

(第2版)

机电

—

体化 技术手册

第 1 卷

机电一体化技术手册编委会 编

下册

机械工业出版社

第 9 篇 CAD/CAM 与 CIMS

主 编	蔡 青			
副 主 编	高光焘	莫 蓉		
主 审	赵汝嘉			
编写人员				
第 1 章	余隋怀	周正寅		
第 2 章	莫 蓉			
第 3 章	严隽琪	黄瑞清	高光焘	余隋怀
第 4 章	张定红	白作霖	张英杰	
第 5 章	竺钦尧	张英杰	张定红	
第 6 章	蔡 青	莫 蓉	张英杰	
第 7 章	蔡 青	白作霖		
第 8 章	孙树栋	张定红		
参编人员	王宁生	褚启勤	蔡 颖	江平宇
	曾定文	康宝生	陆长德	

第1章 CAD/CAM 硬件系统

1.1 CAD/CAM 硬件系统的结构

1.1.1 硬件系统的类型

CAD/CAM 硬件系统包括应用的计算机及其所属的外部设备。根据系统总体配置、组织方式及所用计算机的不同,有不同的分类方法。

1. 系统总体配置分类

(1) 主机系统(Main Frame System) 由一个中央处理机(CPU)配有多台图形终端等外设组成的系统。系统终端用户可以共享数据库中的数据,但若CPU失效将影响全部用户。主机系统的初始投资很大。

(2) 成套系统(Turn-Key System) 成套系统或称交钥匙系统,是CAD供应商根据用户要求,提供的一套包括硬、软件配套在一起、交付即可使用、用户无需进行再开发的CAD系统。随着新一代的计算能力、图形功能更强的开放式工作站的出现,正逐步取代专用的成套系统。

(3) 超级微型机工作站系统(Stand Alone Workstation System) 工作站是具有计算、图形交互处理功能的计算机系统。它采用高分辨率的图形显示器,并有一个窗口驱动的用户环境,还可随时利用网络资源,应用联网技术。近年来,工作站的性能价格比不断提高,

已成为当前CAD/CAM系统的主要硬件环境。

(4) 个人计算机系统(PC System) 由于PC(Personal Computer)机计算能力与图形能力的不断增强,已经打破了PC机不能胜任CAD/CAM的状况,从开始承担二维图形和简单计算任务,逐步向高层次发展。随着PC机的发展,它与工作站的差别将逐渐消失。

2. 系统组织方式分类

常用的计算机系统有单机和联机两种组织方式。单机系统是由一台计算机加上输入、输出设备供单一用户使用的系统。联机系统由一组连成网络的多台计算机组成,网络内的计算机各司其职,一部分用于面向用户的数据处理,一部分用于控制整个网络的通信。网络联机系统又分为集中式和分布式两种组织方式。

(1) 集中式(中心式) 早期的网络组织方式多采用集中式,一个控制主机与多个工作终端相联,完成所有的数据处理任务(如:设计、工程分析、制造、计划调度、业务管理等),相邻终端之间的通信都通过控制主机进行,如图9.1-1所示。这种方式结构简单,控制处理比较简便,增加终端时成本低。但若控制主机出现故障,系统将完全瘫痪,因而要求控制主机具有较高的可靠性。

(2) 分布式(非中心式) 网络中采用不同种类的

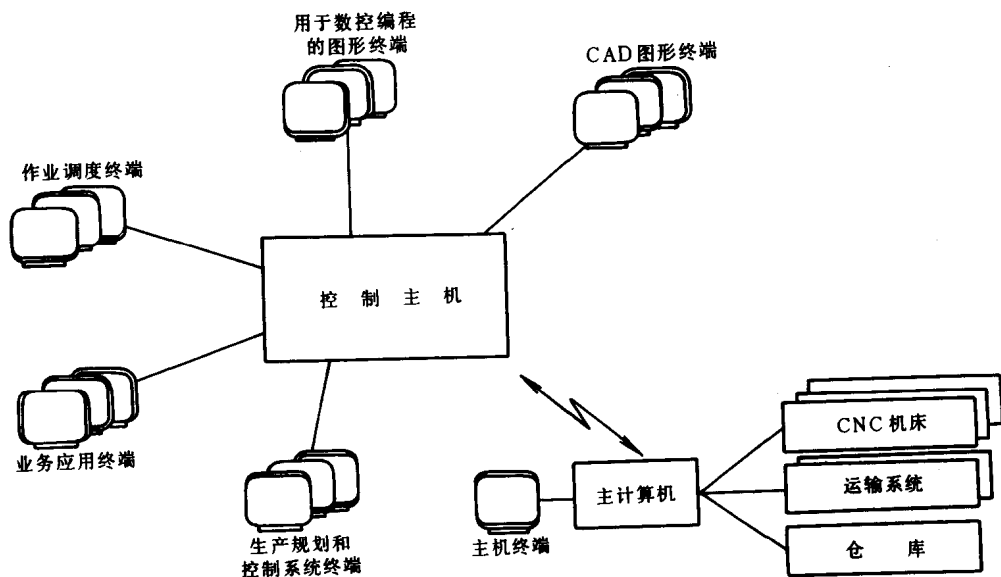


图 9.1-1 集中式 CAD/CAM 硬件系统示意图

计算机进行各自的数据处理。各计算机之间的通信或通过总线进行、或按已知路径传输、或依靠预先分散设计于各自系统中的通信功能实现，而不需要控制主机加以集中管理。系统中某计算机出现故障，不会影响其它计算机的工作，因此，系统可靠性相对较高。由于计算机集成制造技术(CIM)的发展，推动了分布式CAD/CAM系统的研究与应用，使之成为目前计算机应用领域中的重要组成部分。图9.1-2所示为分布式CAD/CAM硬件系统示意图。

3. 系统核心计算机分类

计算机是指挥及控制整个CAD/CAM系统运行并执行实际运算和逻辑分析的核心装置。通常，根据计算速度、字长、存储容量和用途，将计算机分为：巨型机、中型机、小型机、工作站和微型机。这是一种相对的概念，随着计算机技术的发展，各型计算机的界线将会变得越加模糊。

超级32位微机工作站系统以及普通微机系统，既可以作为独立的CAD/CAM系统的主机，又可作为大型计算机的卫星机，因此，成为当前支持CAD/CAM

系统的主要硬件。以下分别对工作站和微型机做简要叙述。

(1) 工作站(Workstation) 工作站的主要特点是：运算速度快、主存贮器容量大、数据处理和图形处理功能强、屏幕分辨率高、联网通信能力好、符合通用标准、便于与异种机集成。

从80年代初，工作站作为一个新的计算机品种投入市场以来，是增长较快的一种机型。表9.1-1为1992~2000年全球工作站市场发展趋势。当前，世界范围内工作站主要制造公司有美国的SUN、HP、DEC、IBM、SGI等。

