



21世纪交通版高等学校教材

交通工程CAD基础教程

Fundamentals of C.A.D. for Traffic Engineering

戴学臻 主编
陈宽民 主审



人民交通出版社
China Communications Press

21 世纪交通版高等学校教材

交通工程 CAD 基础教程

戴学臻 主编

陈宽民 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分12章,内容分为四个部分。第一部分为第一章,该部分主要介绍CAD的基本概念及交通工程CAD的发展,并对AutoCAD软件特点以及在交通行业内的运用给以简要介绍。第二部分为第二章到第八章,该部分介绍国际通用绘图软件AutoCAD的二维绘图、编辑和绘图技巧。第三部分为第九章,该部分介绍交通工程CAD的VBA二次开发。第四部分为第十章到第十二章,该部分对交通工程CAD通用软件的应用发展以及各软件的功能特性进行了详尽介绍,主要包括TransCAD交通规划和需求预测软件、Cube交通模拟与规划软件系统、Emme 3交通规划出行预测系统、TransModeler交通仿真系统和MapInfo桌面地理信息系统软件。

本教材适用于全日制本科教育交通工程专业;也可供城市轨道交通专业、公路与城市道路专业以及土建工程等有关专业的师生选用。此外,还可供从事交通工程和市政工程的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

交通工程CAD基础教程/戴学臻主编. —北京:人民交通出版社,2012.1

ISBN 978-7-114-09559-7

I. ①交… II. ①戴… III. ①交通工程—计算机辅助设计—AutoCAD软件—高等职业教育—教材 IV. ①U495
中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第270316号

21世纪交通版高等学校教材

书 名: 交通工程CAD基础教程

著 者: 戴学臻

责任编辑: 富砚博

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.cpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 13

字 数: 323千

版 次: 2012年1月 第1版

印 次: 2012年1月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09559-7

印 数: 0001-3000册

定 价: 28.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着计算机技术日新月异的发展,交通工程计算机辅助设计正以崭新的面目进入一个快速发展阶段。设计成果实现逐步优化,设计速度显著提高,设计手段更加完善。国内有关 CAD 方面的书籍尽管不少,但关于交通工程 CAD 方面的教材却不多,尤其是缺少基础教程及入门教材。学生不能系统地学习交通工程 CAD 辅助设计的知识和技术,限制了计算机在交通工程应用方面的发展和推广。本书的出版正好弥补了这一缺憾。通过本书的学习学生可以较系统地掌握交通工程 CAD 的基本知识和绘图技巧、专业软件的应用及编程基础,为将来从事交通工程设计等工作打下一个良好的基础。

全书共分 12 章,内容主要分为四个部分。第一部分为第一章,该部分主要介绍 CAD 的基本概念及交通工程 CAD 的发展,并对 AutoCAD 软件特点以及在交通行业内的运用给以简要介绍。学生通过本章学习,可以了解 CAD 的内涵、学习方法以及利用辅助线精确绘图的技巧。第二部分为第二章至第八章,该部分介绍国际通用绘图软件 AutoCAD 的二维绘图、编辑和绘图技巧,大部分绘图命令都配有详细的示例供学生参考和练习之用。学生在学习制图、计算机基础知识后,或在学习制图课程的同时即可学习该部分内容,重点应掌握计算机制图的基础知识和方法。第三部分为第九章,该部分介绍交通工程 CAD 的 VBA 二次开发。学生需在完成前八章的学习内容,并在对 VBA 编程语言有一定了解的基础上,再开始本章的学习。第四部分为第十章至第十二章,该部分对交通工程 CAD 通用软件的应用发展以及各软件的功能特性进行了简要介绍,主要包括 TransCAD 交通规划和需求预测软件、Cube 交通模拟与规划软件系统、Emme 3 交通规划出行预测软件、TransModeler 交通仿真系统、MapInfo 桌面地理信息系统软件等。

本书由长安大学公路学院交通工程系戴学臻编写第一章至第八章,张波整理并编写第九章和第十一章,邢磊整理并编写第十章和第十二章,全书由戴学臻统稿。长安大学公路学院交通工程系主任陈宽民教授担任本书的主审。本书在定稿过程中得到了诸多领导、学者和朋友的帮助,特于此一并感谢。

