

计算机辅助设计教程

仲梁维 麦云飞 曾 忠 刘淑霞
蔡锦达 楼文高 编著

复旦大学出版社

● CAD应用系列丛书



77-59572
77

410780

CAD 应用系列丛书

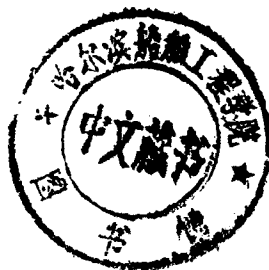
计算机辅助设计教程

仲梁维 麦云飞 曾 忠 编著
刘淑霞 蔡锦达 楼文高



复旦大学出版社

410780



责任编辑 林溪波

计算机辅助设计教程

仲梁维 麦云飞 曾 忠 刘淑霞 蔡锦达 楼文高 编著

出 版 复旦大学出版社

(上海国权路 579 号 邮政编码 200433)

发 行 新华书店上海发行所

印 刷 上海第二教育学院印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 16.75

字 数 415 000

版 次 1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1—5 000

书 号 ISBN 7-309-01933-4/T·190

定 价 22.00 元

本版图书如有印订质量问题, 请向承印厂调换。

IS/33/23
内 容 提 要

本书是根据高校工科各专业的计算机辅助设计课程教学基本要求编写的。本书在编写过程中力求按照认识和教学规律来阐述计算机辅助设计的原理、程序设计方法和技巧,并以微机 CAD 系统为主,介绍了 CAD 的基本概念、CAD 系统的选择与配置、CAD 中常用数据结构、算法和程序,数据库基本原理及 FoxPro, ORACLE 数据库的操作及与 CAD 的接口程序。介绍了计算机绘图系统的算法和程序,AutoCAD 软件的应用,几何造型及图形的自动产生,有限元的基本原理及前后处理程序的编制,机械优化设计的计算方法和优化程序设计。介绍了计算机模拟的概念、建模方法、仿真方法和软件及其在 CAD 中的应用,CAD 系统的集成方式及开发步骤,数控程序的生成方法及 CIMS 发展概况。本书力求包含 CAD 当前最新技术。

本书在讲述理论和编程方法的同时,还配有相应的程序,这些程序均在微机上调试通过,并具有较强的实用意义。本书可作为工科各专业的必修或选修课教材,也可作为有关工程技术人员的参考书。



前 言

计算机辅助设计技术是一门综合应用多学科技术的工程技术。应用 CAD 技术,不仅改变了传统的手工设计方法和设计路线,而且实现了产品设计现代化。设计人员以 CAD 系统提供的各种资源为基础,在交互图形设计环境下,以工程数据库为核心,完成从产品的概念设计到产品的完整定义,实现了产品的造型设计、结构设计、优化设计、结构分析与工程分析,并仿真产品的性能和制造过程,提高了产品设计效率和一次成功率,极大地提高了企业在产品开发方面的优势,加快产品推出,提高产品的市场竞争力。

计算机辅助设计是一种现代设计方法,是工程设计人员开发和设计产品、工艺设备的有效工具,与计算机辅助制造(CAM)技术相结合,为实现企业的无图纸化生产提供了前提。

本书力图使一般工程技术人员或高校工科高年级学生在尽可能短的时间内,掌握应用和开发 CAD 系统的基本知识、基本方法,掌握 CAD 系统的组成原理、CAD 应用系统设计和实现的方法及步骤。各章内容互相联系,又自成体系,从认识规律和教学规律出发,为适应不同的读者需要,安排了部分基础知识和新概念、新方法,内容编排较好地处理了内容的深度和广度的关系。为配合设计原理和实现方法的学习,书中附有可供引用或参考的 C 语言源程序。本书结合 CAD 使用者的需要,介绍了基本概念、设计原理、设计方法及实施步骤,介绍了规划和开发技术以及关键技术和发展动向。

