



普通高等教育“十一五”精品规划教材

水利水电工程 CAD 技术

SHUILI SHUIDIAN GONGCHENG CAD JISHU

陈敏林 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十一五”精品规划教材

水利水电工程 CAD 技术

陈敏林 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为高等学校水利水电专业计算机辅助设计的通用教材,基本内容是基于目前流行的图形支撑软件 AutoCAD 系统之上,结合水利水电工程中建筑物的结构及构造设计要求,较为全面地讲授计算机绘图技术的基本应用知识。

本书除适用于为水利水电工程专业“计算机辅助设计基础”课程的教学外,还可供其他水利水电工程类专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水利水电工程 CAD 技术/陈敏林编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2009

普通高等教育“十一五”精品规划教材

ISBN 978 - 7 - 5084 - 6110 - 6

I. 水… II. 陈… III. ①水利工程—计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD—高等学校—教材②水利发电工程—计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD—高等学校—教材
IV. TV222.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 204581 号

书 名	普通高等教育“十一五”精品规划教材 水利水电工程 CAD 技术
作 者	陈敏林 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 10 印张 237 千字
版 次	2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	19.00 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

20 世纪 80 年代以来, 计算机技术的普及和发展, 给工程设计技术带来了一场史无前例的变革。与此同时, 目前我国水利水电建设规模之大, 速度之快, 创新之多, 令世界水利水电同行注目。水利水电工程建设的迅速发展, 需要更多的建设人才。为适应计算机时代的发展, 作为教师有责任有义务, 尽自己所能编写出与时俱进的新教材, 以利于学生更好地掌握新知识、新技术, 适应新时代的要求。

编者通过近 10 年来“计算机辅助设计基础”课程的教学实践, 对原有的《水利水电工程 CAD 技术》(武汉大学出版社, 2004) 教材进行了重新改编, 新编教材的主要特色为:

(1) 根据计算机辅助绘图技术的特点, 对手工绘图和计算机辅助绘图之间的关系及区别做出了全面的解释和说明, 明确地阐述了图形界限、绘图单位、绘图比例、打印输出图形的实际比例及图纸比例的表达方式等概念。

(2) 基于目前流行的图形支撑软件 AutoCAD 系统之上, 简洁明了、较为全面地讲授计算机绘图技术的基本应用知识, 并在第二章的每一节后面附有练习题和思考题, 有助于设计者更好地理解 and 掌握 AutoCAD 系统的应用技术。

(3) 根据水利水电工程设计的特殊要求, 增加了在图形绘制过程中, 启动 AutoCAD 系统的计算功能、在线进行数值计算和几何计算的内容, 实现了设计者在一个软件环境下进行多种类型工作的目的。

(4) 根据水利水电工程设计中图形绘制的复杂性、图形文件交换传阅的经常性和设计报告编写要求的全面性, 增加了绘图过程中复杂公式的输入、文字乱码的处理、AutoCAD 系统和 Microsoft Word 文档之间的图形及文字信息的输出与输入传递方法等内容, 有助于设计者方便、快捷地进行设计工作。

(5) 结合水利水电工程中建筑物的结构及构造设计要求, 编写了与水利水电工程中建筑物有关的二维图形和三维图形的绘制示例及详细步骤, 以帮助设计者更好地掌握 AutoCAD 系统的绘图技巧。

本书为水利水电工程专业“计算机辅助设计基础”课程的教学用书。还可供其他水利水电工程类专业师生和工程技术人员参考。

本书在编写的过程中，参考了国内的相关专著与教材，编者在此一并致谢。

由于编者的能力有限，编写过程中难免有疏漏和不妥之处，请同行专家及广大读者不吝赐教，以便纠正和改进。

编 者

2008.11 于武汉

目录

前言

第一章 概述	1
第一节 CAD (Computer - Aided Design) 简介	1
第二节 水利水电工程 CAD 现状和发展	6
第二章 AutoCAD 系统的基本知识	9
第一节 AutoCAD 系统界面	10
练习题	18
思考题	18
第二节 绘图命令	18
练习题	26
思考题	26
第三节 编辑和修改图形	26
练习题	34
思考题	36
第四节 精确绘图	36
练习题	41
思考题	41
第五节 层的创建和使用	42
练习题	48
思考题	48
第六节 文字的编辑与标注	48
练习题	56
思考题	56
第七节 尺寸标注	57
练习题	65
思考题	66
第八节 图形的显示与控制	66
思考题	68

