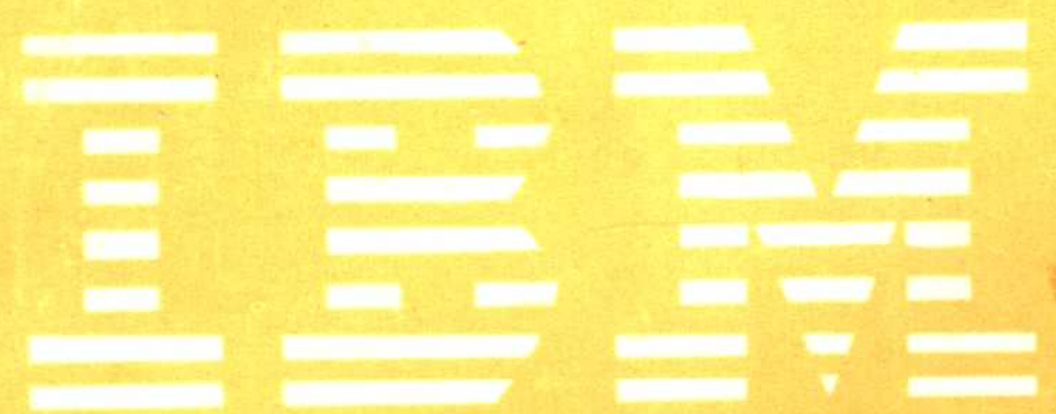




IBM PC 译丛

硬件技术手册

蔡 恩 俊 译

康 宝 祥 校

辽宁省电子计算机学会

前 言

目前我国已引进相当数量IBM个人计算机,但随机外文资料有限,且很零散,广大IBM个人计算机用户切望有一套比较全面系统的中文资料,便于学习、开发和应用。

为满足广大IBM个人计算机用户的需要,我们搜集了一些该机的原文资料,组织了一批专业、外语兼优的科技人员,对IBM个人计算机硬、软件资料(见附录)进行了翻译。

这套资料根据最新版本直接翻译,对原文中某些较为费解之处作了些注释和补充,并订正了原文中的个别错误。

本套资料是由辽宁省电子计算机学会办公室赵恒东(工程师)和中国科学院沈阳计算技术研究所王凤文(编辑)等同志进行了大量地组织翻译、编辑和出版等工作,并付出了辛勤的劳动。中国科学院沈阳计算技术研究所的有关部门和研究室也给予了大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于我们水平有限,时间仓促,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

辽宁省电子计算机学会

一九八四年十月

序 言

IBM PC XT 技术手册阐述了 IBM 个人计算机 (PC) XT 的硬件设计, 并提供了接口资料。本手册还包括关于基本输入/输出系统 (BIOS) 和编程支持的资料。

本手册的内容是初步的、供参考的, 其对象可以是硬件和软件设计者、程序员、工程师以及对本计算机的设计和操作系统有兴趣的人员。

要想精通 PC XT 的用法, 首先要熟悉计算机结构和程序设计方面的概念。

本手册分为两部分:

“第一部分: 硬件”描述系统的各个功能部件。给出电源, 定时和接口的技术规范。编程的注意事项是通过编码表, 命令码和寄存器而提供的。

“第二部分: ROM BIOS 和系统用法”描述基本的输入/输出系统及其用法。这部分还包括软件中断清单, BIOS 存储器分配, 具有特殊意义的向量的说明, 以及低区存储器的分配。此外, 还介绍键盘的编码与用途。

本手册包括六个附录:

附录 A: ROM BIOS 清单

附录 B: 8088 汇编指令系统参考

附录 C: 字符、按键与彩色表

附录 D: 逻辑图

附录 E: 技术规范

附录 F: 通讯

本手册还包括词汇表和参考书目。

序 言

IBM个人计算机技术参考手册旨在提供硬件设计和接口方面的资料。该手册还给出了基本输入输出系统（BIOS）及进行程序设计所必备的资料。

使用该手册的对象为：从事硬件和软件设计的工程师、设计师以及那些想要了解IBM个人计算机是如何设计和工作的人员。

手册分三部分：

第一部分

“硬件概述”。这部分从总体上概述了系统的特性，列举了系统中的各类具体的部件，诸如系统部件、键盘、IBM单色显示器和IBM 80 CPS点阵式打印机等。

第二部分

“硬件”。这部分叙述系统中的各类功能部件。其中也包括对电源、定时及接口的说明。还指出了程序设计应考虑之点，给出了编码表、命令码和所用的寄存器。

第三部分

“ROM和系统用法”。这部分对BIOS及其用法作了说明，并详述了中断向量表、存储器地址分配图、特殊意义的向量、盒式磁带、键盘编码以及存储器低区地址分配图。

“附录”。这里给出了ROM BIOS程序清单、指令系统表、逻辑图以及用于支持特殊硬件说明的扩充图表。

目 录

第一部分 硬件概述	1
第二部分 硬件	
系统板	5
电源	35
IBM单色显示器和并行打印机适配器	38
彩色/图形监视器适配器	44
并行打印机适配器	58
5 1/4 英寸软盘驱动器适配器	78
存储器扩充选件	96
游戏控制适配器	98
异步通信适配器	103
原型插件板	123
第三部分 ROM和系统用法	
ROM BIOS	127
BIOS 盒带逻辑软件算法	132
键盘编码和用法	135
存储器低区分配图	143
第四部分 附录	
附录A ROM BIOS程序清单	A—1
附录B 汇编指令系统参考	B—1
附录C 字符按键和颜色表	C—1
附录D 逻辑图	D—1
附录E 部件技术规格	E—1
词汇表	F—1