(2) 微型计算机(Microcomputer) 早期的微型计算机(简称微机)通常只供单用户使用，所以又称为个人计算机，由于其内存小、速度慢、图形功能弱，因而难以胜任CAD/CAM工作。近年来，随着硬件价格的迅速下跌和新一代芯片(如Intel Pentium、Pentium Pro、Pentium II)的问世，配备大容量的EDO内存、大容量外存贮器、高性能的3D高分辨率图形加速卡和具有改进联网功能的微机已经出现，能够完成较为复

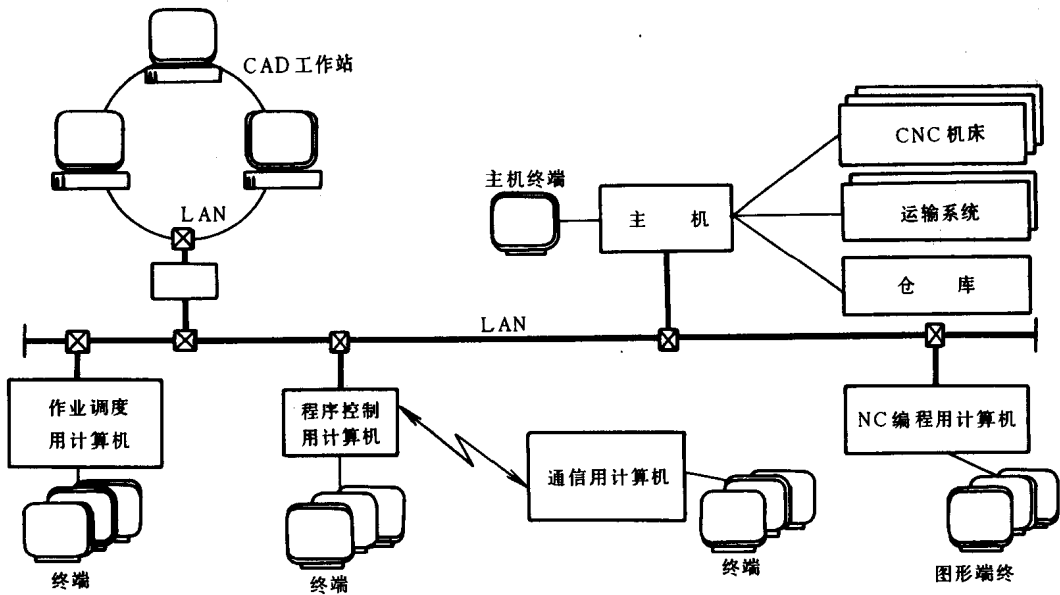


图 9.1-2 分布式 CAD/CAM 硬件系统示意图

表 9.1-1 1992~2000 年全球工作站市场发展趋势

年 份	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
工作站销售量(万台)	104	140	183.5	246.4	320.3	400.4	500.5	600.6	720.7
年增长率(%)	40.5	35	35	30	30	25	25	20	20
工作站销售额(亿美元)	162	210.6	273.8	342.2	427.8	513.3	615.0	708.4	814.7
年增长率(%)	72.3	30	30	25	25	20	20	15	15

杂的 CAD/CAM 作业,其性能已超出了几年前的工作站,与现在工作站的差距正在缩小,实际上目前已很难在工作站和微机之间划分一条明确的界限。表 9.1-2 为微机与工作站的性能比较。

在微机市场中,目前较为流行的微机品牌有:Compaq、HP、IBM、Acer、联想、同创等。

表 9.1-2 微机与工作站的性能比较

性能	微机	工作站
处理器	Intel Pentium Pro	AlphaTM 21164
总线	PCI	PCI
时钟频率/MHz	200	333
MIPS	400	1200
高速缓存	256KB 内部高速缓存(多处理器型号共 512kB)	96KB2 级内部高速缓存主板高速缓存 2MB
SPECint95	8.09	8.87
SPECfp95	6.75	11.6
内存	8 个 SIMM 插口, ECC 支持以及 Fast-page DRAM (最大 512MB), EDO (最大 256MB)	6 个 DIMM 插口, ECC 支持, SDRAM (384MB)
硬盘	3GB	6.4GB
图形	最大分辨率 1600×1280, 彩色平面 24DB	最大分辨率 1600×1280, 彩色平面 24DB
操作系统	Windows NT、Windows 95	UNIX

(3) 高档微机图形工作站 随着微型机硬件技术的发展,新一代基于微机的高性能工作站已经出现。许多著名的公司研制出了这类工作站。

COMPAQ 公司推出的 NT 专业工作站,具有一个或两个 Pentium Pro200MHz 处理器,集成 Wide-Ultra SCSI 控制器将吞吐量最大限度地提高到 40MB/s。每台工作站配有 8 倍速 CD-ROM, 10/100MB 自动检测 NIC 的集成 Thunder LAN, 提供卓越声质的集成 ESS16 位立体声音响, 32MB~128MB 的高性能 (60ns)ECC 可扩展到 512MB。具有升级的灵活性。并配有高性能的三维图形卡, 免费打包赠送 Windows NT4.0。

Intergraph 公司率先采用 Intel 最新成就——Pentium I, 将 3D 图形工作站提高到一个新的水平。Inter-

graph 的 TD-225 图形工作站使用两片 233MHz 或 266MHz Pentium I CPU, 配有 Intense 3D Pro 1000 或 Intense 3D 100, 内存容量为 512MB~128MB, 系统中有支持外围设备热插接高速度的通用串行总线 (USB), 5 个 PCI 扩展槽, 硬盘容量为 3.5GB。经 BYTE mark CPU 测试的整数运算指数达到 3.8, 浮点数运算指数达到 4.5, 比 200MHz Pentium Pro 和相当的 266Hz Digital Equipment Alpha 机器都要好。

国内方正公司推出了 Mellem 高级图形工作站, 采用高能奔腾, 内存 32MB, 硬盘 2.0GB, 采用 3D Labs Premedia 或 GLINT500TX 图形卡, 17in 彩显。

计算机正在继续向巨型、微型、网络和人工智能等几个方向发展。现在国际上正在开发的第 5 代计算机采用冯·诺依曼 (Neumann) 体系结构, 应用并行处理的方式, 是一种全新的智能计算机。只要给出解决某一问题的规划和目标, 而不必给出具体的运算步骤, 计算机就可自动运行、处理信息、推理决策, 并具有一定的分析能力。专家们预测, 未来的计算机在器件、线路及存贮方面都将发生较大的变化。如: 相干光源模拟计算机、全数字化光学计算机、光学数字混合计算机以及由蛋白质生物芯片组成的生物计算机等。

1.1.2 硬件系统的构成

目前, CAD 系统种类繁多, 但占绝对优势的 CAD/CAM 软件平台主要有两种, 一种是工作站平台, 一种是近年来迅速兴起的微机平台。目前, 微机平台的 CAD 系统已占上风, 软件销售额大约为工作站平台的两倍。这一方面是微机性能发展很快, 已有接近工作站的趋势, 另一方面微机 CAD 软件的功能得到很大提高, 此外微机 CAD 系统的投资也远远小于于工作站 CAD 系统。因而近年来微机 CAD 系统得到大多数企业的欢迎。

