

天津市CAD应用工程
统一培训教材

宋宪一 主编
徐燕申 主审

CAD基础教程

天 津 大 学 出 版 社

tp391.72-43
SXY/1

天津市 CAD 应用工程统一培训教材

CAD 基础教程

宋宪一 主编
徐燕申 主审

天津大学出版社

内 容 提 要

本书是 CAD 应用工程培训教材。目的是以普及型 CAD 人才为培训对象,使读者掌握 CAD 绘图的基本知识和技法。本书本着由浅入深、循序渐近、通俗易懂的原则,介绍了人机交互型 CAD 系统的软、硬件配置基本情况,二维和三维几何图形生成的常见命令形式,操作命令的应用场合及实例分析,并附有一定数量的练习题。

JS360/3003

天津市 CAD 应用工程统一培训教材

CAD 基础教程

宋宪一 主编

徐燕申 主审

出版发行:天津大学出版社(电话:022-27403647)

地 址:天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

印 刷:天津市宝坻县第二印刷厂

经 销:新华书店天津发行所

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:8.5

字 数:213 千

版 次:1999 年 1 月第 1 版

印 次:1999 年 1 月第 1 次

印 数:001~5000

书 号:ISBN 7-5618-1124-1/TP·120

定 价:14.00 元

如有印装质量问题,请与本社发行部门联系调换。

序

计算机辅助设计(CAD)作为电子信息技术的一个重要组成部分,是涉及各行各业技术进步的关键和共性技术,亦是提高企业技术创新、市场竞争能力和管理水平的重要手段。

在国务委员宋健同志积极倡导下,1994年4月国务院办公厅批复了由国家科委牵头,国家电子振兴办公室、国家技术监督局等八个部委联合上报的“关于大力协同开展我国计算机辅助设计(CAD)应用工程的报告”,成立了全国CAD应用工程协调指导小组,在全国积极组织开展CAD应用工程。特别是国家科委发布的《1995年~2000年我国CAD应用工程发展纲要》,提出了我国CAD应用工程的总体目标,到2000年使我国CAD应用总体水平达到国外发达国家80年代末和90年代初的水平,在大中型企业及研究设计单位甩掉绘图板。

天津市是首批全国CAD应用工程示范试点城市。近年来,在机械、汽车、电子、工程建设、轻纺等行业,CAD应用取得了可喜的成果和明显的经济效益。在引进消化国内外优秀CAD系统的同时,还自行开发了各自专业应用软件。但在推广应用的普及性上还有较大差距。当前天津的传统工业正处在调结构、上水平的关键时刻,CAD技术的推广应用必将使产品和工程设计的方式与内容发生根本变革,并将增强企业的技术创新和市场应变能力。

为了贯彻天津市科教兴市战略部署,提高工业企业整体技术素质,《天津市CAD应用工程“九五”发展计划纲要》提出:CAD应用工程要面向市场,立足应用,结合产业技术调整和企业技术改造,加快更新产品和工程设计手段;大力扶植具有自主知识产权的CAD软件的开发和推广应用,引入市场机制,加速CAD软件的工程化、商品化,逐步建立自己的CAD产业;以面向实际应用为重点,以培训为桥梁,使CAD技术在更多的企业发挥作用,提高产品整体设计水平。

到“九五”末,天津市要在机械、汽车、电子、工程建设、

化工、轻纺等重点企业和科研设计单位普及应用 CAD 技术;企业领导和科研设计人员要普遍接受 CAD 技术培训,计划培养研究开发型人才 3000 人,应用型人才 4 万人,普及型人才 10 万人;我市 CAD 应用水平应达到国外工业发达国家 90 年代初的水平,并步入国内先进行列。

CAD 应用工程是一项综合性的系统工程,人才培养是开展 CAD 应用工程的关键环节。CAD 应用工程的成败主要取决于管理领导层的决心和有一支 CAD 推广应用技术骨干队伍。因此,对企业领导层和应用人员的培训就显得十分重要。

为了规范培训工作,保证培训质量,天津市 CAD 应用工程培训网络委员会针对普及型人才的培训特点,依照统一的教学大纲组织专家编写了《CAD 基础教程》培训教材。本教材的编写借鉴了国外职业教育中 CAD 教学方法和经验,突出了面向企业的实际应用,力求深入浅出,使参加培训的人员能在较短时间内掌握必须的 CAD 入门知识。

