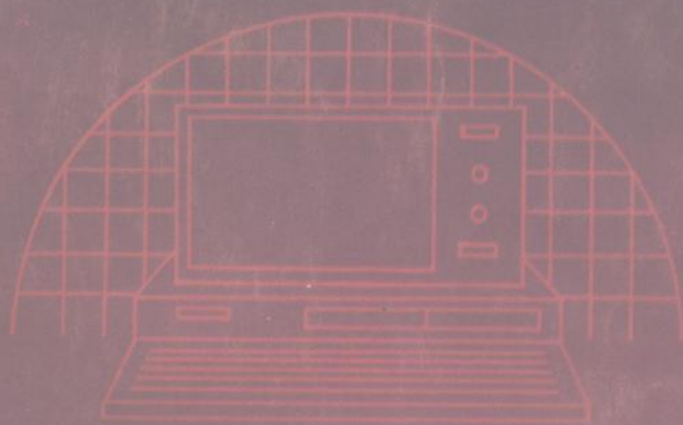


〔美〕L.C.埃杰布赖奇特 著

# IBM PC

## 接口技术



海洋出版社

TD36

# IBM PC 接口技术

[美] L.C.埃杰布赖奇特 著  
梁祖威 李复梅 译

海洋出版社

1988年·北京

## 内 容 简 介

本书详细介绍了IBM个人计算机的硬件结构及原理。重点介绍了怎样往IBM个人计算机中加接用户需要的硬件设备。

读者对象：IBM PC计算机接口的设计人员以及硬件维修人员。  
需要以IBM PC与其他仪器连接使用的技术人员。

~~责任编辑~~ 刘莉蕾

责任校对 金玉筠

Interfacing to the IBM

Personal Computer

Lewis C. Eggebrecht

by Howard W. Sams & Co. Inc.

1983

IBM PC接口技术

【美】L.C. 埃杰布赖奇特 著

梁祖威 李复梅 译

海洋出版社出版（北京市复兴门外大街1号）

新华书店北京发行所发行 顺义兴华印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：11 1/8 字数：160千字

1988年4月第一版 1988年4月第一次印刷

印数：1—7000册

ISBN 7-5027-0064-1/TP·3

统一书号：13193·0995 ¥：4.50元

## 译 者 前 言

IBM PC, IBM PC/XT及其兼容机是国内微型计算机中拥有量最多的机型,因而近年来国内出版的计算机书籍中,有关IBM PC的较多,但是基本上都是关于软件及编程方面的书籍,比较详细介绍IBM PC硬件结构和接口技术方面的书籍和资料比较少见,而这些内容却是广大IBM PC的使用者感兴趣的,特别是接口技术更是使用者在工作中迫切需要掌握的,为此,我们翻译了这本《IBM PC接口技术》。希望能对读者的工作有所裨益。

本书作者曾经在IBM公司从事过终端机及字处理设备的设计工作,还领导过IBM的System23及IBM PC的系统结构设计工作,在计算机测试和应用方面作过不少工作。

本书实用性较强,对于IBM PC的使用者,硬件维修工程技术人员,以及从事IBM PC接口设计的技术人员无疑是一本极有参考价值的资料。(书内仍延用了英制单位。1英寸=2.54厘米)

在本书翻译过程中,对原书中错误及含义不确切的地方作了更正和说明,而原书中印刷上的错误也作了修正。但是由于译者水平所限,难免有不恰当和错误之处,恳请读者批评指正。

译 者

1986年10月

## 前 言

IBM个人计算机(今后简称为PC)已被证明是一种流行的和多用途的系统,能用于许多领域——家庭,办公室,学校或实验室。它的功能强大的16位结构,具有寻址大量存储单元的能力,使个人计算机的使用达到了一个新水平。这个系统的一大特点是采用了“开启式”设计,也就是说,制造厂提供技术文件,并把系统设计得很容易与各种接口装置和设备连接。本书要叙述PC的接口,资源和功能,目的是提供足够的信息和详细的内容,使得具有中等程度计算机和电子学知识的工程师,科学工作者,业余爱好者及其他人员能够有效地把他们自己的设备和实验装置与PC连接。

