

建筑工程 CAD 制图丛书

道桥工程

CAD 制图

周佳新 张喆 李鹏 编著



石油工业出版社

建筑工程 CAD 制图丛书

道桥工程 CAD 制图

周佳新 张 喆 李 鹏 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详细介绍了道桥工程 CAD 制图的基本知识, 绘图的思路、方法和技巧, 以实用性为主。内容主要包括 AutoCAD 基本知识, 基本绘图及编辑命令的使用方法和技巧, 道路、桥梁、涵洞、隧道工程图的画法, 常见问题的解决方案等。

本书可作为从事道桥设计和施工的技术人员、管理人员、工人的培训或自学教材, 也可供大中专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

道桥工程 CAD 制图/周佳新, 张喆, 李鹏编著. —北京: 化学工业出版社, 2014. 9
(建筑工程 CAD 制图丛书)
ISBN 978-7-122-21209-2

I. ①道… II. ①周…②张…③李… III. ①道路工程-工程制图-计算机辅助设计-AutoCAD 软件②桥梁工程-工程制图-计算机辅助设计-AutoCAD 软件 IV. ①U412. 5-39
②U442. 6-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 146719 号

责任编辑: 左晨燕
责任校对: 边涛

文字编辑: 荣世芳
装帧设计: 张辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18½ 字数 472 千字 2014 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究



前 言

随着计算机技术的发展，CAD 绘图已成为必然。我们着眼于加强技能以及综合素质的培养，结合多年从事 CAD 教学及工程实践的经验，编写了本书。

本书的作者是长期从事工程图学与 CAD 教学和开发的专业人士，在制图理论和解决实际问题方面有较为丰富的经验。本书遵循学习规律，将制图理论与 CAD 技术相融合，通过实例循序渐进地介绍了 AutoCAD 的基本功能、绘图的思路、方法和技巧，强调实用性和可操作性，读者只要按照书中的步骤一步一步操作，便可掌握所学内容。书中的技巧，多为作者多年经验的总结，有些是首创。

全书共分八章，在内容的编排顺序上进行了优化，主要包括以下内容。

1. 基本绘图篇（第一章至第六章）

本部分内容侧重于从未接触过 AutoCAD 的读者，从一点儿不会学起，详细介绍了 CAD 的相关知识，基本绘图、编辑和各种命令的使用方法和技巧。

2. 制图实例篇（第七章）

本部分主要讲解绘制道路、桥梁、涵洞、隧道工程图的基本原理和方法、绘图步骤及大量绘图技巧，并给出了较为典型的练习题供读者阅读、实践，读者可根据自己的实际边看边练，有所侧重、有所选择，举一反三，以期解决实际问题。

3. 常见问题及处理（第八章）

本部分总结了在绘图过程中时常遇到的一些问题，尤其“不是问题”的问题的处理方法，供大家参考，以期达到事半功倍的效果。

本书由沈阳建筑大学周佳新、张喆、李鹏编著，刘鹏、王铮铮、王志勇、姜英硕、沈丽萍、张楠、马晓娟、姚大鹏、张九红、张桂山、李周彤、李牧峰、王雪光等也做了相关工作。在编著的过程中参考了有关制图专著，在此向有关作者表示衷心的感谢！由于编著时间和水平有限，疏漏之处在所难免，恳请广大同仁及读者不吝赐教，在此谨表谢意。

编著者

2014 年 3 月



目 录

第一章 道桥工程 CAD 简介	1
第一节 概述	1
第二节 道桥工程图的有关规定	10
第二章 AutoCAD 基本操作	15
第一节 安装与启动	15
第二节 界面组成	18
第三节 文件的创建、打开与存储	25
第四节 命令输入方法、坐标系统和作图原则	27
第五节 绘图环境设置	28
第六节 显示与控制	49
第三章 基本绘图知识	56
第一节 基本绘图命令	56
第二节 将尺寸转换为坐标值	80
第三节 图块及属性	84
第四节 图案填充及编辑	97
第四章 基本编辑知识	105
第一节 构建对象选择集	105
第二节 夹点编辑	110
第三节 基本编辑命令与技巧	113
第五章 文本、表格及查询	152
第一节 文本标注及编辑	152
第二节 表格及编辑	161
第三节 对象查询	168

第六章 尺寸标注及打印输出	177
第一节 尺寸标注	177
第二节 尺寸编辑	206
第三节 打印输出	211
第七章 绘图实例	220
第一节 道路工程图的画法	220
第二节 桥梁工程图的画法	237
第三节 涵洞工程图的画法	241
第四节 隧道工程图的画法	249
第八章 常见问题及处理	255
参考文献	288



第一章 道桥工程 CAD 简介

第一节 概 述

随着计算机技术的发展,其应用已经深入地影响到许多领域,甚至是对一些传统的构思过程和设计方法都造成了极大的冲击。比如计算机三维技术的日臻成熟,使我们的整个设计构思都可以在计算机虚拟的三维空间中进行,从而对过去二维表达三维的思维方式、设计思想产生了变革。在道路桥梁设计及施工中,虽然计算机三维辅助设计已经较为成熟,但设计与施工之间仍然以二维图样作为重要的交流媒介。因此,在目前的道路桥梁设计及施工中二维和三维的设计模式都有着同等重要的地位。

