

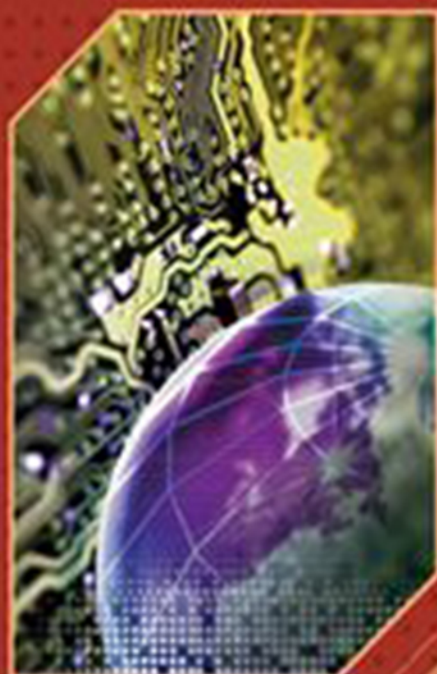


国家骨干高等职业院校优质核心课程教材 · 电气类专业教材

DANPIANJI XITONG
SHEJI YU ZHIZUO

单片机系统 设计与制作

◎主编 张建荣 ◎主审 林知秋



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

国家骨干高等职业院校优质核心课程教材·电气类专业教材

单片机系统设计与制作

主 编 张建荣
副主编 刘召忠
参 编 邬金萍 朱 斌
黎小桃 王令剑
林如丹
主 审 林知秋

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书根据教育部高等教材编写的指导思想与原则进行编写,编写过程中着力体现高等院校最新的教学、教材改革思想,优化教学内容,面向高等教育,突出培养高端技术技能型人才的教學目的。书中既有适度的理论知识介绍,又附加了相应的举例与插图,内容做到深入浅出,通俗易懂,具备较强的实用性。

本书以 11 个任务为载体,采用任务驱动式编写,以 51 单片机为背景,全书采用汇编和 C 语言编程,用 Proteus 进行仿真实现。以任务的实施为主线,系统地介绍了 MCS-51 单片机硬件结构、指令系统、中断、定时器、汇编语言、程序设计和单片机的接口技术等,通过教、学、做一体的教学思路,使学生掌握单片机系统的设计与制作技能。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

单片机系统设计与制作 / 张建荣主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-5640-8246-8

I. ①单… II. ①张… III. ①单片微型计算机-系统设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 194354 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津紫阳印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 21

字 数 / 483 千字

版 次 / 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 42.00 元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

本书是国家骨干高等院校建设项目成果教材。经过对行业企业单片机技术岗位群能力要求的广泛调研,以及在电子信息工程技术专业校企合作委员会的指导下,学习并借鉴德国职业教育教学法,我们制定了单片机系统设计与制作的课程标准。为适应电子信息行业与机电行业飞速发展和高职院校教育教学改革的需要,经过几年的优质核心课程建设的探索与实践,本课程采用基于典型工作任务的项目教学法,实施工作任务驱动,将专业理论知识贯穿于实践任务中,把职业素质的提升融入教学过程中,注重创新能力培养,强化实践能力训练,精心培育高素质技术技能人才。

“单片机系统设计与制作”课程是电子信息类和机电类专业的一门核心课程,本书以任务驱动式进行编写,以 51 单片机为背景,全书采用汇编和 C 语言编程,用 Proteus 进行仿真实现。本书共有 11 个任务,每个任务包括任务导入、知识链接、任务实施、知识拓展、习题训练等部分。所有任务均来源于单片机在实际工程应用中的案例,以单片机典型控制电路为载体,以工作任务为导向,由任务入手引入相关的理论知识,通过技能训练引出相关概念、硬件设计、软件设计,体现“做中学、学中做”的教学思路。任务设计具有明显的针对性、扩展性、系统性和实用性,从工程实际的角度,培养学生分析与解决实际问题的能力、工程实践能力和创新意识。

本书可作为高等院校电子信息类和机电类各专业的教学和实训用书,也可供学生进行课程设计、毕业设计和参加大学生电子设计竞赛时阅读参考。

本书由江西应用技术职业学院张建荣任主编,深圳正耀科技有限公司刘召忠高级工程师任副主编,江西应用技术职业学院林知秋教授任主审,参与编写的有:江西应用技术职业学院邬金萍、朱斌、黎小桃、王令剑、赣南医学院信息工程学院林如丹。江西应用技术职业学院江路明教授对本书的编写提出了指导意见,在此表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,还望广大读者批评指正。