本书不打算介绍专门的接口设计或方案,但是提供了能用于许多不同课题的信息和技术。本书的重点是描述PC及其接口现有的能力和资源,以帮助读者完成专门的设计课题或试验。为了能完成这个任务,首先介绍PC系统的概况,然后比较详细的说明它的电路,功能及接口。还要介绍Intel 8088微处理器的简要概况。

因为大多数接口应用将通过系统总线相连或通讯,所以这部分内容也包括在内,准备从理论和实践两个方面来讨论。重点放在系统的中断、直接存储器存取(DMA)、定时和计数、以及程序I/O能力。这些功能在接口课题中总是用得着的,为使设计有效和可靠,必须很好的理解它们。

最后,介绍两个设计实例,这些设计对各类人员都是很有用的。第一个课题是PC总线扩展器,它能用扩充系统单元外部的PC总线,并提供更多的功能板插槽;第二个课题是一个简单的总线分析扩充器,它对于要调试自己设计的插件板的用户特别有用。

IBM PC是一部容易安装、容易学习和容易使用的计算机。它是一个价格合适,极易扩充的系统。希望本书能帮助读者加深对PC的了解,并有助于充分利用PC的各种先进功能。

# 目 录

<b>第一章 IBM个人计算机概况</b> .....	( 1 )
1. 引言 .....	( 1 )
2. 系统单元 .....	( 1 )
3. 系统键盘 .....	( 2 )
4. 系统打印机 .....	( 3 )
5. 单色显示器 .....	( 4 )
6. 功能插件板 .....	( 4 )
<b>第二章 系统单元的处理板</b> .....	( 8 )
1. 概述 .....	( 8 )
2. 系统板功能 .....	( 8 )
<b>第三章 8088微处理器</b> .....	( 13 )
1. 概述 .....	( 13 )
2. 8088微处理器的引出端 .....	( 13 )
3. 存储器寻址 .....	( 17 )
4. 8088寄存器组 .....	( 18 )
5. 有效存储器地址的产生 .....	( 20 )
6. 8088的指令系统 .....	( 21 )
<b>第四章 系统单元的总线操作</b> .....	( 22 )
1. 概述 .....	( 22 )
2. 存储器读总线周期 .....	( 23 )
3. 存储器写总线周期 .....	( 24 )
4. I/O口读总线周期 .....	( 24 )
5. I/O口写总线周期 .....	( 25 )
6. DMA总线周期 .....	( 26 )
<b>第五章 系统总线的信号说明</b> .....	( 30 )
1. 概述 .....	( 30 )
2. 信号定义 .....	( 30 )
3. 总线电源和地线 .....	( 34 )
<b>第六章 系统总线的定时</b> .....	( 36 )
1. 概述 .....	( 36 )
2. 定时图及表格 .....	( 36 )
3. 小结 .....	( 41 )
<b>第七章 系统总线的负载与驱动能力</b> .....	( 42 )
1. 概述 .....	( 42 )

2.	系统总线的驱动能力	( 42 )
3.	插件槽上的系统总线负载	( 45 )
4.	容性总线负载	( 46 )
5.	一般的经验规则	( 46 )
<b>第八章</b>	<b>系统总线的机械特性及电源特性</b>	( 47 )
1.	概述	( 47 )
2.	系统总线插件槽	( 47 )
3.	PC插件板的尺寸	( 49 )
4.	系统单元电源	( 50 )
5.	电源去耦	( 50 )
<b>第九章</b>	<b>系统的中断结构</b>	( 51 )
1.	概述	( 51 )
2.	PC的中断系统	( 51 )
3.	中断控制器	( 52 )
4.	中断发生时的事件序列	( 53 )
5.	中断的内务处理	( 55 )
6.	用于中断的系统初始化	( 55 )
7.	中断初始化	( 56 )
8.	中断向量表的初始化	( 56 )
9.	8259A中断控制器的初始化	( 58 )
10.	初始化命令字	( 59 )
11.	操作控制模式字	( 61 )
12.	改变ICW和OCW的影响	( 64 )
13.	中断性能	( 64 )
14.	与I/O总线的中断请求线连接的电路	( 64 )
<b>第十章</b>	<b>系统的直接存储器存取</b>	( 66 )
1.	概述	( 66 )
2.	DMA的基本概念	( 66 )
3.	8237-5控制器的初始化	( 68 )
4.	DMA页寄存器	( 76 )
5.	DMA的性能	( 76 )
6.	DMA通道的暂停	( 77 )
7.	终止计数信号	( 77 )
<b>第十一章</b>	<b>系统定时器和计数器</b>	( 78 )
1.	概述	( 78 )
2.	系统使用的定时计数通道	( 78 )
3.	定时计数器的编程	( 80 )
4.	定时计数器的工作方式	( 82 )
<b>第十二章</b>	<b>系统存储器、I/O适配配置及译码技术</b>	( 84 )
1.	概述	( 84 )