支持 CAD/CAM 系统运行的典型硬件包括以下几个组成部分:

- 中央处理机 (CPU)。
- 数据存贮器 (磁存贮器、光存贮器等)。
- 输入/输出装置 (键盘、数字化仪、扫描仪、鼠标器、图形显示器、打印机、绘图机等)。

关于 CAM 与数控设备、机器人的接口装置将在专门章节中叙述。此外, 由于篇幅有限, 部分外部设备将省略。

1. 中央处理机 (CPU)

中央处理机管理所有系统组成部分的运行, 并对数据进行算术与逻辑运算, 由控制器与运算器组成。

控制器协调由程序指令所规定的各种运算和数据处理; 运算器提供用于完成各种数据处理与运算的电

路,二者均使用寄存器实现其功能。

传统的计算机已经扩展成一套复杂指令集(CISC),随着微电子技术的不断发展,出现了精简指令集(RISC)计算机结构。在这种结构中,指令集优化,指令格式统一,增加了大量的寄存器和指令的流水操作,使CPU工作时间大幅度降低,从而提高了运行速度,采用RISC技术,可将原有的CISC处理器性能提高2~4倍。

作为微机中央处理机的主要生产厂商 Intel 公司,一方面不断改善CPU的设计和生产工艺,融进部分RISC的先进技术,使得推出的芯片性能成倍提高;另一方面与惠普公司合作采用全新的RISC技术生产下一代P7芯片。可以相信,在不久的将来,微机与工作站中央处理机的结构差异将消失。

表9.1-3为1997年1月发布的几种最新CPU的性能比较结果。

表 9.1-3 几种最新 CPU 的性能比较

CPU	Alpha 21164	Alpha 21164PC	Alpha 21164	PowerPC 604e	PowerPC X704	Intel P55C Pentium	Intel Klamath (Pentium I)	Intel Deschutes	Cyrix M2	AMD K6
结构	64bit	64-bit	64-bit	32-bit	32-bit	32-bit	32-bit	32-bit	32-bit	32-bit
寄存器	2×32	2×32	2×32 (+R)	2×32 (+R)	2×32	2×8 (+R)	2×8 (+R)	2×8 (+R)	2×8 (+R)	2×8
尖峰指令数/周期	4	4	6	4	3	2	3	2	2	4
推理执行功能	无	无	有	有	无	无	有	有	有	有
时钟最高/MHz	667	533	667	250	533	233	266	350	225	266
SPEC int95 估计	20	14	44	10	12	6	10	14	9-	10-
SPEC fp95 估计	29	17	6	8	10	5	8	11	7-	8-
片上高速缓存	2×8+96	8+16	2×64	2×32	2×2+32	2×16	2×16	2×16	64	2×32
第二级高速缓存总线	128-bit	128-bit	128-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit
高速缓存总线最大带宽 $Gbps$	2.6	2.8	7	1	1	0.5	1	1.4	0.6	0.5
高速缓存/MHz	166	177	444	125	133	66	133	175	75	66
内存总线	128-bit	128-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit	64-bit
内存总线最大带宽 $Gbps$	2.1	2.1	3.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8	0.6	0.5
内存/MHz	133	133	444	83	88	66	66	100	75	66
多媒体功能	无	MVI	MVI	无	无	MMX	MMX	MMX	MMX	MMX
上市时间	现在	三季度	四季度	现在	二季度	现在	二季度	四季度	三季度	二季度
1998年后继产品	无	21164(S) 21264PC	21264A	PPC614	N/A	无	Katmai P68	Katmai P68	N/A	N/A

SPEC 估计值由信息来源提供 (+R)——包括为寄存器更名用的附加寄存器 (S)=减缩版
时钟最高 MHz 是该处理器今年希望能达到的最高值,最初不一定能达到 N/A=不适合

2. 存储器

存储器的功能是存储程序和数据。一般将存储器分为两类:主存储器(内存)和辅助存储器(外存)。

主存储器直接与中央处理机联接,为其提供参与运行的指令和数据的记忆场所。辅助存储器用于存放当前不参与运行的程序和数据,需要时再成批地与内存交换。由于设在主机外部,故又称为外存储器。前者存储量小,存取速度高,成本也较高;后者存储量大,存取速度相对较低,价格也低。

根据采用的物理原理和存储介质可将存储器分为:半导体存储器、机械存储器、磁存储器、光存储器等。

(1) 半导体存储器 主要用于需要加快存取速度

的场合。内存多采用这种存储器。根据其性能和用途又可分为两类:只读存储器(ROM)和随机存储器(RAM)。

(2) 机械存储器 指穿孔卡和穿孔带,现逐渐被淘汰。主要用于早期的数控机床和计算机群控系统。

(3) 软磁盘 用于微机进行少量数据的传输和存储。其特点是成本低。

(4) 硬盘 用于频繁使用的大量数据存储。磁盘驱动器的主要区别是磁盘直径和存储容量。近几年随着操作系统和应用软件对数据存储量的需求越来越高,硬盘正朝着大容量和高速度方向发展。

(5) VIDEO-8 磁带 80年代末出现了一种更先进的技术,即基于视频和音频技术的螺旋扫描法,可在

58

一个 VIDEO-8 盒式带中存贮几个 GB。其优点是成本低、所需存贮介质数量小、占用空间也小,但对大量数据的检索和恢复要花较长的时间。

(6) 光盘 是近几年发展起来的利用激光技术实现的一种海量存贮器,其存贮速度快、存贮容量大,已成为重要的辅助存贮设备。光盘又可分为两类:只读光盘存贮器和可擦写光盘存贮器。

(7) 变相光盘(PD) 一种可擦写的光盘。利用记录薄膜晶体态和非晶体态反射率的差别来写入、读出和擦除记录。是近年来发展较快的大容量存贮装置。

表 9.1-4 给出了不同类型存贮器及存贮介质的性能特点。

3. 图形显示与三维图形加速器

类似电视显像管的彩色光栅阴极射线管式显示器

是当前主要采用的图形显示装置。图形显示器的技术参数主要有:

- 点距:是指 CRT 上相邻像素间的距离。
- 分辨力:以水平与垂直像素点为度量标准。
- 水平扫描频率:是指显示器能同步锁定并正常显示的输入水平同步信号的频率。
- 垂直扫描频率:即刷新频率,是指显示器能适应的垂直同步信号的频率。
- 视频带宽:是指视频放大通路的频率宽度。
- 显示器尺寸:以英寸度量的荧屏对角线长度表示。
- 图形显示速度:每秒钟显示矢量线段的条数来表示。
- 显示颜色的种类数。