第一部分 硬件概述

IBM个人计算机包括两个主要部分：系统部件和键盘。除此之外，提供的各种选件包括：一到两台可放在系统机箱内的软磁盘驱动器及其适配器、IBM单色显示器、IBM80 CPS图形打印机、两种显示器适配器、可增至544K字节的存储器、异步通信适配器、打印机适配器和游戏控制适配器。

系统部件是IBM个人计算机系统的核心。系统部件中包括有微处理机，只读存储器（ROM）、读/写存储器、电源以及最多可连接五个选件的系统扩展槽。系统机箱内还可以装一到两个5 $\frac{1}{4}$ 英寸软磁盘驱动器，每个软盘可提供160K或320K字节的存储容量，这取决于所选驱动器的型号。

系统板是一块大型电路板，它水平地固定在系统机箱的底部。板上装有微处理机、40K字节的ROM和16K字节的存储器。存储器能以16K字节为增量一直扩展到64K字节。系统板上还包括一个无磁盘操作的微软件BASIC—80解释程序的增强型版本。该BASIC解释程序驻留在ROM中。系统板还允许连接音频盒式磁带机，用以装入或保存程序和数据。

系统部件的电源功率为63.5瓦，有四档直流电源，交流供电可选120V或220/240V。它是开关式的稳压电源，重量轻、效率高。直流电源的额定功率足以支持整个的扩展系统。

5 $\frac{1}{4}$ 英寸软盘驱动器使得IBM个人计算机能在磁盘上进行读、写和存储数据。每张盘片大约可存储160K或320K字节的格式化数据。在系统机箱内可以安装两个这样的驱动器。

键盘通过很轻的卷曲状电缆线与系统部件相连。键盘上有83个键。由于在设计上把常见的打字机和计算器盘面布局结合在一起，使之能提供通用的数据和字处理功能。

有两种不同的显示器适配器，一个基本系统只需用其中的一种适配器，或者是彩色/图形中等分辨率监视器的适配器，或者是带有并行打印机适配器的高分辨率单色字母数字显示器适配器。

彩色/图形适配器使用的频率为U.S. NTSC（美国国家电视系统协会）的标准频率（水平扫描15,750HZ，垂直扫描60HZ），因此它可以直接连接各种家用TV（由用户提供RF调制器）和监视器。

彩色/图形监视器的适配器支持由程序控制的几种工作方式。适配器支持彩色或黑白字母数字方式，其行宽为40或80字符、共25行。在字母数字方式中有256种字符。

该适配器既提供标准的合成视频输出，又提供直接驱动输出。另外，还提供了光笔输入端口。

IBM单色显示器为一高分辨率的绿色荧光粉显示器，这种提供给个人计算机用户的显示器的高质量通常是以大型计算机系统为根据的。显示器屏幕为11½英寸、带有抗闪烁表面及各种高亮度选择。屏幕显示25行、每行80字符。它具有256种不同的字母、数字和专用符号，均由9乘14点阵构成。

IBM单色显示器要连接到单色显示器和打印机适配器上。该适配器插在系统板上5个扩充插槽中的任何一个插槽内。显示器由系统部件供电。

IBM80CPS图形打印机是一个多用途、低价格、高质量的打印机。它采用双向打印，可以在连续走纸的单页或多页纸上打印，标准的水平打印速度为每秒80个字符，打印机可打印4种尺寸的字符(每行40、66、80或132字符)，并可打印上标、下标和下划线。它有大写小写ASCII及国际字符集、一个已规定好的图形字符集以及可编程的图形。另外，打印机有上电自检及简单的纸装入功能并采用盒式色带。

IBM80CPS图形打印机可与单色显示器及打印机适配器相连，也可与打印机适配器相连。适配器可插在系统机箱内的5个扩展槽中的任何一个插槽内。打印机的电源既有120伏、60HZ的，也有240V、50/60HZ的，并可插入标准的墙式插座内。为了与系统部件相连接，还需要有打印机电缆选件。

16K字节存储器组件成套件可用于增加IBM个人计算机的存储器容量。基本系统为标准的16K字节存储器。最多还可以安装3个16K字节存储器组件成套件以使存储器的容量增加到64K字节。在装上三个组件成套件之后并选用另外的存储器选件可以把存储器的容量进一步增加到544K字节。

16K字节存储器成套件是插在系统板上的，且必须按一定的顺序安装，它们不占用系统扩展槽。

32K、64K和64K/256K字节的存储器扩充选件板可使存储器容量进一步增加，超过64K字节。在系统扩展槽够用的情况下，最多可插3块存储器扩充选件板，它们可取任意的组合方式。一个最大可寻址的存储器扩展组合容量为480K字节，再加上系统板上的64K字节，就可以给出一个全部容量为544K字节的存储器。

