



单片机学习指导



010011010010110100

010011010010110100110100101101000100110100101101



0101110010101010101010110010

- 51单片机重点、难点分析与讨论
- 实用程序及仿真调试方法
- 题库及题库解答
- 《单片机原理及接口技术（第3版）》习题解答

10101000101010010101010010101010

010011010010110100

李朝青 编著

单片机学习指导

李朝青 编著

北京航空航天大学出版社

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

内容简介

本书基于 89C51,并归纳了目前流行的诸多单片机教材中的共性、重点内容及学习要求,对重点、难点结合实例加以分析讨论;增加了串行扩展总线内容及一些典型的串行 A/D、D/A、EEPROM 接口实例,对实用程序及仿真调试方法也加以讨论;给出了一个较大的题库及题库详解,同时也给出了《单片机原理及接口技术(第3版)》中各章习题的详解。

本书可作为大中专学生自学、应试及教师备课参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机学习指导 / 李朝青编著. — 北京:
北京航空航天大学出版社, 2005. 10
ISBN 7-81077-599-5

I. 单… II. 李… III. 单片微型计算机—高等学
校—教学参考资料 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 045643 号

单片机学习指导

李朝青 编著

责任编辑 詹艳玲

*

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:787×960 1/16 印张:21.75 字数:487千字

2005年10月第1版 2005年10月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 7-81077-599-5 定价:26.00元

前 言

单片机及嵌入式系统技术发展日新月异。单片机在各院校设课已有十几年的历史,8位的51系列及兼容机至今仍占教学的主流。作者依据认识规律,学习研究通用的诸多“单片机原理及应用”、“单片机及接口”类教材,并通过总结十几年来的教学、科研和实验的经验,编写了这本学习辅导书。希望对学生自学、自测验、考研及教师备课有所帮助。

书中对51系列通用单片机教材中的重点、难点加以分析与讨论,有些问题加以引深,增加深度与广度;补充了串行扩展总线的内容及串行A/D、D/A、EEPROM的一些典型的接口实例,并提供一个较大的题库及题库详解。

作者于1999年出版的《单片机原理及接口技术(简明修订版)》,得到各大中专院校的认可,现已第17次印刷。本书是《单片机原理及接口技术(第3版)》(以下简称《教材》)及其课件光盘的配套,基于89C51,书中各章习题较多,应一些同行及读者的要求,对《教材》各章的习题作了详解并放于本书的最后一章(第13章)中。

参加本书的编写人员还有郝廷柱、曹文嫣、刘艳玲、袁其平、李运、张秋燕、何宏、李树勇、范剑敏等。

由于作者水平所限,书中难免有错,敬请同行及读者指正。

李朝青

于天津理工大学电子系

2005年9月

目 录

第 0 章 单片机学习(教学)大纲

0.1 课程的目的与任务	1
0.2 课程的基本要求	1
0.3 课程的教学内容	1
0.4 实验题目(参考)	2
0.5 讲课学时分配	2
0.6 教材与参考书	3

第 1 章 微机基础知识

1.1 学习目的及要求	4
1.2 重点内容及问题讨论	4
1.2.1 微处理器、微机和单片机的概念	4
1.2.2 常用数制和编码	8
1.2.3 数据在计算机中的表示	13
1.3 嵌入式系统的概念	15

第 2 章 89C51 单片机芯片内部结构及原理

2.1 学习目的及要求	17
2.2 重点内容及问题讨论	18
2.2.1 89C51 芯片内部结构	18
2.2.2 存储器配置、堆栈及特殊功能寄存器(SFR)	19
2.2.3 低功耗问题	24
2.2.4 基于时序定时单位	26
2.3 难点内容及问题讨论——读锁存器及读引脚	27
2.3.1 读锁存器	27
2.3.2 读引脚	28

第3章 89C51 指令系统

3.1 学习目的及要求	29
3.2 重点内容及问题讨论	29
3.2.1 寻址方式	29
3.2.2 传送指令 MOV、MOVX 和 MOVC 的使用	30
3.2.3 BCD 数(码)加法与 DA A 指令	33
3.2.4 控制程序转移指令	34
3.2.5 一些问题的讨论	41

