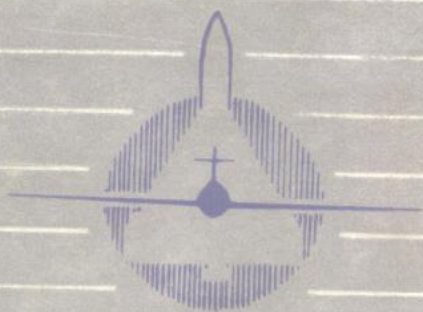


微型计算机及其应用

南京航空学院 邱百光 主编



国防工业出版社

75.8/6
250

微型计算机及其应用

南京航空学院 邱百光 主编

国防工业出版社

内 容 简 介

本书是航空工业部高等院校通用教材。全书共九章，主要介绍了微型计算机的基本知识，包括微处理器的外部特性、指令系统、时序、中断处理、接口技术以及对 Z80 系列芯片 CPU、PIO、SIO、CTC 具体例子的分析，还包括微型机应用系统设计的步骤和必须考虑的一些因素以及单片机、单板机、微型机系统、多微处理器系统结构特点的介绍。每章都附有实际应用系统的设计例子，最后一章还介绍了开发系统和常用的一些程序调试技巧。

本书以应用为主，在全面介绍硬件、软件的同时，侧重了软件，可作为高等院校计算机专业高年级学生教科书，也可供有关的科技人员参考。

JS119/29

微型计算机及其应用

南京航空学院 邱百光 主编

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 $1/16$ 印张 20 $1/8$ 465 千字

1984年12月第一版 1984年12月第一次印刷 印数：00,001—40,000册

统一书号：15034·2826 定价：3.10元

前 言

本书是航空工业部高等院校统编教材，是以北京航空学院、西北工业大学、南京航空学院有关教研室共同讨论通过的教学大纲为依据编写而成的。本书主要介绍了微型计算机的基本知识，编写中试图努力突出以下几个方面：

一、从各种微型机和微处理器的共性出发，讲解它们在结构上和应用上的特点，同时结合目前常用的八位 Z80CPU（中央处理器）及其系列芯片作进一步阐述。

二、本书把介绍微处理器的重点放在有关大规模集成电路（LSI）的外部特性及其应用方面，而对其制造工艺和内部逻辑的设计不作详细的说明。

三、在内容的选取上，包括硬件和软件。

四、全书各章节的安排是围绕微型机应用这一主题来进行的。有关在设计应用系统中所遇到的一些共性问题，本书给予了较多的论述。

本书以应用为主，在全面介绍硬件、软件的同时，侧重了软件，可作为高等院校计算机专业的高年级学生教科书，也可供使用微型计算机的科技人员参考。

本书由南京航空学院邱百光主编。参加本书编写工作的有：黄凤英（第一、二、三章）、奚抗生（第五、六章）、闵珍辉（第七、九章）、邱百光（前言、第四、八章）。全书最后由黄凤英负责整理。在编写此书过程中，承蒙西北工业大学韩兆轩、赵化民同志审阅，提出不少宝贵的意见，特此致谢。

由于编者水平有限，经验不足，书中难免存在缺点和不足之处，请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 微处理器	7
第一节 微型计算机概论	1
一、微处理器	1
二、微型计算机	2
三、微型计算机系统	2
四、微型计算机的分类与特性	2
五、微处理器的引脚	3
第二节 微处理器的基本结构	5
一、算术逻辑部件ALU	5
二、状态标志寄存器	6
三、控制逻辑部件	7
四、寄存器	7
五、内部总线及总线缓冲器	8
六、堆栈	8
第三节 八位微处理器的分析	8
一、八位微处理器的特性	8
二、Z80的结构框图	9
三、Z80CPU的外部特性	11
四、Intel8080和M6800的结构特点	12
五、几种八位微处理器的性能指标	16
第四节 基本指令系统	17
一、微处理器的指令系统	17
二、寻址方式	18
三、Z80指令系统	21
四、Z80程序举例	34
第五节 微处理器周期	40
一、微处理器定时	40
二、指令的执行过程	41
三、Z80 CPU 的时序	43
第六节 16位微处理器及其它	46
一、Intel 8086 16位微处理器	46
二、M68000, Z8000以及LSI-11的结构特点	48
三、INTEL的iAPX432 32位微处理器简介	51
参考资料	54
习题与思考题	54
第二章 半导体存储器	58
第一节 读写存储器与只读存储器	58
一、读写存储器(RAM)	58
二、只读存储器(ROM)	63
第二节 存储器的系统连接	67
一、存储器模块的组成	67