全书共分十二章。第一章介绍了 CAD 系统的硬件特性,软件特点,CAD 系统的结构和分类,CAD 系统的选择与配置。第二章介绍了工程数表的程序化和公式化的方法。第三章介绍了 CAD 中常用的线性表、树型结构、图结构等数据结构,介绍了各种算法和程序。第四章介绍了数据库基本原理及在 CAD 中的实际应用,介绍了 FoxPro,ORACLE 数据库的操作及 CAD 的接口程序。第五章介绍了计算机绘图系统、几何交切、规则曲线、拟合曲线、剖面线与填色、图形交换等的算法和程序。第六章介绍了 AutoCAD 软件的应用。第七章介绍了几何造型及图形的自动产生。第八章介绍了有限元的基本原理及前后处理程序的编制。第九章介绍了机械优化设计的计算方法和优化程序设计。第十章介绍了计算机模拟的概念、建模方法、仿真方法和软件及其在 CAD 中的应用。第十一章介绍了软件工程、CAD 系统的开发步骤、人机交互、CAD 系统的集成方式。第十二章介绍了 CAD 系统中数控加工程序的生成及 CIMS 发展概况。

本书是根据高校工科各专业的计算机辅助设计课程教学基本要求编写的,可作为高校工科有关专业教学用书,授课学时 40~60 学时,需有上机实践相配合。本书亦可供工程技术人员参考。

本书第一、二、十一章由麦云飞编写,第三章由蔡锦达编写,第四、六、七、八章由仲梁维编写,第五章由刘淑霞编写,第九、十二章由曾忠编写,第十章由楼文高编写,全书由仲梁维、麦云飞主编。全书由仲梁维统稿。

在本书编著过程中,顾晓华整理了书中的部分程序、文字和插图,慈惠中,崔守祥,游文浩,郑云,杨靖华,吴春艳等参加了文字录入及制图工作,在此表示衷心的感谢。

本书是作者在教学和科研成果的基础上编著而成。书中欠妥之处,欢迎专家和读者指正。

编 著 者

1997.7

目 录

第一章 计算机辅助设计概论	1
1.1 CAD/CAM 的含义及特点	1
1.1.1 计算机辅助设计的特点	2
1.1.2 计算机辅助设计设计系统的结构和类型	3
1.2 计算机辅助设计系统的硬件	3
1.2.1 计算机硬件概述	3
1.2.2 计算机主机及微处理器	4
1.2.3 计算机的外存储子系统	5
1.2.4 显示器及图形卡	6
1.2.5 输入设备	7
1.2.6 打印机与绘图机	7
1.2.7 计算机辅助设计硬件系统	8
1.3 计算机辅助设计系统的软件	9
1.3.1 系统软件	9
1.3.2 应用软件	9
1.4 计算机辅助设计软件系统的分类	10
1.5 计算机辅助设计系统的选择与配置	10
1.5.1 计算机辅助设计系统的发展	12
1.5.2 用户 CAD 系统的类型	13
第二章 工程数据的计算机处理	14
2.1 数表程序化	14
2.1.1 用数组的形式表示或存放数表	14
2.1.2 数据文件	15
2.1.3 插值	15
2.1.4 数表拟合公式化	19
2.2 线图程序化	20
2.3 数据文件的组织	20
第三章 数据结构	23
3.1 概述	23
3.1.1 数据	23
3.1.2 数据结构	23
3.1.3 数据的主要存储方式	24
3.2 线性表	24

3.2.1	单链表及其运算	24
3.2.2	双链表及其运算	26
3.2.3	串及其运算	27
3.3	树形结构	29
3.3.1	树	29
3.3.2	二叉树	30
3.4	图结构	32
3.4.1	图的基本概念	32
3.4.2	图的遍历	33
3.4.3	最短路径	35
3.4.4	拓扑排序	36
3.4.5	关键路径	36
3.5	查找和排序	36
3.5.1	查找	37
3.5.2	排序	39
第四章	数据库在 CAD 中的应用	42
4.1	数据库技术概述	42
4.1.1	实体、信息、数据	42
4.1.2	数据库	43
4.2	数据模型	43
4.2.1	层次模型	43
4.2.2	网状模型	44
4.2.3	关系模型	44
4.3	分布式数据库	45
4.4	工程数据库系统	46
4.5	数据库管理系统(DBMS)组成	47
4.6	数据库管理系统分类	47
4.7	CAD 数据库的建立与使用	48
4.7.1	数据库的建立	48
4.7.2	使用数据库系统的方式	49
4.8	FoxPro 的基本操作	49
4.8.1	数据类型	50
4.8.2	常量、变量、表达式	50
4.8.3	命令	51
4.8.4	FoxPro 的启动与退出	51
4.8.5	基本操作	51
4.9	ORACLE 关系数据库系统	55
4.9.1	ORACLE 系统概述	55
4.9.2	ORACLE 的数据库语言 SQL	56

