



普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材

道路与桥梁CAD 及工程实例

主 编 孙宝芸 庞 姝

副主编 宋福春 赵中华 陈广树

非外借



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材

道路与桥梁CAD 及工程实例

主 编 孙宝芸 庞 姝
副主编 宋福春 赵中华 陈广树

常州大学图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 简 介

本书由4部分内容组成。第1部分为绪论部分,主要介绍计算机辅助设计(CAD)技术的概念、内涵及道路与桥梁CAD绘图的基本要求;第2部分以AutoCAD的经典版本作为软件设计平台,详细介绍AutoCAD在道桥工程设计中的应用方法与技巧;第3部分为道路路线计算机辅助设计部分,以国内优秀的道路设计软件HintCAD(纬地)为例,详细地介绍了应用纬地软件完成道路路线设计的流程及道路勘测设计相关知识;第4部分为桥梁工程计算机辅助设计部分,以桥梁博士(Dr. Bridge)和Midas Civil开发的有限元分析软件为例,对简支梁桥和连续梁桥进行实例设计,具有较强的实用性和可操作性。

本书适合作为高等院校道路桥梁与渡河工程及相关专业的教材,也可供从事道路与桥梁工程及相关行业的设计、施工、科研及教学人员参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

道路与桥梁CAD及工程实例 / 孙宝芸, 庞姝主编. --
北京: 中国水利水电出版社, 2017.8
普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5170-5839-7

I. ①道… II. ①孙… ②庞… III. ①道路工程—工程制图—AutoCAD软件—高等学校—教材②桥梁工程—工程制图—AutoCAD软件—高等学校—教材 IV. ①U412.5
②U442.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第223795号

书 名	普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材 道路与桥梁 CAD 及工程实例
作 者	DAOLU YU QIAOLIANG CAD JI GONGCHENG SHILI
出版发行	主编 孙宝芸 庞姝 副主编 宋福春 赵中华 陈广树 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市密东印刷有限公司印刷
规 格	184mm×260mm 16开本 18.5印张 432千字 1插页
版 次	2017年8月第1版 2017年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	40.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编 委 会

主 编：孙宝芸 庞 姝

副主编：宋福春 赵中华 陈广树

参 编：董 雷 张子静 李天宇

随着经济的快速发展,我国公路建设取得了巨大成就。与此同时,公路的快速发展也对公路设计技术提出了更高的要求。当今计算机技术及相应支撑软件系统更新迅速,发展也日新月异,这大大促进了道路与桥梁 CAD 技术的发展。目前,道路与桥梁 CAD 技术已经相当普及,全国各省部级及大多数地市级公路和市政设计单位均在道路与桥梁设计工作中采用了 CAD 系统,计算机出图率已达到 90%以上,CAD 技术已成为道路与桥梁设计工作中必不可少的工具。学习和掌握道路与桥梁计算机辅助设计,是学生学习利用计算机进行公路和桥梁设计过程中不可或缺的教学环节。

目前诸多院校均开设了“计算机在道桥设计中的应用”及其相关课程。编者在该课程的教学过程中发现,部分教材注重介绍 AutoCAD 软件的操作技能和绘图方法,部分教材注重介绍道路路线的计算机辅助设计的计算机程序,而没有介绍桥梁计算机辅助设计的相关知识。为此,本书在编写过程中考虑到教学的实际需求,既介绍了 AutoCAD 软件在道路与桥梁设计中的应用方法和技巧,同时也介绍了道路计算机辅助设计和桥梁计算机辅助设计的相关知识,并通过路线设计实例和桥梁设计实例分别介绍了 HintCAD (纬地) 道路设计软件、桥梁博士 Dr. Bridge 和 Midas Civil 开发的有限元分析软件的操作过程。

本书由 4 部分内容组成:第 1 部分为绪论部分,主要介绍 CAD 技术的概念、内涵及道路与桥梁 CAD 绘图的基本要求;第 2 部分以 AutoCAD 的经典版本 (AutoCAD 2012) 作为软件设计平台,详细介绍 AutoCAD 在道桥工程设计中的应用方法与技巧,包括基本使用功能、高级操作技巧以及各种图形的绘制与编辑修改方法;第 3 部分为道路路线计算机辅助设计部分,以国内优秀的道路设计软件 HintCAD (纬地) 为例,将软件的设计步骤和道路勘测设计相关知识相融合,详细地介绍了应用纬地软件完成道路路线设计的过程;第 4 部分为桥梁工程计算机辅助设计部分,以 Dr. Bridge 和 Midas Civil 开发的有限元分析软件为例,对简支梁桥和连续梁桥进行实例设计,具有较强的实用性和可操作性。

