

普通高等教育交通运输类应用型特色规划教材



道路工程CAD

基础与实例

董满生 金灿 孙光灵 赵宝 编著

DAOLU GONGCHENG
CAD JICHU
YU SHILI



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育交通运输类应用型特色规划教材

道路工程 CAD 基础与实例

董满生 金 灿 孙光灵 赵 宝 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书对道路、桥梁、涵洞、交叉口等交通基础设施结构的施工图设计及绘制方法作了系统全面的介绍。主要内容包括道路纵、横断面的设计及绘制方法、公路横断面结构设计及绘制方法、弯道设计、道路交叉口及立交桥的平面绘制方法、桥梁、涵洞等构造物的绘制方法等,并以安徽省合肥市某大道及改造工程为例,介绍了运用 CAD 技术绘制道路施工图的方法。

全书以绘制实例及命令流贯穿始终,可作为交通工程、道路工程、桥梁工程等交通类专业的高等院校本科生、高职学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程 CAD 基础与实例 / 董满生等编著. —北京:
国防工业出版社, 2015. 12

普通高等教育交通运输类应用型特色规划教材

ISBN 978-7-118-10510-0

I. ①道… II. ①董… III. ①道路工程—工程制图—
AutoCAD 软件—高等学校—教材 IV. ①U412.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 306128 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市鼎鑫印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 386 千字

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前 言

CAD 技术因具有精确性、标准化和可读性好等优点,在道路行业中,尤其是在道路、桥梁、涵洞等道路工程设施的施工规划中应用得越来越广泛。因此,熟练掌握道路工程中常见设施的绘图方法、步骤及指令,对道路工程技术人员十分必要。

目前,国内在道路工程 CAD 方面的技术书籍有一个共同特点:理论体系较全面,而实例的规模均不甚大。对初学者来说,强调绘图的基础理论固然重要,但充足的实例分析也是他们迫切需要的。尤其是从零开始,学习如何绘制一幅完整的设计图,更能够加深他们对于绘图过程及命令的理解和认识。

针对这一现状,为满足一线广大工程技术人员对 CAD 教材专业性、操作性、实用性的希冀,本书以城市道路、交叉口、立交桥、公路、桥梁及涵洞等常见交通设施的完整设计图纸为例,从零开始完整呈现设计图的绘制过程和命令,向读者直观展示基本设计原理、绘制思路和分步绘制效果,培养读者运用 CAD 技术解决道路工程实际绘图问题的能力。

全书编写分工如下:全书章节安排及统稿由董满生和金灿共同负责,第一、二、七、八章由合肥工业大学董满生执笔,第三章由安徽理工大学赵宝执笔,第四章由安徽建筑大学孙光灵执笔,第五、六章由合肥工业大学金灿执笔。需要强调的是,本书的成稿绝非一、二人之功,而是多人的智慧结晶。在本书的编写过程中,研究生胡晴、任一博参与第一、七、八章的文字编辑;研究生郝艳海参与第二、三章的编撰工作,绘制第二、三、四章插图;研究生王鑫磊参与第五、六章的文字编辑与校验。为了便于读者练习校验,作者将免费向读者提供书中主要图形的 CAD 文件。

由于时间仓促,作者水平有限,书中难免存在错误、纰漏之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

2015 年 8 月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 道路 CAD 概况	1
1.1.1 道路 CAD 系统结构	2
1.1.2 道路 CAD 的发展阶段	2
1.1.3 国内道路 CAD 的发展与应用	3
1.1.4 国外道路 CAD 的发展与应用	4
1.1.5 国外优秀的道路 CAD 软件的概略介绍	5
1.2 本章小结	8
第二章 AutoCAD 的基础知识	9
2.1 AutoCAD 概述	9
2.1.1 AutoCAD 简介	9
2.1.2 AutoCAD 基础知识	9
2.1.3 绘图环境的设置	14
2.1.4 绘图辅助工具	19
2.1.5 命令执行	22
2.1.6 坐标输入	22
2.1.7 图形选择	23
2.1.8 图形删除	23
2.2 二维绘图命令	24
2.3 图形编辑命令	35
2.4 尺寸标注	48
2.5 图形输出打印	55
2.5.1 模型空间打印	55
2.5.2 布局空间打印	56
2.6 本章小结	57
思考与习题	58
第三章 道路纵断面和横断面辅助设计	60
3.1 图框设置	60
3.2 道路纵断面设计	62