CAD 是英文 Computer Aided Design 的缩写,中文意思为计算机辅助设计。是利用计算机系统的计算功能和图形处理能力进行工程设计和产品开发的一门应用技术。计算机绘图是应用计算机软、硬件来处理图形信息,从而实现图形的生成、显示、输出的计算机应用技术。计算机绘图是绘制工程图的重要手段,也是计算机辅助设计的重要组成部分。美国 Autodesk 公司研制开发的 AutoCAD 绘图软件,是目前世界上应用最广的 CAD 软件,市场占有率位居世界第一。自 1982 年 11 月推出至今已经历了二十多个版本。近十多年来,AutoCAD 几乎每年都在更新版本,每次版本的更新除了在使用功能上有所加强外,使用界面也有所改变,但近几年的版本界面变化并不算太大。高版本的 AutoCAD 软件命令会多一些,且会修正软件的一些 BUG、增加一些图库,在三维设计功能上有所加强,但二维绘图命令的差异并不太大。AutoCAD 的性能与其他软件一样,高版本可以兼容低版本,即高版本 AutoCAD 可以打开低版本的文件,反之则不能。高版本 AutoCAD 的操作更为方便、运行速度更快,但对计算机配置的要求较高、占用的空间也较大。目前最高的版本为 AutoCAD 2014。

在不同的行业中, Autodesk 公司开发了行业专用的版本和插件,一般没有特殊要求的各个行业的公司都是用的 AutoCAD Simplified 版本。所以 AutoCAD Simplified 基本上算是通用版本。

一、AutoCAD 软件的特点

- ① 具有完善的图形绘制功能。
- ② 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。

二、AutoCAD 软件格式

AutoCAD 的软件格式主要有以下几种。

(1) dwg 格式 是 AutoCAD 默认生成的文件，即 AutoCAD 的标准格式。如果打开 dwg 格式文件需用 AutoCAD 或兼容工具。dwg 文件的数据结构属于 Autodesk 公司的商业秘密，一些处理 CAD 图形的专业人士往往希望能直接对 dwg 文件进行读写操作，这种方法实现起来比较复杂。dwg 文件是二进制格式，可以通过 AutoCAD 内的转换器转为 dxf 文本文件，这样可以很方便地实现数据的读写。如果只是看图，可以不用装 AutoCAD，用可以看 dwg 格式的看图软件即可。

(2) dxf 格式 是一种图形交互的文件格式，即 AutoCAD 的交换格式。dxf 是 Autodesk 公司开发的用于 AutoCAD 与其他软件之间进行 CAD 数据交换的 CAD 数据文件格式。dxf 是一种开放的矢量数据格式，可以分为两类：ASC II 格式和二进制格式。ASC II 可读性好，但占用空间较大；二进制格式占用空间小，读取速度快。由于 AutoCAD 现在是最流行的 CAD 系统，dxf 也被广泛使用，成为事实上的标准。绝大多数 CAD 系统都能读入或输出 dxf 文件。

(3) dwt 格式 是 Autocad 的样板文件，也称模板文件。把图层、标注样式等都设置好后另存为 dwt 格式，可以根据自己的习惯保存在电脑的路径，默认是在 CAD 安装目录下。在制图时找到 dwt 模板文件放置的文件夹，将创建的 dwt 文件放进去，以后绘图开始时，新建文档过程中系统提示选择模板文件后，选择前面的 dwt 文件即可，或者直接把 dwt 文件取名为 acad.dwt（为 CAD 默认模板），替换默认模板，然后打开就可以了。

