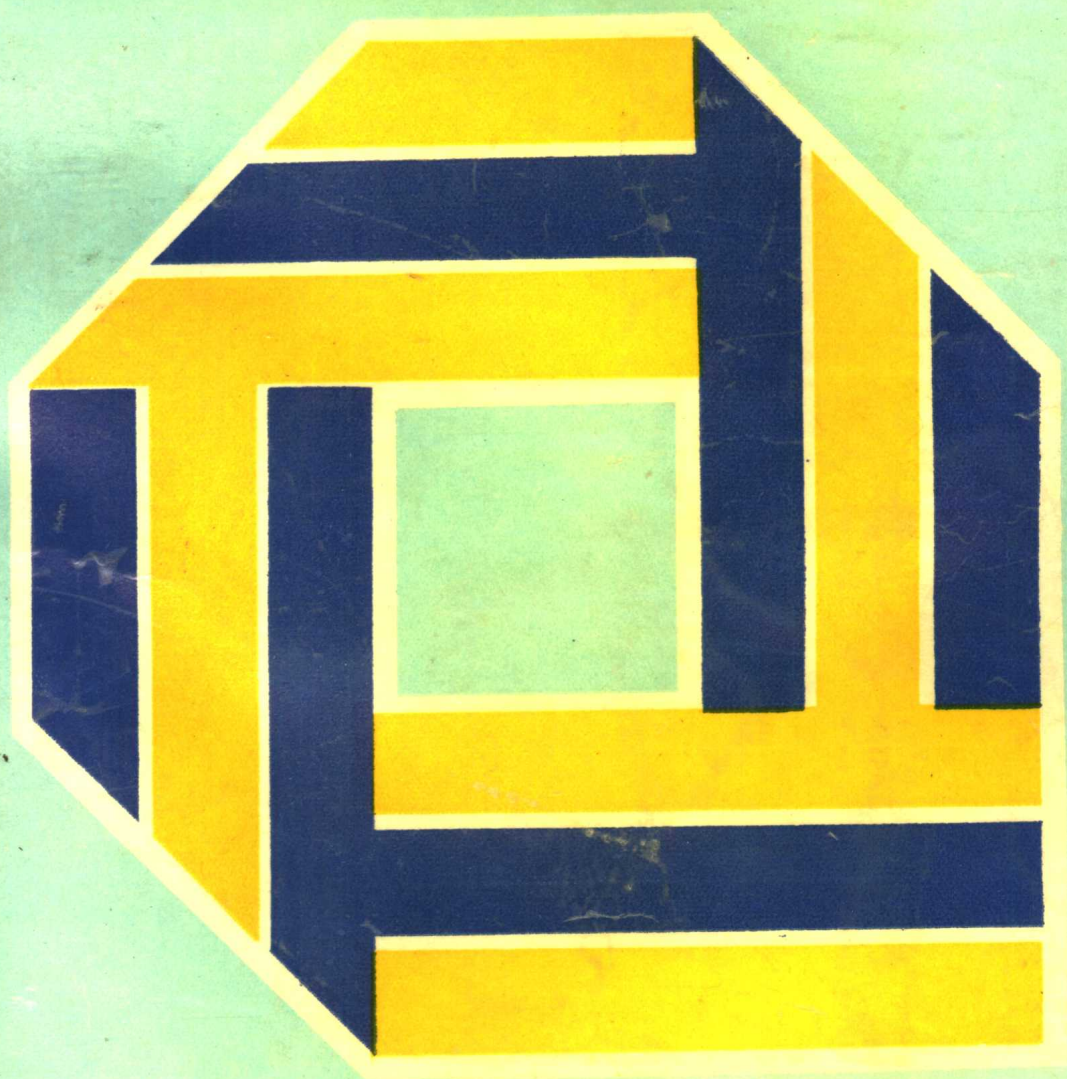


MCS-96 系列单片微机 原理与实践

刘振安 张培仁 编著



中国科学技术大学出版社

MCS-96 系 列

单 片 微 机 原 理 与 实 践

刘振安 张培仁 编著

中国科学技术大学出版社

1992 · 合肥

内 容 提 要

系统简述了 MCS-96 系列单片微机的结构、指令系统、中断系统、定时器、高速输入 HSI、高速输出 HSO、A/D 和 PWM 原理，串行口原理，集成开发系统软件的使用方法及硬件扩充等，还精选了一些综合应用和课程设计实例。对书中列举的实验，采用所提供的模拟仿真软件则有助于读者理解和掌握 MCS-96 系列单片微机汇编语言程序的各种命令及汇编程序的编制。

