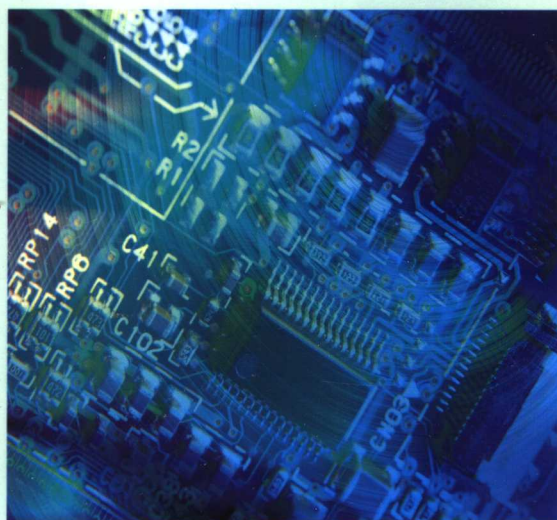




MCS-51

单片机原理 及工程应用

龙泽明 顾立志 王桂莲 陈光军 编著

北 国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

MCS-51 单片机原理及工程应用

龙泽明 顾立志 编著
王桂莲 陈光军

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

MCS-51 单片机原理及工程应用/龙泽明等编著. —北京:国防工业出版社, 2005. 6
ISBN 7-118-03932-2

I. M... II. 龙... III. 单片微型计算机, MCS-51
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 057860 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 11¼ 255 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:20.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

单片微型计算机(单片机)自 20 世纪 70 年代出现以来,被广泛地应用于科研、生产、生活及其他各个领域,已对人类社会的发展产生了很大的影响。目前,市场上有很多种类的单片机,无论从性能还是从价格来看,都存在着明显不同的特点。档次不断提高,应用领域不断扩大。尤其是美国 Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片机,具有优异的性能价格比,被广泛地应用在智能仪器仪表、工业检测控制、民用家电等诸多方面。

MCS-51 系列单片机之所以能在各个技术领域中得到如此迅猛的发展,与其构成的计算机应用系统具有很高的可靠性、柔性特征、容易开发扩展和系统配置较典型、规范、容易构成各种规模的应用系统有很大关系。因此,尽管目前有各种高性能、高档次的单片机不断问世,但由于 MCS-51 单片机具有易于学习、便于掌握的特点,以及它在国内是最具代表性的主导机型,拥有最多的应用开发用户,积累的实际应用资料、开发经验最丰富,还具有很大的应用惯性。因此,在今后一定时期内,MCS-51 系列单片机仍是广大技术人员优先考虑的机型。

目前,国内单片机的开发应用已渗透到了国民经济的众多领域。在机电一体化、智能化仪器、工业控制等方面的应用尤为突出。广大电子工程技术人员和在校学生,都把单片机技术作为一项基本技能而认真学习掌握。依据多年教学和科研的经验,作者编写了《MCS-51 单片机原理及工程应用》这本书。本书注重理论研究与实践应用相结合,把单片机原理和其应用控制技术相结合:在理论上系统地介绍了 MCS-51 系列单片机的工作原理、功能结构、应用系统的构成及接口电路;在应用上完整地介绍了单片机应用控制系统设计的思想和步骤,并给出了作者已将它成功地应用于实际的单片机控制系统的设计实例。全书共分十章,第一章至第五章着重介绍了 MCS-51 单片机的硬件结构和指令系统;第六章至第八章从实用角度出发,介绍了各种类型的硬件与 MCS-51 的接口设计,如存储器、键盘、显示器及微型打印机等;第九章介绍了常用的数据运算方法及其处理程序,并结合实例给出了较多的实用子程序,以方便读者在程序设计时参考;第十章介绍了 MCS-51 单片机在实际生产实践中的应用实例,并给出了几个典型完整的单片机应用系统的全部设计过程,使读者能够更加深入系统地了解和应用 MCS-51 系列单片机来解决工程实践中的实际问题。

本书具有以下特点:

(1) 详细介绍了单片机硬件及各种硬件接口。在很多章节中,结合各章节内容给出了小实例。书中的实例,均来自科研工作和教学实践,使读者能够建立起单片机应用控制系统的总体逻辑结构框架。