(4) dws 格式 为了保护自己的文档，可以将 CAD 图形用 dws 的格式保存。dws 格式的文档，只能查看，不能修改。

三、AutoCAD 的发展阶段

AutoCAD 的发展可分为五个阶段：初级阶段、发展阶段、高级发展阶段、完善阶段和进一步完善阶段。

(1) 初级阶段 发行并更新了如下 5 个版本

AutoCAD 1.0——1982 年 11 月

AutoCAD 1.2——1983 年 4 月

AutoCAD 1.3——1983 年 8 月

AutoCAD 1.4——1983 年 10 月

AutoCAD 2.0——1984 年 10 月

(2) 发展阶段 更新了如下 5 个版本

AutoCAD 2.17——1985 年 5 月

AutoCAD 2.18——1985 年 5 月

AutoCAD 2.5——1986 年 6 月

AutoCAD 9.0——1987 年 9 月

AutoCAD 9.03——1987年9月以后

(3) 高级发展阶段 更新了如下3个版本

AutoCAD 10.0——1988年8月

AutoCAD 11.0——1990年

AutoCAD 12.0——1992年

(4) 完善阶段 更新了如下3个版本

AutoCAD R13——1996年6月

AutoCAD R14——1998年1月

AutoCAD 2000——1999年1月

(5) 进一步完善阶段 到目前为止更新了如下13个版本

AutoCAD 2002 (R15.6)——2001年6月

AutoCAD 2004 (R16.0)——2003年3月

AutoCAD 2005 (R16.1)——2004年3月

AutoCAD 2006 (R16.2)——2005年3月

AutoCAD 2007 (R17.0)——2006年3月

AutoCAD 2008 (R17.1)——2007年3月

AutoCAD 2009 (R17.2)——2008年3月

AutoCAD 2010 (R18.0)——2009年3月

AutoCAD 2010 LT——2009年4月

AutoCAD 2011——2010年3月

AutoCAD 2012——2011年3月

AutoCAD 2013——2012年12月

AutoCAD 2014——2013年3月

四、国内外常用道桥 CAD 软件

1. 集成化公路 CAD 系统

集成化公路 CAD 系统是由交通部教育司资助,由长安大学主持完成的公路集成化设计软件。此系统采用了面向对象的开发思想和组件技术,形成了一套集路线、路基、路面、中小桥、涵洞、交叉等设计、数据管理及图表输出为一体的公路设计集成系统。

系统的主要特点如下:

① 提出了数据集成+控制集成接口的公路 CAD 系统集成方式。

② 开发了具有实时查询、实时修改、实时存储以及支持分布式设计功能的公路工程库和公路标准库。

③ 提出了公路设计的三阶段设计过程模型并建立了平面设计导航模型。

④ 建立了平纵自适应修改模型。

⑤ 引入了模板方法的设计原理,建立了工程实体模型。

⑥ 提出了基于 ActiveX Automation 技术实现应用程序与支撑软件无缝集成的思路 and 实现设计、计算与绘图一体化的方法。

⑦ 具备挡土墙、中小桥、涵洞、交叉口、路基路面、公路三维仿真等设计系统。此系统的开发与研究,解决了大量公路 CAD 系统中的关键技术,为今后智能公路 CAD 系统的开发研究奠定了基础。

系统的主要功能如下。

(1) 方便灵活的定线手段 系统提供的定线手段有屏幕交互定线、键盘输入交点坐标和读入已建的平面设计数据文件三种方式,以满足不同用户的要求。若设计单位已建立地面模型,交互定线过程中可实时显示所定路线的纵断面地面线供用户参考。对山区公路,用户在平面定线的过程中可直观地看出路线所经地带的地形起伏程度,判断纵断面设计的可能性,进而判断平面设计的合理性,及早避免过多的返工。

(2) 自动进行平曲线组合设计,为用户提供智能导航 用户选定约束条件后(只需选定切线边、对单曲线选定切线长或外距),系统根据给定的约束条件,自动判断可能的曲线组合情况,自动完成曲线的组合设计和计算工作,给出各种可能组合情况下的设计结果,供用户决策。若不满意系统提供的结果,用户可以任意给定,系统能够跟踪计算,实时显示设计图形和数据。

(3) 支持分布式设计 在实际工作中,平面设计往往并不是按由前向后的顺序设计的。系统根据这一要求,提供了分布式设计功能,用户可以根据路线所经地带的特殊情况,任意选择设计顺序,设计完成后,用户只需选定起始边和终止边,系统可自动排序。

(4) 系统能够完成多种曲线的要素设计 系统可完成对称或非对称基本形单曲线、双交点曲线、复曲线、卵形曲线、S形曲线、C形曲线、凸型曲线等多种类型的曲线要素计算,计算完成后,无论何种曲线均将设计结果以统一的格式存入数据库,便于后续计算调用。

(5) 坐标和方位角计算 坐标和方位角计算的桩号来源有两种。一种是由野外实测中桩得到,另一种是由程序根据计算起终点的桩号和用户指定的桩间距自动产生一系列桩号,包括主点桩、公里桩、百米桩等。当然用户也可指定主点桩、百米桩和公里桩。系统在计算中桩坐标的同时,可以同时完成距中桩任意距离的边桩或是公路界桩坐标的计算(用户只需输入偏距)。

(6) 完善的修改功能 可对图形界面、纵坡、横断面等参数进行修改,满足使用者的个性化需求。

(7) 在纵断面优化设计中,将人机功能重新分配,由计算机自动产生纵断面初始断面。根据用户提供的约束条件和目标函数,自动产生最优断面,再由用户交互确定最终的设计断面。

(8) 在交互设计过程中,系统提供了方便易用的辅助手段,实时显示设计结果,可以根据需要将坡长自动取为10的倍数,自动检测纵坡的合法性(如坡长、坡度是否超限),拒绝接受不合要求的纵坡。

(9) 横断面设计模型采用了组件模板模型,将路幅、边坡和边沟分别定义,并将路幅分解为机动车道、硬路肩、中央分隔带、路缘带和土路肩等特征单元进行描述,边沟和边坡采用组边模型,可以处理左右路幅不同、边坡为任意形式的横断面设计,系统有很强的灵活性和适应性。

