指定圆环的内径、外径及中心点。

在 AutoCAD 2011 中, 启用“圆环(donut)”命令有以下三种方法。

- (1) 选择“绘图”→“圆环”命令。
- (2) 在“常用”选项卡中单击“绘图”选项板中的“圆环”按钮 。
- (3) 输入命令 donut, 并按 Enter 键。

3.5.2 绘制钢筋断面图

在钢筋布置图中, 为了突出构件中钢筋的位置, 规定将构件的外形轮廓线用细实线画出, 钢筋用粗实线画出, 钢筋的断面用小黑圆点表示。设圆环的内径为 0, 则绘制的圆环为实心圆, 可用来表示钢筋的断面, 如图 3-26 所示。现浇水泥圆柱也可用小黑圆点表示, 如图 3-27 所示。如果采用先画圆再填充的方法绘制, 则一般还要使用“复制”命令才能完成绘图。

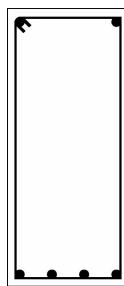


图 3-26 钢筋的断面

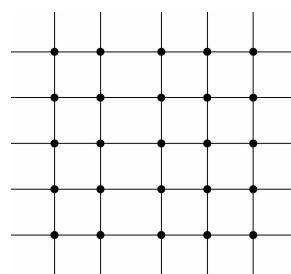


图 3-27 现浇水泥圆柱



经验技巧

对于有规律的图形,首先应考虑使用图案填充。如果图案填充解决不了,则可考虑使用点的“定距等分”或“定数等分”命令,并配合图块命令综合使用(图块的相关操作将在模块 7 中详细讲解)。

绘制圆环时,如果内径与外径不相等,则绘制的圆环为部分填充的圆环;如果内径为 0,则绘制的圆环为实心圆;如果内径等于外径,则绘制的圆环为一个圆,如图 3-28 所示。在指定了圆环的内径、外径、中心点后,连续单击中心点,便可以绘制多个相同的圆环。

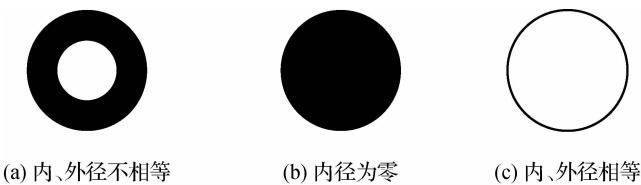


图 3-28 圆环与内径的关系

样条曲线在建筑图形中的应用较多,如图 3-29 所示,在道路工程图中的应用较少。

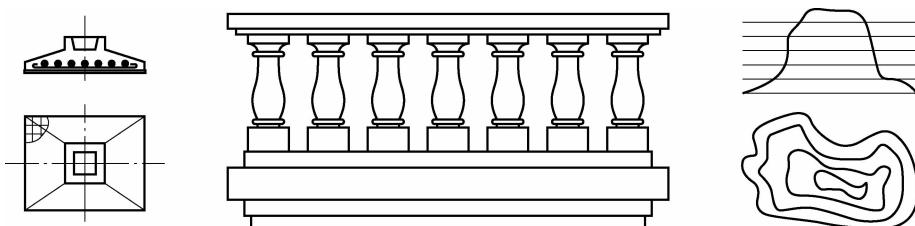


图 3-29 样条曲线在建筑图形中的应用

样条曲线多用于一些艺术图案中,如图 3-30 所示。

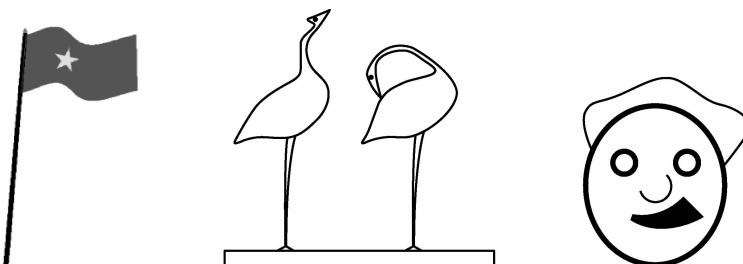


图 3-30 样条曲线在艺术图案中的应用

3.6 绘制构造线、射线

在道路工程中,构造线与射线主要用于绘制辅助参考线,以方便绘图,如在绘制涵洞、桥梁、隧道等三视图时要求“长对正、高平齐、宽相等”,这时就要用到辅助参考线。

3.6.1 “构造线”和“射线”命令

构造线是指通过某两点并确定了方向向两个方向无限延伸的直线,一般用作辅助线。选择“绘图”→“构造线(xline)”命令,按命令提示区的提示进行绘制。

射线是一条只有起点、通过另一点或指定某方向无限延伸的直线,一般用作辅助线。选择“绘图”→“射线(ray)”命令,按命令提示区的提示进行绘制。

3.6.2 用构造线绘制作图辅助线

为保证物体三视图之间“长对正、高平齐、宽相等”的对应关系,应使用“构造线”或“射线”命令绘制若干辅助线,并放在某一图层上,然后用“修剪”命令剪去多余的部分。

使用“构造线”命令作辅助线,以确定侧面图的位置,效果如图 3-31 所示。图 3-32 所示为利用辅助线做出的涵洞口八字翼墙的三视图。

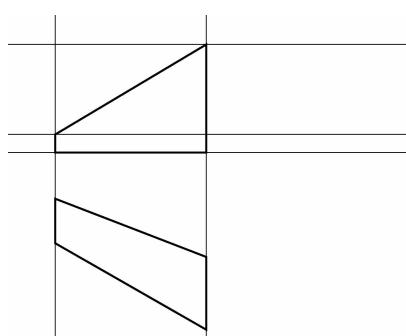


图 3-31 作辅助线确定侧面图的位置

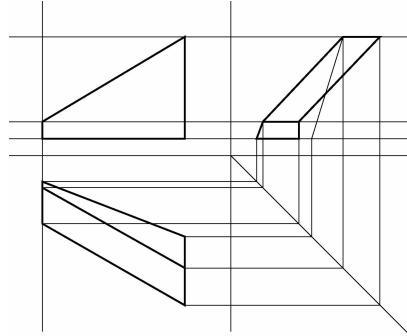


图 3-32 涵洞口八字翼墙的三视图

当构造线仅用于作绘图辅助线时,图形绘制完成后,应将构造线删除或将该图层关闭,以免影响图形的效果,同时构造线也不会输出到图纸上。使用“构造线”命令绘制的辅助线可以用“修剪”等命令进行编辑。

使用“构造线”命令也可以绘制角平分线,如图 3-33 所示。

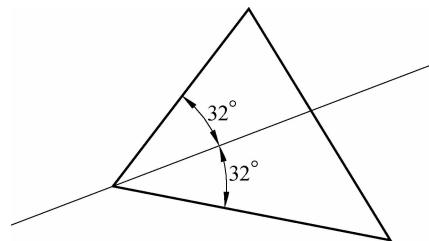


图 3-33 使用“构造线”命令绘制角平分线

3.7 绘制椭圆、椭圆弧

在 AutoCAD 2011 中绘制椭圆与椭圆弧比较简单,和绘制多边形一样,系统会自动计算数据。

3.7.1 “椭圆”和“椭圆弧”命令

1. 绘制椭圆

椭圆是一种非常重要的图形,其与圆的区别是椭圆圆周上的点到中心的距离是变化的。

椭圆的形状主要用中心、长轴和短轴三个参数来描述。在 AutoCAD 2011 中绘制椭圆的默认方法是指定椭圆的第一根轴线的两个端点及另一半轴的长度,即选择“绘图”→“椭圆(ellipse)”命令或单击“绘图”工具栏中的“椭圆”按钮 \textcircled{C} ,然后根据命令行提示区的提示进行绘制。

2. 绘制椭圆弧

绘制椭圆弧的方法与绘制椭圆的方法相似,首先要确定椭圆的长轴和短轴,然后输入椭圆弧的起始角和终止角,即选择“绘图”→“椭圆”→“圆弧”命令或单击“绘图”工具栏中的“椭圆弧”按钮 \textcircled{D} ,根据命令行提示区的提示进行绘制。