本书如有未尽善之处,希望有关院校师生及读者提出宝贵意见,以便及时修改完善。

编 者
2011 年 10 月

目 录

第一章 交通工程 CAD 概述	1
第一节 CAD 基本概念	1
第二节 交通工程 CAD 研究及应用现状	3
第三节 AutoCAD 软件简介	4
第四节 良好绘图习惯的培养	6
第五节 设计范例——辅助线运用	7
本章小结	8
练习题	9
第二章 绘图基础	10
第一节 光栅图与矢量图	10
第二节 坐标系与坐标	12
第三节 设置绘图环境	13
第四节 视图控制	19
本章小结	23
练习题	23
第三章 精确绘图设置与图层编辑	24
第一节 捕捉和栅格	24
第二节 正交与极轴追踪	26
第三节 对象捕捉与对象捕捉追踪	28
第四节 图层编辑	31
本章小结	37
练习题	37
第四章 初级二维绘图	38
第一节 绘制直线	38
第二节 绘制矩形和正多边形	40
第三节 绘制圆	41
第四节 绘制圆弧	44
第五节 绘制椭圆	46
第六节 绘制圆环	47
第七节 绘制点	47

第八节 自定义按钮设置	48
第九节 设计范例——初级绘图	49
本章小结	50
练习题	50
第五章 初级编辑	52
第一节 实体选择	52
第二节 放弃和重做	56
第三节 删除	57
第四节 复制	57
第五节 移动	58
第六节 旋转	58
第七节 镜像	59
第八节 偏移	60
第九节 阵列	61
第十节 缩放	63
第十一节 使用夹点模式编辑	64
第十二节 设计范例——编辑运用	67
本章小结	68
练习题	68
第六章 编辑和绘制复杂二维图形	70
第一节 拉伸	70
第二节 对齐	71
第三节 打断	72
第四节 修剪	73
第五节 延伸	74
第六节 倒角	75
第七节 圆角	76
第八节 分解	77
第九节 创建多线	77
第十节 创建和编辑多段线	79
第十一节 图案填充	82
第十二节 设计范例——绘制标线图	90
本章小结	91
练习题	91

第七章 文字、表格与块操作	93
第一节 单行文字	93
第二节 多行文字	95
第三节 文字样式	96
第四节 特殊字符的输入	98
第五节 表格	98
第六节 创建并编辑块.....	101
第七节 块属性.....	107
第八节 设计范例——制作图块.....	112
本章小结.....	113
练习题.....	113
第八章 尺寸标注与打印输出	115
第一节 尺寸标注的概念.....	115
第二节 尺寸标注的样式.....	116
第三节 创建尺寸标注.....	126
第四节 编辑尺寸标注.....	131
第五节 标准图框制作.....	132
第六节 打印输出.....	134
第七节 设计范例——标注标志牌图并按比例打印.....	145
本章小结.....	145
练习题.....	145
第九章 交通工程 CAD 的 VBA 二次开发	147
第一节 AutoCAD VBA 基础	147
第二节 AutoCAD ActiveX 技术	152
第三节 交通工程 CAD 的 VBA 二次开发示例	155
本章小结.....	160
练习题.....	160
第十章 TransCAD 交通规划软件	161
第一节 TransCAD 的组成和功能	161
第二节 TransCAD 组件和界面	162
第三节 TransCAD 的基本操作	163
本章小结.....	168
第十一章 Cube 交通规划软件	169
第一节 Cube 软件	169

第二节	Cube 交通规划模型	172
第三节	Cube 应用指导	173
	本章小结	176
第十二章	交通工程 CAD 其他常用软件	177
第一节	Emme 3 交通规划出行预测系统	177
第二节	TransModeler 交通仿真系统	180
第三节	MapInfo 桌面地理信息系统软件	188
	本章小结	193
附录	常用 CAD 快捷键命令	194
	参考文献	197

第一章 交通工程 CAD 概述

第一节 CAD 基本概念

一、CAD 的概念

计算机辅助设计又称 CAD(Computer Aided Design),它是以计算机为工具,以人为主体的一种设计方法和技术。特点是把计算机的计算、存储和图形处理功能与人的创造思维能力相结合,从而提高设计质量,缩短设计周期,降低生产成本,以及有助于产品数据的管理。

在工程和产品设计中,计算机可以帮助设计人员完成数值计算、信息存储和制图等工作。在设计中通常要用计算机对不同方案进行大量的计算、分析和比较,以决定最优方案;各种设计信息,不论是数字的、文字的或图形的,都能存放在计算机的内存或外存里,并能快速地检索;设计人员通常用草图开始设计,将草图变为工作图的繁重工作交给计算机完成;由计算机自动产生的设计结果,并快速用图形方式显示出来,使设计人员及时对设计作出判断和修改;利用计算机可以进行与图形的编辑、放大、缩小、平移和旋转等有关的图形数据加工工作。CAD 能够减轻设计人员的劳动强度,缩短设计周期并提高设计质量。