3.2.1 概述	62
3.2.2 某地公路案例纵断面的设计步骤	63
3.3 道路横断面设计	75
3.3.1 公路横断面组成	75
3.3.2 某地公路案例横断面的设计步骤	77
3.4 本章小结	87
思考与习题	87
第四章 道路限界及路基路面辅助设计	88
4.1 道路用地范围与建筑限界	88
4.1.1 公路用地范围	88
4.1.2 道路建筑限界	89
4.1.3 隧道断面辅助设计	89
4.2 道路横断面类型	93
4.2.1 公路横断面类型	93
4.2.2 城市道路横断面类型	95
4.2.3 路幅断面辅助设计	98
4.3 车道宽度及弯道加宽	100
4.3.1 车道宽度	100
4.3.2 弯道加宽	103
4.4 路肩、中间带、紧急停车带	106
4.4.1 路肩	106
4.4.2 中间带	111
4.4.3 紧急停车带	116
4.5 路拱、边沟及截水沟	119
4.5.1 路拱	119
4.5.2 边沟和截水沟	120
4.6 弯道的超高与超高的过渡	127
4.6.1 超高	127
4.6.2 超高的过渡	128
4.7 路基横断面案例设计步骤	129
4.8 本章小结	132
思考与习题	133
第五章 交叉口、立交桥平面辅助设计	134
5.1 交叉口平面辅助设计	134
5.2 立交桥平面辅助设计	144
5.3 本章小结	148
思考与习题	148

第六章 桥梁、涵洞计算机辅助设计	149
6.1 梁桥设计目标及前期准备	149
6.2 梁桥 CAD	150
6.2.1 总体布置图	150
6.2.2 桥梁结构图 CAD	174
6.3 涵洞 CAD	194
6.3.1 绘图前准备	194
6.3.2 涵洞一般总体构造图	194
6.4 本章小结	205
思考与习题	206
第七章 公路设计案例	207
7.1 公路设计目标及前期准备	207
7.2 路线平面设计图的绘制	208
7.2.1 工程概况及平面图	208
7.2.2 平面图的绘制	209
7.3 路线纵断面设计图的绘制	215
7.3.1 工程概况及纵断面图	215
7.3.2 纵断面图的绘制	216
7.4 路面结构图的绘制	220
7.4.1 工程概况及路面结构图	220
7.4.2 绘制路面结构图	221
7.5 本章小结	224
思考与习题	224
第八章 城市道路设计案例	226
8.1 工程概况	226
8.2 城市道路平面图的绘制	227
8.2.1 城市道路平面图中心线的绘制	227
8.2.2 城市道路平面图的绘制	228
8.3 城市道路断面图的绘制	229
8.4 城市道路路面结构图的绘制	232
8.5 城市道路排水管道平面图的绘制	237
8.6 城市道路排水管道纵断面图的绘制	242
8.7 城市道路交叉路口高程布置图的绘制	245
8.8 本章小结	246
参考文献	247

本章主要介绍道路 CAD 概况,包括道路 CAD 的系统结构、发展阶段、国内外道路 CAD 的发展与应用,并且简单介绍了几种优秀的道路 CAD 软件。

计算机辅助设计 (Computer Aided Design) 软件,简称 CAD。它是近 40 年来工程技术领域公认的发展最迅速、最引人注目的综合技术之一,正在深刻影响着当今的各个工程设计领域。随着时代的发展,特别是计算机硬件及软件相关技术的发展已成为工程设计及教学科研中不可或缺的组成部分。它将计算机迅速、准确地处理数据的特点与人类的创造性思维相结合,为现代设计提供了理想手段。不仅可以缩短工程的设计周期、减少设计人员的繁杂劳动,而且能提高工程质量、降低成本。

CAD 具有易于掌握、使用方便、体系结构开放等优点,能够绘制二维图形与三维图形、标注尺寸、渲染图形以及打印输出图纸。目前 CAD 技术已广泛应用于道路工程设计领域的各个阶段,它显著提高了公路设计的质量,加快了设计速度,使公路建设项目达到了方案优、投资省、工期短、效益好的要求。

1.1 道路 CAD 概况

道路 CAD 系统即利用计算机辅助设计系统进行路线设计,在数字地面模型 (DTM) 的支持下,借助数学方法,由计算机初定平面位置,并通过人机对话对设计方案进行修改;经过不断的人机交互作用,进行优化设计,根据计算机选择的最优方案和数字地面模型提供的地形资料完成整个路线平面、纵断面和横断面的设计,以获得切合实际的最优方案,在设计完成时可以利用绘图机输出各设计阶段所需的相应的图纸和表格。

道路 CAD 领域的软件最初大致可分为两类:一类是适用于结构工程的,如路基、路面、挡墙、桥涵等构造物的 CAD 设计软件;另一类是适用于路线工程设计的。前者偏重于力学数值计算,后者为带状建筑物,广泛绵延于地面之上,很多与地形、地物、地质水文等有关的自然地理数据是设计的原始依据。同时,很多经济与交通状况的动态发展因素也会对设计产生很大影响。因此,它涉及很多地理数据采集工作和图形处理工作。这两种类型的软件在不断发展的同时,也有集成到同一软件包的产品出现。