(10) 与现有的横断面CAD相比,此子系统首次将专家经验融入程序设计中,可以智能地对一些明显存在不合理的断面进行处理,如提供的横断面地面线宽度不足,设计线无法与地面线相交时的处理等,系统均能很好地解决。

(11) 系统提供各种常用的超高过渡方式和超高计算方式。自动验算超高渐变率,对不满足超高渐变率要求的,自动按规范要求反算超高缓和段长。系统提供两种加宽计算方式,即按直线过渡和高次抛物线过渡,以满足不同等级公路的设计需要。

(12) 图表自动输出 系统可以完成路线设计各种表格的自动绘制工作,设计图直接生

成 dwg 格式，不需转换处理；设计表格直接生成 Excel 表格，系统提供多种表格形式，用户可根据集体情况选用。

2. 纬地道路辅助设计系统

纬地道路 CAD 软件（HintCAD 软件）是由中交第一公路勘察设计研究院 1996 年研发成功的公路设计软件，HintCAD 软件开发完成以来，经过 V1.0~V5.8 版本的升级，不断改进和完善，日臻稳定成熟。HintCAD 软件具有路线、互通式立体交叉、隧道、挡土墙、土石方调配、虚拟仿真等设计模块。

系统的主要特点和功能如下。

(1) 路线辅助设计

① 平面动态可视化设计与绘图。HintCAD 软件采用传统的导线法（交点法）进行任意组合形式的公路平面线形设计计算和多种模式的反算，支持在计算机屏幕上交互进行定线及修改设计。在平面设计完成的同时，系统自动完成全线桩号的连续计算和平面绘图。

② 纵断面交互式动态拉坡与绘图。在自动绘制拉坡图的基础上，支持交互式纵坡与竖曲线设计。支持以“桩号区间”和“批量自动绘图”两种方式绘制任意纵、横比例和精度的纵断面设计图及纵面缩图。

③ 超高、加宽过渡处理及路基设计计算。软件可以处理各种加宽、超高方式及其过渡变化，进而完成路基设计与计算，输出路基设计表。

④ 参数化横断面设计与绘图。软件支持常规模式和高等级公路沟底纵坡设计模式下的横断面戴帽设计，支持任意多级填挖方边坡和不同形式的边沟、排水沟。提供了横断面修改和土方数据联动功能。横断面设计中提供了支挡防护构造物处理模块，可在横断面设计图中绘出挡土墙、护坡等构造物。

⑤ 土石方计算与土石方计算表等成果的输出。软件利用横断面设计输出的土石方数据，计算并输出土石方计算表到 Excel 中。在计算中自动扣除大、中桥，隧道以及路槽的土石方数量，并考虑到松方系数等影响因素。

⑥ 路基沟底标高数据输出、沟底纵坡设计。软件的横断面设计模块支持输出路基两侧排水沟及边沟的标高数据，并支持交互式路基两侧沟底纵坡设计。

⑦ 平面移线。软件支持平面移线，该功能主要针对低等级公路项目测设过程中发生移线的情况，系统可自动搜索计算移线后的对应桩号、左右移距以及纵、横地面线数据。

(2) 互通式立体交叉辅助设计

① 匝道线位的动态可视化设计与绘图。采用曲线单元设计法和匝道起终点自动接线相结合的立交匝道平面设计思路，可以完成任意立交线形的设计和接线。提供立交平面线图的绘制功能和在线位图中绘制输出立交曲线表与立交主点坐标表的功能。

② 互通式立体交叉匝道连接部纵坡搜索计算功能。软件提供了计算连接部相邻匝道的起始纵坡及设计高程搜索计算工具。

③ 任意的断面形式、超高加宽过渡处理。软件提供处理任意路基断面变化形式（如单、双车道变化、分离式路基等）和各种超高过渡处理功能。

④ 立交连接部设计与绘图。提供了自动搜索计算立交匝道连接部（加、减速车道至楔形端）的横向宽度变化的功能，并绘制连接部平面图。

⑤ 连接部路面标高数据图绘制。在连接部设计详图（大样图）的基础上，系统可批量计算、标注各变化位置及桩号断面的路基横向宽度、各控制点的设计标高、横坡及方向等数据。

⑥ 分离式路基的判断确定。软件自动判断互通式立体交叉的主线与匝道之间、匝道与匝道之间或高速公路分离式路基左右线之间的路基边坡相交的准确位置。

前面所述及的关于路线设计部分的所有功能，如纵断面设计与绘图、路基设计、横断面设计与绘图、土石方计算等均同时适用于互通式立体交叉设计。

(3) 数字地面模型 (DTM)

① 支持多种三维地形数据接口。软件支持 AutoCAD 的 dwg/dxf 格式、Microstation 的 dgn 格式、Card/1 软件的 asc/pol 格式以及 pnt/dgx/dlx 格式等多种三维地形数据接口。