二、CAD 的基本特征

人类在表达思想、传递信息时,最初采用图形,后来逐渐演化发展为具有抽象意义的文字。这是人类在信息交流上的一次革命。在信息交流中,图形表达方式比文字表达方式具有更多的优点。一幅图纸能容纳下许多信息,表达内容直观,一目了然,在不同的民族与地区具有表达思想的相通性,而往往可以反映用语言、文字也难以表达的信息。

工程图是工程师的语言。绘图是工程设计乃至整个工程建设中的一个重要环节。然而,图纸的绘制是一项极其繁琐的工作,不但要求正确、精确,而且随着环境、需求等外部条件的变化,设计方案也会随之变化。一项工程图的绘制通常是在历经数遍修改完善后才完成的。

在早期,工程师采用手工绘图。他们用草图表达设计思想,手法不一。后来逐渐规范化,形成了一整套规则,具有一定的制图标准,从而使工程制图标准化。但由于项目的多样性、多变性,使得手工绘图周期长、效率低、重复劳动多,从而阻碍了建设的发展。于是,人们想方设法地提高劳动效率,将工程技术人员从繁琐重复的体力劳动中解放出来,集中精力从事开创性的工作。例如,工程师们为了减少工程制图中的许多繁琐重复的劳动,编制了大量的标准图集,提供给不同的工程以备套用。

工程师们一直梦想着能甩开图板,实现自动化画图,将自己的设计思想用一种简洁、美观、标准的方式表达出来,便于修改,易于重复利用,提高劳动效率。

随着计算机的迅猛发展,工程界的迫切需要,计算机辅助绘图(Computer Aided Drawing)应运而生。早期的计算机辅助设计系统是在大型机、超级小型机上开发的,一般需要几十万甚

至上百万美元,往往只有在规模很大的汽车、航空、化工、石油、电力、轮船等行业部门中应用,工程建设设计领域各单位工程制图则难以望其项背。进入 20 世纪 80 年代,微型计算机的迅速发展,使计算机辅助工程设计逐渐成为现实。计算机绘图是通过编制计算机辅助绘图软件,将图形显示在屏幕上,使用光标可以对图形直接进行编辑和修改。由计算机配上图形输入和输出设备(如键盘、鼠标、绘图仪)以及计算机绘图软件,组成一套计算机辅助绘图系统。

由于高性能的微型计算机和各种外部设备的支持,计算机辅助绘图软件的开发也得到长足的发展。

三、CAD 系统组成

CAD 系统通常是指以具有图形功能的交互计算机系统,主要设备包括:计算机主机、图形显示终端、图形输入板、绘图仪、扫描仪、打印机、磁带机,以及各类软件。

(1)工程工作站:一般指具有超级小型机功能和三维图形处理能力的单用户交互式计算机系统。它具有较强的计算能力,采用规范的图形软件,配有高分辨率的显示终端,可以在局域网网上工作。

(2)个人计算机(PC)系统价格低廉,操作方便,使用灵活。20 世纪 80 年代以后,PC 机性能不断提升,硬件和软件发展迅猛,加之图形卡、高分辨率图形显示器的应用,以及 PC 机网络技术的发展,由 PC 机构成的 CAD 系统大量涌现,迅速得到普及。

(3)图形输入输出设备:除了计算机主机和一般的外围设备外,计算机辅助设计主要使用图形输入输出设备。图形输入设备的一般作用是把平面上点的坐标送入计算机。常见的输入设备有键盘、光笔、触摸屏、操纵杆、跟踪球、鼠标器、图形输入板和数字化仪。图形输出设备分为软拷贝和硬拷贝两大类。软拷贝设备指各种图形显示设备,是人机交互必不可少的;硬拷贝设备常用作图形显示的附属设备,它可把屏幕上的图像复制下来,以便保存。常用的图形显示有三种:有向束显示、存储管显示和光栅扫描显示。有向束显示应用最早,为了使图像清晰,电子束必须不断重画图形,故又称刷新显示,它易于擦除和修改图形,适于用作交互图形。存储管显示保存图像而不必刷新,故能显示大量数据,且价格较低。光栅扫描系统能提供彩色图像,图像信息可存放在所谓帧缓冲存储器里,图像的分辨率较高。