表 9.1-4 主要存贮设备性能特点

存贮器种类	存贮介质	容 量(最大)		存取时间/ms	传输率/(MB/s)
半导体存贮器	电子元件	在 GB 范围内		0.06	500
磁存贮器	软磁盘	1.44MB		91-94	0.5
	硬 盘	3.5in	2.1GB	9.5~12.5	16.6~33
		5.25in	6.4GB	9.5~12.5	16.6~33
	可移动磁盘	1.5GB		12	10
	盒式磁带	10GB		45	1
光存贮器	CD-ROM	600MB		100	1800
	DVD-ROM	4.7~17GB		与 CD-ROM 相当	100~400
	变相光盘(PD)	650MB		与 CD-ROM 相当	0.9

表 9.1-5 是可接受的带宽与显示设置的关系。

表 9.1-5 可接受的带宽与显示设置的关系

显 示 设 置			像素速度/ MHz	可接受 宽度/ MHz
水平像素 (点)	垂直像素 (点)	刷新率/ Hz		
640	480	60	18	27
640	480	72	22	33
800	600	60	29	44
800	600	72	35	52
1024	768	70	55	83
1024	768	75	59	88
1280	1024	75	98	147

除显示器外,三维图形加速器也是影响 CAD 系

统图形显示质量与速度的重要装置之一。当前市场上的许多图形芯片都具有相当完备的三维图形功能。表 9.1-6 列出了部分高档三维芯片的性能。

1997 年中推出的图形芯片大都支持高级图形处理器,标准性能定在 S3 的 86C385 ViRGE/GX 处理器上。该芯片使用多达 8MB 同步图形 RAM(SGRAM),时钟速度高达 100MHz,具有标准的三线性过滤功能, MIP 映射功能,透明物功能和各种效果。三维图形硬件将成为桌面 CAD 系统的标准配置。

4. 数字化仪与扫描仪

数字化仪是专门读取图形信息的输入装置。它由三部分组成:数字化台面、数字化处理机和传感元件(触笔或游标)。其作用是把图形转换成数字(即 x、y 坐标)输入到计算机内。数字化仪的有效幅面,大的可达 910mm×1220mm,有时制成立式的,小的只有 228mm×304mm,放在桌面上使用,所以又称为图形

输入板。如果在数字化仪上建立若干“菜单”，则变成了台板菜单，即通过拾取某个菜单命令来执行相应的程序。数字化仪的分辨力可达到 0.025mm，已成为 CAD 系统中常用的输入设备。

对于输入设备，鼠标和键盘相结合即可胜任输入

任务，不仅使用灵活，而且毋需投资；数字化仪中性能较好的主要有胜马和 Calcomp 两种型号；对于我国大多数大中型国有企业，积累了许多手工绘制的图样，要最大限度地加以利用，就应选用扫描仪。表 9.1-7 为国内市场主要大幅面扫描仪一览表。

表 9.1-6 部分高档三维芯片的性能

公司	芯片	Z-Buffer	颜色插值	纹理映射	带透视矫正的纹理映射	Alpha Blending	Stencil	其他 3D 功能
3Dfx	Voodoo	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	fog
3Dlabs	300SX	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	fog, antialiasing etc.
3Dlabs	500TX	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	fog, antialiasing etc.
Trident	3Dimage 985DVD	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	fog, antialiasing etc.

表 9.1-7 国内市场主要大幅面扫描仪一览表

品 牌	型 号	分 辨 力	色彩位数	扫描幅面/in	扫描精度	预扫速度/s
Contex	FSS 8200	800dpi	8bit(灰)	36	1.5/1000	40
Vidar	Truscan800	800dpi	8bit(灰)	36	1/1000	44
ANATEH	EAGLE3840	800dpi 无级可调	8bit(灰)	38	0.5/1000	15

注：in 为非法定计量单位，1in=25.4mm。
dpi 为点数/in。

5. 打印机

打印机是计算机目前最常用的输出设备，它把计算机内部的信息转换成字符打印在纸上，变成可读的材料。不同类型的打印机具有不同的性能特点。打印机的性能特点见表 9.1-8。

6. 绘图仪

高精度与高速度的绘图仪是 CAD/CAM 系统的图形输出设备。按其在图样上形成图形的原理的不同可分为笔式绘图仪、静电绘图仪、喷墨绘图仪、激光绘图仪、热敏式绘图仪和直接成像式绘图仪。笔式绘图仪又有滚筒式和平板式两种类型。绘图仪中笔式绘图仪可能将被淘汰，用户应首选喷墨绘图仪。目前国内绘图仪市场占有率最高的是 HP 系列绘图仪，其绘图速度快，精度高。出图量小或以小幅面图纸为主的设计单位，从减少投资角度来看，宜选用 CanonBJ-330、EPSON styles1000 等喷墨打印机，比较适合 CAD 出图；尤其是 A2 幅面以下图纸，配以打印机仿绘图仪驱动程序，即可以设线宽，绘出符合国标的图样，而且噪声小、速度快，具有较高的性能价格比。表 9.1-9 为国内

市场主要喷墨绘图仪一览表，表 9.1-10 为国内市场主要绘图仪的性能比较。

表 9.1-8 打印机性能特点

类 型	特 点
点阵式打印机	1) 耐用，价廉，可输出图形 2) 有噪声，输出质量低
全字符式打印机	1) 耐用，价廉 2) 有噪声，不支持图形输出
喷墨式打印机	1) 文字、图形兼用，输出质量好，初始成本低，几乎无噪声 2) 作业费用高
激光打印机	1) 文字、图形兼用，输出质量最好，无噪声 2) 成本高
热敏式打印机	1) 色彩浓度好，质量高，初始成本低 2) 作业费用高

表 9. 1-9 国内市场主要喷墨绘图仪一览表

品牌	型号	缓冲器容量		墨头		墨量/ml		纸张处理				输出质量	绘图速度	分辨率	
		标准	最大	制造商	校准方式	黑色	彩色(青/品红/黄)	单页纸	卷纸	最大纸宽/in	纸驱动			黑白	彩色
HP	DesignJet 750C	4M	68M	HP	自动	40	40/40/40	可用	任意宽度	36 24	自动	很好 (CAD)	很快	600dpi	300dpi
Calcomp	TechJet CT	6M	64M	Canon	无需校准	25	25/25/25	可用	任意宽度	36 24	可拆卸夹滚筒	好	快	720dpi	360dpi
ENCAD	NOVAJet IV	4M	68M	HP	自动	40	40/40/40	可用	任意宽度	36 24	摩擦滚筒无需调整	好 (印刷)	快	600dpi	300dpi