3.7.2 绘制涵洞出口图

绘制图 3-34 所示的涵洞出口的三面投影。

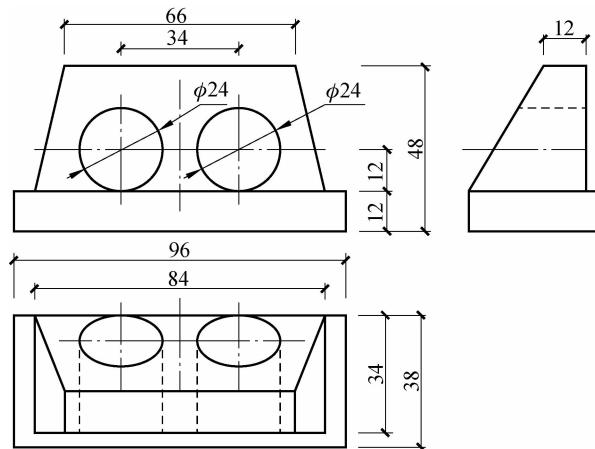


图 3-34 涵洞出口的三面投影

具体绘制步骤如下。

(1) 在“粗实线”图层中用“矩形”命令绘制涵洞出口的基础,在“中心线”图层中用“直线”命令绘制基础和圆的中心线,如图 3-35 所示。

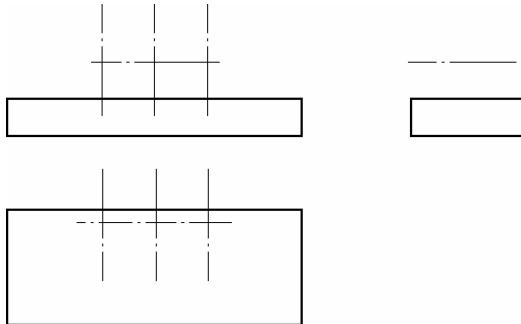


图 3-35 绘制涵洞出口的基础和圆的中心线

(2) 在“粗实线”图层中用“直线”和“圆”命令绘制涵洞出口基础以上的部分,在“虚线”图层中用“直线”命令绘制圆的侧面投影,如图 3-36 所示。

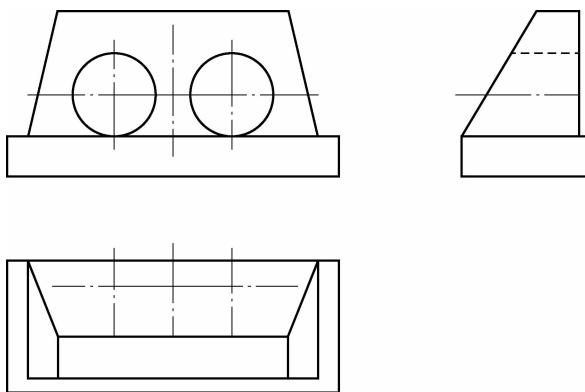


图 3-36 绘制涵洞出口基础以上的部分和圆的侧面投影

(3)在“粗实线”图层中用“椭圆”命令分别点选 A 点和 B 点,绘制涵洞出口平面图中的一个椭圆,如图 3-37 所示。

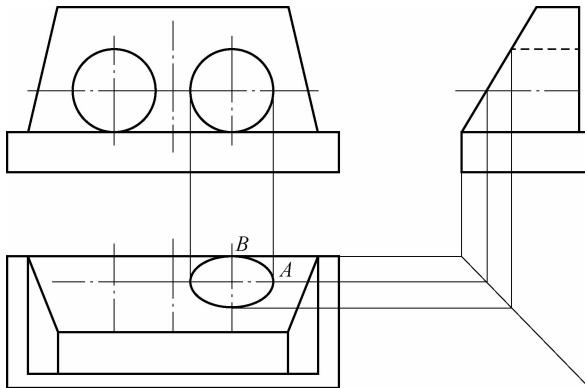


图 3-37 绘制涵洞出口平面图中的椭圆

(4)在“粗实线”图层中复制另一个椭圆,在“虚线”图层中绘制涵洞出口平面图中的虚线,完成制图,如图 3-38 所示。

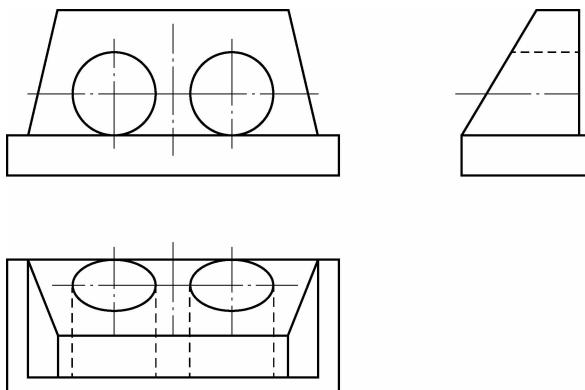


图 3-38 成图

3.8 绘制多线

使用“绘图”菜单中的命令不仅可以绘制直线、圆、圆弧、多边形和点等简单二维图形，还可以绘制多线等复杂的二维图形。

多线是指多条相互平行的直线。在绘图过程中，可以调整和编辑平行直线间的距离、直线的数量、线条的颜色、线型等属性。例如，表示道路的双线就可以用“多线(mline)”命令来绘制。

3.8.1 “多线”命令

在 AutoCAD 2011 中，启用“多线”命令有以下两种方法。

- (1) 选择“绘图”→“多线”命令。
- (2) 输入命令 mline，并按 Enter 键。

启用“多线”命令后，命令行提示如下。

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)]：

其中相关选项的含义如下。

- “当前设置”选项。该选项用于显示当前多线的设置属性。
- “对正(J)”选项。该选项用于设置多线的对正方式。多线的对正方式有三种：上对正、无对正和下对正。其中，“上对正”是指多线顶端的直线将随着光标的移动而移动，其对正点位于多线最顶端直线的端点上；“无对正”是指绘制多线时，多线中间的直线将随着光标进行移动，其对正点位于多线的中间；“下对正”是指绘制多线时，多线最底端直线将随着光标的移动而移动，其对正点位于多线最底端直线的端点上。
- “比例(S)”选项。该选项用于设置多线的比例，即指定多线宽度相对于定义宽度的比例因子。该比例不影响线型的外观。
- “样式(ST)”选项。该选项用于选择和定义多线的样式。系统默认的样式为 STANDARD。

3.8.2 创建多线样式

多线样式不仅能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，而且还能决定多线封口的形式。

在 AutoCAD 2011 中，启用“多线样式(mlstyle)”命令有以下两种方法。

- (1) 选择“格式”→“多线样式”命令。
- (2) 输入命令 mlstyle，并按 Enter 键。

启用“多线样式”命令后，系统将弹出“多线样式”对话框，如图 3-39 所示。

该对话框中的“新建”按钮用于新建多线样式。单击该按钮，系统将弹出“创建新的多线样式”对话框，如图 3-40 所示。通过该对话框可以新建多线样式。在“新样式名”文本框中输入所要创建的多线样式的名称，如 S240，单击“继续”按钮，系统将弹出“新建多线样式：S240”对话框，如图 3-41 所示。



图 3-39 “多线样式”对话框



图 3-40 “创建新的多线样式”对话框



图 3-41 “新建多线样式:S240”对话框

提示在绘制多线的过程中,两线的实际宽度应为多线比例与多线偏移量的乘积,而不是多线的偏移量。

3.9 图案填充与编辑

图案填充是指用某种图案充满图形中的指定封闭区域。在大量的道路工程图样中,需要在剖面图、断面图中绘制填充图案;在其他设计图中,也常需要在某一区域内填充某种图案。用 AutoCAD 2011 完成图案填充操作非常方便、灵活。

3.9.1 图案填充

选择“绘图”→“图案填充(hatch)”命令或单击“绘图”工具栏中的“图案填充”按钮，在命令行提示区中输入 t，则会弹出“图案填充和渐变色”对话框，如图 3-42 所示。在该对话框右侧排列的相关选项用于选择图案填充的区域，它们的位置是固定的，即无论是选择“图案填充”选项卡，还是选择“渐变色”选项卡，它们都存在。



图 3-42 “图案填充和渐变色”对话框

3.9.2 选择图案样式

在“图案填充和渐变色”对话框的“图案填充”选项卡中，“类型和图案”选项组用来设置要填充图案的样式。在“图案”下拉列表框中列出了图案的样式，如图 3-43 所示，用户可以通过上下拉动滚动条选取所需要的图案样式。所选择的图案样式将在下面的“样例”显示框中显示出来。