二、存贮器模块举例	63
参考资料	71
习题与思考题	71
第三章 中断及接口技术	72
第一节 微型计算机的中断系统	72
一、概述	72
二、Z80的中断系统	73
三、Z80的中断优先级管理	78
第二节 微型计算机接口的作用与特点	80
一、接口的结构与功能	80
二、微型计算机接口的特点	82
第三节 典型接口芯片介绍	83
一、计数器/定时器电路(Z80-CTC)	83
二、并行输入/输出接口(Z80-PIO)	91
三、串行输入/输出接口(Z80-SIO)	100
参考资料	111
习题与思考题	111
第四章 微型机的应用	112
第一节 微型机应用的特点	112
一、微型机应用的分类	113
二、几种常见的应用类型	114
第二节 微型机应用系统的研制步骤和方法	126
一、明确性能指标和环境条件	126
二、自顶向下的设计方法	128
三、硬件实现还是软件实现	128
四、硬件实现方案的选择	129
五、软件实现的设计问题	130
六、硬件系统的测试、诊断和维护	131
第三节 标准总线	135
一、芯片级的标准化	135
二、插板级之间的标准总线	136
三、系统级的标准总线	137
参考资料	142
习题与思考题	142
第五章 单片计算机及其应用	144
第一节 概述	144
第二节 Z8单片计算机简介	144
一、引脚功能	145
二、存贮器结构	146
三、I/O 端口	148
四、UART	149
五、计数器/定时器	150
六、中断	151
七、标志状态	151
八、指令系统	151
第三节 单片计算机的应用	152

一、智能外围设备	152
二、实时控制系统	155
三、多重处理	156
四、单片机用于模/数转换	158
参考资料	160
习题与思考题	160
第六章 单板计算机及其应用	161
第一节 概述	161
第二节 TP801单板计算机简介	162
一、存储器	163
二、I/O接口电路	164
三、TP801单板计算机的其它部件	169
第三节 TPBUG监控程序分析	169
一、初始化程序	170
二、显示程序	172
三、键盘分析程序	173
四、键盘动作程序	178
第四节 单板计算机的应用	184
一、系统分析	184
二、硬件设计	186
三、软件设计	193
四、联机调试	194
参考资料	194
习题与思考题	195
第七章 微型计算机系统	196
第一节 微型计算机系统的硬件结构	196
一、ZPU插件	197
二、TU-ART插件	198
三、4FDC插件	199
第二节 微型计算机的操作系统	205
一、CP/M的组成	205
二、CCP的功能与分析	207
三、BDOS的功能和CP/M的文件管理	212
四、BIOS的功能	219
五、其它的微型计算机操作系统	219
第三节 专用微型机系统的一个实例	220
一、设计目的与算法	221
二、硬件	223
三、软件	224
四、设计考虑	228
参考资料	229
习题与思考题	230
第八章 微型计算机多机系统	231
第一节 概述	231
一、多机系统的连接	231
二、多机系统的控制问题	233

三、多机系统的通信	237
四、多机系统的操作系统	239
五、多机系统的操作系统的基本功能	241
第二节 多微机之间的同步	242
一、容错系统的同步方案	242
二、硬件实现方法	243
三、软件实现方法	244
第三节 三机容错系统实例	246
一、系统概要	246
二、通信接口	247
三、时钟电路和不可屏蔽中断	252
四、管理程序	253
五、同步算法	256
六、通信表决算法	259
七、出错处理算法	264
参考资料	267
习题与思考题	267
第九章 微型计算机系统的开发工具	268
第一节 微型计算机开发系统	268
一、什么是微型计算机开发系统?	268
二、一个16位微型计算机开发系统	269
第二节 联机仿真器	272
一、联机仿真器的功能	273
二、Z-SCAN 8000 的性能与使用	274
第三节 程序的调试	280
一、汇编语言程序的调试	280
二、高级语言程序的调试	281
第四节 逻辑分析仪	283
一、分析程序流	283
二、跟踪	285
参考资料	287
习题与思考题	287
附录	289
附录一 Z80指令系统	289
附录二 Intel 8086指令系统	298
附录三 (一)S-100总线; (二)S-100总线引脚信号表	300
附录四 MULTIBUS总线标准	304
附录五 Z8控制寄存器内容	305
附录六 Z8单片机指令系统简表	307
附录七 稳风速控制程序清单	310
附录八 BDOS的系统调用	313

第一章 微 处 理 器

第一节 微型计算机概论

一、微处理器 (Microprocessor)

微处理器一般指的是由一片或几片大规模集成电路芯片组成的中央处理部件 (Control Processing Unit), 通常简称为 CPU。它主要包括有寄存器、累加器、算术逻辑部件、控制部件和内部总线, 有的还包括时钟电路。微处理器允许执行用机器语言编写的程序, 有的除了机器语言程序外还可用微程序方式操作。

二、微型计算机 (Microcomputer)

以微处理器 (CPU) 为中心, 加上只读存储器 (ROM)、读写存储器 (RAM)、以及输入/输出接口电路和系统总线接口所组成的计算机叫“微型计算机”。常见的微型计算机有单片和单板两种。

1. 单片微型计算机: 在一块集成电路芯片上装有 CPU、ROM、RAM 以及输入/输出接口电路, 这样的芯片叫单片微型计算机, 简称“单片机”, 例如 INTEL 公司的 8048, Zilog 公司的 Z8。