20 世纪 80 年代中期,国内高等院校和生产单位在计算机辅助设计公路路线方面开展研究,开发和引进了一些辅助设计系统,该系统软件由数字地面模型子系统,路线平、纵优化子系统,路线设计子系统,立体交叉口设计子系统,公路中、小桥涵设计子系统,公路工程造价分析子

系统六大专业设计子系统组成。该系统覆盖了地形数据采集—建立数字地面模型—人机交互地进行路线平、纵、横设计,线性优化设计和人工构造物的设计—图和表屏幕编辑,并最终完成图纸的绘制以及工程造价分析等成套 CAD 技术。这些技术一经推出便得到了推广,取得了显著的工程效益。

1.1.1 道路 CAD 系统结构

道路 CAD 软件系统一般包括六个模块:野外线路平面测量和高程测量数据的录入、编辑和存储模块、数字地面模型的建立;平面设计,纵断面设计及横断面设计数据的录入、编辑和存储模块;根据路线平面设计,绘制路线平面图;根据路线纵断面设计,绘制路线纵断面图;根据路线横断面设计,绘制路线横断面图;路基构件的绘制。

在道路设计中采用 CAD 技术,具有以下明显的优势特点:提高设计工作效率,缩短设计周期,采用 CAD 技术可以使设计效率提高 1~25 倍,绘图效率提高 20 倍,设计周期缩短为原来的 $1/3 \sim 1/6$;提高设计质量,在数据库、程序库、图形系统的支撑下,有利于继承原有的设计经验、设计成果,计算机的高速、准确与人工交互设计相结合,可以方便地进行设计方案比选,得到优化的设计结果,从而节省工程投资,提高工程设计质量;使设计人员从繁琐的、重复性的设计工作中解放出来,以便将其聪明才智投入到创造性的设计工作中,集中精力于决策;有利于设计工作的规范化及设计成果的标准化。

1.1.2 道路 CAD 的发展阶段

公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,CAD 技术在道路交通领域的迅速发展始于 20 世纪 70 年代。公路 CAD 技术是伴随计算机技术的发展而逐步成熟、完善的。公路工程 CAD 技术的发展大致经历了以下几个阶段。

1. 单纯数值计算阶段

20 世纪 60 年代至 70 年代,由于计算机还不具备图形处理功能,在道路工程中计算机仅局限于代替过去纯手工进行的常规的数值计算问题,如公路平曲线要素计算、纵断面设计高程计算、里程桩号的推导、挡土墙的土压力计算等。由于早期的计算机运算能力较弱,算法语言的功能较差,没有较好的操作界面,开发的程序功能单一,因此,这个时期的计算机有以下特点:机型庞大,算法语言功能差、操作繁琐、使用不方便、外围设备差、程序功能单一、应用范围较窄。

2. 计算、制表、绘图一体化阶段

进入 20 世纪 80 年代,由于工作站和个人计算机的出现,算法语言功能的增强和汉字操作系统的不断完善,以及打印机和绘图机等计算机外部设备的不断改进,计算机发展到代替设计人员绘制工程设计图,编制和打印表格等。如道路工程的结构分析、线性优化和工程概预算编制等。由于个人计算机的出现,算法语言功能的增强,汉字操作系统的不断完善,外围设备的不断改进,这一阶段的应用包括从公路野外勘测获取地形数据到内业的平面、纵断面、横断面设计计算,最后形成了道路路线设计的全套成果。应用的重点是路线设计程序系统,开发的语言主要是 FORTRAN 语言和 BASIC 语言。

3. 计算机辅助设计阶段

20 世纪 90 年代后,由于个人计算机不断更新换代,功能进一步增强,运算速度加快,数据库技术、图形支持软件、人机交互技术及图形终端的不断发展,促使计算机辅助设计技术得到推

广应用。在选择设计参数、拟订初始设计方案阶段,计算机可以帮助设计人员进行分析、判断和决策,在设计过程中,使用人机交互技术让设计人员的工作变得更加轻松,并且可以不断优化设计,反复修改结果精益求精,可以自动形成规定的设计文件,计算机也可以从以前的被动执行命令变为主动提供提示和警告等。总而言之,计算机已经渗透到道路工程科研、设计、施工的各个领域,在道路规划、路线外业勘测和内业设计、公路人工构造物、公路概预算、施工组织管理、实验数据处理、公路养护管理、交通工程等方面都有成功的应用。

目前,公路 CAD 技术正在逐步走向系统化、集成化和商品化。但是,也不能忘了人的主导作用,计算机并不是万能的,它只是工具而已,寻求一种将整个设计工作交给计算机的做法是不切实际的。因为道路的规划和设计需要综合考虑自然环境、经济、技术、政治等因素的影响;加上有些因素很难用数学公式和模型表达出来。所以,如何确定参数、生成设计方案、构造物的结构形式等必须由设计人员来决定。

