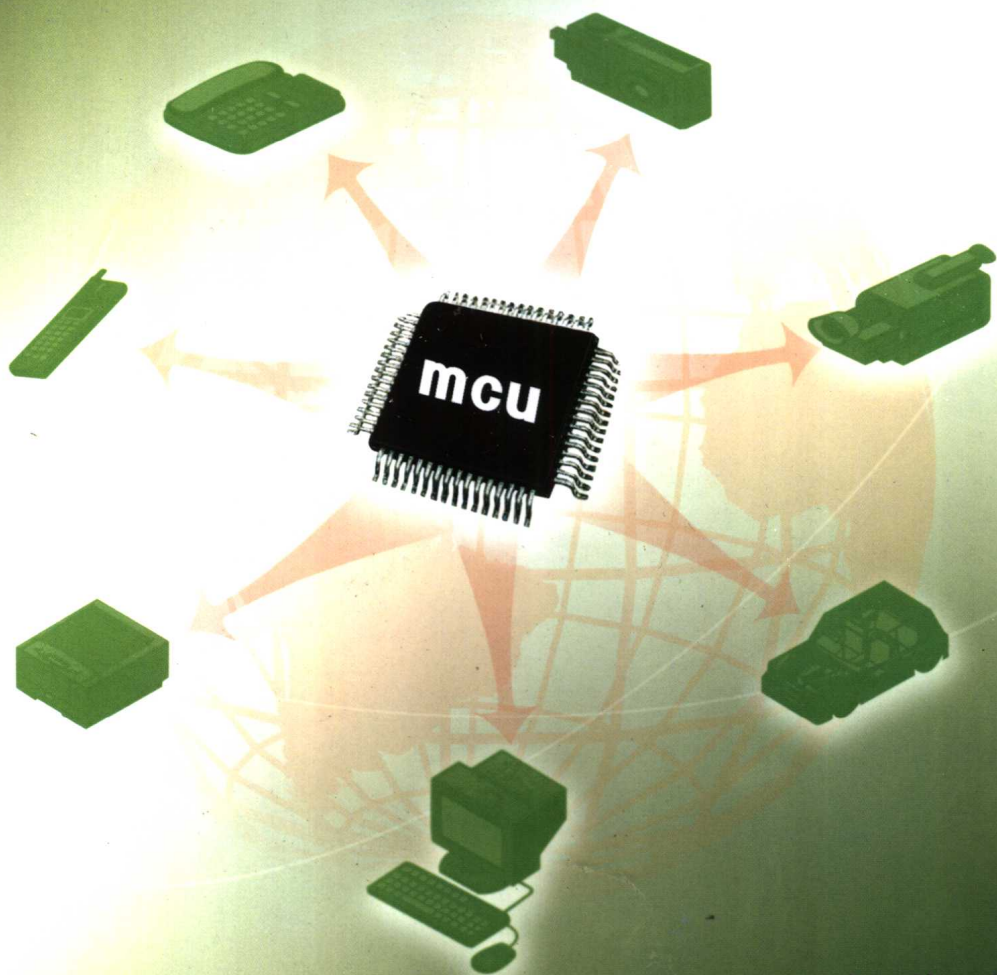


世界流行单片机技术手册

—— 美国系列



主 编 余永权
副主编 黄 英



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

世界流行单片机技术手册

——美国系列

主 编 余永权
副主编 黄 英

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内容简介

本书介绍美国 ATME1、Motorola、NS、Microchip、Zilog、TI、Scenix 7 家公司的单片机,包括有关单片机的基本原理、选购指南以及实际应用例子。该书是一本在结构编排及内容方面与传统单片机手册不同的技术手册,对广大单片机应用开发人员有较高的参考价值和实用价值。

本书可供进行单片机应用开发设计的技术人员参考,也可作为学生教学设计的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

世界流行单片机技术手册. 美国系列/余永权主编.

北京:北京航空航天大学出版社,2004.7

ISBN 7-81077-438-7

I. 世… II. 余… III. 单片微型计算机—美国—
手册 IV. TP368.1—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 015422 号

世界流行单片机技术手册——美国系列

主 编 余永权

副主编 黄 英

责任编辑 王鑫光

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:41.5 字数:1 062 千字

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 7-81077-438-7 定价:59.50 元

序 言

“单片机”这个名词源于 20 世纪 80 年代的计算机英语名词“Single Chip Microcomputer”，全称应为单片微型计算机。现在，在美国等国家的英语中基本上称之为“Microcontroller”，即微控制器。由于国内已习惯了单片机这种称谓，故某些书籍和文献仍使用“单片机”这个词汇。

单片机往往是各种嵌入式系统和智能化设备的核心。在信息技术日益发展的今天，大量的嵌入系统和智能化设备也日新月异地发展，从事单片机应用开发的人员日益增多，单片机应用的领域、方式和项目也迅速扩大。但是，传统单片机手册的内容基本上是扼要介绍单片机原理，往往难以满足开发人员的需要。原因在于，单纯的简要原理介绍只能给人以概貌，难以引导用户对同一个系列的单片机作全面的了解，更缺乏应用的方法和示范。因此，广大单片机应用、开发人员希望拥有一套能用于单片机选型、单片机应用系统设计的参考手册。这套手册按开发及设计的要求，应该具有如下特点：