2. 单板微型计算机: 把微型计算机的整个体系——CPU、ROM、RAM、输入/输出接口电路以及其它一些辅助电路, 全部集装在一块印刷电路板上, 用电缆线和外部设备直接连接起来, 这样的计算机叫单板微型计算机, 简称“单板机”。例如 TP801 是以 8 位微处理器 (Z80) 为中心组装的 8 位单板机, SDK-86 是以 16 位微处理器 (INTEL8086) 为中心组装的 16 位单板机。

三、微型计算机系统 (Microcomputer System)

所谓微型计算机系统, 就是在微型计算机的基础上加上系统软件和各种外部设备。系统软件主要包括: 操作系统、诊断程序、汇编语言译码程序、高级语言的编码程序以及其它系统程序等。在提到微型计算机系统时, 有时会遇到微型计算机多机系统 (简称“多机系统”) 这个概念。这是指用多台微型计算机或多个微处理器有机地组合起来的、相互能协调工作以提高某些功能的系统。通常多机系统用来提高系统的运算速度、灵活性、可靠性、可维护性或系统的性能价格比。由于微处理器及其配套芯片的价格越来越低, 用多机系统来满足各种不同应用

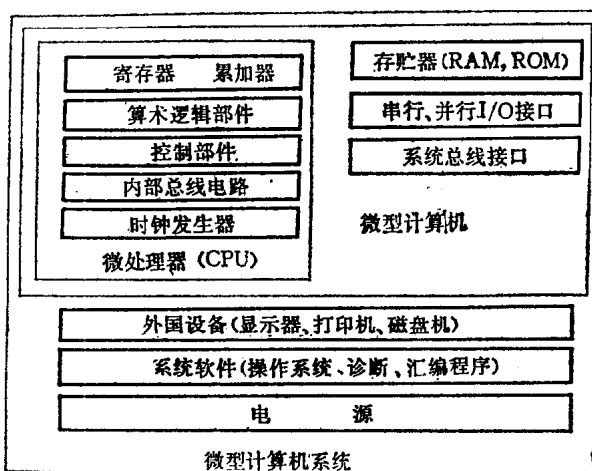


图1-1 微处理器、微型计算机及微型计算机系统

场合的要求,已是很现实可取的设计思想。例如,在一台性能较高的机械加工车床、测试仪器或微型机开发系统中,由三台以上的微型计算机构成的多机系统已并不少见。图1-1表示出微处理器、微型计算机以及微型计算机系统之间的关系。

四、微型计算机的分类与特性

微型计算机的分类方法有好几种。按字长来分,目前可以分为4位、8位、16位和32位的;按结构来分,可分为单片的、多片的、单板的以及多板的;如果针对微型计算机的应用范围来分,则可以分为专用4位、通用8位~16位、分布式8位~16位、集中式16位等。表1-1为按用途的分类,其中4位微型计算机是最低档功能的微型机,一般是为专门用途设计的,如微波电炉控制,汽车的自动注入燃料等等。这些产品的程序都是固定的,而且一般不需要扩充外加存贮量,也不必接一些通常的外围设备。比4位微型计算机性能高一档的是8位(少数是16位)单片控制用微型计算机。它的存贮器容量不大,但对一些专门的用途(如局部生产过程仪表的固定程序控制等),还是足够的。这种单片机的设计有时还要考虑到具有扩充外接存贮器的能力,以便于扩大应用范围。

表1-1中的第3类中档功能的是多片的8位和16位微型计算机,常见的有Intel8080/8085系统,Zilog公司的Z80系统以及Motorola的M6800系统等。这类微型计算机

表1-1 微型计算机的分类与特性

	控 制		数 据 处 理	
	(1) 专用4位	(2) 通用8~16位	(3) 分布式8~16位	(4) 集中式16位
	单片机 大量生产 价格极低	单片机 中量生产 价格低	多片机 中量生产 价格中等	多片机 小批量生产 价格较高
应用范围	面向消费电子产品: 电视机调谐器 家庭用具器械 娱乐游戏用品 计算器	面向工业应用: 汽车 仪器仪表 外围设备控制器 机器控制	商业和实时控制 智能终端 工业生产控制 过程控制 小型和私人计算用具	实时数据处理 数据库 大型商业公司业务 科学计算 多机处理系统
特 性	有限的电路功能:4位数据操作,一般是固定的程序,很小的ROM容量,很小的RAM容量(有时只用寄存器组代替),有限的I/O能力,不可扩展性	有一定扩大的电路功能:8位或16位的数据处理,2K字节的ROM,一般是固定的程序,128字节左右的RAM可存放数据,扩大的I/O结构,一般具有可扩展性	相当大的电路功能:8位或16位的数据处理,64K字节的ROM,64K字节以上的RAM,扩大的I/O能力,一般要求有中断,DAM等功能,不受限制的扩展性	非常强的电路功能:16到32位的数据处理能力,64K字节的ROM,256K字节以上的RAM,很强的I/O能力,能带多种的外围设备,可以有多种处理的能力,不受限制的扩展性
常用产品或新产品	American Micro-system的S2000系列 Intel的MCS40系列 National Semiconductors的MM5799系列 Texas Instruments的TMS1000系列	Fairchild的3850(F8) Intel的8048 Mostek的3870 General Instruments的PIC1650 Texas Instruments的9940 Zilog的Z8	Intel的MCS80/85 Motorola的6800系列 Rockwell的MCS650系列 Signetics的2650系列 Zilog的Z-80系列 Texas Instruments的TMS9980	Data General的Micro-NOVA系列 DEC的LSI-11 LSI-11/2, LSI-11/23系列 Fairchild的9940系列 Intel的8086系列 Zilog的Z8000系列 Texas Instruments的TMS9900系列 Motorola的68000系列