编 者

2013 年 6 月

任务1 单片机最小系统的设计与制作	1
任务导入	1
知识链接	1
一、单片机概述	1
二、MCS-51 单片机的硬件系统	4
任务实施	11
一、任务分析	11
二、安装与调试	13
任务总结与评价	15
一、任务总结	15
二、任务评价	15
知识拓展	16
习题训练	16
任务2 闪烁灯的设计与制作	17
任务导入	17
知识链接	17
一、单片机 I/O 端口结构	17
二、Keil 集成开发软件的使用	19
三、Proteus 仿真软件的使用	23
四、常用编程器的使用	28
任务实施	30
一、任务分析	30
二、安装与调试	33
任务总结与评价	35
一、任务总结	35
二、任务评价	35
知识拓展	35
习题训练	37

目 录

任务3 跑马灯的设计与制作	38
任务导入	38
知识链接	38
一、MCS-51 单片机指令格式	38
二、MCS-51 单片机指令寻址方式	39
三、MCS-51 单片机执行指令的过程	42
四、MCS-51 单片机指令系统	43
五、MCS-51 单片机程序设计	51
六、51 单片机的 C 语言简介	54
任务实施	63
一、任务分析	63
二、安装与调试	66
任务总结与评价	68
一、任务总结	68
二、任务评价	68
知识拓展	69
习题训练	71
任务4 手动计数器的设计与制作	72
任务导入	72
知识链接	72
一、中断的基本概念及应用	72
二、数码管静态和动态显示	80
三、数码管与单片机的接口电路	83
任务实施	86
一、任务分析	86
二、安装与调试	90
任务总结与评价	92
一、任务总结	92
二、任务评价	93
知识拓展	93
习题训练	95
任务5 秒表的设计与制作	96
任务导入	96
知识链接	96
一、定时器/计数器的基本概念及应用	96
二、单片机应用系统的设计与调试	107

任务实施	113
一、任务分析	113
二、安装与调试	119
任务总结与评价	120
一、任务总结	120
二、任务评价	121
知识拓展	121
习题训练	123
任务6 简易计算器的设计与制作	124
任务导入	124
知识链接	124
一、单片机键盘接口技术	124
二、LCD 液晶显示器	129
任务实施	142
一、任务分析	142
二、安装与调试	155
任务总结与评价	158
一、任务总结	158
二、任务评价	158
知识拓展	159
习题训练	171
任务7 电子广告牌的设计与制作	172
任务导入	172
知识链接	172
一、LED 点阵显示器	172
二、串行通信及其应用	178
任务实施	187
一、任务分析	187
二、安装与调试	192
任务总结与评价	194
一、任务总结	194
二、任务评价	195
知识拓展	195
习题训练	198

目 录

任务8 数字电压表的设计与制作	199
任务导入	199
知识链接	199
一、A/D 转换器的作用与分类	199
二、ADC0809 A/D 转换器芯片	200
三、MCS-51 单片机与 ADC0809 的接口	202
四、A/D 转换应用举例	204
任务实施	204
一、任务分析	204
二、安装与调试	212
任务总结与评价	213
一、任务总结	213
二、任务评价	214
知识拓展	214
习题训练	225
任务9 数控直流电压源的设计与制作	226
任务导入	226
知识链接	226
一、D/A 转换器的作用与分类	226
二、DAC0832 D/A 转换器芯片	227
任务实施	230
一、任务分析	230
二、安装与调试	237
任务总结与评价	239
一、任务总结	239
二、任务评价	239
知识拓展	239
习题训练	245
任务10 水温控制系统的设计与制作	246
任务导入	246
知识链接	246
一、DS18B20 温度传感器的原理及应用	246
二、DS18B20 与单片机的接口电路及编程	251
任务实施	258
一、任务分析	258
二、安装与调试	273