本书在编写过程中，参考了相关标准、规范、教材和专著，并列于参考文献中，同时本书的编写还应用了 AutoCAD、HintCAD、Dr. Bridge 和 Midas Civil 软件，在此向这些编著者及软件的开发者表示衷心的感谢！

本书由具有该课程多年教学经验的沈阳建筑大学孙宝芸、沈阳城市建设学院庞姝担任主编，沈阳建筑大学宋福春、沈阳城市建设学院赵中华及辽宁省公路勘测设计公司陈广树高级工程师任副主编。另外，沈阳建筑大学董雷和长春建筑学院张子静参与了本书的编写工作。研究生李天宇整理了书中的部分文字和插图。具体编写分工如下：第 1 部分绪论部分由孙宝芸编写；第 2 部分 AutoCAD 与道路桥梁绘图由孙宝芸、赵中华编写；第 3 部分道路路线计算机辅助设计实例由孙宝芸、陈广树、张子静编写；第 4 部分桥梁工程计算机辅助设计由庞姝、宋福春、陈广树编写；全书插图由庞姝、孙宝芸、董雷、李天宇负责提供。本书的编写得到了沈阳建筑大学王占飞教授的大力帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者指正，以便我们进一步修正和完善。

编者

2017 年 5 月

前言

第 1 部分 绪论部分

第 1 章 绪论	3
1.1 CAD 技术的概念与内涵	3
1.2 国内外道路工程 CAD 技术的发展概况	4
1.3 道路与桥梁 CAD 绘图的基本要求	9

第 2 部分 AutoCAD 与道路桥梁绘图

第 2 章 AutoCAD 基本知识	19
2.1 AutoCAD 概述	19
2.2 AutoCAD 绘图基本操作	24
第 3 章 AutoCAD 基本绘图知识	43
3.1 点和线条的绘制	43
3.2 图形的绘制	49
3.3 表格的绘制	53
第 4 章 AutoCAD 基本编辑知识	56
4.1 常用编辑与修改命令	56
4.2 其他编辑命令	70
第 5 章 AutoCAD 辅助绘图知识	76
5.1 图块功能与编辑	76
5.2 文本标注	81
5.3 尺寸标注	85

第 3 部分 道路路线计算机辅助设计实例

第 6 章 纬地道路计算机辅助设计系统	97
6.1 纬地 HintCAD 道路辅助设计系统基本介绍	97
6.2 系统版本及安装说明	104

第7章 纬地道路计算机辅助设计实例	109
7.1 设计项目的相关设计资料	109
7.2 数字地面模型的建立与应用	110
7.3 HintCAD 路线平面设计	114
7.4 设计向导及控制参数	127
7.5 HintCAD 路线纵断面设计	134
7.6 HintCAD 路线横断面设计	140
7.7 设计图和表格的输出	151

第4部分 桥梁工程计算机辅助设计

第8章 桥梁博士 (Dr. Bridge) 计算机辅助设计系统	159
8.1 桥梁博士 (Dr. Bridge) V3.1 系统的基本介绍	159
8.2 历史概述	159
8.3 桥梁博士 (Dr. Bridge) V3.1 的安装和启动	162
8.4 桥梁博士 (Dr. Bridge) V3.1 的用户界面	165
8.5 系统的基本约定	166
第9章 桥梁博士 (Dr. Bridge) V3.1 设计实例	169
9.1 桥梁概况	169
9.2 直线桥设计计算输入	178
9.3 直线桥设计计算输出	203
第10章 Midas Civil 计算机辅助设计系统	228
10.1 Midas Civil V8.3.2 系统的基本介绍	228
10.2 Midas Civil V8.3.2 的用户界面	229
第11章 Midas Civil V8.3.2 设计实例	235
11.1 桥梁概括	235
11.2 模型建立	239
11.3 模型分析	278
11.4 模型设计	280
参考文献	285