4.9.3	ORACLE 预编译接口	61
4.9.4	查询	65
4.10	CAD 系统与数据库的联接	65
第五章	计算机绘图	67
5.1	计算机绘图概述	67
5.2	计算机绘图系统	67
5.2.1	图形输入设备	67
5.2.2	图形绘制设备	68
5.2.3	绘图机的绘图语言	69
5.2.4	绘图机与 PC 机的通信	70
5.3	计算机绘图软件	70
5.3.1	计算机绘图软件的主要内容	70
5.3.2	绘图软件的类型	71
5.3.3	图形软件标准	71
5.4	几何交切子程序设计	72
5.4.1	几何交切常用函数	72
5.4.2	两圆相交函数的设计	72
5.5	曲线	74
5.5.1	规则曲线	74
5.5.2	拟合曲线	75
5.6	剖面线与填色	77
5.7	图形变换	79
5.7.1	概述	79
5.7.2	两维图形变换	79
5.7.3	三维图形的变换	83
5.8	汉字处理	89
5.8.1	矢量汉字字库的数据存储结构	90
5.8.2	汉字处理及缩放	91
5.8.3	源程序	91
第六章	AutoCAD 软件	94
6.1	AutoCAD 的基本绘图命令	94
6.1.1	AutoCAD 的命令输入	94
6.1.2	数据输入	95
6.1.3	基本绘图命令	96
6.2	图形编辑命令	102
6.2.1	构造选择集方法	102
6.2.2	MOVE(位移)命令	104
6.2.3	COPY(复制)命令	104
6.2.4	ROTATE(旋转)命令	104

6.2.5	SCALE(变比)命令	105
6.2.6	MIRROR(镜像)命令	105
6.2.7	STRETCH(拉伸)命令	105
6.2.8	ARRAY(阵列)命令	106
6.2.9	CHANGE(修改)命令	107
6.2.10	BREAK(切断)命令	107
6.2.11	TRIM(修剪)命令	108
6.2.12	EXTEND(延伸)命令	108
6.2.13	FILLET(倒圆角)命令	108
6.2.14	CHAMFER(倒角)命令	108
6.2.15	OFFSET(画等距线)命令	109
6.2.16	PEDIT(多义线/网格编辑)命令	109
6.2.17	EXPLODE(分解)命令	110
6.2.18	UNDO(取消)及 U 命令	110
6.2.19	REDO(重作)命令	110
6.3	绘制剖面线	110
6.3.1	概述	110
6.3.2	BHATCH(图案填充对话框)命令	111
6.4	AutoCAD 的图层及绘图工具	112
6.4.1	LAYER(图层)命令	113
6.4.2	LINETYPE(线型)命令	113
6.4.3	OSNAP(目标捕捉)命令与 OSNAP 方式	113
6.4.4	ZOOM(缩放)命令	114
6.4.5	REDRAW(重画)与 REGEN(重新生成)命令	115
6.4.6	其它常用的命令	115
6.5	尺寸标注	115
6.5.1	尺寸标注的概念	115
6.5.2	DIM(尺寸)命令与 DIM1(一次尺寸)命令	116
6.5.3	长度型尺寸标注命令	116
6.5.4	角度型尺寸标注	117
6.5.5	直径及半径型尺寸标注	118
6.5.6	UNDO(作废)命令	118
6.5.7	尺寸变量	118
6.6	块及其应用	119
6.6.1	块的基本概念	119
6.6.2	BLOCK(块)命令	120
6.6.3	INSERT(块的插入)与 MININSERT(阵列插入)命令	120
6.6.4	WBLOCK(块存盘)命令	121
第七章	几何造型	122