任务总结与评价	276
一、任务总结	276
二、任务评价	276
知识拓展	276
习题训练	281
任务 11 自动循迹小车的设计与制作	282
任务导入	282
知识链接	282
一、MCS -51 单片机系统扩展	282
二、循迹传感器控制的基本知识	294
三、直流电动机控制技术	297
四、步进电动机控制技术	301
任务实施	306
一、任务分析	306
二、安装与调试	312
任务总结与评价	316
一、任务总结	316
二、任务评价	316
知识拓展	317
习题训练	320
参考文献	321

任务 1

单片机最小系统的设计与制作



任务导入

本任务通过单片机最小系统的设计与制作，使学生了解单片机的基本概念、发展及其应用；掌握单片机的基本结构及硬件系统；理解其工作原理、工作时序；掌握单片机最小系统的工作原理，并熟悉电路中各元件的作用。与此同时，在设计电路并安装印制电路板（或万能板）、进行电路元器件安装、进行电路参数测试与调整的过程中，进一步锻炼学生印制板制作、焊接技术等技能；加深对电子产品生产流程的认识。任务学习目标见表 1.1。

表 1.1 任务 1 学习目标

序号	类别	目标
一	知识点	1. 单片机的概念 2. 单片机的特点及应用 3. 单片机的硬件系统 4. 单片机最小系统结构
二	技能	1. 单片机最小系统硬件电路元件识别与选取 2. 单片机最小系统的安装、调试与检测 3. 单片机最小系统电路参数测量 4. 单片机最小系统故障的分析与检修
三	职业素养	1. 沟通能力及团队协作精神 2. 良好的职业道德 3. 质量、成本、安全、环保意识



知识链接

一、单片机概述

1. 微型计算机简介

微型计算机（Microcomputer），简称微机，是计算机的一个重要分类。微型计算机不但具有其他计算机快速、精确、程序控制等特点，最突出的是它还具有体积小、重量轻、功耗低、价格低廉等优点。个人计算机简称 PC（Personal Computer）机，是微型计算机中应用最为广泛的一种，也是近年来计算机领域中发展最快的一个分支。

微型计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成，如图 1.1 所示。硬件系统是指构成微机系统的实体和装置，通常由运算器、控制器、存储器、输入接口电路和输入设备、输出接口电路和输出设备等组成。其中，运算器和控制器一般做在一个集成芯片上，统称为中央处理

单元（Central Processing Unit，CPU），是微机的核心部件。CPU 配上存放程序和数据的存储器、输入/输出（Input/Output，I/O）接口电路以及外部设备，即构成微机的硬件系统。

软件系统是微机系统所使用的各种程序的总称。人们通过它对整机进行控制，并与微机系统进行信息交换，使微机按照人的意图完成预定的任务。下面分别介绍硬件系统各部分的作用。

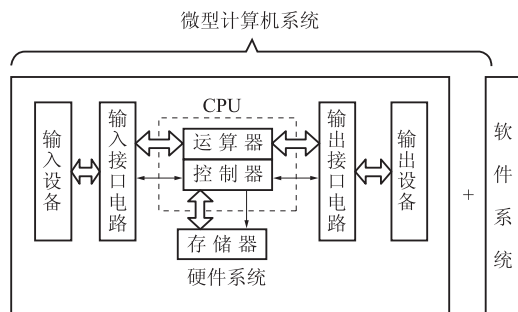


图 1.1 微型计算机系统组成示意图

微处理器（CPU）——小型计算机和微型计算机的控制和处理部分。微处理器是整个微机系统的核心，由运算器和控制器组成，功能是进行算术逻辑运算，以及控制数据和指令在计算机中运行，即控制计算机按给定的要求操作。

运算器——由算术逻辑单元（ALU）寄存器组和状态寄存器组成。

控制器——由指令控制器、时序控制器、总线控制器、中断控制器等组成，是决策机构，协调和指挥整个计算机系统操作。

寄存器——由累加器（A）、数据寄存器（DR）、指令寄存器（IR）、指令译码器（ID）、程序计数器（PC）、地址寄存器（DPTR）、栈寄存器（SP）等组成。

存储器——主要功能是存储程序和各种数据。按读写功能分为只读存储器（ROM）和随机读写存储器（RAM）。

输入/输出接口电路（I/O 接口）——输入/输出设备（如键盘、鼠标、显示器、打印机等）通过输入/输出接口电路与 CPU 相连，一方面匹配双方的工作速度，另一方面转换双方不兼容的信号。