第 1 部分

绪论部分

1.1 CAD 技术的概念与内涵

CAD (Computer Aided Design) 是计算机辅助设计的简称。它是 20 世纪工程技术领域发展最迅速、最引人注目的高新技术之一。CAD 技术是研究计算机在设计领域中应用的综合技术,它作为 20 世纪公认的重大技术成果之一,正在深刻地影响着当今工业界和各工程领域。它是一门涉及计算机科学、计算数学、计算几何、计算机图形学、数据结构、数据库、软件工程、仿真技术、人工智能等多学科、多领域的新兴学科。它的内涵随着时代的发展,特别是计算机及其相关技术的发展而不断变化。1972 年 10 月国际信息处理联合会 (IFIP) 给 CAD 做出了权威的定义,描述如下: CAD 是一种技术,它将计算机迅速、准确地处理信息的特点和人类的创造性思维能力及推理能力巧妙地结合起来,为现代设计提供理想的手段,这种技术在对设计过程认真分析后,按照人与计算机各自的特点去完成各自最合适的部分。比如设计的经验和判断由人来完成,而存储和组织数据,以及繁重的计算和绘图等由计算机完成,这样可以使得设计的效果,比人或计算机任何一方单独完成工作都要好而快。CAD 技术通常包括方案优化、交互设计、计算与分析、绘图和文档制作等内容。

与传统设计方法相比, CAD 技术可以提高设计效率,缩短设计周期。据有关资料显示能提高设计效率 10~25 倍,设计周期缩短为原来的 $1/6 \sim 1/3$; 可以提高设计质量,优化设计成果; 可以减轻劳动强度,充分发挥人的智慧; 可以有利于设计工作规范化,设计成果标准化。

由于 CAD 技术具有上述优点,在 20 世纪 70 年代 CAD 技术发展的初期便很快受到产品设计和工程设计领域的追捧,并随着计算机技术的快速发展逐步向各个领域拓展。目前, CAD 技术在发达国家已广泛应用于机械、电子、航空、汽车、船舶和土木工程等各个领域,成为改善产品质量与提高工程应用水平、降低成本、缩短工程建设周期和解放生产力的重要手段。迄今为止, CAD 技术已成为一个推动行业技术进步、能够创造大量财富、具有相当规模的新兴产业部门——软件产业, CAD 技术的开发与应用水平正逐步成为衡量一个国家科技现代化与工业现代化程度的重要标志之一。

与早期用计算机程序进行的工程设计相比,现代 CAD 技术的主要特征之一是

交互式设计。用程序进行设计时人机没有交互过程,设计进程完全由计算机控制,设计者对中间过程完全不知。而 CAD 系统的设计过程是由人机交互进行的,中间过程及最后成果可以实时显示。设计进程由人来控制,当设计成果不满意时可以从某个阶段重新进行,反复设计。而计算机绘图是使用图形软件和硬件进行绘图的一种方法和技术,以摆脱繁重的手工绘图为目标;计算机图形学是研究通过计算机将数据转换为图形,并在专业显示设备上显示的原理、方法和技术的科学。所以 CAD 要与计算机绘图和计算机图形学区分开来。

CAD 系统由硬件系统和软件系统组成。CAD 硬件系统主要包括计算机主机和外围设备两大部分。一个理想的 CAD 软件系统应包括科学计算、图形系统和数据库 3 个方面。

(1) 科学计算包括通用数学库、系统数学库及设计过程中占有很大比例的常规设计、优化设计、有限元分析等,它是实现相应专业的工程设计、计算分析及绘图等具体专用功能的程序系统,是 CAD 技术应用于工程实践的保证。

(2) 图形系统包括几何建模、绘制工程设计图、绘制各种函数曲线、绘制各种数据表格、在图形显示器上进行图形变换及分析、模拟与仿真等内容,是 CAD 系统进行图形操作的平台。

(3) 数据库是一个通用的、综合性的减少数据重复存储的“数据集合”。它按照信息的自然联系来构成数据,用各种方法来对数据进行各种组合和管理,以满足各种需要,使设计所需的数据便于提取、新的数据易于补充。内容包括原始资料、设计标准及规范、中间结果、图表和文件等。在一个完整的 CAD 系统中,需要对大量的数据资源进行组织和管理,从某种意义上讲,数据库是 CAD 系统的基础。

道路与桥梁 CAD 系统是道路与桥梁设计领域中的计算机辅助设计系统,它是集数据采集、方案优化、设计与计算、图表绘制和输出一体的综合设计系统。其主要内容包括初始设计方案的构思和形成、方案比选和优化、工程计算与分析、设计图表绘制与设计文件输出等一系列工作。