每一块32K、64K或64/256K字节的存储器扩充选件板要占用一个系统扩展槽。在任何一个存储器扩充选件板能安装之前，要求系统板上要有第一个64K字节的存储容量。

64K字节存储器模块成套件使得64/256K字节存储器扩充选件的存储容量逐步增加。每个64K字节成套件包含有9个组件块，它们是插在64/256K字节的选件板上的，必须按顺序安装。基本的64/256K字节选件板提供的标准容量是64K字节，之后可以增加一个、两个或三个64K字节的存储器成套件，使得该插件板的容量分别增至128K、192K或256K字节。

异步通信适配器为远离该计算机的数据处理系统或输入输出设备提供了一个通道。它们可以通过使用插入调制解调器的电话线相连，或是当设备较近时直接用电线相连。

此适配器选件利用RS232C异步(起一停式)接口，允许该机与各种设备、其中包括大型主计算机或其它的IBM个人计算机相连接。

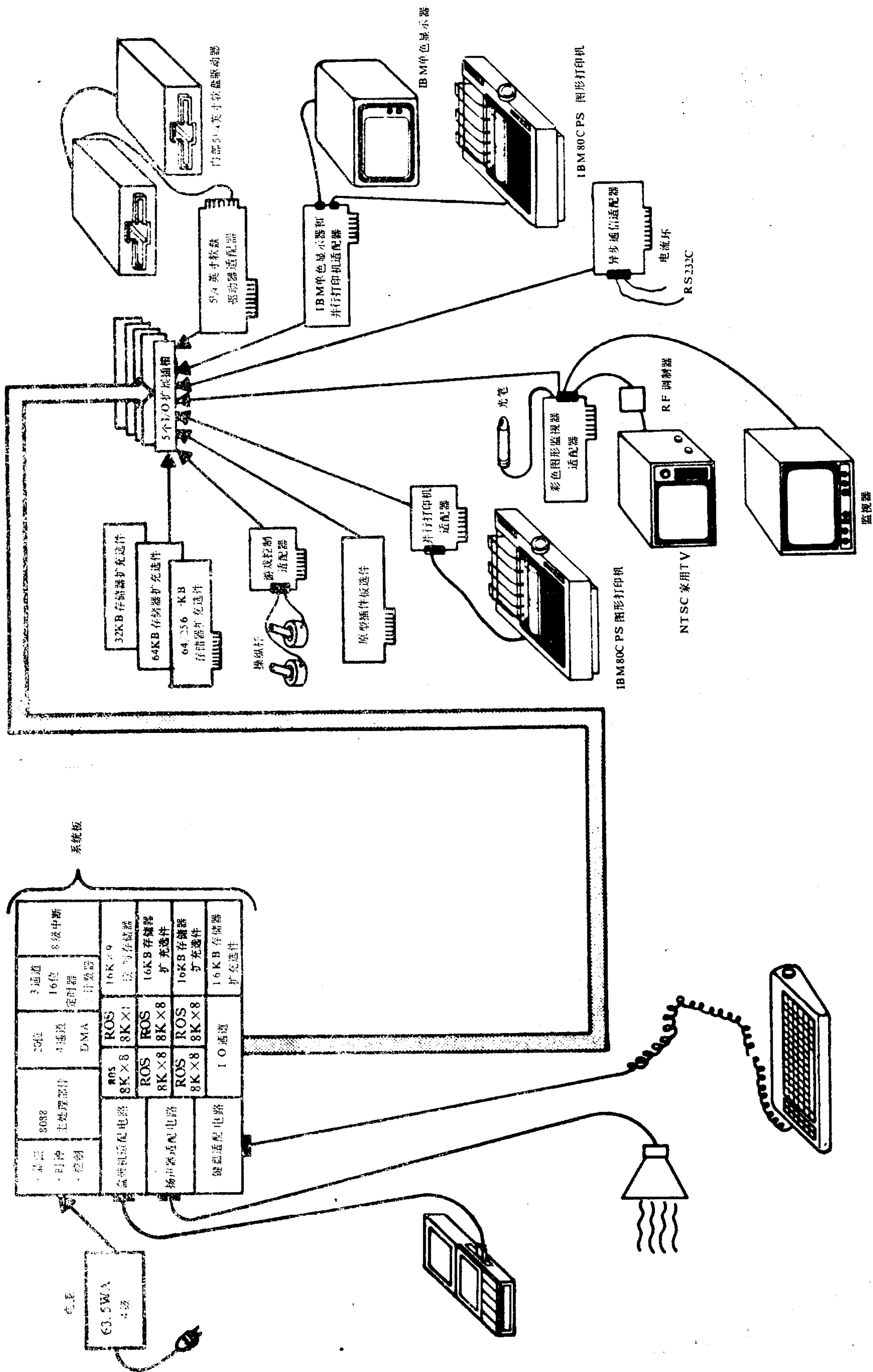
该适配器选件具有50到9600BPS的传输速度。使用一个25针“D”型外壳、阳插头去连接各种外围设备。“电流环”接口也安排在这同一个插头上。有一个跨接线块，可用于选择电压或电流环接口。