2. 单片机的概念

单片机是单片微型计算机的简称，又称（微控制器 Microprogrammed Control Unit，MCU）。几种常见的 51 单片机如图 1.2 所示。单片机就是将 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器和多种接口都集成到一块集成电路芯片上的微型计算机。因此，一块芯片就构成了一台计算机。

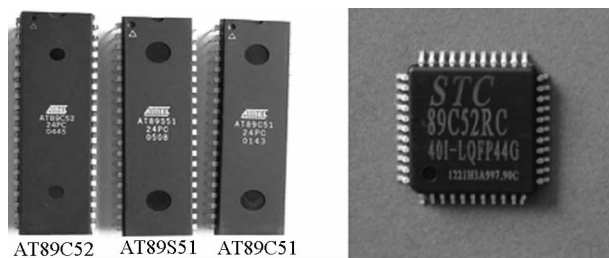


图 1.2 几种常见的 51 单片机实物图

单片机的主要特点：

①体积小、重量轻、功耗低、功能强、性价比高。可嵌入各种设备中，组成以之为核心的嵌入式系统。

②数据大都在单片机内部传送，运行速度快，抗干扰能力强，可靠性高。

③结构灵活，易于组成各种微机应用系统。MCS-51 单片机的系统结构框图如图 1.3 所示。

④应用广泛，既可用于工业自动控制等场合，又可用于测量仪器、医疗仪器、通信设备、导航系统及家用电器等领域。

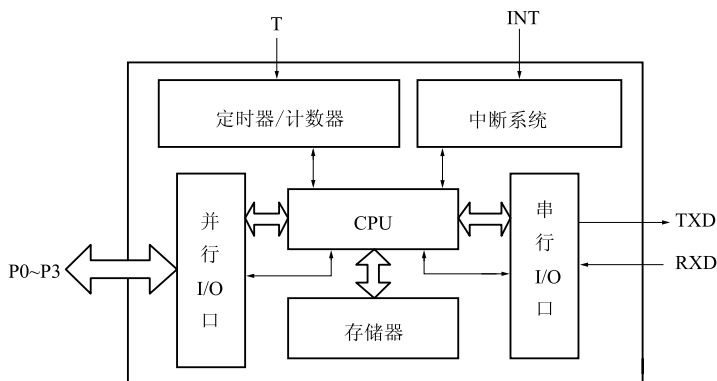


图 1.3 MCS-51 单片机的系统结构框图

3. 单片机的发展及应用

(1) 发展概述

①第一阶段（1976—1978 年）：低性能单片机的探索阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表，包括 8 位 CPU、定时器/计数器、并行 I/O 口、RAM 和 ROM 等。

②第二阶段（1978—1982 年）：高性能单片机阶段。这一类单片机带有串行 I/O 口、8 位数据线、16 位地址线可以寻址的范围达到 64 KB、控制总线、较丰富的指令系统等。

③第三阶段（1982—1990 年）：16 位总线单片机阶段。

④第四阶段（1990 年—）：微控制器的全面发展阶段。各公司的产品在尽量兼容的同时，向高速、强运算能力、寻址范围大以及小型和廉价方面发展。

(2) 单片机的发展趋势

①低功耗 CMOS 化。HMOS-CMOS-CHMOS，功耗 100 mW。

②微型单片化。集成了如看门狗、AD/DA 等更多的资源。

③主流与多品种共存。以 80C51 为核心，ATMEL、PHILIPS、Winbond、MOTOROLA 等共存。

(3) 单片机的应用领域

①在智能仪器仪表上的应用；

②在工业控制中的应用；

③在家用电器中的应用；

④在计算机网络和通信领域中的应用；

⑤在医用设备领域中的应用；

⑥在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的应用。

4. 典型单片机介绍

(1) MCS-51 单片机系列

按资源的配置数量, MCS-51 系列分为 51 和 52 两个子系列, 其中 51 子系列是基本型, 而 52 子系列属于增强型。

①MCS-51 系列芯片采用 HMOS 工艺, 而 80C51 芯片则采用 CHMOS 工艺。CHMOS 工艺是 COMS 和 HMOS 的结合。

②80C51 芯片具有 COMS 低功耗的特点。例如 8051 芯片的功耗为 630 mW, 而 80C51 的功耗只有 120 mW。

③80C51 在功能上增加了待机和掉电保护两种工作方式, 以保证单片机在掉电情况下能以最低的消耗电流维持工作。

④在 80C51 系列芯片中, 内部程序存储器除了 ROM 型和 EPROM 型外, 还有 E²PROM 型, 例如 89C51 就有 4 KB E²PROM。并且随着集成技术的提高, 80C51 系列片内程序存储器的容量也越来越大, 目前已有 64 KB 的芯片。另外, 许多 80C51 芯片还具有程序存储器保密机制, 以防应用程序泄密或被复制。

