

微型计算机应用丛书

微型计算机接口技术

WEIXING JISUANJI JIEKOU JISHU

安徽科学技术出版社

微型计算机应用丛书

微型计算机接口技术

谭世文 王乃明 彭建强 孙小强 周景雄 编著

中国海洋大学出版社

〔微型计算机应用丛书〕

微型计算机接口技术

施泽生 编著

安徽科学技术出版社

责任编辑：杨家骊

封面设计：赵素萍

〔微型计算机应用丛书〕

微型计算机接口技术

施泽生 编著

*

安徽科学技术出版社出版

（合肥市跃进路1号）

安徽省新华书店发行 安徽新华印刷厂印刷

*

开本：850×1168 1/32 印张：11.625 字数：286,000

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数：00,001—3,000

统一书号：15200·60 定价：2.85元

微型计算机应用丛书编审委员会

顾问 杨纪珂
主编 辛厚文
副主编 石仲慈
编委 (以姓氏笔画为序)
方爱群 朱逸芬
杨宗威 楼诗凤
颜锦纯

序 言

近代，电子计算机的出现，特别是微型机的出现，使人类面临一次影响面极为广泛的技术革命。

自从1946年世界上第一台电子计算机在美国问世，至今还不到40年的时间，就经历了四代，目前有人正在研究第五代计算机了。它的发展速度很快，在一些工业发达国家里，微型计算机已经进入了办公室、学校和家庭；它的销售量每年都数倍于前一年，其势锐不可当。

我国自从党的十一届三中全会以来，农村和城市相继进行了体制改革，一场新的产业革命正在蓬勃向前发展。以新而成熟的科学技术面向经济建设，是高速实现现代化的最大保证。因此，引进和推广微型计算机，就成为当前必须抓紧的大事。赵紫阳总理在关于《应当注意研究“世界新的工业革命”和我们的对策》的讲话中指出：“从我国的国情出发，对微型计算机的应用，一定要摆在重要的位置，予以足够的重视。在国外，现在微型机的使用范围非常广泛。就生产领域来说，它可以用于管理，用于生产过程的控制，用于技术改造等，而且效果非常显著。”并强调说：“无论从我国工业的现状和今后的发展方向来看，都需要突出抓一下微型机的应用问题。”

微型计算机的应用范围如此广泛，就需要大批熟练的技术力量来从事这方面的开发应用。但是，这支技术队伍在我国还刚刚

形成，规模和素质都不能适应经济发展的需要。有鉴于此，安徽科学技术出版社确定编辑出版一套《微型计算机应用丛书》。这套丛书题材广泛，针对性强，特别适合非计算机专业的读者阅读。这对普及、推广微型计算机应用，促进我国四个现代化建设，无疑是有益的。

安徽省副省长
中国科学技术大学教授

杨纪珂

1985.4.

前 言

微型计算机（以下简称微机）的应用范围非常广泛，其外部设备往往因应用对象不同而不同。因此，微机系统中的I/O接口芯片与接口电路类型繁多。各个厂家生产的接口芯片差异很大，各种命令字模式和技术用语又不统一；不同类型的接口电路也各具特色。这种情况给用户增加了不少困难。

我国正在大力推广和普及微机的应用，但目前专门论述微机接口技术的书籍甚少。因此，许多同志在学习和工作中深感不便。

本书旨在向读者介绍最基本的接口知识和设计方法，比较典型的接口芯片的功能与电路，以帮助读者掌握选择和使用接口芯片、进行接口设计、改善接口功能等方面的知识。

为了突出实用性，本书较多地介绍了实际接口芯片、电路及相应的程序。考虑到目前INTEL公司生产的接口芯片使用得较为普遍，本书所列实例以INTEL公司的产品为多；同时为了兼顾熟悉Z80系统的读者需要，也选用了Z80方面的例子。

接口设计包括接口硬件设计与接口软件设计。由于接口软件设计大多采用汇编语言，所以读者在阅读本书之前，应该学习或掌握微机和数字逻辑电路以及用汇编语言编程等方面的基本知识。