天津市 CAD 应用工程培训网络组委会
1998 年 12 月

前 言

科学技术的不断发展,特别是计算机技术的日新月异,使得广大工程技术人员迫切希望能够采用一种方法和工具来有效地取代传统的设计及手工绘图方式,从而把他们从沉重的、重复性的工作中解脱出来,以便有更多的时间来进行更有效的创造性劳动。为此,人们对采用计算机进行辅助设计这一新技术领域有着很高的兴趣与迫切需求。同时,对于这项技术的发展也寄予极大的期望。

计算机辅助设计技术在我国出现于 70 年代,现在已经在机械、航空、电子、造船、汽车、石油、建筑、地质、测绘及轻工等各个部门得到应用。由于这项技术在我国应用较晚,所以普及和国产化程度较低。目前,我国一些科研机构、高等院校正继续加紧研究开发适合国情和符合民族工业发展的并能与国际同类技术接轨的 CAD 系统技术。国内的一些理工院校也正在逐步地开设有关课程。所以说,普及和推广应用这一新兴学科,促进我国科学技术的迅速发展,提高产品设计水平,已势在必行。

为了在我国广泛深入地普及 CAD 技术,国家科委等部门颁发了《1995 年~2000 年我国 CAD 应用工程发展纲要》,并把“CAD 应用工程”列入国家科委“九五”重中之重项目。为此,成立了全国 CAD 应用工程协调指导小组,国务院有关领导也做出了加大工作力度、强制推广 CAD 技术的指示。

为了满足普及培训工作的需求,根据广大工程技术人员和不同层次读者的实际情况,我们编写了这本 CAD 技术基础培训教材。在编写过程中,本着由浅入深、循序渐进及通俗易懂的指导思想与原则,从 CAD 系统的基本概念开始,对常见的 CAD 系统绘图功能与作用进行讲解,力争通过本书的学习使读者对 CAD 技术,特别是计算机辅助绘图系统的基本用途与功能有较全面的了解,为进一步学习 CAD 系统中的其它相关技术打下基础。

为了便于广大读者自学,每章末都有一定数量的练习题,以供学习具体操作时选用。

本书由天津市科学技术委员会 CAD 应用工程培训网络组委会组织编写。其中第一章至第五章由宋宪一执笔,第六章由孟凡雄执笔,全书由天津大学徐燕申教授审定。同时,参加编写工作的还有金家琦、郭齐江、苏萍。本书的编写还得到了张虹和奥地利专家 Günther Fulterer 先生的帮助。借此机会对在编写过程中给予支持和帮助的各级领导和专家表示真诚感谢!

由于作者水平有限,时间仓促,难免有疏漏和不足,在此恳请广大读者和专家提出宝贵意见,以便今后修改完善。

编 者

1998 年 5 月

目 录

第 1 章 计算机辅助设计系统概述	(1)
1.1 系统的作用与组成	(1)
1.1.1 系统的作用	(1)
1.1.2 系统的类型	(3)
1.2 系统硬件环境	(3)
1.2.1 主机	(4)
1.2.2 输入装置	(4)
1.2.3 输出装置	(6)
1.2.4 外部存储装置	(10)
1.2.5 人机交互装置	(11)
1.3 系统软件环境	(12)
1.3.1 系统管理软件	(12)
1.3.2 应用程序	(13)
1.3.3 应用程序的组成	(14)
1.4 系统工作流程	(16)
练习题	(17)
第 2 章 图形生成的基础要素	(18)
2.1 操作平台	(18)
2.2 系统坐标	(19)
2.2.1 二维坐标	(19)
2.2.2 极坐标	(20)
2.2.3 三维坐标	(20)
2.3 二维、三维模型	(21)
2.3.1 二维模型的建立	(21)
2.3.2 三维模型的建立	(22)
2.4 文件	(23)
2.4.1 基本概念	(24)
2.4.2 文件名	(25)
2.5 几何图形元素定位	(25)
2.6 “橡皮筋”	(27)
2.7 元素点识别	(28)
2.7.1 屏幕任意点	(28)
2.7.2 实点	(29)
2.7.3 端点	(30)
2.7.4 中点	(30)
2.7.5 相交点	(30)
2.7.6 沿线点	(31)
2.7.7 矢量点	(31)
2.7.8 极坐标点	(31)