第九节 图案填充	68
练习题	71
思考题	71
第十节 获取图形环境数据	72
练习题	78
思考题	78
第十一节 打印输出图形	79
思考题	82
第十二节 使用图块和外部引用	82
练习题	89
思考题	89
第十三节 三维绘图	89
练习题	98
思考题	99
第十四节 创建其他格式的文件	99
练习题	102
思考题	102
第三章 AutoCAD 绘图技术应用示例	103
第一节 二维图形绘制示例	103
第二节 三维图形绘制示例	128
附图	147
附图 1 房屋平面设计图	147
附图 2 溢流坝剖面图	148
附图 3 非溢流重力坝剖面图	149
附图 4 房屋三维造型图	150
参考文献	151

第一章 概 述

第一节 CAD (Computer - Aided Design) 简介

计算机辅助设计 (简称 CAD) 是利用计算机高速而精确的计算能力、大容量存储能力和数据处理能力, 结合设计者的综合分析、逻辑判断、创造性劳动, 进行高质量的工程设计的一种专门的技术手段。计算机辅助设计可以加快工程设计进程, 缩短工程设计周期, 提高工程设计质量。

在工程设计中, 寻找达到预期结果的设计方案具有多样性和优劣性。传统的工程设计, 一般是人工综合一个初始方案, 进行结构分析, 通过对结构分析的结果进行分析, 进而改进设计方案, 最后提交设计成果。在改进设计方案的工作阶段, 由于计算、制图及改图的工作量大, 这样许多情况下, 只能依靠设计者的经验和设计者对以往成功经验的借鉴, 来完善修改设计方案, 不免存在着主观性、随意性。而且, 由于改进设计方案的工作量大, 方案比较周期长, 工程设计往往难以达到最优设计方案。因此工程师们希望借助某些技术, 来摆脱费时的精度低的手工绘图和繁琐的计算工作。

CAD 技术的准确含义, 应该是利用计算机去完成在工程设计过程中比较机械、繁琐的工作, 如结构受力计算、设计参数优化、文件存储和查询及设计图纸绘制、修改、输出等, 辅助完成一项设计工作中的方案建立、计算分析、修改和优化设计参数, 以及成果输出等方面的工作。

CAD 技术发展主要经历了以下阶段。20 世纪 50 年代末, CAD 技术思想的开始起源。20 世纪 60 年代, 开始有了极为简单的 CAD 系统, 60 年代出现的三维 CAD 系统只是极为简单的线框式系统。这种初期的线框造型系统只能表达基本的几何信息, 不能有效表达几何数据间的拓扑关系。由于缺乏形体的表面信息, CAM (Computer - Aided Manufacturing) 及 CAE (Computer - Aided Edition) 均无法实现。20 世纪 70 年代, 逐步形成以表面模型为特点的自由曲面造型技术, CAD 技术主要应用在军用工业, 受此项技术的吸引, 一些民用主干工业, 如汽车业也开始摸索开发一些曲面系统为自己服务, 如福特汽车公司、雷诺汽车公司、丰田汽车公司、通用汽车公司等都开发了自己的 CAD 系统。由于开发经费及经验均不足, 其开发出来的软件商品化程度都较低, 功能覆盖面和软件水平亦相差较大, 但曲面造型系统带来的技术革新, 使汽车开发手段比旧的模式有了质的飞跃, 新车型开发速度也大幅度提高, 许多车型的开发周期由原来的 6 年缩短到只需约 3 年。CAD 技术给使用者带来了巨大的好处及颇丰的收益。20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 美国 SDRC 公司于 1979 年发布了世界上第一个完全基于实体造型技术的大型 CAD/CAE 软件——I-DEAS。由于实体造型技术能够精确表达零件的全部属性, 在理论上