- 能显示一个系列单片机的主要性能指标，有利于在一个系列中选择最适用的型号。
- 能给出一个系列单片机最典型的基本原理和结构，以利于用户充分利用其内部的功能模块以及资源。
- 能给用户启示性的设计例子，使开发人员能以这些实际例子为蓝本或基础，或者作为一个启发性参考，从而有效、迅速地进行应用开发。

《世界流行单片机技术手册》立足于用户需要，创意在于原理、选购指南、应用范例的结合，从而形成了一套在形式、内容和系统性能都十分新颖，与传统单片机手册完全不同的新型手册。这套手册有极强的实用性，它不但介绍原理和单片机的选购，还给出各种形式的引脚、对应的开发系统、开发工具、软件等，帮助用户解决大量在设计中所需要考虑的问题。

《世界流行单片机技术手册》一套共分三册，即美国系列、日本系列、欧亚系列。其中，美国系列介绍的是美国主要的半导体生产厂家的各种系列单片机，包括 ATMEL、Motorola、TI、Microchip、NS、Zilog、Scenix 等公司的产品；日本系列介绍的单片机包括东芝(TOSHIBA)、日本电气(NEC)、日立(HITACHI)、富士通(FUJITSU)、爱普生(EPSON)、三菱(MITSUBISHI)等公司的产品；欧亚系列介绍的是除了日本厂家之外的亚洲厂家及欧洲主要单片机生产厂家的系列单片机，它包括 PHILIPS、INFINEON、三星、华邦、义隆、凌阳、SONIX 等公司的产品。

这套手册主要介绍 8 位单片机，对少量特殊的 16 位单片机也给以简要介绍。

所介绍的单片机型号和系列主要是在我国应用批量较多的机型。严格地说,这是一套介绍在中国流行的世界各种单片机型号的技术应用手册。

在该手册中所介绍的型号有的已采用新的型号名称,故而在本书中特别给予注明。这类单片机的型号名称虽然改变,但结构仍然保留不动。有的型号是在过去流行的,但在各种设备仍然有大量应用,在手册中介绍有利于维护人员对应用系统的维护,并采用新型号对其进行更新。但有些单片机的产品并没有收入手册之中,例如美国 Cypress 公司的产品,原因是这些单片机虽然很新,但在中国尚未为人所知,不但未形成市场,更不用说流行。并鉴于本手册篇幅有限,所以只能以“主要”和“流行”作为取舍的原则。

《世界流行单片机技术手册》的篇幅选取,是充分考虑到用户的利益,尽量做到明了简洁、实用、有效。而且每本手册不仅内容对用户十分有用,而且价格适中,易为用户接受,从而为用户节省了开支。这也是这套手册为用户着想的表现之一。

本套手册的编者都是从事单片机开发应用,并具有丰富经验的科研、教学和技术人员,在各个方面尽量做到尽善尽美。但由于编写的时间、水平、资源有限,编写中也可能产生各种错误,恳请读者指正。

《世界流行单片机技术手册》的出版得到北京航空航天大学出版社的大力支持,当这套手册的创意和构思提出之后,得到了该出版社的热情帮助,并积极给予作者各方面的方便和支援。这套书的作者们团结一致、互相合作,也是这套手册能够顺利出版的重要因素。可以说,这套手册是集体劳动的结晶。

《世界流行单片机技术手册》的出版只是一个开始,希望对尚未入选的单片机能够再出版专门的手册,或者以更新的形式出版。

广东工业大学 余永权

前 言

美国是发明单片机并且生产商较多的国家,其所生产的单片机在工业、军事、交通、航运、仪器、通信、家用电器、计算机、机械制造、食品等各种领域都有广泛的应用。

为了使广大单片机用户在选用单片机时能够根据自己的工作需要,结合单片机的相关性能来选择适合实际应用的单片机,以求在实际的应用系统中取得最好的性价比,从而构造出最优的应用系统,我们编写了这本单片机技术手册。

本书是单片机应用性的技术手册,内容旨在向单片机开发及应用人员简要地介绍美国 ATMELE、Motorola、NS、Microchip、Zilog、TI 和 Scenix 7 家公司的单片机技术资料。所以,书中的每一种单片机都重点突出三方面内容,即:

- ① 简要基本原理;
- ② 型号选择指南;
- ③ 实际应用举例。

很明显,这本单片机技术手册和传统的单片机手册在构思和内容上是不同的。传统单片机手册只介绍单片内部结构及原理,并不涉及型号的选购,更不会提供应用范例;而本手册不但给出了简明的单片机结构,还给出了选购指南及各种简洁的应用方案举例。因此,它不仅给应用开发人员提供了相关单片机的原理、结构和性能,有较高的实用价值,而且也给予设计上的多种启发。从这个角度上,编写单片机手册也是一种尝试和创新,希望能达到我们所期望的良好效果。