1.1.3 国内道路 CAD 的发展与应用

我国公路部门应用计算机起步较晚,20 世纪 70 年代中后期,有关公路科研单位、高等院校和公路测设部门开始研制与开发道路设计计算与优化程序,并取得了初步成果,由于当时开发环境(硬件与支持软件)的限制,开发的程序主要是替代设计人员进行数据处理与计算,这一阶段开发的程序功能单一,应用面较窄,还不是一个完整的程序系统。这段时期是道路设计应用计算机的探索阶段。

20 世纪 80 年代,随着计算机硬件的迅猛发展,特别是微型机的推广与普及,绘图支持软件不断丰富与完善,计算机在道路设计中的应用越来越广,真正成了辅助设计工具。

1984 年底,中美合营华杰公司引进美国 Louis Bereger 公司的 ESPADD - CANDID 软件系统,根据我国的技术标准和要求,在 Apollo 超级微机上进行了二次开发并投入了实际工程设计。

1986 年,道路和桥梁 CAD 被列入国家“七五”攻关项目,在交通部公路规划设计院,东南大学、西安公路交通大学等单位的通力协作下,开发的“高等级公路综合优化及计算机辅助设计系统”,于 1990 年 10 月通过了国家级鉴定。该系统以 Apollo 超级微机为主机,可以接收航测设备、数字化仪、带有自动化记录装置的速测仪或常规测量仪器集于一体的地形数据,系统以数字地面模型为基础,在给定路线方案后,可以进行平面线形与纵面线形的优化,完成路线平、纵、横设计,计算并绘制公路线形和全景透视图,同时完成挡墙、中小桥和涵洞等人工构造物的设计与绘图。在这一阶段,随着大量高档次微机和绘图设备不断涌入市场,为微机专门配备的图形软件也更趋完善,给道路微机 CAD 软件的开发提供了良好的软、硬件环境。有关大专院校和设计单位推出的各具特色的微机 CAD 软件也更加完善,由于微机系统价格低廉且人机交互性能良好,不需专门的机房,可以放在设计人员身边,让设计人员能够十分方便地使用,因此得到广泛的应用。这标志着我国道路计算机辅助设计技术已进入推广应用阶段。

可以预计:在不久的将来,随着计算机技术的迅速发展,图形编程系统、人工智能技术和专家系统在道路工程中的应用将越来越广泛,计算机辅助设计将步入一个新的高度。目前公路路线 CAD 辅助设计系统开发已非常普及,应用十分广泛。主要表现在以下几个方面:

1. 外业勘测

外业勘测主要是先通过试算初步确定曲线半径和缓和曲线长度参数,再进行平曲线的圆曲线和缓和曲线的详细勘测数据计算;这些数据繁琐且计算量大,采用传统方法计算时间长、易出

错、效率低。20 世纪 80 年代初,可编程计算器、PC-1500 机、PC-E500 机以其体积小、便于携带等特点在公路外业勘测中发挥了重要作用。近段时间,笔记本电脑也应用到外业勘测的全过程中,配合专用的外业程序可以完成绝大部分外业计算工作,但价格昂贵,可持续工作时间有限等问题限制了其在外业勘测现场的应用。计算机技术的飞速发展使得掌上电脑也已经在公路外业勘测现场得到应用,相信在不久的将来,一定会有更适用于外业勘测的软硬件相结合的全面解决方案。

2. 内业设计

CAD 技术最早应用于道路工程领域就是在内业设计方面,在我国道路工程技术人员和计算机技术人员坚持不懈的努力下,道路工程 CAD 技术在道路设计内业方面的应用已经比较成熟,大部分内业设计方面的 CAD 软件都可以完成对外业采集数据的处理、人机交互的设计过程和各種设计图表的生成。一大批内业设计软件正在被全国各个公路工程设计部门使用,路线设计方面有西安海地计算机软件开发有限公司的 HARD 2002 系统,辽宁省交通勘察设计院的路线 CAD,德国的 CARD/1 汉化版等;小桥涵设计方面有重庆公路勘察设计院的 PCV 软件,辽宁省交通勘察设计院的小桥涵设计成图系列软件等;沥青路面结构设计方面有哈尔滨建筑科技大学的 APDS97 软件等;桥梁设计计算软件有同济大学桥梁工程系的“桥梁博士”,北京新世纪软件的“桥梁大师”等;桥涵水文计算软件有西安海地计算机软件开发有限公司的 HARD BF2002 等,以上这些软件都在公路工程内业设计过程中发挥了重要作用。

3. 工程管理

公路工程管理工作涉及大量的数据计算和文字、图标处理,将计算机辅助管理技术应用到公路工程管理可以克服人工管理的局限性,优化资源配置,提高管理水平。珠海同望集团在国内的公路工程管理软件领域占有相当重要的地位,该集团开发了工程概预算软件、工程项目管理软件、标书制作与管理软件以及计量与支付软件等。其中公路工程概预算软件 WCOST 2000,大大减轻了工程概预算人员的劳动强度,提高了工程概预算的精度,在公路工程设计和施工部门得到广泛应用。

