

薛家政
编译

微型计算机接口技术
和故障检测

四川科学技术出版社

微 型 计 算 机 接 口 技 术 和 故 障 检 测

薛家政 编译

四川科学技术出版社

1985年·成都

责任编辑: 梅 红
王 晓
封面设计: 邹小工
版面设计: 杨丽娜

**微型计算机接口
技术和故障检测**
薛家政 编译

出版: 四川科学技术出版社
印刷: 渡口新华印刷厂
发行: 四川省新华书店
开本: 850×1168 毫米 1/32
印张: 14.5 插页: 5
字数: 388千
印数: 1—11,300
版次: 1985年10月第一版
印次: 1985年10月第一次印刷
书号: 15298·108
定价: 3.50元

内容提要

本书对微型计算机应用系统的几个主要部分(总线, 中断控制器, 串行和并行接口, DMA 及模数、数模转换等)作了深入详尽的介绍, 并结合 Intel 8080、8085 和 Z 80 等机型广泛介绍了各种典型芯片的结构和功能, 还通过大量编程实例来说明这些芯片在系统中的用法。此外, 还对微型计算机应用系统设计的一般方法和微型计算机故障检测也作了介绍。内容丰富, 叙述深入浅出。可供从事微型计算机系统设计、应用的专业人员以及大专院校师生学习参考。

35303/02

前 言

近年来,微型计算机发展得极其迅速,并已渗透到各行各业,深刻影响着国民经济各部门的生产和发展,冲击着全社会的经济结构、生产结构和产品结构,推动了生产力的发展,掀起了一次新的工业革命。

在建立一个微型计算机系统时,把微型计算机各部件之间、微型计算机与外部世界之间连接在一起,组成一个完整系统的技术,即接口技术。通过它可以实现两个不同系统间的信息交换和控制信号的传递。接口的设计以及大规模集成的接口芯片的应用,是微型计算机应用系统设计中最为复杂的问题。因此,本书将以大量篇幅叙述各种接口电路,并在此基础上提出设计微机系统和检测故障的一般原理。

全书编译完后,承蒙重庆大学程代杰副教授惠予审查,并提出许多宝贵意见。唐秀兰、冯朱僖、蒋群等同志协助进行了书稿整理和图表绘制工作,付出了辛勤的劳动,谨在此一并表示衷心感谢。

由于本人水平有限,书中难免存在不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编译者

一九八四年八月

目 录

前 言

第一章	概述	1
1.1	微处理机和微型计算机	1
1.2	微处理机和微型机的分类	2
1.3	微处理机和微型机的应用	3
1.4	国内微型机的应用	20
第二章	各种逻辑电路和接口	23
2.1	逻辑电路的特性	23
2.2	MOS 逻辑电路	39
2.3	不同逻辑电路系列之间的接口	50
第三章	系统总线及其接口	58
3.1	总线的分类	58
3.2	微型机系统总线	59
3.3	通信总线	68
3.4	系统总线设计	76
第四章	输入/输出和中断	93
4.1	输入/输出	94
4.2	中断系统	115
第五章	串行和并行输入输出接口	165
5.1	可编程外围接口适配器 8255A	165
5.2	可编程通信接口适配器 8251A	186
5.3	并行输入输出控制器 Z 80-PIO	203

5.4	串行输入输出控制器 Z80-SIO	239
第六章 直接存储存取(DMA)		277
6.1	Z80 DMA 控制器和应用	278
6.2	8257 可编程 DMA 控制器	304
第七章 模/数和数/模转换器及其接口		320
7.1	运算放大器	320
7.2	数/模转换器	329
7.3	模/数转换器	338
7.4	模/数转换器的实际电路	352
7.5	与 CPU 的接口	364
7.6	模/数、数/模转换器应用举例	378
第八章 微型机应用系统的设计		381
8.1	系统的设计步骤	381
8.2	微型机应用系统的抗噪声设计	394
8.3	可靠性设计	406
第九章 微型机故障检测		421
9.1	微型机故障检测用的各种仪器	421
9.2	故障检测中的注意事项	434
9.3	微型机的故障检测方法	435

第一章 概 述

1.1 微处理机和微型计算机

微处理机和微型计算机是两个不同的含义。

所谓微处理机或微处理器，一般指由一片或多片大规模集成电路组成的中央处理单元，它是微型计算机的运算和控制部分。如果将这个功能电路集成在一个芯片上，则称为单片微处理机。