本手册选择了 7 个单片机公司的产品进行介绍。这些公司的产品各具特色,应用较广泛,较为流行,可供单片机应用开发人员进行选择。

本手册由余永权负责策划并主编,黄英任副主编。其中第 1、2 章由余永权编写,第 3、4 章由汪明慧编写,第 5、6 章由黄英编写,第 7 章由何小敏编写。

本手册在编写过程中力求准确,但由于编者水平有限,并且单片机发展也较快,必定存在不足之处,恳请广大读者及时指正。

编 者
于广东工业大学
2004.5

目 录

第 1 章 ATMEL 公司单片机

1.1 AT89 系列单片机基本原理	3
1.1.1 结构框图和定时时序	3
1.1.2 存储器组织结构	7
1.1.3 接口部件及其功能	15
1.1.4 指令系统	46
1.2 AT89 系列单片机选购指南	55
1.2.1 型号说明及分档	55
1.2.2 性能简表	58
1.2.3 封装外形引脚	61
1.3 AVR 单片机基本原理	63
1.3.1 结构框图	64
1.3.2 存储器组织结构	67
1.3.3 接口部件及其功能	76
1.3.4 Flash 存储器和 EEPROM 的编程和读写	119
1.3.5 指令系统	127
1.4 AVR 单片机选购指南	135
1.4.1 型号说明及分档	135
1.4.2 性能简表	136
1.5 AVR 单片机应用方法	144
1.5.1 开发工具	144
1.5.2 应用实例	148

第 2 章 Motorola 公司单片机

2.1 MC68HC05 系列单片机基本原理	155
2.1.1 CPU 结构原理	155
2.1.2 存储器结构原理	158
2.1.3 接口部件及其结构原理	159
2.1.4 指令系统	184
2.2 MC68HC05 单片机选购指南	194
2.2.1 根据用途选择相应的型号	194
2.2.2 性能简表	196
2.2.3 封装形式	202

2.3 MC68HC05 单片机应用方法	203
2.3.1 开发工具	205
2.3.2 应用实例	211
2.4 MC68HC08 系列单片机基本原理	214
2.4.1 CPU 结构原理	215
2.4.2 存储器结构原理	221
2.4.3 接口部件及其结构原理	228
2.4.4 指令系统	250
2.5 MC68HC08 单片机选购指南	264
2.5.1 型号及其相应用途	264
2.5.2 性能简表	264
2.5.3 封装形式	265
2.6 MC68HC08 单片机应用方法	269
2.6.1 开发工具	269
2.6.2 应用实例	274

第 3 章 NS 公司单片机

3.1 NS 公司单片机基本原理	282
3.1.1 CPU 结构原理	282
3.1.2 存储器结构原理	289
3.1.3 接口部件及其结构原理	293
3.1.4 指令系统	304
3.2 NS 公司单片机选购指南	308
3.2.1 COP800 系列 8 位单片机	308
3.2.2 COP400 系列 4 位单片机	311
3.2.3 HPC 系列 16 位单片机	314
3.3 NS 单片机应用方法	318
3.3.1 开发工具	318
3.3.2 应用实例	320

第 4 章 Microchip 公司单片机

4.1 Microchip 公司单片机基本原理	327
4.1.1 CPU 结构原理	327
4.1.2 存储器结构原理	336
4.1.3 接口部件及其结构原理	340
4.1.4 指令系统	351
4.2 Microchip 公司单片机选购指南	357
4.2.1 PIC16C5X 基础级 8 位单片机	357
4.2.2 PIC16CXX 中档 8 位单片机	358

4.2.3 PIC17CXX 高档 8 位单片机	361
4.2.4 PIC18CXXX 高性能单片机	362
4.3 PIC 单片机应用方法	370
4.3.1 应用系统开发	370
4.3.2 软件开发工具	371
4.3.3 集成开发环境	372
4.3.4 应用实例	374
4.4 Microchip 公司单片机新产品简介	381
4.4.1 带 Flash 的 PIC16FXXX 单片机	383
4.4.2 PIC17CXXX 系列单片机	388
4.4.3 PIC18XXXX 系列单片机	393

第 5 章 Zilog 公司单片机

5.1 Zilog 公司单片机基本原理	403
5.1.1 CPU 结构原理	404
5.1.2 存储器结构原理	407
5.1.3 接口部件及其结构原理	408
5.1.4 指令系统	430
5.2 Zilog 公司单片机选购指南	441
5.2.1 高容量存储系列	441
5.2.2 录音电话(TAD)系列	442
5.2.3 FAX、Modem & DSP 系列	443
5.2.4 嵌入系列	443
5.2.5 视频产品系列	445
5.2.6 计算机外设系列	445
5.2.7 汽车应用领域系列	446
5.2.8 低电压系列	446
5.2.9 缩写定义	447
5.2.10 封装定义	448
5.3 Zilog 公司单片机应用方法	449
5.3.1 开发环境	449
5.3.2 应用实例	450