单击“图案”下拉列表框右侧的 按钮或单击“样例”显示框，都会弹出“填充图案选项板”对话框，如图 3-44 所示，在该对话框中列出了所有预定义图案的预览图像。

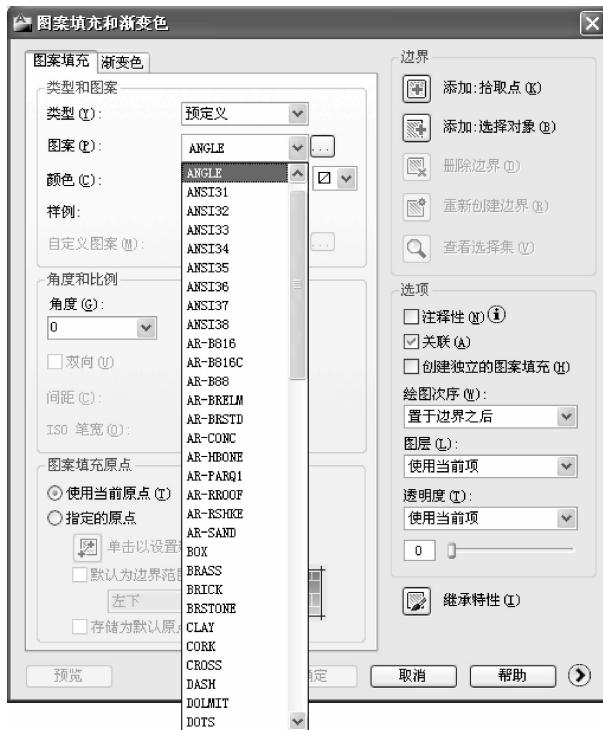


图 3-43 图案样式

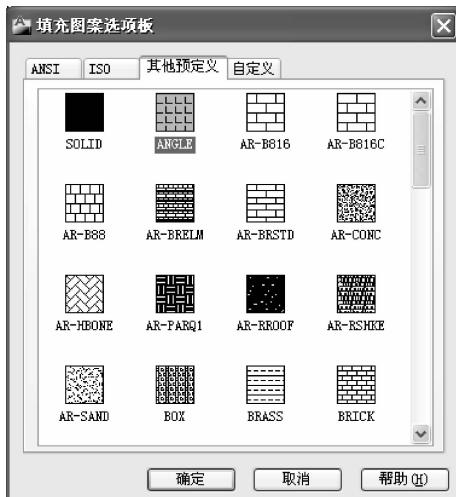


图 3-44 “填充图案选项板”对话框

3.9.3 孤岛的控制

在“图案填充和渐变色”对话框中单击“更多选项”按钮④，可以展开其他选项，这些选项用来控制“孤岛”的样式，孤岛样式对话框如图 3-45 所示。

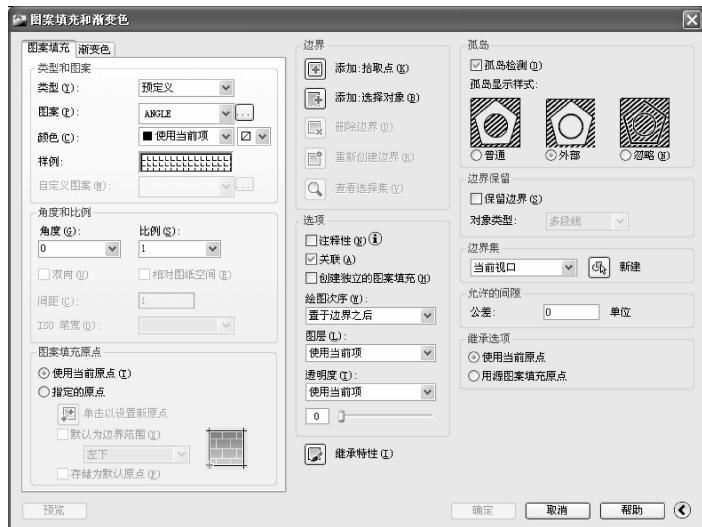


图 3-45 孤岛样式对话框

3.9.4 选择图案的角度与比例

在“图案填充和渐变色”对话框的“图案填充”选项卡中，“角度和比例”选项组用于定义图案填充的角度和比例。“角度”选项用于预定义填充图案的角度，也可以在该组合框中输入角度值。不同填充角度的效果如图 3-46 所示。园路铺装平面图中毛面花岗岩与人行道填充角度为 0° 的填充效果，如图 3-47 所示。

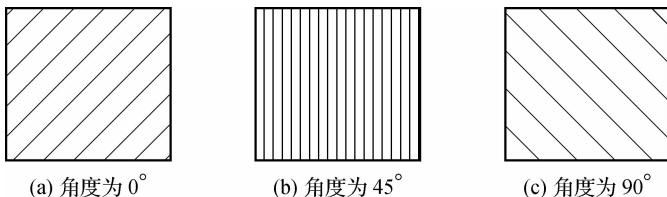


图 3-46 不同填充角度的效果

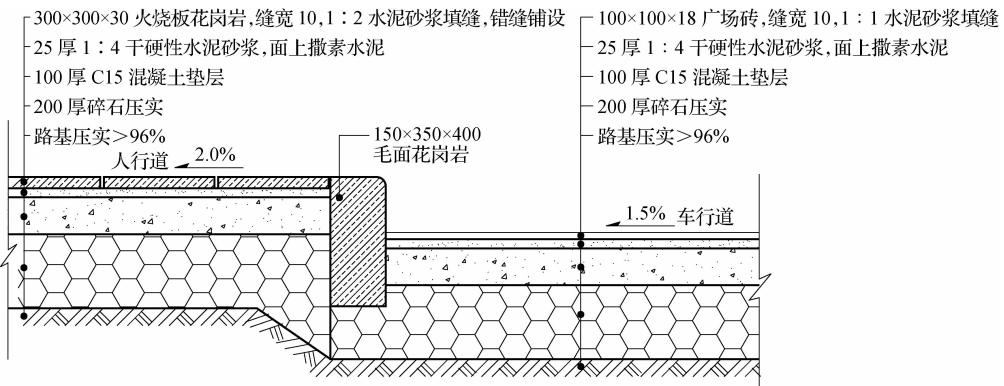


图 3-47 园路铺装平面图中毛面花岗岩与人行道填充角度为 0° 的填充效果

“比例”选项用于指定放大或缩小预定义或自定义图案，也可以在该组合框中输入缩放比例值。图 3-48 所示为某道路剖面图水泥石粉渣稳定层在不同比例下的预览效果。

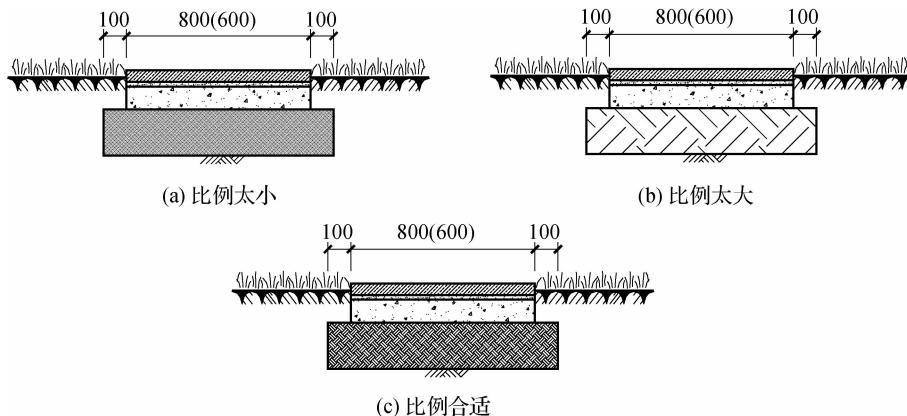


图 3-48 某道路剖面图水泥石粉渣稳定层在不同比例下的预览效果

3.9.5 绘制园路铺装剖面图

如图 3-49 所示，使用“多段线”“样条曲线”及“图案填充”等命令将图 3-49(a)修改为图 3-49(b)所示的效果。

(1)先用“多段线”“样条曲线”及“sketch(徒手绘制)”命令绘制植物及石块，再用“revcloud(修订云线)”命令绘制云状线，云状线的弧长为 100，该线代表水平面，如图 3-50 所示。

(2)用“多段线”命令绘制辅助线 A、B 和 C，然后填充剖面图案，如图 3-51 所示。

区域 D 中的图案为 AR-SAND，角度为 0°，填充比例为 0.5。

区域 E 中有两种图案，分别为 ANSI31 和 AR-CONC，角度都为 0°，填充比例分别为 16 和 1。

区域 F 中的图案为 AR-CONC，角度为 0°，填充比例为 1。

区域 G 中的图案为 GRAVEL，角度为 0°，填充比例为 8。

由辅助线 A、B 和 C 封闭的区域中的图案均为 EARTH，角度为 45°，填充比例为 12。

(3)删除辅助线 A、B 和 C，效果如图 3-49(b)所示。

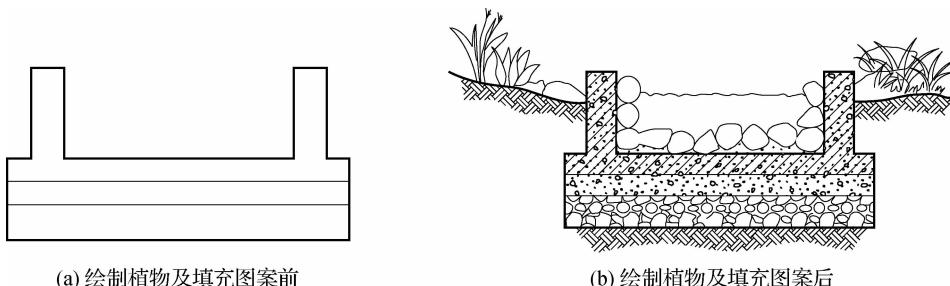


图 3-49 绘制植物及填充图案

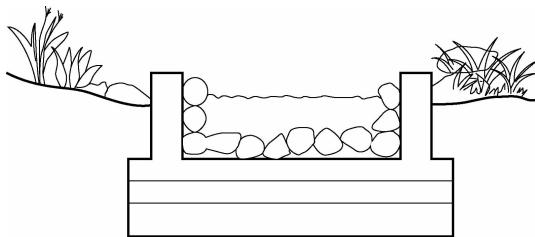


图 3-50 绘制植物、石块及云状线

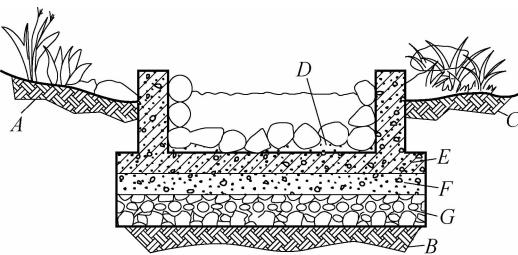


图 3-51 绘制辅助线并填充剖面图案



经验技巧

(1) 工程图中的剖面图案一般总是绘制在一个对象或几个对象围成的封闭区域中,简单的区域如一个圆或一个矩形等,较复杂的可能是由几条线或圆弧围成的形状多样的区域,如图 3-52 所示。在绘制剖面图案时,首先要指定填充边界,一般可通过两种方法设定图案边界,一种是在闭合的区域中选择一点,系统会自动搜索闭合的边界;另一种是通过选择对象来定义边界。系统为用户提供了许多标准的填充图案,用户也可根据需要自定义图案。此外,填充图案时还能控制剖面图案的疏密及图案的倾角。