多用于数据处理和实时控制。由于这类产品的性能和价格适中,已经广为应用,其软件系统在使用中也不断丰富和成熟。第4类是高档功能的16位微型计算机。这类机器的主要代表是Intel 8086, Motorola的M68000, Zilog公司的Z8000等。这类微型计算机的出现,在功能上已能取代过去小型计算机中的低档机和中档机。

最近32位的微型计算机也已问世。例如美国Intel公司的iAP×432系列微型计算机,是超大规模集成电路发展的最新成果。它在硬件和软件的结构方面与16位微型计算机完全不同。这种高性能的32位微型计算机,随着其应用软件的不断积累,必将占领目前一些中型计算机的应用领域。

五、微处理器的引脚

随着大规模集成电路和超大规模集成电路技术的飞跃发展,已使集成电路由单一的器件集成化,转变为系统功能集成化了。尽管微处理器的复杂程度越来越高,其功能越来越强,但在使用上却越来越方便。从硬件的角度来说,直接和用户打交道的是微处理器芯片的引脚信号线。用户必须对各引脚信号线的功能特点充分了解,才能根据需要对芯片进行组装、调试以构成微型计算机系统。在调试或使用的过程中,如发现芯片有故障不能工作时,用户不可能也没有必要去检查是芯片内部的哪一部分电路发生故障,即使能判断出是芯片内部的哪一个单元电路出了故障,也不可能打开芯片进行维修,唯一的办法是更换芯片。因此,要正确地使用芯片,首先必须正确了解引脚信号线的作用、特点及其连接方法,而对处理器芯片内部的结构只需有一般的了解即可。这是学习微型计算机课程的一个特点。同样,对其它的各种芯片如存贮器、接口芯片等,也只要求着重掌握其外部特性、编程和使用方法。

由于生产工艺的限制,微处理器芯片的引脚信号线的数目都是有限制的,而且各种微处理器的引脚也不尽相同。例如8位的微处理器芯片(I8080, Z80, M6800等),大多数采用40个引脚信号线;16位微处理器芯片的引脚信号线则各不相同,INTEL8086和Z8002采用的是40根引脚信号线,Z8001采用48根引脚信号线,而M68000则是64根引脚信号线。有的微处理器芯片为了节省引脚,而对某些引脚分时使用。

下面以8位微处理器为例,对其引脚信号的功能及特点作一般的说明。处理器的引脚信号线按功能来分,可分为五类(见图1-2),即:

- ① 数据总线
- ② 地址总线
- ③ 控制总线
- ④ 处理器的控制信号线
- ⑤ 其它输入线

1. 数据总线

常见的数据总线是8位、双向、三状态的数据通路,用它来实现微处理器、存贮器和I/O部件之间的数据交换。总线具有三状态功能,即具有逻辑“0”、逻辑“1”和高阻抗三种状态功能,这就大大方便了各种芯片和系统的连接。目前国际上以微处理器芯

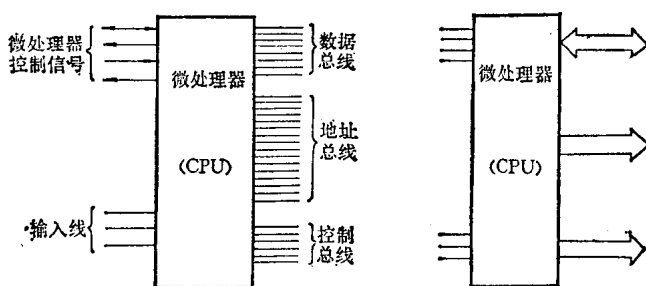


图1-2 微处理器的引脚信号线

片外部的数据总线宽度来确定微处理器的字长，例如 8 位微处理器，其数据总线就是 8 位宽度；有的微处理器，例如 M68000，尽管它内部的数据总线和寄存器是 32 位的，但因其芯片的数据总线引脚是 16 位宽，所以仍然是 16 位机。