2. I/O口寻址和使用分配图 .....	( 84 )
3. I/O口地址的译码技术 .....	( 87 )
4. 扩充PC的口地址 .....	( 90 )
5. 存储器使用分配图 .....	( 93 )
6. 存储器地址译码 .....	( 95 )
7. 动态存储器的刷新功能 .....	( 96 )
<b>第十三章 等待状态的产生</b> .....	( 97 )
1. 概述 .....	( 97 )
2. 8088等待状态的产生 .....	( 97 )
<b>第十四章 数字输入/输出寄存器接口技术</b> .....	( 104 )
1. 概述 .....	( 104 )
2. DI/DO寄存器的型式 .....	( 105 )
<b>第十五章 扩展PC的中断功能</b> .....	( 116 )
1. 概述 .....	( 116 )
2. 中断扩充的概念 .....	( 116 )
3. 扩充用的8259A器件的初始化 .....	( 118 )
4. 扩充中断用的服务子程序 .....	( 119 )
5. 进一步扩充中断级 .....	( 120 )
<b>第十六章 扩充定时和计数功能</b> .....	( 121 )
1. 概述 .....	( 121 )
2. 定时计数器的设计 .....	( 121 )
<b>第十七章 高速数据传送</b> .....	( 128 )
1. 概述 .....	( 128 )
2. 程序方式的I/O数据传送 .....	( 128 )
3. DMA数据传送 .....	( 130 )
4. 其他的数据传送技术 .....	( 132 )
<b>第十八章 接口和接口板</b> .....	( 133 )
1. 概述 .....	( 133 )
2. 盒式录音机接口 .....	( 133 )
3. 并行打印机接口板的连接 .....	( 135 )
4. 游戏控制板的连接 .....	( 137 )
<b>第十九章 接口信号的转换</b> .....	( 139 )
1. 概述 .....	( 139 )
2. RS-232 C 接口 .....	( 139 )
3. RS-423 接口 .....	( 140 )
4. RS-422 接口 .....	( 140 )
5. 电流环式的数据传送 .....	( 141 )
6. 开关量的检测 .....	( 142 )
7. 指示器的驱动 .....	( 143 )
8. 继电器的驱动 .....	( 144 )



9. 步进马达 .....	( 145 )
10. A/D (模/数) 转换 .....	( 146 )
11. D/A (数/模) 转换 .....	( 147 )
12. 常用的DAC和ADC器件及其制造厂 .....	( 147 )
<b>第二十章 在接口中应用的BASIC语言命令 .....</b>	<b>( 149 )</b>
1. 概述 .....	( 149 )
2. 用于硬件接口的命令 .....	( 149 )
3. 用于硬件接口的BASIC语言的函数 .....	( 150 )
4. BASIC中的汇编语言子程序 .....	( 151 )
<b>第二十一章 总线的扩充 .....</b>	<b>( 152 )</b>
1. 概述 .....	( 152 )
2. 简单的总线扩充 .....	( 152 )
3. 比较复杂的扩充总线的设计 .....	( 156 )
<b>第二十二章 用于调试的硬件和软件 .....</b>	<b>( 158 )</b>
1. 概述 .....	( 158 )
2. 调试用扩充板的设计 .....	( 158 )
3. DOS的DEBUG程序 .....	( 165 )
<b>《IBM PC》丛书简介 .....</b>	<b>( 167 )</b>