(2) 强调了控制系统的设计。提供了作者在实际工程项目中实践过的一定数量的应用实例,突出了选材的实用性、典型性。通过典型实例使读者能更快地了解和掌握典型的

IV

MCS-51 单片机及控制系统设计。

(3) 除介绍了典型电路和典型程序外,还介绍了新器件和新电路。用实例引路,可举一反三、通俗易懂、深入浅出、适应面广、便于自学。

(4) 本书既可作为工科院校本科生、研究生学习使用,也可作为广大从事自动控制、测试、机电一体化及各类从事 MCS-51 单片机应用的工程技术人员参考。

由于作者的水平有限,书中的错误及疏漏之处在所难免,敬请批评指正。

编著者

目 录

第一章 单片机概述	1
第一节 单片机的历史及发展趋势.....	1
第二节 单片机的特点与应用.....	2
第二章 单片机硬件结构	6
第一节 单片机基本硬件结构.....	6
第二节 单片机外部功能特性.....	8
第三节 单片机存储器功能分类.....	8
第四节 单片机的 I/O 端口	15
第五节 单片机复位电路	18
第六节 单片机时钟电路	20
第三章 单片机指令系统	22
第一节 单片机的寻址方式	23
第二节 指令系统说明	25
第三节 指令系统应用举例	34
第四章 单片机中断系统	37
第一节 单片机中断控制寄存器	38
第二节 单片机中断响应过程	40
第三节 单片机外部中断触发方式选择	41
第四节 单片机中断系统应用	43
第五章 单片机定时器/计数器	46
第一节 定时器/计数器的结构.....	46
第二节 定时器/计数器 4 种工作方式.....	48
第三节 定时器/计数器对输入信号的要求.....	50
第四节 定时器/计数器编程和应用.....	51
第六章 单片机存储器的扩展	55
第一节 程序存储器的扩展	56
第二节 数据存储器的扩展	57

第三节	存储器的地址空间分配方法	61
第四节	E ² PROM 存储器芯片	65
第七章	单片机 I/O 接口扩展	70
第一节	8255A 并行接口芯片	70
第二节	单片机与 8255A 接口	74
第三节	单片机与 8255A 接口应用举例	75
第八章	单片机与显示器、键盘的接口	82
第一节	单片机与 LED 数码管的接口原理	82
第二节	单片机与键盘的接口原理	86
第三节	键盘/显示器接口实例	90
第四节	单片机与 LCD 液晶显示模块接口	98
第九章	单片机功能子程序	112
第一节	查表程序设计	112
第二节	散转程序设计	116
第三节	循环程序设计	119
第四节	定点数运算程序设计	121
第五节	浮点数运算程序设计	133
第六节	码制转换	144
第七节	数字滤波	152
第十章	单片机应用系统	157
第一节	瓶装药品贴标机电气控制系统	157
第二节	液压转塔六角车床电气控制系统	162
参考文献		171

第一章 单片机概述

单片微型计算机(简称单片机)作为微型计算机的一个重要的分支,自 20 世纪 70 年代问世以来,以其极高的性能价格比,备受人们的重视和关注,应用很广,发展也很快。

第一节 单片机的历史及发展趋势

自从 1946 年世界上第 1 台计算机问世以来,计算机由于自身的优势得到了高速的发展。大规模及超大规模集成电路的出现使计算机的体积缩小,促使微型计算机应运而生。单片机是在一块硅片上集成了中央处理器(CPU),存储器(RAM,ROM,EPROM)和各种输入、输出接口(定时器,计数器,并行 I/O 接口,串行接口,A/D 转换器以及脉冲调制器 PWM 等),具有一台计算机的功能,因而被称为单片微型计算机。由于单片机的硬件结构与指令系统的功能都是按工业控制要求而设计的,常用在工业的检测、控制装置中,因而也称为微控制器(Micro-Controller)或嵌入式控制器(Embedded-Controller)。

单片机按照其用途可分为通用型和专用型两大类。通常所说的和本书所介绍的单片机是指通用型单片机。

通用型单片机是把开发资源(如 ROM, RAM, EPROM, I/O 接口)全部提供给使用者。

专用型单片机的硬件结构和指令是按照某个特定用途而设计的。例如:频率合成调谐器、录音机机芯控制器和打印机控制器等。

单片机根据其基本操作处理的位数可分为:1 位单片机,4 位单片机,8 位单片机,16 位单片机,32 位单片机。

单片机的发展历史可划分为 4 个阶段:

第 1 阶段(1974 年—1976 年):单片机初级阶段。因工艺限制,单片机采用双片的形式而且功能比较简单。

第 2 阶段(1976 年—1978 年):低性能单片机阶段。以 Intel 公司制造的 MSC-48 单片机为代表,这种单片机内集成有 8 位 CPU 并行 I/O,8 位定时器/计数器 RAM 和 ROM 等,但是不足之处是无串行接口,中断处理比较简单,片内 RAM 和 ROM 容量较小且寻址范围不大于 4KB。

第 3 阶段(1978 年至现在):高性能单片机阶段。这个阶段推出的单片机普遍带有串行 I/O 接口,多级中断系统,16 位定时器/计数器,片内 ROM、RAM 容量加大,且寻址范围可达到 64KB,有的片内还带有 A/D 转换器。由于这类单片机的性能价格比较高,所以仍被广泛应用,是目前应用数量较多的单片机。

第 4 阶段(1982 至现在):8 位单片机巩固发展及 16 位单片机、32 位单片机推出阶

段。此阶段的主要特征是一方面发展 16 位单片机、32 位单片机及专用型单片机;另一方面不断完善高档 8 位单片机,改善其结构,以满足不同用户的需要。

单片机的发展趋势将是向大容量、高性能化、外围电路内装化等方面发展。

1. CPU 的改进

① 用双 CPU 结构,以提高处理能力。

② 增加数据总线宽度,单片机内部采用 16 位数据总线,其数据处理能力明显优于一般 8 位单片机。

③ 采用流水线结构。

④ 串行总线结构。

2. 存储器的改进

① 加大存储容量。

② 片内 EPROM 开始 EEPROM 化。

③ 程序保密化。

3. 片内 I/O 的改进

一般单片机都有较多的并行接口,以满足外围设备、芯片扩展的需要,并配有串行接口,以满足多机通信功能的要求。

① 增加并行接口的驱动能力。

② 增加 I/O 接口的逻辑控制功能。

③ 设置串行接口功能。

4. 外围电路内装化

随着集成度的不断提高,有可能把众多的外围功能器件集成在片内,这是单片机发展的重要趋势。除了一般必须具有的 ROM、RAM、定时/计数器、中断系统外,随着单片机档次的提高,以适应检测和控制功能更高的要求,片内集成的部件还有模/数转换器、数/模转换器、DMA 控制器、中断控制器、锁相环、频率合成器、字符发生器、声音发生器、CRT 控制器、译码驱动器等。

由于集成工艺在不断发展,能装入片内的外围电路也可以是大规模的,把所需的外围电路全部装入单片机内,即系统的单片化是目前单片机的发展趋势。

5. 低耗化

8 位单片机中有一半的产品已 CMOS 化,CMOS 芯片的单片机具有功耗小的优点,而且为了充分发挥低功耗的特点,这类单片机普遍配置有 Wait 和 Stop 两种工作方式。

第二节 单片机的特点与应用

1. 单片机的特点

微型计算机具有运算速度快、精度高、方便灵活、适应范围广和可靠性高等特点。作为其分支的单片机,由于特殊的硬件结构和指令系统,还具有以下突出特点:

(1) 体积小,价格低,应用广

由于计算机的主要器件集中在一个芯片上,而且适合大规模生产,因体积、质量、价格上具有优势,便于在中小设备、廉价设备上使用,从而使计算机深入到过去无法进入的领

域,拓宽了微型计算机的应用范围。

(2) 通用性、灵活性强

在改变单片机的控制对象时,可以基本上不动硬件,只需改变程序即可。另外,还可以很方便地对其进行扩展。

(3) 可靠性高、抗干扰能力强

单片机的高集成度,避免了功能器件之间的连线焊接、插接,缩短了系统内部的信息传送距离,从而提高了可靠性和减少了外部干扰的影响,能够适用于工作环境较恶劣的场合。

(4) 实时控制能力强

实时控制又称过程控制,具有及时地检测设备、采集数据信息、并按最佳方案对设备进行自动调节和控制的能力。单片机具有很强的逻辑操作、位处理和判断转移功能,运行速度快,特别适合于工业系统的实时控制。