本书取材新颖，内容丰富，阐述系统。可作为大专院校的教科书、单片微机培训班的教材，也可作为从事微机应用工程技术人员的参考书。

(皖) 新登字 08 号

MCS-96 系列单片微机原理与实践

刘振安 张培仁 编著

*

中国科学技术大学出版社出版

(安徽省合肥市金寨路 96 号, 230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

安徽省新华书店发行

*

开本: 787×1092/16 印张: 15.75 字数: 383 千

1992 年 7 月第 1 版 1992 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1-5000 册

ISBN7-312-00375-3/TP·41 定价: 8.00 元

让更多的人了解计算机
让更多的人使用计算机

谷超豪

九二年一月

前 言

八十年代初, 单片微机技术在我国还是刚刚起步, 它一出现就引起科技界的普遍关注, 有关单片微机技术的培训、交流在我国迅速开展起来, 有力地推动了单片微机技术的普及和发展。到了八十年代中 (仅仅几年时间), 单片微机的开发和应用就几乎遍及国民经济的各行各业。其发展速度之快, 应用范围之广令人刮目相看。单片微机新的系列一经出现, 即被迅速介绍到国内, 国内学者则争相学习、交流、开发、应用, 单片微机技术还在以惊人的速度向前发展。

高等院校是培养高级科技人材的场所, 在高等院校尽早开设单片微机课程和普及单片微机技术是高等院校的职责。1988 年以来, 我们先后开设了 MCS-51 和 MCS-96 系列单片微机课程, 针对教学的要求, 我们研制了教学软件——8096/8098 单片机集成开发环境模拟仿真软件, 它能模拟到 8096/8098 的指令级。我们还设计了开发机——集开发系统 and 应用系统于一体, 这就为教学带来了很大的方便。在这几年教学实践的基础上, 我们编写了这本教材。

本书共十一章。第一章是 MCS-96 系列的结构综述, 讲清楚 8096, 8098 和 8096BH 的异同; 第二章是 MCS-96 系列的指令系统, 以图表形式介绍了 MCS-96 系列单片微机的指令系统之具体格式, 为手工汇编提供了方便; 第三章是中断系统及其应用; 第四章是定时器及其应用; 第五章是高速输入 HSI 及其应用; 第六章是高速输出 HSO; 第七章是 A/D 和 PWM 原理及应用; 第八章是串行口原理及其应用; 第九章是综合应用实验与课程设计, 我们精选了一些实例, 列出单片微机在不同领域的典型应用, 进一步说明单片微机的用途及其特点; 第十章是集成开发系统软件的使用方法和实例; 第十一章是硬件扩充和开发系统设计方法。

本书有如下特点:

1. 着重基本概念和实验。以通俗的语言和简要的内容阐述了单片微机的基本原理, 结合较多的实验, 帮助读者深刻理解和掌握单片微机的原理和 design 方法。
2. 理论联系实际。书中列举例题简易, 针对性强, 以验证单片微机的基本理论和软硬件的设计方法。实验由浅入深, 有一定工程背景, 能起到学以至用的效果。
3. 取材新颖, 内容丰富, 阐述系统。不仅系统简述了 MCS-96 系列的结构、指令系统、中断系统、定时器、高速输入 HSI、高速输出 HSO、A/D 和 PWM 原理、串行口原理、集成开发系统软件的使用方法、硬件扩充等, 还精选了一些综合应用和课程实例。对书中列举的实

