

GONGKONGJI

IPC-PLC-DIANQI
KONGZHISHU

工控机IPC-PLC- 电器控制技术

荣大龙 顾启民 等编著
任 晓 主 审

东南大学出版社

绪 论

随着计算机硬件和软件技术的飞速发展,计算机的应用在数值计算、数据处理、信息处理和知识处理各领域日益渗透和拓宽,几乎可以说已涉及到社会的各个方面,而工业控制是计算机应用的重要领域。实现以工业控制计算机为核心的工业生产过程自动化和机电设备及科学仪器仪表的现代化,是我国传统产业技术改造的重要内容,是降低能源及原材料消耗、提高产品质量及数量、增强国际竞争能力和发展生产的重要技术进步手段。

工业控制计算机的门类较多,常见的有:单片机、基于个人 PC 的工控机(IPC)及嵌入式 PC 智能系统、可编程控制器 PLC、STD 总线工控机和集散控制系统 DCS 和现场总线控制系统 FCS 等。事实上,其中的工控机 IPC 日益成为基本主导机型,这已成为工控自动化界的共识。因为这种机型在软件与硬件上同普通商用 PC 机百分之百兼容,因而通用性强,标准化程度高。随着商用 PC 机的升级换代而不断更新换代,无论在硬件还是软件上均采用了开放式的体系结构而不是封闭式的结构,软硬件资源丰富,数据处理能力强大,具有丰富的、真实感强烈的图形用户界面,并且其性能价格比随着商用 PC 机的提高而日益提高;而商用 PC 机,也称个人 PC 机,尽管社会拥有量已很多,但无论在数量上还是在性能上仍在高速地发展着,不断地更新换代,永远不会有什么尽头。这样,工控机 IPC 伴随着商用 PC 机日新月异,越来越赢得人们对工控机 IPC 的青睐。工控机 IPC 另有一些特点,例如:在硬件上增加了一些抗干扰措施,因而可在一般的工业环境下可靠地工作;具有各种丰富的输入输出 I/O 接口卡供用户选用,以便组成各种应用系统;除了可用通用 C++ 和 VB 语言编程以外,还具有方便用户编程的多种实时组态软件。正因为这样,就目前工业上广泛应用的 PLC 而言,现在已有在 IPC 内内置软 PLC,以弥补目前 PLC 显示功能和数据功能的不足。自 1969 年第一台 PLC 面世以来,经历了 30 多年的发展,PLC 已经成为一种最重要、最普及和应用场合最多的工业控制器,在我国的广泛应用也已有近 20 年的历史,现在依然朝气蓬勃。就工业控制的基础控制器而言,IPC 和 PLC 是最受到用户欢迎的整机类工业计算机,拿来就可投入使用,非常方便。本书将 IPC 和 PLC 有机地结合在一起,或许会起到更好的作用。

工控机 IPC 和 PLC 主要用于工业、农业、教学和科学研究中的实时物理数据采集和监测、过程控制和分布式网络控制。现在,一些重要的机电一体化设备(如数控机床和机器人)和科学仪器仪表(如示波器和生物医学仪器)将工控机 IPC 作为核心控制器的越来越多。而 PLC 的应用已经十分普及,并深受用户欢迎。这是国内外总的应用和发展趋势。

综上所述,工控机 IPC 和 PLC 技术是一类跨世纪的高新技术,应用广泛,发展前景良好,因此,学习和应用这一新技术的迫切性必定会与日俱增。通过本课程的学习,要求掌握一定的工控机 IPC 和 PLC 的系统结构、系统软件结构的基础知识,掌握应用 IPC 主机、PLC 主机和各种输入输出 I/O 接口卡组成各种应用系统,掌握基本应用软件的编制和各种应用系统软件的设计,掌握一定的基本实验技术和应用系统实验技术。

本书对传统继电器-接触器控制技术也作了系统叙述,这种技术永远不会过时,就是用 IPC、PLC、单片机和变频器构成一个实际控制系统也离不开它们。

我们将在工控机 IPC 和 PLC 功能强大的、逼真感强烈的、五彩缤纷的世界里漫游!

第一章 工控机 IPC 系统组成、工作原理及应用

现在,生产工控机 IPC 的厂家和公司较多,国内外著名的厂商和公司有:北京华远自动化系统公司(HY)、北京康拓公司、深圳研发、台湾研华(ADVANTECH)、台湾研祥(EVOC)台湾大众(LEO)、美国英特尔(Intel)和美国 ICS 公司(Industrial Computer Source)等。本书主要介绍研华(ADVANTECH)和研祥(EVOC)IPC 工控机。

第一节 IPC 硬件

研华 IPC 的结构形式较多,常见的有普通台式、整体式(键盘和显示器均固定在主机上)和模块式(模块的种类有电源模块、CPU 模块、输入输出 I/O 接口卡模块等,每一模块均有独立的机箱,根据需要进行选择拼装),在硬件上同普通商用 PC 百分之百兼容,所有一般商用 PC 机上的 I/O 接口卡、外部设备和多媒体套件等都可可在工控机 IPC 上使用。

一、硬件特点

工控机 IPC 另有一些特色,现以研华 IPC-610 型台式机为例,列举如下:

1. 配备了可上电气控制箱或仪器箱内 19 英寸机架的有 14 槽总线插座(位于水平底板上)的加固防震全钢机箱,在这些插座上可插入 All-in-One CPU 卡、VGA 显示卡、模拟量及数字量 I/O 卡和工业用通信卡等。在机箱后侧面另有 14 个插卡窗口,以便同机外的各种输入输出板、信号调理模块及接线端子板进行连结。

2. 所带 All-in-One CPU 卡,除了拥有 CPU 及其支持电路外,还带有 2 串 1 并接口、软硬盘接口和电子盘插座及抗干扰看门狗(Watch dog)电路。CPU 卡插在 14 槽总线插座上,而一般商用 PC 的 CPU 及支持电路采用大母板结构。

3. 除了可采用一般的软硬盘和 CD-ROM 光盘以外,还广泛采用性能稳定的固态盘,这种固态盘不仅无故障时间(MTBF)长,而且存取速度快,并且可集成在 All-in-One CPU 卡中,当然也可做成可直接插入总线插座的插卡。目前,固态盘 SSD 主要有 EPROM、SRAM 和 Flash 三种存储器形式。其中的 EPROM 盘只能读,不能写,成本低;RAM 盘可以进行读/写操作,带锂电池,有掉电保护功能;Flash 盘不必带电池,既能像 SRAM 盘一样进行在线读/写操作,也能同 EPROM 盘一样在断电后长期保存数据,价格稍贵。

4. 拥有丰富的各类模拟量和数字量 I/O 插卡和模块,如数据采集卡、定时器/计数器模块、多功能 I/O 接口卡和 D/A 输出卡等,均为 TTL 电平级输入输出,并且未进行电隔离,所以另外还配备了丰富的各种输入输出板、信号调理模块及接线端子板等,如拥有继电器输出板、光电隔离数字量输入(D/I)板、隔离热电偶输入模块和螺旋端子板等,以便进行各种输入输出电隔离(光电隔离和电磁隔离等)、电路转换、功率放大和电路连结等。