第 6 章 TI 公司单片机

6.1 MSP430 系列单片机基本原理	457
6.1.1 CPU 结构原理	457
6.1.2 存储器结构原理	458
6.1.3 接口部件及其结构原理	459
6.1.4 指令系统	532

6.2	MSP430 系列 Flash 型超低功耗 16 位单片机	534
6.2.1	CPU 结构原理	537
6.2.2	存储器结构原理	537
6.2.3	接口部件及其结构原理	549
6.3	TI 公司单片机选购指南	576
6.3.1	产品型号和指标参数	576
6.3.2	缩写定义和封装形式	579
6.3.3	产品简介	580
6.4	TI 公司单片机应用方法	590
6.4.1	开发环境	590
6.4.2	应用实例	591

第 7 章 Scenix 单片机

7.1	SX 系列单片机基本原理	598
7.1.1	CPU 结构原理	598
7.1.2	存储器结构原理	599
7.1.3	接口部件及其结构原理	617
7.1.4	指令系统	637
7.2	SX 系列单片机选购指南	645
7.2.1	型号及参数	645
7.2.2	型号和编码	646
7.2.3	封装引脚	646
7.3	SX 系列单片机应用方法	648
7.3.1	开发环境	648
7.3.2	应用实例	650

参考文献

第 1 章 ATMEL 公司单片机

ATMEL 公司的 8 位单片机有 AT89、AT90 两个系列。

AT89 系列单片机(简称 89 系列单片机)是 ATMEL 公司的 8 位 Flash 单片机。这个系列单片机最吸引人的特点就是在片内含有 Flash 存储器,因此,它有着十分广泛的用途,特别是在便携式和需要特殊信息保存的仪器和系统中显得更为有用。

89 系列单片机是以 8031 核构成的,所以与 8051 系列单片机相互兼容。这个系列对于以 8051 为基础的系统来说,进行取代和构造十分容易。故对于熟悉 8051 的用户来说,用 ATMEL 公司的 89 系列单片机取代 8051 来进行系统设计是轻而易举的事。

89 系列单片机的内部结构与 80C51 相近,主要含有以下一些部件:

- 8031 CPU;
- 振荡电路;
- 总线控制部件;
- 中断控制部件;
- 片内 Flash 存储器;
- 片内 RAM;
- 并行 I/O 接口;
- 定时器;
- 串行 I/O 接口。

在 89 系列单片机中,AT89C1051 的 Flash 存储容量最小,只有 1 KB;而 AT89C52、AT89LV52 及 AT89S8252 的 Flash 存储器容量最大,为 8 KB。

这个系列中,结构最简单的是 AT89C1051,它的内部不含串行接口;最复杂的是 AT89S8252,它内部不但含标准的串行接口,还含一个串行外围接口 SPI、Watchdog 定时器等部件及双数据指针、电源下降的中断恢复等功能。

89 系列单片机一共有 7 种典型型号,分别为 AT89C51、AT89LV51、AT89C52、AT89LV52、AT89C2051、AT89C1051 和 AT89S8252。其中 AT89LV51 和 AT89LV52 分别是 AT89C51 和 AT89C52 的低电压产品,最低电压可以达 2.7 V;而 AT89C1051 和 AT89C2051 则是低档型低电压产品,只有 20 条引脚,最低电压也为 2.7 V。

表 1-1 列出了 89 系列单片机各种典型型号的性能。可以看出,AT89C1051 是这个系统中功能最弱的典型型号。由于其内部的 Flash 存储器只有 1 KB,所以程序容量不大,只能用于功能较简单的用途;AT89C52 是功能较强的型号,可以用于较复杂的控制目标;AT89S8252 功能最强,它的特别之处在于多了一个 2 KB 的 EEPROM,故也可用于较复杂的控制目标。

表 1-1 89 系列单片机典型型号概况

型 号	AT89C51	AT89C52	AT89C1051	AT89C2051	AT89S8252
Flash/KB	4	8	1	2	8
片内 RAM/字节	128	256	64	128	256
I/O 线/个	32	32	15	15	32
定时器/个	2	3	1	2	3
中断源/个	6	8	3	6	9
串行接口/个	1	1	1	1	1
M 加密/级	3	3	2	2	3
片内振荡器	有	有	有	有	有
EEPROM/KB	无	无	无	无	2

AT90 系列单片机是增强 RISC 结构、内载 Flash 的单片机,通常简称为 AVR 单片机。

AT90 系列单片机是基于新的精简指令 RISC 结构,在 20 世纪 90 年代开发出来的,综合了半导体集成技术和软件性能的新结构。这种结构使得在 8 位微处理器市场上,AVR 单片机具有最高的 MIPS/mW 能力。

为了缩短进入市场的时间和简化维护的支持,对于单片机来说,用高级语言编程是一种标准的编程方法。AVR 单片机的开发目的就是在能采用 C 语言编程,从而能高效地开发出目标产品。为了对目标代码大小、性能及功耗进行优化,AVR 单片机采用了大型快速存取寄存器文件和快速单周期指令。

快速存取 RISC 寄存器文件由 32 个通用工作寄存器组成。传统的基于累加器的 RISC 结构需要大量的程序代码,以实现在累加器与存储器之间的数据传送。在 AVR 单片机中,用 32 个通用工作寄存器代替累加器,从而避免了传统的累加器与存储器之间的数据传送造成的瓶颈现象。