2. 地址总线

地址总线一般为单向、三状态、16 位宽度，用它来直接指定存储器中所存信息的地址和 I/O 设备接口电路的选择地址。16 位地址总线可寻址的最大存储器地址空间是 $2^{16} = 65536$ 单元（即 64K 字节）。

3. 控制总线

控制总线一般指的是控制数据输入/输出操作的控制信号线，又称为“系统控制总线”。这类信号线一般是三态的。例如存储器请求、I/O 请求、读数据、写数据等。

4. 微处理器的控制信号线

这是一些专门供微处理器控制用的信号线。通过它使微型计算机各部件之间的动作协调一致。例如中断请求、中断响应、DMA 请求、DMA 回答、等待、准备就绪、同步、复位等等。有些资料中把这类控制信号线和系统控制总线统称为“控制总线”，这只是分类方法不同而已。

5. 其它输入线

其它输入线主要包括电源线、地线以及时钟信号线等。

对各种型号的 8 位微处理器来说，其数据总线和地址总线基本相同，所不同的是控制总线和微处理器的控制信号线。由此也就体现了各种微处理器的具体特点。用户也即根据这些控制信号线来判断某种类型的微处理器芯片（CPU）和另一种类型微处理器的 I/O 接口芯片是否兼容。表 1-2 列出的是几种微处理器间近似等效的信号线。

表 1-2 近似等效的总线信号关系

	8080 和 8228	8085	Z 80	M6800
地址总线	$A_0 \sim A_{15}$	$AD_0 \sim AD_7 + A_8 \sim A_{15}$ 及 ALE	$A_0 \sim A_{15}$	$A_0 \sim A_{15}$
数据总线	$D_0 \sim D_7$	$AD_0 \sim AD_7$ 及 ALE	$D_0 \sim D_7$	$D_0 \sim D_7$
控制总线	HLDA HOLD Φ_2 INT INTE WAIT READY RESET SYNC INTA MEMR MEMW I/OR I/OW BUSEN STSTB	HLDA HOLD CLK INTR — — READY RESET IN — INTA RD 和 IO/M WR 和 IO/M RD 和 IO/M WR 和 IO/M — —	BUSKA BUSRQ — INT — — WAIT RESET M_1 M_1 和 IORQ RD 和 MREQ WR 和 MREQ RD 和 IORQ WR 和 IORQ — —	BA 和 VMA HALT Φ_2 展宽 IRQ — — — RESET — VMA 和 $(A_0 \sim A_{15}) = FFFH$ R/W 和 Φ_2 R/W 和 Φ_2 R/W 和 Φ_2 R/W 和 Φ_2 HALT —

(续)

	8080和8228	8085	Z 80	M6800
其它控制信号	—	RST5.5	—	—
	—	RST6.5	—	—
	—	RST7.5	—	—
	—	TRAP	NMI	NMT
	—	RESET OUT	—	—
	—	SID	—	—
	—	SOD	—	—
	—	ALE	—	—
	—	—	RFSH	—
	—	—	HALT	—
	—	—	—	TSC
	—	—	—	DBE

第二节 微处理器的基本结构

微处理器是微型计算机的中央处理部件，它的特性基本上反映了微型计算机系统的性能。各种不同类型的微处理器，都具有各自不同的一些特点，如指令系统、速度、控制能力（如中断处理）以及内部寄存器组、算术逻辑部件等硬件特性。为了能针对应用的要求，合理地选用微处理器（CPU），有必要对它的内部结构有一个大概的了解。图1-3是典型的8位微处理器内部结构框图。它一般包括这样几个主要部分：算术逻辑部件、状态标志寄存器、寄存器组、内部控制逻辑、内部总线及总线缓冲器等。

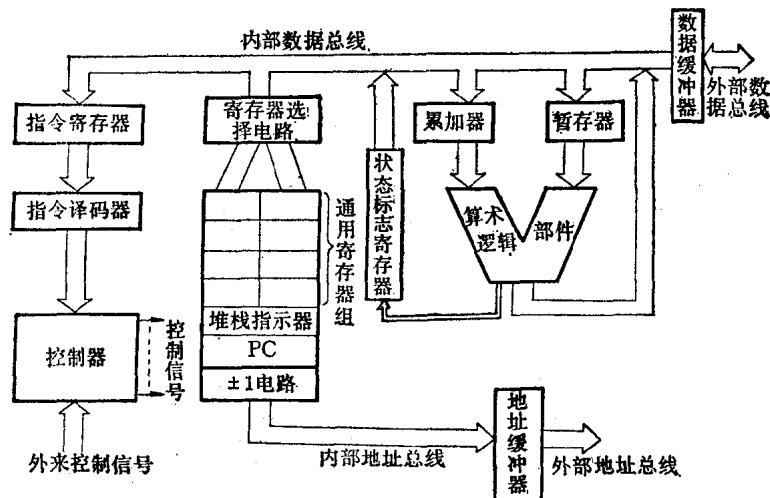


图1-3 典型8位CPU内部框图

一、算术逻辑部件 ALU

算术逻辑部件 ALU，执行算术和逻辑运算、二-十进制运算、循环移位等操作。ALU有两个输入端和两个输出端。两个输入端一个与累加器相连，另一个与暂存寄存器相连，来自存储器或CPU内部数据寄存器的操作数，都要先送到这两个寄存器，然后参加运算。ALU的两个输出端一个与内部总线相连，另一个与状态标志寄存器相连。ALU把