7.1 概述	122
7.2 几何造型中的常用模型	122
7.2.1 三维形体的线模型	122
7.2.2 三维形体的面模型	123
7.2.3 三维形体的体模型	123
7.3 AutoCAD 的用户坐标系及视窗	123
7.3.1 用户坐标系系统概述	123
7.3.2 UCS 命令	124
7.3.3 与 UCS 相关的系统变量	125
7.3.4 视窗	125
7.3.5 当前视窗	126
7.3.6 设置视窗命令 VIEWPORTS	126
7.3.7 观看三维图形	127
7.3.8 VPOINT 命令	127
7.3.9 PLAN 命令	128
7.3.10 DVIEW 命令	128
7.3.11 消除隐线命令 HIDE	129
7.4 AutoCAD 的图形空间	129
7.4.1 系统变量 TILEMODE	129
7.4.2 转向图纸空间 PSPACE 命令	129
7.4.3 转向模型空间 MSPACE 命令	129
7.4.4 MVIEW 命令	130
7.5 AutoCAD 的实体造型	130
7.5.1 实体造型	130
7.5.2 输入 AME 模块密码	131
7.5.3 体素命令	131
7.5.4 组合实体命令	134
7.5.5 实体修改命令	135
7.5.6 实体查询命令	138
7.5.7 使用表达命令	138
7.5.8 使用程序命令	140
7.6 二维图形的自动产生	141
7.6.1 生成二维图形	141
7.6.2 举例	141
第八章 有限元原理及其在 CAD 中的应用	145
8.1 有限元概述	145
8.2 有限元分析的原理及步骤	145
8.2.1 弹性力学平面问题的类型	145
8.2.2 平面问题有限元分析的步骤	146

8.3	有限元分析的前置处理	159
8.4	有限元分析的后处理	164
8.4.1	有限元分析后处理的基本内容	164
8.4.2	三维有限元后处理	165
第九章	机械优化设计	169
9.1	机械优化设计的基本概念	169
9.1.1	设计变量	170
9.1.2	目标函数	170
9.1.3	约束条件	171
9.1.4	优化设计数学模型的一般表述	172
9.1.5	局部最优解和全局最优解	173
9.2	一维搜索方法	174
9.3	无约束极值问题的解法	176
9.3.1	坐标轮换法	177
9.3.2	随机搜索法	179
9.3.3	牛顿法	181
9.4	约束非线性规划的计算方法	182
9.4.1	复合形法	183
9.4.2	罚函数法	185
9.4.3	混合罚函数法	192
第十章	计算机仿真	194
10.1	计算机仿真的基本概念	194
10.1.1	仿真技术的类型	195
10.1.2	计算机仿真的特点	196
10.2	系统数学模型及其建模	196
10.2.1	系统类型	197
10.2.2	系统建模方法	197
10.3	连续系统的数字仿真方法及其软件	198
10.3.1	建立仿真模型	198
10.3.2	设置仿真时间间隔	199
10.3.3	数字仿真软件	199
10.3.4	动态显示仿真结果	200
10.3.5	典型 CAD 软件仿真功能简介	200
10.4	仿真技术在 CAD/CAM 中的应用	201
10.4.1	CAD/CAM 系统中的仿真技术	201
10.4.2	仿真技术应用实例分析	201
第十一章	CAD 系统的开发技术	207
11.1	概述	207
11.1.1	软件工程简介	207