表 9. 1-10 国内市场主要绘图仪性能比较

型 号	CalComp 2024(A1) 2036(A0)	HP 7575A(A1) 7576A(A0)	HI DMP-161(A1) DMP-162(A0)	Roland DPX-3600(A1) DPX-4600(A0)
技术指标				
绘图类型	单张 滚筒	单张 滚筒	单张 滚筒	单张 平板
绘图范围	A4—A1 连续 A4—A0 连续	A4—A1 A4—A0	A4—A1 A4—A0	A4—A1 连续 A4—A0 连续
机械分辨率	0. 0127mm	0. 0127mm	0. 0127mm	0. 0152mm
寻址分辨率	0. 0127mm	0. 0254mm	0. 0254mm	0. 025mm
精 度	0. 1%或 0. 25mm 取最大值	0. 1%或 0. 25mm 取最大值	0. 2%或 0. 25mm 取最大值	0. 1%
重复精度	0. 1016mm	0. 1016mm	0. 0508mm	0. 0025mm
最高绘图速度 /(mm/s)	762 轴向 1067 对角	800	812 轴向 1143 对角	650 轴向 A1 对角可达 919
加速度 (轴向/对角)	2. 0g/2. 8g	2. 0g/2. 8g	1~4g 可选	1. 5g
缓 存 区	标准 128KB(可扩展到 2MB,含并口)	标准 31KB 可扩展到 1MB	标准 512KB 可扩展到 4MB	标准 1MB
操作方式	32 位液晶显示	按键操作	32 位液晶显示 软件设置方式	自动识别通讯协议 液晶显示按键操作
兼 容 性	PCI, 960, HP-GL	HP-GL	DM/PL, HP-GL/2	HP-GL, HP-7585
ADI 驱动	有		有	有
特别性能	有绘图管理部件, 笔尖软着陆落笔, 笔分组功能, 自动调整笔压笔速, 可预置绘图参数, 矢量超前功能		不同笔型可混装, 笔分组功能, 可选配 SCAN-CAD 扫描头, 将绘图仪变成大幅面扫描仪	有笔分类和矢量分类功能, 自动调整笔压、笔速, 可选配铅笔绘图附件, 静电吸附固纸方式

1.2 硬件系统的选型原则

1. 选型原则

CAD/CAM 系统的选择和配置对任何一个打算应用 CAD/CAM 技术的单位都是至关重要的。首先明确用户应用 CAD/CAM 系统的目的与对象;其次掌握用户的支付经费额和其他已有相关设备的情况。根据上述初始条件,综合考虑以下因素,作出 CAD/CAM 系统选择与配置的决策。

(1) 系统的功能 包括 CPU 的运算处理能力(见表 9.1-11),内、外存贮器容量,图形显示处理能力,输入/输出作业能力,通信联网能力等。上述这些能力应相互匹配与协调,以达到整个系统的功能。

表 9.1-11 处理对象所需计算机的系统功能

计算机 处理对象	所需计算机的 计算能力 (相对比较)	所需内/外存 最小容量/ MB	图形性能 (KB)
数值计算	1×10	0.64/4	32
二维线框图	1×10	1/40	64
二维动态图形	1×10^3	2/120	64
三维线框图	1×10^4	4/120	132
三维着色图	1×10^5	8/260	700
有限元计算	1×10^5	8/200	132
体元模型、实体 动态图象、 CAM 图形仿真	1×10^6	16/420	700

(2) 系统可调节性和可扩展性 新安装的系统应与原安装的计算机环境进行交互操作,即向下兼容能力;同时应该具有升级扩展能力。

(3) 系统可靠性与可维护性 可靠性指在给定时间内,计算机系统中程序运行不出错的概率,也有人从反面论述为故障率。可维护性指在纠正系统出现错误或故障以及满足新的要求时,改变原系统的难易程度,一般包括纠错维护能力、适应性维护能力和完善性维护能力。

(4) 性能价格比 这是一个相对的综合指标。在购买硬件系统时,用户按功能和价格同时比较考核,在满足用户要求的情况下,取其最佳值,作为选择对象。

(5) 供应商的发展趋势和资产可信程度 在选购系统时,不仅要分析比较其技术性能指标、价格,还要分析供应商的发展变换趋势和财务经营状况。若用户对计算机公司发展的情况不了解,购买了即将停产换

代的产品,或是与即将易手的公司作生意,其后果是会非常被动的。

2. 系统的选择与配置过程

(1) 需求的确认与定义 包括确认系统需求目标和财务目标,评审需求计划和估报预算,评价现有状态和内部能力,安排时间计划和调查供应商情况等。同时完成功能定义说明书和系统需求建议书(REP, Request for Proposal)。

(2) 评价方案和选择方案 编制可供选择的方案,比较供应商的软硬件产品支持服务方案,评价供应商信誉和长期效益,最后,考虑综合利益和投资回收期等因素,选定最佳方案,并完成系统实施计划任务书。

(3) 计划实施 包括按计划任务书的内容和时间,实施系统安装与调整、用户培训与教育、协调内部作业和调整建立新的工作程序和标准等工作。

(4) 系统运行 包括系统维护和支持、产生利润并实现资金回收,系统与各专业及其他应用软件系统逐步建立联系等。

1.3 硬件系统的考机原则和内容

对于从正规经销商处购买的名牌设备,由于经过严格的出厂检验和测试,极少有不合格的情况。加之名牌公司都具有完备的售后服务支持,用户的利益基本上可以得到保障。有些用户因为资金紧张,可能购买一些不知名公司的产品或者是兼容产品,特别是组装成的兼容微机。由于配件质量参差不齐,整机性能不能保证,所以应进行全面的检验和测试,以避免不应有的损失。以下是硬件系统的考机原则和内容:

1. 目测检查

按合同书上所确定的整机与配件逐一核查。核查内容包括型号是否一致,外观有无缺陷,配件是否齐全,硬件接口、电源电压是否规范等。此外还应注意核查售后服务的保证书和服务期限等。

2. 加电检查

开机检查机器运行是否正常。检查内容包括硬件系统的自检信息,系统运转时有无异常的声响,是否出现死机以及系统是否有过热等异常现象。

3. 软件测试

装入测试软件对硬件系统的总体指标进行测试。以微机为例,主要测试内容有:

(1) CPU 特性 CPU 型号、时钟速率、Cache。

(2) 内存特性 内存类别、内存大小、内存的读写速率。

(3) I/O 特性 硬盘控制器的类型、最大 I/O 带宽。

(4) 显示特性 显示适配器类型、显示速度、可提供的最大分辨率以及最多色彩数。

此外, 其他检测的内容还包括: 软磁盘驱动器、CD-ROM 驱动器、多媒体等。

硬件系统的总体性能通常用 SPECint95 和 SPECfp95 指标来衡量。

常见的微机测试软件有: WinBench、WinTune、

Hwinfo 等软件。

4. 装入应用软件进行测试

当以上的检测都通过后, 可装入 CAD 软件(如 AutoCAD、UG I NT 版等)进行应用软件运行测试。如: 通过产品的建模、结构分析、真实感显示以及图样输出等过程重点检测硬件系统的可靠性和速度。