运算结果送到内部总线再送到累加器中，同时 ALU 通过对运算结果进行判断来设置状态标志寄存器相应的位。图1-3中的累加器(缩写 A)，是一个重要的数据寄存器，它本身没有运算能力，但它可以和 ALU 一起完成各种运算，运算结束后，由它保存运算结果。

二、状态标志寄存器

又称“标志码寄存器”。数据经过算术逻辑运算之后，可能会出现进位、溢出、全零、符号及奇偶性等状态的变化。状态标志寄存器的作用就是把这些状态的变化保存下来，执行程序时，通过对这些状态位的测试，就可以判断程序是否要转移或分支、程序的执行是否正常等。8 位微处理器的状态标志位一般都少于 8 位，每位用一个触发器组成。不同型号的微处理器其状态标志位组成可能有所不同，下面介绍的是一般 8 位微处理器的各种状态位。

1. 进位位 (C 或 C_f)

当两个 8 位数在 ALU 中相加或相减时，若其结果产生进位或借位，就将这个进位或借位存放在这个进位标志触发器 (C 或 C_f) 中。显然，进位位为“1”，表示有进位和借位。

2. 辅助进位 (H 或 AC) 位

又称“半进位”。主要用于二-十进制运算。在这种运算中，每位十进制数都用一个 BCD 码 (Binary Coded Decimal) 表示。当二位十进制数相加时，所产生结果的低位 BCD 码，可能会有进位 (即 D_3 与 D_4 之间的进位)，这个进位叫辅助进位，它使辅助进位位 H 或 AC 置“1”。

3. 符号位 (N 或 S)

又称“负数标志位”。它可用来反映累加器中的运算结果是正还是负。若符号为“1”，则表示运算结果为负，也就是说，累加器中表示数的符号的最高位 (D_7) 是 1 (负数)。当符号位为“0”，则表示运算结果为正，即累加器中数的 D_7 位是 0 (正数)。因此，可以通过测试符号位来判断带符号数的运算结果是正是负。

4. 全零位 (Z)

当 ALU 运算的结果为零时，全零位就被置“1”。在进行算术或逻辑运算之后，常常用测试全零位的状态，来判断运算结果是否为零，或者判断两个被比较的数是否相等。

5. 奇偶校验位 (P)

这个状态位用来检查数据的传输是否正确。奇偶校验方法有两种，即偶校验和奇校验。偶校验法即传输的一个字节中 1 的总个数应是偶数；奇校验法即传输的一个字节中 1 的总个数应为奇数。当采用偶校验法时，如果传输的字节中 1 的个数不为偶数，则说明传输的数据有奇偶性错误，此时可从状态标志位寄存器中的 P 位为“0”来发现错误。奇偶校验主要用于数据通信中，所以有些微处理器没有设置这个状态位。

6. 溢出位 (V)

在进行带符号的补码数运算时，用溢出位 V 表示溢出状态。例如当两个补码数相加时，有可能产生第六位 (D_6) 到第七位 (D_7) 的进位，从而使表示符号位的第七位变成相反的符号，这会形成溢出错误。此时就把溢出位 V 置“1”。这种方法实际上是沿用了大、中型计算机中双符号位的设计方法：两个补码数进行运算时，结果的符号位与进位位相比较，由比较的结果来判断是否有溢出。当结果的符号位和进位同号时，表明

没有溢出, 溢出位 $V = 0$; 否则, 当结果的符号位与进位位异号时, 表明有溢出, 溢出位 $V = 1$ 。因此, 判断带符号的二进制数有无溢出的方法是把 D_6 位向 D_7 位的进位和 D_7 位向更高一位的进位进行异或运算, 结果为零, 表示没有溢出 ($V = 0$); 结果为 1, 表示有溢出 ($V = 1$)。

7. 中断屏蔽位 (I)

中断屏蔽位 I 用来指示处理器处于开放或禁止中断状态。当 $I = 1$ 时, 处理器不响应外来的中断请求信号, 只有当 CPU 执行开中断指令使 $I = 0$ 时, 才会响应外来的中断请求。

状态寄存器的内容, 可以用专门的指令进行测试, 也可以由程序来设置, 从而增加了微处理器的灵活性。有的微处理器把状态寄存器和累加器合在一起, 称为“程序状态字”(PSW)。