异步通信适配器要占用系统板上的一个扩展槽。电话线传输要使用一个外部调制解调器，它要遵循本地电话局和国家标准的规则。应注意，遵循本地电话局和国家标准的规则并不就意味着在任何特定的国家中已经或将获准这样的连接。

游戏控制适配器允许该机连接用户提供的操纵杆或摇杆。可连接两个操纵杆及最多4个摇杆。IBM公司不生产操纵杆和摇杆。该适配器提供操纵杆或摇杆的插头座，并要占用系统板上的一个扩展槽。

系统框图见图1。

IBM公司为那些想给IBM个人计算机设计特定功能选件的用户提供了原型插件板。原型插件板可插在系统部件的一个扩展槽内。



第二部分 硬 件

系 统 板

系统板水平地安装在系统部件的基座上，大约长11英寸，宽8 $\frac{1}{2}$ 英寸。系统板是一块多层板，每个通道有单一焊盘，电网和地网由内层板提供。从电源来的直流电源线和一根信号线通过两个6针接插件引进该板。板上其它的接插件是为连接键盘、盒式磁带机及扬声器用的。在系统板上还装有5个62针插件槽。系统I/O通道作为总线穿过这5个I/O槽。

有16个(13个已用)双列直插式组件(DIP)开关安装在插件板上，在程序的控制下，组件开关的状态可以读出，这些开关用来向系统软件指出安装的是什么选项。还用来指示系统板上和系统扩展槽里装配的存储器容量、所用的显示器适配器的类型及上电时所要求的操作方式：即要求彩色还是黑白显示，每行是80个字符还是40个字符。开关还用来指示何时操作系统要从软盘装入，以及连接了多少个软盘驱动器等。

系统板上的主要元件可分成5个主要功能单元。它们是：处理机子系统及其支持元件，只读存储器(ROM)子系统，读写(R/W)存储器子系统，在系统板上的I/O适配电路及I/O通道。除了I/O通道之外，其它所有的功能都将在这一节里做详细介绍。至于I/O通道则专辟一节详述。图2“系统板数据流”描述了这些功能单元。

系统板的核心是Intel 8088微处理机。该处理机是Intel公司生产的16位8086微处理机的一种8位总线的变型。它在软件上和8086兼容，因此，它支持包括乘法和除法在内的16位运算。该处理机有20位寻址能力(1兆字节存储器)。该处理机可执行最大工作方式，因此，可把协处理机作为一个部件加入系统。处理机的工作频率为4.77MHz。这个频率是从14.31818MHz晶体振荡器分频出来的：经过3分频得到处理机的时钟频率，经过4分频得到彩色电视机所需要的3.58MHz的彩色脉冲信号。在4.77MHz时钟频率下，8088总线周期是4个210ns时钟周期，即840ns。I/O周期要占用5个210ns时钟周期，即1.05微秒。

处理机由一组高性能的器件支持。共提供四个20位直接存储器存取(DMA)通道，三个16位定时器计数器通道，及8个优先中断级。

四个DMA通道中的三个可用在I/O总线上，它们用于支持在没有处理机干预的情况下I/O设备和存储器之间的高速数据传送。第四个DMA通道用来刷新系统的动态存储器，其实现方法是由程序控制一个定时器通道，让其周期性地请求假DMA传送，这就产生了内存的读周期，利用这个读周期去刷新系统板上及系统扩展槽中的动态存储器。除了刷新通道外，所有的DMA数据传送，在处理机就绪线没有撤消的情况下，要占用5个210ns的

处理机时钟、即 $1.05\mu\text{s}$ 。刷新DMA周期需要4个处理机时钟、即 840ns 。

系统中使用的三个定时器/计数器如下：通道0用于定时，并从DMA通道请求刷新周期。通道2用来支持扬声器产生音调。通道1被系统用作通用定时器，为实现日时钟提供一个恒定的时间基准。每个通道的最小定时分辨度为 $1.05\mu\text{s}$ 。

8个中断优先级中有6个作为总线连到I/O槽上，供设备的插件板使用。另外两级用在系统板上。其中0级，最高优先级，与定时计数器的通道1相连，产生周期性中断请求。1级中断连接到键盘适配线路上，并接收键盘送出的每个扫描代码中断。8088的非屏蔽中断（NMI）用来报告存储器奇偶错。

系统板的设计支持ROM和读/写存储器。系统板上有 $48\text{K} \times 8$ 的ROM或EPROM的存储空间。提供有六个组件插座，每个插座可插上一个 $8\text{k} \times 8$ 容量的组件。其中5个插座为 40k 字节ROM占用。这组ROM中驻有盒式磁带BASIC解释程序、盒式磁带操作系统、上电自检程序、I/O驱动程序、图形方式下128个字符的点模式及软盘引导装入程序。ROM被封装在24脚的组件内，其存取时间为 250ns ，周期时间为 375ns 。

系统板还包括容量从 $16\text{k} \times 9$ 到 $64\text{k} \times 9$ 的读/写存储器。最小的系统应该有 16k 字节存储器及为另外 48k 字节备用的组件插座。在盒式磁带方案的系统中，大约有 4k 字节存储器为系统占用，剩下约 12k 字节作为BASIC程序的用户空间。超出系统板上最大 64k 字节的另外的存储器要由增加系统扩展槽上的存储器插件得到。