5. 有各种工业通信卡,如 RS-232/422/485 接口卡,以方便用户组成分布式网络控制系统和小型集散控制系统(DCS)等控制系统。

6. 拥有远程(最远达 1200m)数据采集与控制模块,其特点为:智能型微处理器设计,信号准确,RS-485 通信界面(2 线式配线),通信距离远,直接量测热电偶和热电阻等现场信号。

7. 可靠性高, 防尘, 抗震, 耐高温, 工作温度 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$, 湿度为 $10\%\sim 95\%$, 适合于较恶劣的工业环境。

二、硬件配置

(一) 主机

1. IBM-PC 及兼容机, 386 或更高者。
2. 内存最小 4M。
3. 3.5 英寸软盘驱动器, 一个。
4. 硬盘最小 5M。
5. VGA 显示卡, 一个。
6. 14 英寸或 17 英寸彩色显示器, 一个。
7. 鼠标器, 一个。
8. 电子盘, 根据需要是否配备。
9. 最好配上一个 CD-ROM 光盘 (其存储容量巨大) 驱动器, 以方便系统软件和应用软件的安装或运行。
10. 最好配上一个多媒体声卡和一个音箱, 以便在进行工业控制时, 用语音配合 (提示或报警等), 甚至在特定场合可一边进行监控一边播放乐曲。

(二) I/O 接口模块

1. 研华 ADVANTECH I/O 卡 (插在总线插座上)

(1) 数据采集 (模拟量输入, A/D) 卡 PCL-812/812PG、PCL-711S/711B、PCL-813、PCL-860、DACPAD-71A/71B 等 (其中有些卡, 例如 PCL-812PG 为多功能卡, 还有模拟量输出通道和数字量 I/O 通道)。

(2) 模拟量输出 (D/A) 卡 PCL-726、PCL-727 和 PCL-728 等。

(3) 数字量 I/O 和定时器/计数卡 PCL-720、PCL-721-723、PCL-722、PCL-724、PCL-725 和 PCL-830 等。

2. 通信卡 (插在总线插座上)

通信卡有 PCL-743/745、PCL-747 和 PCL-844 等。

3. 光电隔离数字量输入 (D/I) 板和继电器输出板 (安装在主机外面的电器控制箱里)

这些板有 PCL-782/782B、PCLD-785/785B 和 PCLD-885 等。继电器输出板有 PCLD-785/785B 和 PCLD-885 等。

4. 信号调理板和模块及接线端子板 (安装在主机外面的电气箱里)

这些模块和板有 PCLD-779、PCLD-789、PCLD-5B16、PCLD-5B 系列和 PCLD-780/880 等。

5. 远程数据采集模块 (安装在电气箱外远处的被控制现场)

这些模块有 ADAM-4000 (研祥 ADAN-4000) 系列等。

第二节 IPC 的系统软件、组态软件及应用

系统软件 (各类操作系统和语言编译程序等) 是计算机的极为重要的资源。研华 IPC 工控机在软件上同普通商用 PC 百分之百兼容, 所以一般常见的操作系统和语言编译系统均可在 IPC 工控机上运行, 必须注意的是在实际使用中同样存在着防病毒干扰问题, 这一点对工业控制更为重要。另外, 研华 IPC 工控机向用户提供了基于 Microsoft Windows 环境下的功能强

大的进行工业过程监测和控制的多种组态软件，如 GENIE、FIX、DASYLAB 和 INTOUCH 等，其中流行较早的有著名的 GENIE 工控组态软件，还提供了各种 I/O 卡的相应 Windows DLL 驱动程序。GENIE 提供了面向对象的图形用户界面 GUI (Graph User Interface)，使得控制和图形显示功能的设计过程大大简化。用户只要简单地从工具箱中 (Toolbox) 选取图标 (Icon)，然后把这些图标用连线图标 (也在工具箱中) 连结起来，并对所选图标进行参数设置或编制程序码，如此就作出了你的动态程序流程图画面。这就是程序设计，也称作策略设计或策划。这样，一个具有通常工业数据采集、控制、数学运算和图形显示功能的图标库在你的勾画下就产生了。若加上用户定制的动态链接库 DLL (Dynamic Link Libraries，所谓 DLL 就是用 C、Pascal、Basic 或汇编语言编写的外部函数库，是一些独立的程序，GENIE 应用程序可以动态地链接和调用它们以完成特定的任务) 图标，那么应用将更为广泛。

GENIE 是国际上著名的基于 Windows 的工控组态软件包，是工业实时控制软件系统的开发工具，它要面向两级用户，第一级是系统开发人员，第二级是系统操作人员。第一级用户关心的用组态软件建立起整个实际监控软件系统，并能够随时方便地进行修改和维护；第二级用户关心的是系统能否直观、全面地反映出生产工况，系统是否操作容易。GENIE 应用了面向对象技术，即采用了新式的对象驱动方式，将图形的动画行为与组态参数 (也就是图形与数据) 封装在一个组态对象中，使得系统组态可视化和一体化。

一、组态软件 GENIE 的系统结构

GENIE 为基于 Windows 的组态软件，由输入输出接口驱动程序、组态程序和运行程序三部分组成，其软件结构如图 1-1 所示。

整个软件具有开放化、层次化和模块化等特点。在总体结构中，各部分除了完成各自的功能外，还要与其他部分进行信息传递。组态程序与运行程序之间静态信息的传递以磁盘文件形式进行，而运行程序与输入输出接口驱动程序间的实时数据是根据 Windows 所提供的动态数据交换 DDE (Dynamic Data Exchange，所谓 DDE 就是在 DDE 的功能下，一种应用程序下的数据文件可被动态地“链接(Link)”到另一种应用程序中，当原始数据发生变化时，Windows 可以自动地更新链接数据，从而实现两个应用程序下对应的两组数据的动态交换) 协议实现的。