② 自动过滤、剔除粗差点和处理断裂线相交等情况。软件自动过滤并剔除三维数据中的高程粗差点，自行处理平面位置相同点和断裂线相交等情况。

③ 快速建立数字地面模型 (DTM)。软件提供了快速建立数字地面模型的功能，对处理的地形点的点数没有上限。

④ 多种数据编辑、修改和优化功能。软件不仅提供多种编辑三角网的功能，如插入、删除三维点，交换对角线或插入约束段，另外开发了自动优化去除平三角形的数模优化等模块。

⑤ 路线纵、横断面地面线插值功能。软件可快速插值计算，并输出路线纵、横断面的地面线数据，这为大范围的路线方案深度比选和优化提供了方便。

⑥ 数模边界自动优化功能。软件自动对数模的边界进行搜索、对比，按照概率推荐边界优化的参数（三角形最大高宽比和三角形最大底宽），实现边界的准确优化，使数模更加贴近地形图的边界变化。

⑦ 二维平面数字化地形图的三维化功能。软件提供了多种对二维平面数字化地形图三维化的工具，可快速将二维数字化地形图转化为三维图形，为建立数字地面模型提供数模数据。

(4) 软件提供了平面交叉口设计功能

(5) 软件提供了多种实用的路线辅助设计工具

(6) 数据录入和修改工具 软件提供了平、纵、横等基础数据的录入和修改工具，这些工具方便实用，减少了数据录入的错误。

(7) 输出成果 软件提供了强大的公路工程图表输出功能，基本上包含了路线设计的所有成果。软件输出的成果图表为 AutoCAD 图形、WORD、EXCEL 三种格式，并自动分幅分页，同时提供批量打印功能。

3. 德国 CARD/1 软件

德国 IB&T 有限公司出品的 CARD/1 软件系统是一款道路（公路和铁路）勘测设计一体化软件系统。CARD/1 的原意是计算机辅助道路设计（Computer Aided Road Design）。经过了十多年的发展，原先的 CARD/1 系统是一个从运用中发展起来的专门适用于道路测量和设计的软件包，现在的 CARD/1 系统已广泛应用于测绘、道路、铁路（磁悬浮列车）和管道的规划、设计和施工。目前 CARD/1 系统已经发展到 8.0 版本，除德文版外，还被译成英文版、中文版、俄文版、波兰文版和匈牙利文版。

软件的主要特点如下。

(1) 高度集成 CARD/1 覆盖测绘、道路、铁路、管道设计及施工的全过程。CARD/1 是不依赖于其他任何软件（除操作系统外）就可完成基础数据采集、设计、绘图全过程的软件系统，避免了传统的使用五六个不同公司的软件分别解决不同的问题，最后合起来完成一个项目的弊端。使用 CARD/1 软件，数据在应用系统内部高效传递，避免了不同软件之间

数据转换的繁琐和出错的可能性。而且用户面对的服务供应商单一，技术服务容易得到保障。

(2) 全面开放 可接受所有来源的数据，包括已有的平、纵、横断面地面线及设计资料；全站仪数据；航测数据；GPS数据；既有图扫描数据；激光测量仪数据和其他软件数据。并提供国内常用道路工程设计软件数据接口，使设计单位各专业间的协同工作更加方便快捷。设计参数自由输入，不受国别或地区差异的限制。绘图控制文件和表格生成程序以源代码方式提供给用户，可以满足用户的个性化需求，国际招标文件的编制也是轻而易举。

横断面设计以开发文件的形式进行，可以完成任意形式的横断面设计。CARD/1 为用户提供常用的横断面设计源程序，用于整体式、分离式和台阶式路基设计及截排水沟和挡墙的设计等。

(3) 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。

(4) 智能化与个性化 CARD/1 系统基于数字地面模型，融合了许多模拟、回归分析、自动设计等智能化功能，可使工程师的方案更优、更合理。CARD/1 为工程师提供了充分发挥自己智慧和才能的强有力的工具，工程师完全可以按自己的想法设计和出图，使其设计成果更加得心应手、独具一格。

(5) 功能精细可靠 严谨、精确是德国人的一贯作风，这一点也充分体现在 CARD/1 软件中，经过多年的使用，CARD/1 已得到了广大用户的普遍认可。CARD/1 整个系统有大小功能 1000 多项，能满足现今公路、市政道路和铁路设计各阶段的各种要求，其中包括高速铁路和磁悬浮设计。

(6) 设计思想先进 CARD/1 采用了当前国际上最流行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轻而易举，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，兼容传统的积木法和交点法设计思想，它可以使工程师们合理、快速、灵活、轻松地达到设计目的。

软件的主要功能如下。

(1) 测绘领域 完成测绘工作的三大模块是测量模块、地形图处理模块及数字地面模型处理模块。测量模块、地形图处理模块和数字地面模型处理模块相互配合集中处理测量数据，构成了一个完整的数字地图管理数据库，能够产生出多种工程领域所需的地形图。