11.1.2 CAD 系统文档	208
11.1.3 流程图.....	212
11.2 计算机辅助设计系统的开发.....	214
11.2.1 CAD 系统的开发内容和步骤	214
11.2.2 CAD 系统分析	215
11.2.3 数据流分析.....	216
11.3 人机交互界面设计方法.....	217
11.3.1 交互设计及其原则.....	217
11.3.2 人机界面模型.....	219
11.3.3 人机交互界面的处理形式.....	219
11.3.4 交互的项目.....	220
11.3.5 输入控制方式.....	223
11.3.6 交互界面分类.....	223
11.3.7 几种交互界面的设计.....	223
11.4 CAD 系统的集成方式	225
11.4.1 微机 CAD 系统组成模块之间的集成	226
11.4.2 CAD/CAM 系统的集成	228
11.4.3 数据传输.....	228
第十二章 计算机辅助制造(CAM)	230
12.1 数控技术概述.....	230
12.1.1 数字控制.....	230
12.1.2 数控加工方法.....	231
12.1.3 数控系统的组成.....	231
12.1.4 点位控制和轮廓控制.....	232
12.1.5 数控技术的发展.....	234
12.2 数控加工程序的编制.....	235
12.2.1 数控程序的结构.....	235
12.2.2 准备功能指令.....	236
12.2.3 数控编程方法.....	239
12.3 CAD 系统与 NC 编程的连接	242
12.3.1 CAD 系统与 NC 编程的连接方法	242
12.3.2 CAD/CAPP/NC 系统之间的数据交换	243
12.3.3 在现有 CAD 软件基础上开发数控编程软件	244
12.4 计算机集成制造系统 CIMS	246
12.4.1 CIMS 的产生	246
12.4.2 CIMS 的定义	247
12.4.3 CIMS 的构成	249
参考文献	253

第一章 计算机辅助设计概论

1.1 CAD/CAM 的含义及特点

计算机辅助设计和计算机辅助制造是 60 年代发展起来的一门新兴的综合性计算机应用技术。计算机辅助设计和计算机辅助制造简称 CAD/CAM。

设计工作是机械工程中的一种创造性的活动,从产品的概念设计到产品的制造,经过构思产品的功能和性能,造型设计和结构设计,产品的图形设计,动力学计算或运动学计算,产品的零部件设计,产品的性能分析,优化,修改,最后形成工程图纸与工艺文件,用于制造出样机。

计算机辅助设计(CAD,Computer-Aided-Design)使得从产品或设备的概念设计到提供用于制造的技术文件之间复杂和冗长的过程大大地缩短了。

计算机辅助设计技术是计算机科学与工程科学技术之间的跨学科的边缘科学。计算机辅助设计系统提供了设计者成功且有效地完成设计工作所需的各种资源,包括建立设计对象的模型,实体设计与图形设计及图像显示,工程计算及优化,功能模拟及运动模拟,产品设计所需的标准、规范及原材料的性能,工艺参数等等工程数据;包括产品数据的表达(如几何形状及尺寸、几何与拓扑表达、结构配置、材料及性质、功能描述、制造要求等);包括数据交换标准、方法及工具;提供设计者与系统交互作业的用户接口。

计算机辅助设计是以设计者为主体,设计者利用计算机辅助设计系统的资源,对产品设计进行规划、分析、综合、模拟、评价、修改、决策并形成工程文档的创造性活动。设计者的创新能力、想象力、经验与直觉和计算机的高速运算能力,图形图像显示与处理能力相互有机结合,综合运用多学科的相关技术完成问题求解,产品的设计及产品的描述,极大地提高设计工作的效率,为无图纸化生产提供了前提和基础。

计算机辅助制造(CAM,Computer-Aided-Manufacturing)是利用计算机对制造过程进行设计、管理和控制。

计算机辅助设计和计算机辅助制造关系十分密切。CAD/CAM 系统在设计 and 制造的各个阶段中利用公共数据库中的数据。

计算机辅助设计和计算机辅助制造的工作过程可以大致描述如下:

首先进行功能设计,选择合适的科学原理或构造原理;然后进行产品总图的初步设计,产品的造型和外观的初步设计;从总图派生出零件,对零件的造型、尺寸、色彩等进行详细设计,对零件进行有限元分析,使结构及尺寸与应力相适应;对零件进行加工模拟;如注塑(对

塑料制品),压铸(对金属件),锻压或机械加工等过程进行模拟,从模拟过程中发现制造中的问题,进而提出对零件的修改方案;对产品实施运动模拟或功能模拟,对其性能做出评价、分析和优化,最终完成零件的工作图;在计算机上制定零件制造工艺;对塑性成型零件完成相应的模具工作图及制造工艺;可利用数控设备加工的零件,要经过自动数控编程并传递到数控设备上,在相应的设备上加工程序控制制造过程,并由设备加工出零件。如图 1-1 所示。