助于统一 CAD、CAE、CAM 的模型表达,完全基于实体造型技术日渐成熟,给工程设计带来了惊人的方便性,它代表着未来 CAD 技术的发展方向。但 CAD 系统价格依然令一般企业望而却步,这使得 CAD 技术无法拥有更广阔的市场。20 世纪 80 年代中期至 80 年代末,计算机技术迅猛发展,硬件成本大幅度下降,CAD 技术的硬件平台成本从二十几万美元降到几万美元。一个更加广阔的 CAD 市场完全展开,很多中小型企业也开始有能力使用 CAD 技术。由于他们设计的工作量并不大,零件形状也不复杂,更重要的是他们无力投资大型高档软件,因此他们很自然地把目光投向了中低档的 Pro/E 软件。进入 20 世纪 90 年代,参数化技术变得比较成熟起来,充分体现出其在许多通用件、零部件设计上存在的简便易行的优势。参数化技术的成功应用,使得它在 90 年代前后几乎成为 CAD 业界的标准,许多 CAD 软件厂商纷纷起步追赶。但是技术理论上的认可,并非意味着实践上的可行性,重新开发一套完全参数化的造型系统困难很大,因为这样做意味着必须将软件全部重新改写,何况在参数化技术上并没有完全解决好所有问题。因此 CAD 软件厂商采用的参数化系统基本上都是在原有模型技术的基础上进行局部、小块的修补。考虑到这种“参数化”的不完整性以及需要很长时间的过渡时期,许多 CAD 软件厂商在推出自己的参数化技术以后,均宣传自己是采用复合建模技术,并强调复合建模技术的优越性。一旦所设计的零件形状过于复杂时,面对满屏幕的尺寸数据,如何改变这些尺寸以达到所需要的形状就很不直观;再者,如在设计中,关键形体的拓扑关系发生改变,失去了某些约束的几何特征也会造成系统数据混乱。20 世纪 90 年代中期,CAD 软件厂商以参数化技术为蓝本,提出了一种比参数化技术更为先进的实体造型技术——变量化技术,作为今后的 CAD 技术的开发方向,形成了一整套独特的变量化造型理论及软件开发方法。变量化技术既保持了参数化技术的原有的优点,同时又克服了它的许多不利之处。它的成功应用,为 CAD 技术的发展提供了更大的空间和机遇。

以史为鉴,可知兴衰。CAD 技术基础理论的每次重大进展,无一不带动了 CAD/CAM/CAE 整体技术的提高以及制造手段的更新。技术发展,永无止境。没有一种技术是常青树,CAD 技术一直处于不断的发展与探索之中。正是这种此消彼长的互动与交替,造就了今天 CAD 技术的兴旺与繁荣,促进了工业的高速发展。今天,越来越多的人认识到 CAD 是一种巨大的生产力,不断加入到用户行列之中。CAD 技术的发展伴随着人们对它认识及应用水平的提高,将不断日新月异。

世界上许多国家将 CAD 技术作为现代化工程设计的方法和手段,称为工程设计技术的起飞的“引擎”。CAD 的含义很广,由于 CAD 技术仍处于不断发展的过程中,各行各业的理解都有其片面性,有人认为利用计算机进行科学计算,就是 CAD 技术;或者认为 CAD 技术就是应用计算机绘图。CAD 系统应该支持工程设计过程的各个阶段,即工程设计方案的建立、设计参数的选取和优化,施工详图设计及绘制等。根据工作性质来划分,工程设计过程主要包括两个方面的工作:

(1) 规范化、标准化、处理理论明确的工作,这些工作应依靠计算机辅助完成。

(2) 新的设计思想、初始设计方案的建立及对设计参数的合理性进行判断等,属于人的创造性劳动,应采用人机紧密结合的交互式方式实现。

计算机辅助设计流程如图 1-1 所示。

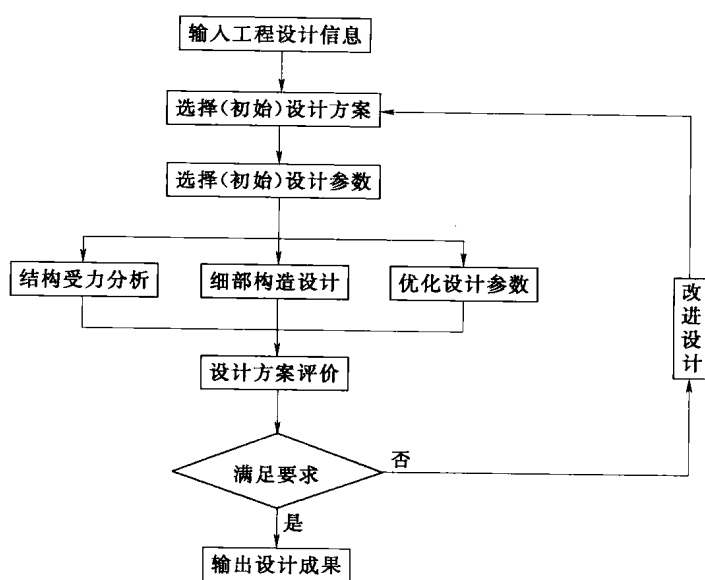


图 1-1 计算机辅助设计流程

计算机辅助 (CAD) 技术是一种新的现代设计方法, 已带来一场新的设计技术的变革。

例如: 波音 777 的新设计系统, 采用法国达索/IBM 公司的 CATA 三维设计与仿真系统, 使得:

- 设计过程不再传统的全尺寸实物模型模拟, 而采用计算机三维设计系统进行装配仿真;
- 计算机描述整架飞机的外形及有关零件, 检测它们是否有干涉;
- 有效的通信网络工具, 免去传阅过程, 同期评审, 加快了设计流程;
- 缩短了设计周期, 为设计成果的更改提供基础;
- 节约了设计劳动的支出成本;
- 该辅助设计系统耗资近亿元, 及 10 万人时的训练时间。

美国短跑名将刘易斯的钉鞋采用日本 Mijuno 公司的 CAD 系统:

- 建立刘易斯的人体数字模型, 重现其脚足和肌肉形状及奔跑时对钉鞋产生的压力;
- 穿着后感觉像赤足奔跑;
- 1988 年刘易斯与 Mijuno 公司签订合同, 1991 年试用, 在东京世界田径锦标赛上取得 100m/9.86s 的成果;
- 1996 年, 在 25 届亚特兰大奥运会上, 参加 4×100m 接力赛;

CAD 技术已广泛应用在车辆冲撞模拟分析、动画、广告、服装设计、机械制造、土木建筑、水利水电等行业。

一、CAD 辅助设计系统

CAD 辅助设计系统的组成如图 1-2 所示。

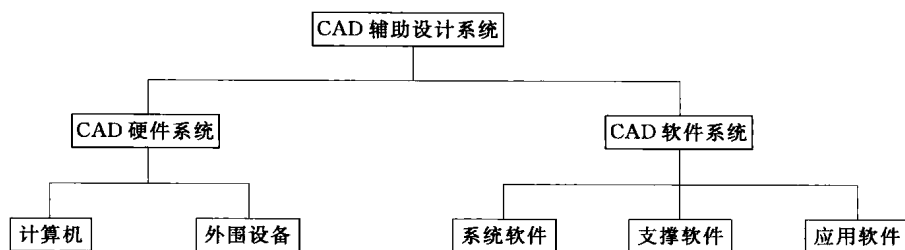


图 1-2 CAD 辅助设计系统

二、CAD 系统的硬件

20 世纪 80 年代，中型机、小型机（VAX）和工作站（SUN、HP、IBM）为支持 CAD/CAM 系统的主要硬件。

20 世纪 90 年代，随着微电子技术突破性发展，个人微机功能的增加、普及以及价格的降低，个人微机及联成网络的高档微型机，已逐步成为 CAD 硬件的主流。目前个人微机功能的提高主要表现在：

（1）中央处理单元 CPU（Central Processing Unit）的计算速度已达到 3.2GHz，中央处理器（CPU）包括运算器和控制器两部分。运算器负责执行指令所规定的算术运算和逻辑运算；控制器负责解释指令，并控制指令的执行顺序，访问（查找）存储器等操作。

（2）存放程序和数据的器件内存储器性能逐步递增，如金士顿（kingston）内存储器容量达 1G 左右的。

（3）阴极射线管图形显示器功能；从原来的 4 色的 CGA，发展到现在的 1024×768 的 SVGA 和 1600×1200 的 XGA 及较高的刷新频率。液晶显示器（Liquid Crystal Display）具有体积小、重量轻、耗电量省、不反光以及无辐射等优点，像素点数图像越来越精美。

三、CAD 系统的软件

CAD 系统的软件可分为三个层次。

1. 系统软件（一级软件）

系统软件用以计算机的管理、维护、控制和运行。

（1）操作系统：如 DOS、UNIX、Windows 等，用于对计算机系统的资源（硬件、软件）进行管理和控制的程序，是用户与计算机的接口。UNIX 是美国斯坦福大学开发出来的工程工作站的操作系统，曾经风靡一时，由于软、硬件的价格昂贵，操作复杂，系统维护困难，配套的应用软件匮乏等，限制了其进一步发展。微软的 Windows 操作系统已成功地占据了 80% 以上的计算机市场，Windows 系列产品具有良好的用户界面，性能稳定、价格低廉、丰富的应用软件资源，体现着其生气勃勃的生命力，也确立了其操作系统的主流地位。

Windows 是一个能够支持输入/输出，内存管理和多任务的管理者，主要由以下三个模块组成：①GDI. EXE，图形设备接口、图形图像输出、调色板管理；②USER. EXE，窗口、图标、光标管理；③KERNAL. EXE，内存管理任务调度。

(2) 语言处理系统: Fortran、C++、BASIC 等多种编程服务程序, 常用的数学库, 错误诊断, 检查程序等。

2. 支撑软件 (二级软件)

支撑软件是 CAD 系统的核心软件和开发应用软件的基础。

(1) 几何建模系统: 如 SUPER、ANSYS 等商用软件, 能应用一定的数据结构格式模拟、描述工程结构物的几何模型, 通过计算机运算能形成或存储各种所需的计算信息, 如三维实体参数, 有限元的单元信息、结点信息等。