(5) 应用开发周期短

单片机结构简单,硬件组合、软件编程都很方便,又容易进行模拟试验,因此付诸实际应用快。

2. 单片机的应用

单片机体积小、功能强等特点,决定了它在工业控制、智能化仪器、通信系统、信息处理和家用电器等领域得到广泛应用。

(1) 工业控制

如过程控制自动化、数控机械设备、工业机器人等。单片机进行过程实时控制,可提高自动化水平,减轻劳动强度,提高控制准确性,从而降低成本,提高产品质量。

(2) 智能化仪器

如光谱仪、齿轮精度检验仪类的各种工业检验、测量仪器和医疗器械等。单片机可用于仪器的数据的处理、存储、测试、校准和自动诊断故障等,提高了仪器的精度和可靠性,并扩大了仪器功能。

(3) 家用电器

如自动控温冰箱、全自动洗衣机、智能玩具等。单片机用于家用电器,使这些产品使用更简捷、方便,提高了生活质量。

(4) 导航系统

如飞机导航、导弹控制、航天飞机的地面控制等。

(5) 各种计算机外部设备及电器方面

打印机、硬盘驱动器、彩色与黑白复印机、磁带机等。

(6) 多机分布式系统

可用单片机构成分布式测控系统,使单片机应用进入了一个新的水平。

单片机的应用范围很广,计算机的终端(打印机、键盘等)脱机工作、通信设备的计算机通信网等等,几乎所有需要控制、检测、数据处理的设施上都可以有单片机的应用。

3. MCS-51 系列单片机

Intel 公司单片机是目前应用最广、品种最多的单片机。Intel 公司于 1976 年推出 MCS-48 系列单片机,该系列最典型的产品为 8048,它是在一个 40 只引脚的大规模集成

电路内,包含有一个8位CPU、1KB的ROM程序存储器、64B的RAM数据存储器,一个8位定时器/计数器和27根输入/输出线。

Intel公司在MCS-48系列的基础上,在20世纪80年代初又推出了MCS-51系列的高性能的8位单片机。它与MCS-48系列相比,在片内存储器容量、I/O接口的功能以及指令系统功能等方面,都大大地得到加强。MCS-51系列单片机特别适用于实时控制、智能仪表、主从结构的多机系统等领域,是工业检测、控制领域中最理想的8位单片机。

从应用的角度看,MCS-51单片机具有如下的一些特点:

(1) 集成度高

MCS-51单片机的典型代表产品为8031。8031芯片内部包含了128B的ROM,4个8位并行I/O接口,1个全双工的串行接口,2个16位的定时器。MCS-51单片机的另一代表产品为8751。

(2) 系统结构简单

MCS-51芯片内部采用模块化结构,增加或更换一个模块,就能得到指令系统和引脚兼容的新产品,例如MCS-52系列单片机,其结构是增加了128B的RAM和一个16位定时器。

(3) 系统扩展方便

MCS-51具有外扩至64KB程序存储器和64KB的外部RAM和I/O接口的能力。当MCS-51芯片内部RAM和芯片本身的I/O接口线不够用时,即可进行系统的扩展。许多公司生产的I/O接口芯片和各大公司生产的通用存储器芯片都可以直接与MCS-51相连接,从而很方便地扩展系统功能。

(4) 可靠性高

MCS-51单片机的总线大多在芯片内部,不易受干扰,而且MCS-51应用系统体积小,容易采取屏蔽等措施,适应范围宽,在各种恶劣的环境下都能可靠地工作。MCS-51单片机又根据其抗干扰性能有军用、民用之分。用户可根据MCS-51单片机系统的应用环境,来选择合适的MCS-51单片机。其中军用品的抗干扰性能最强,可靠性最高。

(5) 处理功能强、速度快

MCS-51单片机指令系统中有加、减、乘、除及各种逻辑运算和转移指令,还具有位操作功能,这在检测、控制中特别有用。CPU时钟频率高达12MHz,指令系统中近50%的指令为单字节指令,指令执行速度快。完成单字节乘法和单字节除法仅需要4 μ s(时钟频率为12MHz)。

(6) 容易产品化

MCS-51单片机应用系统具有体积小、可靠性高、功能强、价格低等特点,因此很容易形成产品,可以把它装入各种仪器仪表及控制装置中。

MCS-51系列单片机的3个基本产品为8031、8751、8051。它们的引脚与指令系统完全兼容,但在内部结构及应用特性方面存在一些差异。

8031内部包括1个8位的CPU、128B的RAM、21个特殊功能寄存器(SFR)、4个8位并行I/O接口、1个全双工的串行接口,2个16位的定时器/计数器,但程序存储器需外扩EPROM的芯片。