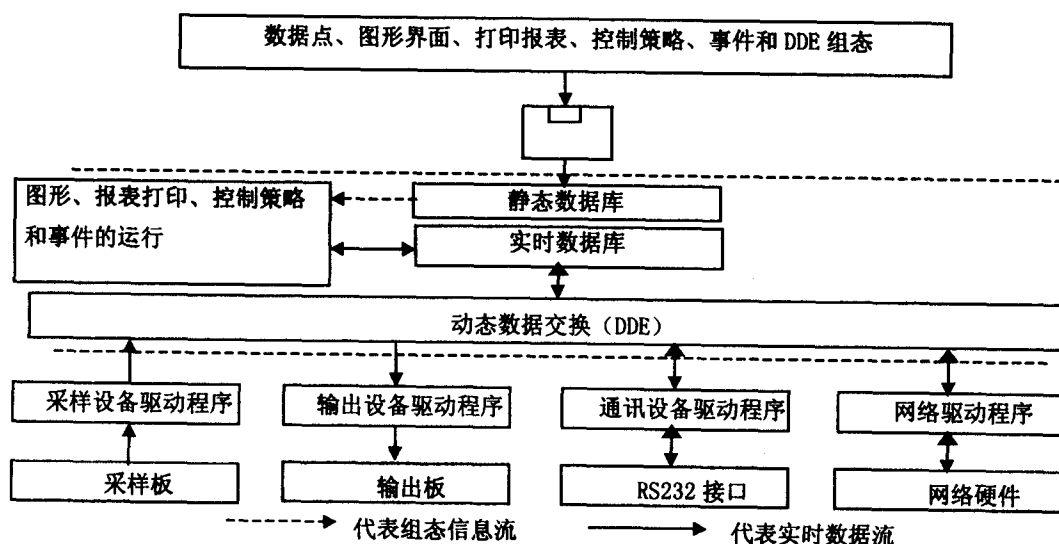


图 1-1 组态软件结构图

(一) 输入输出接口驱动程序

输入输出接口驱动程序是整个软件系统的最低层, 它负责对物理接口的直接访问, 实现软件系统与硬件系统的数据交换, 这种数据交换包括 AI 及 AO (模拟量输入输出)、DI 及 DO (数字量输入输出)、通信 I/O 和网络访问等, 各种交换分别由不同的驱动程序完成。驱动程序一旦启动, 即开始把采集来的数据通过 Windows 提供的 DDE 向其他程序发送, 或把其他程序通过 DDE 传送来的数据输出至现场。

驱动程序在启动时刻即应获得有关 DDE 传递和硬件的信息, 如驱动程序名、硬件接口的基地址等, 保证驱动程序能对 I/O 端口进行正确的操作。不同的接口功能由相互独立的驱动程序完成, 保证了软件系统的开放性、可扩充性、可靠性和配置灵活性。

(二) 组态程序

组态程序是实现系统组态的关键, 它为用户提供了友好的界面, 以方便和紧凑地从用户那里获得有关系统运行的信息。组态又分为几种型式:

1. 数据组态 对模拟量和数字量点的数据类型、数据范围、数据来源、登录和报警等参数进行组态。
2. 图形界面的组态 对各种工艺流程画面底图的编辑和动态点与实时点或历史点的链接。
3. 打印报表组态 对底表的编辑、数据库点记录的生成和打印报表的链接等。
4. 控制策略组态 对内部仪表、事件模块和流程图动态目标之间的链接等。
5. DDE 组态 组态所得的信息经系统进行检错通过后以文本形式存贮于磁盘中, 供以后修改及运行程序使用。

(三) 运行程序与循环扫描的工作方式

运行程序是完成系统功能的核心, 直接在系统中实时运行。运行程序启动时, 先从磁盘装入配置文件, 然后以配置信息为参数启动各功能模块。各功能模块可按组态时规定的模式运行。

有些组态软件, 例如 GENIE 采用循环扫描的运行方式, GENIE 应用程序运行时, GENIE 组态软件以一定的扫描周期 T (可以设定, 默认值为 1s) 循环扫描执行和处理策略设计 (策划) 窗口中各图标 (功能模块)。

二、GENIE 的功能、特点及应用

GENIE 是基于 Windows 的功能强大、应用广泛的工控组态软件。

(一) GENIE 的特色

1. 以图形作为对象 与其他形态的信息相比, 图形具有直观明了、含义丰富等种种优点, 真是一幅画可抵得上千言万语。利用 GENIE, 可快速地设计出你自己的控制和图形显示系统, 并不像学习其他程序设计语言那样复杂, 用户只要简单地用鼠标对着图标敲击和拖曳即可。
2. 人机界面 具有种类繁多的图形对象, 还提供了让用户定制自己界面, 而每个图形对象可任意改变大小和颜色。GENIE 也可支持声音报警。
3. 组网 GENIE 设计时既考虑了单机应用, 又考虑了网络应用, 使你即时分享到远方现场工作站的数据。
4. 脚本设计 数种不同的 GENIE 策划能依次排列, 以便进行批处理。这一功能允许你在应用中进行调整。
5. 开放式结构 允许用户利用动态链接库 DLL 定制图标, 集成到 GENIE 所提供的用户图

标工具箱中。

(二) GENIE 的应用

1. 过程监测 (Process Monitoring)

(1) 数据采集 数据既能以一般模式也可以高速模式进行采集, 高速模式支持最高达 20kHz 的数据采集速率。

(2) 数据记录 GENIE 能以多种形式将数据输出至打印机或磁盘上, 它能以多种标准文件类型存贮数据, 可应用于实时数据分析和数据处理。

(3) 实时运算处理 GENIE 具备实时运算功能, 可进行算术运算和逻辑运算。

(4) 实时数据显示 显示方式较多, 有数字显示、Y-T 图、X-Y 图和棒图等。

(5) 历史趋势图 通过观察历史趋势图, 你可观察到以前采集到的数据的变化情况。

(6) 多重屏幕显示 GENIE 提供了多重屏幕切换显示功能, 这样, 你可以不同的方式观察工作过程, 你可把整个过程划分成几个部分, 分别进行观察。

(7) 动画制作 通过应用我们所提供的位图 (bit-map) 制作功能和其他显示功能, 可对你的实际过程进行动画制作, 制作设备外形等, 图形丰富多彩, 具有较强的逼真感。

2. 过程控制 (Process Control)

(1) 报警及事件记录 (Alarms/Event Logging) GENIE 的报警特色可使你对潜在的问题随时进行观察、记录和定时打印。

(2) 实时操作器 (Run-time Control Objects) GENIE 提供了逼真的软操作器 (通过软件实现, 来模拟和仿真实际的硬件操作器, 但软操作器本身也有控制作用), 如软按钮 (button)、开关 (switch)、旋钮 (knob)、滑杆 (slider) 和数字操作器 (numeric control)。这样, 当系统正在运行时, 你可用鼠标或键盘击发这些软操作器, 进行开关操作和参数修改。

(3) PID 控制 (PID Control) 应用 GENIE 的 PID 控制功能, 可实现对控制系统的温度 (temperature)、流量 (flow) 和液位 (level) 等被控物理量进行比例-积分-微分控制 (PID 控制, Proportional-Integral-Deivative Control)。

(4) 开关控制 (ON/OFF Control) 根据检测点的反馈量, 既可对输出进行全开控制, 又可进行全关控制。

(5) 脚本设计 (Script Design) GENIE 的集成式脚本设计功能是种易学易用的宏语言, 可用于设计各种复杂的控制策划。数种不同的 GENIE 策划可依次组织在一起, 以便进行批处理, 使得系统具有较好的模块性和柔性。

(6) 用户程序模块 (User Program Block) 用户程序图标功能强大, 具有比较、算术运算、逻辑运算、条件语句和循环等功能。它的语法像 C 语言, 然而并没有实际的 C 语言那样复杂。

3. 通信 (Communication)

(1) 同型机网络 (Peer-to-Peer Networking) 在控制室的计算机上, 可显示出工厂厂房里其他计算机正在收集着的数据, 反之亦然。

(2) 实时 DDE 功能 (Real-time DDE Capability) 利用这一功能, GENIE 能同 Microsoft Excell (电子表格) 或其他支持 DDE 的 Windows 应用程序进行动态数据交换。这意味着, 你能运用其他 Windows 应用程序进入实时应用领域, 生成能即时更新的图像或报表。