存储器为动态的 $16\text{k} \times 1$ 芯片，存取时间为 250ns ，周期为 410ns 。所有的读/写存储器都有奇偶校验。

系统板还包括连接音频盒式磁带、串行键盘和扬声器的线路。盒式磁带适配器允许通过话筒输入或辅助输入连接各种优质的音频盒式磁带机，板上装有选择这两种输入方式的跨接线。这个接口还提供在程序控制下启动和停止盒带马达的控制线。此接口读、写音频盒带的数据速率在1000到2000波特之间。由于“0”和“1”所用的位单元（bit-cell）时间不同，因此波特率是随着数据的内容而改变的。为了诊断的目的，盒带接口可以使读、写环接，以测试板上的线路。系统软件把盒带数据按字块划分。写时产生循环冗余码（CRC），读时检查循环冗余码。

系统板上还包括连接键盘的串行接口适配器线路。当接收到完整的扫描码之后，该线路产生一个中断信号送处理机，此接口还能请求执行键盘中的诊断程序。

键盘和盒式磁带接口都装有5针DIN插头座，这些插头座垂直地安装在系统板上，透过系统部件的后面板露在外面。

此系统有一个2 $\frac{1}{4}$ 英寸扬声器安装在系统部件内。系统板上装有扬声器的控制线路和驱动线路，扬声器通过一个两线接口连接到系统板上的4针插座上。

扬声器驱动线路的功率约为 $\frac{1}{4}$ 瓦。控制线路允许以几种不同方式驱动扬声器。第一种方式，触发直接由程序控制的寄存器位来产生脉冲序列；第二，定时器/计数器通道2的输出可以由程序控制，产生送给扬声器的波形；第三，用程序控制的I/O寄存器位来调制输入到定时器计数器去的时钟。这三种控制方式可以同时使用。