通常硬件的考机工作要持续一周至数月时间。

附录 1 工作站性能比较表

产 品 名 称		HP Visualize C160	HP Visualize C180-XP	HP Visualize K460EG
处 理 器 部 件	处理器	PA-8000	PA-8000	K460EG
	时钟频率/MHz	160	180	180
	支持处理器数	1	1	1~4
	数据缓存	512KB(外部)	1MB(外部)	1MB(外部)
	指令缓存	512KB(外部)	1MB(外部)	1MB(外部)
	次级缓存	—	—	—
性 能	SPECint95	10.4	11.8	11.8
	SPECfp95	16.3	18.7	20.2
	SPECint92	>400	>400	>400
	SPECfp92	>600	>600	>600
内存	RAM 标准/最大	32MB/1.5GB ECC DRAM	32MB/1.5GB ECC DRAM	128MB/3.75GB ECC DRAM
输 入 输 出	扩展槽	2 个 PCI, 3 个 ESIA, 32 位总线宽度	2 个 PCI, 3 个 ESIA, 32 位总线宽度	2 个 PCI, 3 个 ESIA, 32 位总线宽度
	标准并口	Centronics, BUSY HAND-SHAKE	Centronics, BUSY HAND-SHAKE	Centronics, BUSY HAND-SHAKE
	标准串口	EIA RS232G CCITT V. 24/V. 28	EIA RS232G CCITT V. 24/V. 28	EIA RS232G CCITT V. 24/V. 28
	硬盘接口	20MBps 快/宽差分 SCSI-2(同步)	20MBps 快/宽差分 SCSI-2(同步)	20MBps 快/宽差分 SCSI-2(同步)
	其他 I/O 装置	101/102 键盘, 3 键光-机鼠标	101/102 键盘, 3 键光-机鼠标	101/102 键盘, 3 键光-机鼠标
存 贮 器	最大内装硬盘容量	2GB	4GB	16GB
	软盘	3.5in MS-DOS/IBM 兼容 (720KB、1.44MB 格式化)	3.5in MS-DOS/IBM 兼容 (720KB、1.44MB 格式化)	3.5in MS-DOS/IBM 兼容 (720KB、1.44MB 格式化)
	CD-ROM	异步 1.5MB/Sec 同步 4.2MB/Sec CD-ROM 驱动器	异步 1.5MB/Sec 同步 4.2MB/Sec CD-ROM 驱动器	异步 1.5MB/Sec 同步 4.2MB/Sec CD-ROM 驱动器
	磁带	4~8GB DDS2 4mm	4~8GB DDS2 4mm	4~8GB DDS2 4mm
	最大外部存储器容量	磁盘: 358GB	磁盘: 358GB	磁盘: 358GB

(续)

产 品 名 称		HP Visualize C160	HP Visualize C180-XP	HP Visualize K460EG
图形与多媒体	图形	Visualize-24	Visualize-48	Visualize-EG
	监视器	17in、20in 可选	17in、20in 可选	17in、20in 可选
	音频	集成 CD 质量立体声, 16 位音频, 8~48kHz; 内部扬声器和外部麦克风	集成 CD 质量立体声, 16 位音频, 8~48kHz; 内部扬声器和外部麦克风	集成 CD 质量立体声, 16 位音频, 8~48kHz; 内部扬声器和外部麦克风
	视频	视频输入/输出设备可选	视频输入/输出设备可选	视频输入/输出设备可选
网络	内置网络接口	集成 LAN 接口, IEEE802.3-Ethernet	集成 LAN 接口, IEEE802.3-Ethernet	集成 LAN 接口, IEEE802.3-Ethernet
	支持网络协议	NFS、NCS、Berkeley4.3TCP/IP、BSD4.3 网络服务和 ARPA 服务	NFS、NCS、Berkeley4.3TCP/IP、BSD4.3 网络服务和 ARPA 服务	NFS、NCS、Berkeley4.3TCP/IP、BSD4.3 网络服务和 ARPA 服务
软件	操作系统	HP-UX10.20	HP-UX10.20	HP-UX10.20
	窗口系统	X Windows Version 11 R6 OSF/Motif 1.2	X Windows Version 11 R6 OSF/Motif 1.2	X Windows Version 11 R6 OSF/Motif 1.2
	开发环境语言	C, C++, Pascal, Fortran/9000, COBOL 和 PARISC Assembler	C, C++, Pascal, Fortran/9000, COBOL 和 PARISC Assembler	C, C++, Pascal, Fortran/9000, COBOL 和 PARISC Assembler
	图形软件接口	XIIIR6, PEX, PHIGS, Starbase Capabilities 和 HP PowerShade	XIIIR6, PEX, PHIGS, Starbase Capabilities 和 HP PowerShade	XIIIR6
尺寸	类型	卧式	卧式	立式
	高×宽×深	13.8cm×53.9cm×41.1cm	13.8cm×53.9cm×41.1cm	64.1cm×44.0cm×70.0cm
	质量/kg	16.7~21.1	16.7~21.1	56.75~68.1
产 品 名 称		DEC AlphaStation 255/233	DEC AlphaStation 500/333	DEC AlphaStation 500/500
处理器部件	处理器	255/233	500/333	500/500
	时钟频率/MHz	233	333	500
	支持处理器数	1	1	1
	数据缓存	16KB	8KB	8KB
	指令缓存	16KB	8KB	8KB
	次级缓存	主板缓存 1MB	96KB, 主板缓存 2MB	96KB, 主板缓存 8MB
性能	SPECint95	3.80	8.87	11.8
	SPECfp95	5.09	11.6	20.2
	SPECint92	180	389.6	N/A
	SPECfp92	210	480.1	N/A
内存	RAM 标准/最大	32MB/512MB	64MB/512MB	128MB/512MB
输入输出	扩展槽	2 个 PCI, 1 个 ISA, 1 个 PCI/ISA	1 个 64 位 PCI, 3 个 32 位 PCI	1 个 64 位 PCI, 3 个 32 位 PCI
	标准并口	1 个双向并口	1 个双向并口	1 个双向并口
	标准串口	2 个 RS232	2 个 RS232	2 个 RS232
	硬盘接口	快速 SCSI-2	快/宽 SCSI-2(2 通道, 每个通道 20MB/Sec)	快/宽 SCSI-2(2 通道, 每个通道 20MB/Sec)
	其他 I/O 装置	标准键盘, 光-机鼠标	标准键盘, 光-机鼠标	标准键盘, 光-机鼠标

(续)