(4)CAD 软件:除了计算机本身的软件如操作系统、编译程序外,CAD 系统主要使用交互式图形显示软件、CAD 应用软件和数据库管理软件 3 类软件。

交互式图形显示软件用于图形显示的开窗、剪辑、观看,图形的变换、修改,以及相应的人机交互。CAD 应用软件提供几何造型、特征计算、绘图等功能,以完成面向各专业领域的各种专门设计。构造应用软件的 4 个要素是:算法、数据结构、用户界面和数据管理。数据库管理软件用于存储、检索和处理大量数据,包括文字和图形信息。为此,需要建立工程数据库系统。它同一般的数据库系统相比有如下特点:数据类型更加多样、设计过程中实体关系复杂、库中数值和数据结构经常发生变动、设计者的操作主要是一种实时性的交互处理。

(5)基本技术:主要包括交互技术、图形变换技术、曲面造型和实体造型技术等。

在计算机辅助设计中,交互技术是必不可少的。交互式 CAD 系统是指在使用 CAD 系统进行设计时,人和机器可以及时地交换信息。采用交互式系统,人们可以边构思、边打样、边修改,随时可从图形终端屏幕上看到每一步操作的显示结果,非常直观。

(6)图形变换:主要功能是把用户坐标系和图形输出设备的坐标系联系起来;对图形作平移、旋转、缩放、透视变换;通过矩阵运算来实现图形变换。

(7) 计算机设计自动化: 计算机自身的 CAD, 旨在实现计算机自身设计和研制过程的自动化或半自动化。研究内容包括功能设计自动化和组装设计自动化, 涉及计算机硬件描述语言、系统级模拟、自动逻辑综合、逻辑模拟、微程序设计自动化、自动逻辑划分、自动布局, 以及相应的交互图形系统和工程数据库系统。

第二节 交通工程 CAD 研究及应用现状

交通建设是对国民经济发展具有全局性、先导性影响的行业, 是较早应用计算机技术并取得显著成效的重要行业之一。通过多年探索和实践, 交通工程计算机应用无论从应用范围还是从应用深度, 都取得了较大发展。

在交通工程的发展过程中, 世界各国一直致力于 CAD 技术在交通数据分析和管管理、交通模型构建以及交通规划领域的应用研究。

国外关于交通工程 CAD 技术的研究开发, 研究成果最具代表性的应属美国, 其研究成果在世界范围内的应用也最为广泛。国外主要系统包括: Emme、TransCAD、Cube、TransModeler 等。

(1) Emme 是由加拿大 INRO 公司开发研制的一款交通规划出行预测系统, 现在已发展到第三代 Emme 3, 在数据整合、地理信息处理、路网编辑等功能上得到了很大的改进。该系统最显著的特点主要包括以下几个方面: 可直接整合使用 ESRI 的地理信息系统技术 (ArcGIS) 来更好地显示地理信息数据; 能将地理信息系统 GIS 文件, 直接转换成 Emme 3 模型路网文件, 路网精度更接近 GIS 文件的显示图像; 作为新的路网选择工具, 能在路网编辑界面中通过多边形区域选择部分节点和路段, 并对其范围内的网络属性进行赋值, 使路网编辑速度大大提高。Emme 在行业中已经成为大多数高级建模师可信赖的工具, 依靠其有效且强大的算法已经完成了世界上许多最复杂的交通系统模型的建立, 在交通模型领域内被誉为金牌标准系统。

(2) TransCAD 是由美国 Caliper 公司开发的一套强有力的交通规划和需求预测软件, 是第一个为满足交通专业人员设计需要而设计的地理信息系统 (GIS), 可以用于储存、显示、管理和分析交通数据, 同时将地理信息系统与交通需求预测模型和方法有机结合成一个单独的平台, 是世界上最流行和强有力的交通规划和需求预测软件。

(3) Cube 交通软件包是由美国 Citilabs 公司开发的一套卓越的交通模拟与规划软件系统, 同时也是交通规划领域使用最广泛的软件。它是一套综合的交通模拟与规划软件系统, 拥有一套完整的用于交通规划的软件模块。使用 Cube, 用户能统计、对比和输出高质量的图形和各种类型的报告, 快速生成决策信息。