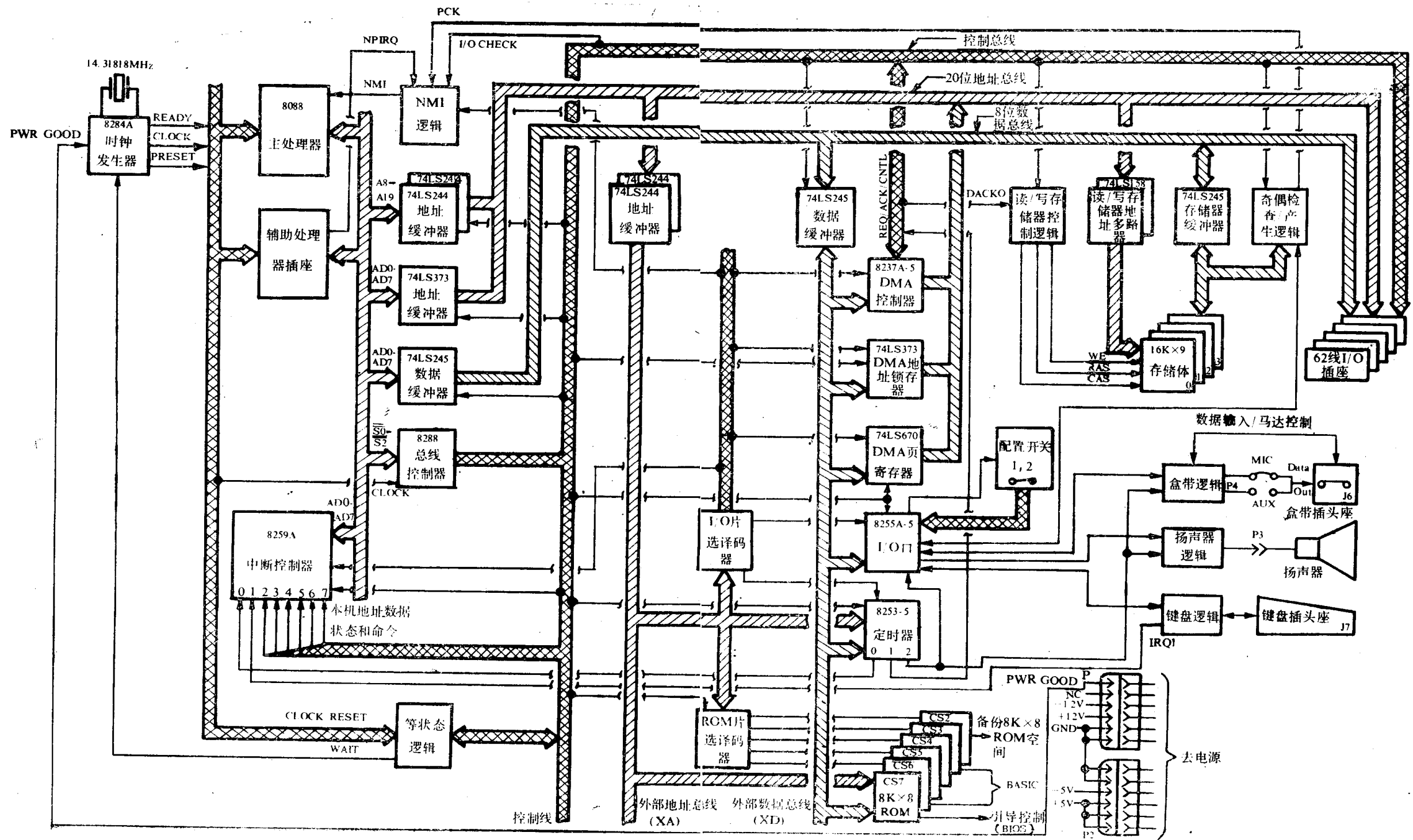


图2 系统数据流

I/O通道

I/O通道是8088微处理器总线的扩充。然而它被多路化、重新匹配了驱动能力、并由于增加中断和DMA操作而增强了功能。

I/O通道包括8位双向数据总线、20位地址线、6线中断线、对存储器和I/O读写的控制线、时钟和定时线、三个DMA通道的控制线、存储器刷新定时控制线、一个通道检查线以及适配器的电源和地线等。提供给I/O插件板的4档电源是：
+5Vdc、-5Vdc、+12Vdc和-12Vdc。以上这些通道功能线由62线的插座提供，插座引脚间距100密耳。

在I/O通道中有一条就绪线，以允许与慢速I/O设备或存储器的操作。如果通道就绪线没有由已被寻址的设备拉为低电平，那么处理机产生的所有存储器读写周期均为4个210ns时钟或840ns/字节。处理机产生的所有I/O读写周期需要5个210ns时钟或1.05μs/字节。所有的DMA传送需要5个时钟，即每字节周期时间1.05μs。每72个时钟，即大约15μs。进行一次刷新每次刷新需要5个时钟周期，即大约为总线带宽的7%。