第4章 汇编语言程序设计知识

4.1 学习目的及要求	44
4.2 重点内容及问题讨论	44
4.2.1 关于汇编语言程序设计的步骤和方法	44
4.2.2 编程注意事项及技巧	45
4.2.3 汇编语言程序设计的结构类型	46
4.2.4 汇编程序伪指令	47
4.2.5 一些问题的讨论	48
4.3 补充编程举例	49

第5章 89C51 中断系统

5.1 学习目的及要求	58
5.2 重点内容及问题讨论	58
5.2.1 中断的概念及中断的功能	58
5.2.2 中断系统的硬件结构及中断源	59
5.2.3 中断的控制	61
5.2.4 中断处理及中断服务子程序结构	63
5.2.5 中断服务程序和主程序如何安排	64
5.3 一些难点问题的讨论	65
5.3.1 中断响应时间及中断请求标志的撤消	65
5.3.2 关于中断请求的撤消	66

第 6 章 89C51 定时器及应用

6.1 学习目的及要求	68
6.2 重点内容及问题讨论	68
6.2.1 定时器 T0 和 T1 的两种控制字 TMOD 和 TCON	68
6.2.2 模式 0	69
6.2.3 模式 1 和模式 2	70
6.2.4 定时器/计数器初值(x_0)的计算及编程应用	70
6.3 难点讨论	71
6.3.1 GATE 位的讨论	71
6.3.2 模式 3	73

第 7 章 89C51 串行接口及串行通信技术

7.1 学习目的及要求	75
7.2 重点内容及问题讨论	75
7.2.1 89C51 串行接口的结构及工作原理	75
7.2.2 串行接口控制寄存器 SOCN	77
7.2.3 RS-232C 标准接口总线	81
7.2.4 89C51 全双工的异步通信接口 4 种工作方式小结	82
7.2.5 关于串行接口的编程讨论	83
7.2.6 点对点通信编程举例	86
7.3 难点分析及讨论	94
7.3.1 89C51—89C51 多机通信	94
7.3.2 PC 机与多台 89C51 的通信	95

第 8 章 单片机小系统及片外扩展

8.1 学习目的及要求	102
8.2 重点内容及问题讨论	102
8.2.1 三总线的讨论	102
8.2.2 89C51/8031 最小系统	104
8.2.3 简单 I/O 芯片的扩展方法	105
8.2.4 串行扩展总线 3-wire——SPI 器件与 89C51 接口	106
8.2.5 串行扩展总线 2-wire——I ² C 器件与 89C51 接口	108

8.2.6	串行扩展总线 1-wire——DS18S20、DS2760 芯片及接口	110
8.2.7	多功能串行外设芯片 X5045 及 SPI 接口	112
8.2.8	8255	115
8.3	难点分析及讨论	119
8.3.1	8255 难点分析及讨论	119
8.3.2	线选法及地址译码法扩展片外存储器及 I/O 芯片	122
8.3.3	I/O 外设接口及程序讨论	128

第 9 章 应用系统配置(常用外设芯片)及接口技术

9.1	学习目的及要求	130
9.1.1	人-机通道	130
9.1.2	单片机应用系统前向通道和后向通道配置	131
9.2	重点内容及问题讨论	131
9.2.1	人-机通道	131
9.2.2	单通道串行 A/D 芯片 TLC1549 及 SPI 接口	133
9.2.3	11 通道串行 A/D 芯片 TLC2543 及 SPI 接口	134
9.2.4	串行 D/A 芯片 TLC5615 与 89C51 的 SPI 接口	136
9.2.5	并行 A/D 芯片 ADC0809 与 89C51 并行接口	137
9.2.6	并行 A/D 芯片 DAC0832 与 89C51 接口	139
9.3	难点分析及讨论	142
9.3.1	行列式键盘键号的计算及键功能处理	142
9.3.2	4×4 键盘分析及键盘扫描子程序	143
9.3.3	3 $\frac{1}{2}$ 位双积分 A/D 芯片 MC14433 及接口	148
9.3.4	D/A 的单缓冲及双缓冲的讨论	153
9.3.5	D/A 输出方式——单极性与双极性讨论	155
9.3.6	“分辨率”与“转换精度”的讨论	157
9.3.7	超过 8 位 D/A 芯片与 8 位单片机接口	158