验,采用模拟仿真软件则有助于读者理解和掌握 MCS-96 系列单片微机汇编语言程序的各种操作命令和汇编程序的编制。

4. 介绍了单片微机开发系统的设计方法。

5. 介绍了单片微机应用系统的抗干扰设计方法。

在本书的写作过程中,得到我校许多领导的大力支持。承蒙学部委员谷超豪校长为本书题词,给我们以鼓励和鞭策;安徽大学副校长、程慧霞教授,我校电子系主任沈兰荪教授和计算机系主任陈国良教授审阅了书稿;我校常务校长汤洪高书记及计算机课程指导委员会秘书长、西安交通大学刘甘娜副教授均给予大力支持。试用本教材的兄弟院校也提出很好的修改意见,使我们受益非浅。我们的学生雷杰和艾欣承担了第十章的编写工作,特此表示感谢。

因我们才疏学浅,不当之处在所难免,敬请读者和同行批评指正。

刘振安 张培仁

1992 年于中国科学技术大学

目 录

绪论	1
第一章 MCS-96 系列结构综述	5
1.1 MCS-96 系列的主要性能特点	5
1.2 MCS-96 系列的型号与封装	7
1.3 8098 / 8096 的引脚功能	12
1.4 中央处理机 CPU	14
1.5 时钟信号	17
1.6 存储器空间	18
1.7 芯片配置寄存器(CCR)	22
1.8 输入 / 输出 0~4	27
1.9 控制和状态寄存器	30
1.10 监视定时器	32
1.11 复位	32
习题 1	36
第二章 MCS-96 系列的指令系统	37
2.1 操作数的类型	37
2.2 寻址方式	39
2.3 程序状态字	41
2.4 指令系统概述	43
2.5 指令分类详解	49
2.6 实验	72
习题 2	75
第三章 中断系统及其应用	77
3.1 中断系统	77
3.2 中断禁止	82
3.3 优先级排队	83
3.4 中断系统编程实例及实验	84
习题 3	91
第四章 定时器及其应用	93
4.1 定时器概述	93
4.2 实例与实验	96
习题 4	100
第五章 高速输入 HSI 及其应用	101

5.1	HSI 工作原理	101
5.2	HSI 的控制	103
5.3	HSI 使用方法	105
5.4	实验与实例	106
	习题 5	109
第六章	高速输出 HSO	110
6.1	HSO 的基本结构	110
6.2	HSO 的控制	112
6.3	实例和实验	116
	习题 6	123
第七章	A / D 和 PWM 原理及应用	125
7.1	A / D 转换器	125
7.2	A / D 转换器的控制	129
7.3	A / D 转换器应用实例	131
7.4	PWM 的结构和工作原理	134
7.5	PWM 应用实例	136
	习题 7	139
第八章	串行口原理及其应用	141
8.1	串行口的工作原理	141
8.2	串行口的工作方式	143
8.3	实例和实验	145
	习题 8	149
第九章	综合应用实验与课程设计	150
9.1	利用 HSO.0 和 HSO.1 输出二路脉冲	150
9.2	利用 HSO 构成占空比可变的 PWM 信号	152
9.3	中断控制下的多道 I / O 程序	154
9.4	数字滤波	157
9.5	8096 / 8098 抗干扰编程方法	159
9.6	课程设计——(I) 时钟	163
9.7	课程设计——(II) 硬件扩充	169
9.8	课程设计——(III) 键盘与显示管理	170
	习题 9	182
第十章	集成开发系统软件的使用方法和实例	182
10.1	CLOWN SIMULATOR 集成环境	183
10.2	编辑器的使用	185
10.3	CLOWN 96 宏汇编语言及编译	187
10.4	调试器的使用	195
10.5	库函数管理	199
10.6	与其它开发机的目标文件互换程序	200

10.7	保留字和库函数.....	200
10.8	汇编错误信息.....	206
	习题 10	207
第十一章	开发系统设计方法	208
11.1	总体设计思想.....	208
11.2	模拟仿真系统设计方法.....	209
11.3	在线开发系统设计原理.....	214
11.4	监控程序设计思想.....	217
11.5	软、硬件资源统一管理的实现方法.....	217
11.6	使用说明.....	218
11.7	实例.....	221
11.8	DVCC-98-B 型开发机	223
11.9	ATD98 型开发机	226
附录 1	习题答案	227
附录 2	MCS-96 系列指令简表	236
附录 3	MCS-96 系列指令小结	238
附录 4	寄存器定义单元 DESFR	239
附录 5	保留字表	240
参考文献		240
模拟仿真软件问题解答		241
MCS-51 系列单片微机开发系统		243
邮购开发系统及软件优惠办法		244