1.1.4 国外道路 CAD 的发展与应用

道路设计领域应用计算机已有 30 多年的历史了。计算机最初用来处理图形信息是很困难的,主要用于道路设计,完成繁重的计算任务,如路线平面、纵断面设计计算、路面结构分析计算等。20 世纪 60 年代初期,图形信息处理迈出了第一步,可以用光笔对其进行操作处理,这就是最初的一种交互式图形系统。到了 20 世纪 70 年代,随着集成电路技术的发展,小型计算机的普及,CAD 在土木工程领域才得到快速的发展。

从 20 世纪 70 年代开始,随着研究的深入,西方国家相继进行了道路路线纵断面优化技术方面的研究与软件研发工作。英国、日本、德国、丹麦、法国等国先后推出了比较成熟的纵断面优化程序系统。比较有代表性的有英国运输与道路研究所的 HOPS 纵断面选线最优化系统、法国的 APPOLON 纵断面优化程序系统、德国的 EPOS 程序、丹麦哥本哈根工业大学的程序等。纵断面优化程序的应用,在一定程度上提高了设计质量并相应降低了工程建设费用,根据联合国经济合作与开发组织进行的联合试验,通过对各国成果的总结表明:各国程序的优化效果还是令人满意的,纵断面优化设计程序的应用可以节约 15% 以上的土石方量以及 5% 的经济效益。这使得整个道路建设费用大大降低。

在纵断面优化设计技术的基础上,许多国家对一定宽度范围内的道路平面线形和空间立体线形的优化技术进行了研究。例如,在平面选线优化方面,有英国的 NOAN,美国普渡大学的 GCARS 程序,德国的 EPOS-1 程序。美国麻省理工大学把公路路线按三维空间优化开发了 OPTLOG 程序。但是,平面优化设计要比纵断面优化困难得多。首先,评价平面方案优劣的指标不易确定,在平面设计时,除了考虑纵断面因素以外,还要考虑一些非技术因素,如社会因素等。其次,从技术上来看,计算机内存有限,数字处理困难,所以,尽管国外一些发达国家早已着手这方面的研究,但是进展不大。

随着计算机绘图技术的发展,从 20 世纪 70 年代末开始,道路工程设计中便引入了计算机辅助设计系统。由计算机自动完成判别和设计计算,直接提供设计和施工图表。应用 CAD,可以使设计人员从繁琐、重复且易出错的工作中解脱出来,集中精力从事富有创造性的工作。

到了 20 世纪 80 年代,许多国家建立了由航测设备、计算机和专用软件包形成的组合系统,可以完成从数据采集、建立数字地面模型、线形优化和道路平、纵、横设计的计算机辅助设计的全过程,从而大大提高了道路工程设计的速度和质量。如美国 Louis Bereger 公司的 ESPADD 系统可用于公路、涵洞、桥梁及房屋建筑工程等的设计与绘图工作;英国的 MOSS 系统广泛地应用于地形的三维显示,土石方填挖体积和运距计算、测量资料的处理、公路工程设计和一些其他一些土建工程设计;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,可在超小型计算机工作站上接收速测信息,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 位小型计算机为主机,应用 Wild 解析立体测图仪直接从航测像片获取地面信息,建立地面信息数据库和数字地形模型,以此进行公路路线的初步设计和施工图设计,最终以施工图纸、屏幕显示或数据打印的方式输出设计成果。

进入 20 世纪 90 年代后,道路 CAD 系统开始进入成熟阶段。发展到今天,道路设计从由电子测量数据形成三维数字地面模型,然后进行平、纵、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纯手工图板方法,实现了无纸化设计的梦想。许多国家建立了由航测设备、计算机和专用软件包组成的成套系统,可以完成从数据采集、建立数字地面模型、优化设计到设计文件编制的全部工作;系统都有成功的图形环境支撑,商品化程度很高。

道路 CAD 在国外已经历了 30 多年的研究和实践,其他高新技术的发展进一步推动了道路 CAD 技术的现代化,除平面与空间优化技术尚待进一步研究与完善外,CAD 的其余部分已进入了实用阶段,使得道路设计无论是在提高工效、质量或降低成本方面都已达到了新的水平。

1.1.5 国外优秀的道路 CAD 软件的概略介绍

1. 德国的 CARD/1

CARD/1 系统(Computer Aided Road Design)是由德国 IB&T 软件公司开发的一个集勘测、设计、绘图一体化的土木工程软件,已经具备了测量、道路、铁路、排水四个子系统。至今已有 20 多年的历史,目前已经发展到 8.0 版本了。它自设图形平台且具有自己的图形、表格、数据和文字编辑系统,数据在系统内部采用数据库相互关联的方式高效传输。CARD/1 系统不仅为工程技术人员提供了灵活方便的布线方法,同时也为设计人员提供了进行系统二次开发的语音平台,便于设计人员设计思想和目标的实现。