所谓微型计算机（以下简称微型机），是指以微处理机为中心，配以存放数据的随机存取存储器（RAM）和存放程序的只读存储器（ROM）及输入输出接口片和其它辅助电路而构成的系统。它是一个完整的计算机。如果将它集成在一块大规模集成电路芯片上，则称为单片微型机；如果组装在一块或多块印制电路板上，则称为单板或板级微型机。

从图 1—1 微型计 算

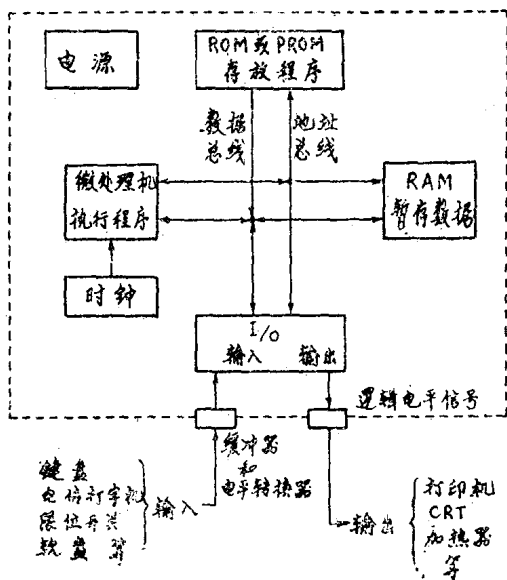


图 1—1 微型计算机框图

机框图中,可以清楚看出微型机与微处理机的区别。由此可见,微型机和微处理机是二个不同的技术概念,但在目前的文献中,常常把微处理机(μP)和微型机作为同义词来使用。这点请读者注意。

在微型计算机的基础上,再连上输入、输出设备,电源等硬件和与之配套的软件,则组成微型计算机系统。

1.2 微处理机和微型机的分类

目前已研制成的微处理机,大体上可分成三种类型(不包括一位机):

(1) 单片四位

制在一片上的四位并行处理的中央处理机(CPU)。这类产品的速度低、指令少、功能弱,与外界的信息交换受引线数量的限制。它主要用于对速度要求不高的地方,如袖珍计算器、娱乐设备、现金出纳机、售货点终端、汽车控制和部分测量仪器。

(2) 单片 8 位

制在一片上的 8 位并行处理的中央处理机。这类产品的速度较高,指令较丰富,与外界交换考虑周到,是目前处理机的主流。主要用于工业控制、智能终端、测量仪器、通信、数据处理等部门,需要量很大。

(3) 单片 16 位

制在一片上的 16 位并行处理的中央处理机。在这一类微处理机的设计中采用了大中小型计算机的许多先进技术。从运算速度、处理能力、存储容量等方面来看,已接近或达到过去中、小型机的水平。它主要用在科学计算、通信处理、信号处理、航空

航海、图形终端、商业会计、工业控制和仪器仪表。

目前，国内外市场上供应的微型计算机，主要有以下几种形式：

1) 单片微型机；

2) 单板微型机；

3) 微型机装配件。这是由厂家提供微处理机、插件板、存储器片、外围 LSI 片等配套元件，由用户自己组装成单板微型机。

4) 微型计算机系统。这是把微型计算机、控制面板、电源等都装在一个机壳内，体积和一般仪器相仿。此外，往往配有软盘、盒式磁带机、CRT 显示器、打印机等外部设备，形成一个小而完整的计算机系统。个人计算机是其一例。

5) 微型机开发系统。为了方便微型机系统的设计，一些主要的微型机厂还向用户提供微型机开发系统，作为开发目标系统（用户系统）的软件和硬件的综合调试工具。开发系统由软件和硬件组成。硬件包括主机（一般是通用微型机）、联机仿真器（ICE）和 PROM 编程器等；软件包括监控程序、编辑程序、连接程序、定位程序、语言翻译程序和交叉汇编程序等等。

从以上分类可见，微处理机和微型机品种繁多。限于篇幅，下面仅对与本书内容有关的几种微处理机和微型机及其应用概况作简单介绍。

1.3 微处理机和微型机的应用

1.3.1 单片微型机

如前所述，单片微型机是封装在一个集成电路管壳内的微型计算机，它可以包含 CPU、时钟电路、ROM、RAM 和 I/O 电路，因而它不需外加的支援电路片即可工作。ROM 一般是用掩模编程。