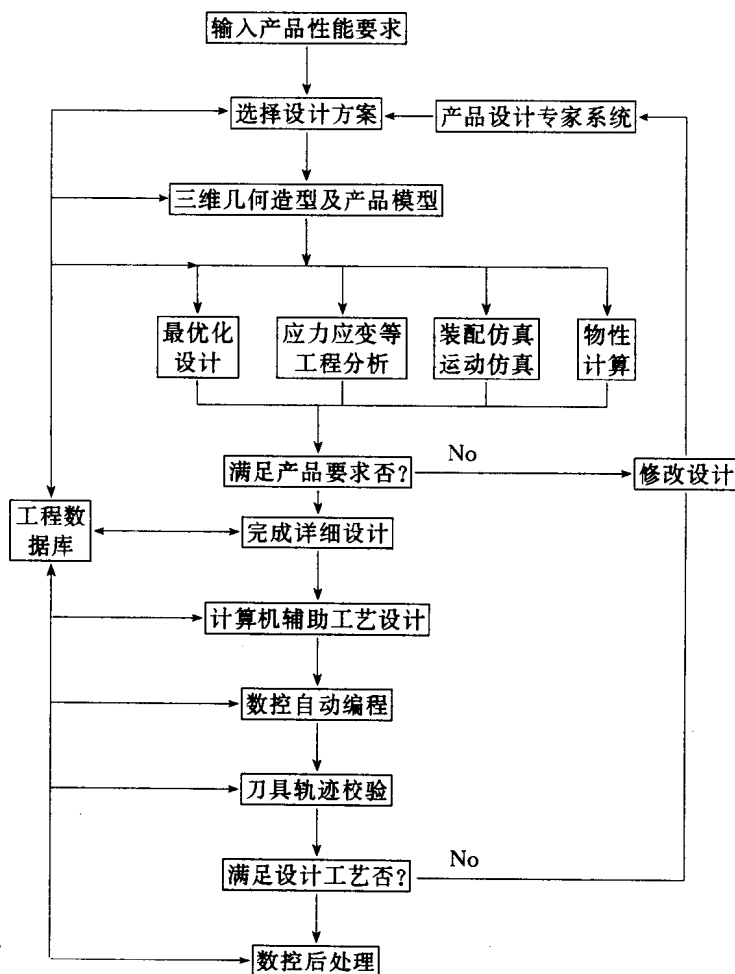


图 1-1 CAD/CAM 的过程

可见,计算机辅助设计和计算机辅助制造系统包括了图形功能(几何造型和图形处理),工程计算和科学计算功能,信息交换、传输与共享功能,工程分析与仿真功能,产品的表示及管理功能。

1.1.1 计算机辅助设计的特点

计算机辅助设计有如下主要特点:

(1) 提高设计效率:结构设计和工程制图的速度大大提高。尤其对复杂零件的设计可以无级缩放,分级设计,加速了设计过程。

(2) 利于成组设计:可以广泛应用标准图及标准设计。

(3) 修改设计方便：只需对已存储的图纸做局部修改就成为新图，某些先进的辅助设计系统中，修改了装配图则零件图随之自动修改，反之亦然。

(4) 设计与分析统一：系统有一个描述产品模型的数据库，通过分析，设计者可以预知产品的性能。

(5) 易于实现产品数据的标准化：企业的产品数据包括设计、图文、技术文档等，标准化易于企业积累产品资源，易于继承历史的知识财富，方便产品数据的存储、传递、转换和理解。