三、控制逻辑部件

处理器内部的控制逻辑电路的作用就是使整个的系统按一定的时序进行协调一致的操作。它在算术逻辑部件、输入/输出接口, 以及存贮器之间发送同步信号。控制指令按一定的顺序进行读取、译码、执行等操作, 通过本身发出的控制信号与外界进行通信。大部分 MOS 型微处理器的控制部件采用微程序控制。微程序对用户来说是完全透明的, 它由芯片内部的 ROM 或可编程逻辑阵列 (PLA; Programmable Logic Array) 来实现。微程序控制器大都采用硬接线方式, 用户不能进行修改。而新式的双极型运算器, 采用位片式结构, 控制器和微处理器是相互独立的, 控制器在位片之外, 这样, 用户可以根据需要编制微程序。

四、寄存器

1. 通用寄存器

用来暂时存放操作数、中间结果和地址。对 8 位微处理器来说, 每个寄存器的位数和内部总线的宽度是一致的, 都是 8 位。由于 CPU 可以直接处理这些数据, 而不必到存贮器中去读取, 因此就减少了访问存贮器的次数, 从而节省了指令执行的时间, 有利于提高微处理器的速度。

2. 地址寄存器

16 位的地址寄存器用来存放地址。它与处理器内部的地址总线相连, 经由地址缓冲器再连接到系统的地址总线上。常用的地址寄存器有三种: 程序计数器 (PC)、堆栈指示器 (SP)、变址寄存器 (IX)。

(1) 程序计数器 (PC): 又叫“指令计数器”。它的作用是保存下一条指令在存贮器中的地址。每执行一条指令时, CPU 首先把程序计数器指出的指令地址送到地址总线上, 根据这个地址从存贮器中取出这条指令送入 CPU。然后程序计数器的内容自动加 1, 为取下一条指令或指令中的下一个字节作好准备。与程序计数器相连的是一个 16 位的加 1 减 1 器, 以便实现程序计数器计数。如果程序要转移或分支, 就把要转移的地址放入程序计数器中。

(2) 堆栈指示器 (SP): 用来指示 RAM 中堆栈栈顶的地址。堆栈中每压入或弹出一次数据或地址 (两个字节), SP 的内容就自动加 2 或减 2, 指示新的栈顶地址。

(3) 变址寄存器 (IX): 程序设计中常常要修改地址, 变址寄存器的作用就是存

将要修改的基准地址。它是由16位触发器组成的，也可以用来暂时存放数据。有些微处理器没有变址寄存器，如8位微处理器中Intel公司的8080等。

五、内部总线及总线缓冲器

内部总线，指的是处理器内部各单元电路之间传输信息的通路。微处理器内部的寄存器和算术逻辑部件都直接与它相连。内部总线通常包括内部数据总线和内部地址总线，它们分别经由一个数据缓冲器和地址缓冲器与处理器芯片外部的系统数据总线和地址总线相连接。数据缓冲器和地址缓冲器，具有双向、三状态的功能，而且具有驱动能力，这有利于实现微处理器的总线与系统总线的切断与连接。

六、堆栈

堆栈是一组用来暂时存放数据的寄存器或存储器单元。一般微处理器都设有堆栈。堆栈采用“后进先出”的工作方式，这种工作方式对中断处理和调用子程序都很方便。实现堆栈的方式目前有两种，即硬件堆栈和软件堆栈。硬件堆栈，就是在微处理器内部占用一组寄存器。这种方式的优点是访问寄存器比访问存储器速度快，缺点是由于工艺的限制，寄存器的数目不能太多（一般为8个或16个），因此堆栈的深度有限。当寄存器用满时，必须把其中的内容复制到存储器中，不然程序会出错。软件堆栈，就是在微处理器外面的存储器中，指定任意个连续的单元作为堆栈。在CPU内部设置一个16位的寄存器作为堆栈指针寄存器（SP），由它来自动管理堆栈的栈顶。每当进行数据压入或弹出堆栈的操作之后，堆栈指针寄存器便自动指出堆栈顶部的位置。

第三节 八位微处理器的分析

一、八位微处理器的特性

在八位微处理器中，目前应用最多和最有代表性的机种是Intel 8080/8085，Z80，M6800，它们都属于中档功能的产品。这类微处理器的特点是电路容量相当大，能进行8位和16位的数据处理，输入/输出比较灵活，有较成熟的配套接口电路。此外，它们都有一定的中断能力和DMA功能。这几种8位微处理器的指令系统比较成熟，愈来愈为人们所熟悉，其配套软件也很丰富，因此，尽管这些都是一九七四年前后的产品，但仍然具有很强的生命力，目前广泛地应用于数据处理领域中，如商业实时控制、智能终端、工业生产控制、过程控制等等。表1-3列出了八位微处理器的主要特性以及与4位和12位~16位微处理器性能的比较。