第 10 章 系统实用程序及仿真调试方法的讨论

10.1	主程序、子程序和中断服务子程序的概念讨论	159
10.1.1	主程序	159
10.1.2	子程序及参数传递	160

10.1.3	中断服务子程序	162
10.1.4	主程序、子程序、中断服务子程序在 ROM 中的安排	162
10.2	标度变换(工程量变换)——现场物理量的显示	163
10.2.1	线性参数标度变换	164
10.2.2	非线性参数标度变换	165
10.3	单片机仿真调试方法的讨论	167
10.3.1	单片机开发系统	167
10.3.2	仿真器及仿真 RAM	168
10.3.3	单片机产品的开发过程——在线仿真	169
10.3.4	关于最小硬件系统和复位的讨论	169
10.3.5	关于“最短实验程序”	170

第 11 章 大题库

11.1	填空题	171
11.2	单项选择题	179
11.3	判断并改正	185
11.4	简答题	187
11.5	计算题	189
11.6	阅读并分析程序题	189
11.7	编程题	193
11.8	系统设计及综合应用题	198

第 12 章 题库解答

12.1	填空题解答	199
12.2	单项选择题解答	206
12.3	判断并改正题解答	213
12.4	简答题解答	215
12.5	计算题解答	223
12.6	阅读并分析程序题解答	225
12.7	编程题解答	230
12.8	系统设计及综合应用题解答	259

第 13 章 《单片机原理及接口技术(第 3 版)》习题解答

13.1	第 1 章习题解答	272
13.2	第 3 章习题解答	273
13.3	第 5 章习题解答	283
13.4	第 6 章习题解答	288
13.5	第 7 章习题解答	298
13.6	第 8 章习题解答	309
13.7	第 9 章习题解答	319

附 录

附录 A	MCS-51 指令表	330
附录 B	MCS-51 指令矩阵(汇编/反汇编表)	335
附录 C	二进制逻辑单元图形符号对照表	336

参考文献

第 0 章

单片机学习(教学)大纲

0.1 课程的目的与任务

单片机(单片机及接口/单片机原理及应用)课程是计算机应用与维护、应用物理、应用电子技术、自动控制、机械电子等专业的一门必修课程。本书以 89C51 单片机为典型机,详细介绍片内结构、工作原理、接口技术和单片机在各领域中的应用,使学生掌握单片机应用系统设计和开发的基本技能。

0.2 课程的基本要求

- 了解单片机的特点及发展概况,常用单片机 89C51 在各领域中的应用。
- 熟悉 89C51 单片机内部结构、引脚功能以及单片机执行指令的时序;熟悉单片机的存储器结构和输入/输出端口结构特点。
- 熟练掌握 89C51 的寻址方式及指令系统,掌握单片机的程序设计方法。
- 掌握单片机中断源的建立和撤消、外部中断的扩充,并能灵活运用中断系统。
- 熟练掌握单片机定时器/计数器的结构、使用方法和应用。
- 掌握单片机串行接口的结构及应用。
- 掌握单片机程序存储器、数据存储器及 I/O 接口的扩充方法。
- 熟悉单片机键盘、显示器、串行及并行 A/D、D/A 的接口技术及编程。
- 了解单片机应用系统设计的基本方法和开发过程。

0.3 课程的教学内容

- 概述:微机的基础知识、单片机特点及发展概况、常用单片机系列介绍、数制及码制变换。

- 89C51 单片机结构及原理: MCS-51 单片机结构、存储器结构、输入/输出端口结构、CPU 时序和其他电路、单片机的工作过程。
- 89C51 单片机指令系统: 指令系统简介、寻址方式、指令系统及应用举例。
- 汇编语言程序设计知识: 程序设计的方法、步骤和技巧。
- 单片机的中断系统: 89C51 的中断系统、中断处理过程、外部中断的扩充方法、中断系统的应用举例。
- 单片机定时功能及应用: 定时器/计数器的结构与工作原理、定时器/计数器的操作模式及应用、定时器综合应用举例。
- 单片机串行接口及应用: 串行接口结构与工作原理、工作方式与波特率设置、串行接口应用举例。
- 单片机系统扩展: 串行及并行扩展总线的产生、程序存储器的扩展、数据存储器扩展。
- 单片机人一机通道、前向通道和后向通道输入及输出接口: 键盘输入及接口、显示器及接口、打印机接口及应用、串行及并行 D/A 转换接口及应用、串行及并行 A/D 转换接口及应用。
- 单片机应用系统及应用程序实例。
- 单片机应用系统的开发与开发工具: 单片机的开发系统、开发工具和仿真调试方法。