(6) 无图纸化生产的前提：提供 CAM 和 CIMS 基础。

1.1.2 计算机辅助设计设计系统的结构和类型

设计部门应根据设计的类型，工程设计的规模和特点来选取合适的计算机辅助设计系统的结构和类型。

计算机辅助设计可按表 1-1 所示分类。

表 1-1 CAD 系统的分类

工作方式	主 要 特 点
集中式机型	一台主机联若干图形终端，要求主机功能较强，一次性投资较大，使用不灵活。
小型机成套型	用户专用系统，即交钥匙系统，购置后用户可立即投入使用，但该系统有局限性，扩展能力差，数据存储分散，计算分析能力弱，现已向开放式结构发展。
工程工作站分布式网络	由若干台工作站互联成网络，具有开放的系统结构，图形功能强，处理器速度快，内存大，可以分布计算。
高档微机系统	价格较低，使用方便，一个用户使用一台微型机，该系统有一定的运算能力和图形处理能力，配合图形加速卡效果更佳。

1.2 计算机辅助设计系统的硬件

1.2.1 计算机硬件概述

为了构造所用的计算机辅助设计系统，了解所用系统的硬件特性十分必要。对于中小型计算机，微型计算机，工作站或服务器，了解其结构组成，评价指标，微处理器，总线类型和速率，可扩充性，可靠性，进而了解主机的特点及相应的外设和图形输入设备，这往往与选取软件支撑系统方案一样，成为发挥计算机辅助设计系统效能的关键因素之一。

评价运算为主的微型机，工作站的指标为 MIPS(每秒钟内平均执行指令次数)，SPEC (SPECint92, SPECint95, SPECfp92, SPECfp95) 及 AIM(以 AIM 值及最大用户负载数 job/minnute/user 表示)。

但不能孤立地以运算速度来评价硬件的性能，尚需要考虑到总线的类型及数据传输率，是否遵守开放式的工业结构或工业标准，是否有加速图形处理的选件，如图形协处理器或图形处理板；是否支持成为主流的通信网络互联协议；硬件平台上的操作系统资源和图形资源

的支持情况;以及外部设备如硬盘驱动器等的本身数据传送或处理速度。

1.2.2 计算机主机及微处理器

计算机主机的核心部分是中央处理单元、内存及总线结构。评价主机的指标主要有中央处理单元的字长、时钟频率及内存容量和中央处理单元的运算速度。一般又将中央处理单元称为微处理器,其上有存储器管理单元及 Cache。

(1) 微处理器的典型字长为 8 位、16 位、32 位和 64 位。常见微处理器的性能见表 1-2, Pentium 166-200, Pentium MMX 166-266, Pentium Pro 180-200, Pentium I 233-300 等未列入。

表 1-2 微处理器性能表

微处理器芯片	时钟(MHz)	SPECint92	SPECfp92
DEC Alpha21064	200	132	200
DEC Alpha21066	166	70	105
DEC Alpha21164	600		
HP PA7100LC	80	84	79
HP PA7100	100	80	150
Power PC 604	100	140	145
Power PC 601	80	85	165
Power PC 603	66	55	70
Intel Pentium	100	100	81
Intel Pentium	90	90	72
SGI MIPS R4600	133	92	82
SGI MIPS R4400	150	85.9	
Sun Micro SPARC I	100	63	56
POWER2	71.5		260.4

各种微处理器的浮点速度参考表 1-2,对辅助设计系统而言,浮点速度尤为重要。

(2) 总线:计算机目前广泛采用模块化的总线结构,各模块间通过一组功能相同的并列信号线即总线传递信息。对于开放结构的计算机在系统中尽量采用现有工业标准或与现有工业标准相一致的标准,选通用总线的主板可与多数插件相兼容,其他标准如磁盘接口总线,数据通信总线标准等,采用遵循标准开发产品的策略,方便用户选用,也便于与其他系统相集成。表 1-3 是常见总线的概况。应用系统一般是首先选定总线,同时选定微处理器和操作系统。

(3) 内存:内存用于存储程序和数据,内存越大则程序执行速度越快。因高速处理器的出现,处理数据的速度大大提高。廉价动态存储器(DRAM)速度不匹配,出现了“等待”,因而出现二级高速缓冲存储,即微处理器片上做有若干个 K 字节高速缓冲存储器(Cache),片内配合典型值为 256KB 的静态存储器(SRAM)做高速缓冲,大大发挥高速微处理器的处理