# 第一章 IBM 个人计算机概况

## 1. 引言

IBM个人计算机的基本组成包括系统单元、键盘、选用的IBM单色显示器和IBM图象打印机。在几分钟内就可以把它连接起来供你使用。图1-1是PC系统的主要部件的照片。系统单元包括16位的微处理器、存储器和一个或两个磁盘驱动器，它们装在一个台式箱体

内。系统单元大约高5 1/4英寸，宽19 1/2英寸，长16英寸。系统单元由标准的110伏交流供电。PC键盘通过一根6英尺长卷绕得像电话线那样的电缆连接到系统单元。键盘与系统在连接电缆长度范围内是可以移动的。图1-1中系统单元顶上的是PC单色显示器，它通过两根电缆（电源电缆和信号电缆）与系统单元相联。基本系统的最后一部分是打印机。IBM打印机通过信号电缆与系统单元连接，而电源是从标准的110伏特交流电网上得到的。

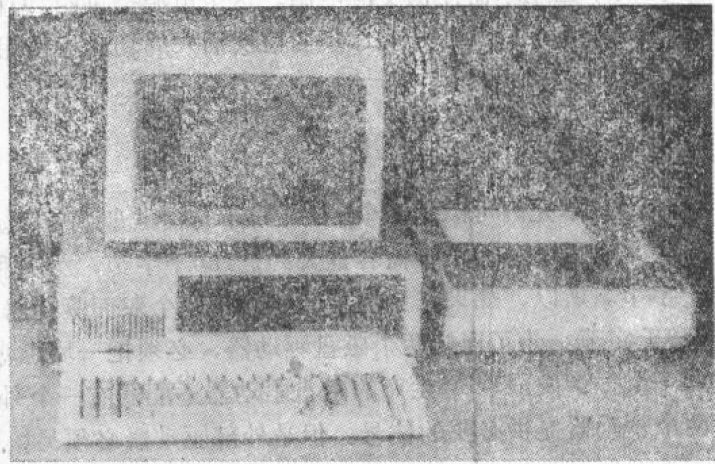


图1-1 典型的IBM个人计算机系统

## 2. 系统单元

系统单元包括16位微处理器、只读存储器、用户（或称随机）存取存储器、电源以及用来发声音或放音乐的扬声器，还有五个扩充系统功能用的电路板插槽。系统单元还有一个连接盒式录音机的接口，因此，它可以通过录音机在磁带上记录信息和取回存在音频盒式磁带上的程序。系统单元可以装配一个或两个盒式磁带机。图1-2是去掉外壳的系统单元照片。

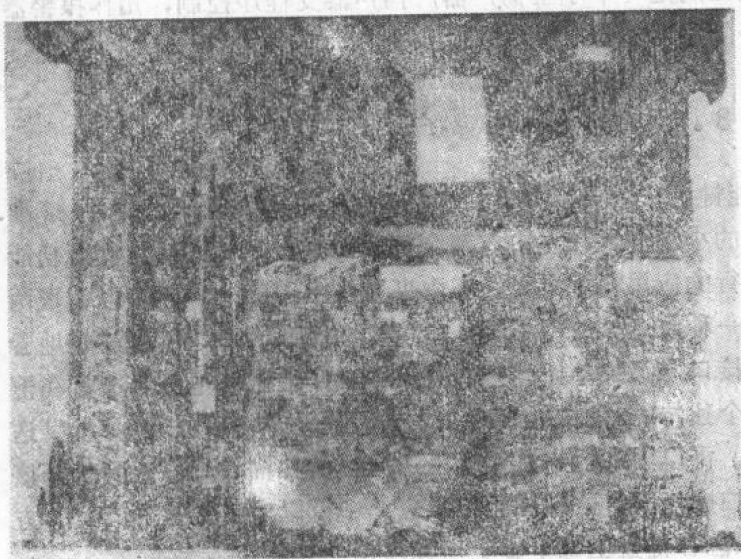


图1-2 系统单元

## 处理器板

系统单元的“心脏”是处理器板，它水平地安装在系统单元的底部。处理器板包含有系统的许多基本电路，如8088微处理器，多达64千字节的随机存取存储器（RAM），40千字节的只读存储器（ROM）和键盘、盒式磁带机及扬声器的接口电路。处理器板的独特之处是有5个系统总线插槽，这样附加的功能板及接口设备能够很方便地添加到系统内。本书的大部分篇幅将着重说明五个印刷电路板插槽内的系统总线的可用特性。