1.2 国内外道路工程 CAD 技术的发展概况

1.2.1 国外道路工程 CAD 技术的发展概况

早在 20 世纪 60 年代初,国外就将计算机应用于公路设计中。当时,计算机主要用于完成计算任务,如多层路面结构的力学计算、路基稳定性分析与计算、桥梁结构计算、路基土石方计算以及平面和纵断面线形计算等。计算时间的节省也为多个方案的比较创造了条件。随着计算机设备的快速发展,英国、美国、法国、德国和丹麦等国家先后开发出了路线纵断面优化设计系统,有代表性的有英国的 HOPS 纵断面选线最优化程序系统、德国的 EPOS 系统、法国的 Appolon 系统等,这些程序的应用,在一定程度上提高了道路设计质量,并降低了工程费用。联合国经济合作与开发组织于 1973 年在意大利的一条已建道路上对上述各国优化程序进行联合测试。结果表明,纵断面优化设计系统可节省土石方工程量 8%~17%,平均 10% 左右,纵断面优化效果比较明显,整个道路的建造费用大大降低。

20 世纪 70 年代, 计算机硬件技术得到快速发展, 大容量、高速度的计算机开始应用于 CAD 系统, 为数字地面模型 (DTM) 的应用提供了条件, 使道路路线优化技术拓宽到平面和空间三维选线。其代表性软件有英国的 NOAN 程序、美国普度大学的 GCARS 程序、前联邦德国的 EPOS-1 程序、美国麻省理工学院的 OPTLOG 公路路线三维空间优化程序。随着计算机绘图功能的逐步完善, 计算机绘图、出图质量及速度得到明显提高, 计算机绘图技术可直接提供设计和施工图纸。

20 世纪 80 年代, 道路 CAD 系统的发展更加完善, 并逐步向系统化、集成化方向发展。很多国家已建立了由航测设备、计算机 (包括绘图机、数字化仪等外设) 和专用软件包形成的道路 CAD 组合系统。软件包通常包括从数据采集、建立数字地面模型、优化技术以至全套计算机计算、绘图和报表的完整系统, 如德国的 CARD/1 系统、英国的 MOSS 系统和美国 Infracsoft 公司的 InRoads 系统等。

进入 20 世纪 90 年代, 国外若干优秀的道路 CAD 软件, 有向国际化方向发展的趋势, 在系统开发过程中, 积极研究相关国家的技术标准, 尽量提高软件的适应性, 使其满足不同国家设计标准的要求。在数据采集方面, 研究采用 GPS、数字摄影测量、遥感地质判别等新技术和新设备。通过激烈的市场竞争, 国外一些优秀的道路 CAD 系统脱颖而出, 如在中国市场应用比较广泛的德国 CARD/1 系统、英国 Infracsoft 公司的 MXRoad 软件、美国 Intergraph 公司的 InRoads 系统。

1.2.2 国内道路与桥梁 CAD 的发展状况

我国对道路 CAD 技术的研究始于 20 世纪 70 年代后期, 虽然起步较晚, 但发展迅速。20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 国内有关高等院校和设计单位在收集和翻译国外路线优化技术和 CAD 技术资料的基础上, 开展了道路路线优化技术方面的研究。同济大学、西安公路学院、重庆交通学院与重庆公路研究所、交通部第二公路勘察设计院等单位先后对公路的纵断面优化技术、平面及空间线性优化技术等进行了研究, 并开发了各自的优化设计程序。

20 世纪 80 年代中后期, 我国道路建设快速发展, 对道路和桥梁 CAD 技术的需求不断增大, 促进了道路和桥梁 CAD 技术的发展。1986 年, 原交通部在多次技术论证的基础上, 把道路和桥梁 CAD 列入国家“七五”重点科技攻关项目, 进行研究工作。此时, 道路 CAD 主要研究数字地面模型、路线平纵线形组合优化、路线设计、立交设计、中小桥涵设计、支挡构造物设计等; 桥梁 CAD 主要研究桥梁结构布置、桥梁结构有限元分析、桥梁详图设计、桥梁工程造价分析等。“高等级公路路线综合优化和计算机辅助设计系统” (简称路线 CAD 系统 HICAD) 和“高等级公路桥梁计算机辅助设计系统” (简称桥梁 CAD 系统 JT-HBCADS) 的开发成功与推广应用, 为我国公路行业大规模使用 CAD 技术做出了较大贡献。