在 AVR 单片机中,在前一条指令执行时就取出现行的指令,然后以一个周期执行指令。而在其他 CISC 以及类似的 RISC 结构中,外部振荡器的时钟被分频降低到传统的内部执行周期,这种分频最大可达原来的 12 倍。AVR 单片机用一个时钟周期执行一条指令,是第一种真正意义上的 8 位 RISC 单片机。

AVR 单片机有良好的性能价格比。AT90 系列有引脚少的器件,也有含较大容量存储器、引脚较多的器件。由于 AVR 单片机采用的是 Harvard 结构,故它们的程序存储器和数据存储器是分开的。可直接访问 8 MB 程序存储器和 8 MB 数据存储器,寄存器文件被双向映射,并能访问片内允许快速上下转换的那部分 SRAM 存储器。

AVR 单片机采用低功率、非挥发的 CMOS 工艺制造。通过 SPI 口和一般的编程器,可以对 AVR 单片机的 Flash 存储器进行编程。

AT90 系列单片机目前有 AT90S1200、AT90S2313、AT90S4414、AT90S8515、AT90S2323、AT90S2343、AT90SMEG403、AT90SMEG103、AT90S4434、AT90S8535 等多种型号。它们虽然在功能和存储器容量等方面有一定的区别,但都要优于 AT89 系列。

在 AT90 系列单片机中最典型的单片机是 AT90S8515,它的主要性能有:8 KB 的 Flash

存储器容量;512字节的片内SRAM;512字节的EEPROM;32个I/O端口;2通道PWM型D/A转换器,共10位;两个定时器,一个8位,一个16位;一个UART;一个SPI;一个比较器。

1.1 AT89 系列单片机基本原理

AT89 系列单片机对于一般用户来说,存在3个很明显的优点。

① 内含 Flash 存储器

由于内含 Flash 存储器,因此在应用系统的开发过程中可以十分容易地进行程序的修改。这就大大缩短了系统的开发周期。同时,在系统工作过程中,能有效地保存一些数据信息,即使外界电源损坏也不影响信息的保存。

② 与 80C51 插座兼容

AT89 系列单片机的引脚与 89C51 是一样的,所以,当用 AT89 系列单片机取代 80C51 时,可以直接进行取代。这时,不管采用 40 引脚还是 44 引脚的产品,只要用相同引脚的 AT89 系列单片机取代 80C51 的单片机即可。

③ 静态时钟方式

AT89 系列单片机采用静态时钟方式,所以可以节省电能。这对于降低便携式产品的功耗十分有用。

AT89 系列单片机的内部结构与一般单片机是相似的,含有 CPU、存储器和 I/O 接口等部件。本节将介绍 AT89 系列单片机的结构框图、定时时序、存储器结构和接口部件及其功能。

1.1.1 结构框图和定时时序

1. 结构框图

AT89 系列单片机有 AT89C 系列的标准型及低档型,还有 AT89S 系列的高档型。AT89S 系列是在 AT89C 系列的基础上增加一些特别的功能部件组成的,所以两者在结构上基本相似,只是在个别功能模块及功能上有些差别。

图 1-1 是 AT89C 单片机的结构框图。AT89C 单片机主要由下面几个部分组成:1 个 8 位中央处理单元(CPU);片内 Flash 存储器;片内 RAM;4 个 8 位的双向可寻址 I/O 口;1 个全双工 UART(通用异步接收发送器)的串行接口;2 个 16 位的定时器/计数器;多个优先级的嵌套中断结构;1 个片内振荡器和时钟电路。

AT89C 单片机结构上最显著的特点是其内部含有 Flash 存储器,其他的结构则与 Intel 公司的 8051 相类似。同时,在低档的 AT89C 单片机中,其 I/O 端口个数、中断级别和功能以及定时器数目都较少,这与 8051 稍有不同。

AT89S 单片机的结构框图如图 1-2 所示。与 AT89C 比较,它还多了片内 EEPROM、SPI 串行总线接口和 Watchdog 定时器。

为了尽可能地发挥 CMOS 电路功耗低的特点,ATMEL 公司的 Flash 单片机有两种由软件产生的低功耗方式,即空闲方式(idle mode)和掉电方式(power down mode)。