8051是在8031的基础上,片内集成有4KB的ROM,作为程序存储器,是一个程序不

超过 4KB 的小系统。ROM 内的程序是公司制作芯片时代为用户烧制的,出厂的 8051 都是含有用途的单片机。所以 8051 应用在程序已定、且批量大的单片机产品中。由于以上限制,目前在国内很少采用。

8751 是在 8031 基础上,增加了 4KB 的 EPROM,构成了一个程序小于 4KB 的小系统。用户可以将程序固化在 EPROM 中,可以反复修改程序。但其价格相对于 8031 贵。8031 外扩一片 4KB 的 EPROM 就相当于 8751,它的最大优点是价格低,目前我国得到了广泛的应用。随着大规模集成电路技术的不断发展,能装入片内的外围接口电路也可以是大规模的。Intel 公司在 MCS-51 系列 3 种基本型产品(8031、8051、8751)的基础上,又推出各类增强型系列产品,即所谓的高档单片机,其主要的增强型产品如下:

(1) 8032/8052/8752

将原来的 8031/8751/8051 进行扩展,内部 RAM 的容量增到 256B,8752/8052 片内的程序存储器容量增到 8KB,定时器/计数器增至 3 个 16 位计数器,有 6 个中断源。

(2) 低功耗的 CHMOS 工艺芯片 80C31BH/87C51/80C51BH

这种芯片允许电流波动范围较大,为 $5V(1 \pm 20\%)$,并有两种掉电工作方式:一种是 CPU 停止工作,其他部分仍继续工作;另一种是,除片内 RAM 继续保持数据外,其他部分都停止工作。此类单片机的功耗低,非常适于电池供电或其他要求低功耗的场合。

(3) 具有高级语言编程的芯片 8052H-BASIC

芯片内固化有 MCS-BASIC52 解释程序,软件开发比较方便。此外还有实现 BCD 码的浮点运算以及十六进制数和十进制数的转换。BASIC52 语言能和 MCS-51 汇编语言混合使用。

(4) 高性能的 8XCX52 系列

在 8052 的基础上,采用 CHMOS 工艺,并将 MCS-96 系列中的一些 I/O 部件,如高速输入/输出(HIS/HSO)、A/D 转换器、脉冲宽度调制(PSW)、看门狗定时器(WATCH DOG)等移植进来构成新一代 MCS-51 产品,80C252/87C252/83C252 是 MCS-51 系列中目前最新的产品。

(5) 低功耗、高性能的 89C51

北京集成电路设计中心推出的 BI/Atu89C51 单片机,是一个低功耗、高性能的含有 4KB 快擦写可编程/擦除只读存储器(EEPROM)的 8 位 CMOS 单片机,时钟频率高达 20MHz,与 8031 的指令系统和引脚完全兼容。芯片上的 EEPROM 允许在线(+5V)电擦除、电写入或采用非易失存储编程器对程序存储器重复编程。此外,BI/Atu89C51 还支持由软件选择的两种掉电工作方式,非常适于电池或其他要求低功耗的场合。由于芯片内的 4KB 程序存储器可在线或用编程器重复编程,受到了应用设计者的欢迎,并得到了较为广泛的应用。

尽管 MCS-51 系列单片机有多种类型,但是掌握好基本型(8031、8051、8751)却是十分重要的,因为它是 MCS-51 系列中各种类型单片机的基础,而且基本型中的 8031 是目前使用最多的。因为 8031 价格低廉,另外对于大多数工业检测、控制场合,8031 也能满足要求,因此本书讨论的重点是 8031 单片机,以及 8031 应用系统的设计方法。

第二章 单片机硬件结构

本章主要介绍 MCS-51 单片机的基本硬件,主要是单片机本身内部的基本组成。从单片机应用系统设计的角度,说明单片机内部为用户提供者提供的系统资源,以及使单片机维持最基本的工作状态,需提供的外部支持电路。即主要围绕单片机本身的特点、内部结构提供的系统资源,来说明如何更好地应用单片机为工程设计服务。

单片机的信号分为三大类、即数据类、地址类和控制类。数据类信号主要是用于片内外数据的传输;地址类信号主要用于提供外部端口的地址;控制类信号主要用于片外端口的控制。MCS-51 单片机的逻辑示意如图 2.1 所示。