绪 论

近年来单片机的技术发展很快,本章仅以 INTEL 公司的 MCS 系列为主,以 8031 和 8096 为例,纵览一下它们的特点,并与 Z80 芯片比较,探讨它们的优点。

1. MCS-51 系列性能简介

MCS-51 系列单片机是美国 INTEL 公司继 MCS-48 单片机之后,于八十年代初推出的产品。

MCS-51 单片机包括一个中央处理机,4KB 只读存储器,128 个字节的 RAM,21 个特殊功能寄存器,32 条 I/O(输入/输出)口线,2 个 16 位定时器/事件计数器,一个全双工串行口,5 个中断源,2 个优先级的嵌套中断结构以及一个片内振荡器和时钟电路。可见它本身就相当于一个功能很强的 Z80 单板机。

MCS-51 是指 8051,8751 和 8031 三个产品。8751 含有 4K 字节 EPROM,8051 有 4K 字节 ROM,而 8031 内部没有 ROM 或 EPROM,8031 外接一片 2732 就相当于 8051,它具有价格低,开发周期短,使用灵活等优点。

从应用角度看,它具有如下特征:

(1) **集成度高** 8051 内部包含 4K 字节的 ROM,128 字节的 RAM,4 个 8 位并行口,一个全双工串行口,两个十六位的定时计数器和一个处理功能很强的中央处理器。它本身就相当于一个扩充了很多外围芯片的 Z80 单板机。

(2) **系统结构简单** 它采用模块式结构,在芯片内部增加或更换一个模块,就能得到和系统指令与引脚相兼容的新产品。如 MCS-52 单片机,就是增加了 128 字节的 RAM 和一个 16 位定时器。MCS-51 的外部程序存储器和数据存储器都可扩充到 64K 字节,INTEL 公司标准的 I/O 接口电路和存储器电路都可直接和它连接,以扩展系统功能。

由于它具有积木式结构的特点,因此不必过多地涉及具体的电路,而只要着重介绍各种芯片的组成原理,外部特征及使用方法。

(3) **处理功能强,速度高** 它的指令系统中具有加,减,乘,除,各种逻辑运算和转移指令,还具有位操作功能。CPU 时钟高达 12MHz,单字节乘除法仅需 $4\mu s$,而且具有特殊的多机通讯功能,可作为多机系统中的一个子系统。

(4) **可靠性强** Z80 等微处理器属于商用品,一般要求在温湿度恒定的机房内工作。单片机属工业品,介于军品与商品之间,能在常温下工作。单片机应用系统体积小,容易采取屏蔽等措施。它的总线及许多连线大多在芯片内部,不易受到干扰,所以它的抗干扰性能好,可靠性高。

(5) **指令系统简明易掌握,效率较高** 在 111 种指令中,单字节指令 49 种,单周期指令 64 种,指令系统在存储空间和时间的利用率上是较高的。其硬件结构上有一个处理布尔变量的指令子集。该子集在设计需大量处理位变量的程序时十分有效、方便。这是 MCS-51 指令系统的一大特色,也降低了受外界干扰的程度。

(6) **容易产品化** 由于可把应用系统做得很小,因此具有体积小,可靠性高,功能强及价格低等特点,容易形成产品。它被誉为“控制领域最佳的 8 位机”,它将是机电一体化道路的重要器件。

(7) **容易实现硬件设计的软件固化** 它们是硬件系统软件化的典例,因为单片机稍加一定的外围设备就可以方便地构成一个应用系统,而且还可以根据自动控制,数据采集与处理系统,工业机器人,通讯,机床,导航,医疗卫生,智能仪器仪表,家用电器及设备改造等等方面的特点进行综合,设计出不同功能的单片机应用系统。由此可见,同一个应用系统,只要把软件重新设计,就成了一台新功能的仪器。这就减轻了硬件工作量。可以说,单片机应用系统能有以不变应万变的适应能力。这就大大节约了硬件工作量和加快新产品的研制周期。目前生产厂家已经根据大多数用户的要求,设计了面向控制或数据采集等不同领域的单片微机应用板,很受用户的欢迎。