CARD/1 系统利用野外勘测数据或已有的数字化地形图,构建精密的三维数字地面模型,

实现公路平、纵、横线型的立体设计,最终达到设计、绘图一体化的目的。由于 CARD/1 系统是一个高度集成的土木工程勘测设计软件系统,功能众多,所以 CARD/1 系统特别适用于道路的勘测与设计,对于铁道,排水以及建筑景观规划、水利工程、矿山工程等各种土木工程都能有效发挥作用。在使用该系统过程中,从测量和数据采集开始,经数据的传输和处理、中线设计、纵断面和横断面设计、土石方计算、直到交付使用的施工图纸和文件,都可以随时高效地完成任务。

其主要特点如下:

(1) 具有独立的图形平台和统一的数据编译系统。

(2) 设计与绘图分开。CARD/1 的工作过程将设计与绘图分开,设计时只显示与设计相关的信息,设计完成后可通过控制文件产生所需的绘图,设计过程将永久保留。设计调整后,通过绘图控制文件可对绘图进行及时刷新,无需删除原来的图形。

(3) 具有先进的设计思想和方法。CARD/1 采用了实用的全站仪野外数据采集、建立地面模型进行道路设计的思想和方法,它可使复杂条件下的多方案比选设计更加方便,使设计的合理性和效率显著提高。CARD/1 路线设计方面采用的是曲线法,其兼容传统的积木法和交点法设计思想,可以使设计者合理、快速、灵活、方便地达到设计目的。

(4) 设计精细,功能广泛。在构成数字地面模型时运用 CARD/1 软件的构网规则,可建立高质量的数字模型,在纵断面拉坡时,可以及时显现单位宽度的土石方累计曲线以判断土石方的平衡;对文字和图形的编辑也有不少独特的功能。CARD/1 整个系统有大小功能 1000 多项,能满足公路、市政道路和铁路设计各个阶段的各种要求,其中包括高速铁路和磁悬浮列车轨道设计。

(5) 采用模块化结构,模块相互独立,构成通用的 CAD 整体。

(6) CARD/1 的功能较多,在测绘领域有测量、地形图处理及数字地面模型处理模块;在道路设计领域以三维数字地图数据库为基础,进行道路三维设计;铁路设计领域除包括道路设计模块的全部功能外,还针对铁路设计的具体情况,增加了更多适合铁路设计的功能,主要是铁路线形设计模块和道岔设计模块;在给排水管网设计领域,CARD/1 可同时进行 20 余种不同类型的污水、雨水计算,并有能力处理多达 30000 余个管线给水网络的水力平差计算,容许每个网络中具有 1000 多个专门用水单位,可进行管网平面图设计、自动或交互式布置管线、检查井、雨水口等,并由程序自动连接。

2. 英国 MOSS

MOSS 系统创始于 20 世纪 70 年代,它是以公路工程起家的,目前适用于多种土木工程项目,除标准 MOSS 系统外,尚有现场使用的 SiteMOSS,图形显示使用的 VisMOSS,彩色环境显示使用的 EPIC 系统等。现已有英语版、法语版、意大利语版、日语版等,目前正在制作汉语版。

该系统采用了“串”(String)的概念,建立了多种形式的“串”线,每个串以标签、维和数码来表达,例如:等高线为二维串,山脚线、山脊线为三维串,测站线、断面串、土方量串为多维串等。

该系统建议废止传统的纵、横断面测量方法,直接依靠航测或地面速测建立数字地面模型作为设计的依据。除建立地表面三维模型外,还对构造物建立设计面模型,并建立有等级制度的模型群,即:模型文件—模型块—“串”线—点—维—数字。

主要特点:适用领域广泛,包括:公路设计,平面和环型交叉,互通式立交,山岭地区和沙漠地区道路设计,城市道路设计,路面改建和加宽,公路景观设计,矿山工程、铁路、机场和港口设

计,排水设计,建筑景观设计等;适用于多个国家的多种设计标准;具有完善的三维图形显示功能,对几何形体的图形显示与表达具有充分的灵活性;地面数据采集手段齐全,用“串”表达的方法既完整又精确;运用人机交互进行线形设计,包括平面、纵面设计和几何要素选择;各种分析和计算具备多种方法。