(2) MCS-96 系列单片机

MCS-96 系列单片机是 Intel 公司在 1983 年推出的 16 位单片机, 它与 8 位机相比, 具有集成度高、运算速度快等特点。它的内部除了有常规的 I/O 接口、定时器/计数器、全双工串行口外, 还有高速 I/O 部件、多路 A/D 转换和脉宽调制输出 (PWM) 等电路, 其指令系统比 MCS-51 更加丰富。

(3) ATMEL 公司单片机

ATMEL 公司于 1992 年推出了全球第一个 3 V 超低压 Flash 存储器, 并于 1994 年以 E²PROM 技术与 Intel 公司的 80C31 内核进行技术交换, 从此拥有了 80C31 内核的使用权, 并将 ATMEL 特有的 Flash 技术与 80C31 内核结合在一起, 生产出 AT89C51 系列单片机。

二、MCS-51 单片机的硬件系统

1. 结构及引脚功能

(1) 内部结构

- ①中央处理器 (CPU)。
- ②数据存储器 (RAM)。
- ③程序存储器 (ROM)。
- ④2 个 16 位的定时器/计数器。
- ⑤并行 I/O 口 (32 根 I/O 线, 4 个 P 口)。
- ⑥外部存储器寻址范围 ROM、RAM 各 64 KB。
- ⑦全双工串行口。
- ⑧中断系统 (5 个中断源, 2 个中断优先级)。
- ⑨时钟电路。

(2) 引脚及功能 (图 1.4)

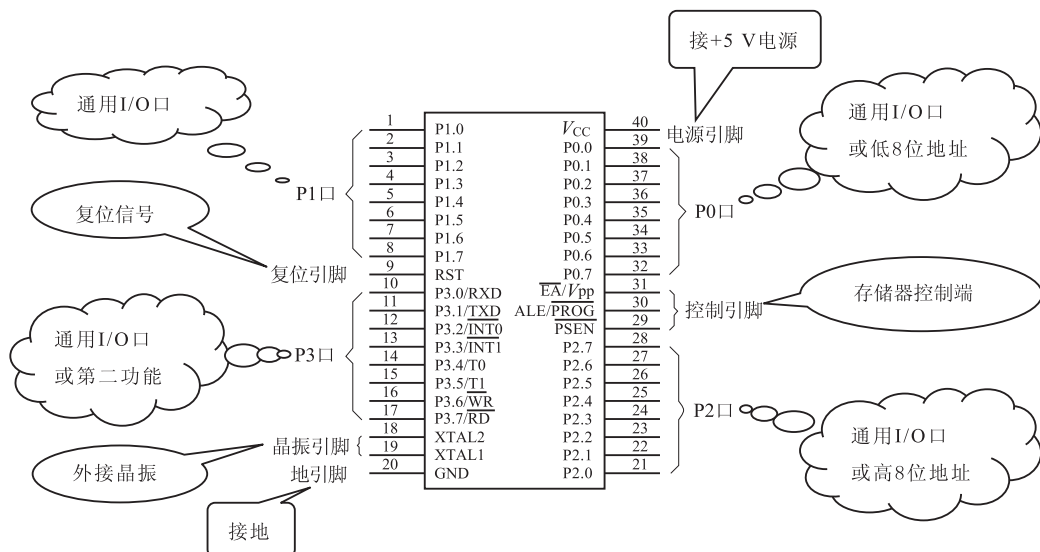


图 1.4 MCS-51 单片机引脚

①电源引脚 V_{CC} (+5 V) (40 脚) 和 V_{SS} (GND) (20 脚)。

②时钟引脚 XTAL1 (19 脚)：振荡电路的反相放大器的输入端；XTAL2 (18 脚)：振荡电路的反相放大器的输出端。

③RST (9 脚)：复位引脚，当输入的复位信号延续 2 个机器周期以上高电平时即为有效，用以完成复位初始化操作。可以在此引脚与 V_{SS} 引脚之间接一个约 $8.2\ \Omega$ 的下拉电阻，与 V_{CC} 引脚之间接一个约 $10\ \mu\text{F}$ 的电容以保证可靠的复位。