自 20 世纪 90 年代开始, 国内交通设施建设规模空前扩大, 道路建设速度明显加快, 对 CAD 软件的需求越来越大, 要求越来越高。1996 年, 交通部组织实施的国家“九五”重点科技攻关项目“GPS、航测遥感、公路 CAD 集成技术”由交通部第二公路勘察设计院、交通部公路研究所、交通部第一公路勘察设计院合作开发。该系统由全球卫星定位 (GPS) 测量系统、数字摄影测量系统、数字地面模型、遥感地质图像及判释、公路路线及立交设计集成 CAD 系统、桥梁设计集成 CAD 系统

等几大部分组成。该系统在地形数据采集、工程数据库以及系统的集成化、可视化、智能化、三维设计、商品化等方面有较大突破,它的研发与应用使我国的道路与桥梁 CAD 技术在理论和实际应用上都有了一个新的飞跃。这一时期也是计算机软、硬件技术快速发展的阶段,Windows 操作系统和奔腾微机进入国内市场,由于其在价格和性能上具有绝对优势,使之迅速成为市场主导。软件开发商为满足市场需求和适应计算机软、硬件技术的迅速发展,大力推荐其产品的同时,对软件的功能,性能,特别是用户界面和图形处理能力,进行了大幅度的扩充;对软件的内部结构和部分软件模块,特别是数据管理部分,进行了重大改造。这期间道路 CAD 软件发展的特点表现为以下几个方面。

(1) 软件操作系统以 Windows 系统为主,操作界面及交互性能有较大改善和提高。

(2) 图形支撑平台选用性能稳定、功能强大、开放性好的优秀图形软件,如 AutoCAD,或自主开发专业图形平台,提高系统的实用性。

(3) 软件应用的深度和广度都有较大提高,应用范围基本涉及道路设计的各个方面,如地形数据采集、路线设计、互通立交设计、支挡工程设计、工程概预算、道路三维建模和动画等。

(4) 在系统的集成方面能跟踪国际计算机应用技术的最新发展,开始了 CAD 系统的集成研究,如 1996 年国家发展计划改革委员会下达的国家“九五”重点科技攻关项目“国道主干线设计集成系统开发研究”,1998 年原交通部重点项目“集成化道路 CAD 系统研究”等。

(5) 道路 CAD 系统的商品化有了较大进展,国内一些高等院校和公路勘察设计院相继推出了一些具有特色的商品化道路 CAD 系统,如由东南大学开发的 ICAD 及 DICAD 系统可用于道路三维设计和互通立交设计;交通部第一公路勘察设计院开发的纬地道路系统(HintCAD)可直接利用设计原始数据生成公路及其构造物的精确三维模型;西安海德公司开发的具有自主图形平台的 HEADS(Highway Engineering Aided Design System)可用于道路勘测设计和互通立交设计。

目前,道路与桥梁 CAD 技术已经相当普及,全国所有省、部级、大多数地市级公路和市政设计单位,在道路与桥梁设计工作中都采用了 CAD 系统,设计计算机出图率已达到 90%以上,CAD 技术已成为道路与桥梁设计工作中必不可少的工具。同时,在一些大型公路建设项目的可行性研究中,具有真实背景的三维工程模型及动画也正在悄然兴起。

1.2.3 现有道路与桥梁 CAD 系统存在的问题

道路与桥梁的设计工作是一个反复修正的过程。CAD 技术在我国道路与桥梁设计工作中已得到广泛的应用,计算机辅助设计在提高设计效率、加快设计进度、优化设计成果、提高设计图纸质量、节省人力物力等方面起到了不可估量的作用。但现有道路与桥梁 CAD 系统仍然存在以下一些问题。

(1) 现有道路与桥梁 CAD 系统还不能支持设计的全过程。设计质量的好坏在一定程度上仍然依赖于设计者的经验和知识水平,这是国内外道路 CAD 系统普遍存在的问题。道路设计方案的拟定、设计模型的建立、主要参数的确定、线形设计

等过程中,有大量工作需要设计人员发挥自己的创造性,应用多学科的知识 and 实践经验,进行分析决策。在设计过程方面还没有开发出一套集初始方案、智能决策、交互设计与修改、自动化图表于一体的完整系统;在设计范围方面还不能支持包括可行性研究、初步设计、技术设计和施工图设计等全套设计过程。CAD 技术在应用的高度上还需要进一步提高。