产 品 名 称		DEC AlphaStation 255/233	DEC AlphaStation 500/333	DEC AlphaStation 500/500
存 贮 器	最大内装硬盘容量	6.4GB	6.4GB	6.4GB
	软盘	3.5in 软驱	3.5in 软驱	3.5in 软驱
	CD-ROM	5.25in 半高 CD-ROM 驱动器	5.25in 半高 CD-ROM 驱动器	5.25in 半高 CD-ROM 驱动器
	磁带	—	—	—
	最大外部存储器容量	77.6GB~500GB	77.6GB~500GB	77.6GB~500GB
图 形 与 多 媒 体	图形	Digital PowerStorm 3D30, 4D20, 4D40T, 4D50T, 4D60T	Digital PowerStorm 3D30, 4D20, 4D40T, 4D50T, 4D60T	Digital PowerStorm 3D30, 4D20, 4D40T, 4D50T, 4D60T
	监视器	17in、20in 可选	17in、20in 可选	17in、20in 可选
	音频	内装 16 位立体声, 全双工声频, 内部扬声器和外部麦克风	内装 16 位立体声, 全双工声频, 内部扬声器和外部麦克风	内装 16 位立体声, 全双工声频, 内部扬声器和外部麦克风
	视频	FullVideo Supreme JPEG 视频 I/O	FullVideo Supreme JPEG 视频 I/O	FullVideo Supreme JPEG 视频 I/O
网 络	内置网络接口	快速 Ethernet	快速 Ethernet	快速 Ethernet
	支持网络协议	NFS/OSI、NCS、TCP/IP 等	NFS/OSI、NCS、TCP/IP 等	NFS/OSI、NCS、TCP/IP 等
软 件	操作系统	Digital UNIX, Open VMS Alpha, Microsoft Windows NT Workstation	Digital UNIX, Open VMS Alpha, Microsoft Windows NT Workstation	Digital UNIX, Open VMS Alpha, Microsoft Windows NT Workstation
	窗口系统	X Windows Version 11 R6 OSF/Motif 1.2	X Windows Version 11 R6 OSF/Motif 1.2	X Windows Version 11 R6 OSF/Motif 1.2
	开发环境语言	C, C++, Pascal, Fortran 等	C, C++, Pascal, Fortran 等	C, C++, Pascal, Fortran 等
	图形软件接口	PHIGS, OpenGL	PHIGS, OpenGL	PHIGS, OpenGL
物 理 尺 寸	类型	卧式	卧式	立式
	高×宽×深	13cm×44.6cm×48.4cm	13cm×48.49cm×44.6cm	64.1cm×44.0cm×70.0cm
	质量/kg	16	14.5	56.75~68.1
产 品 名 称		SGI Indigo 2 IMPACT R4400/250	SGI O2 R10000	SGI Origin 200
处 理 器 部 件	处理器	MIPS RISC R4400	MIPS RISC R10000	MIPS RISC R10000
	时钟频率/MHz	250	175	175
	支持处理器数	1	1	1~2
	数据缓存	16KB	32KB	8KB
	指令缓存	16KB	32KB	8KB
	次级缓存	2MB	1MB	1MB
性 能	SPECint95	N/A	8.0	8.9
	SPECfp95	N/A	10.0	12.5
	SPECint92	176	300	N/A
	SPECfp92	165	600	N/A
内存	RAM 标准/最大	32MB/384MB	32MB/256MB	32MB/2GB ECC

(续)

产 品 名 称		SGI Indigo 2 IMPACT R4400/250	SGI O2 R10000	SGI Origin 200
输入输出	扩展槽	2 个 GIO-64 槽, 3 个 EISA 槽 (与图形共享)	3 个 Full-size32/64 位 PCI 插槽	3 个 Full-size32/64 位 PCI 插槽, 6XIO 插槽
	标准并口	1 个双向并口	1 个双向并口	1 个双向并口
	标准串口	2 个 RS422 串口(38.4K)波特	2 个 RS422 串口(38.4K)波特	2 个 RS422 串口(460K)波特
	硬盘接口	快速 SCSI-2	快/宽 SCSI-2(2 通道, 每个通道 20MB/Sec)	1 个 Ultra SCSI, 1 个 FN SCSI
	其他 I/O 装置	PC(PS/2)兼容键盘和鼠标	PC(PS/2)兼容键盘和鼠标	PC(PS/2)兼容键盘和鼠标
存贮器	最大内装硬盘容量	2GB	4GB	9.1GB
	软盘	3.5in 软驱	3.5in 软驱	3.5in 软驱
	CD-ROM	可选	4 倍速 CD-ROM 驱动器	4 倍速 CD-ROM 驱动器
	磁带	可选	4GB, 10GB 或 15GB DAT 磁带	4GB, 10GB 或 15GB DAT 磁带
	最大外部存贮器容量	可选	1.3GB optical disk	54.6GB Ultra SCSI
图形与多媒体	图形	Alpha 混合, 累加缓冲, 反走样, 纹理映射, 雾, 光照特征, 任意裁剪面, 深度提示, 软阴影及场深, 子像素定位, 型板, 立体图形, 扫描和缩放, X11 像素操作	硬件 Z-Buffer, 硬件反走样, 硬件纹理映射, 支持 OpenGL 等	硬件 Z-Buffer, 硬件反走样, 硬件纹理映射, 支持 OpenGL 等
	监视器	19in 可选(1028×1024)	17in, 20in 可选(1028×1024)	17in, 20in 可选(1028×1024)
	音频	串行数字立体声, 内部扬声器和外部麦克风	串行数字立体声, 内部扬声器和外部麦克风	串行数字立体声, 内部扬声器和外部麦克风
	视频	IndyCam、Indigo 2 Video 视频输入输出	Digital camera、CCIR601 digital Video 视频输入输出	Digital camera、CCIR601 digital Video 视频输入输出
网 络	内置网络接口	快速 Ethernet	快速 Ethernet	快速 Ethernet
	支持网络协议	TCP/IP、Novell NetWare, Xinet Apple Talk, Windows networking, ONC with NFS3.0 (可选)	TCP/IP、Novell NetWare, Xinet Apple Talk, Windows networking, ONC with NFS3.0 (可选)	TCP/IP、Novell NetWare, Xinet Apple Talk, Windows networking, ONC with NFS3.0 (可选)
软 件	操作系统	IRIX 6.2with XFS	IRIX 6.3with XFS	IRIX6.4, X/OPEN XPG4 BASE95, IEEE POSIX 1003.2 和 1003.1B, 1003.1c FIPS 151-2, UNIX System V.4, 4.3 BSD extensions, MIPS ABI, SVID issue3, XIIR6
	窗口系统	XIIR5 Window System, Motif Window Manager	XIIR5 Window System, Motif Window Manager	XIIR5 Window System, Motif Window Manager
	开发环境语言	C, C++, Pascal, Fortran77, Ada, PCA, PFA	C, C++, Pascal, Fortran77, Ada, PCA, PFA	C, C++, Pascal, Fortran77, Ada, PCA, PFA
	图形软件接口	OpenGL, IRIS Performer, Open Inventor, ImageVision Library	OpenGL, IRIS GL	OpenGL, IRIS GL

(续)