2.7.9 插入点	(32)
2.7.10 切点	(32)
2.7.11 象限点	(32)
2.7.12 样条曲线节点	(32)
2.8 元素选择	(32)
2.8.1 块(BLOCK)元素选择	(33)
2.8.2 窗口(WINDOW)选择	(33)
2.8.3 链(CHAIN)元素选择	(33)
2.8.4 任意(POLYGON)窗口选择	(34)
2.8.5 平面(PANE)内元素选择	(34)
2.8.6 全部显示(ALL DISPLAY)元素选择	(34)
练习题	(35)
第3章 几何图形元素及其生成	(37)
3.1 几何图形元素的种类	(37)
3.2 点(实体)元素	(37)
3.3 线元素	(40)
3.3.1 过两点生成线元素	(40)
3.3.2 用起始点、角度和距离生成线元素	(40)
3.3.3 水平与垂直线元素	(40)
3.3.4 平行线与等距线元素	(40)
3.3.5 角度平分线	(41)
3.3.6 切线元素	(41)
3.3.7 连续折线	(42)
3.4 圆元素	(42)
3.4.1 利用圆中心点和半径或直径确定圆元素	(43)
3.4.2 利用圆中心点和圆周上一点确定圆元素	(43)
3.4.3 生成与已知元素相切的圆	(43)
3.4.4 利用两个或三个任意点生成圆	(43)
3.5 弧元素	(44)
3.5.1 利用圆心、半径(或直径)、起始角和终止角生成弧	(44)
3.5.2 利用圆心、弧上一点、起始角和终止角生成弧	(44)
3.5.3 利用弧上两点和半径或三点生成弧	(45)
3.5.4 利用相切关系生成弧	(45)
3.5.5 利用起始点、终止点和圆心角生成弧	(45)
3.5.6 利用端点相切的关系生成弧	(46)
3.6 椭圆元素	(46)
3.7 链元素	(47)
3.7.1 矩形	(47)
3.7.2 任意正多边形	(47)
3.7.3 任意链元素	(48)
3.8 样条	(48)
3.8.1 三次样条	(48)

3.8.2 B样条	(51)
3.9 过渡元素	(52)
3.9.1 圆角	(52)
3.9.2 切角	(52)
3.9.3 “专用切角”	(53)
3.10 阴影线	(53)
3.10.1 边界条件法	(54)
3.10.2 剖切面法	(55)
3.11 其它元素	(55)
练习题	(56)
第4章 CAD系统中的辅助功能	(58)
4.1 宏程序命令	(58)
4.1.1 宏元素的类型与特点	(59)
4.1.2 产生变异宏程序的方法	(60)
4.2 元素属性	(62)
4.3 层操作	(64)
4.4 删除与消隐	(65)
4.4.1 删除	(65)
4.4.2 消隐	(65)
4.5 修剪与延伸	(66)
4.6 切断	(67)
4.7 扩展	(68)
4.8 比例变换	(69)
4.9 移动与复制	(70)
4.9.1 相对移动与复制	(70)
4.9.2 绝对移动与复制	(70)
4.10 图像偏心	(71)
4.11 旋转与复制	(72)
4.12 镜像映射	(73)
4.13 几何图形的放大与缩小	(74)
4.13.1 局部放大	(75)
4.13.2 比例放大和缩小	(75)
4.13.3 自动定标显示与显示回溯	(77)
4.14 辅助线与栅格	(78)
4.14.1 辅助线	(78)
4.14.2 栅格	(80)
4.15 尺寸标注	(81)
4.15.1 线段标注	(81)
4.15.2 圆与圆弧标注	(82)
4.15.3 角度标注	(83)
4.15.4 尺寸公差与符号表示	(83)
4.15.5 尺寸参数设定	(85)

4.16 文字说明	(85)
4.17 图形文件的输出与管理	(87)
练习题	(88)
第5章 二维几何图形生成	(90)
5.1 直线元素生成	(90)
5.1.1 两点线	(90)
5.1.2 平行线	(90)
5.1.3 角度线	(91)
5.1.4 切线	(92)
5.2 圆元素生成	(92)
5.2.1 圆心和半径	(92)
5.2.2 圆心和直径	(93)
5.2.3 三点定圆	(93)
5.2.4 两点定圆	(93)
5.2.5 两条切线和半径	(94)
5.3 弧元素生成	(94)
5.3.1 三点定弧	(94)
5.3.2 起始点、终止点及夹角	(95)
5.3.3 起始点、终止点及半径	(95)
5.4 直线图形生成	(96)
5.5 对称几何图形生成	(100)
5.6 盘类几何图形生成	(103)
练习题	(106)
第6章 三维几何图形生成	(108)
6.1 概述	(108)
6.2 三维坐标系统	(108)
6.2.1 直角坐标	(108)
6.2.2 柱面坐标	(111)
6.2.3 球面坐标	(112)
6.2.4 世界坐标系和用户坐标系	(112)
6.3 投影视图	(113)
6.3.1 正投影图	(113)
6.3.2 轴测投影视图	(115)
6.3.3 三维视图	(115)
6.3.4 透视视图	(117)
6.4 三维几何造型	(118)
6.4.1 线框造型	(118)
6.4.2 表面造型	(118)
6.4.3 实体造型	(121)
6.5 三维图像简介	(124)
练习题	(126)