(4) TransModeler 是一个基于地理信息系统的交通仿真模型, 为众多交通规划和仿真建模任务提供最有效的解决方案。其使用先进的驾驶行为模型来模拟路网上的交通流现象, 对通过仿真再现拥堵状态下复杂交通流的交叉交织难题有独到突破。同时, TransModeler 和 TransCAD 共享一系列强大的数据处理、地理信息系统和制图功能, 可以在 TransCAD 和其他规划软件的模型数据的基础上, 快速创建真正有实用定量分析价值的交通仿真模型。

国内关于交通工程 CAD 的软件系统开发研究相对较少, 其中以东南大学交通学院开发的“交运之星——Tran Star”为代表。该系统有 3 个版本: 城市交通版、交通管理版、公路交通版。该软件能为各类交通规划方案提供详细的交通运输需求、道路交通流量、车辆行驶速度、网络交通质量等交通分析与评价指标的预测结果及方案实施后交通系统能源消耗与交通环境影响

评价结果,为规划方案的制订提供可靠的决策依据。

这些软件的成功开发和推广应用,极大地推动了 CAD 技术在交通工程行业中的发展,也为交通行业的发展作出了巨大的贡献。

第三节 AutoCAD 软件简介

AutoCAD 则是美国 Autodesk 企业开发的一个交互式绘图软件,是用于二维及三维设计、绘图的系统工具,用户可以使用它来创建、浏览、管理、打印、输出、共享及准确复用富含信息的设计图形。

一、AutoCAD 软件特点

Autodesk 企业成立于 1982 年 1 月,在近 30 年的发展历程中,该企业不断丰富和完善 AutoCAD 系统,并连续推出 V1.0、V2.6、R9、R10、R12、R13、R14、R2000、R2004 等典型版本,直至最新的 AutoCAD 2010。使 AutoCAD 由一个功能非常有限的绘图软件发展到了现在功能强大、性能稳定、市场占有率位居世界第一的 CAD 系统。

AutoCAD 2010 的安装界面如图 1-1 所示。

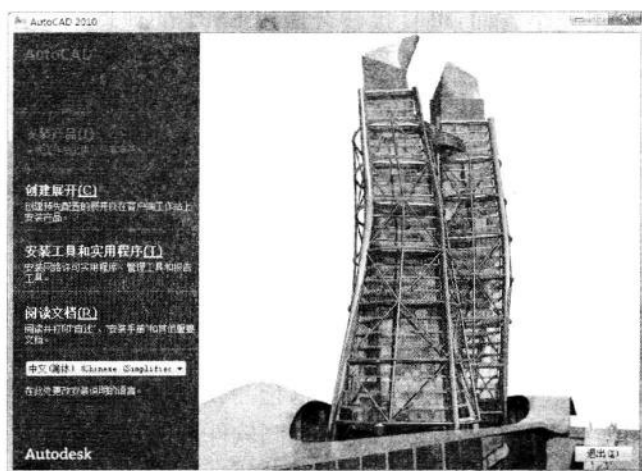


图 1-1 AutoCAD 2010 安装界面

AutoCAD 是目前世界上应用最广的 CAD 软件,具有如下特点:

- (1) 具有完善的图形绘制功能;
- (2) 具有强大的图形编辑功能;
- (3) 可以采用多种方式进行二次开发或用户定制;
- (4) 可以进行多种图形格式的转换,具有较强的数据交换能力;
- (5) 支持多种硬件设备;
- (6) 支持多种操作平台;
- (7) 具有通用性、易用性,适用于各类用户。

此外,从 AutoCAD 2000 开始,该系统又增添了许多强大的功能,如 AutoCAD 设计中心(ADC)、多文档设计环境(MDE)、Internet 驱动、新的对象捕捉功能、增强的标注功能以及局部打开和局部加载的功能,从而使 AutoCAD 系统更加完善。

虽然 AutoCAD 本身的功能集已经足以协助用户完成各种设计工作,但用户还可以通过 Autodesk 以及数千家软件开发商开发的 5 000 多种应用软件把 AutoCAD 改造成为满足各专业领域的专用设计工具。这些领域包括机械、测绘、土木工程、电子以及航空航天等。

二、AutoCAD 2010 的界面结构

AutoCAD 2010 中文版的操作窗口是一个标准的 Windows 应用程序窗口,包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏和绘图窗口等。操作窗口还包括命令输入行和文本窗口,通过它们使用者可以和 AutoCAD 系统之间进行人机交互。启动 AutoCAD 2010 后,系统会自动创建一个新的图形文件,并将该图形文件命名为“Drawing 1. Dwg”。因此启动后,在 AutoCAD 2010 的主窗口中就自动包含了一个名为“Drawing1. Dwg”的绘图窗口。