(8) **实验接近实用** 容易做一些与应用系统十分相近的实验,因此能把教学与应用有机地结合起来。

(9) **选题可大可小、见效快** 容易被选做毕业论文的硬件支持,近年来选用单片机的论文已愈来愈多。Z80 的扩充方式已经让位于单片机。

随着微电子技术的发展,特别是大规模集成电路的发展,微处理器与微型计算机得到迅速发展。近年来出现了许多类型的单片微型计算机,国外主要单片机厂商也相继到我国推销他们的各种产品。纵观各种芯片,它们都有一个共同的特点:功能强,结构紧凑,体积小,功耗低,抗干扰能力强,价格便宜,用途广,能渗透到各个领域,并获得较高的经济效益。

目前机电一体化的趋势不仅要求机电类专业学生要掌握单片机知识,非机电类专业的学生也要对此有一定的了解。

2. MCS-96 系列的优越性

MCS-96 十六位单片微机是 Intel 公司推出的新机型,片内集成晶体管数达 12 万只以上,片内资源十分丰富。片上 232 字节的寄存器文件兼有 RAM,通用寄存器和累加器的功能。完全刷新了面向累加器的指令系统,指令操作数中不再出现累加器,克服了面向累加器引起的瓶颈问题,提高了执行效率。

MCS-96 对 8 源 8 级中断系统进行了改革,增加了软件优先级设置,为用户自己设置优先级提供了极大的灵活性。

其它诸如以先进先出队列(FIFO)为基础的 HSI 系统,以内容寻址存储器(CAM)为基础的 HSO 系统,以比较器为基础的脉宽调制系统(PWM),以 16 位定时器为基础的监视

定时器均属首次引入单片微机。虽然将 8 位 A/D 变换器引入单片微机有过先例，但是将 10 位 A/D 变换器，8 路多路开关乃至采样保持器引入单片微机，MCS-96 却是开创性的。

最近推出的 8098 单片机，性能价格比高，更适合于我国推广，其性能将在第 1.1 节中详细论述，这里仅强调如下问题：

(1) 它们是 16 位机。如上所述，在性能上比 MCS-51 系列有根本性的突破。该 CPU 在结构上的最大特点是：没有采用习惯的累加器结构，改用寄存器-寄存器结构，CPU 的操作直接面向 256 字节的寄存器空间，消除了一般结构中存在的累加器的瓶颈效应，提高了操作速度和数据吞吐能力。

16 位 CPU 支持位、字节和字操作，在部分指令中还支持 32 位双字操作，例如 32 位除 16 位。

(2) 高效的指令系统。8096/98 的很多指令既可用双操作数，也可用 3 操作数。后者包括 2 个源操作数和 1 个目的操作数，指令执行后，2 个源操作数的值不变。结果存目的操作数。这样就大大提高了编程的效率。例如指令

```
ADDB 20H, 22H, 24H
```

就把(22H)+(24H)的结果存入目的地址 20H 之中。而 MCS-51 则要执行

```
MOV A, 22H
```

```
ADD A, 24H
```

```
MOV 20H, A
```

等三条指令。

由于它有高效的指令系统，因此编程效率极高，同样的目的，其所用的指令远远比 MCS-51 少得多。例如一个四字节乘法，MCS-51 的程序近上百条指令，而 MCS-96 系列只有十几条。详见第二章的习题及答案。

如以一个四字节加法为例，假定要把(20H~23H)+(24H~27H)之和送到(30H~33H)中，如用 MCS-96 系列，只要如下两条指令：

```
ADD 30H, 20H, 24H
```

```
ADDC 32H, 22H, 26H
```

但如用 MCS-51 的指令，就要通过 A 累加器进行数据交换。又由于面向累加器引起的瓶颈问题，计算这样一个简单的问题，仍然需要二十几条指令。

该指令系统可以对不带符号和带符号数进行操作，有 16 位乘 16 位和 32 位除 16 位的乘除指令，有符号扩展指令，还有数据规格化指令(有利于浮点计算)等等。这些都是它优于 MCS-51 系列指令系统之处。