在图1-2中，所有的附加功能板均已拔去，于是处理器板上就露出了5个空的系统总线板插槽。

## 电源

电源装在系统单元内。在图1-2中的右上角。它为系统单元的各部分提供直流电源。该电源还为单色显示器提供交流电源。这个电源提供四种直流电源—— $\pm 5$ 伏和 $\pm 12$ 伏。这几种直流电源也接到五个系统总线插槽供插入的功能板使用。可供系统及其功能板使用的直流电源总功率为63.5瓦。

## 磁盘驱动器

系统单元内可以放两个5 1/4英寸的软磁盘驱动器。现在，IBM提供两种容量的驱动器。一种是单面驱动器，存储容量大约是160千字节，另一种是双面驱动器，存储容量大约是320千字节。所以，如果在系统单元内装了两个双面驱动器，则系统单元内可用的总存储容量为640千字节。为了连接两个磁盘驱动器，必须把一块磁盘适配器板插入五个系统总线插槽中的一个插槽内。IBM生产的磁盘驱动器适配器有一个外接口，它为增设在系统单元外部的两个驱动器提供必要的信号。但是外部驱动器必须另接供电电源。

## 扬声器

装在系统单元靠近前面板左角处的是一个小型扬声器。扬声器受程序控制，用作报警器或作为游戏及需要声音输出的程序的输出设备。

## 3. 系统 键盘

PC的键盘是一种83键的全功能键盘，中央部分类似于标准的打字机键盘。在这个标准打字机键盘的每一边各有一个附加的小键盘。在左边有两列键，每列五个键，这是程序功能键。键功能由系统或正在系统中执行的应用程序定义。在中央键盘右边的一组键可以完成两种功能，一种是打入数字数据，另一种是光标控制。图1-3是系统键盘的照片，可以清楚地看到这些键的排列情况。键盘经四芯接口与系统单元相接，其中包括了信号和电源。键盘在键按下和抬起这两种状态下都发送一个独特的8位扫描代码。如果按住一个键不放，键盘就发送相应于按下的扫描代码，暂停一会，再以固定的字符速率发送同样的扫描代码，直到松开该键。松开按键时，发送的是不同的扫描代码。这种性能使得应用中可以定义键盘的工作方式，也就是说，可以定义SHIFT状态和键盘上每个键上所标注出的功能。



图1-3 PC的键盘

#### 4. 系统打印机

IBM为PC提供的系统打印机是一种每秒打印80个字符的针式打印机。打印机通过一个6英尺长的信号电缆与系统单元相接。系统单元的接口是并行 Centronix标准打印机接口，它能与具有类似接口的任何一种打印机相接。这种打印机用一个9针打印头来打印，打印出的字符是 $9 \times 9$ 矩阵。该机通过逻辑寻找的方法实现双向打印，这就是说，打印头在移动最小距离的前提下完成打印。这种打印机可产生12种式样的字符，每行可多达132个字符，行间空距可以按 $1/6$ 英寸为增量来编程控制。

##### 允许的打印方式

通过对专用的ESC字符和控制序列代码的编程，可使打印机采用各种不同的打印方式和字符式样进行工作。在通常的工作方式下，打印机每英寸打印10个字符，每行可打印80个字符。在放大的工作方式，每英寸可打印5个字符，每行可打印40个字符。在压缩工作方式，每英寸打印16.5个字符，每行可打印132个字符。还有一种特殊的压缩/放大工作方式，这时每英寸打印8.25个字符，每行是66个字符。

##### 打印机的字符组

打印机可以提供标准的96个ASCII字符组和9个国际字符或符号。通过打印机内的相应开关进行选择。打印机的字符组是PC显示器适配器所提供的256个字符的一个子集。所以，有相当大的一部分可显示字符不能够在打印机上打印出来。打印机还提供一组特定的64个符号，其中包括方块形的图象符号。这些符号可用于打印低分辨率的图象。