④ALE (30 脚)：地址锁存控制信号，当访问外部存储器时，ALE (允许地址锁存) 的输出用于锁存地址的低位字节。如不访问外部存储器，ALE 端以不变的频率周期性输出正脉冲信号，以频率为振荡器频率的 $1/6$ 。

⑤PSEN (29 脚)：此输出是外部程序存储的读选通信号。在由外部程序存储器取指令 (或常数) 期间，每个机器周期输入两次 PSEN 信号有效。每当访问外部数据存储器时，这两次有效的 PSEN 信号将不出现。

⑥EA/ V_{PP} (31 脚)：当 EA 端保持高电平时，访问内部程序存储器，但在 PC (程序计数器) 值超过 FFFFH (8051/8751) 或 1FFFH (8052) 时，将自动转向执行外部程序存储器内的程序。当 EA 保持低电平时，则只访问外部程序存储器，不管是否有内部程序存储器。对于 EPROM 型单片机，在 EPROM 编程期间，此引脚也用于施加 21 V 的编程电源 (V_{PP})。

⑦P0.7 ~ P0.0：P0 口为 8 位双向口，它是分时多路转换的地址 (低 8 位) 和数据总线。P1、P2 口是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。在访问外部存储器时，它送高 8 位地址。P3 口是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，在 MCS-51 中，这 8 个引脚还用于专门功能。MCS-51 共定义了下面一些第二功能信号，见表 1.2。

表 1.2 MCS-51 单片机 P3 口第二功能

引脚	第二功能	
P3.0	RXD	串行口输入端
P3.1	TXD	串行口输出端
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$	外部中断 0 请求输入端, 低电平有效
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$	外部中断 1 请求输入端, 低电平有效
P3.4	T0	定时器/计数器 0 计数脉冲输入端
P3.5	T1	定时器/计数器 1 计数脉冲输入端
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	外部 RAM 写选通
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	外部 RAM 读选通

2. 存储器

(1) 存储器的特点

MCS-51 单片机存储器结构如图 1.5 所示。下面将对单片机的内部数据存储器、内部程序存储器和外部存储器分别作介绍。

1) 程序存储器 ROM

8031 内部无程序存储器, 需外接, 因此, $\overline{\text{EA}}$ 端必须外接低电平。

8051、8751 内部有 4 KB ROM/EPROM, $\overline{\text{EA}} = 0$, 使用外部程序存储器; $\overline{\text{EA}} = 1$, 使用内部程序存储器 4 KB 空间, 当 PC 的值超过 4 KB 范围时, 自动转向外部程序存储器。

2) 数据存储器 RAM

内部 RAM 为低 128 B, 地址: 00 ~ 7FH; 外部 RAM, 可扩展至 64 KB, 地址: 0000 ~ FFFFH。

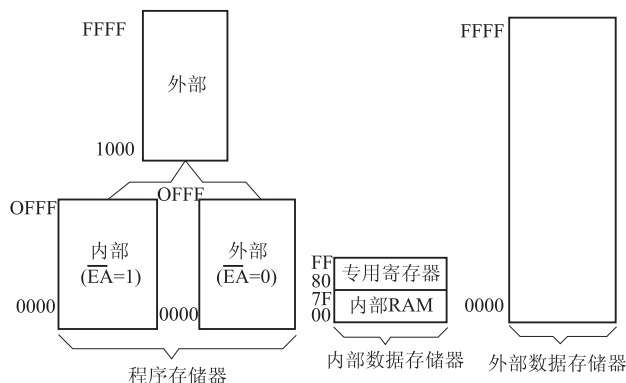


图 1.5 MCS-51 单片机存储器结构

(2) 程序存储器

计算机的工作是按照事先编制好的程序命令序列一条条顺序执行的, 程序存储器就是用来存放这些已编好的程序和表格常数, 它由只读存储器 ROM 或 EPROM 组成。计算机为了有序地工作, 设置了一个专用寄存器——程序计数器 PC, 用以存放将要执行的指令地址。每取出指令的 1 个字节后, 其内容自动加 1, 指向下一字节地址, 使计算机依次从程序存储