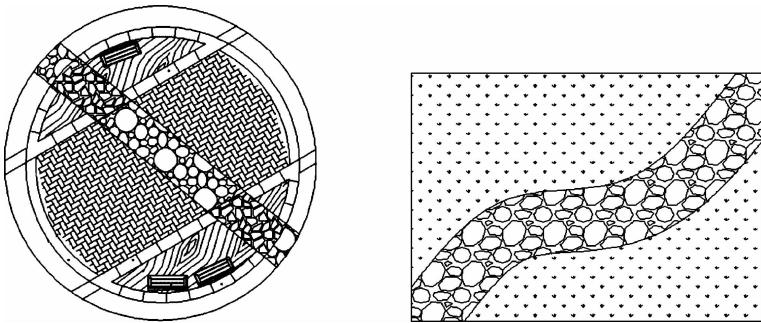


图 3-52 封闭区域

(2) 在道路工程图中有些断面图案没有完整的填充边界,如图 3-53 所示,创建此类图案的方法如下。

先在封闭的区域中填充图案,然后根据需要删除部分或全部边界对象。或将不需要

的边界对象修改到其他图层上,关闭或冻结此图层,使边界对象不可见。又或者在断面图案内绘制一条辅助线,以此线作为剪切边修剪图案,然后再删除辅助线。

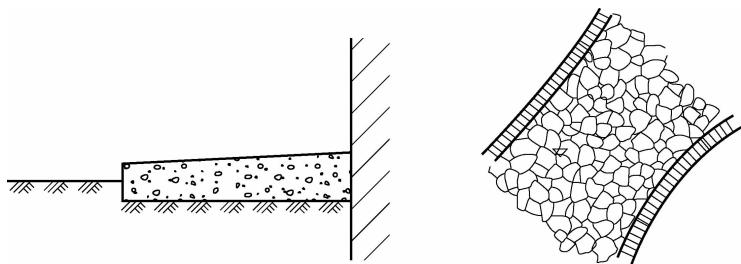


图 3-53 无完整边界的填充图案

(3)在道路工程设计图样中,可以用填充的图案来表示材料和材料规格,如图 3-54 所示。

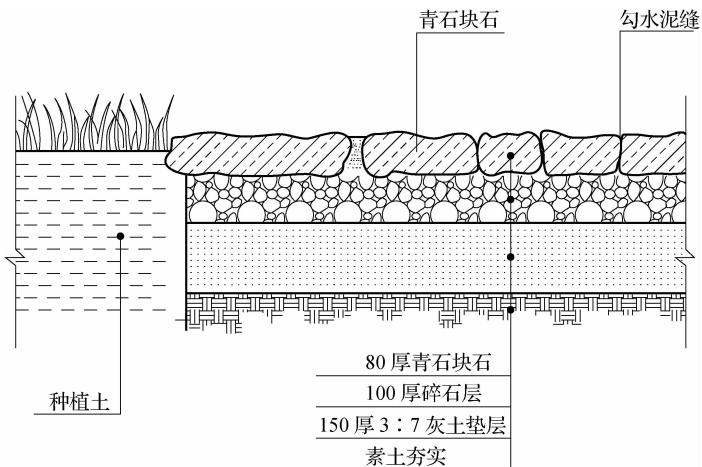


图 3-54 用填充图案表示材料和材料规格

经验技巧

AutoCAD 2011 提供了丰富的创建二维图形的工具,其中使用频率最高的命令有多段线、矩形、圆、图案填充等。AutoCAD 2011 是一种实践性很强的制图软件,在具体操作过程中,尽管有多种途径能够达到同样的目的,但如果命令选用得当,会明显减少操作步骤,提高绘图效率。因此,只有多加练习、反复操作,理解每一个参数的意义,才能达到熟练运用的目的。

在使用工具选项板填充图形时,设置填充图案比例的方法是:先在填充图案上单击,然后在选中的填充图案中右击,在弹出的快捷菜单中选择“特性”命令,弹出“特性”面板,在“图案”栏的“比例”文本框中输入要设置的比例,再移动十字光标到要填充图案的图形区域中单击即可。

 技能实训

实训 3-1 利用“直线”命令绘制平面图形

一、实训内容

绘制图 3-55 所示的平面图形,不标注尺寸。本实训绘制的图形主要使用“直线”命令。通过本实训,要求熟练掌握“直线”命令,灵活掌握在正交状态或非正交状态下利用点的相对坐标或直接输入直线的长度来绘制平面图形的方法。

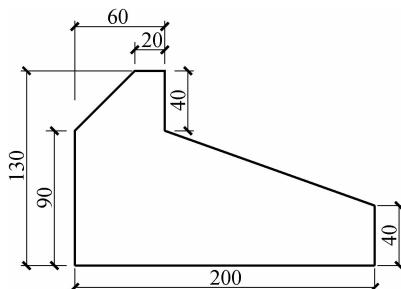


图 3-55 实训 3-1 用示例图形

二、操作步骤

- (1) 新建图形文件。
- (2) 新建“粗实线”图层。
- (3) 依次绘制各段直线。绘制水平和垂直线段时直接输入线段的长度,如图 3-56(a)所示。斜线可通过输入点的相对坐标来绘制,如图 3-56(b)所示。
- (4) 绘制最后一段斜线。用“对象捕捉”方式捕捉端点来封闭图形,或输入 c 闭合平面图形,如图 3-56(c)所示。

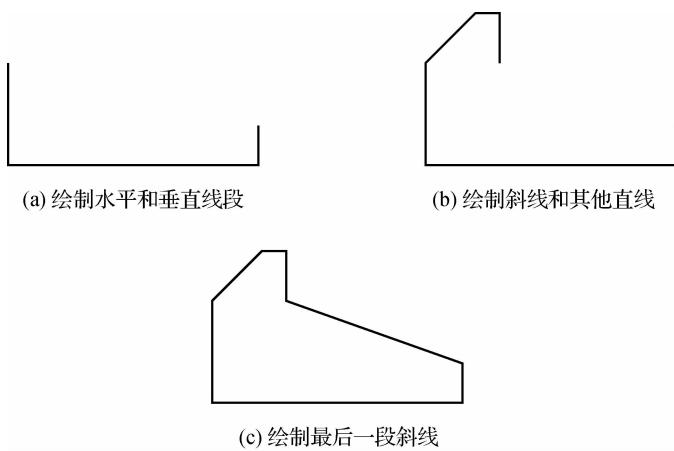


图 3-56 平面图形的绘制过程

实训3-2 利用“多边形”和点的“定数等分”等命令绘制平面图形

一、实训内容

绘制图 3-57 所示的平面图形,不标注尺寸。本实训绘制的图形主要使用“多边形”“圆弧”和“定数等分”等命令。通过本实训,要求可以灵活使用“多边形”“圆弧”和“定数等分”等命令绘制平面图形。

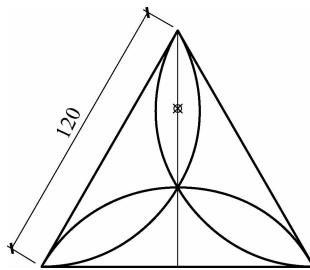


图 3-57 实训 3-2 用示例图形

二、操作步骤

- (1) 新建图形文件。
- (2) 新建“粗实线”和“细实线”图层。
- (3) 用“多边形”命令绘制边长为 120 的正三角形,如图 3-58 所示。
- (4) 过正三角形顶点作辅助垂线,如图 3-59 所示。
- (5) 用“定数等分”命令将辅助垂线三等分,如图 3-60 所示。
- (6) 用“圆弧”命令中的“三点”方式画三个圆弧,完成效果如图 3-57 所示。

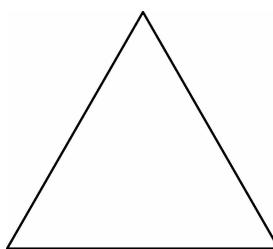


图 3-58 绘制正三角形

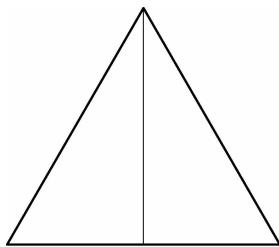


图 3-59 绘制辅助垂线

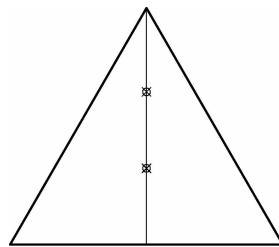


图 3-60 三等分辅助垂线

实训 3-3 A3 图纸图框线的绘制

一、实训内容

绘制图 3-61 所示的 A3 图纸图框线,不标注尺寸。通过绘制本实训提供的图形练习使用“捕捉自(from)”命令,在绘图过程中所有的定位尺寸都可以使用“捕捉自”命令。“捕捉自”是选择一点,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。具体操作方法是:按住键盘上的 Ctrl 或 Shift 键,在绘图窗口中右击,在弹出的快捷菜单中选择相应的捕捉命令即可完成捕捉操作。“捕捉自”命令是一个很重要的命令,应熟练掌握其使用方法。

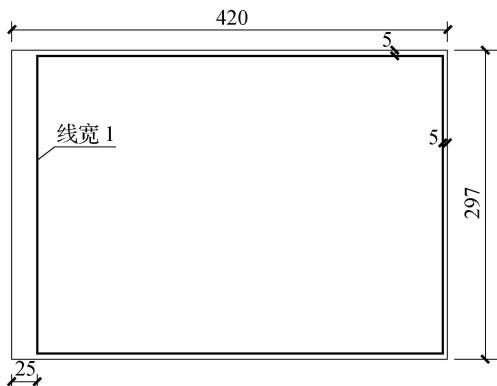


图 3-61 实训 3-3 用示例图形

二、操作步骤

- (1) 新建图形文件。
- (2) 新建“粗实线”和“细实线”图层。

(3) 在“细实线”图层中用“矩形”命令绘制 A3 图纸幅面线,如图 3-62 所示。有两种绘制方法:一种画法是在“粗实线”图层中画图框线,使用“捕捉自”命令后,选择基点为 A,偏移“@25,5”,得到点 C,绘制对角点时仍用“捕捉自”命令,选择基点为 B,偏移“@-5,-5”,得到点 D,结果如图 3-63 所示;另一种画法是把图 3-62 中的幅面线向内偏移 5,然后将左边的竖线向右拉伸 20 即可。比较这两种画法和 3.1.2 所述方法画图速度的快慢。