(3) 因为指令短少，给使用带来很大的方便。

(4) 它的很多概念与大、中型机类似，有助于以后的知识更新。

(5) 因为芯片功能极强，因此做实验很方便，只要在芯片外接上一些开关、喇叭或指示灯，就可以做大部分实验。就是很复杂的实验，所需外围器件也很少。

(6) 它所能完成的实验更接近复杂的应用场合，密切了学以至用。

(7) 适合高科技开发。和 MCS-48、MCS-51 系列单片机相比，MCS-96 系列单片机已经是真正的 16 位机，在软件方面增强了数值运算指令，在硬件方面增加了模拟量

I/O 口和高速 I/O 口，它不仅能作为非数值计算的逻辑控制器使用，而且适用于实时性要求较高的各类自动控制系统。如工业过程控制，汽车中的各种控制，机器人控制，机床控制，飞行器制导系统等。

一个多通道 A/D 转换器比 MCS-51 更适用于数据采集系统和实现综合测量的智能仪器。由此，它远比 8 位机优越。

3. 开创教学和实验新途径

建立单片机实验室要花很多钱。为此我们研制了软件仿真系统，无论是 MCS-51 系列还是 MCS-98 系统，均有相应的仿真到芯片指令级的仿真模拟软件，不需要硬件开发机系统就可以调试运行单片机程序，既解决了调试工具，又解决了实验设备问题。

模拟仿真软件与硬件开发机相比，有如下特点：

- (1) 它有远比开发机丰富的调试窗口和方法，使用更为方便。
- (2) 它没有接线错误、接触不良等一系列硬件问题，从而减少了出错概率。
- (3) 没有硬件损耗和修理等问题，减轻了实验室工作强度。
- (4) 它给学生和教师提供了方便、可靠的开发手段。

这样，把教学、实验、科研和开发应用有机地结合起来，为学以至用开创了新的途径。

当然，为了培养学生的动手能力，有必要做一些硬件试验。因为程序的硬件模拟调试均可在仿真软件中完成，有两台开发机供学生轮流验证已经足够。

本书以模拟软件为实验和教学工具，并配详细实验方法，以期为读者提供学习、实验和开发的新途径。

第一章 MCS-96 系列结构综述

本章着重叙述 MCS-96 系列单片机的性能特点和应用领域。

在介绍 MCS-96 系列单片机的硬件结构时，着眼于应用，略去很多与用户关系不大的细节。为了更好地理解和应用中断、定时器、HSI、HSO、A/D、PWM 和串行口，在讲述了指令系统之后，再在第 3~8 章结合实例进行讲述。

在本章中还将叙述该系列产品中各种型号的主要差别、不同的封装形式和芯片的引脚定义。

16 位微控制器 MCS-96 家族成员众多，它们都擅长于高速控制功能。MCS-96 系列指 8096BH 子系列、8096 子系列和 8098 子系列。其新成员 8098 系专为要求 16 位微控制器速度而又局限于 8 位外部总线的应用场合设计的。它与 MCS-96 系列中的其它芯片相比，具有性能高、功能全、价格低和使用方便（48 脚）等优点，因而非常适合推广。读者要从理论上弄清它们的异同。在举例时，则侧重于 8098 的应用。

1.1 MCS-96 系列的主要性能特点

8096 / 8098 是当今具有最高性能的单片微型计算机系列产品之一。它的主要性能特点简介如下：

(1) 16 位的 CPU(中央处理器)

该 CPU 在结构上的最大特点是：没有采用习惯的累加器结构，改用寄存器-寄存器结构，CPU 的操作直接面向 256 字节的寄存器空间，消除了一般结构中存在的累加器的瓶颈效应，提高了操作速度和数据吞吐能力。

16 位 CPU 支持位、字节和字操作，在部分指令中还支持 32 位双字操作，例如 32 位除 16 位。

(2) 高效的指令系统

该指令系统可以对不带符号和带符号数进行操作，有 16 位乘 16 位和 32 位除 16 位的乘除指令，有符号扩展指令，还有数据规格化指令(有利于浮点计算)等。这些都是它优于 MCS-51 系列指令系统之处。