器取出指令予以执行，完成某种程序操作。由于 MCS-51 单片机的程序计数器为 16 位，因此，可寻址的地址空间为 64 KB。MCS-51 单片机复位、中断入口地址见表 1.3。

表 1.3 MCS-51 单片机复位、中断入口地址

操作	入口地址
复位	0000H
外部中断 0	0003H
定时器/计数器 0 溢出	000BH
外部中断 1	0013H
定时器/计数器 1 溢出	001BH
串行口中断	0023H

(3) 数据存储器

MCS-51 单片机片内、外数据存储器是两个独立的地址空间，应分别单独编址。片内数据存储器除 RAM 块外，还有特殊功能寄存器（SFR）块。对于 51 子系列，前者有 128 个字节，其编址为 00H~7FH；后者有 128 个字节，其编址为 80H~FFH；二者连续而不重叠。对于 52 子系列，前者有 256 个字节，其编址为 00H~FFH；后者有 128 个字节，其编址为 80H~FFH。后者与前者高 128 个字节的编址是重叠的。由于访问它们所用的指令不同，并不会引起混乱。片外数据存储器一般是 16 位编址。

1) 工作寄存器区

00H~2FH 单元为工作寄存器区。工作寄存器也称通用寄存器，用于临时寄存 8 位信息。工作寄存器分成 4 组，每组都有 8 个寄存器，用 R0~R7 来表示。程序中每次只用 2 组，其他各组不工作。使用哪一组寄存器工作由程序状态字 PSW 中的 PSW.3（RS0）和 PSW.4（RS2）两位来选择，其对应关系见表 1.4。通过软件设置 RS0 和 RS2 两位的状态，就可任意选一组工作寄存器工作。这个特点使 MCS-51 单片机具有快速现场保护功能，对提高程序效率和响应中断的速度十分有利。

表 1.4 51 系列单片机工作寄存器的配置

工作寄存器区	00H	R0	工作寄存器 0 组
	01H	R1	
	07H	R7	
	08H	R0	工作寄存器 1 组
	09H	R1	
	0FH	R7	
	10H	R0	工作寄存器 2 组
	11H	R1	
	17H	R7	
	19H	R1	
	1FH	R7	

2) 位寻址区

20H~2FH 单元是位寻址区。这 26 个单元（共计 $26 \times 8 = 228$ 位）的每一位都赋予了一个位地址，位地址范围为 00H~7FH。位寻址区的每一位都可当作软件触发器，由程序直接进行位处理。通常可以把各种程序状态标志、位控制变量存于位寻址区内。51 系列单片机片内 RAM 的配置见表 1.5。

表 1.5 51 系列单片机片内 RAM 的配置

位寻址区	20H	07	06	05	04	03	02	01	00
	21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
	22H	17	16	15	14	13	12	11	10
	23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
	24H	27	26	25	24	23	22	21	20
	25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
	26H	37	36	35	34	33	32	31	30
	27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
	28H	47	46	45	44	43	42	41	40
	29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
	2AH	57	56	55	54	53	52	51	50
	2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
	2CH	67	66	65	64	63	62	61	60
	2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
	2EH	77	76	75	74	73	72	71	70
	2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
	30H	—	—	—	—	—	—	—	—
	32H	—	—	—	—	—	—	—	—
	7EH	—	—	—	—	—	—	—	—

3) 数据缓冲区

30H~7FH 是数据缓冲区，也即用户 RAM 区，共 80 个单元。

由于工作寄存器区、位寻址区、数据缓冲区统一编址，使用同样的指令访问，这三个区的单元既有自己独特的功能，又可统一调度使用。因此，前两个区未使用的单元也可作为用户 RAM 单元使用，使容量较小的片内 RAM 得以充分利用。

52 子系列片内 RAM 有 256 个单元，前两个区的单元数与地址都和 51 子系列的一致，而用户 RAM 区为 30H~FFH，有 208 个单元。

3. 时钟电路与时序

(1) 时钟信号的产生

在 MCS-51 芯片内部有一个高增益反相放大器，其输入端为芯片引脚 XTAL1，输出端为引脚 XTAL2。而在芯片的外部，XTAL1 和 XTAL2 之间跨接晶体振荡器和微调电容，从而