第1章 计算机辅助设计系统概述

随着电子信息技术的不断发展,计算机辅助设计系统在工程设计、产品制造与技术文件信息化管理等方面的应用也正在不断完善与发展。它的应用推广与普及程度往往需要人们对它有较全面的了解。本章将对计算机辅助设计系统的基本构成做简要介绍。

1.1 系统的作用与组成

最早 CAD 的含义是计算机辅助绘图(Computer Aided Drafting)。随着 CAD 技术的不断发展,当今的 CAD 含义已变为计算机辅助设计(Computer Aided Design)。由计算机以及其它外部设备组成,并通过系统软件和应用软件体现 CAD 操作功能的集合称为计算机辅助设计系统。

1.1.1 系统的作用

计算机辅助设计是以计算机为核心协助完成各种设计任务,并为产品以后加工、技术文件管理提供必不可少的图形与其它相关技术信息的一项专门技术。利用它可以在产品设计过程中对所设计产品的有关数据资源进行检索,对有关数据和公式进行高速计算,并可利用输入设备采用人机交互方式并结合设计人员本身的设计经验,对所设计产品生成各工作阶段的图形文件。这种图形文件可以是二维图形文件,也可以是三维图形文件,还可以是产品的外形效果图形文件。也就是说,利用 CAD 系统不仅可以在设计工作中对产品的内部结构进行图形设计,而且也可以完成外形的美工设计。设计人员可以随时在计算机屏幕上对设计方案进行“适时修改、综合分析、审定和评价”,最后通过输出设备输出设计图形和设计信息资料。由于设计过程中所使用的数据资料、公式图表以及图形文件等都存储在系统的数据库中,所以完成设计以后,设计者可以根据生产实际需要,随时调用它们,然后利用交互装置对所显示的图形文件不断进行人工修改,直到获得满意结果为止。另外通过系统之间的数据网络,还可以使某一处的数据资源实现多处共享。

总之,利用计算机辅助设计系统不仅可以极大地减轻设计人员重复、繁琐的工作,缩短新产品的的设计周期,最重要的是可以提高设计质量,满足日益激烈的市场竞争需要,并且便于技术资源的管理与充分利用。

计算机辅助设计系统与传统的手工设计相比有投资大、工作环境要求高、人员知识水平要求较高等不足。

要使系统完成上述各项工作,系统的合理组合是十分必要的。计算机辅助设计系统由硬件和软件两部分组成(图 1-1)。该系统功能的强弱不仅直接影响整个系统是否能正常工作,而且在很大程度上会限制 CAD 技术的充分发挥和灵活运用。

在考虑 CAD 系统的合理构成时,既要注意能利用系统出色地完成当前的工作任务,又要顾及便于今后系统的更新及功能扩展。投入资金时既要考虑系统功能是否能够充分发挥作用,又要考虑不能造成资金积压。所以,“物尽其用”是合理配置 CAD 系统的一个重要标准。