(2) 道路设计领域 以三维数字地图数据库为基础，进行道路的三维设计。模块与基本测绘模块的有机结合，使得工程师能够利用 CARD/1 系统在数字化地图上进行道路设计。CARD/1 系统将道路设计所需的各种平面线形、纵断面坡度组合、横断面形式、超高方式等设计要素归纳为符合工程师设计习惯和思维的“设计目标”概念，进行目标化设计，而不是单纯地绘制线、点等几何图素。设计者是在三维数据模型中进行平面、纵断面及横断面设计的，其中各种地形信息、轴线线位、超高控制、数模数据可相互传递、参考，辅助工程师设计出合理的平、纵、横断面组合。设计完成后，CARD/1 系统能够自动绘出所需任意比例的平面图、纵断面图、横断面图。再一次修改设计或增加路线方案时，不需手工修改绘图，CARD/1 系统能方便地重新自动生成新的设计图纸。

(3) 铁路设计领域 铁路设计模块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。

① 铁路线形设计模块。缓和曲线段的线形不但有常规的回旋线、三次抛物线、摆线和

圆曲线，还增设了适合于高速铁路动力学特性的多种高次曲线线形，如双扭曲线、四次曲线、正弦曲线、余弦曲线等。

② 道岔设计模块。可方便、自动地在道岔数据库中选择各种类型的道岔，也可建立本国化的道岔数据库，以适应各自国家的设计标准。该模块结合数字化地面模型模块及地形图处理模块可进行复杂的站场设计。此外，灵活的线形计算功能配合强大的横断面开发功能可很好地进行铁路复线设计及既有线改造工程。

(4) 给排水管网设计领域 CARD/1 系统可同时进行 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，需要时可提取各种比例尺的节点大样图。管径、坡度及埋深既可自动计算，又可交互设计。管网纵断面设计与测绘模块自动交换地形数据，绘制纵断面图。管网平面图设计、管网纵断面设计与数字地面模型结合生成给水管网三维透视图。

4. EICAD 软件

即“集成交互式道路与立交设计系统”，简称“EICAD”，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，系统主要用于公路、城市道路的各阶段设计，EICAD 有路线版、综合版两个版本，适应用户的不同需求。综合版中包含了用于互通立交设计的命令，包括积木法、基本模式法、扩展模式法和其他辅助设计命令等。EICAD 应用独创的路线设计理论——“新的导线法”和立交匝道线形设计理论——“复合曲线模式法”，加上动态拖动和功能集成的特点，使得设计者能方便地设计出任何复杂、完美的道路与互通式立体交叉平面线形，如单卵形、双卵形、复曲线、虚交及全曲线等平面线形。

EICAD 系统在结合相关技术规范的基础上，紧密联系设计实际需求，体现路线设计新思想、新方法，实现了一套全新的设计交互与文档数据管理的过程。

EICAD 采用了 Microsoft 公司 Visual C++ 6.0 集成开发环境，运用面向对象编程技术和 MFC (Microsoft Foundation Class) 进行研制开发。运用以 C++ 为基础的面向对象的开发环境和应用程序接口，系统基于 AutoCAD 平台，充分发挥了图形平台完备的系统开放性和丰富的个性化能力，使用 Object ARX 进行二次开发，能够真正快速地访问 AutoCAD 图形数据库，大大地提高设计效率。建立图形数据的双向关联机制，实现全程尺寸和参数驱动机制。

该系统主要包括平面设计、纵断面和横断面设计三个部分。

5. BID-Road 软件

BID-Road 软件是中交第二公路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。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以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互通式立体交叉的初步设计和施工图设计。该系统采用面向对象的编程技术，以普通微机及 Windows 9X/2000/NT/XP 作为软硬件支撑平台，AutoCAD 为运行环境。

6. 高等级公路桥梁 CAD 系统 JTHBCADS

该系统被列为“七五”国家重点科技攻关项目，由同济大学、公路规划设计院、重庆公路科学研究所等单位联合研制开发。系统开发和运行的硬件平台 APOLLO 系列和 HP-A-

POLLO 系列图形工作站, 软件支撑系统为 DOMAIN/AEGIS 操作系统和 Calma 公司的 DDM DI2MENSION III 图形系统。该系统分为桥梁结构布置、桥梁结构有限元分析、桥梁施工图设计、桥梁工程造价分析等子系统, 可以草拟桥型图式、拼装三维模型, 进行强度验算及常用中、小型桥梁的自动设计, 绘制施工图, 能覆盖桥梁设计专业的 50%, 代表当今国内桥梁 CAD 的最新成果。

7. 拓普桥梁结构分析程序

是由原上海城建学院于 20 世纪 90 年代中期基于个人计算机研制开发的。系统由“桥梁结构线性、非线性综合程序系统”、“桥梁结构线性、非线性施工控制程序系统”、“弯、坡、斜桥分析程序系统”、“悬索桥分析专用程序系统”组成。该系统有两个突出特点, 使其在广大公路设计部门得以普遍应用。第一个特点是系统基于普通微机, 并采用 NDP - FORTRAN 所提供的 DOS 内存扩展技术解决了 640K 内存无法适应微机结构分析的困难, 从而使微机能够胜任大型桥梁结构分析任务; 第二个特点是利用微机的光栅图形处理技术实现了一定的图形前后处理功能。