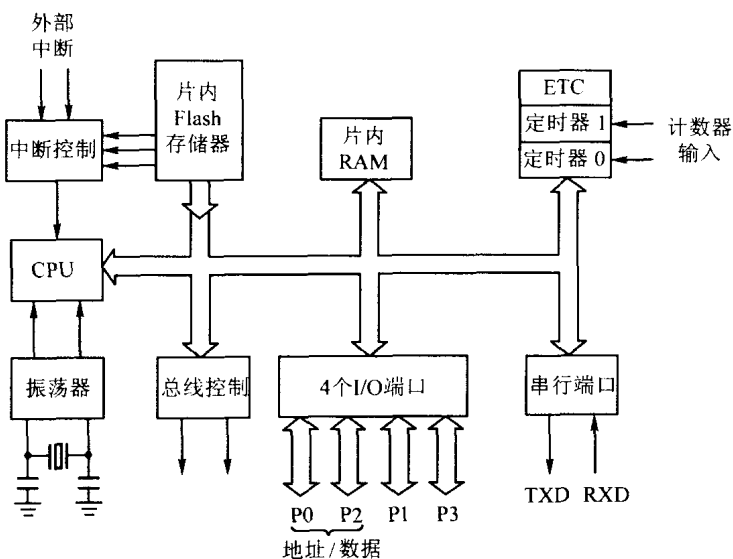


图 1-1 AT89C 单片机的结构框图

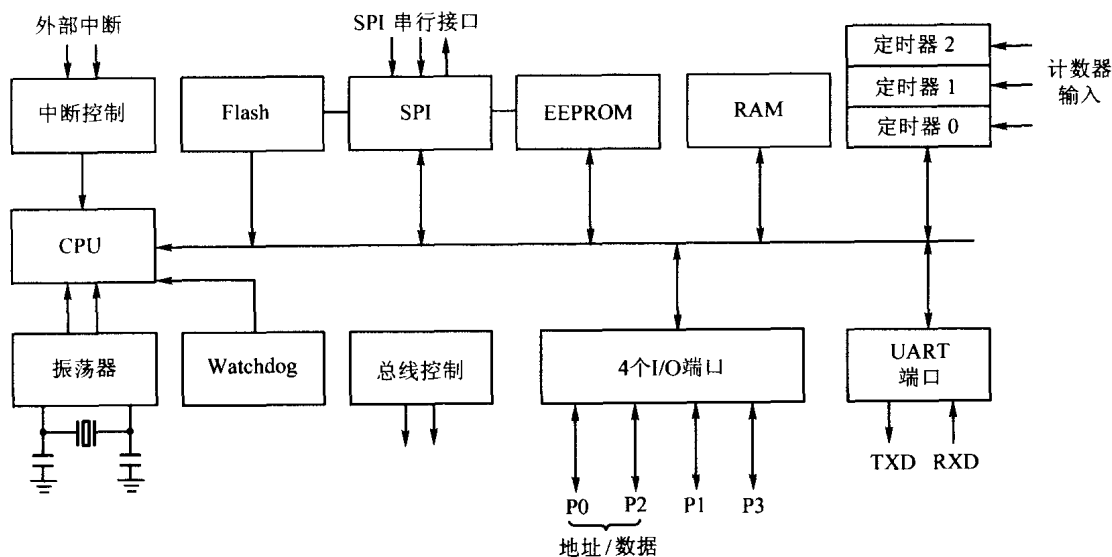


图 1-2 AT89S 单片机的结构框图

在空闲方式下, CPU 停止工作, RAM 和其他片内的部件(如振荡器、定时器/计数器、中断系统等)继续工作。这种方式下的电流可降到大约为正常工作方式时的 15%。

在掉电方式下, 所有片内的部件都停止工作, 一切功能都暂停, 只有保持片内 RAM 的内容。这种方式下的电流降到 15 μA 以下, 最小可达 0.6 μA 。

另外, 这些部件是用静态逻辑设计的, 不需要连续的时钟信号。也就是说, 在等待一个内部事件时, 时钟的频率可以降低, 甚至可以停下来。

从图 1-1 和图 1-2 中可以看出, AT89S 型单片机的功能比 AT89C 型的要强, 特别是

Watchdog 定时器的存在,对提高单片机的工作可靠性有很重要的作用。

2. CPU 定时时序

AT89 系列单片机与 51 系列单片机一样,在内部有一个振荡器,可以用作 CPU 的时钟源。同时,AT89 系列单片机也允许采用外部振荡器。外部振荡器产生的信号加到振荡信号的输入端,就可以作为单片机 CPU 的时钟源。

如果采用片内的振荡电路,要在单片机的引脚 XTAL1 和 XTAL2 之间连一个石英晶体或陶瓷谐振器,并接 2 个电容到地,如图 1-3 所示。

有时也可采用外部振荡器。这时,把外部振荡器的信号直接连到 XTAL1 输入端,而 XTAL2 端则悬空不用,如图 1-4 所示。

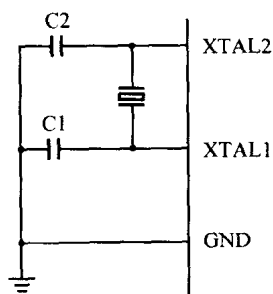


图 1-3 内部振荡器的接法

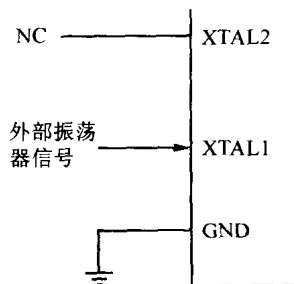


图 1-4 外部振荡器的接法

振荡器产生的信号送到 CPU,作为 CPU 的时钟信号,驱动 CPU 产生执行指令功能的机器周期。一个机器周期由 6 个状态(S1~S6)组成,每个状态又持续 2 个振荡周期(分为 P1 和 P2)。这样,一个机器周期由 12 个振荡周期——S1P1(状态 1 节拍 1)~S6P2(状态 6 节拍 2)组成。若采用 12 MHz 的晶体振荡器,则每个机器周期恰为 1 μ s。