图 3-62 绘制 A3 图纸幅面线

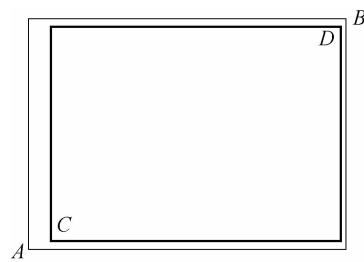


图 3-63 利用“捕捉自”命令绘制图框线

模块 4 道路工程基本图形的编辑



学习目标

掌握二维图形的常用编辑方法；掌握道路工程常用的各种图形的绘制方法和技巧。

知识目标

能够绘制和编辑道路工程的基本图形；能够掌握通过选择恰当的编辑命令来提高图形绘制效率的技巧。

道路工程是一项综合性的工程，它包括道路土建施工及桥梁与隧道施工。道路工程中常用的构造物很多，主要有桥梁、隧道、涵洞、防护工程及排水设施等，图 4-1 为高速公路及桥梁结构和边坡防护工程示意图。对于这些构造物，由于很难用语言和文字进行准确的描述，因此，在工程技术上常需借助一种特殊的语言（工程样图）来准确表达它们的大小、形状及全部的设施要求。

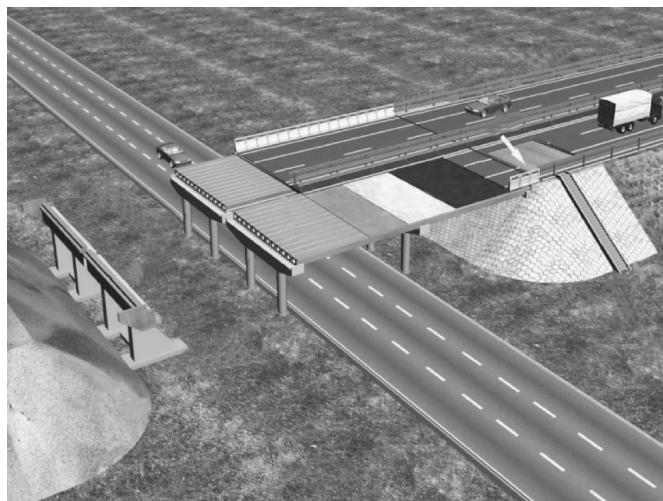


图 4-1 高速公路及桥梁结构和边坡防护工程示意图

在 AutoCAD 2011 中，单纯地使用绘图命令或绘图工具只能绘制一些基本的图形对象，而道路工程中的很多图形都较为复杂，因此在很多情况下都必须借助图形编辑命令来绘制。

4.1 复制对象

在 AutoCAD 2011 中,可以使用“复制(copy)”“镜像(mirror)”“偏移(offset)”和“阵列(array)”命令复制对象,以及创建与原对象相同或相似的图形。在绘制道路工程图形时,经常会遇到图形相似或相同的对象,如对称的涵洞、相同的桥墩等。此时,就可以利用复制对象的方法一次绘制出与原对象相同或相似的图形,从而简化绘制重复性或近似性图形的步骤,起到事半功倍的效果。

4.1.1 复制

使用“复制”命令可以将已有的对象复制出副本,并放置到指定的位置。它与移动对象的区别是:在移动对象的同时,源对象还将保留。使用 copy 命令不需要重复绘制相同图形,可以极大地提高绘图效率。

使用“复制”命令复制图形对象的方法为:单击“修改”工具栏中的“复制”按钮 C ,选取复制对象后先指定基点,然后指定第二点为复制的目标点,最后系统将按这两点确定的位移矢量复制对象。该位移矢量决定了副本相对于源对象的距离和方向。如图 4-2 所示,先选取桥墩左端立柱为要复制的对象,并指定立柱中心线与盖梁的交点为基点,然后选定目标点,即可将该立柱复制两份。

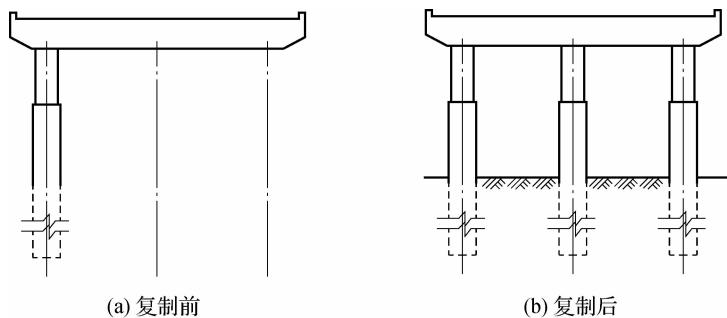


图 4-2 复制桥墩立柱

提示执行“复制”命令时,系统默认的复制模式为“多个”,可以根据命令行提示区的提示输入 o,然后选择“单个(S)”,即可将复制模式设置为单个。

4.1.2 镜像

利用“镜像”命令可将所选对象按指定的镜像轴镜像,以创建轴对称图形。在绘制涵洞、桥墩等具有对称性质的图形时,可只绘制一半,然后利用“镜像”命令镜像得到另一半。图 4-2 所示的桥墩立柱就可用“镜像”命令来绘制。

使用“镜像”命令镜像图形对象的方法为:单击“修改”工具栏中的“镜像”按钮 M ,选取要镜像的对象后,指定镜像中心线的两个端点,按 Enter 键即可完成操作。

例如,以圆管涵洞对称线的端点 A、B 为镜像线的两个点,对右侧部分使用“镜像”命令

进行绘制,过程如图 4-3 所示。

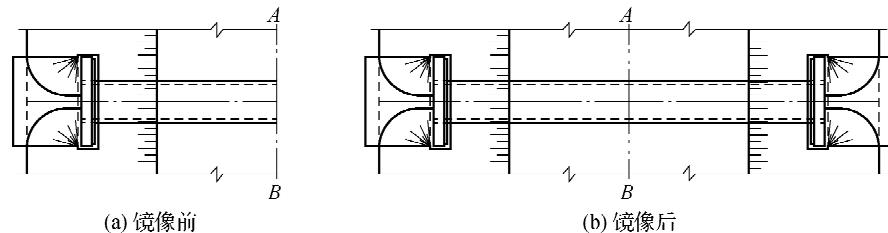


图 4-3 镜像圆管涵洞

默认情况下,对图形进行镜像操作后,系统仍然保留源对象。如果要在镜像后删除源对象,可在选取源对象和镜像中心线后,在命令行中输入 Y,即可在复制对象的同时将源对象删除,此时相当于移动对象操作。



经验技巧

“镜像”命令一般用于对称的图形,绘制图形时可以只绘制其中的一半甚至四分之一,然后采用“镜像”命令产生对称的部分。而对于文字的镜像,要通过 MIRRTEXT 变量来控制是否使文字和其他的对象一样被镜像。如果为 0(缺省设置),则表明不对文字进行镜像处理;如果为 1,则表明文字将和其他对象一起被镜像。在编辑图形时,要灵活运用“镜像”命令,如图 4-4 中就多处用到了“镜像”命令。