(2) 图形软件系统: 是 CAD 系统重要支撑软件, 主要为面向应用的图形程序包, 已经成为国际标准的 GKS、PHIGS; 还有以各种图形程序包为基础构成的面向用户交互式图形软件系统, 如 AutoCAD、MicroStation。

(3) 计算分析软件系统: CAD 系统应能进行复杂结构的受力分析, 包括常规计算、有限单元法计算以及数学规划法的几何模型尺寸优化、设计变量的寻优计算。这是一个不断改进、完善、寻找最优设计方案和最优设计参数的过程。SUPER、ANSYS 等商用软件, 除具有几何建模功能, 更重要的是它们还是融结构、热、流体、电磁分析等于一体的大型有限元分析系统, 可用于机械制造、航天航空、土木工程等方面的科学研究、其产品为工程界广泛接受, 是世界上具有权威性的产品之一。

(4) 工程数据库及管理软件系统: 能对大量设计信息、计算成果进行存储、查找、加工和处理。还能对设计成果进行评价和分析, 如 Visual FoxPro 等。

3. 工程设计应用软件 (三级软件)

工程设计应用软件是设计者与 CAD 系统的界面, 是用户根据本专业工程设计规范和要求, 利用系统软件和支撑软件开发的专用软件。

四、CAD 图形交换及标准化

各 CAD 软件厂商正在大力发展 CAD/CAM/CAE 系统, 以降低产品投入市场时间, 改进设计质量, 来达到提高产品市场竞争力的目的。

每一个 CAD 系统都有自己的数据格式, 每一个 CAD 系统自己内部的数据模式一般是不公开的, 也各自不同。由于用户使用的需要, 就有了数据交换文件的概念出现。图形交换标准为不同工程图形基础软件所生成的图形之间的相互转换及调用提供了方便。

目前, 在不同的 CAD 系统中进行产品数据交换主要有两种方法: 第一种是直接翻译; 第二种通过中性文件进行翻译。在第二种方法中, 首先在预处理器里形成中性机制, 然后由后处理器接收并转换成 CAD 系统能够识别接受的内部格式。现在应用中性 CAD 格式的有 STEP、IGES (初始的图形交换说明)、DXF 等。

IGES 是应用最广泛的国际标准的数据交换格式, 有专门的文件格式要求。

DXF 是 CAD 系统的数据交换格式文件, 可以实现不同的 CAD 系统之间的图形格式交换, 以及 CAD 系统与高级语言编写的程序的连接。

例如, 用 AutoCAD 系统生成的 DWG 文件, 为了能在 MicroStation 系统中调用出来, 首先应将 AutoCAD 系统生成的 DWG 文件转化为 DXF 格式文件, 就可以在 Mi-

croStation 系统中调用出来, 并可将 DXF 格式文件转化为 MicroStation 系统能处理的 DGN 文件。

DXF 格式文件是图形数据 ASCII 文件, 便于阅读及接口程序数据处理。目前已成为世界上不同 CAD 系统之间交换数据的标准。

第二节 水利水电工程 CAD 现状和发展

一、水利水电工程 CAD 现状

20 世纪 70 年代以前, 水电专业领域的工程师们只能用算盘和计算尺作为计算工具。用拱冠梁法进行拱坝的设计计算, 一般需要半年时间; 用圆弧滑动法分析土坝的坝坡稳定, 一般一天只能计算一个假设圆弧上土体的安全系数, 而要找出最危险的滑动弧, 往往要算上数十个甚至上百个圆弧; 水电站的调压井, 其水位震荡过程, 一个人要算上几十天……对于这样的计算效率, 当年的工程技术人员都深有体会。在水利水电工程设计中的类似这样繁琐设计计算还可以举出很多, 而直至今日, 这些计算项目在工程设计中还是必不可少的。工程设计图是工程师的语言和论文, 其中复杂、密密麻麻的线条凝结着多少工程技术人员们的艰苦劳动, 特别在绘制枢纽总平面布置图, 牵一线而动全局。在手工绘图的年代, 改了一次设计方案就要重新绘制一次图, 原来图纸只有作废。所以, 从繁琐的计算中解放出来, 把更多的精力用于工程的优化, 一直是水利水电工程师的愿望。水利水电工程不但需要在分析计算上采用先进的计算手段, 更需要在工程绘图上采用计算机辅助绘图 (CAD) 手段。