8. 桥梁集成 CAD 系统 BRCAD (Bridge Integrated CAD System)

是同济大学继 JTHBCADS 之后研制成功的新一代桥梁 CAD 系统。该系统以广泛普及的 PC 机为硬件平台, 以具备良好开发性能的 WINDOWS NT 为系统软件平台。系统设计采用了集成化 CAD 系统的设计思想, 并采用了当今先进的软件开发技术, 充分体现了以用户为核心、界面图形化、过程可视化、数据集成化等新一代 CAD 系统的特点。BRCAD 系统全部采用 C++ 语言实现, 目前, BRCAD 的核心部分, 如桥梁专用有限元分析、有限元前后处理、设计文档管理等子系统已经实现, 并在多个实际工程中得到应用。

9. 桥梁博士系统

是同济大学桥梁教研室利用 VC++ 研制开发的基于 32 位 Windows 平台的桥梁 CAD 系统。该系统的主要功能是进行钢筋混凝土、预应力混凝土、组合梁以及钢结构的各种结构体系直线桥梁恒载与活载线性与非线性结构响应的计算, 自动进行对带索结构的优化, 并能够进行各种斜、弯和异形结构恒载与活载的结构响应计算, 自动进行结构效应的组合及截面的配筋验算等计算功能。

10. ADAMS 和 ADAP 系统

该系统的特点是将计算机辅助制造技术和桥梁 CAD 技术集于一体。ADAP 系统包括自动设计、计算和自动绘制施工图两个部分, 适用于重力式桥台、桥墩、薄壁墩、柱式墩等下部结构和基础的自动设计。

11. BRADD 系统

美国宾夕法尼亚州运输部组织开发的“桥梁自动制图系统 BRADD”是一个完全利用计算机对某种桥型进行自动设计并在工程实践中收到显著效益的 CAD 系统, 该系统在一定程度上代表了 20 世纪 80 年代国外桥梁 CAD 技术研究和应用的最高水平。BRADD 是一个将公路桥梁设计分析和制图集于一体的 CAD 系统, 用户可以交互输入桥梁设计的基本数据, 然后系统将设计分析的结果按文档要求输出到打印机, 同时生成施工图文件, 图形软件支撑系统采用 Intergraph 公司的 CADD, 图形文件可以在该系统上编辑修正, 也可以直接输出到图纸上。

12. Bridge Designer II 和 Bridge Designer Mod2eler3D 系统

美国交互设计系统 IDS 公司的 Bridge Designer II 和 Bridge Designer Mod2eler3D 为集成桥梁 CAD 系统。Bridge Designer II 是针对节段施工的混凝土桥梁 (如混凝土连续梁和混

凝土斜拉桥等) 研制开发的集结构分析和设计于一体的桥梁 CAD 软件系统。采用核心数据库存放桥梁设计模型的全部内容以及具备桥梁施工阶段计算功能是 Bridge Designer II 的两个突出特点。正在研制中的 BDM3D 被称为新一代桥梁 CAD 系统。图形可视化界面和通过图形交互方式输入信息是 BDM3D 软件的突出特点, 也是作为新一代桥梁 CAD 软件有别于 Bridge Designer II 的一个方面。

13. LUSAS 系统

英国 LUSAS 公司开发了桥梁结构分析和设计软件 LUSAS Bridge。LUSAS 的前身是一个有限元系统, 由英国伦敦大学为满足教学和科研的需要, 于 1970 年开发研制成功的。到现在 LUSAS 已经推出了第 12 版本, 主要包括 Analyst (汽车、航空、国防、制造和机械方面的力学分析)、Composite (组合构件设计)、Civil & Structural (土木及结构工程设计) 及 Bridge (桥梁设计)。LUSAS Bridge 提供了丰富的桥梁结构设计分析功能, 在众多的国外商品化有限元分析软件中, 其桥梁工程设计的针对性是较强的。并且, LUSAS Bridge 采用了当代先进的软件开发技术和开发思想。系统可运行于 PC 机和工作站两种平台, 采用了直观的图形界面技术, 配备了丰富的有限元前后处理功能。