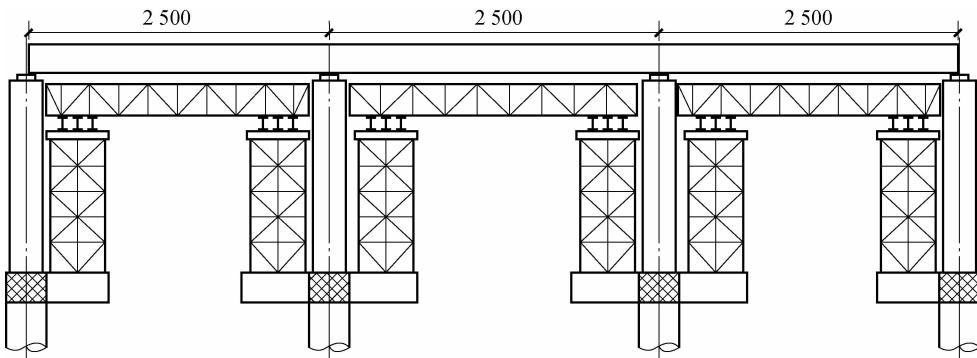


图 4-4 镜像示例

4.1.3 偏移

利用“偏移”命令可以创建一个与选定对象类似的新对象,并把它放置在离原对象一定距离的位置,同时保留源对象。

单击“修改”工具栏中的“偏移”按钮 偏 ,便可以通过指定偏移距离或指定偏移通过的点来偏移所选取的对象。下面分别介绍这两种偏移方法的使用。

1. 通过指定偏移距离来偏移对象

通过指定偏移距离来偏移对象是根据指定的偏移距离来复制对象。通过输入距离值或

指定两个点来偏移对象,当指定两个点时,系统将以这两个点之间的距离作为偏移距离,单击某一侧,偏移创建的新对象将偏向这一侧。

如图 4-5 所示,在绘制隧道衬砌时分别输入偏移距离 55 和 30,并选取要偏移的对象,然后在被选取对象的外侧单击,即可在该隧道衬砌的轮廓线外侧获得新对象。

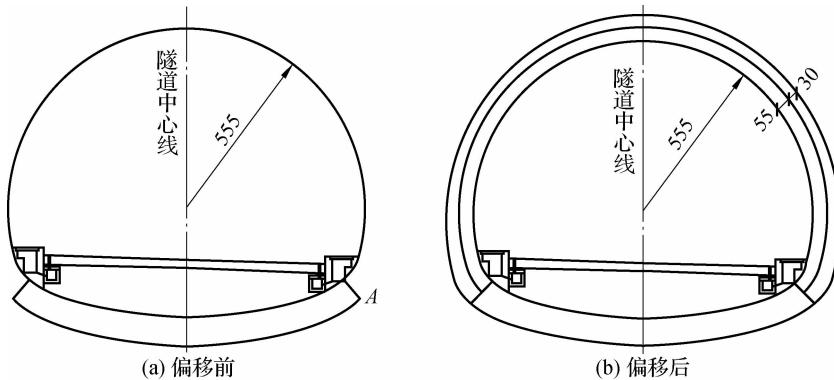


图 4-5 偏移衬砌轮廓线

提示“偏移”命令是一个单对象的命令,在使用过程中,只能以直接选取的方式选择图形对象。另外,以给定偏移距离的方式偏移对象时,距离值必须大于零。

2. 通过指定偏移通过的点来偏移对象

指定偏移通过的点来偏移对象是根据指定的通过点来偏移对象的。其中,通过点既可以是现有的端点、圆心等,也可以是输入的相对坐标。这在绘制一些偏移距离未知的图形时很方便。

选择“偏移”命令后,在命令行中输入 t。然后选取要偏移的对象,并指定偏移通过点,即可完成偏移操作。如图 4-5 所示,在指定偏移通过点 A 后,即可将轮廓线偏移至该点。

提示对不同的图形对象执行“偏移”命令会有不同的效果。例如,对圆弧进行偏移后,新旧圆弧同心且具有同样的包含角,但新圆弧的长度将发生改变;对圆或椭圆进行偏移后,圆心不变,但新圆的半径或新椭圆的轴长将发生改变;对直线、射线和构造线进行偏移,相当于平行复制。

4.1.4 阵列

使用前面介绍的三种复制图形的方法复制有规则分布的图形时会比较麻烦。此时可利用“阵列”工具快速复制按照一定排列顺序分布的相同对象。

单击“修改”工具栏中的“阵列”按钮 ,打开“阵列”对话框,如图 4-6 所示。在该对话框中可以通过设置矩形阵列和环形阵列的相关参数来对图形进行阵列。



图 4-6 “阵列”对话框

1. 矩形阵列

矩形阵列主要用于创建沿指定方向均匀排列的相同对象。通过该阵列方式可将选定的对象按指定的行数、行间距、列数和列间距进行多重复制。如果设置了“阵列角度”，则可创建倾斜的矩形阵列。

要创建矩形阵列，首先应在“阵列”对话框中单击“选择对象”按钮 S ，然后选取要阵列的对象，并设置阵列的行数和列数，以及行偏移和列偏移的数值。例如，在绘制一孔桥面铺装钢筋布置图时，可选取钢筋为阵列对象，并设置行数为 14，列数为 19，行偏移为 30，列偏移为 30，创建的矩形阵列如图 4-7 所示。

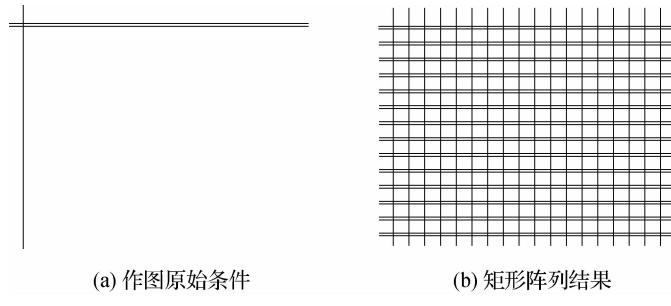


图 4-7 一孔桥面铺装钢筋矩形阵列

提示 行偏移、列偏移和阵列角度的正负性将影响阵列的方向。若行偏移或列偏移为正值，则图形将沿 X 轴或 Y 轴正方向阵列，负值则相反；若阵列角度为正值，则图形将沿逆时针方向阵列，负值则相反。

2. 环形阵列

环形阵列主要应用于创建沿指定点，以圆周均匀分布的相同对象。

在“阵列”对话框中选中“环形阵列”单选按钮，即可将该对话框切换至环形阵列模式，如图 4-8 所示。在该对话框中可设置复制的数目和角度，如果选中“复制时旋转项目”复选框，则阵列时会对复制出的对象进行旋转。

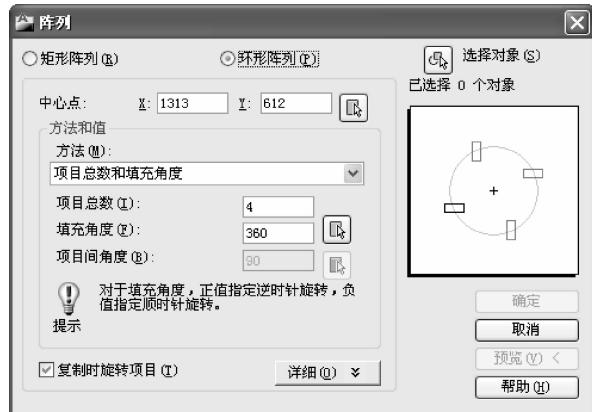


图 4-8 环形阵列选项

创建环形阵列图形时,可先单击“选择对象”按钮,选取要阵列的对象,然后单击“拾取中心点”按钮 C ,指定阵列的中心点,最后输入“项目总数”和“填充角度”的数值即可。

如图 4-9 所示,指定圆心为阵列中心点,并设置“项目总数”,设“填充角度”为 360° ,对道路边树池铸铁箅子进行环形阵列。

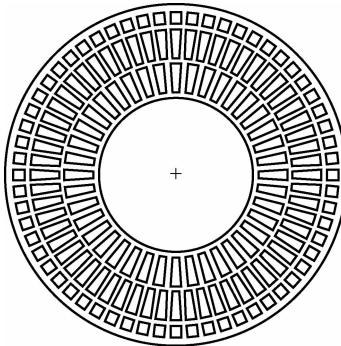
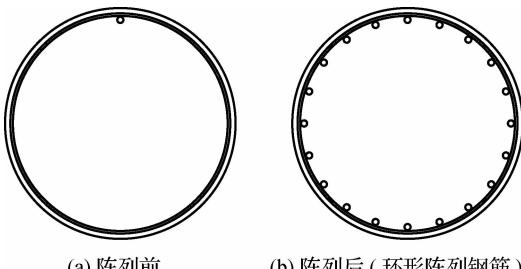


图 4-9 对道路边树池铸铁箅子进行环形阵列



对许多有规律的图形可使用“阵列”命令,但是要想充分利用该命令,提高作图效率,还需要针对图形对“阵列”命令多些思考和使用。例如,在绘制图 4-10 所示的桥墩立柱钢筋时,就可以用“环形阵列”命令阵列钢筋。



(a) 阵列前 (b) 阵列后 (环形阵列钢筋)

图 4-10 用环形阵列绘制桥墩立柱钢筋

4.2 移动对象

在 AutoCAD 2011 中,可以使用移动对象功能[“移动(move)”和“旋转(rotate)”命令]在不改变被编辑图形形状的基础上,对图形的位置和角度进行调整,以便于精确地绘制道路工程图形。例如,在绘制桥墩平面图或立面图的过程中,可以用 move 和 rotate 命令很灵活地对所插入图块的位置进行调整,使其符合图纸的设计要求。

4.2.1 移动

在绘制图形时,如果图形的位置不能满足要求,则可利用“移动”命令将图形对象移动到合适的位置。移动对象仅仅是位置的平移,而不会改变对象的大小和方向。要精确地移动对象,可以使用“对象捕捉”功能辅助操作。

单击“修改”工具栏中的“移动”按钮 \downarrow ,选取要移动的对象,并指定基点,然后选取目标点或输入相对坐标来确定目标点,即可完成移动操作。

4.2.2 旋转

利用“旋转”命令可将指定的对象绕指定的中心点旋转。使用“旋转”命令除了可将对象调整一定角度以外,还可以在旋转得到新对象的同时保留源对象,可以说该命令集旋转和复制功能于一体。

单击“修改”工具栏中的“旋转”按钮 \circlearrowright ,选取要旋转的对象,并指定基点。然后输入指定的角度值,所选对象将绕指定基点进行旋转,并且该旋转方式不保留源对象。

如图 4-11 所示,在绘制道路两旁的检查井平面图时,以检查井的中心点为基点,旋转排水管,如果知道旋转角度则输入旋转角度,否则可用“参照”命令,在指定新角度后进行旋转。