我国水利水电工程 CAD 技术开发与研制工作始于 20 世纪 70 年代中期。进入 80 年代, 水利水电系统的各大设计研究院在美国原 Calma 公司的 DDM 软件支撑环境下, 分工在 Apollo 工作站上开发了水利水电工程的 CAD 软件, 如中南勘测设计研究院开发的拱坝 CAD 系统、华东勘测设计研究院开发的重力坝 CAD 系统。

随着个人微型机的迅猛发展, 由网络和服务型计算机构成的客户/服务器结构计算环境比小型机、中型机更灵活方便, 且个人微型机基本上能实现原 Apollo 工作站上开发软件功能, 因此一批微机水工 CAD 软件陆续推出。如天津勘测设计研究院的电站厂房 CAD 系统, 中南勘测设计研究院的隧洞 CAD 系统等。

由于水利水电工程的多样性, 应用条件的千变万化, 程序编制者很难一次预见到所有的工程条件, 经常要对程序做某种修改, 有一个逐步完善的过程。所以目前水利水电工程 CAD 软件存在的问题主要有: 输入信息量大、速度慢; 人机对话界面复杂, 不宜为普通设计人员掌握; 可供选择的建筑物类型较少。同时这些开发成果在归属问题上没有明确的说法, 各大设计研究院也不愿无偿提供自己开发的软件, 所以没有能进行商业化发展, 最后只有本院独享。而没有软件的设计院, 只有重复开发。但这个过程着实地提高了我们国家的水电工程设计水平。

今天, 水利水电工程 CAD 技术开发和应用已使水利水电设计工作发生了根本性变革。目前设计中的计算工作量已基本由计算机完成, 设计图纸的绘制已完全告别了手工绘图的图板。

工程制图历来是工程设计中一项耗费大、效率低的工作,实现计算机制图是把设计者从繁琐的重复的劳动中解放出来的有效途径。将各种常用的图形输入计算机形成图形零件库,就可由设计者随时调用,并由计算机控制绘图机绘图,从而大大提高工作效率和绘图质量。因此,计算机辅助图形设计是 CAD 技术的一个重要组成部分,目前流行的图形支撑软件有:

(1) Autodesk 公司推出的 AutoCAD 系统。

(2) Intergraph 公司推出的 MicroStation 系统。

两大软件系统的功能有:图形的生成、显示和输出,图形的变换和裁剪及二次开发技术等。

AutoCAD 是由美国 Autodesk 公司开发的用于工程设计的基础软件,是目前国内外最为广泛应用的 CAD 软件。AutoCAD 系统可通过键盘和鼠标等来完成绘图工作,它类似于手工绘图所使用的铅笔直尺、圆规、曲线板和橡皮擦,使人们能按自己的设想绘图,只不过这一切都是在计算机里进行罢了。在计算机里将绘图工作完成后,通过绘图仪或打印机输出到图纸或描图纸上,就可以形成工程图纸或平面底图。

所有从事工程设计的人都清楚,许多设计图纸都是在原有图纸的基础上修改得到的。过去人们设计一张图纸时,很多情况下是将原来的图纸进行复印,然后进行拼剪,再用透明胶将粘贴在一块,在此基础上再进行适当的修改、补充和标注尺寸,最后将这份拼接的图纸交给描图员进行描图,可以想象用这种方法设计出的图纸在质量和时间方面的欠缺。如果用 AutoCAD 系统来进行设计,只需要将原有的图形文件调出来,在屏幕上直接修改,这样速度会快很多。特别是当一个设计有几个方案时,需进行比较,如果手工来绘制,工作量会增大,而用 AutoCAD 系统处理就非常方便了。虽然 AutoCAD 系统的二维计算机绘图技术,仅仅只能通过键盘和鼠标绘图,用传统的三视图方法来表达建筑物的结构,以图纸为媒介进行技术交流,但这已经远比手工绘图更快捷、方便了。

AutoCAD 和 MicroStation 两大软件系统各具有特色。MicroStation 系统是从小型机工作站移植到微机上的二维、三维交互式图形设计软件包,具有比 AutoCAD 系统更强大的功能,但由于 AutoCAD 系统在我国更具有广泛的应用基础,有更多的第三方专业软件和通用软件,所以水利水电部门指定推广使用 AutoCAD 系统作为主流工程图形基础应用软件。

二、水利水电工程 CAD 技术的发展方向

水利水电工程是一项功在当代,利在千秋的事业。与其他工程勘测设计部门相比较,水利水电工程勘测设计更具工程的多样性,涉及的学科多,内容广泛,不但计算工作量大,而且是一个工程一个式样,重复性很少,更增加了工程 CAD 的难度。每一项工程几乎都需要水文、水能、测量、地质、机械、电力等专业的配合,在水工专业内部也需要结构、坝工(土石坝、重力坝、拱坝等)、概预算等专业的合作。