微机 CAD 系统除了完成各种图形、图表的绘制外,还可以完成一些常见的、较简单的工程

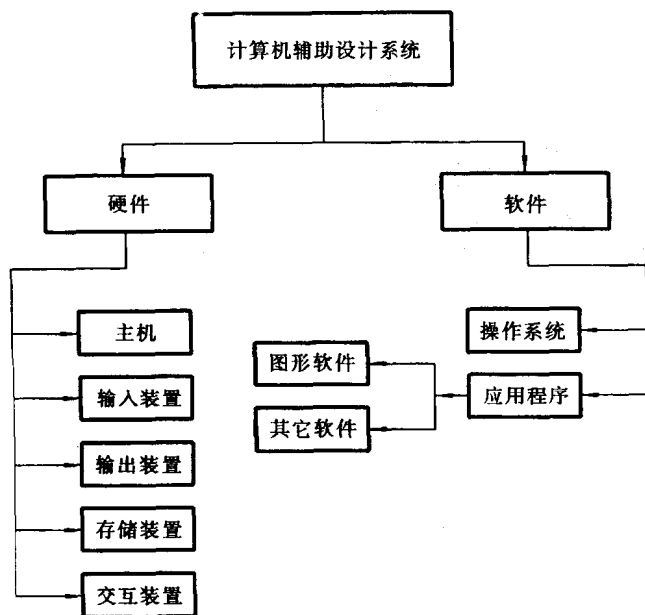


图 1-1 计算机辅助设计系统构成

计算。为了利用 CAD 系统完成整个工程设计,包括较复杂的计算与各种性能模拟分析,乃至加工数据程序编制与加工设备的控制等工作,还需要在 CAD 系统的基础上加上一些专用的程序模块,使之形成一个从设计、计算、模拟分析与加工控制为一体的功能更加强大的系统。通常把这样的系统称为“广义 CAD/CAE 系统”或“CAD/CAM 系统”。这样的系统往往对系统硬件环境的要求较高。随着 CAD 系统应用范围不断扩大,“广义 CAD 系统”与我们经常用来完成绘图的 CAD 系统之间的差别也正在不断缩小。

“广义 CAD 系统”由多个程序模块组成,常见的有 CAD 模块、CAM 模

块、CAE 模块、CAPP 模块、CAQ 模块等。这些模块又包括若干个子模块。这里需要说明,目前的 CAD 系统正朝着智能化、特征化、变量化、参数化、低运行条件化和低成本的方向发展。所以,应该广义地去理解 CAD 系统,而不能把它看做仅是一个计算机辅助绘图系统。当然,对于初学者来说,能较熟练地使用 CAD 系统完成各种图形的绘制,特别是二维图形的绘制,是充分使用 CAD 系统的基础。CAD 系统特点如下。

(1)缩短设计周期 由于计算机本身在整个设计过程中,能高速准确地进行数据和设计资料的检索,也能对设计者提出的设计模型和方案进行分析比较,并通过对外部设备的控制将结果进行打印或绘图输出,存储必要的设计结果以备调用,所以,使用 CAD 系统能够大大缩短设计周期、提高工作效率。CAD 系统的“适时修改”能力也是传统的手工设计方法所不能相比的。

(2)提高设计质量 在进行传统的手工设计时,通常采用经验类比和估算的方法。这种方法不仅效率低,而且设计质量的可靠性较差。使用计算机则可以对大量复杂的数学模型和计算公式进行精确处理,可以采用优化设计的方法得到最佳的设计结果,使得产品的废品率下降,最终使产品整体成本减少。

(3)降低劳动强度 利用 CAD 系统进行设计,可减少设计人员的重复性劳动,以便集中精力进行有创造性的技术工作。它还同时使得人力资源需求下降。

(4)实现文档管理数字化 利用 CAD 系统完成设计工作以后,其结果(如工程图文档案、分析与计算过程、产品设计变更情况等)都可以转化为数字信息。这些数字信息可以通过 CAD 系统中的图文管理系统自动管理。在使用这些信息资源时,可根据企业实际管理模式授权使用,也可以按设计流程进行阶段管理,同时还可以满足技术文档的各级保密要求。可见工程文档的数字信息化是这些功能的实现基础。

从当今我国发展状况来看,CAD 系统与传统的手工设计方法相比还存在着一次性资金投

入较大、技术人员知识结构要求较高等问题。另外,由于整个工作是在计算机屏幕上完成的,所以图形文件整体可视区域小、设计结果输出成本较高也是需要解决的问题。系统图形库的标准化、工作平台的国际通用化、中文字库字体的多样化等都是国产自主版权 CAD 系统软件有待改进的地方。

1.1.2 系统的类型

常见的 CAD 系统按作用方式可分为三种类型。

1. 信息检索型设计系统

该系统是先将一些设计过程中所用的标准机械零、部件和设计信息(如标准图形信息和材料信息、加工工艺条件、操作管理指令等辅助信息)存入 CAD 系统。在实际设计过程中,设计人员无需再对这些标准的零、部件进行重复性设计,而只要将设计要求输入 CAD 系统,便能得到满意的设计结果,并可立即输出。但是,由于需要事先输入大量的相关设计信息,这种 CAD 系统前期工作量较大,而且可交互性差,故多用于一些较成熟且已经标准化的行业产品设计。

2. 试探型设计系统

试探型设计系统除具有信息检索型设计系统的优点外,还可以事先将一些较成熟的设计图形存入 CAD 系统中。当设计人员需要修改某一产品图形时,可通过系统与图形显示装置将其调用并显示出来,然后根据设计人员的设计构思对其进行修改,从而产生新的设计结果。这种系统多用于产品生产过程中的修改设计。