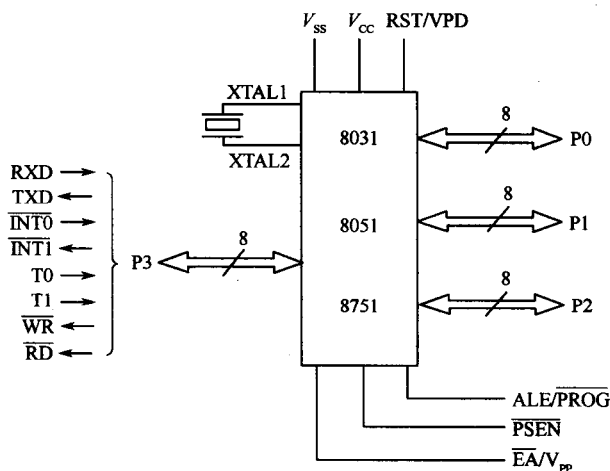


图 2.1 MCS-51 逻辑图

第一节 单片机基本硬件结构

单片机通常指的是一块芯片,基本硬件指的是内部的功能部件。一般将单片机从电路功能逻辑上抽象为如图 2.2 所示的结构。

从单片机芯片内部结构功能划分有:微处理器(CPU)、数据存储器(RAM)、特殊功能寄存器(SFR)、程序存储器(ROM)、可编程 I/O 端口 P0、P1、P2、P3(串行端口、定时器/计数器、中断系统),它们都是由内部总线将各部分功能部件连接起来的。总体上采用的是中央处理器加挂各种部件的控制方式。各功能部件都是可编程的。通过中央处理器加挂的特殊功能寄存器(SFR)对各功能部件进行可编程设置控制,但图中的程序存储器部件的配置是有一定规则的。程序存储器是 ROM 时,则为 8051 单片机;是 EPROM 时,则为

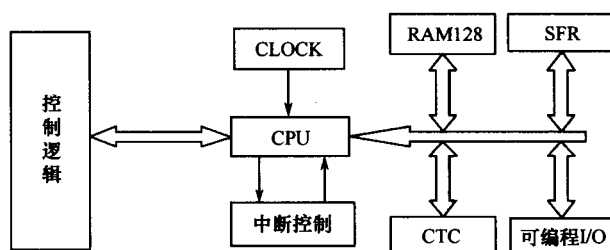


图 2.2 MCS-51 单片机内部逻辑结构

8751 单片机;是无程序存储器时,则为 8031 单片机。

单片机内部结构是以内部总线为主干,以 CPU 为中心。人们认为 CPU 的主要构成是:中央处理器 = 运算部件 + 控制部件。运算部件由 ALU 算术逻辑部件、A 累加器、B 寄存器、PSW 状态字、Cy 逻辑处理器位累加器组成。在 PSW 程序状态字中,RS1、RS0 的组合决定 CPU 当前使用的通用寄存器组;控制部件是以主机频率为基准,发出时钟脉冲,对指令进行译码,发出各种控制微指令信号,产生一系列的控制字,使中央处理器各个部分协调工作。其他功能部件均为并行连接。各功能部件与中央处理器是通过内部总线完成的,但对各功能部件的设置、控制是通过相应特殊功能寄存器(SFR)实现的。对特殊功能寄存器的正确设置是使单片机系统按用户程序要求正常运行的前提和基础。特殊功能寄存器的设置通常是在初始化程序或在软件程序中完成的,用户程序的大部分意图的实现是通过特殊功能寄存器完成的。所以,在学习单片机原理时,要很好地理解和掌握各特殊功能寄存器的设置与应用,这是全面掌握单片机整体设计方法的前提。

单片机是微型计算机的一种,它主要面向实际工程应用,有相应的开发系统工具,使用十分方便,具有较高的性能价格比,在系统控制和机电产品开发中应用十分广泛。随着科学技术水平和人们的要求的提高,单片机的应用领域在不断扩大和深入,它是提高产品竞争能力的一个有效途径。由于单片机的运用场合和使用特点,单片机的硬件资源主要是为了满足通用控制系统设计的。主要的硬件系统有:

片内有 128B 的 RAM 随机存储空间,片外有可最大扩展 64KB 的程序存储器,而且还可加扩最大 64KB 的数据存储器。此时,不包括单片机加挂的片外功能芯片端口所占用的数据存储器字节空间,即片外加扩的数据存储器占用的空间与片外加挂的功能芯片端口地址所占用的字节空间之和最大为 64KB 的空间。