3. 美国 Intergraph 公司的 InRoads 软件

美国 Intergraph 公司全力发展 CAD 的系统技术已有 40 年的历史。20 世纪 70 年代末期,该公司已经拥有成套的土木建筑 CAD 系统、地图制作 CAD 系统和工厂设计系统。Intergraph 公司的 MicroStation 图形软件近年来在市场上已占有相当大的份额。20 世纪 90 年代推出的三维造型软件 ModelView 具备了极强的三维造型渲染功能。Intergraph 工程设计 CAD 整体系统具有先进的软硬件结构,有能够直接应用的多种工程软件系统,有一体化的综合解决问题的条件和手段。

InRoads 系统是重要基础设施的工程应用软件,它使交通规划和设计的全过程实现了自动化。整个设计过程可以统一在一个数据库的基础之上进行。InRoads 提供了可以进行陆上、水上和空中的交通设计的手段。该软件具备以下几种功能:直接处理来自全站仪、航摄相片、扫描文件立体摄像、ASCII 文件和其他数字化手段获得的数据;可以建立三维的数字地面模型,支持三维的交通基础设施的设计,数字地面模型可以用三角网或等高线显示。运用 ModelView 可以作出三维的造型渲染;InRoads 在定线设计中可以根据交点或是曲线要素设置各种类型的道路线形;对设计成果可以通过统计图表和规范数据等多种手段进行校核;根据交点和曲线要素设置各种类型的道路线形,纵断面和交叉口设计同样可以采用人机交互方式完成,并显示各阶段的设计图形;按所需标准进行超高计算并制成图表;可以在任何时候展示在多种标准横断面模式下所需的横断面图,并产生相应的超高及土方图表,并对设计成果通过统计图表和规范数据等多种手段进行校核;可以产生土石方计算表、土石方累积曲线和土石方运输图表;与 InFlow 软件联合使用可以进行排水设计和水文分析,并采用 ModelView 软件进行三维显示;与 I/RAS32 软件联合使用可以将航摄扫描图纸作为设计用的背景图。

4. 美国的 Eagle Point 软件

Eagle Point 软件由美国的 Eagle Point 软件公司开发,适用于道路规划设计、测量、建筑景观设计及地理信息系统和地图测绘等,是一种基于其他图形软件支撑的专业软件。它可以用 AutoCAD 图形软件或 MicroStation 图形软件支撑,获得同样效果。该软件在道路规划和设计子系统的主要功能是地面模型建立、平面布局设计、道路要素计算及剖面设计等几个主要模块。适用于道路线形设计、土石方计算等,包括最后的成图和输出,可以提供人机图形交互的操作方式。

5. 挪威的 NovaCAD 软件

NovaCAD 软件是一个以交通地理信息系统 TrafGIS 为基础的多模块集成系统。它具备公路、铁路、桥梁与结构设计的完整功能。适用于公路设计的子系统可以进行快速高效的设计工作,它包含:线形几何设计、交互式的纵断面设计、道路用地平面设计、横断面设计和土石方计算、图纸绘制、路面设计、交叉口平面和立面设计、工程量计算及设计文件形成等各种主要模块。

6. 加拿大的 GWN - ROAD 软件

加拿大 GWN(Great White North)公司是专门研究开发土木工程软件的公司,GWN - ROAD 软件是它开发的集成化整体软件中的重要组成部分。该软件具有较高的性价比,使用方

便灵活,它是基于美国道路技术标准(AASHTO)的交互式道路设计软件包,同时也可以人为地设计和规定参数,并可以在 Intergraph 的 MicroStation 上运行,并充分利用 MicroStation 的对话管理工具,使软件便于使用。它还可以在 AutoCAD 上灵活运行。

7. 比利时的 Star Info 软件

比利时的 Star Informatic 公司开发的 Star Info 软件土木工程软件已被 26 个国家的 3000 多个用户使用,其应用领域为公路、铁路、机场、建筑规划及地理信息系统等多方面的设计和管理。软件中适用于道路路线设计的主要模块有 Star Infra,Track CoreDesign,Digital Terrain Model 等,Star Info 软件是一个为基础设施进行布局设计的 CAD 系统,它包括输入设计项目的地理信息和原始数据,在三维的数字地面模型上进行道路或铁路等基础设施的设计。该软件可以采用交互式图形设计的操作方法,并可以绘制透视图。

1.2 本章小结

本章首先介绍了道路 CAD 系统的结构,其次分析了国内外道路 CAD 的发展与应用,最后介绍了国外几种优秀的道路 CAD 软件。

第二章

AutoCAD的基础知识

本章以 AutoCAD 2008 应用软件为例,主要介绍 AutoCAD 应用软件的基本知识,概略说明 AutoCAD 绘制简单二维图形的方法和命令以及如何绘制图形、编辑图形、标注尺寸和输出图形等。

图是工程师的语言,在工程上用来进行图案构思、设计、指导生产和施工,道路设计成果的很大部分是用图形来表达的,因此能够利用 AutoCAD 软件快捷准确地绘制图形,是每个土木工程设计施工人员必须掌握的技术。本章主要介绍 AutoCAD 的基础知识及应用实例。