3. 人机交互型设计系统

随着计算机与相关领域技术的不断发展,在综合前面两种设计系统的基础上,出现了被人们广泛使用的人机交互型设计系统。所谓交互,是指操作者与计算机系统之间的信息与要求的往来。这种“往来”是通过 CAD 系统中的输入、输出和交互装置实现的。但是,这些信息的调用与判别则是由系统的软件来完成的。人们把这种系统又叫做“人机会话型系统”。人与机器之间的信息“交互”,除了系统本身由若干硬件组成外,交互语言(软件)起着桥梁的作用。正是通过特定的交互语言,设计人员才能向系统表达自己的设计构思,同时系统也以最快的信息传输速度及时将计算结果反馈回来。通过这样不断地交换信息,使设计工作不断完善,最后达到满意的效果。由于这种系统需要配置较多质量好的计算机、外部设备和相应软件,所以一次性投资较大。

无论是哪种 CAD 设计系统,系统的构成都是由硬件和软件两部分组成,通常把它们称为 CAD 系统的外部运行环境和内部运行环境。

对于一个配置优良的 CAD 系统来说,要想使其充分发挥作用,人的因素十分重要。特别是设计人员的设计经验与系统功能的结合,是获得最优设计结果和最佳投资效益的重要保证。同时,也只有这样才能充分体现出 CAD 系统作为一种设计手段的真正意义。所以,一个功能齐全的 CAD 系统是设计人员完成工作任务的工具,而不是用来研究系统本身的场所。

1.2 系统硬件环境

CAD 系统的硬件环境对整个系统综合性能的发挥起着十分重要的作用。它不仅为 CAD 系统提供了必不可少的基本运行条件,而且对最大限度地提高工作效率和技术文档的可靠检索与管理,以及系统功能的进一步开发都起着不可忽视的作用。所以,在考虑配置 CAD 系统硬件时,要尽可能地做到配置科学合理,功能先进,主机与外设之间能正确协调地工作,易于操

作与维护。一味追求高档次,而系统功能又得不到充分利用,则会导致投资效益低下,造成较大浪费。总之,在配置系统硬件时,要根据自己的工作情况,参考事先已选定软件的运行条件,在资金许可的情况下,使所配置的硬件环境具有一定的超前功能。

下面以常见的人机交互型 CAD 系统为例,介绍系统硬件环境中各部分的情况。

系统硬件环境由主机、输入装置、输出装置、外部存储装置和人机交互装置组成(图 1-2)。

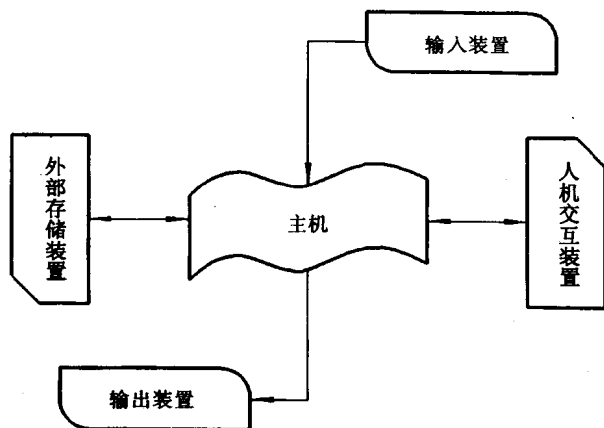


图 1-2 CAD 系统硬件环境构成

1.2.1 主机

主机是系统的核心,用来控制和指挥整个系统,并进行数学运算和逻辑分析。它可以是大、中、小型计算机、工作站和微型计算机。由于计算机类型不同,它们的运算速度、图形显示效果、信息存储量等技术参数和性能也不尽相同。采用哪种类型的计算机作为主机要视需要而定。选型时不仅要考虑满足当前的需要,还应考虑今后发展的需要。特别是在产品不断更新换代的市场经济情况下,更应该使所选设备在性能上留有一定余地。另外,

还应注意所选计算机型号要能满足软件的运行需要。计算机的通用性和内部部件的可更换性也是不容忽略的问题。通常,大、中型计算机用来作为 CAD 网络系统中的主服务器,小型机和工作站用来运行较大且较复杂的 CAD 系统软件,微型机则用来运行相对小一些的系统软件。值得注意的是,由于微型机的价格比较便宜,发展速度较快,所以,微型机与其它类型计算机,特别是工作站之间的某些功能差别正不断地缩小。