针对水电工程的建设各设计阶段不同的特点,用于各设计阶段的 CAD 软件侧重点应有不同。

(1) 前期勘测规划阶段, CAD 软件主要用于收集工程的地形、地质、气象等资料,输入到系统的数据库中,建立数字化的地形地质模型,提供后续设计所需信息。

(2) 可行性研究阶段, CAD 软件主要用于数据库建立和应用, 根据国家政策法规、规划要求及其他工程设计资料, 进行可行性设计方案分析论证。

(3) 初步设计阶段, CAD 软件主要用于几何建模、设计方案的技术经济比较和形成最优设计方案、以进行数值分析计算和结构参数优化。

(4) 施工图设计阶段, CAD 软件主要用于具体的结构计算分析、施工图绘制, 综合协调各专业成果, 完成分析、计算、绘图、材料统计、文件报表、概预算等系列工作。

对于前期勘测规划、可行性研究阶段属前期设计阶段, 需建立决策分析 CAD 系统。重点为全局考虑、方案比较及择优、工程总体布置, 设计计算、图纸则可粗略一些。决策分析 CAD 系统的理论基础为线性及非线性规划理论、模糊数学、人工智能方法、专家系统等。

在招标设计和技施设计阶段属后期设计阶段, 需建立数值分析计算 CAD 系统。重点为稳定计算、应力计算、配筋计算绘制施工详图、工程量、材料明细表、概预算等。数值分析计算 CAD 系统的理论基础为结构分析计算理论、材料力学、结构力学、水力学、有限单元法、数值分析法及计算机图形学等。

三、CAD 软件的集成化、标准化、智能化

要形成贯穿水利水电工程设计全过程的 CAD 集成系统, 还需要在以下几方面努力工作:

(1) 标准化。开发水工建筑物 CAD 系统除必须满足相应的设计规范外, 应加强建立不同 CAD 开发平台的上标准 CAD 图例、符号、标准图库, 建立统一的地形、地质 CAD 接口, 统一的工程特性数据库, 加强各专业、各地域间的合作, 减少重复性低水平开发。

(2) 人机界面。一个好的 CAD 系统必须有良好的 人机界面, 采用国际标准的窗口界面, 这是提高水工建筑物 CAD 系统质量的重要任务。良好的人机界面应能增强交互能力, 检查输入的合法性, 建立标准而直观的水工建筑物图符菜单。

(3) 智能化。CAD 系统的智能化和专家系统的建立, 将能进行模糊分析判断和提高 CAD 系统决策自动化水平, 避免人机对话过多而造成系统运行速度慢且使用不便; 并能在设计中进行自动学习, 积累、更新设计经验知识。

(4) 集成化。一个集成化的 CAD 系统应有决策能力、几何建模、常规分析计算、大型数值分析、生成设计报告及工程图纸等功能。集成化的 CAD 系统各部分应有良好的接口, 运行效率高, 以便设计人员集中精力分析设计方案的优劣、进行方案比较, 形成最优设计方案。

(5) 参数化设计。使用参数化建库工具, 建立工程建筑物图例库, 为工程设计提供参考和依据。

(6) 多媒体技术应用。多媒体技术有助于 CAD 系统形成良好的人机界面, 直接通过自然语言对话, 以驱动系统运行, 运用语音提示用户进行实时设计。

第二章 AutoCAD 系统的基本知识

本章主要讲述 AutoCAD 系统基本知识及应用。

1999 年 3 月 Autodesk 公司推出了 AutoCAD 的跨世纪版本——AutoCAD 2000，随后又推出了 AutoCAD 2002、2004 等版本。AutoCAD 200X 系统为用户提供了一个更智能化的二维和三维设计环境及工具，显著提高了用户的设计效率，充分发挥用户的创造能力，辅助用户将理想和构思转化为现实。AutoCAD 200X 系统新特性主要体现在以下几方面。

1. 多文档设计环境

AutoCAD 2000 以前的版本都是单文档设计环境，AutoCAD 2000 首先采用多文档设计环境，用户可以同时打开、编辑和修改多个图形文件，在不同的图形文件或窗口之间实现图形对象的拖放。

2. 对象特性管理窗口

对象特性管理窗口是一个无模式对话框，允许用户直接访问对象和图形的特性，修改和编辑某一对象或某一对象选择集的相应特性。

3. 自动捕捉及自动追踪

提供了更智能化的捕捉和追踪功能。利用自动捕捉及自动追踪功能，用户可以不借助构造线实现设计和编辑，更全身心地关注设计本身而不是软件本身的命令，还极大地提高了绘图精度和效率。