(2) 现有的道路 CAD 系统的设计思想还是依据传统的道路勘测设计理论,将三维的道路空间实体用平面、纵断面、横断面 3 个二维面来描述,按照平、纵、横设计模块开发系统。这种用二维的概念来描述三维空间实体的方法,不利于设计对象的抽象和准确描述,无法采用真正的面向对象的开发方法对系统进行总体设计、开发、维护和扩充。

(3) 在原始数据采集方面,没有充分利用 GPS、航测摄影测量等先进数据采集手段。虽然国内部、省级设计院中已普遍采用航测方法,但主要作用仅仅是测绘大比例尺地形图,没有充分利用航测提供的丰富信息,特别是地形数据资料。直接从航片采集地形数据或利用全站仪野外采集数据,与数字地面模型及 CAD 系统相结合进行公路路线设计的方法,采用遥感手段进行地质判释等方法,虽然已在实际工程中应用,但还没有得到大范围推广。传统的测设技术仍然滞后于 CAD 技术的发展,地形数据的获取成为公路设计中的一个薄弱环节,严重阻碍了道路测设速度和质量的提高。随着计算机软、硬件技术的不断发展,将成熟的数字地面模型技术与道路三维建模技术相结合,建立三维实体模型进行公路设计已成为可能。如何依据三维实体模型来改进传统道路设计理论,创建一个全新的道路 CAD 系统,是亟待深入探讨和研究的一个问题。

(4) 在数据管理上缺乏工程数据库的支持。现有的道路 CAD 系统在数据管理上基本沿用文件系统,程序功能模块之间数据的流动是通过数据文件方式来实现的,每个应用系统都是孤立、封闭地存储和管理自己的数据,数据整体性差,传输效率低,数据冗余度大,各功能模块之间数据不能共享,不同 CAD 软件之间数据不能交换。

(5) 道路 CAD 软件与其他支撑软件之间连接功能差。目前道路 CAD 的支撑软件大多采用市场上成熟的软件,如 Word、Excel 软件和 AutoCAD 等,道路 CAD 软件与这些系统软件的连接要采用高级语言的外部调用或通过操作系统来实现,道路 CAD 系统没有提供一个集成的平台,在应用这些软件时,需要在不同软件之间频繁切换,给设计者带来诸多不便。

1.2.4 道路与桥梁 CAD 的发展趋势

当今计算机技术及相应支撑软件系统的发展日新月异、更新迅速,大大促进了 CAD 技术的发展。道路 CAD 技术在软件、系统方面的发展主要集中在可视化、集成化、智能化与网络化技术方面。

(1) 可视化。功能与操作是相互矛盾的,功能越多操作就越复杂。可视化技术是 20 世纪 80 年代末期产生并发展起来的一门新技术,将科学计算过程中的数据和结论及计算结果转换为图像信息或图形信息,在计算机的屏幕上显示出来并进行交互处理。它是发现和理解科学计算过程中各种现象的有力工具,可以大大提高数据

的处理速度；可以在人与数据、人与人之间实现图像通信，而不是目前的文字通信和数据通信；可以使人们对计算过程实现引导和控制，通过交互手段改变计算依据的条件并观察其影响。可视化技术作为实现操作与功能对接的工具，不仅可以改进传统设计手段，还可以改变设计环境，如 CAD 虚拟环境，使设计者处于虚拟的三维空间进行路线设计，提高设计质量。可视化应包括良好的数据输入输出界面、中间数据的实时查询、人机交互的设计过程、可引导可控制的设计流程、设计结果自动化等内容。

(2) 集成化。集成化技术主要实现对系统中各应用程序所需要的信息及所产生的信息进行统一的管理，达到软件资源和信息的高度共享和交换，避免不必要的重复和冗余，充分提高计算机资源的利用率。国外发达国家在工程设计领域集成化技术的研究与应用已日趋成熟，能够构成从市场分析、招标投标、工程规划、设计到计划进度、质量成本控制、施工与管理等为一体的计算机辅助系统。发展集成化技术是当今 CAD 技术的主要趋势之一，在这一方面我国工程设计领域与国外发达国家相比，还存在很大差距，加快研究、开发、建设和应用集成系统是当前和今后一段时间内的紧迫任务。