计算机主机内部主要包括运算器、控制器和内存储器三个主要部分。其中前两部分又称为“中央处理机”,简称 CPU。运算器主要进行算术运算、逻辑运算及比较等。运算器主要包括一个能对数据进行算术运算和逻辑运算的部件,通常称为逻辑部件 ALU。它提供一个操作数和存放操作结果的累加器 A、若干个存放中间结果的寄存器和计数用的计数器。存储器用来存放运算过程、原始数据和计算结果等。存储器分为主存储器(也叫内部存储器)和辅助存储器(或称外部存储器)。以前内存储器多用磁芯存储器,现在多由半导体大规模集成电路 LSI 和超大规模集成电路 VLSI 组成。内部存储器与主机直接相连。辅助存储器多采用磁盘和磁带。控制器是整台计算机的指挥系统,它向机器的各组成部分发出控制信号,指挥整台计算机自动协调地工作,根据事先规定计算程序或中间运算情况自动决定操作内容。

1.2.2 输入装置

输入装置是向计算机送入数据和各种字符信息及程序的设备。即用它们输入操作者(用户)对 CAD 系统进行作业的操作指令。输入装置是人与 CAD 系统进行信息交互的主要工具。

常见的输入装置有键盘(又分标准键盘和专用键盘)、鼠标器、光笔、轨迹球和操纵杆、图形输入板、数字化仪、工程扫描仪、光电式纸带输入机、卡片式输入机、磁盘磁带输入机、信号采集设备、声音信息输入设备等。

1. 键盘

键盘是最常用的输入设备之一。通过键盘可以输入文字、确定屏幕上几何图形的坐标位

置。

在标准键盘上,往往需要逐个字符地输入命令信息,有时对于较简单的操作也必需完成大量的按键动作。由于输入较长指令时易出错,并且费力费时,所以,许多 CAD 系统在允许使用普通键盘命令的同时,还提供了功能命令的快捷键输入方法。当用户进行操作时,按照系统的规定,只需进行少量按键操作即可完成整个命令的输入。另外,有的 CAD 系统还根据本身的特点配备了专用键盘。

2. 鼠标器

鼠标器是 CAD 系统中一种常用的输入设备。鼠标器按其结构可分为光电式和机械式两种。通过移动鼠标器可以来控制屏幕上的光标位置。同时,也可以根据软件的功能和鼠标器按键设定少量常用的键盘命令,以简化命令输入。

3. 光笔

光笔也是一种通过缆线与计算机主机相连且直接作用于显示屏幕的输入设备。它适用于随机扫描式和光栅扫描式显示屏幕。在进行图形设计或修改时,可直接对显示的内容进行操作,称这种操作为指点。有时可将光笔与系统的跟踪程序配合使用,达到输入几何图形元素坐标值的作用,称之为跟踪。

指点(又称标定或拾取)是在屏幕显示的图形和字符,用光笔指示用户想要处理的内容,继而检测出光信号,由此可以知道显示数据是处于缓存的哪些地址。然后,通过指令控制和程序控制完成这些数据的操作。

跟踪是指以光笔移动来拖动屏幕上的光标进行定位,以生成几何图形元素和输入字符。

4. 轨迹球和操纵杆

这种输入设备的作用与鼠标器几乎相同。它们也是通过缆线与主机相连,用来对系统光标进行定位控制。使用时通过转动轨迹球体或扳动操纵杆控制光标沿 X 轴或 Y 轴的移动。通常在这些设备上还设有与鼠标器功能相同的命令确认键。轨迹球与操纵杆的外形如图 1-3 所示。

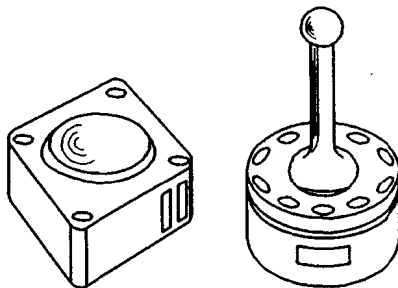


图 1-3 轨迹球和操纵杆

5. 数字化仪

数字化仪是一种常用的独立于显示屏幕的输入命令与信息的设备。它在工作时必须与触笔配合使用(图 1-4)。用户可以按照系统软件的要求,在数字化仪的菜单纸上设定工作有效区域,并在这个区域中划分出光标控制区和命令菜单区,用户可根据自己的习惯将这些命令的位置进行排列组合。通过数字化仪不仅可以控制系统光标的位置、发布系统命令,而且也可以将具体的数字信息输入给系统。