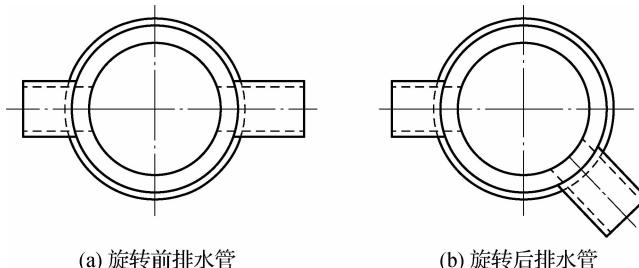


图 4-11 旋转排水管

提示当输入的旋转角度为正时,图形将沿逆时针方向旋转,反之则沿顺时针方向旋转。

4.3 编辑对象

除了使用上面介绍的移动对象的功能对图形的位置进行调整外,有时还需要对图形的

形状和大小进行改变。这其中包括按比例缩放调整图形的大小,通过修剪、延伸和倒角等编辑工具改变图形的形状,以及通过直接拖动图形的夹点对图形进行调整。

4.3.1 缩放

利用“缩放(scale)”命令可将选定的对象以指定的基点为中心,按指定的比例放大或缩小,以创建出与源对象成一定比例且形状相同的新图形对象。示例如图 4-12 所示。

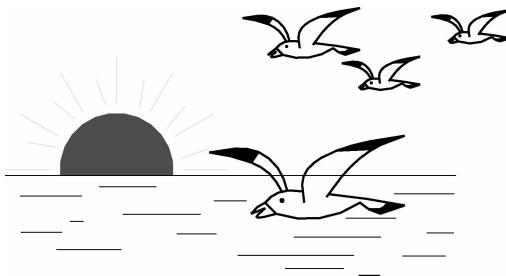


图 4-12 缩放示例

在 AutoCAD 2011 中,比例缩放可分为指定比例因子缩放对象和指定参照方式缩放对象两种缩放类型。

1. 指定比例因子缩放对象

指定比例因子缩放对象方式是直接输入比例因子,系统将根据该比例因子,相对于基点将对象放大或缩小。当输入的比例因子大于 1 时,将放大对象;当比例因子为 0~1 时,将缩小对象。

单击“修改”工具栏中的“缩放”按钮 S ,选取缩放对象后,指定缩放基点,然后在命令行中输入比例因子,按 Enter 键确认缩放操作。如图 4-13 所示,指定人物下端中点为基点,并输入比例因子 2.2,将人物进行放大。

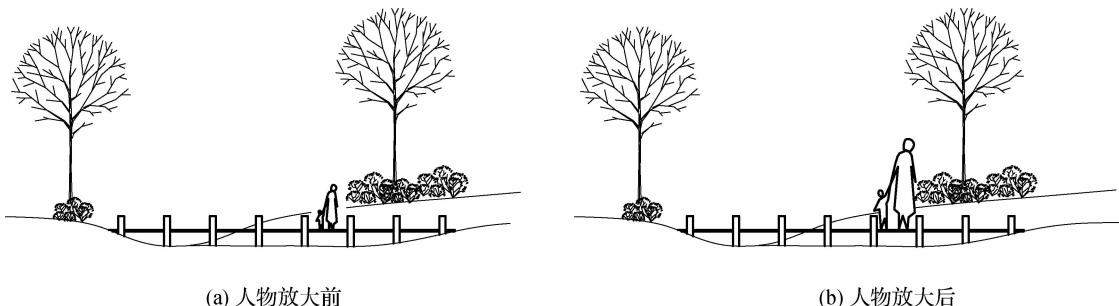


图 4-13 输入比例因子缩放对象

2. 指定参照方式缩放对象

指定参照方式缩放对象方式是依次指定参照长度的值与新长度的值,系统将以新长度的值与参照长度的比值作为比例因子来缩放对象。当参照长度大于新长度时,图形将被缩小;反之,图形将被放大。

单击“修改”工具栏中的“缩放”按钮,选取缩放对象后,指定缩放基点,在命令行中输

入 r，并按 Enter 键，然后依次指定参照长度和新长度，即可完成参照缩放操作。如图 4-14 所示，依次选取点 A 和点 B，这两点间的长度即为参照长度，然后输入新长度 1600，按 Enter 键即可将人物放大。

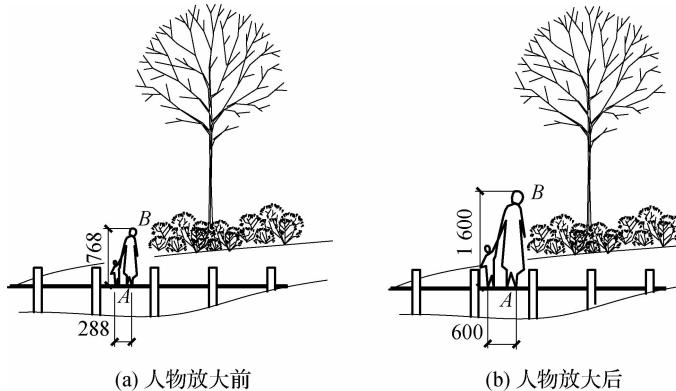


图 4-14 指定参照方式缩放对象

4.3.2 修剪

在绘图过程中经常需要修剪图形，将多余的部分去掉，以便使图形精确相交，在 AutoCAD 2011 中经常用到“修剪(trim)”命令。利用该命令可以以指定对象为修剪边界，将超出修剪边界的部分删除。修剪边可以同时作为被修剪边执行修剪操作。执行修剪操作的前提条件是修剪对象必须与修剪边界相交。

单击“修改”工具栏中的“修剪”按钮 ，依次选取需要修剪的边界并右击，然后选取要删除的多余图元，即可将多余的对像删除。如图 4-15 所示，以地面线为修剪边界，对路基线进行修剪。

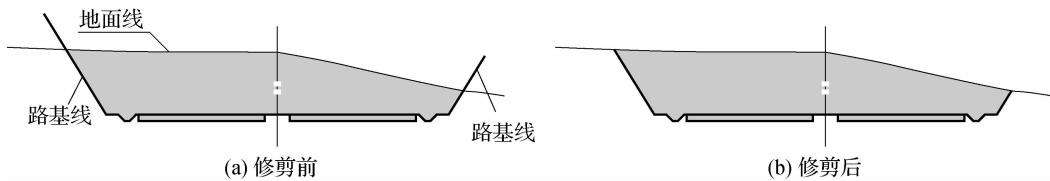


图 4-15 修剪路基线

4.3.3 延伸

利用“延伸(extend)”命令可将指定的对象延伸到选定的边界，可以被延伸的对象包括圆、椭圆弧、直线、开放的二维多段线、三维多段线和射线等。

单击“修改”工具栏中的“延伸”按钮 ，选取延伸边界后右击，再选取需要延伸的对象，系统将自动把该对象延伸到所指定的边界上。

下面举例说明“延伸”命令的使用方法。首先执行“延伸”命令并选择延伸边界，如图 4-16(a)所示，并右击；然后选择需要延伸的对象，如图 4-16(b)所示；延伸结果如

图 4-16(c)所示。

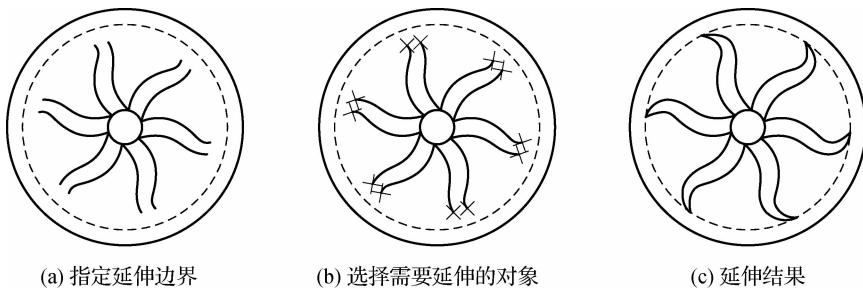


图 4-16 延伸示例

同“修剪”命令一样，掌握“延伸”命令的关键在于对延伸边界的认识。在执行“延伸”命令之后，第一次出现的“选择对象”指的就是选择作为延伸边界的对象。

4.3.4 拉伸

使用“拉伸(stretch)”命令可以在一个方向上按所指定的尺寸拉伸、压缩对象。“拉伸”命令是通过改变端点的位置来拉伸或缩短图形对象的，在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。可以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。

选择“修改”→“拉伸”命令或单击“修改”工具栏中的“拉伸”按钮，即可对图形进行拉伸操作。示例如图 4-17 所示。

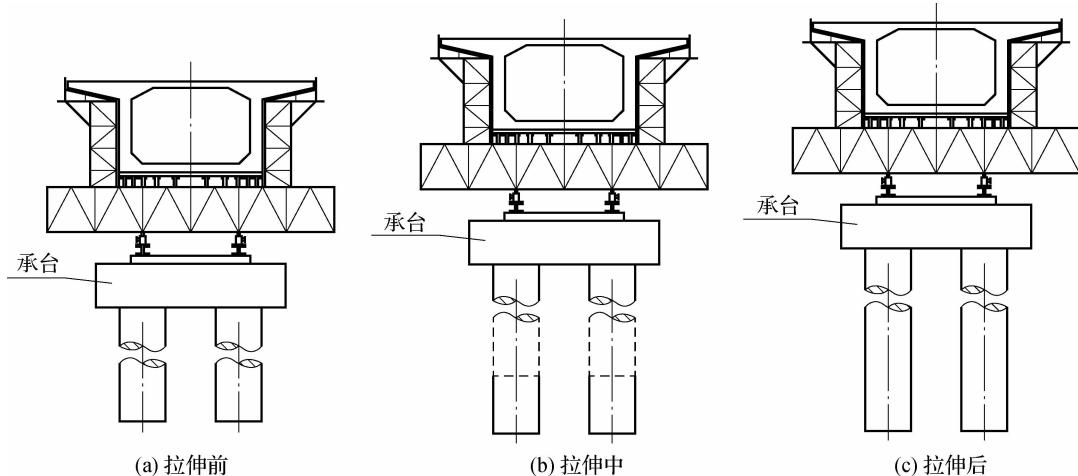


图 4-17 拉伸桥墩立柱



经验技巧

使用“拉伸”命令时，一般只能采用交叉窗口或多边形窗口的方式来选择对象，可以采

用 remove(删除)方式取消不需要拉伸的对象。其中,比较重要的是必须确定端点是否应该包含在被选择的窗口中。如果端点包含在窗口中,则该点会同时被移动,否则该端点不会被移动。