0.4 实验题目(参考)

本课程是一门应用范围广、实验性很强的计算机应用课程。实验设备可采用 MCS-51 单片机仿真器来进行实验,可安排 4~8 个实验题目。

- 实验仿真器的操作使用练习。
- 89C51 汇编语言程序设计和调试。
- TTL 芯片输入/输出实验。
- 定时器/计数器应用实验。
- 串行通信实验。
- 键盘显示器接口实验。
- 串行及并行 A/D、D/A 接口实验。
- 综合实验(电子钟、定时器、串行接口、中断)。

0.5 讲课学时分配

讲课学时分配如表 0-1 所列。

表 0-1 讲课学时分配(供参考)

序 号	内 容	学 时
1	微机基础知识	3
2	89C51 片内结构及原理	6
3	指令系统	8
4	汇编语言程序设计知识及程序举例	4
5	中断系统	5
6	定时器及应用	4
7	应用系统配置(键盘/LED、串行及并行 A/D、D/A)及接口	12
8	串行接口及串行通信	8
总计		45~50

0.6 教材与参考书

● 教 材

李朝青主编. 单片机原理及接口技术(第 3 版). 北京:北京航空航天大学出版社, 2005

● 参 考 书

- 1 余永权主编. Flash 单片机原理及应用. 北京:电子工业出版社, 1997
- 2 张迎新等编著. 单片机初级教程. 北京:北京航空航天大学出版社, 2001
- 3 李勋编著. 单片微型计算机大学读本. 北京:北京航空航天大学出版社, 1998
- 4 李维祥编著. 单片机原理及应用. 天津:天津大学出版社, 2000
- 5 李广第编著. 单片机基础(修订版). 北京:北京航空航天大学出版社, 2001
- 6 余永权编著. ATMEL89 系列单片机应用技术. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002

第 1 章

微机基础知识

1.1 学习目的及要求

熟悉微处理器、微型机和单片机的概念及组成。

掌握计算中常用数制及数制间的转换。

熟悉计算机中常用的编码 BCD 码和 ASCII 码及其特点。

熟悉数据在计算机中的表示方法,即带符号数(原码、反码及补码)和无符号数。

1.2 重点内容及问题讨论

1.2.1 微处理器、微机和单片机的概念

首先,我们介绍一下微处理器(microprocessor,简称 μP)、微型计算机(microcomputer,简称微机, μC)和单片机(single chip microcomputer)的概念。

微处理器(芯片)本身不是计算机,是小型计算机或微型计算机的控制和处理部分。

微机则是具有完整运算及控制功能的计算机。它除了包括微处理器(作为它的中央处理单元 CPU——Central Processing Unit)外,还包括存储器、接口适配器(即输入/输出接口电路)以及输入/输出(I/O)设备等。图 1-1 所示为微机的各组成部分。其中,微处理器由控制器、运算器和若干个寄存器组成;I/O 设备与微处理器的连接需要通过接口适配器(即 I/O 接口);存储器是指微机内部的存储器(RAM、ROM 和 EPROM 或 Flash ROM 等芯片)。

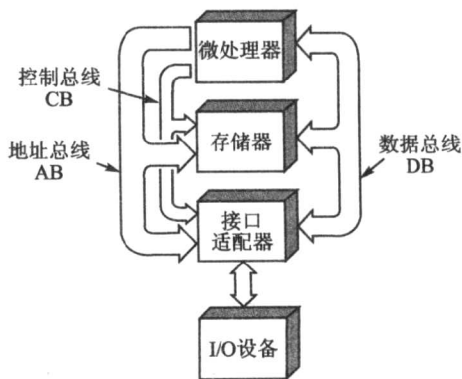


图 1-1 微机的组成

将微处理器、一定容量的 RAM 和 ROM 以及 I/O 口、定时器等电路集成在一块芯片上,构成单片微型计算机,简称单片机。

1. 微处理器(机)的组成

微处理器包括两个主要部分:运算器和控制器。

图 1-2 所示是一个较详细的由微处理器、存储器和 I/O 接口组成的计算机结构示意图。为了简化问题,在 CPU 中只画出了主要的寄存器和控制电路,并且假设所有的计数器、寄存器和总线都是 8 位宽度,即要求多数主要寄存器和存储器能保存 8 位(bit)数据,传送数据的总线由 8 根并行导线组成。