4. 标注功能增强

提供了新的标注式样管理器，用于浏览和编辑标注属性。在标注式样管理器中提供了浏览功能，实现标注式样的所见即所得，方便用户设置标注式样。

5. 三维功能增强

AutoCAD 200X 三维实体建模以 ACIS 4.0 为核心，三维绘图功能进一步增强，允许用户借助灵活的体、面、边编辑三维实体，实现面域的移动、旋转、平移、删除；引入了三维动态旋转功能，使三维视图操作和可视化变得十分容易。

6. 方便的注释文本操作

AutoCAD 200X 优化了文字格式和文字式样控制方式，增加了多行文字编辑器功能，使注释文字操作更加便捷。

7. AutoCAD 的设计中心

AutoCAD 的设计中心是一个无模式对话框，类似 Windows 资源管理器，可以方便地访问已有的设计成果，充分利用已有设计资源中设计思想和设计内容，用户可以通过拖放操作，复制一个设计环境中线型、文字式样、标注式样、外部引用等到另一设计环境，避

免了大量的重复性工作。

8. 强劲定制和二次开发功能

AutoCAD 200X 继承了 AutoCAD 一贯的开放性和灵活性, 提供了四种开发工具:

Visual lisp、VBA、ActiveX 和 ObjectARX, 允许用户借助 AutoCAD 200X 平台集成和定制不同领域的设计要求, 以适应不同专业用户的特殊需要。

第一节 AutoCAD 系统界面

AutoCAD 的窗口界面主要有 6 部分: ①标题条; ②下拉菜单及上下文菜单; ③标准工具条及其他工具条; ④图形窗口; ⑤命令及文本窗口; ⑥状态条。如图 2-1 所示。

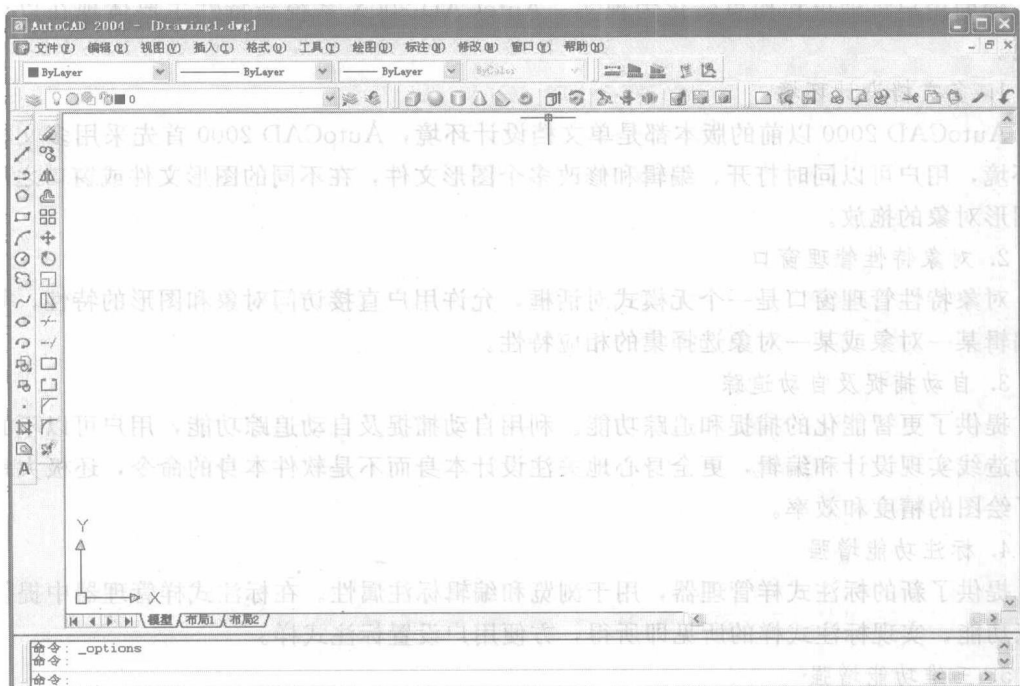


图 2-1 AutoCAD 界面

一、标题条

标题条上显示着当前正在运行的程序名称和当前打开的图形文件名称, 以及当前图形窗口的最大化、最小化状态。

二、下拉菜单及上下文菜单

AutoCAD 的窗口界面上有 11 个下拉菜单和由右键弹出的上下文菜单。11 个下拉菜单分别为:

- (1) 文件 (File): 用于进行文件创建、保存、输出、打印等项管理工作。
- (2) 编辑 (Edit): 用于对图形的编辑、修改等操作。