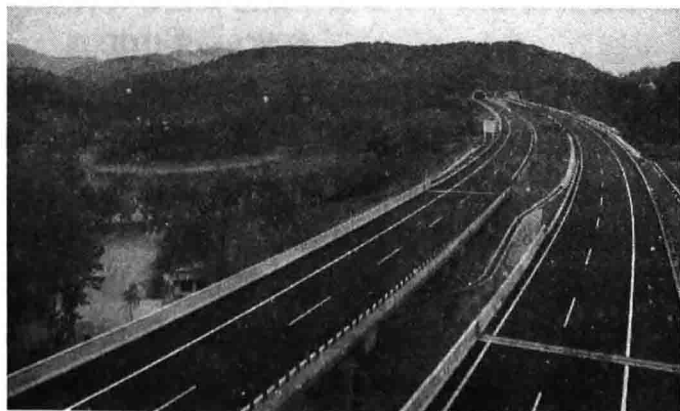
第二节 道桥工程图的有关规定

道路是一种供车辆行驶和行人步行的带状构造物, 是一个三维的空间实体。它的中心线(简称中线)是一条空间曲线, 我们平时所说的路线指的就是道路中线的位置。

道路其基本组成部分包括路线、路基、路面以及桥梁、涵洞、隧道等工程实体。桥梁和涵洞的区别在于跨径的大小, 一般来讲: 凡单孔跨径小于 5m、多孔跨径小于 8m 时修建涵洞, 否则修建桥梁。为了减少土石方数量, 保证车辆平稳行使和缩减里程, 在山岭地区修建道路时, 一般要修筑公路隧道。

一、道路工程图

道路根据它们不同的组成和功能特点, 可分为公路和城市道路两种。人们通常把连接城市、乡村, 主要供汽车行驶的具备一定技术条件和设施的道路称为公路, 它位于城市郊区和城市以外, 如图 1-1 (a) 所示, 公路具有狭长、高差大、弯曲多等特点; 位于城市范围以内的道路称为城市道路, 如图 1-1 (b) 所示。



(a) 公路



(b) 城市道路

图 1-1 道路实景图

1. 公路工程图

公路是一种主要承受汽车载荷反复作用的带状工程结构物。公路的中心线由于受自然条件的限制，在平面上有转折，纵面上有起伏，为了满足车辆行驶的要求，必须用一定半径的曲线连接起来，因此路线在平面和在纵断面上都是由直线和曲线组合而成的。平面上的曲线称为平曲线，纵断面上的曲线称为竖曲线。

公路路线工程图的表达方法与一般工程图不完全相同，有自己的一些画法和规定。他是用公路路线平面图作为平面图，路线纵断面图和路基横断面图分别代替立面图和侧面图。也就是说公路路线工程图主要包括路线平面图、路线纵断面图和路基横断面图。通常，路线平面图、路线纵断面图和路基横断面图大都画在单独的图纸上，读图时注意相互对照。

2. 城市道路路线工程图

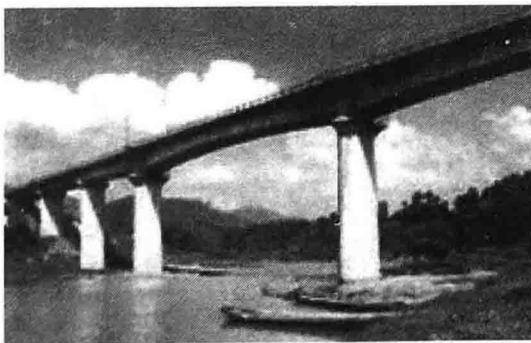
在城市里，沿街两侧建筑红线之间的空间范围定义为城市道路用地。城市道路主要包括机动车道、非机动车道、人行道、分隔带、绿带、交叉口和交通广场以及各种设施等。

城市道路的线型设计结果也是通过横断面图、平面图和纵断面图来表达的。它们的图示方法与公路路线工程图完全相同，只是城市道路一般所处的地形比较平坦，而且城市道路的设计是在城市规划与交通规划的基础上实施的，交通性质和组成部分比公路复杂得多，因此城市道路的横断面图比公路复杂得多。

横断面图设计是矛盾的主要方面，所以城市道路先做横断面图，再做平面图和纵断面图。

二、桥梁工程图

所谓桥梁，是架设在江河湖海上，使车辆行人等能顺利通行的建筑物。桥梁是道路的组成部分，因为自从有了道路之后，当人们遇到河流、沟壑阻碍时，就会想到要采用某种方式跨越障碍。桥梁的结构形式很多，采用的建筑材料也有多种。但无论其形式和建筑材料如何不同，在图示方面均大同小异。主要有四大基本桥型：梁桥、浮桥、索桥和拱桥，如图 1-2 所示。



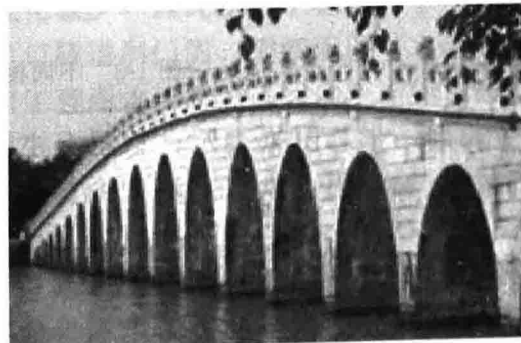
(a) 梁桥



(b) 浮桥



(c) 索桥



(d) 拱桥

图 1-2 基本桥型