##### 特性

IBM打印机与EPSON MX-80打印机差不多，如果要求有图象功能和压力摩擦进纸功

能，则要换用另外型号的打印机。

## 5. 单色显示器

现在，IBM为PC提供的唯一的显示器就是高分辨率的单色显示器。这种显示器要与“单色显示器和打印机”接口适配器板相连，这块板插入系统单元的五个系统总线插槽中的任何一个。显示器通过一个短电缆接到系统单元，从中取得电源供电，该电缆及插头设计得只能与系统单元连接。与显示器接口的信号是直接驱动型的，其中有水平驱动，垂直驱动，视频和亮度信号线。这种显示器采用绿色荧光屏，水平分辨率是720点，垂直分辨率是350点。屏幕的对角线尺寸是11.5英寸。以50赫的速率刷新屏幕，扫描频率约17千赫。视频数据以16.257兆赫的速率移出。当这种显示器与IBM单色显示器和打印机接口适配器连接时，字符由9×14点阵组成。

注意，使用IBM提供的彩色图象显示匹配器可以把另外的一些显示器和监视器(包括电视机)接到PC上。

## 6. 功能插件板

IBM现在出售一套插在五个系统总线插槽内的功能板，它们提供存储器扩充、设备连接和各种用途的标准接口。

### 磁盘驱动器用的适配器插件板

这种功能插件板可以联接系统单元内的两个5 1/4英寸的磁盘驱动器和两个外部驱动器。它占用系统单元内的一个插槽。这个插件板可以支持双密度格式的单面和双面磁盘。

### 并行打印机口插件板

这个插件板可以连接大多数使用工业标准Centronix并行接口的打印机。它能支持程序数据传送和中断驱动数据传送。这个插件板插入五个系统总线插槽中的一个插槽。

### 串行接口插件板

这个插件板有一个RS-232-C电路接口的异步串行口，它可以连到调制解调器，再通过电话线来传送数据。传送波特率可由编程确定，从50到9600波特。还能对传送的数据位进行编程，数据位有5,6,7或8四种。停止位也能编程，可以是1, 1 1/2或2位。奇偶校验也可选择，即偶校验、奇校验或不产生奇偶校验。这个插件板还有一个跨接线选择的电流环路接口，这种接口可以与电流环路设备连接。这个插件板占用一个系统总线插槽。

### 游戏控制适配器插件板

这个插件板用来把操纵器和摇杆与IBM PC连接起来，这样就可运行游戏程序了。这块插件板有4个用于读取操纵器或摇杆送来的电阻值的输入口，另外4个用来测试操纵器或摇杆上的按钮或触发器的开关启闭情况的输入口。这块插件板插在系统单元中，并占用一个系统总线插槽。

## 彩色图象显示适配器插件板

这块板提供与各种电视监视器和显示器连接的接口。它可以支持单色和彩色两种显示器，并能工作于文本和图象方式。在文本方式工作时，它可以工作于40字/行×25行或80字/行×25行的显示方式。每个字符处于8×8（象素）的矩形框中。字符可以是单色的，也可以是彩色的，有8种背景色和16种前景色。在文本方式还可以使字符一暗一亮地闪烁。图象显示板上还能存储多页的文本，80×25的文本可存四页，40×25的可以存储八页。

这种适配器有两种图象工作方式：一种是320×200的四色工作方式；另一种是640×200的单色工作方式。在320×200方式，屏幕上的每个点可以通过编程来选择四种颜色中的一种，共有两种四色组可供使用；640×200方式只能用单色，因为这时板上的16千字节存储器全部用来确定屏幕上每个点的亮暗状态，已经没有存储器可以存放彩色信息了。

这种图象显示适配器提供三种不同的显示接口：一种是直接驱动，另一种是复合视频，还有一种是射频调制解调器。射频调制解调器接口可以与标准的家用电视机相连，只要加装一个外接射频调制解调装置就可以了，这个适配器插件还能支持光笔输入设备。

显示适配器板有一个ROM字符发生器，它提供256个屏幕显示字符。除了标准的96个ASCII字符以外，还有供游戏和文本处理用的特殊字符，再有除英文外的其它文种的字符和符号，以及线条图形和科学标记、希腊字母。