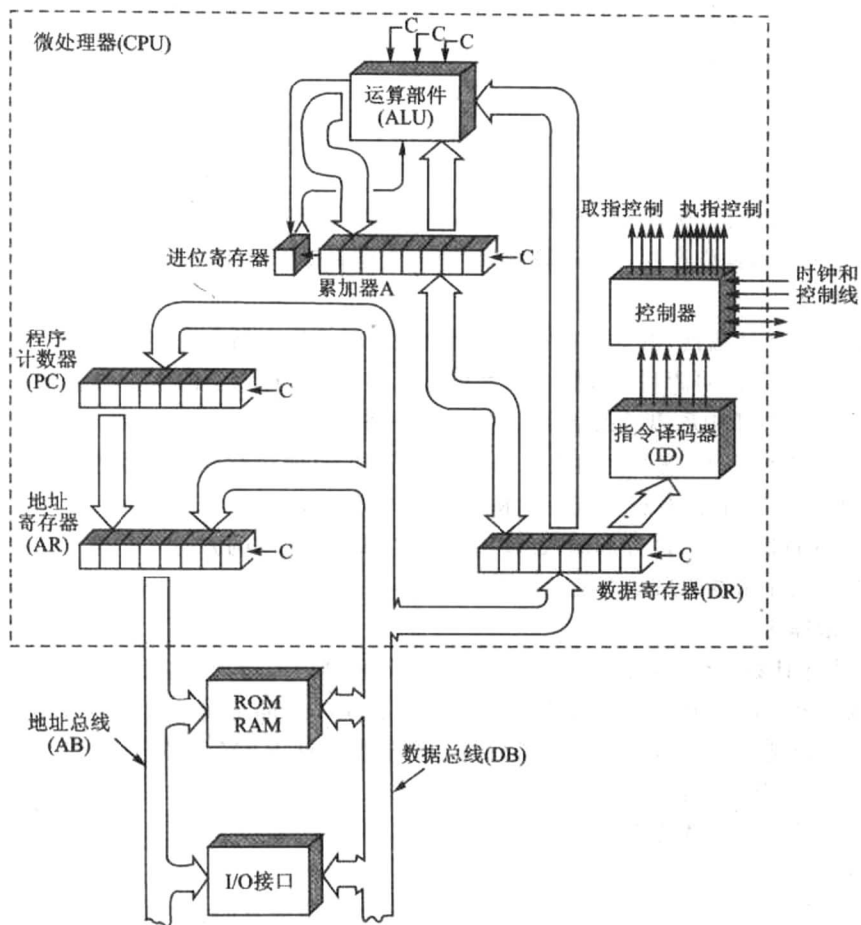


图 1-2 一个计算机结构示意图

(1) 运算器

运算器由运算部件——算术逻辑单元 ALU(Arithmetic & Logical Unit)、累加器和寄存器等几部分组成。ALU 的作用是把传送到微处理器的数据进行算术或逻辑运算。ALU 具有两个主要的输入来源,一个来自累加器 A,另一个来自数据寄存器。ALU 能够完成这两个输入数据的相加或相减运算,也能够完成某些逻辑运算。ALU 执行不同的运算操作是由不同控制线上的信号(在图 1-2 方框图上的标志为 C)所确定的。

通常,ALU 接收来自累加器 A 和数据寄存器(DR)的两个 8 位二进制数,因为要对这些数据进行某些操作,所以将这两个输入的数据均称为操作数。

ALU 可对两个操作数进行加、减、与、或、比较大小等操作,最后将结果存入累加器 A。例如,两个数 7 和 9 相加,在相加之前,操作数 9 放在累加器中,7 放在数据寄存器中,执行两数相加运算的控制线发出“加”操作信号后,ALU 即把两个数相加并把所得结果 16 存入累加器 A,取代累加器原来存放的数 9。总之,运算器有两个主要功能:

- ① 执行各种算术运算;
 - ② 执行各种逻辑运算,并进行逻辑测试,如零值测试或两个值的比较。
- 通常,一个算术操作产生一个运算结果,而一个逻辑操作产生一个判断。