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、选项卡、面板、工具选项板、命令输入行窗口、坐标系图标和状态栏,如图 1-2 所示。

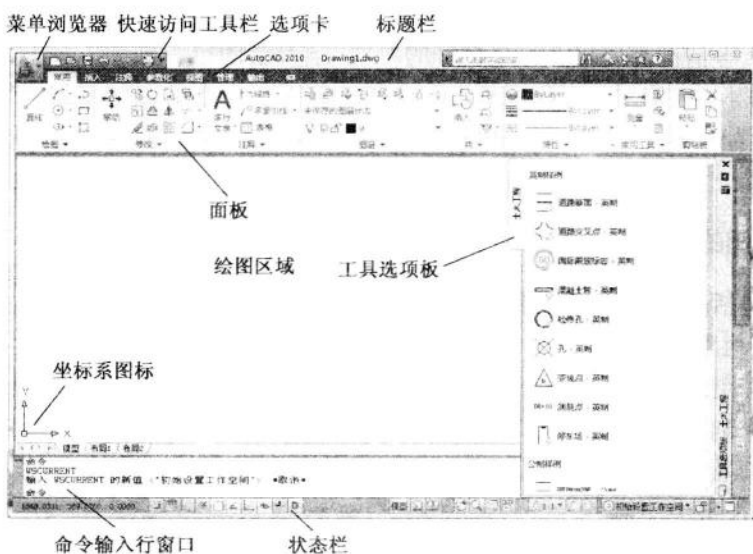



图 1-2 AutoCAD 2010 基本操作界面

AutoCAD 2010 有两个操作界面,可以通过单击【状态栏】中的  (切换工作空间)按钮进行切换,两个界面分别是“三维建模”和“AutoCAD 经典”。

◆注意:本书对 AutoCAD 2010 功能介绍时采用的是“AutoCAD 经典”界面。

三、AutoCAD 软件在交通行业的应用

AutoCAD 在交通行业有着十分广泛的发展和应⽤,其涉及的领域包括:公路工程、桥梁工程、交通工程、水运工程、港口装卸机械、内河船舶、交通智能等方面。

1984 年,交通部公路规划设计院与美国路易斯·伯杰工程公司合资建立华杰工程咨询公司,相继从美、德等国引进了包括 APLLO 图形工作站等硬件设备和路线平、纵、横断面设计与优化程序,CANDID 图形系统等总计近 20 万条源程序的成套的先进实用的公路路线 CAD 技术,为我国公路工程和交通行业大规模使用 CAD 技术作出了开创性的贡献。

在随后几年里由交通部公路规划设计院、同济大学、东南大学、西安公路学院、重庆公路科

学研究所等开展了针对 AutoCAD 在交通行业的应用研究,在我国“七五”、“八五”攻关期间相继开发了高等级公路路线综合优化和 CAD 系统、高等级公路桥梁计算机辅助设计系统、大直径桩连片式码头 CAD 系统、港口工程 CAD 系统、内河中小港用起重机研制及其 CAD 系统、计算机辅助船型论证系统 CASE、智能 CAD 系统等系统软件。

随后的研究中,又进一步开发 GPS 全球定位系统在公路测设中的应用技术,利用航测技术及遥感技术搜集公路沿线生态、地质、水文资料及采集地形地物数据,利用 GPS 全球定位系统与全站速测仪进行野外数据采集,完善路线设计与航测对接技术。开发由高速公路安全、监控、通信、计费等子系统组成的交通工程 CAD 系统,开发高速公路路网和路段的交通流量宏观仿真、交通事故预测、效益评估模型等技术。

近年来,随着 AutoCAD 及其二次开发技术在交通行业中的迅猛发展,各学科的相互交织,CAD 技术在交通行业中的应用研究已经取得了丰硕的成果。

第四节 良好绘图习惯的培养

无论干什么事情都需要培养一个良好的习惯,学习绘图也一样。工程绘图是一项严肃认真的事情,容不得半点偏差。工程图纸上一个数字甚至一个小数点的错误可能导致灾难性的后果。因此,作为未来的工程师必须培养良好的绘图习惯,良好的绘图习惯不但出错率低,而且效率大增。