6. 图形输入板

图形的反输入通常是通过图形输入板完成的。所谓反输入是指将已经绘制在图纸上的图形信息重新输入到 CAD 系统。图形输入板的作用类似于扫描设备。这种方法常用于对已有图纸的局部修改或内容临时的变动。图形输入板是一种较大型的输入设备,有效工作区域可达 1m^2 以上。工作时需把要输入的图纸贴附在图形输入板的工作面上,然后通过专用的多键图形游标器在其上移动,并通过按动游标器的各功能键将系统命令输入计算机。

7. 声音信息输入装置

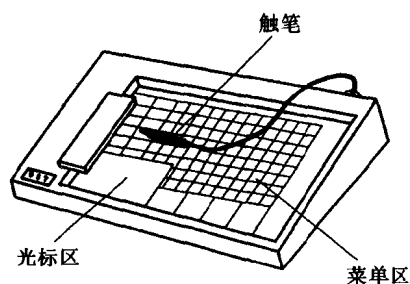


图 1-4 数字化仪

当用户应用声音信息方法输入时,可通过对讲话筒向系统输入口令。用户可根据自己的需要将各个命令组成几十个命令表(命令清单),然后将它们存储。用户还需多次对话筒读诵命令清单,以便训练系统辨别各个命令。由于每位操作者的发音、语气和声调都有差异,加上外界环境的影响,所以需要每个操作者单独“训练”这个系统。

1.2.3 输出装置

CAD 系统中用来输出设计结果的设备称为输出装置。由于它们的工作成本和输出效果的不同,故又分为中间结果输出设备和最终结果输出设备。常见的输出设备有打印机、绘图仪、纸带穿孔输出机、信息卡片输出机等。

1. 打印机

打印机是一种常见的计算机信息输出设备。由于打印机操作简单,工作成本较低,同时受输出纸张幅面大小的限制,所以在 CAD 系统中主要用来输出设计或计算分析信息的中间结果。打印设备又常被人们称为硬拷贝设备。打印机的种类很多,按工作方式分为击打式和非击打式两种;按打印规格又可分 80 行、120 行、132 行和 160 行等几种;按其打印颜色分单色和彩色两种;根据打印质量的不同又可分为针式打印机、喷墨式打印机、激光打印机、热蜡打印机和染色升华打印机。

针式打印机又称点阵打印机,它是用针式打印头将打印内容以点阵的方式打印在色带上,然后再印到纸上形成各种字符或图形。这种打印机的打印针数越多,点阵密度越大,打印质量也就越高。针式打印机的打印速度可达到 125 汉字/秒。当打印质量要求相对不太高时,针式打印机常用来进行文本文件的输出,如产品零件明细文件、产品目录文件和一些数据信息文件等。它的工作噪音较大。

喷墨式打印机是一种常见的输出设备(图 1-5)。喷墨打印机又称墨汁射流打印机。它也分为单色和彩色两种。由于它的打印质量高于针式打印机,所以,当设计图形的图纸幅面不太大时,可输出工程图形最终结果。彩色喷墨打印机多用来输出一些具有美术效果的图形文件。这种打印机配有黑色、洋红色、黄色和青绿色四种墨盒。工作时这些墨盒产生高频振动效应,在纸张上可以形成数百种色彩效果的图案。

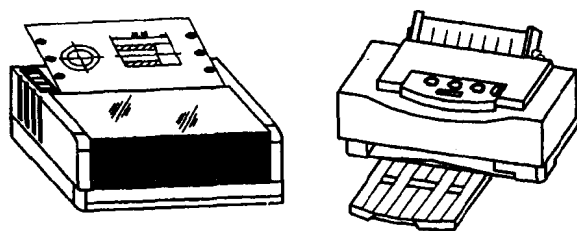


图 1-5 喷墨式打印机

激光式打印机是通过机器内部产生的激光来形成点阵的。无论是单色激光打印机还是彩色激光打印机,其打印效果都优于针式和喷墨式打印机。由于它的价格较高,所以经常用来输出反映物体造形的图,比较大些的打印机还可以兼作复印机使用。

热蜡打印机的工作方式与其它打印机有所不同。这种打印机在工作时,覆有青绿色、洋红色、黄色和黑色蜡的色带被加热并转印到纸张上,打印机的打印头会发出一定的热量来融化每点的颜色。这些融化点的组合产生不同色彩的图形。由于这种打印机的耗材较贵,所以在实际中很少使用。