(3) RS-232 支持 (RS-232 Support) 利用这一模块, 可实现 GENIE 主机同其他支持标准 RS-232 的设备之间进行通信。

另外, 在进行过程监测、过程控制和通信及分布式网络控制中, 由于 GENIE 采用了开放式结构 (Open Architecture), 当用户觉得原有的工具不够用时, 就可以设计自己的图标——用户图标 (User Icon), 你所设计和定制的动态链接库 DLL 可被直接集成到 GENIE 工具箱里, 形成用户图标。这样, 这一新的工具可被应用于任一策略设计中。

三、专用软件配置

1. 工控软件包 GENIE for Windows 数据采集软件等。
2. Windows DLL 驱动软件 711/812/812PG 等输入输出 I/O 卡 Visual Basic 驱动程序。
3. ADAM Windows 驱动软件 远程数据采集与控制模块 ADAM-4000 系列等 Windows DLL 驱动程序。

思考与练习题

- 1-1 简述采用计算机进行工业控制的意义。
- 1-2 为什么说工控 IPC 机日益成为工业控制的主导机型?
- 1-3 简述研华 IPC-610 型台式工控机在硬件上区别于普通 PC 机的特点。
- 1-4 组态软件 GENIE 由那几个程序模块组成? 这些程序模块的构成及功能是什么?
- 1-5 什么叫 DLL? 什么叫 DDE? 各有什么功能和应用?
- 1-6 组态软件 GENIE 有什么特色?
- 1-7 GENIE 在工业过程监测中有何应用?
- 1-8 GENIE 在工业过程控制中有何应用?
- 1-9 GENIE 在通信及网络分布式控制中有何应用?

第二章 IPC 实验仪

所谓 IPC 实验仪,就是将 IPC 主机、I/O 接口卡、信号调理模块、外部输出元件及输出电路(显示灯、功率放大电路和发热元件等)和外部输入元件及输入电路(按钮、行程开关、温度传感器及温度变送器等)相互连接起来所组成的实验装置。I/O 接口卡插在总线插座里,而其余部分组成一个电气箱,用电缆线同主机连接,形成一个完整的实验系统。本实验仪既可用于实验教学,又可用于科研开发。

第一节 IPC 主 机

主机为研华 IPC-610 型普通台式机,同一般台式商用 PC 机相似。

一、机箱

机箱采用全钢制作。在机箱的两侧面装有导轨,以便安装在电气控制柜的机架上。在机箱正面的左边,有通风孔,里边装有吸气风扇,用于通风散热;左下角装有键盘插座;右边装有带锁的门,里边为电源开关、RESET 按钮、指示灯、软驱及光盘门等。在机箱的后侧面有 14 个窗口,以便在这些窗口上固定有关插座或让一些电缆线直接穿越。

二、底板

底板为 PC 总线无源印刷线路板,电源的电子线路不在底板上,而是做成一个整体式电源模块安装在机箱底座及侧面上,用电缆线同底板连接。底板为 4 层 PCB 制版,含有 4 层线路板,其中有 2 层为 PC 总线电子线路板,1 层为地,还有 1 层为电源板,所谓“无源”就是前面的 2 层 PC 总线线路板(位于底板的正、反两面)不含电源布线,而电路中的电源点经垂直孔同电源板连接,同地线的连接亦然),带 LED 电源指示。含有 14 套 PC 总线插座,其中 ISA 总线插座(呈现黑色,长约 140mm)有 8 套,PCI 总线插座(乳白色,长约 85mm)有 4 套;还有 2 套,其中每套含有 1 个 ISA 插座和 1 个 PCI 插座。底板的布置示意图如图 2-1 所示。

三、总线

计算机总线一般由数据总线(DB)、地址总线(AB)和控制总线(CB)构成,是计算机以 CPU 为中心,各部件之间进行信息交换传输的公共通道。微型计算机系统中广泛采用总线结构,其优点是系统成本低、组态灵活和维修方便。采用总线结构标准设计和生产的硬件模块兼容性强,并通过系统总线可以方便地组合在一起,以构成满足不同需要的微机系统。现代 PC 机还广泛采用多总线结构,在这种 PC 机中,CPU 与存储器和 I/O 设备之间有两种以上的总线,常见的有 ISO 和 PCI 总线,这样可以将慢速的设备和快速的设备挂在不同的总线上,减少总线竞争现象,使系统的效率大大提高。

(一)总线的性能指标

计算机总线技术包括通道控制功能使用方法、仲裁方法和传输方式等。任何系统的研制和外围模块的开发,都必须服从一定的总线规范。总线的传输率是其性能的主要技术指标。另外,总线的可操作性、兼容性和性能价格比,也是很重要的技术特征。具体指标主要有:

1. 总线宽度 数据总线的数量,用位(bit)表示,如 8 位、16 位、32 位和 64 位等。

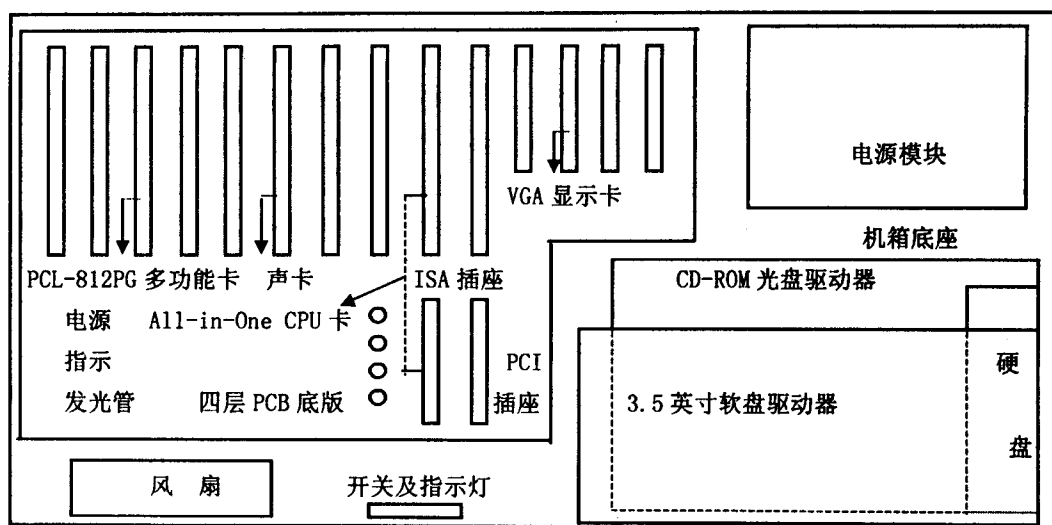


图 2-1 IPC 实验仪底板布置图

2. 传输率 每秒钟在总线上传输的最大字节（8 位为一个字节）数，用 MB/s 表示。如工作频率（工作带宽）为 33MHz，总线宽度为 32 位，则最大传输率为 132MB/s。
3. 同步方式 总线上的数据与时钟同步工作的称为同步总线；反之，称为异步总线。
4. 信号线数 数据线、地址线和控制线的总和。
5. 负载能力 通常指连接的电路板的能力。

（二）ISA 总线

这是一种最老的总线，也是用得最多的总线，事实上是一种标准总线 and 主总线，它配置在 IBM 的第一代 PC 机上，以 8Mz 工作带宽限制每秒传输 5M 字节。ISA 支持一些基本的 I/O 设备，ISA 非常适合那些不需要很高速度的卡使用，如串行/并行接口卡、内部调制解调器、大多数网络卡、游戏适配器和声卡等。