图 1-5 列举了几种典型指令的取指和执行时序。通常,ALE 在每个机器周期内作用两次(即使正在执行的指令不需要):第一次在 S1P2 和 S2P1 期间;第二次在 S4P2 和 S5P1 期间。

图 1-5(a)和(b)分别表示单字节单周期和双字节单周期指令的时序。单周期指令的执行从 S1P2 开始,这时操作码被锁存到指令寄存器内。如果是双字节指令,则在同一机器周期的 S4 读第二个字节;如果是单字节指令,则在 S4 仍有读操作,但 CPU 会忽略第二次读进去的字节,且程序计数器 PC 并不加 1。但不管什么情况,在 S6P2 结束时都会完成取指操作。

图 1-5(c)给出的是单字节双周期指令的时序,在 2 个机器周期内发生 4 次读操作码的操作。由于是单字节指令,故后面的 3 次读操作都是无效的。

图 1-5(d)给出的是访问外部数据存储器的指令 MOVX 的时序,这也是一条单字节双周期指令。在第一个机器周期的 S5 开始时,发送外部数据存储器的地址,随后读/写数据。读/写期间在 ALE 端不输出有效信号。在第二个机器周期,即外部数据存储器已被寻址和选通后,也不产生取指操作。

无论程序存储器是内部的还是外部的,取指令和执行的时序都是一样的。执行时间不取决于程序存储器是内部的还是外部的。

图 1-6 是与访问外部程序存储器有关的时序图。其中图 1-6(a)是不访问外部数据存储器,即没有执行 MOVX 类指令情况下的时序;图 1-6(b)是发生访问外部数据存储器操作,即

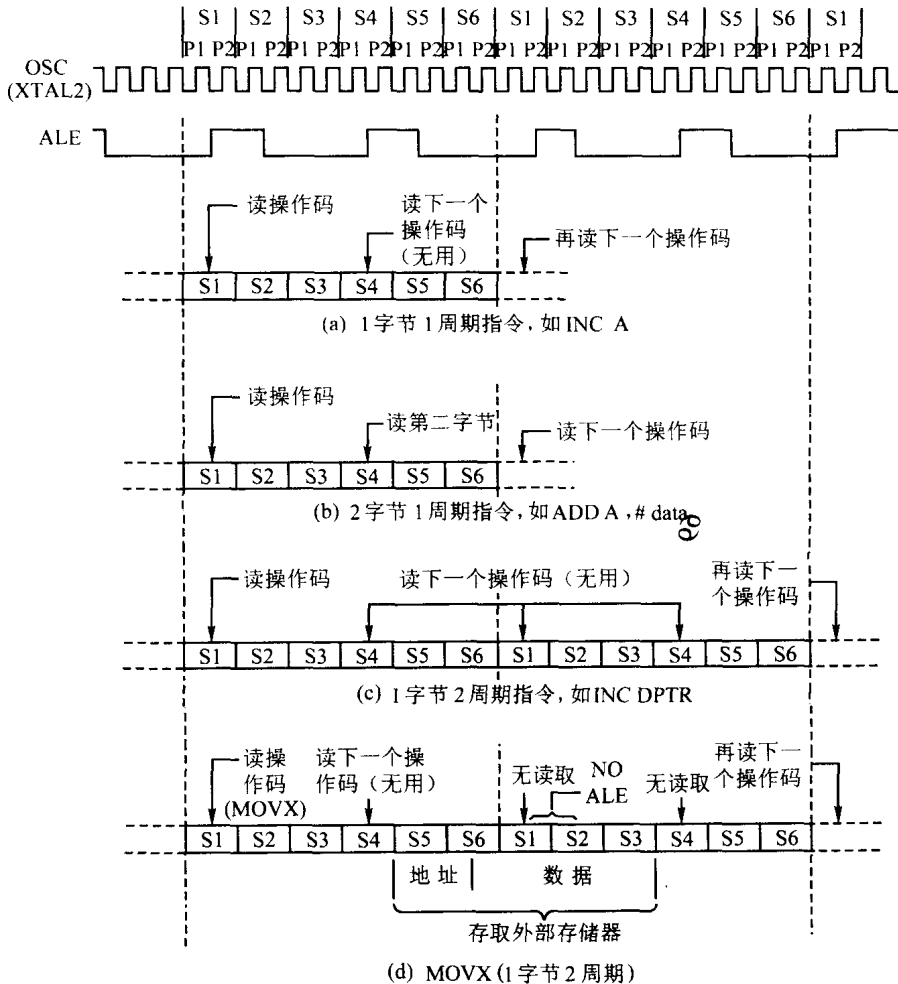


图 1-5 典型指令的取指/执行时序

执行 MOVX 指令时的时序。CPU 由外部程序存储器取指时, 16 位地址的低 8 位 PCL 由 P0 输出; 高 8 位 PCH 由 P2 输出; 而取出的指令由 P0 输入。