通常,只要接上 5 伏的电源,一个定时RC网络或一个晶体,即可有效地起控制器的作用。根据单片机的用途,也可称之为微控制器。

表 1—1 几种主要8位单片机的特性

生产厂家	型 号	掩模 ROM (字节)	RAM (字节)	I/O线				带 EPROM 的改型
				并行 I/O线	外部 中断线	串行 数据线	A/D转 换通道	
Mostek	3870	2k	64	32	1	—	—	有
	3872	4k	128	32	1	—	—	有
	3873	2k	64	29	1	3	—	有
	3876	2k	128	32	1	—	—	有
	3878	4k	64	32	1	—	—	有
Motorola	6801	2k	128	31	2	—	—	有
	6805P2	1k	64	20	1	—	—	有
	146805	1k	128	16	1	—	—	
Zilog	Z801	2k	128	32	4	2	—	有
Intel	8048	1k	64	26	1	—	—	有
	8049	2k	128	26	1	—	—	有
	8021	1k	64	21	—	—	—	—
	8022	2k	64	28	1	—	2	—
	8051	4k	128	32	2	2	—	8751带4K EPROM

表 1—1 列出了几种主要的 8 位单片微型机。由此看出,基本的硬件资源可以扩展到 4k 字节 ROM、256 字节 RAM 和 32 位并行输入输出(I/O)。在 8 位的单片机中并行I/O线一般以8位为一组,组成多个 8 位 I/O 口。有些 I/O 线可用作串行数据线(如3873)和模/数转换通道(8022)。有些单片机可以访问系统总线,借以扩充存储器容量,如 6801。但这只能以牺牲 I/O 线为代价换来。

单片机的指令系统一般与其所属的微处理机系列相似。如低档的 6805p2 提供简化的 6800 指令系统,而高档的 6801 则提供

强化的 6800 指令系统。指令的最小执行时间约为 1 微秒(4 兆赫主频时)。

所有的单片机都有一个计数器/定时器。后者在程序控制下运行,可用作中断间隔定时器、事件计数器或用于脉宽测量。

大多数 8 位单片机的管壳引脚数等于或小于 40 个。引脚主要用于 I/O (可达 32 位),其余用于电源、复位、中断和定时。

除了以上的一般特性外,有些单片机还有其独特的特点,如 RAM 的备用电源,CMOS 工艺等等。

单片微型机的优点。一般地说,如果在速度、I/O 和存储器等方面,单片机可以满足要求,而且产品的数量超过最低定货量,则掩模编程的单片机比一般的多片系统在成本上有很大的优越性。导致成本降低的因素不仅因为芯片数量少,而且印制电路板和连接器也相应减少。如果某微型机应用产品需要 8 位的微处理机、2k ROM 和 32 位 I/O 线,且假定其生产量为 5000 个,由表 1—2 可见,用单片机(如 3870)的成本约为用标准 6800 片组成的 1/5。对于上述给定生产量,节省的费用可达 135000 美元。

除了成本低以外,单片机还有以下优点:器件数量减少,因而可靠性提高,维护简单,插件板面积缩小(这对可携式或移动式产品尤为重要),由于不存在计算机各模块的定时和布局问题,硬件设计的时间减少。

表 1—2 成本比较

6800 多片系统		3870 单片	
MC 6802 (CPU、RAM、时钟)	9(美元)	3870	6(美元)
MC 6821 × 2 (每片 16 条 I/O 线)	10		
2716 (EPROM 2k × 8)	9		
附加的印制板和连接器	5		
合计	33 美元		6 美元

* 注:表列的单价都是 1980 年以前的数据。

单片微型机的缺点。主要的缺点是其片上的存储器容量和 I/O 有限(ROM 最大为 4k 字节, RAM 为 256 字节, I/O 为 32 位)。除少数单片机外, 一般都不能增加存储容量和 I/O。其次, 用掩模编程的单片机虽然价格便宜, 但一般生产厂家都规定了一个最低的限额。少则 500 片, 多则 50000 片, 低于这个数量, 生产厂不接收定货, 因而不适用于小批量的生产。第三, 掩模编程的单片机是定做的器件, 不能买现成的。从用户提供程序, 生产厂送交样品供用户验证, 直至最终交货, 大约需要 3 个月到半年时间。第四, 程序一旦做入 ROM, 就不能改变。第五, 现场试验和试样样机困难。在制做掩模前, 通常需要在实际工作环境中对样机进行实地试验, 以保证产品各方面的性能都满足要求。目前, 这种试验可以用带 EPROM 的单片机、背负式微型机和 EPROM 的组合, 以及仿真器电路板来完成。所谓背负式微型机, 就是不带 ROM 的单片微型机, 且在微型机上有一个插座, 用来插入 EPROM。Mostek 和 Zilog 公司都有这种产品。EPROM 可用一般的编程器写入, 但这些产品较贵。除了这些以外, 单片微型机的开发系统不丰富, 无法接触到片上的数据和地址总线, 因而不易检查存储器的内容; 依赖单一的供货厂商, 不可能有第二来源。