8096 / 8098 的很多指令既可用双操作数，也可用 3 操作数。后者包括 2 个源操作数和 1 个目的操作数，指令执行后，2 个源操作数的值不变，结果存目的操作数。这样就大大提高了编程的效率。例如指令

ADDB 20H, 22H, 24H

就把(22H)+(24H)的结果存入目的地址 20H 之中。而 MCS-51 则要执行

```
MOV  A, 22H
ADD  A, 24H
MOV  20H, A
```

等三条指令。

当采用 12MHz 外接晶体时，一条指令的最短执行时间为 $1\mu\text{s}$ ，最长(外部操作数的乘法指令)为 $9.5\mu\text{s}$

(3) 10 位 A/D 转换器

在 MCS-96 系列的部分型号产品中，有一个 8 通道或 4 通道的 10 位 A/D 转换器，这些型号的产品特别适用于多路数据采集系统、智能仪器和控制系统等应用领域。

A/D 转换周期为 $42\mu\text{s}$ (8096)或 $22\mu\text{s}$ (8096BH/8098)。

(4) 脉宽调制输出

它作为 D/A 转换器输出。8096/8098 单片机可以直接提供脉宽调制信号，某些电机可以用它直接驱动。脉宽调制输出信号经过积分就可以获得直流输出。D/A 转换器的分辨率为 8 位。脉冲周期为 $64\mu\text{s}$ (12MHz 时)。D/A 输出通常是自动控制系统中所不可缺少的。

(5) 全双工串行口

8096/8098 具有与 MCS-51 兼容的全双工串行口。这个串行口有 4 种操作模式，使它可方便地与 CRT 终端等设备进行通信以及多处理机通信，或用于 I/O 扩展。

(6) 高速输入/输出器

高速输入器可以相对于内部定时器产生的实时时钟，记下某个外部事件发生的时间，一共可以记下 8 个事件；而高速输出器可以按规定的时刻去触发某一事件，任何时候，都可以悬挂起 8 个事件。

“高速”意味着这些功能是“自动地”(相对于定时器)实现的，无需 CPU 的干预。

高速输入/输出器特别适用于测量和产生分辨力高达 $2\mu\text{s}$ 的脉冲。

(7) 5 个 8 位标准输入/输出口

除了上述高速输入/输出器之外，MCS-96 还有 5 个 8 位 I/O 口(8096/98 有 4 个 8 位 I/O 口)。这些口有相当一部分是多用途的。

(8) 9 个中断源

9 个中断源有 8 个中断留给用户使用，这 8 个中断源对应着 8 个中断矢量，而有些中断矢量又对应着多个中断事件，共对应 20 多种事件。

(9) 16 位监视定时器

产生软、硬件故障时，监视定时器(Watchdog timer)将使系统复位，提供一种软、硬件故障的恢复能力。

(10) 可动态配置的总线

在运行过程中，MCS-96 的总线可以动态地配置成 8 位的或 16 位的，以便适应对外部存储器进行字节操作或字操作的不同需求。

(11) 8K 字节的内部 ROM

总存储器空间为 64K 字节，在带内部 ROM 的芯片中，内部 ROM 的容量为 8K 字节。内部 ROM/EPROM 可以加密，并可在运行中对 EPROM 编程。

(12) 256 字节的寄存器阵列和专用寄存器

其中 232 字节为内部寄存器阵列，它兼有一般微处理机中通用寄存器和高速 RAM 的功能。另外 24 字节为专用寄存器。

(13) 2 个 16 位定时器

其中定时器 1 在系统中作实时时钟用，系统运行时，不停地循环计数。定时器 2 根据外部引脚的触发信号而计数，实际上是一个外部事件计数器。

(14) 4 个软件定时器

4 个软件定时器受高速输出器控制，到达预定时间时，设置相应的软件定时器标志，可以激活软件定时器中断。

上面概括了 MCS-96 系列单片机中可供用户使用的软、硬件资源。可以看出，它的资源远比 MCS-51 的丰富，因而它具有更广阔的应用前景。这里列举其可能应用的若干领域：