（三）PCI 总线

PCI 总线，也称作 PCI 局部总线，设计这种总线的目标并不是解决一般的基本通信问题（这已由主总线 ISA 解决了），而只局限于高速通信问题。PCI 支持 64 位数据传送，工作频率 33MHz，数据传输速率可高达 132MB/s，从而可以支持一些高速外部设备，如视频卡、硬盘驱动器、高速网络卡和一些多媒体控制卡。现代 PC 机将主存储器 RAM 通过直接连线同 CPU 连接，形成主系统板，这样 CPU 与主系统 RAM 的通信问题不依靠一般的总线而完全独立开来。PCI 总线功能强大，CPU 可直接访问插在 PCI 总线上的设备，而 PCI 总线也提供了 PCI 设备不经 CPU 而直接访问主存的高速通路。

现在最新的 AGP 总线可支持更高速度的外部设备。

四、All-in-One CPU 卡

IPC 主机采用了全长 All-in-One CPU 加长卡，型号为 PCL-6157L。它带有 2 个插头，1 个为 ISA 插头，另 1 个为 PCI 插头。本卡上除了带有 CPU、ROM 和 RAM 以外，还带有：各种 I/O 接口芯片，256KB 高速缓冲存储器（Cache memory）、2 串/1 并接口、软/硬驱接口、键盘接口、扬声器发声接口和看门狗定时电路等。

（一）中央处理器 CPU（Centrel Processing Unit）

众所周知, IBM-PC 及兼容机的 CPU 芯片绝大多数采用美国 Intel 公司的 Intel-80X86 系列, 从 20 世纪 70 年代的 8080、8085 和 8086, 80 年代的 8087、8088、80286、80386DX、80386SX 和 80486DX, 20 世纪 90 年代初的 80386SL、80486SX、80486DX 和 80486SL, 发展到近几年的 Pentium (奔腾, 或称 P5, 也称 80586)、高性能奔腾 (P55C, 包含有处理多媒体应用软件的多媒体扩展结构 (MMX))、高能奔腾 (Pentium Pro, 或称 P6, 属于 686 级芯片) 和 PIII 等, 升级换代将继续进行下去, 没有尽头。以位数而论, 从最初的 8 位机和 16 位机, 发展到现在的 32 位机和准 64 位机, 没有什么尽头。以主频而论, 早期的 8088 CPU 只有 2MHz, 而现在的 P55C、P6 和 PIII 可达 200MHz 以上。PC 机的 CPU 还有采用 AMD、Cyrix 和 NexGen 公司的 X86CPU 产品, 以及非 X86 系列的 Power PC 系列和 SPARC 系列等。本卡的 CPU 芯片采用了奔腾 II/133, 主频为 133MHz。这种芯片增加了不少新的功能, 但仍然与 Intel 公司早期推出的 CPU 全面兼容。这种处理器的主要特点有:

1. 超标量结构 “超标量”是指 CPU 内含多个指令执行单元, 或称多条管线, 能在一个时钟周期 (主频的倒数) 内执行多条指令。Intel 80486CPU 有一条管线, 在一个时钟周期内执行一条指令, 而较早一代的 CPU 执行一条指令往往需要数个时钟周期。

2. 内置超高速缓冲存储器 (Cache memory) 超高速缓存 Cache 由 CMOS 静态 RAM (SRAM) 制成, 存取时间为 15ns~25ns, 完全可以与 CPU 的速度相匹配。然而, SRAM 不仅体积大而且功耗大价格昂贵, 因此内置时容量不能做得太大, 奔腾 (P5) CPU 内置 8KB 指令缓存, 8KB 数据缓存。Cache 可作为临时的存储空间, 暂存速度缓慢的主存储器 [采用 CMOS DRAM (动态 RAM) 制成] 的常用指令和数据, 减少 CPU 同主存的通信次数。为了进一步提高效率, 本卡还外置了 Cache, 容量为 256KB。

3. 增强的 64 位数据总线 数据总线可比喻为 CPU 与存储器子系统通信的高速公路。由于采用了外部 64 位的数据总线, P5 处理器从存储器存取数据的速度高达 528MB/s 以上。

4. 高性能浮点运算单元 P5 处理器内置强化的浮点运算单元, 大部分浮点指令会先在其中一个整数管线内运行, 然后移往浮点指令管线。加法、乘法和除法常用的浮点运算功能均以硬件执行, 以提高速度。因此, P5 处理器最适合于执行 CAD 及三维图像等需要高速运算的先进图像应用软件。

5. 内置数学协处理器 对于 Intel-8086~80486SX 处理器, 分别外置 8087~80487SX 数学协处理器, 从 80486DX 开始, 均是内置。顾名思义, 数学协处理器主要协助主 CPU 进行数学运算, 可显著地提高计算机的运算速度和精度。

还有其他一些特点, 不再赘述。

(二) 主存储器

主存储器也称为内部存储器, 包括随机存取存储器 RAM 和只读存储器 ROM, 它是高速暂存信息 (指令和数据) 的场所。

1. 随机存取存储器 RAM

随机存取存储器 RAM, 一般采用 CMOS DRAM (动态 RAM), 存取时间为 60ns~120ns, 可分为四种类型: 常规存储器 (Conventional memory)、高位存储器 (Supper memory)、扩展存储器 (Extended memory) 和扩充存储器 (Expanded memory)。

- (1) 常规存储器 常规存储器存储地址空间范围为 0KB~640KB, DOS 程序实际上就在这段空间内运行, 而 Windows、Windows NT 以及 OS/2 之类等比较新的操作系统已经彻底冲破了 640KB 的 DOS 界限, 但它们仍可运行绝大多数的 DOS 应用程序, 因为它们可以使用 386 芯片的

虚拟 8086 模式, 这个模式可以模拟早期的 IBM-XT PC 机来处理 DOS 程序。

(2) 高位存储器 其空间范围为 640KB~1MB, 主要为系统的基本输入输出系统 BIOS (Basic Input/Output System, 存入 ROM 中) 和视频显示适配器服务, 有时硬盘适配器也用这段内存。

(3) 扩展存储器 扩展的 RAM 从 1MB 开始, 只有在 286 或更高档的 PC 机上才能用到。286 机扩展 RAM 空间范围为 1MB~16MB, 386 及更高档者为 1MB~4GB (4GB)。对于 DOS 应用程序, 扩展 RAM 惟一的用处是创建磁盘高速缓冲器或 RAM 虚拟电子盘, 可明显改善系统的性能, 而对于各种版本的 Windows 或 OS/2 操作系统来说, 它们完全可以驻留和运行在扩展内存中, 并使得存储管理和设备配置变得很简单。

(4) 扩充存储器 它不是线性存储器的一部分, 而有一个独立的区段, 地址范围为 0KB~3MB。这种存储器用于创建幅面巨大的电子表格软件。8088 和 286 机要增设扩充存储器需要特别的硬件和软件, 386 机或更高者可用 386 存储管理软件把扩展存储器转换为扩充存储器。