I/O设备的编址使用的

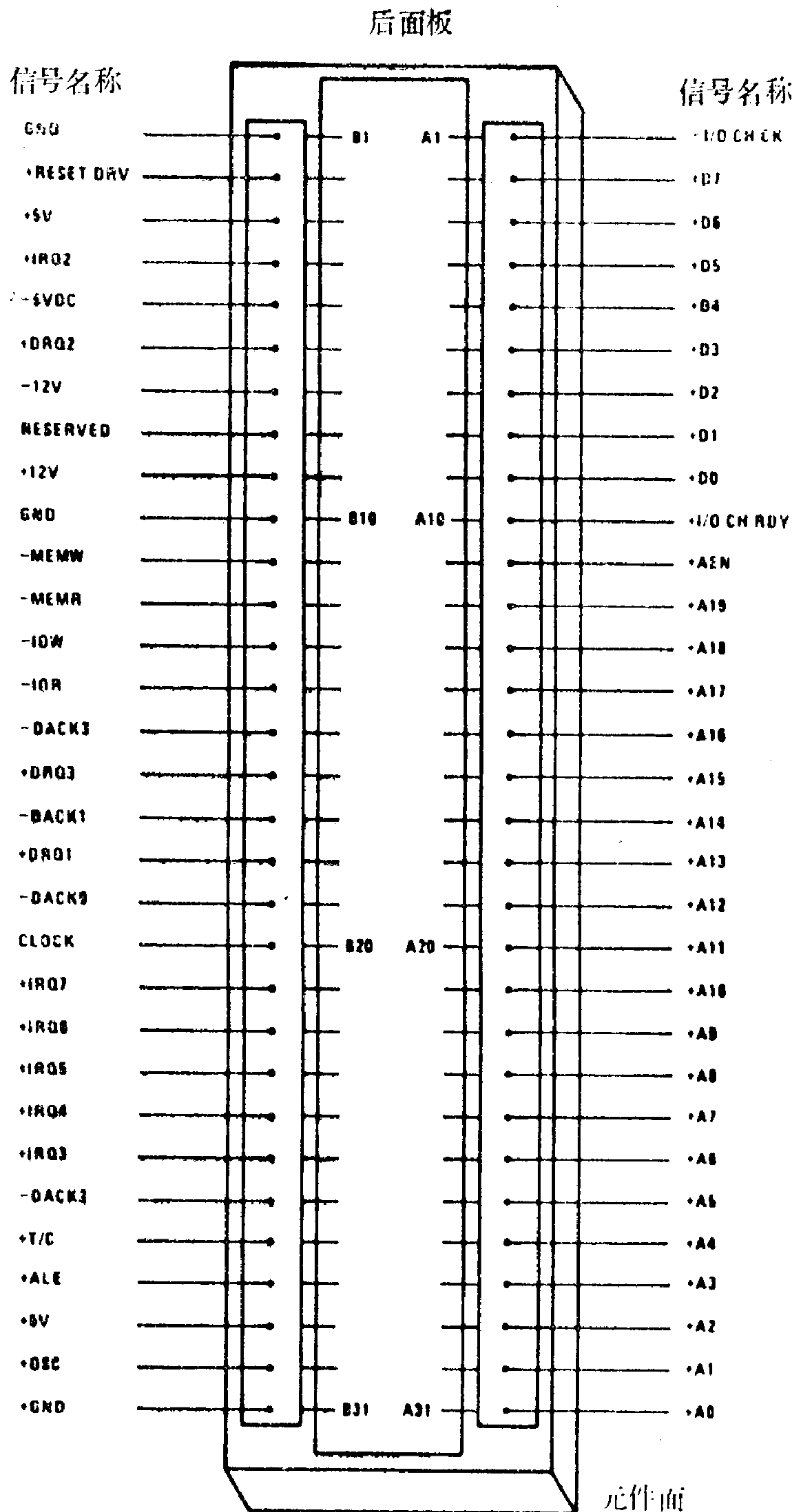


图3 I/O通道图

是I/O映象地址空间。I/O通道的设计使得I/O通道插件板可以使用512个I/O设备地址。

通道检查线用于向处理机报告错误情况。激活该信号将引起8088处理机的一次不可屏蔽中断 (NMI)。存贮器扩充选件利用这条线向处理机报告奇偶错。

I/O通道重新匹配了驱动能力, 因此, 足以能驱动总共5个系统扩展槽, 假定每个扩展槽有两个负载。典型的IBM选件I/O适配器仅使用一个负载。系统I/O通道的图 示 见 图3, 其说明如下。

系统板I/O通道说明

下面是IBM PC系统板I/O通道的说明。所有的信号线都与TTL兼容。

信号	I/O	说明
OSC	O	振荡信号: 这个信号是一个周期为 70ns (14.31818MHZ) 的高速时钟, 占空比为50%。
CLK	O	时钟: 这是系统时钟。它是振荡信号经过 3 分频得到的, 周期为210ns (4.77MHZ)。占空比为33%。
RESET DRV	O	复位驱动: 当上电或掉电恢复后, 此线用来复位或初始化系统逻辑。此信号与时钟的下降沿同步, 高电平有效。
A0——A19	O	地址位0——19: 这些线用来对系统中的存贮器和 I/O 设备进行寻址。20位地址线允许最多访问1M字节的存储器。A ₀ 是最低有效位 (LSB), A ₁₉ 为最高有效位 (MSB)。这些线上的信号是由处理机或 DMA 控制器产生的。高电平有效。
D0——D7	I/O	数据0——7: 这些线为处理机、存贮器、I/O设备提供数据总线位0到7。D0是最低有效位 (LSB)。D7是最高有效位 (MSB), 高电平有效。
ALE	O	地址锁存允许: 此信号由8288总线控制器提供, 并用在系统板上, 用来锁存来自处理机的有效地址。此信号也用于I/O通道作为有效的处理机地址指示 (当与 AEN配合使用时)。用 ALE的下降沿锁存处理机地址。
I/O CH CK	I	- I/O通道检查: 这条线为CPU提供I/O通道中存储器或设备的奇偶错信息。当这个信号是低电平时, 指示奇偶错。
I/O CH RDY	I	I/O通道就绪: 这条线 (平常为高或 “READY”) 由存贮器或者I/O设备将它拉低 (“NOT READY”) 以 延长 I/O或存贮器周期。这就使得那些较慢速的设备能很容易地连到I/O通道上。当任一慢速设备检测到有效地址和读写命令时, 就应使用这条线, 立即将它拉为低电平。这条线拉为低电平的时间不得超过10个时钟周期(2.1μs)。机器周期 (I/O或存贮器) 以 CLK周期 (210ns) 的整数倍扩展。

IRQ2——IRQ7	I	中断请求2—7：这些线是I/O设备向处理机发出的请求服务信号。IRQ2为最高优先级，IRQ7为最低优先级。中断请求是通过升起 IRQ线(由低到高)而产生的，然后一直保持为高，直到处理机（中断服务例行程序）应答为止。
IOR	O	— I/O读命令：这条命令线指示I/O设备驱动其数据到数据总线上。此线可以由处理机或DMA控制器驱动，该信号低电平有效。
IOW	O	— I/O写命令：该命令线指示I/O设备读数据总线上的数据。此线可以由处理机或DMA控制器驱动。此信号是低电平有效。
MEMR	O	— 存储器读命令：这条命令线指示存储器驱动其数据到数据总线上。此线可以由处理机或DMA控制器驱动。此信号是低电平有效。
MEMW	O	— 存储器写命令：该命令线指示存储器存储出现在数据总线上的数据。此线可以由处理机或DMA控制器驱动。这个信号是低电平有效。
DRQ1—DRQ3	I	DMA请求1—3：这些线为异步通道请求线，由外部设备使用！得到DMA的服务。它们的优先级是：DRQ1优先级最高，DRQ3优先级最低。DMA请求是通过驱动一个DRQ线成为有效电平（高）产生的，在相应的DACK线变成有效之前，该DRQ线必须保持为高电平。
DACK0—DACK3	O	— DMA确认0—3：这些线用来确认DMA请求（DRQ1—DRQ3）及刷新系统动态存储器（DACK0），低电平有效。
AEN	O	地址允许：这条线用来封锁处理机和其它I/O设备对通道的占用，以便允许直接存储器访问（DMA）的传送得以进行。这条线起作用（高电平）时，由DMA控制器控制着地址总线、数据总线、读命令线（存储器和I/O）及写命令线（存储器和I/O）。
T/C	O	终点计数：当任一DMA通道的终点计数器计满时这条线就产生一个脉冲信号。此信号高电平有效。