在不执行 MOVX 指令时(图 1-6(a)的情况), P2 端口专门用于输出 PCH; P0 端口作分时复用的地址/数据总线, 输出 PCL, 输入指令。在这种情况下, 每一个机器周期中, ALE(允许地址锁存信号)两次有效。在 ALE 由高变低时, 有效地址 PCL 出现在 P0 总线上, 低 8 位地址锁存器把地址锁存起来, 同时 $\overline{\text{PSEN}}$ 也使每个机器周期两次有效, 用于选通外部程序存储器, 取出指令送到 P0 总线上, 再由 CPU 输入。当 CPU 执行内部程序存储器中的指令时, $\overline{\text{PSEN}}$ 不会出现, 但 ALE 仍然是每个机器周期内两次有效, 甚至在非取指操作周期中也是这样。因此, 它可以被用来作为时钟输出信号。要注意的是, 每当访问外部数据存储器(即执行 MOVX 指令)时, 即跳过一 ALE 脉冲。

执行 MOVX 指令时(图 1-6(b)的情况), 时序有些变化。当从外部程序存储器取入的指令是一条 MOVX 指令时, 在同一周期的 S5 状态, ALE 由高变低, P0 总线上出现的将不再是有效的程序存储器低 8 位地址, 而是有效的数据存储器的地址。在同一周期的 S6 状态将不再

出现 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号,下一个机器周期的第一个 ALE 有效信号也不再出现,所以在访问外部数据存储单元时,绝不会访问外部程序存储器。当 $\overline{\text{RD}}$ 或 $\overline{\text{WR}}$ 有效时,在 P0 总线上将出现有效的输入(或输出)数据。

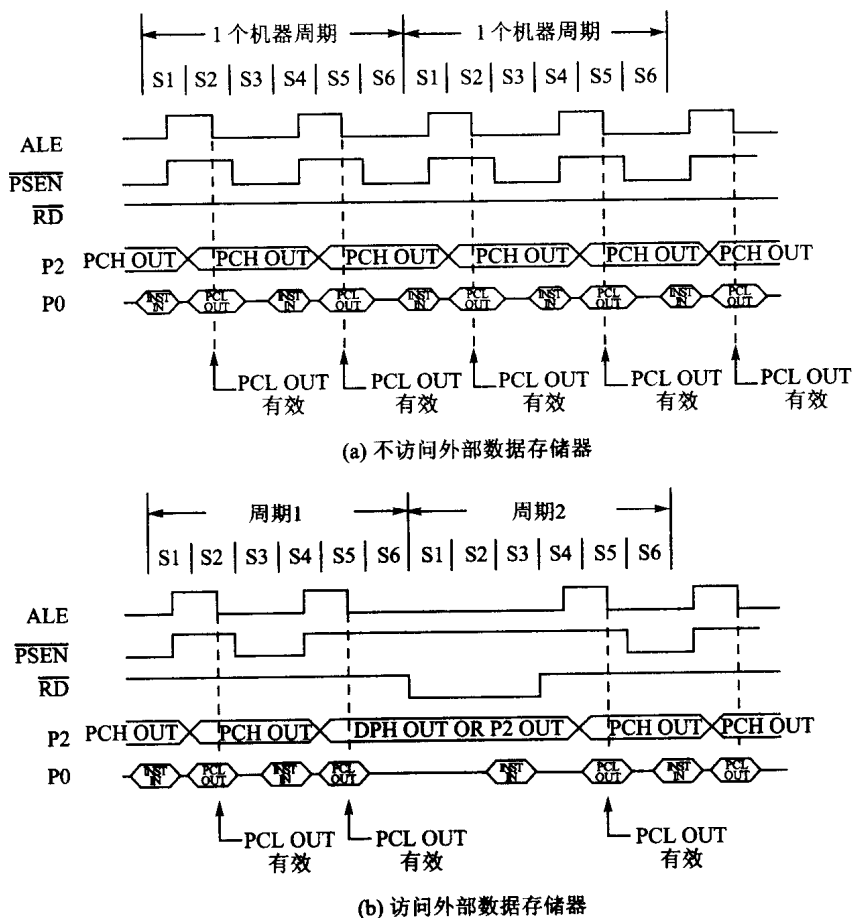


图 1-6 外部程序存储器的操作时序

1.1.2 存储器组织结构

在所有 AT89 系列 Flash 单片机中,都将程序存储器和数据存储器分为不同的存储空间。AT89 系列单片机的典型存储器的结构如图 1-7 所示。

程序和数据存储器分为不同的逻辑空间,使得 CPU 可用 8 位地址来访问数据存储器。这样可提高 8 位 CPU 的存储和处理速度。除此以外,也可通过数据指针(DPTR)寄存器来产生 16 位的数据存储器地址。

程序存储器是只可读不可写的,它用于存放编好的程序和表格常数。AT89 系列单片机可寻址的程序存储器总空间为 64 KB。外部程序存储器的读选通脉冲为 $\overline{\text{PSEN}}$ (程序存储允许信号)。

数据存储器在物理上和逻辑上都分为两个地址空间:一个内部和一个外部数据存储器空