产 品 名 称		SGI Indigo 2 IMPACT R4400/250	SGI O2 R10000	SGI Origin 200
物理 尺寸	类型	卧式	立式	立式
	高×宽×深	12.7cm×47cm×47cm	30.48cm×22.86cm×26.67cm	58.4cm×22.8cm×67.3cm
	质量/kg	18.7	10.3	34
产 品 名 称		IBM RS/6000 300 3BT	IBM RS/6000 43P Model 140	IBM RS/6000 43P Model 240
处 理 器 部 件	处理器	POWER2	PowerPC604e*	PowerPC604e*
	时钟频率/MHz	67	200	166
	支持处理器数	1	1	1
	数据缓存	64KB	32KB	8KB
	指令缓存	32KB	32KB	8KB
	次级缓存	512KB、1MB 可选	1MB	1MB
性 能	SPECint95	3.21	7.79	5.73
	SPECfp95	7.52	5.43	4.75
	SPECint92	N/A	N/A	N/A
	SPECfp92	N/A	N/A	N/A
内存	RAM 标准/最大	32MB/512MB	64MB/768MB ECC	32MB/1GB ECC DIMM
输 入 输 出	扩展槽	3 个 PCI 插槽, 2 个 PCI/ISA 插槽, PCI 总线宽度 32 位	3 个 PCI 插槽, 2 个 PCI/ISA 插槽, PCI 总线宽度 32 位	3 个 PCI 插槽, 2 个 ISA 插槽, PCI 总线宽度 32 位
	标准并口	1 个双向并口	1 个双向并口	1 个双向并口
	标准串口	2 个 RS422 串口	2 个 RS422 串口	2 个 RS422 串口波特
	硬盘接口	快/宽 SCSI-2	快/宽 SCSI-2	快/宽 SCSI-2
	其他 I/O 装置	101 键盘和鼠标	101 键盘和鼠标	101 键盘和鼠标
存 贮 器	最大内装硬盘容量	36.4GB(SCSI-2)	18.1GB	22.7GB
	软盘	1.44MB3.5in 软驱	1.44MB3.5in 软驱	1.44MB3.5in 软驱
	CD-ROM	8X CD-ROM	8X CD-ROM 驱动器	8X CD-ROM 驱动器
	磁带	5GB8mm 或 4GB 4mmDAT 磁带	5GB8mm 或 4GB 4mmDAT 磁带	5GB8mm 或 4GB 4mmDAT 磁带
	最大外部存储器容量	1.7TB SCSI	291GB SCSI-2, 873.6GB SSA	291GB SCSI-2, 873.6GB SSA
图 形 与 多 媒 体	图形	POWER GXT150M	POWER GXT550P	POWER GXT800P
	监视器	19in(1028×1024)	17in、20in 可选(1028×1024)	17in、20in 可选(1028×1024)
	音频	数字立体声, 内部扬声器和外部麦克风	数字立体声, 内部扬声器和外部麦克风	数字立体声, 内部扬声器和外部麦克风
	视频	—	—	—
网 络	内置网络接口	快速 Ethernet	快速 Ethernet	快速 Ethernet
	支持网络协议	TCP/IP、Novell NetWare 等	TCP/IP、Novell NetWare 等	TCP/IP、Novell NetWare 等
软 件	操作系统	AIX V4.1.5 或 V4.2.1	AIX V4.1.5 或 V4.2.1	AIX V4.1.5 或 V4.2.1
	窗口系统	XIIR5 Window System, Motif Window Manager	XIIR5 Window System, Motif Window Manager	XIIR5 Window System, Motif Window Manager
	开发环境语言	C, C++, Pascal, Fortran77 等	C, C++, Pascal, Fortran77 等	C, C++, Pascal, Fortran77 等
	图形软件接口	PHIGS, OpenGL	PHIGS, OpenGL	PHIGS, OpenGL

(续)

产 品 名 称		IBM RS/6000 300 3BT	IBM RS/6000 43P Model 140	IBM RS/6000 43P Model 240
物理尺寸	类型	卧式	卧式	卧式
	高×宽×深	16.2cm×44.2cm×47.8cm	16.5cm×42.0cm×46.0cm	16.5cm×42.0cm×46.0cm
	质量/kg	18.1~21.8	14.5	14.5
产 品 名 称		Sun Ultra1	Sun Ultra1 Creator 3D	Sun Ultra2
处 理 器 部 件	处理器	SPARC V9, UltraSPARC	SPARC V9, UltraSPARC	SPARC V9, UltraSPARC
	时钟频率/MHz	167	167	200
	支持处理器数	1-2	1-2	1-2
	数据缓存	16KB	16KB	16KB
	指令缓存	16KB	16KB	16KB
	次级缓存	512KB	512KB	512KB/1MB
性 能	SPECint95	5.6	5.6	7.67
	SPECfp95	9.1	9.1	11.1
	SPECint92	240	240	>240
	SPECfp92	350	350	>350
内存	RAM 标准/最大	32MB/512MB	32MB/512MB	128MB/1GB
输 入 输 出	扩展槽	3 个 Sbus, 32 或 64 位总线宽度	2 个 Sbus, 32 或 64 位总线宽度	4 个 Sbus, 32 或 64 位总线宽度
	标准并口	Centronics 兼容的并行口 (DB25)	Centronics 兼容的并行口 (DB25)	Centronics 兼容的并行口 (DB25)
	标准串口	2 个 RS-232C/RS-423 串行口 (DB25)	2 个 RS-232C/RS-423 串行口 (DB25)	2 个 RS-232C/RS-423 串行口 (DB25)
	硬盘接口	10MBps 快速 SCSI-2(异步)	20MBps 快/宽 SCSI-2(异步)	20MBps 快/宽 SCSI-2(同步)
	其他 I/O 装置	Sun5 型键盘, 光-机鼠标	Sun5 型键盘, 光-机鼠标	Sun5 型键盘, 光-机鼠标
存 贮 器	最大内装硬盘容量	4.2GB	4.2GB	2×2.1GB
	软盘	3.5in MS-DOS/IBM 兼容 (720KB、1.2MB、1.44MB 格式化)	3.5in MS-DOS/IBM 兼容 (720KB、1.2MB、1.44MB 格式化)	3.5in MS-DOS/IBM 兼容 (720KB、1.2MB、1.44MB 格式化)
	CD-ROM	644NB SunCD4	644NB SunCD4	644NB SunCD4
	磁带	4~8GB DDS2 4mm 或 14GB 8mm	4~8GB DDS2 4mm 或 14GB 8mm	4GB 或 8GB DAT 或 14GB 8mm
	最大外部存储容量	磁盘: 1.05GB, 2.1GB, 4.2GB SPARCstorage UniPak; 8.4GB 或 16.8GB SPARCstorage 多磁盘包; 31.5GB/63GB SPARCstorage 磁盘阵列; 磁带: 2.5GB QIC; 14GB 8mm, 4~8GB 4mmDAT, 16~32GB 4mm DAT 自动装载器; 8/140 140GB SPARCstorage 库	磁盘: 1.05GB, 2.1GB, 4.2GB SPARCstorage UniPak; 8.4GB 或 16.8GB SPARCstorage 多磁盘包; 31.5GB/63GB SPARCstorage 磁盘阵列; 磁带: 2.5GB QIC; 14GB 8mm, 4~8GB 4mmDAT, 16~32GB 4mm DAT 自动装载器; 8/140 140GB SPARCstorage 库	磁盘: 1.05GB, 2.1GB, 4.2GB SPARCstorage UniPak; 8.4GB 或 16.8GB SPARCstorage 多磁盘包; 31.5GB/63GB SPARCstorage 磁盘阵列; 磁带: 2.5GB QIC; 14GB 8mm, 4~8GB 4mmDAT, 16~32GB 4mm DAT 自动装载器; 8/140 140GB SPARCstorage 库

A5

7