2. 只读存储器 ROM

ROM 是 24 或 28 插脚的 DIP 芯片, 比较大, 容易在主板上找出, 它占用内存保留区从 640KB~1024KB 的内存地址。ROM 中存放基本输入输出系统 BIOS 软件, DOS 并不直接同 I/O 外部设备通信, 而是通过 BIOS 来执行的。由于 I/O 设备的响应速度一般较慢, 为了减少占用 CPU 的处理时间, 所以 BIOS 中的各项操作是通过它们各自的中断方式来实现的。

打开 PC 机的电源, 系统将进行一个检验其所有内部设备的自检例程, 这是 BIOS 的一个功能, 通常简称为 POST (Power On System Test)。POST 时, 将对 CPU、基本的 640KB 随机存储器、扩展内存、扩充内存、只读存储器、系统板、CMOS RAM、视频控制器、并行及串行子系统、软盘及硬盘子系统和键盘进行完整的测试。POST 完成以后, 系统将从驱动器 A 或 C 寻找引导系统 DOS (Disk Operation System, 磁盘操作系统), 并向 640KB 随机存储器中装入 DOS。

目前比较流行的 ROM BIOS 主要有: American Megatrends 公司的 AMI BIOS, Eurosoft 公司的 Euro BIOS, Microid Research 公司的 MR BIOS, Award 公司的 AD BIOS 等。

3. Cache 和 Shadow RAM

Cache 和 Shadow RAM 是两种专门提高系统效率的技术。

(1) Cache RAM 我们已在前面中央处理器 CPU 部分叙述了外置高速缓存 Cache RAM, 在此不再赘述了。

(2) Shadow RAM Shadow RAM 也称为“影子”内存, 所使用的物理芯片仍然是 CMOS DRAM 芯片, 其编址范围为 1MB 主存中的 768KB~1024KB (C0000~FFFFF) 区域。这个区域通常也称为内存保留区, 用户程序不能直接访问。其功能是用来存放各种 ROM BIOS 的内容, 或者说, Shadow RAM 中的内容是 ROM BIOS 的拷贝, 这就是“影子”的意思。当机器上电时, 将自动地把系统 BIOS、显示 BIOS 及其他适配器的 BIOS 装载到 Shadow RAM 的指定区域中。由于 Shadow RAM 的物理编址与对应的 ROM 相同, 所以当需要访问 BIOS 时, 只需访问 Shadow RAM 即可, 而不必再访问 ROM。通常访问 ROM 的时间约为 200ns, 而访问 DRAM 的时间约为 60ns~100ns。在系统运行时, 读取 BIOS 中的数据或调用 BIOS 中的程序模块是相当频繁的。因此, 采用了 Shadow 技术以后, 将大大提高系统的工作效率。

(三) 实时时钟及 CMOS RAM (RT/CMOS RAM) 电路

PC 机采用了时钟及 CMOS RAM 电路, 例如 MC146818 型集成电路就是一种 RT/CMOS RAM 芯

片，内含实时时钟电路和 64B 静态 RAM，外置锂电池作为电源后备。CMOS RAM 用于存放日历时钟和系统配置（软硬盘类型及容量、内存大小和显示器显示方式等）信息，用户可通过 Setup 程序进行设置。BIOS 自检时，读取这些信息，而后据有关参数完成对各模块的初始化。

（四）输入输出 I/O 端口及 I/O 接口电路

在 PC 机中，中央处理器是通过总线（含地址、数据和控制信息）来同各种 I/O 设备和存储器进行通信的，其连接关系如图 2-2 所示。

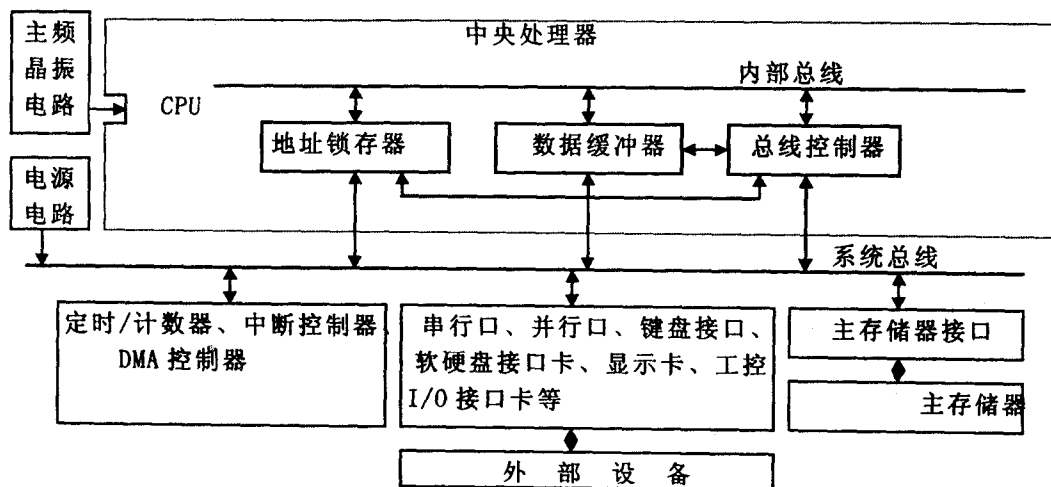


图 2-2 PC 机系统组成与 I/O 通道结构

多总线 PC 机系统组成与 I/O 通道结构如图 2-3 所示。图 2-3 中也可看到 CPU/Cache/存储器子系统经过一个 PCI 桥连接到 PCI 总线上，桥实现了 PCI 的全部驱动控制。图 2-3 中的 EISA 和 MCA 总线，现在已很少采用，最流行的是 ISO 总线和 PCI 局部总线。

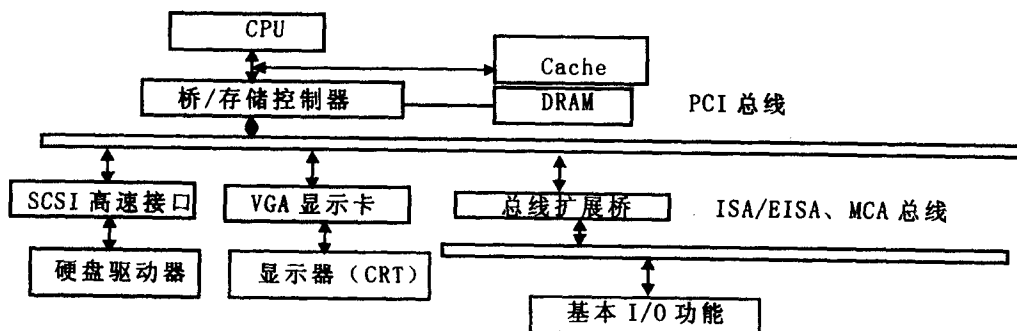


图 2-3 多总线 PC 机系统组成与 I/O 通道结构

1. 接口的特点和主要功能

中央处理器同主存的通信较为简单，因为主存储器同 CPU 一样也是半导体芯片，其访问周期同时钟周期数量级相差不大，并且主存本身又提供数据缓冲能力。然而，I/O 外部设备种类繁多，带来了以下几个难点：