有 5 个中断请求级,每一个中断请求级有两个优先级,可通过软件任意设定一个中断请求源的工作状态。

有 2 个字长为 16 位的定时器/计数器,能实现 4 种工作方式。定时器的主要作用是实现定时中断;计数器实现对外部信号的累计计数功能,并将计数值储存在计数寄存器中。

有 4 个 8 位并行端口 P0、P1、P2、P3。其中 P1、P2 两个端口供单片机系统使用,P1 端口供用户使用,P3 是一个双功能端口。第一功能是普通并行端口;第二功能是单片机系统使用,主要用于 5 个中断源输入,外挂数据存储器的读写信号输入。

单片机系统内部有一个 256B 的 RAM 区,它分成两个 128B 的 RAM 区。特殊功能寄存器和内部 RAM 区如图 2.3 所示。

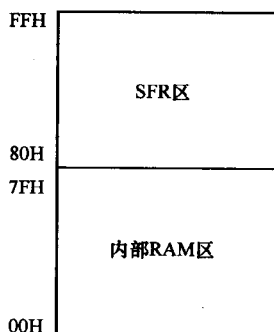


图 2.3 特殊功能寄存器和内部 RAM 区

第二节 单片机外部功能特性

MCS-51 单片机的封装形式有许多种,但当前普通采用的是 40 引脚的双列直插封装 (DTP) 方式。单片机引脚主要分为数据总线、地址总线、控制总线、用户端口、系统电源、时钟复位电路 5 个部分组成。

1. 数据总线

数据总线是指从单片机 P0 端口直接输入/输出的 8 位三态传送通过,P0 端口是复用端口,还以分时方式用于地址总线的一部分。P0 端口的带负载能力为可带 8 个 LSTTL 负载。

2. 地址总线

地址总线是指从单片机 P0 端口以分时方式输出地址总线的低 8 位和从 P2 端口输出地址总线的高 8 位共同组成的。P2 端口可带 4 个 LSTTL 负载。

3. 控制总线

控制总线是指单片机 P3 端口第二功能提供的控制线,以及单片机本身输出和输入的控制信号共同组成的。

4. 用户端口

用户端口包括单片机 P1 和 P3 第一功能共同组成的。通常 P3 端口被单片机系统作为第二功能占用,不可被用户使用。用户端口主要指的是 P1 端口提供的输入/输出功能。P1 端口可带 4 个 LSTTL 负载。

5. 电源及时钟

单片机电源是 V_{CC} 单独 +5V 供电, V_{SS} 是地线为其供电的。电源输出特性一定要足够的硬度,否则将使单片机工作不稳定、抗干扰能力差等。

时钟电路的两个输入端主要是与单片机内部的电路配合构成单片机的主频振荡器,为单片机提供时钟控制信号。另外,还可以通过输入端从外部向单片机输入主频振荡信号。

第三节 单片机存储器功能分类

单片机存储器是单片机中涉及面最广的一个部分,也是用户使用资源最丰富的部分,

更是用户能否用好单片机的最直接表现。所以,本节将详细介绍单片机的存储器结构。

单片机的存储器可划分为 5 类:程序存储器、外部数据存储器、内部数据存储器、特殊功能寄存器和位地址空间。

(1) 程序存储器

一个微机系统之所以能够按照一定的次序进行工作,主要在于内部存在着程序,程序实际上是由用户程序形成的一串二进制码,该二进制码存放在程序存储器之中,8031 由于无内部 ROM,所以只能外扩 EPROM 来存放程序。

(2) 内部数据存储器

MCS-51 单片机内部有 128B 的随机存取存储器 RAM,作为用户的数据寄存器,它能满足大多数控制型应用场合的需要,用做处理问题的数据缓冲器。

(3) 特殊功能寄存器(SFR, Special Function Register)

特殊功能寄存器反映了 MCS-51 的状态,实际上是 MCS-51 的状态字及控制字寄存器。例如,前面提到的 PSW 程序状态字寄存器,就是一个特殊功能寄存器。掌握理解好 SFR,对于掌握 MCS-51 单片机是十分重要的。SFR 能综合而实际地反映整个单片机基本系统内部的工作状态及工作方式。在单片机中设置 SFR,为程序设计提供了不少方便,这一点在读者研究了 MCS-51 指令系统后体会将会更加深刻。

(4) 位地址空间

MCS-51 的一个很大优点在于它具有一个功能很强的位处理机。在 MCS-51 的指令系统中,有一个位处理指令的子集,使用这些指令,所处理的数据仅为一位二进制数(0 或 1)。在 MCS-51 单片机内共有 211 个可寻址位,它们存在于内部 RAM(128 个)和特殊功能寄存器区(83 个)中。