单片机的发展动向: ①存储器容量增大。为了提高系统的功能, 必须增大存储器特别是 ROM 的容量。目前以 2K 字节的 ROM 为主流, 但已有 6K 字节的产品出现; ②增加功能。如定时器、串行接口、交零检出、模/数转换、显示等, 都已集成在片上; ③降低功耗。目前, 单片机的功耗在 300 毫瓦左右, 但借助 CMOS 技术, 功耗可降到几个或数十毫瓦; ④适应特定应用的最佳机种。同一系列内的品种不断充实, 除了基本的功能以外, 每一品种提供一种或几种其它的功能。用户可根据具体的应用选择最合适的机种; ⑤提高处理速度, 增加 I/O 引脚数, 研制功能更强和性能更佳的 16 位单片微型机。

单片微型机的应用: 单片微型机中目前以 4 位和 8 位为主流。

主要用在家用电器（电子炉、空调机、录相机、电视机）、办公室自动化设备（电传打字机、打印机）、台式电子计算机、娱乐机等产品。图 1—2 示出 4 位单片机在电子炉上的应用例子。单片机除了完成键扫描、各种开关的检测、时间计数、时间和发光二极管显示之外，还进行各种必要的控制。此外，利用片上的模数转换器可实现温度控制。以往这些控制要用许多逻辑电路和机械部件（继电器、定时器等），但现在用一个单片的微型机，其功能几乎可以代替它们全部的功能。由于部件数量减少，则可靠性得到提高，成本降低。系统的各种功能变成由软件承担。

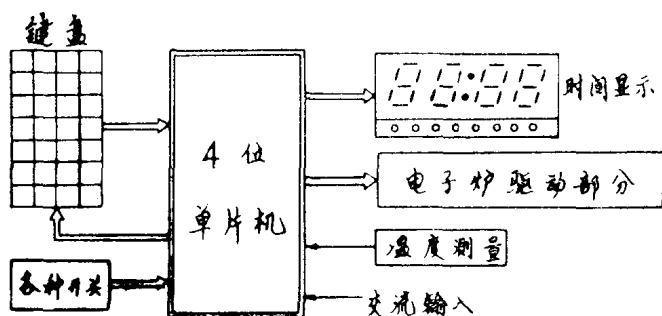


图 1—2 电子炉上的应用

图 1—3 是单片微型机在电传打字机上应用的例子。共用了 2 个 8 位的单片微型机。一个单片机用作键扫描和检出开关状态，键盘输入的信号以可理解的形式传给另一个单片微型机，后者则控制电传打字机的马达和螺线管等各种机械部件的运动，打印文件。用二个单片机是为了分散功能和提高处理速度。

图 1—4 是单片微型机在手持式计算机上应用的例子。也是用 2 个单片机分担功能。一个用于输入输出控制，包括键扫描、液晶显示、打印机或 CRT 的输出控制。另一个单片微型机采用可扩充外部存储器（ROM、RAM）的机种，它根据输入输出控制单片机

的指示进行各种运算，并送回结果。用这种方式可以得到很紧凑的结构。

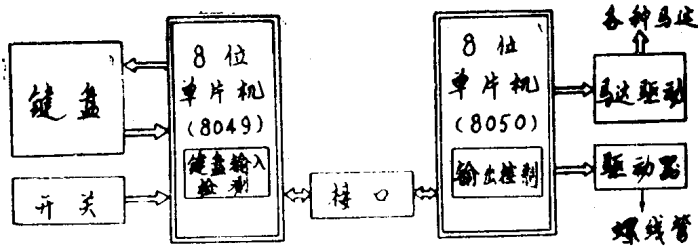


图1—3 在电传打字机上的应用

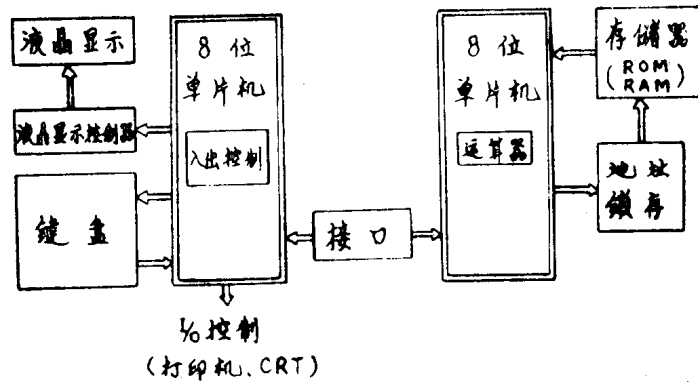


图1—4 在手持式计算机上的应用

1.3.2 8位通用微处理机

所谓通用微处理机，一般具有几种特征：①有多个第二来源，如 8085，全世界共有 8 个厂家在生产；②使用范围广、量大，积累了丰富的软件和开发知识；③有通用的开发支援系统。不单半导体制造厂提供开发系统，而且系统厂家也生产。一台开发系统