彩色图象适配器板插在系统单元内，占用一个系统总线插槽。

## 单色显示和并行打印机接口适配器板

这是两种功能组合的适配器板，它可以连接IBM单色显示器，并提供并行打印机接口。其中显示适配器部分只提供IBM单色显示器用的80×25格式的文本显示，虽然它的字符组与彩色图象适配器的字符组相同，但它的显示字样清晰，这是单色显示器的高性能带来的优点。在9×14的字符框内形成的字符，字形比较漂亮，并且可以增强字符的显示亮度，使之闪烁，还可以交换字符和背景的颜色，从而改善了显示效果。这块板不能连接光笔，只能接IBM单色显示器。其中并行打印机接口部分与单独的并行打印机接口板是完全一样的。这块板插在系统单元内占用一个系统总线插槽。

## 试验用样板

这是一块通用试验电路板。用户可以在这块板上自制与IBM系统总线相连的适配器和接口。试验板几乎是一块空板，在它上面有一些导线是与系统总线相连的。按照这些布线只要接入很少的元件就能使系统总线得到缓冲，也很容易实现地址译码。这块板的大部分区域上仅仅只有一排排的孔，这是用来插放元件的，用户可以根据自己的设计来连线。

## SDLC适配器板

这是IBM公司最近宣布的另一种新型的通讯板。它主要用来把终端和计算机通过电话线连在一起。字母SDLC是同步数据传输控制（Synchronous Data Line Control）的意思。它表示一种数据通讯的专门的协议。为了使用电话线，这块板还需要外加专门的同步调制解调器。

## 存储器扩充板

IBM公司目前提供两种存储器扩充板，一种是64千字节容量的板，另一种是可增加64千字节到256千字节的扩充板。这些扩充板也是插在系统单元内的，并占用五个系统总线插槽中的一个插槽。64千字节的存储器板不能用加插存储器芯片的办法来扩充存储容量。而购买64千字节到256千字节的板可以只放入64千字节存储器，以后可根据需要以64千字节为增量扩充整板容量，最多可扩充到256千字节。每块板上都有一些双列直插式微型开关，它可以设定该板在存储地址空间中的位置，存储空间是以64千字节为界来划分的。