合肥工业大学张奠成教授审阅了本书原稿，并提出许多改进意见；龚恒同志绘制了部分插图，他们的工作为本书顺利出版创

造了条件。在此谨表示谢忱。

施泽生

1985年于中国科学技术大学

目 录

第一章 微机系统概况和接口分类及寻址方法	1
第一节 微机发展概况与特点	1
第二节 微机系统的构成	5
第三节 常见的 8 位微处理器	9
第四节 INTEL 8086与8088微处理器	21
第五节 接口的分类	33
第六节 CPU 对 I/O 接口的两种寻址方法	38
第二章 三种 I/O 控制方法及其接口	40
第一节 询问技术	41
第二节 中断技术与8259中断控制器	43
第三节 DMA (直接存贮器存取)与DMA 控制器	80
第三章 并行与串行接口	94
第一节 不可编程的并行I/O 接口	95
第二节 可编程的并行I/O 转接口	99
第三节 软件串行I/O	138
第四节 硬件串行 I/O	147
第四章 键盘与显示器及其接口	168
第一节 按键与键盘	168
第二节 LED显示器	182
第三节 8279可编程键盘/显示器 接 口	187
第四节 8279在 SDK-85单板机中的应用	202
第五章 D/A 与 A/D 转换器的原理、接口 及其应用	221
第一节 D/A 与 A/D 转换原理	221

第二节 D/A 和 A/D 转换器与 CPU 的接口.....	245
第三节 用 A/D 转换模块与模板实现数据采集.....	283
附 录	321
一、INTEL 8085 的引线功能与指令系统.....	321
二、MOTOROLA 6800 微处理器.....	323
三、ZILOG Z80 微处理器.....	332
参考文献	362

第一章 微机系统概况和接口

分类及寻址方法

第一节 微机发展概况与特点

一、引论

在科学技术发展史上，电子计算机的发明占有重要的地位。特别是1971年美国 INTEL 公司年轻工程师霍夫首创的微处理器问世以后，微机发展速度之快，对人类社会影响之大，起初是难以预料的。它普遍应用于各个领域，是即将到来的“新技术革命”的重要标志。

微机的出现，反映出集成电路技术已经发展到成熟的水平。在人类掌握了大规模集成电路生产工艺后，就可能把计算机的运算器与控制器集成在一个面积仅几个平方毫米的硅片上（CPU）。集成度大约每两年翻一番，二、三年换一代。微机问世十多年来，产品已更换了三代；字长从4位发展到8位、16位、32位，目前正在研制64位的微机。

现在最常见的8位微处理器有：INTEL 公司的8080/8085，MOTOROLA 公司的6800与ZILOG 公司的Z80等。它们都属于标准微处理器。用这些微处理器组成的微机系统，广泛用于各个领域。

1. 微机的系统化和系列化

INTEL 公司是生产微机的鼻祖。它原先生产存贮器。当它生产的微处理器出人意料地获得成功以后，便“抢先出产品，

先占领市场”，然后再根据需要配上软件。从高级语言 PL/1 中发展出来的高级语言 PL/M 就是其中一例。由于这种历史原因，造成了 INTEL 公司产品的软件支援不足。当微机的字长为 4 位、8 位时，这一弱点还未明显地影响它的产品的销路。而当微机发展到 16 位时，软件支援不足便成了 INTEL 公司继续扩大市场的主要障碍。因为没有充分先进的软件支援，16 位机的巨大功能就发挥不了。此外，互不兼容、缺乏通盘筹划是 INTEL 公司产品的另一大缺点。因此，1980 年 INTEL 公司决定把 8 位、16 位、32 位微处理器组成系列产品，称之为 iAPX 系列(iAPX 代表 Intel Advanced Processor System)：

iAPX	86/88	16/8 位微处理机
iAPX	186	16 位微小型机
iAPX	286	16 位微巨型机
iAPX	432	32 位微大型机

在这个系列产品中，iAPX 186 (又称 80186) 的功能相当于 8086 功能的两倍，略强于 M68000 微处理器；iAPX 286 (又称 80286) 的功能比 8086 的功能大 5 倍，远远超过了 M68000 的功能。

所谓产品的“系统化”是从系统的角度，即从硬件与软件两方面来发展产品。而所谓产品的“系列化”则是把不同字长、功能有强有弱的产品连贯起来，使它们具有继承、兼容与便于扩展等特点。