(2) 控制器

控制器由程序计数器、指令寄存器、指令译码器、时序发生器和操作控制器等组成,是发布命令的“决策机构”,即协调和指挥整个计算机系统的操作。控制器的主要功能有:

- ① 从内存 ROM 中取出一条指令,并指出下一条指令在内存中的位置(地址);
- ② 对指令进行译码,并产生相应的操作控制信号,以便执行规定的动作,如一次内存读/写操作、一个算术/逻辑运算操作或一个输入/输出操作等;
- ③ 指挥并控制 CPU、内存和输入/输出设备之间数据流动的方向。

运算器接收控制器的命令而进行操作,即运算器所执行的全部操作都是由控制器发出的控制信号来指挥的。

ALU、程序计数器、寄存器和控制部分除在微处理器内通过内部总线相互联系以外,还通过外部总线与外部的存储器和输入/输出接口电路联系。外部总线一般分为数据总线 DB、地址总线 AB 和控制总线 CB,统称为系统总线。存储器包括 RAM 和 ROM。微型计算机通过输入/输出接口电路可与各种外围设备连接。

(3) CPU 中的主要寄存器

① 累加器(A)

累加器是微处理器中最繁忙的寄存器。在算术和逻辑运算时,它具有双重功能:运算前,用于保存一个操作数;运算后,用于保存所得的算术或逻辑运算结果。

② 数据寄存器(DR)

数据(缓冲)寄存器是通过数据总线向存储器和输入/输出设备送(写)或取(读)数据的暂

存单元。它可以保存一条正在译码的指令,也可以保存正在送往存储器中存储的一个数据字节等等。

③ 指令寄存器(IR)及指令译码器(ID)

指令寄存器用来保存当前正在执行的一条指令。当执行一条指令时,先把它从内存(ROM)取到数据寄存器中,然后再传送到指令寄存器(图中未画出)。指令分为操作码和地址码字段,由二进制数字组成。为执行给定的指令,必须对操作码进行译码,以便确定所要求的操作。指令译码器就是负责这项工作的。指令寄存器中操作码字段的输出就是指令译码器的输入。操作码一经译码后,即可向操作控制器发出具体操作的特定信号。

④ 程序计数器(PC)

为了保证程序能够连续地执行下去,CPU 必须采取某些手段来确定下一条指令的地址。程序计数器正是起到了这种作用,所以通常又称其为指令地址计数器。在程序开始执行前,必须将其起始地址,即程序的第一条指令所在的内存单元地址送入 PC;当执行指令时,CPU 将自动修改 PC 的内容,使之总是指示出将要执行的下一条指令的地址。由于大多数指令都是按顺序执行的,所以修改的过程通常只是简单的加 1 操作。

⑤ 地址寄存器(AR)

地址寄存器用于保存当前 CPU 所要访问的内存单元或 I/O 设备的地址。由于内存和 CPU 之间存在着速度上的差别,所以必须使用地址寄存器来保持地址信息,直到内存读/写操作完成为止。

显而易见,当 CPU 和内存进行信息交换(即 CPU 从存储器 RAM 存/取数据或者 CPU 从内存 ROM 读出指令)时,都要使用地址寄存器和数据寄存器。同样,如果把外围设备的地址作为内存地址单元来看待的话,那么,当 CPU 和外围设备交换信息时,也需要使用地址寄存器和数据寄存器。

2. 存储器和输入/输出(I/O)接口

(1) 存储器

计算机采取“存储程序”的工作方式,即事先把程序加载到计算机的存储器中,当启动运行后,计算机便自动进行工作。计算机虽然也有运算和控制的功能,但它不是“存储程序”式的自动工作方式,所以不能称为计算机。

如图 1-3 所示,假设某台微型计算机使用 256B(8 位)的存储器(包含 ROM 和 RAM)用来存储程序和数据。

两根 8 位总线和若干控制线把存储器和 CPU 连接起来。地址总线将一个 8 位二进制数(能表示 256 个单元)从 CPU 送到存储器的地址译码器。每个存储单元被赋予一个惟一的地址,规定第一单元地址为 0,最后一单元地址为 255(用二进制表示为 11111111B,用十六进制表示为 FFH)。在地址总线上,通过 8 位地址线选择指定的单元。地址译码器的输出可以惟一确定被选择的存储单元。