## 其他的一些适配器和部件

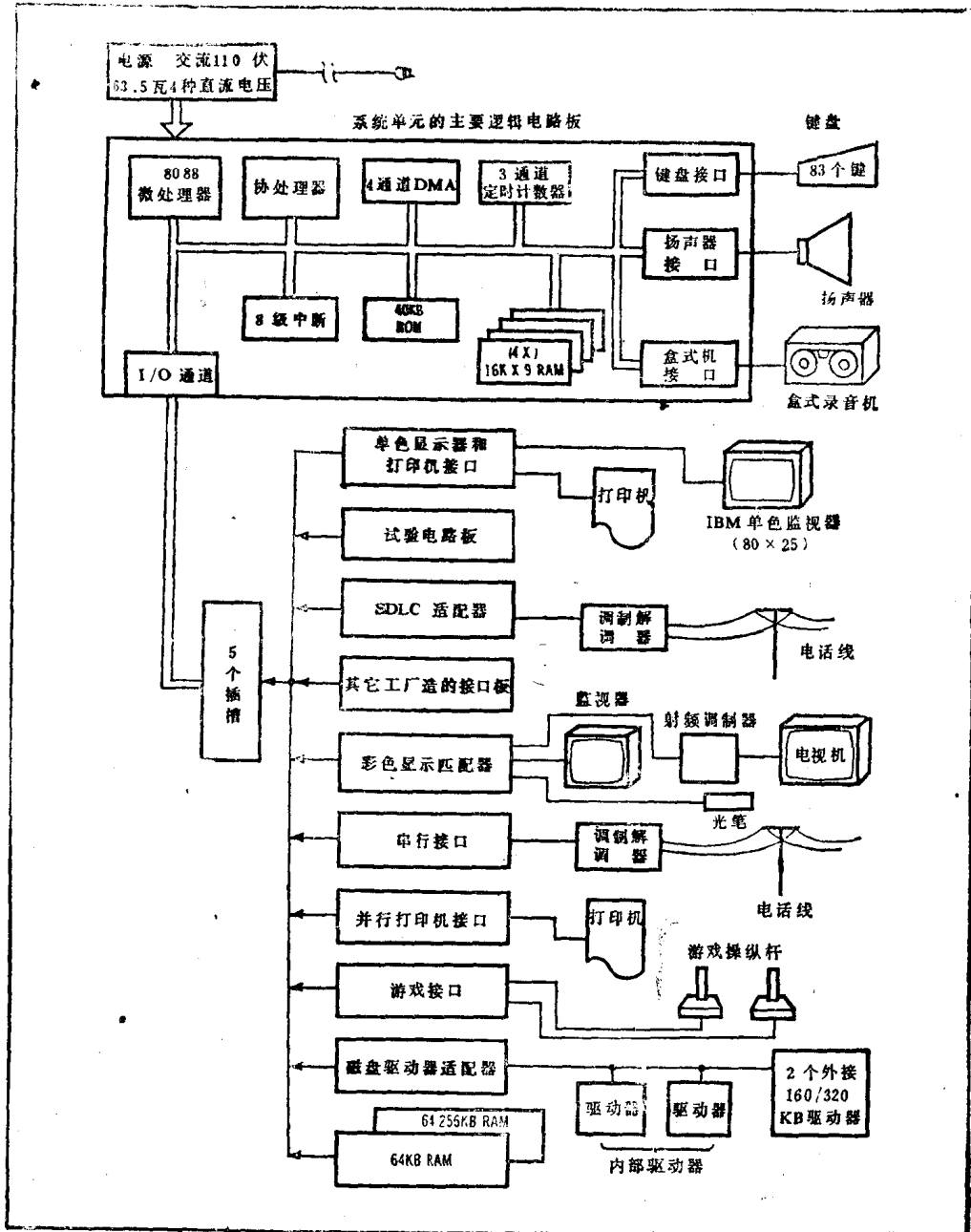


图1-4 PC及其附件板框图

可以在PC上使用的适配器、接口、设备并不限于IBM公司提供的那一些。其他厂家也正在为IBM PC制造和出售大量品种繁多的适配器和功能插件板。所以，在你动手设计接口板以前，应该作一些调查，了解清楚你要设计的部件是否已经有正式产品。最好查阅一下现在出版的各种个人计算机杂志。这些杂志不仅有新产品广告，通常还有各种个人计算机用的适配器的制造厂商的目录。

图1-4是IBM PC的组成框图以及IBM公司目前提供的各种功能板和适配器。



## 第二章 系统单元的处理基板

### 1. 概 述

系统板是PC电气部分的**心脏**。因为大多数接口问题都要利用这块板上的功能解决，所以必须了解它的组成和功能。图2-1是从系统单元内取出的系统板的照片，图2-2给出了系统板上各功能部件的详细方框图。

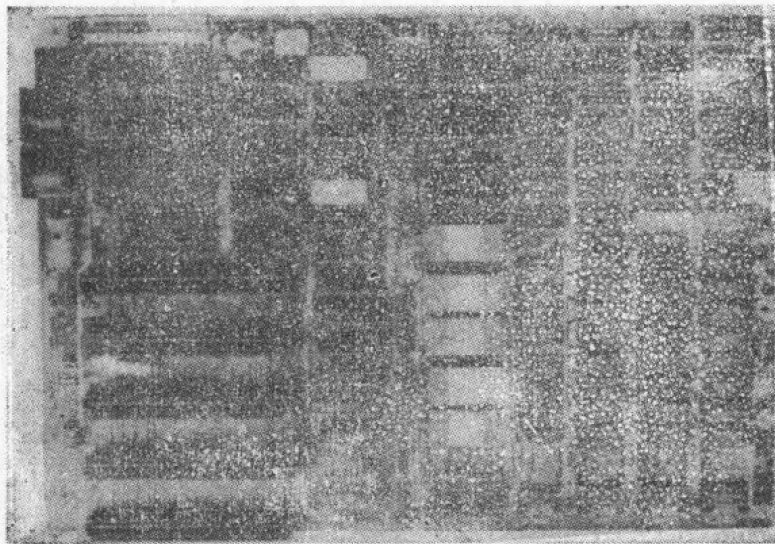


图2-1 系统基板

### 2. 系统板功能

这一章简要介绍系统板的组成和功能。其中很多功能是同PC接口有密切关系的，在后面的章节内要比较详细的讨论。