4.3.5 拉长

使用“拉长(lengthen)”命令可以延长或缩短非闭合直线、圆弧、非闭合多段线、椭圆弧、非闭合样条曲线等图形对象的长度,也可以改变圆弧的角度。具体操作方法是:选择“修改”→“拉长”命令后,命令行提示如下。

命令:_lengthen

选择对象或 [增量(DE)/百分数(P)/全部(T)/动态(DY)]:

在命令行中输入 DY 后,选择要修改的对象,并指定新端点,即可实现拉长操作。示例如图 4-18 所示。

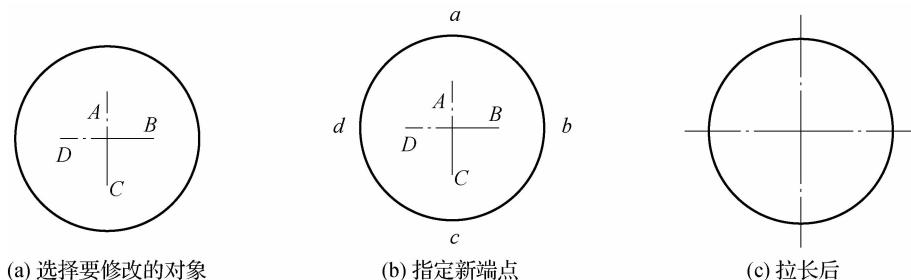


图 4-18 拉长圆的中心轴线

4.3.6 打断

“打断(break)”命令可将某一对象一分为二或去掉其中一段以减少其长度。AutoCAD 2011 提供了两种用于打断的命令:“打断”和“打断于点”。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。选择“修改”→“打断”命令或单击“修改”工具栏中的“打断”按钮 ,即可进行打断对象操作。如图 4-19 所示,启用“打断”命令后,先选择需打断的对象,然后点选两点即可将这两点之间的线段删除。

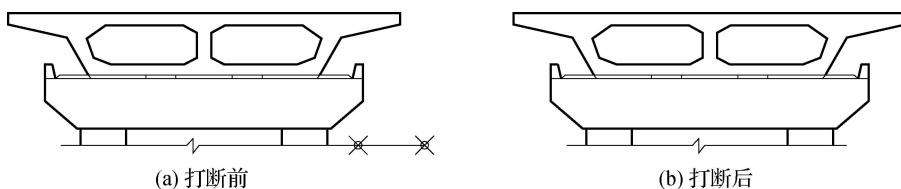


图 4-19 打断折断线

4.3.7 倒角和圆角

利用“倒角(chamfer)”或“圆角(fillet)”命令能够以平角或圆角的连接方式修改图形相接处的具体形状。这两个命令的不同之处在于“倒角”命令只能应用于图形对象间有相交性

的情况，而“圆角”命令可以应用于任何位置关系的图形对象之间。

1. 倒角

倒角是道路工程图样中常见的结构形式，它可以通过“倒角”命令直接产生。“倒角”命令可以连接两个不平行的对象，通过延伸或修剪使这些对象相交或用斜线连接。可以进行倒角操作的对象为直线、多段线、射线和构造线（参照线）等。在创建倒角时，可以指定距离以确定每一条直线应该被修剪或延伸的总量，或指定倒角的长度及它与第一条直线形成的角度。选择“修改”→“倒角”命令或单击“修改”工具栏中的“倒角”按钮□，即可进行倒角操作。示例如图 4-20 所示。

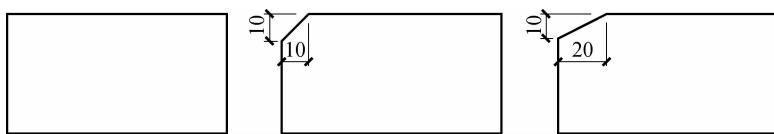


图 4-20 倒角示例

在桥涵工程图中，墩帽、涵洞和隧道都有帽石，帽石的抹角经常用“倒角”命令进行绘制，如图 4-21 所示。

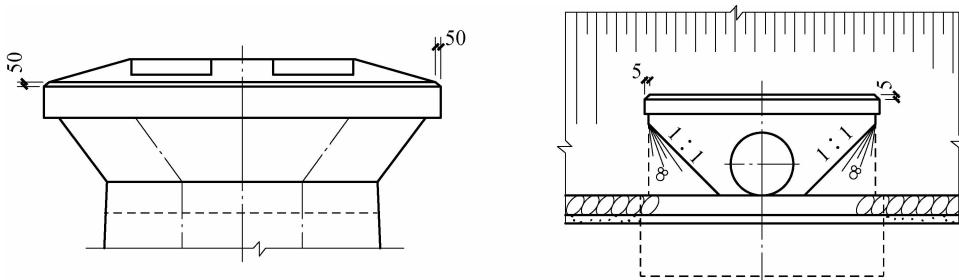


图 4-21 倒角应用示例

2. 圆角

“圆角”命令可使一个指定半径的圆弧与两个对象相切。可以进行圆角操作的对象为成对的直线、多段线的直线段、圆、圆弧、射线和构造线，以及互相平行的直线、构造线和射线。“圆角”命令更适于处理多段线，它不仅可以处理一条多段线的两个相交片段，还可以处理整条多段线。“圆角”命令的修剪模式有“修剪”和“不修剪”两种。选择“修改”→“圆角”命令或单击“修改”工具栏中的“圆角”按钮□，即可进行圆角操作，如图 4-22 所示。

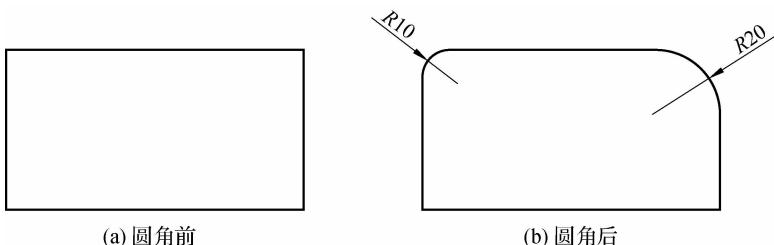


图 4-22 圆角示例

道路的平面线形是由直线和曲线构成的,由于在绘制平曲线中的圆曲线时已知若干曲线要素,因此有很多种绘制方法,但使用“圆角”命令进行绘制效果最好、效率最高。具体做法是先根据路线导线的交点坐标绘制路线导线,然后根据各交点的圆曲线半径选择两条导线,从而得到圆曲线,如图 4-23 所示。需要注意的是,修剪模式选择“不修剪”。

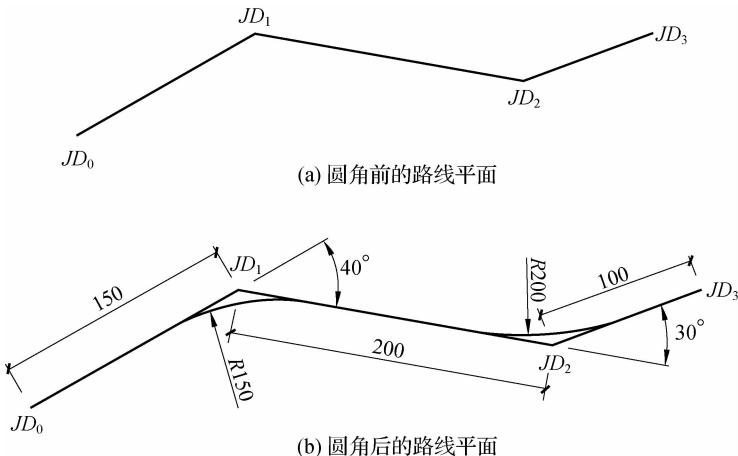


图 4-23 路线平面图中的圆角应用

4.3.8 合并和分解

1. 合并

使用“合并(join)”命令可将直线、圆弧、椭圆弧、样条曲线、螺旋线等独立的图元合并为一个对象。将相似的对象和与之合并的对象称为源对象。要合并的对象必须位于相同的平面上。直线对象必须共线(位于同一无限长的直线上),但是它们之间可以有间隙。当合并两条或多条圆弧(或椭圆弧)时,系统将从源对象开始沿逆时针方向合并圆弧(或椭圆弧)。

单击“修改”工具栏中的“合并”按钮 ++ ,按命令行提示选取源对象,然后选择要合并到源对象的对象,按 Enter 键即可将这两部分合并。如果在命令行中输入 L,系统将创建完整的对象。如图 4-24 所示,将椭圆弧合并为完整的椭圆。

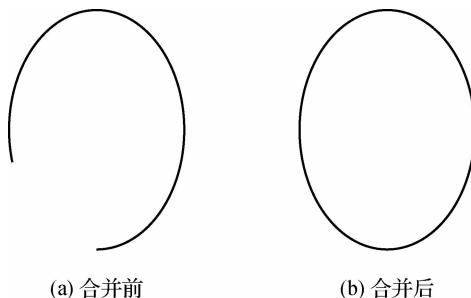


图 4-24 将椭圆弧合并为完整的椭圆

2. 分解

分解就是将一个图元分成若干个单独体。当图形被分解后,原图形中的每一个实体都