(1) 自动控制系统

和 MCS-48、MCS-51 系列单片机相比，MCS-96 系列单片机已经是真正的 16 位机，在软件方面增强了数值运算指令，在硬件方面增加了模拟量 I/O 口和高速 I/O 口，使得它不仅能作为非数值计算的逻辑控制器使用，而且适用于实时性要求较高的各类自动控制系统。如工业过程控制，汽车中的各种控制，机器人控制，机床控制，飞行器的制导系统等。

(2) 测试系统与智能仪器

一个多通道的 A/D 转换器使它比 MCS-51 更适用于数据采集系统和实现综合测量的智能仪器。

(3) 外设控制器

如绘图仪、彩色和黑白复印机、软盘和硬盘驱动器、光盘驱动器、磁带驱动器和打印机等。

(4) 通信和分布式控制系统

它具有一个适用于多机通信的串行口，因此也能方便地用于分布式控制系统中。

(5) 家用电器

如录像机、洗衣机和电视游戏机等。

事实上我们很难列出它的全部应用领域。作为一个小巧玲珑的工具，它几乎是无孔不入，渗透到生产和生活的各个角落。

1.2 MCS-96 系列的型号与封装

作为系列产品，MCS-96 系列有不同的型号和不同的封装形式。

在后续章节中除非有特别的说明，我们将以“8096”来泛指 MCS-96 系列中的所有产品。但对一个实际用户而言，必须搞清每种型号的真正含义。

通常所指的 MCS-8098，包括统称为 8098 的下列几种器件：

- (1) 8398—掩膜 ROM(8K 字节)型器件;
- (2) 8795BH—EPROM(8K 字节)型器件;
- (3) 8096—无片内 ROM 型器件;
- (4) 8098 芯片。

MCS-96 包含 3 个子系列: 8096、8098 和 8096BH。8096BH 完全兼容 8096 / 98, 但前者在功能上比后者更强, 且 8096BH 系列提供了带 8K 字节内部 EPROM 的型号产品, 该 EPROM 能采用几种编程方式, 包括在运行中编程的方式, 对已写好的 EPROM 可以采取保密措施; 而 8096 子系列不提供带 EPROM 的型号。

在性能上, 8096BH / 8098 的 A / D 转换速度高于 8096 的速度, 前者为 22 μ s, 后者为 42 μ s。8096BH 中还多一个芯片配置寄存器(CCR), 在后续章节中, 凡 8096BH 特有的功能, 我们将给以专门的说明。

除了上述三个子系列的区别之外, 还可以根据有无内部 A / D 转换器, 有无内部 ROM 或 EPROM, 是 68 引脚还是 48 引脚, 以及不同的封装形式, 把 MCS-96 系列细分为不同的型号, 见表 1.1。

表 1.1 MCS-96 系列的产品型号

类 型	脚 数	无 A / D	有 A / D
无 ROM 型	48 脚	8094-90	8095-90
		8094BH	8095BH
	68 脚	8096-90	8097-90
		8096BH	8097BH
有 ROM 型	48 脚	8394-90	8395-90
		8394BH	8395BH
	68 脚	8396-90	8397-90
		8396BH	8397BH
EPROM 型	48 脚	8794BH	8795BH
	68 脚	8796BH	8797BH

MCS-96 有如下 4 种不同的封装结构:

- (1) 双列直插式 (Dual-In-Line Package DIP)
- (2) 单排方形引脚 (Pin Grid Array PGA)
- (3) 单排陶瓷封装 (Plastic Leaded Chip Carrier PLCC)
- (4) 双排方形引脚 (Leadless Chip Carrier LCC)

封装结构分别如图 1.1~1.5 所示。48 脚采用 DIP 的封装结构, 8096BH 子系列的 68 脚芯片采用其它 3 种方形封装结构, 8096 子系列的 68 脚芯片只采用 PLCC 和 PGA 封装结构。

与 68 脚的芯片相比, 48 脚的芯片不提供如下一些引脚:

P0 中的 P0.0~P0.3 共 4 个引脚;

P1 的全部 8 根引脚;

P2 中的 P2.3, P2.4, P2.6 和 P2.7 共 4 个引脚;