（1）速度的不匹配 有每秒传输几 MB 或几十 MB 的硬盘驱动器，而串行打印机每秒仅能

输出 100 个左右的字符。

(2) 时序的不匹配 I/O 设备上的信号无法同 CPU 的时序同步。

(3) 信息格式的不匹配 信息有串与并行之分, 也有二进制与 ASCII 或 BCD 码之分。

(4) 信号类型及电平的不匹配 I/O 设备处理的信号类型有多种, 可能是电压, 或电流, 或其他模拟量, 而且, 信号电平的幅值不一。

针对上述问题和接口的一般原理, I/O 接口有以下特点和功能:

1) 设置了数据的寄存和缓冲逻辑, 以适应速度上的不匹配。

2) 设置了信息格式相容性逻辑, 如串行转换为并行, 或反之。

3) 设置了电气性能设配逻辑, 如电平转换、A/D 和 D/A 转换等。

4) 设置了时序控制异步逻辑, 以实现两者间异步传输的规程, 满足双方各自对时序的要求。通常用“握手应答”方式确保两者操作同步。

5) 设置了地址译码和设备选择逻辑, 以保证 CPU 按照预定的路径访问选定的 I/O 设备。

6) 设置了设备控制及监测逻辑, 保证 CPU 输出的命令和参数对 I/O 设备进行控制, 并把指定设备的工作状态返回给 CPU。

7) 设置了中断和直接存储器存取 (DMA) 控制逻辑, 以保证在中断和 DMA 允许的情形下, 产生中断和 DMA 请求信号, 并在接受到中断和 DMA 应答之后, 实施对设备的中断处理和 DMA 传输。

2. I/O 端口及编址

I/O 端口是 CPU 同外部设备及外部特殊功能芯片 (定时/计数器、DMA 控制器和数学协处理器芯片等) 进行通信的通道, 其编址方式采用 I/O 映射方式, 以专用的 IN/OUT 指令访问端口, 端口地址不占用存储空间, 例如, PC/XT 和 PC/AT 机的端口 I/O 地址空间为 000~3FFH, 本工控 IPC 机各种 I/O 接口卡的地址空间为 200~3FFH, 占用 PC 机的 A4~A9 地址线, 软件安装时应避免同普通 PC 机的通用功能卡占用同一地址。CPU 利用部分地址线来寻址 I/O 端口, 并设置相应的译码电路。

3. I/O 接口的控制方式

I/O 接口的控制方式一般有程序查询方式、中断处理方式和 DMA 传输方式。

(1) 程序查询方式 这种方式的基本思想是 CPU 主动通过 I/O 指令询问指定设备的当前状态, 若设备就绪, 则立即与设备进行数据交换, 否则, CPU 处于循环查询状态。

(2) 中断处理方式 当 I/O 设备自身准备就绪时, 主动地向 CPU 提出服务请求, 一旦 CPU 响应, 便暂停正在执行的某个程序, 转而执行为该请求服务的中断子程序, 执行完后, 又执行原被中断了的程序。

(3) DMA 传输方式 它可满足高速 I/O 设备与主存 RAM 进行批量数据传送的需要。其特点是通过一个专门的硬件装置 (DMA 控制器) 进行传送, 而无需 CPU 介入。

4. I/O 接口电路

接口电路种类繁多, 常规的定时电路 (提供动态存储器刷新定时、日历时钟定时和扬声器发声音频三种功能), DMA 控制器, 键盘、软硬盘、光盘、喇叭发声、并行口和串行口等接口电路均集成在 All-in-One CPU 卡上, 而本工控机还配置了 PCL-812PG 型多功能卡, 多媒体声卡和 VGA 显示卡, 它们都是 I/O 接口电路, 插在有关总线插座里。本工控机有两个串行口和一个并行口, 其中的串行口为 RS-232C/RS-422/RS-485, 可通过选择开关选择。当选在 RS-232C 方式时, 如未外加调制解调器, 通信距离只有 15m; 而当选在 RS-422 或 RS-485 方式

时,可进行多点通信,由于采用了差动电路,从而可进行最远达 1230m 的长距离通信,因此这两种串行口特别适合于工业控制环境。

(五) 看门狗定时器 (Watch dog)

在 All-in-One CPU 卡上,还有看门狗定时器。在工业环境中,电压下降会经常发生,当下降至一定程度时,CPU 将暂停。另外,当发生软件故障时,CPU 可能陷入无限死循环而挂起。通过适当的编程和处理,当 CPU 处于停滞或挂起时,Watch dog 会自动重新启动 CPU,从而大大提高了抗干扰性能。

五、磁盘驱动器

磁盘包括软盘、硬盘和只读光盘 (CD-ROM) 和电子虚拟盘四类。软盘容量较小,读写速度较慢,主要用于软件流通和数据备份等场合。硬盘容量大,读写速度快。只读光盘 CD-ROM 容量巨大,不过读取速度较硬盘慢,而且不能写,现在应用日益广泛,很多软件的发售以 CD-ROM 光盘的形式进行,还广泛应用于多媒体音响技术和视频技术。电子虚拟盘读写速度同主存相同,不过价格贵,容量较小。

(一) 磁盘主要性能参数

1. 数据传输速率 数据传输速率是指数据从磁盘驱动器通过接口到 CPU 的传输速度,单位为 MB/s 或 KB/s。软盘驱动器一般为 250KB/s,而硬盘驱动器的传输速率同所采用的接口电路关系很大,老式的 ST-506 接口驱动器低于 1MB/s,现代的 IDE 驱动器为 1 MB/s -1.5MB/s,高效能 SCSI 驱动器可达 10MB/s~40MB/s。

2. 平均存取时间 平均存取时间以 ms 为单位。

3. 缓冲器容量 有的磁盘驱动器拥有高速缓冲器来暂时存储来自磁盘驱动器的数据,以供 CPU 读出。由于此缓冲器容量较小,因而另加高速缓冲存储器 Cache 更好,以适应高速硬盘驱动器和其他高速外设的需要,前面已叙述。

(二) 磁盘接口

1. ST-506 接口 这种接口仍是绝大多数软驱使用的接口,由于响应慢,当前已不太适应于硬驱,而且只能支持 130MB 以下的硬驱。

2. IDE 接口 这种接口最流行,也叫 AT 接口。IDE 驱动器可直接插接于总线上,因其本身已有驱动接口电路。

3. SCSI 接口 这种接口响应快,而且在此接口卡上可插上 7 台设备,如硬驱、CD-ROM 光驱和光学扫描仪等。

(三) 软盘驱动器

5.25 英寸 1.2M 的软盘驱动器现在已不太流行,最流行的是 3.5 英寸 1.44M 的软盘驱动器,一般采用 ST-506 接口。

(四) 硬盘驱动器

5.25 英寸硬盘驱动器的在 20 世纪 80 年代流行,多采用 ST-506 接口;80 年代末以来,流行 3.5 英寸驱动器,一般内置缓冲存储器主要采用 IDE 标准接口,最新型的采用 SCSI 接口。容量从最初的几十 MB,发展到现在的数个 GB。现在比较流行的有 CONNER 系列、SEAGAT 系列和 QUANTEM 系列。

(五) CD-ROM 和光盘驱动器

只读光盘 CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) 由音频光盘发展而来,其存储容量巨大,8cm 盘片可达 200MB,12cm 盘片可达 680MB。光盘驱动器一般采用专用接口或 SCSI