表1-3 4位、8位、12~16位微处理器的应用特点

4 位	8 位	12~16位
1.用于十进制运算时，性能价格比最为适当	1.适合于以字符为单位的数据处理	1.指令功能强，程序效率高
2.硬件价格低	2.在以字节为单位的数据传输系统中，8位字长的优点得以充分发挥	2.可进行快速的高精度数据处理
3.装配体积小，适合于家庭使用，如用于游戏玩具等	3.八位系列的支持系统丰富（例如配套电路、开发系统、逻辑分析仪等），所以使用方便	3.易于移用小型计算机的软件
4.程序量不大，比较简单，不需要专用的开发工具	4.性能价格比适中	4.数据处理能力强，适合于大批量的数据处理，如情报检索等应用

二、Z80 的结构框图

Z80 微处理器, 是由 Zilog 公司在 Intel 8080 微处理器的基础上, 经过改进设计的。首先 Z80 CPU 的全部电路都集装在一块芯片内, 不象 8080 CPU 是由三块芯片组成的。Z80 CPU 以及它与它配套的系列器件都采用 n 沟硅栅耗尽负载工艺制造, 其工作频率为 2.5 兆赫 (改进的 Z80 A 为 4 兆赫), 采用单一的正 5 伏电源, 具有与 TTL 相兼容的输入和输出。Z80 的一个特点是 CPU 内部设计有中断向量处理和动态存储器再生的逻辑电路, 因此, Z80 可以使用动态存储器。Z80 CPU 是一块具有 40 条引脚信号线的双列直插式芯片。其内部结构框图见图 1-4。

和典型微处理器一样, Z80 CPU 也是由四个主要部分组成, 即寄存器组、算术逻辑部件、控制部件、总线和总线缓冲器。这里仅对 Z80 CPU 的寄存器阵列的功能及特点加以说明, 其它部分的作用与前面介绍的大致相同, 这里不再重复。

Z80 CPU 的寄存器数目比其它机种要多, 共有 18 个 8 位寄存器和 4 个 16 位寄存器。其中两组 8 位寄存器 B, C; D, E; H, L 和 B', C'; D', E'; H', L' 为通用寄存器, 16 位寄存器 PC, SP, IX, IY 为地址寄存器, I, R 为 8 位专用寄存器, 还有累加器 A 和状态标志寄存器 F 及另一组累加器 A'、标志寄存器 F'。以上这些寄存器都由静态 RAM 实现, 并且是程序员可以编程使用的 (见图 1-5)。下面说明它们的功能。

1. 通用寄存器

通用寄存器分为两组, 即 B、C、D、E、H、L 和 B'、C'、D'、E'、H'、L'。它们的结构完全相同, 既可作为 8 位寄存器使用, 也可以成对地组成 16 位寄存器使用, 例如 BC, DE, HL 和 BC', DE', HL'。这两组寄存器的内容可以用一条单字节的交换指令 EXX 进行交换, 这样在进行单级中断或子程序处理时, 就不必把现场信息保护

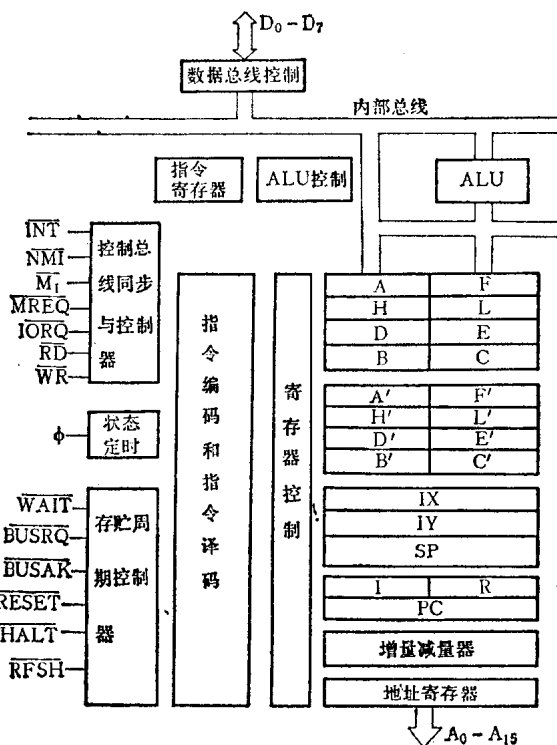


图1-4 Z80CPU内部结构框图

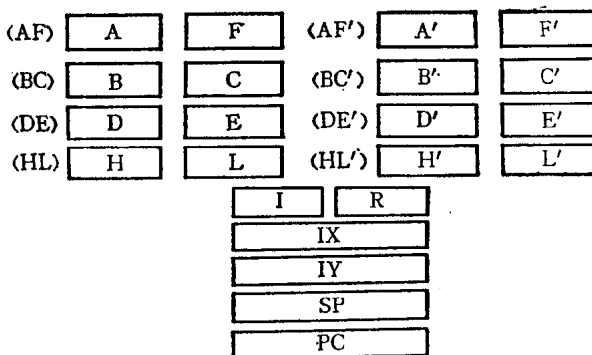


图1-5 Z80 CPU面向程序员的寄存器