2.1 AutoCAD 概述

2.1.1 AutoCAD 简介

CAD(Computer Aided Design) 的含义是指计算机辅助设计。AutoCAD 是美国 Autodesk 公司开发的一个交互式绘图软件,用于二维及三维图形设计、控制图形显示、渲染图形以及打印输出图纸等。在当前计算机辅助设计领域中,AutoCAD 被广泛应用于土木、建筑、地理信息等行业。

AutoCAD 自 1982 年问世以来,已历经十多次升级,从而使 AutoCAD 软件更加完善。AutoCAD 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。

2.1.2 AutoCAD 基础知识

1. AutoCAD 工作界面

启动 AutoCAD 系统后,可以打开图 2-1 所示的工作界面。AutoCAD 2008 的工作界面主要由标题栏、菜单栏、工具栏、绘图窗口、文本窗口、命令行及状态栏等组成。

1) 标题栏

AutoCAD 应用软件的标题栏位于操作界面的顶部。其左侧显示当前正在运行的软件图标、软件名称、版本号和文件名等信息,其右侧的最小化按钮、还原(最大化)按钮、关闭按钮主要控制界面的大小和退出 AutoCAD 软件。

2) 菜单栏(下拉菜单和快捷菜单)

AutoCAD 2008 中文版菜单如图 2-1 所示。它由【文件(F)】、【编辑(E)】、【视图(V)】、【插入(I)】、【格式(O)】、【工具(T)】、【绘图(D)】、【标注(N)】、【修改(M)】、【窗口(W)】和【帮助(H)】11 个主菜单构成,每个主菜单下又包含了子菜单,而部分子菜单还包括下一级菜单。菜单几乎包括了 AutoCAD 2008 的所有命令,用户可以完全通过菜单绘制图形。

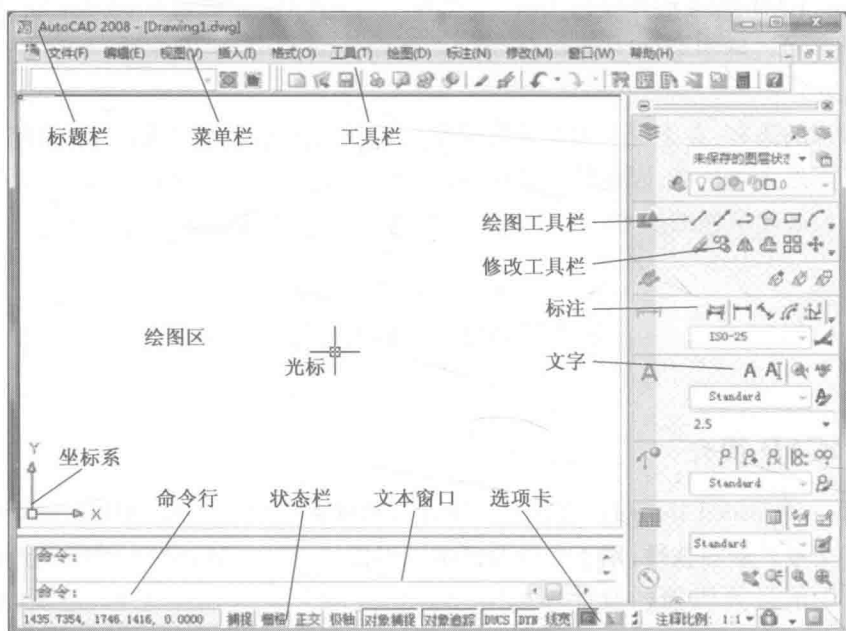


图 2-1 AutoCAD 2008 的基本界面

使用菜单时,应注意:

- (1) 如果命令后带有▼符号,表示此命令还有子命令;
- (2) 如果命令后带有快捷键,表示按下快捷键即可执行此命令;
- (3) 如果命令后带有组合键,表示按此组合键即可执行此命令;
- (4) 如果命令后带有“...”,表示执行此命令可打开一个对话框;
- (5) 如果命令呈灰色,表示此命令在当前状态下不可用;
- (6) 单击鼠标右键后,在光标处将弹出快捷菜单,其内容取决于光标的位置或系统状态。

3) 工具栏

工具栏提供了更为快捷方便地执行 AutoCAD 命令的一种方式,其包含一组启动命令的按钮组合。单击工具栏上的图标按钮就可以调用相应命令。AutoCAD 2008 界面提供了 20 多个已命名的工具栏,默认情况下有【标准】工具栏、【图层】工具栏、【对象特性】工具栏、【绘图】工具栏、【修改】工具栏处于打开状态。用户可根据自己的需要通过【视图】菜单中的【工具栏(O)…]进行子菜单定制,增加或删除工具栏条目,控制该项是否在屏幕上显示。