在系统板I/O通道上提供如下几种电源：

- + 5Vdc $\pm$ 5%，占用两个插脚。
- 5Vdc $\pm$ 10%，占用一个插脚。
- + 12Vdc $\pm$ 5%，占用一个插脚。
- 12Vdc $\pm$ 10%，占用一个插脚。
- GND（地），占用三个插脚。

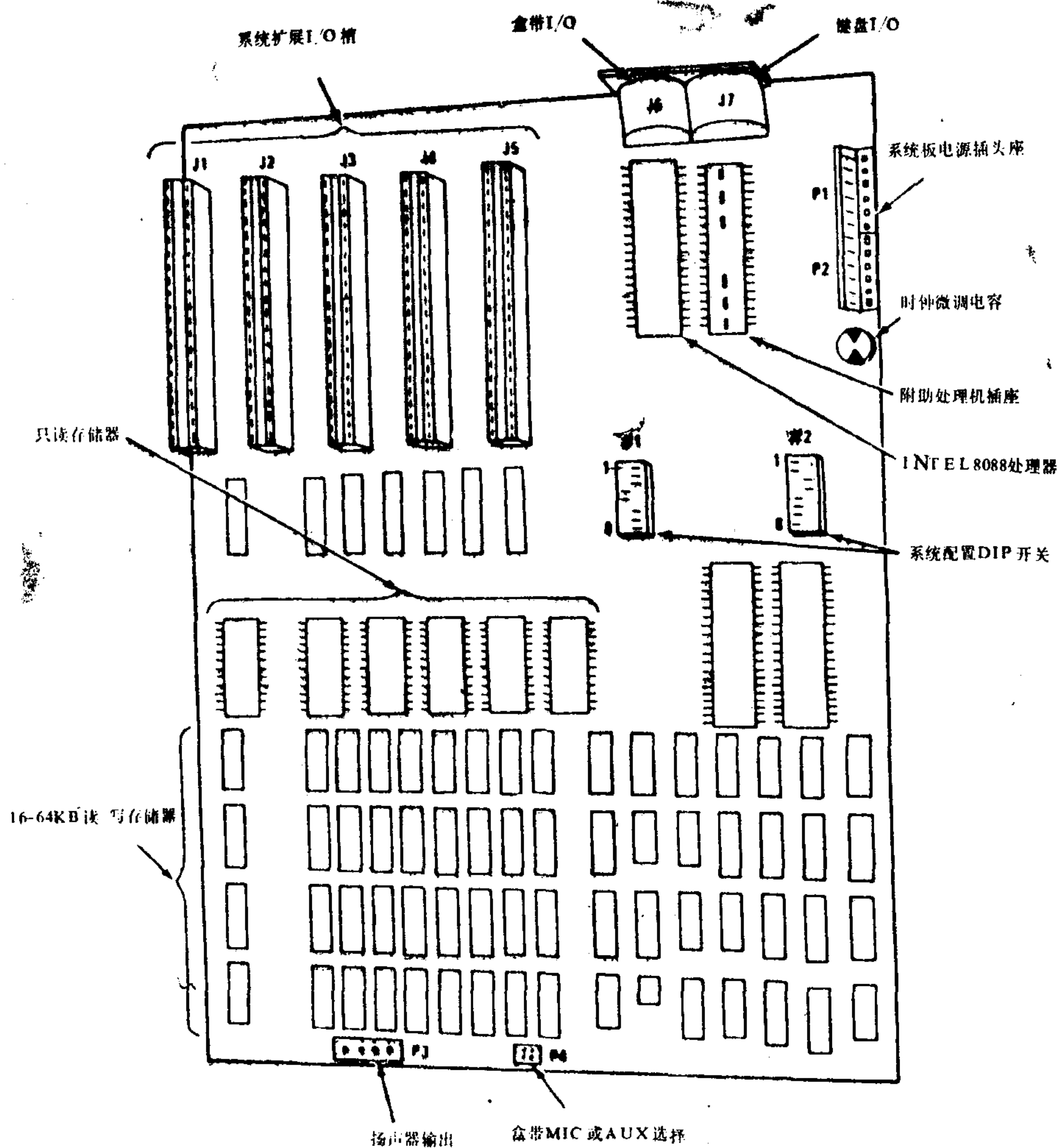


图4 系统板元件图

键 盘

键盘是独立于系统部件的一个设备。它通过一条大约6英尺长的串行接口电缆与主机相连，电缆连到系统机箱的后部。该电缆呈卷曲状，形如电话听筒线，为4线屏蔽电缆。接口线包括电源（+5Vdc）、地线和两条双向信号线。电缆固定地安装在键盘后部，并通过DIN插头插到系统部件上。

键盘采用一种电容技术并用微计算机(Intel 8048)执行扫描功能。键盘接口的规定使得系统软件在定义键操作时有最大的灵活性，如键的换档(shift)状态，接通/间断(make/break)键，打键(typematic)操作等。这是由于使用了键盘返回扫描码而不是使用美国标准信息交换码(ASCII)的缘故。另外，除了控制键，所有的键都是打字