INTEL 公司的系列产品，克服了产品互不兼容和软硬件缺乏通盘筹划的缺点，走上了“系统化”和“系列化”的道路。其它厂家在产品设计上也有类似的趋势。看来这是发展微机生产的方向。

2. 软件固化

所谓软件固化，即把软件程序固定在只读存储器 ROM 上，

形成具有软件功能的硬件——固件。通常，软件固化用在程序量不大的情况下，例如单板机的监控程序 MONITOR 就多用固件实现。随着 VLSI 工艺的发展，现在已可把大程序量的软件进行固化。甚至把操作系统与高级语言的编译程序也做成固件。而用传统的方法，上述程序多放在软盘或硬盘中，存取速度比较慢。做成固件之后，不仅速度加快了许多，且可靠性也提高了。现在已把不少要求实时处理的应用软件做成固件。因为在实时处理中，速度与可靠性是两个头等重要的指标。

3. 多机系统的研究与应用

有人把各式各样的多机系统大致归纳成如下三大类：

- (1) 阵列微处理机系统；
- (2) 多微计算机系统（又称为分布式的微型机系统）；
- (3) 多微处理器系统。

由于多机系统具有高速、高可靠性、大吞吐量、低成本、良好的扩展性等优点，使得它在军事及许多要求较高的实时应用系统中得到了广泛的应用。它的出现被誉为开创了过程控制的新纪元。

新型的微处理器在结构设计时就已考虑了如何更方便地组成多微机系统，并专门设置了多机功能的指令与相应的引线。

4. 局部网络与个人计算机的发展

微机的局部网络与个人计算机也是当前微机发展的重要趋势。

微机局部网络是一种包括硬、软件的通信设备，它把相距较近的分散的多台微机连成一个自成系统的网络。各个微机之间可以互相通信，共享硬件和软件资源。它非常适合于对机关、银行、工厂、学校、医院等单位内部进行管理、控制及数据处理。

个人计算机在近年来的发展也非常引人注目。由于它具有价格低、使用方便等特点，很适合个人或家庭使用。它实际上是一

种小型的微机系统。早期, 个人计算机的 CPU 使用 8 位字长的微处理器, 近年来 IBM 公司选用了软件与 16 位的 8086 完全兼容和结构基本上相同的伪 16 位 8088 微处理器作为其个人计算机的 CPU (这种个人计算机简称 IBM PC), 使个人计算机的功能大大加强。它是目前世界上销售量最大的一种 PC (个人计算机 Personal Computer 的简称)。个人计算机也可以加入局部网络, 这样家庭生活变得更加社会化了。

二、微机系统设计中的关键问题

微机系统设计, 包括软件设计和硬件设计两部分。设计时, 首先要进行软、硬件折衷。因为有些系统功能可以用软件来实现, 也可以用硬件来实现。硬件设计一般包括接口设计, 要求设计出完成输入、输出所需要的硬件。由于硬件设计与软件的研制密切相关, 所以软、硬件设计应考虑相互配合, 同时进行。软件设计既可以采用高级语言, 也可以采用汇编语言。从以往情况看, 用汇编语言进行程序设计的居多。原因是程序量比较小时, 从速度和节约存贮空间两方面考虑, 使用汇编语言编写程序所得到的机器码, 比用高级语言经由编译程序得到的机器码更为有效。这样做可以充分利用编程人员的灵活性。更为有效的机器码意味着节省内存空间及缩短运行时间。对于完成实时处理和实时控制的微机系统, 运行时间是一个至关重要的指标。然而当程序越来越长, 越来越复杂时, 编程人员就不可能把握住全部的程序结构, 从而失去了编程员的“优化”能力。而编译程序的效能却与程序的长度无关。用高级语言进行程序设计时, 编程的速度快, 源程序易读、易引证、易检查、易保存和扩展, 还可避免由汇编语言程序编程带来的许多“陷阱”。总之由于上述原因, 现在有些实时软件设计人员已越来越强烈倾向使用高级语言。但究竟采用何种语言, 须由多种因素决定, 不能一概而论。