接口,访问寻址时间约为几十到几百 ms,数据传送速率是最重要的参数之一,至少为 150KB/s,有多倍速光驱之称,如 4 倍速为 600KB/s,本工控机采用了 8 倍速索尼牌光驱,可达 1200KB/s,传送速率越高,音频和视频的播放就越平滑,不易产生暂时中断。生产光驱的著名厂商有: NEC、飞利浦、索尼、东芝、松下、CHINON 和 TEAC 等。

(六) 电子虚拟盘

磁盘管理是 PC 操作系统的主要职能之一,许多程序以磁盘文件的形式存放和被调用。然而,机械式磁盘存取速度慢,而且因存在机械磨损而易损坏,可靠性不太高。在工控机中广泛采用半导体 EPROM、SRAM 和 FLASH 三种存储器组成电子虚拟固态盘,简称电子盘,这种盘存取速度快,可靠性高,不过因成本高,容量不能做得很大。电子盘可集成在 All-in-One CPU 卡上,也有以插卡形式插在总线插座里。

六、显示器与 VGA 显示卡

显示器是计算机最重要的输出设备,同相应的显示卡配套使用。本工控机配置了 14 英寸彩色显示器,点距为 0.28mm。

(一) 显示器

显示器(CRT)类似于电视机,它的正面屏幕就是一个阴极射线管。计算机内存中专门有一个显示内存空间用于存储显示器屏幕上的数据和信息,显示器大约以每秒 70 次的速度读取显示内存的内容,然后把这些内容按其含义生成新的画面。显示器按彩色来区分可分为单色显示器和彩色显示器两种。显示器需要有一个适配器与计算机相连,这种适配器通常称为显示卡。显示器的主要参数有扫描速率、扫描方式、分辨率和点距等。

1. 扫描速率 可用行频和场频来度量。行频表示每秒扫描的行数,单位为 kHz;场频又称为屏幕刷新速率,指每秒扫完整个屏幕的次数,单位为 Hz。

2. 扫描方式 可分为隔行扫描和逐行扫描两种方式。在隔行方式下,显示器在每遍扫描时隔一行更新一次数据,更新整个屏幕需要两遍扫描,这种方式易产生闪烁现象。对于逐行扫描,扫描时逐行进行数据更新,经一遍扫描就完成了全部数据更新。

3. 分辨率 显示分辨率用图像元素(像素)来度量,其大小等于屏幕上水平方向像素行的数目乘上垂直方向像素列的数目。例如,标准的 VGA 显示器的像素为 640×480 ,高分辨率显示器 SVGA(Super VGA)为 800×600 、 1024×768 、 1280×1024 、 1664×1200 或更高。

4. 点距 彩色显示器荧光屏上的每个像素都是由三种荧光材料点构成的,这些点受到显像管内电子枪发出的电子束的轰击后,发出红光、绿光或蓝光(三基色光)。而点距就是指某一点同周围同一颜色点之间的最近距离,点距越小,图像就越清晰和漂亮。点距以 mm 为单位,一般来说,0.28mm 的点距即可形成清晰明快的图像,一个超高分辨率显示器的点距可达 0.26mm 或更小。低档的点距有 0.31mm、0.39mm、0.42mm 和 0.52mm 等。

(二) 显示卡

常见的显示卡有 MDA(单色显示卡)、CGA、EGA、VGA 和 TVGA 卡等。事实上现在已不生产 CGA 和 EGA 显示卡,因此最流行的大部分彩显卡为 VGA 或 TVGA 卡,有 3105 型卡、9000 型卡和 8900 型卡,一般卡上安置显示存储器,容量为数百 KB 到数个 MB。本工控机所配置的显示卡为 PCI 局部总线标准的图形加速卡,插在 PCI 插座上。在这种加速卡上配置了图形加速器芯片,它是一个带有固化了一定数量的图形常用例程的硅片。这些常用图形例程有画线、多边形填图、手绘和光标等。

七、电源

本工控机配置了 250W 电源模块（电子式开关电源），其交流电源输入为 AC200V~240V，有 4 路输出：+5V（25A）、+12V（10A）、-5V（0.3A）和 -12V（0.3A）。

八、键盘和鼠标器

键盘和鼠标器是计算机最常用的输入设备。早期的计算机使用 83 键的键盘，后来发展到 93 键、101 键和 102 键等，本机采用了 101 键。常见的鼠标器可分为机械鼠标和光电鼠标两种。机械鼠标器采用了机械球和光栅盘技术，本质上也是一种光电鼠标器，它可在任何并不过分光滑的平面上使用，方便灵活。市场上的所谓光电鼠标器通常是指采用了光栅板技术的鼠标器，这样就取消了机械球，性能优于机械鼠标器。大多数鼠标器同微机相连时要占用一个 RS232C 串行口。

九、多媒体声卡与音箱

声卡是多媒体电脑的主要套件之一，其最基本的指标包括频率响应、信噪比、全频率谐波失真度和调制失真度。如果一个声卡的频率响应为 20Hz~20kHz，信噪比大于 75dB，全频率谐波失真度小于 0.1%，调制失真度小于 0.1%，那么该声卡就可以产生接近 CD 音质的声音。本工控机配备了一个 16 位声卡，安装在 ISA 插座上，还配备了两个小音箱，内置功放电路。这种发声装置在工业控制中应用也较广泛，例如提示和报警等。

第二节 多功能 I/O 卡及信号调理模块

研华 IPC 工控机可根据需要配置各种 I/O 接口卡和信号调理模块，本机配置了一个 PCL-812PG 型多功能卡，一个 PCLD-782B 型 16 通道光电隔离 D/I（数字量输入）板，一个 PCLD-785B 型 16 通道继电器输出板，一个 PCLD-780 型 20 通道接线端子板。

一、PCL-812PG 型多功能卡

PCL-812PG 型多功能卡插在 ISA 插座里，其 I/O 接口卡功能强大，既有模拟量输入（AI），又有模拟量输出（AO）；既有数字量输入（DI），又有数字量输出（DO），还有可编程定时器及计数器，因此应用十分广泛。

（一）性能指标

1. 16 路 12 位单端模拟量输入（A/D），在 DMA 方式下最大采样速率为 30kHz；模拟量输入范围可通过软件编程选择：±10V，±5V，±2.5V，±1.25V，±0.625V，±0.3125V；具有三种 A/D 转换触发方式：软件，计数器，外部。

2. 2 路 12 位 D/A 输出，输出范围分别为 5V 和 10V，可通过卡上的开关选择。

3. 一个 Intel 8253-5 型可编程定时器/计数器，可对外部信号进行计数，并可输出计数满信号，还可输出定时信号。

4. 16 位数字量输入，接口能力 TTL 级。

5. 16 位数字量输出，接口能力 TTL 级。

（二）基址选择

在卡上有一套基址选择开关，其上有 6 个小开关，对应地址线的 A9~A4，用户可在 200H~3F0H 之间选择，出厂时设置在 220H。在设置时，应避免同 IPC 的其他 I/O 卡以及普通 PC 机的通用 I/O 卡相冲突。

（三）连接插座