一、设计绘图的流程

设计绘图包括 3 方面的内容:审图(或构思)、绘图以及复核。

1. 审图(或构思)

在进行工程图绘制过程中,首先需要审图(或构思)。在这一过程中要求工程师必须要对该工程图纸有深刻的理解,在完全理解图纸中每个细节含义后方可进行后续工作。前期的审图(或构思)是工程绘图的重要环节,但往往初学者会忽略这一步骤,急于展开下一步的绘图工作,其结果往往事半功倍。

2. 绘图

当完成了审图(或构思)后,就需要通过绘图完成工程图。这一过程至关重要,设计人员对工程的理解最终是通过图纸体现出来的。在绘图过程中必须仔细、认真,而且应学会利用先进、科学的方法来完成图纸,从而使工程图纸的绘制时间更短,图纸质量更高。

3. 复核

图纸的复核在实际工程设计中是一个重要的环节,一般都是由资深工程师来最后审核图纸。在实际学习中首先我们要学会复核自己绘制的图纸有没有错误和瑕疵。复核也是一个再学习的过程,可以通过复核加深对图纸的理解。

二、避免破数

在工程制图中,应该尽量避免破数(及近似小数)的出现。因为使用近似小数可能导致误差,而累积误差的产生对工程图纸的影响有时是“致命的”。为了避免出现近似小数,在绘图过程中要使用一定的绘图技巧,如:AutoCAD 允许输入“1/3”,就可以避免输入“0.3333”这样的数值。

三、充分利用 AutoCAD 的精确绘图功能

AutoCAD 软件之所以能在工程领域应用如此广泛,关键在于其强大的绘图功能,其中它的精确绘图辅助功能能够大大提高绘图精度、缩短绘图时间、提高工作效率。这些功能包括:正交锁定、对象捕捉、对象跟踪、栅格设定、步长锁定等,在接下来的章节会对它们做详细介绍。灵活使用这些功能可以使我们的工程绘图过程更加轻松、高效。

四、辅助线的运用

辅助线的运用是平面、立体几何绘图中常用的方法,在使用 AutoCAD 绘图软件时可以利用辅助线提高绘图效率、避免破数、完成精确绘图。并且,由于 AutoCAD 一些自身所带的功能使得辅助线的使用更广泛更容易。在辅助线使用完成后,请务必将其删除,以免影响绘图结果。

对于矢量图绘制,辅助线(无论直线、圆弧、其他曲线)的运用和平面几何中的尺规作图类似,但不完全一样。一些尺规作图不能完成的辅助功能,AutoCAD 依靠其内部的功能也可以完成,如:将一个角分成 3 等分(见第四章第七节)。

五、建议

- (1) 初学者不宜看太多太杂的书,应该按照教材系统正规地学习;
- (2) 学会看软件【帮助】,不要因为你是初学者就不看;“帮助”文件永远是最好的参考手册,虽然“帮助”文件中的文字有时很难看懂;
- (3) 不要放过任何一个看上去很简单的小问题——它们往往并不那么简单,或者可以引申出很多知识点;
- (4) 会用 AutoCAD 软件,并不能说明你会搞工程设计,设计是需要积累的;
- (5) 学一款软件并不难,难的是长期坚持实践和不遗余力地钻研;
- (6) 学习 CAD 最好的方法之一就是多练习,实践出真知;
- (7) 别指望看第一遍书就能记住和掌握什么——请看第二遍、第三遍……;
- (8) 把书上的例子在计算机上亲自实践一下,即便配套光盘中有源文件;
- (9) 把在书中看到的有意义的例子扩充,并将其切实运用到自己的工作学习中去;
- (10) 不要漏掉书中任何一个练习——请全部做完并记录下思路;
- (11) 即使绘图到一半,发现自己用的方法很拙劣时,也不要马上停止,应尽快将余下的部分尽快完成以保证这个设计的完整性,之后分析自己的错误并重新设计和工作;
- (12) 不要心急,熟练掌握 CAD 确实不容易,水平是在不断的实践中完善和提高的;
- (13) 每学到一个难点时,尝试给别人讲解这个知识点并让他理解——能够讲清楚才说明真的理解了;
- (14) 在和别人交流时,记录下自己忽视或不理解的知识点;
- (15) 保存好你做过的所有的源文件——那是你最好的积累之一,也是成长的历程。

第五节 设计范例——辅助线运用

下面通过一个具体的设计范例来讲解辅助线的使用方法。具体方法如下:

- (1) 如图 1-3a) 所示,图形由一根半径为 10mm 的圆弧与两根长度为 30mm 的直线构成,并

且弧线与直线相切。

(2)分析图形:根据图形条件,依据平面几何原理,可知线段 ac 垂直线段 cd ,且 ac 的长度为 10mm 、 cd 的长度为 30mm (其中 a 点为圆心),如图 1-3b)所示。

(3)方法一:首先绘制一个直角边分别为 10mm 和 30mm 的直角三角形,如图 1-4a)所示;可以看出这个三角形(def)与图 1-3b)中三角形(dac)完全相同;然后根据相同三角形对应角相等的原理,对称地画出该三角形,并利用 AutoCAD 的绘图功能中的(相切、相切、半径)绘制半径为 10mm 的圆与三角形的两条斜边相切,如图 1-4c)所示;最后,删除、修剪多余的辅助线,完成图形。

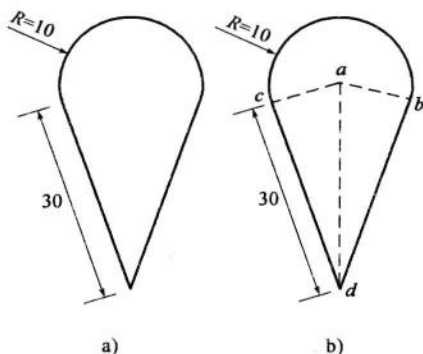


图 1-3 辅助线范例(尺寸单位:mm)
a) A图;b)B图

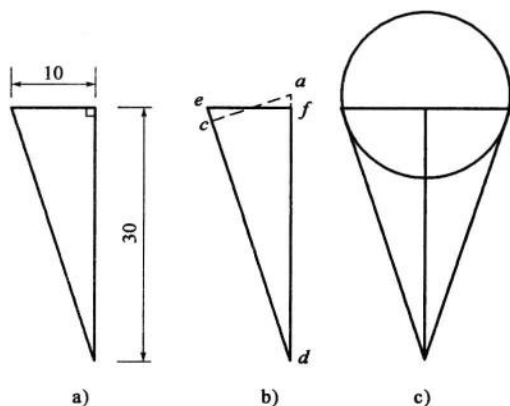


图 1-4 辅助线步骤一(尺寸单位:mm)
a) A图;b)B图;c)C图

(4)方法二:首先绘制一个直角边分别为 30mm 和 10mm 的直角三角形,如图 1-5 所示;然后再镜像该三角形并以其顶点为圆心绘制半径为 10mm 的圆。

如图 1-6 所示:三角形(agh)与三角形(ace)是相似三角形,故此,线段 ac 垂直于线段 ce , c 点就是切点;然后以 c 点和对称的 c' 点为圆心, 30mm 长度为半径,得出交点 d ,分别连接 cd 和 $c'd$ 即为所求直线;最后,删除、修剪多余的辅助线,完成图形。

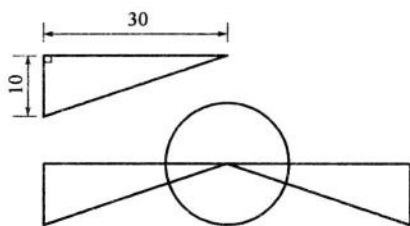


图 1-5 辅助线步骤二(1)(尺寸单位:mm)

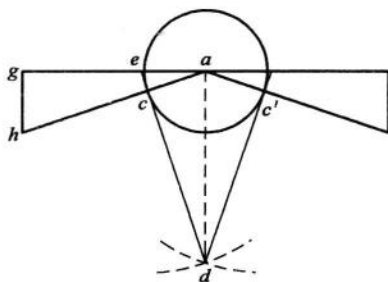


图 1-6 辅助线步骤二(2)

本章小结

本章主要介绍了交通工程 CAD 的发展,并对 AutoCAD 软件的特点以及在交通行业内的应用给以简要介绍。通过本章学习,读者应该可以了解 CAD 的内涵、学习方法以及利用辅助线精确绘图的技巧。

练 习 题

1. CAD 的基本概念是什么? 有何特征? 简述 CAD 的系统组成。
2. 简述交通工程 CAD 在国内外的研究及应用现状。
3. AutoCAD 软件有何特点?
4. 良好的绘图习惯指什么? 为什么要培养良好的绘图习惯?
5. 利用平面几何原理和 AutoCAD 功能, 就设计范例再想出几种辅助线的设计方法。