在硬件设计中，应根据需要选择外部设备。并把它与微处理器、存贮器组成一个整体。外部设备与它们连成整体的关键问题是接口技术。由于外部设备种类繁多，信号类型、电平、速度差别很大，所以接口技术复杂而难以掌握。为了扩大一个接口芯片的功能和通用性，现今接口芯片大都朝着“可编程”的方向发展。这样，不仅要解决接口与微处理器、存贮器、外设之间的硬件连接问题，而且要编制与接口有关的软件（简称接口软件）。由于各厂家生产的接口芯片各具特色，不同类型接口的命令字各不相同，甚至同一类型不同厂家用的接口命令字也各不相同，因此接口软件很难统一。又由于接口软件的编程将影响到整个软件的研制，因此软件的研制与接口电路的设计是密切相关的。这就是软件、硬件的设计必须同时进行的原因。

对于一个已经设计好的微机系统，人们如何对它进行评价呢？通常，围绕微处理器支援芯片的数量越多，设备的价钱越贵，占用的空间越大，耗费的功率越多，则对这个系统的评价就越低。因此，在设计阶段，应仔细地考虑系统对接口的要求，并按规定的设计规律进行设计。这样才能得到一个合理的高可靠性系统。使系统的软、硬件功能得以充分的发挥。

综上所述，在微机系统设计中，存在两大关键课题：一是软件程序设计；二是接口技术。本书只讨论后面的课题。在具体讨论这一课题以前，有必要简单地复习一下微机系统方面的知识。

第二节 微机系统的构成

一、微机硬件系统

一般计算机硬件系统包括五大部分：运算器、控制器、内存贮器、输入设备与输出设备（图1.1）。运算器与控制器通常制

作在一块芯片里，称之为中央处理单元 CPU（或 MPU）。CPU 又可称之为微处理器（Microprocessors）。内存贮器由 RAM 与 ROM 组成，它与 CPU 共同构成微机的主体部分。主体与输入、输出设备组成微机硬件系统。这个硬件系统通过三组总线

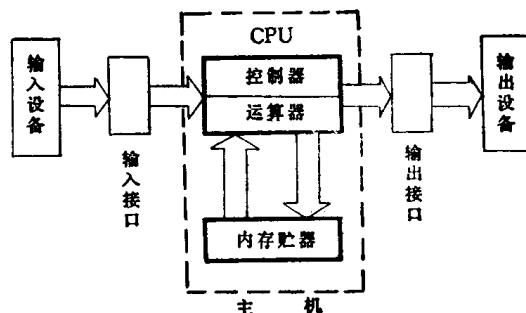


图1.1 计算机的硬件系统

线交换信息。图 1.2 是建立在三组总线基础上的微机硬件系统方框图。图中的数据总线是双向的，用于传送数据和指令。微处理器通过它输入指令和从存储器及 I/O 设备读入数据，或者反过来输出数据至存储器或 I/O 设备。对于 8 位字长的微处理器，数据总线由八根导线组成（ $D_0 \sim D_7$ ）。地址总线用于传送地址码，便于 CPU 对存储器和 I/O 设备寻址。由于地址信息总是由 CPU 发出的，所以它是单向总线。通常 8 位微处理器有 16 根地址线，可直接寻址 $2^{16} = 64K$ 字节内存空间。

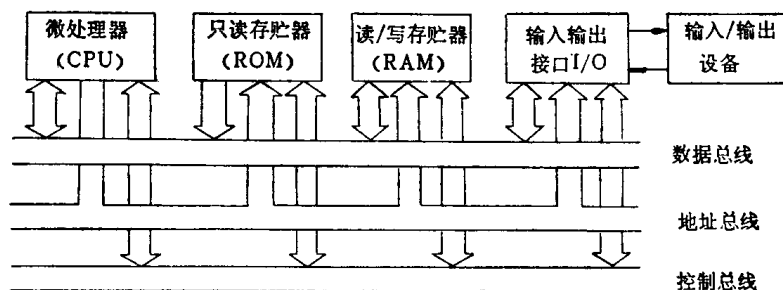


图1.2 建立在三组总线上的微机硬件系统框图

三根总线中，除了数据总线、地址总线以外，剩下的是控制