往往可以开发多种微处理机，备有高级语言；④有丰富的外围支援片，可组成大、中、小规模不等的系统。如 8085 用的外围片达 30 种以上。

表 1—3 示出了典型的 8 位通用微处理机的简要特性。其中 8088 的内部结构和 8086 相同，但外部数据总线不同。前者为 8 位，后者为 16 位。除此以外，美国 Rockwell 和 Commodor 等公司的 6500，在美国个人计算机市场上占有很大的比例。

表1—3 8位通用微处理机

微处理机名称		8085 A	Z80 CPU	6802	8088
数据总线宽		8 位	8 位	8 位	16(内部)/8位 (外部)
管壳引脚数		40脚	40脚	40脚	40脚
指令数		80	158	72	133
寄存器加法时间		1.3~0.8微秒	1.6~0.7微秒	2~1微秒	0.6~0.4微秒
寻址方式		直接/间接	10	7	直接/间接/相对
寄存器数	累加器	1×8位	2×8位	2×8位	1×16位(2×8)
	数据寄存器	6×8位	12×8位	1×16位	3×16位(6×8)
	程序计数器	1×16位	1×16位	1×16位	1×20 位
	堆栈指针	1×16位	1×16位	1×16位	1×16 位
	其它	—	变址 2×16 其它 4×8	条件码1×8	段寄存器 4×16 变址寄存器 2×16
时钟频率		3~3兆赫 1 相	2.5~3 兆赫 1 相	1~2兆赫 1 相	5~8兆赫 1 相
堆栈级数		无限制	无限制	无限制	无限制
存储器容量		64k 字节	64k 字节	64k 字节	1 兆字节

在微型计算机的发展过程中，8 位通用微处理机起了尖兵的作用，而且至今仍然占据着主导地位。如果从销售量的绝对数字来看，单片微型机居于首位，那么从应用的广度和多样化来看，

无疑要首推 8 位微处理机。目前,8 位微处理机产量正以每年 25~30% 的速率增加。

1) 8 位通用微处理机的发展动向:

①微处理机本身性能不断提高。如 Intel 公司和 Zilog 公司已生产出频率为 6 兆赫的 8085A 和 Z80B;②外围芯片不断充实。表 1—4 列出了 Intel 系列的主要外围片;③CMOS 化。例如 NS 公司用 CMOS 工艺生产 Z80,定名为 NSC800,其工作频率为 4 兆赫,但 CPU、存储器和 I/O 三种电路的功耗只有 125 毫瓦,大大低于 NMOS 的 Z80。RCA 公司用 CMOS 生产的 8085 (型号为 RCA 8085C),功耗减小为原来的 1/5,工作频率为 5 兆赫,指令系统和 8085 完全一样。CMOS 化的优点,不仅是降低功耗,而且还扩大了工作电压范围、工作温度范围、噪声容限,提高了微处理机适应环境的能力,最终导致进一步扩展微处理机的应用范围。表 1—5 给出了用 NMOS 和 CMOS 工艺的 Z80CPU 性能比较。④生产出内部结构为 16 位而外部数据总线为 8 位的产品。如 Intel 的 8088 和 Motorola 的 6809。这类产品的可取之处是它们提供了使 8 位系统性能升级的有效手段,而又不必使用昂贵的 16 位 CPU。简单的测试程序表明,6809 比 6800 快 270%,程序中指令数少 42%,占用存储量小 33%。6809 与 6800 系列中的 24 种外围片兼容,配上存储器管理片,可在 2 兆字节的地址空间并行运行 32 个任务;⑤应用开发支援体系的充实。开发支援系统包括支援软件和支援硬件二部分。支援软件如程序设计语言,已从过去的汇编语言发展到高级语言,应用高级语言所引起的存储器效率降低也得到了改善。作为支援硬件的联机仿真器性能有了大幅度提高,在开发高性能的 CPU 时不再受硬件条件的限制。开发系统开始联成网络,这可以提高开发系统的利用率,并把大程序分割成小程序来开发,因而出现了可以开发多种 CPU 的开发系统。