(5) 外部数据寄存器

MCS-51 应用系统往往是一个扩展系统。当片内 RAM 不够用时,可在片外部扩充数据存储器。MCS-51 给用户提供了可寻址 64KB 的外部扩充 RAM 的能力,至于扩多少 RAM,则根据用户实际需要来定。

现分述如下:

1. 程序存储器

程序存储器用于存放编好的程序和表格常数,由于 8031 无内部程序存储器,程序存储器只能外扩,最大的扩展空间为 64KB。程序存储器接口逻辑图如图 2.4 所示。

在 MCS-51 的指令系统中,同外部程序存储器打交道的指令仅有两条:

① $\text{MOVC A}, @A + \text{DPTR}$ 。

② $\text{MOVC A}, @A + \text{PC}$ 。

这两条指令的功能将在下一章中详细介绍。

MCS-51 复位后,程序存储器 PC 的内容为 0000H,故系统必须从 0000H 单元开始取指令,执行程序。程序存储器中的 0000H 地址是系统程序的启动地址,这一点初学者要牢牢记住。一般在该单元存放一条绝对跳转指令,跳向用户设计的主程序的起始地址。

MCS-51 最多可外扩 64KB 程序存储器,64KB 程序存储器中有 5 个单元具有特殊用途。5 个特殊单元分别对应于 5 种中断源的中断服务程序的入口地址,见表 2.1。

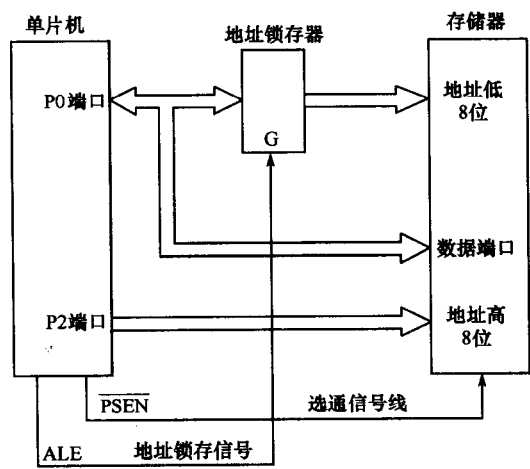


图 2.4 程序存储器接口图

表 2.1 各种中断服务子程序的入口地址

中 断 源	入 口 地 址
外部中断 0($\overline{\text{INT0}}$)	0003H
定时器 0(T0)	000BH
外部中断 1($\overline{\text{INT1}}$)	0013H
定时器 1(T1)	001BH
串行口	0023H

通常在这些入口地址处都放一条绝对跳转指令。加跳转指令的目的是,由于两个中断入口间隔仅有 8 个单元,存放中断服务程序往往是不够用的。

2. 内部数据存储器

MCS-51 的内部数据存储器(RAM)单元共有 128 个,字节地址为 00H~7FH。MCS-51 对其内部 RAM 的存储器有很丰富的操作指令,从而使得用户在设计程序时非常方便。图 2.5 为 MCS-51 内部数据存储器的结构。

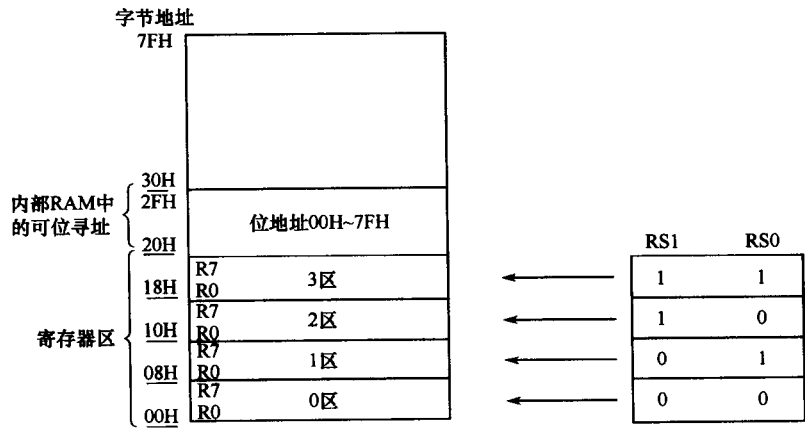


图 2.5 MCS-51 内部 RAM 的结构