(3) 智能化。智能化 CAD 系统是把人工智能的思想、方法和技术引进 CAD 领域而产生的，设计是含有高度智能的人类创造性活动，因此智能化是 CAD 发展的必然方向。从人类认识和思维模型来看，现有的人工智能技术对模拟人类的思维活动往往没有办法。因此，智能 CAD 不仅仅是简单地将现有的智能技术与 CAD 技术相结合，更要深入研究人类设计的思维模型，并用信息技术来表达和模拟。智能化 CAD 系统是具有某种程度人工智能的 CAD 系统，它是基于知识的技术，目前主要通过 CAD 系统中运用专家系统、人工神经网络等人工智能技术来实现。

(4) 网络化。随着社会和经济的不断发展，超大规模项目和跨国项目日益增多，参加设计的技术人员数量也随之增加。网络化技术利用计算机网络资源共享的特点，可实现网络中的硬件、软件和数据共享，优化资源配置，从而达到用较低的开销获取较好的效果。多个设计者可以通过联网的计算机进行图形、文字、图像和声音等交流，讨论方案，协同工作，可以大大提高设计的质量和进度。同时还可以将一个复杂的大型工程划分为若干个较小的子工程，分散在几个不同地点的终端上进行协同设计，通过网络对各子工程的数据和设计结果进行传输、交换、更新和汇总，最后完成全部设计任务，从而可以加快设计速度，提高设计效率。

道路与桥梁 CAD 技术是 CAD 技术在道路与桥梁设计中的具体应用，是伴随 CAD 技术发展而发展起来的。因此，道路与桥梁 CAD 技术也与当前国际上 CAD 技术发展的趋势一致，集中在可视化、集成化、智能化和网络化方面。目前，国外发达国家大规模的公路建设时期已经过去，道路 CAD 技术的应用规模呈萎缩趋势，这些国家的道路 CAD 软件开发以走向国际市场、满足多元化设计标准为主。而我国在今后相当长一段时间内，公路交通建设规模仍将处于快速发展阶段，道路设计和施工部门所面临的任务仍将十分艰巨。国内现有软件与国外优秀软件相比较，仍处于低水平、不完整和不稳定状态，与当前任务多、时间紧迫的发展形势不相适应。

研究与开发功能完整、性能优越、应用范围大的新一代 CAD 系统是道路设计

人员所面临的重要任务。为了完成这一任务，在 CAD 技术研究方面，要注意图形仿真、多维空间显示模型、多媒体技术、CAD 虚拟环境、图形支撑系统、工程数据库、专家系统、遗传算法、人工神经网络模型和网络技术等；在道路与桥梁 CAD 软件开发方面，应自力更生，努力吸取国外先进经验，密切跟踪国际上的最新技术及计算机科学的最新发展，进一步提高软件开发的水平和能力；在应用方面，除了传统道路路线、互通立交等方面要继续研究开发外，道路三维造型和动画技术、计算机局域网建设和应用、数据和信息采集新技术和 GPS 与 GIS 的应用、道路工程库和道路信息系统的建立、工程项目管理系统和计算机在道路施工管理与营运等方面还有较大的发展空间。

1.3 道路与桥梁 CAD 绘图的基本要求

1.3.1 关于道路与桥梁 CAD 绘图图幅及线型与字体

1. 道路与桥梁 CAD 绘图常见图幅大小

按照《CAD 工程制图规则》(GB/T 18229)、《房屋建筑 CAD 制图统一规则》(GB/T 18112) 等相关国家标准规定，道路与桥梁工程图纸的幅面和图框尺寸分为 A4、A3、A2、A1 和 A0，具体大小见图 1.1 和表 1.1。图幅还可以在长边方向加长一定的尺寸，参见建筑工程和道路与桥梁工程制图相关规范。使用 CAD 进行绘制时，也完全按照前述图幅进行。

图纸以短边作为垂直边称为横式，以短边作为水平边称为立式。一般 A0~A3 图纸宜横式使用；必要时，也可立式使用。此外，CAD 还有一个更为灵活的地方，CAD 可以输出任意规格大小的图纸，但这种情况一般作为草稿、临时使用，不宜作为正式施工图纸。在道路与桥梁专业实际工程施工实践中，A3、A2 图幅大小的图纸使用最方便，比较受施工相关人员欢迎。



图 1.1 常用图框样式