

华清远见系列图书

深入浅出，依靠深厚行业经验讲透技术原理
循序渐进，详解典型应用案例提升实战能力



6个综合案例的视频操作文件

QQ答疑：281896580

51单片机 应用开发实战手册

© 华清远见嵌入式培训中心 袁东 等编著

- ◆ 提供实例源文件，供读者边学边练
- ◆ 本书的特点是语言简洁、图表丰富、案例代码完整且有详细的注释
- ◆ 书中所选案例覆盖了单片机开发过程中常见的模块设计和接口技术，部分案例已经经过了实际项目的验证并已规模应用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

51单片机

应用开发实战手册

© 华清远见嵌入式培训中心 袁东 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过 30 个案例的设计过程详细介绍了 51 单片机开发的相关软件、工具、应用系统设计方法等。

全书共 10 章。前 3 章为单片机系统开发基础，内容涉及 51 单片机的硬件结构、原理介绍、软硬件开发环境的建立、单片机应用系统设计的必备知识等。第 4~7 章以 Keil+Proteus 作为开发工具，详细介绍了 20 个简单案例的设计过程，内容包括了单片机应用系统设计所必须的一些基本知识和相关模块的编程。第 8~10 章在第 4~7 章的基础上，以 keil+Protel 作为开发工具，详细介绍了 10 个综合应用系统的设计过程。这 30 个案例均含有完整详细的硬件原理图和软件代码。

本书的特点是语言简洁、图表丰富、案例代码完整且有详细的注释。案例覆盖了单片机开发过程中常见的模块设计和接口技术，部分案例已经经过了实际项目的验证并已规模应用。

本书可作为已有单片机 C 语言开发相关知识并想学习系统级设计技术的学生学习，也可供相关专业学生课程设计、毕业设计参考，还可以供单片机开发工程技术人员及爱好者阅读参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

51 单片机应用开发实战手册/袁东等编著. —北京：电子工业出版社，2011.4

(华清远见系列图书)

ISBN 978-7-121-12858-5

I. ①5… II. ①袁… III. ①单片微型计算机—手册 IV. ①TP368.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 013875 号

责任编辑：胡辛征

特约编辑：赵树刚

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：31 字数：794 千字

印 次：2011 年 4 月第 1 次印刷

印 数：4000 册 定价：59.00 元 (含 DVD 光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

当前，单片机作为嵌入式微控制器在工业测控系统、智能仪器和家用电器中得到广泛应用。虽然单片机的品种很多，但 MCS-51 系列单片机仍不失为单片机中的主流机型。在众多的 MCS-51 系列单片机中，以 Atmel 公司的 AT89Sxx 系列单片机应用最为广泛。本书所有案例项目的设计均以 AT89S52 单片机作为核心来介绍。

单片机的编程语言主要有汇编语言和 C 语言两种。其中，由于 C 语言在易用性、可读性、可移植性、代码开发效率等诸多方面的优势，已被越来越多的单片机开发人员所选用。鉴于此，本书所有案例均以 C51 语言开发。

单片机系统开发工具有多种，在硬件设计方面，本书选择简单易用的 Protel99SE 作为电路和 PCB 设计软件；在软件设计方面，选择 KeilC51 集成开发环境作为软件开发平台。同时，选择目前十分流行的 Proteus 单片机仿真软件作为简单应用系统设计的软件仿真平台，读者可在第 4~10 章的案例中系统学习这方面的知识。

本书通过对 30 个单片机应用系统案例设计过程的详细介绍，向读者全面地讲解单片机应用系统的设计过程、设计方法、注意事项等，每个案例均给出了完整的电路原理图说明，软件源码及代码注释。希望读者学习本书后能在系统设计和单片机编程方面有所提高，并能进行实际项目的开发。

本书共分 10 章，各章内容介绍如下：

第 1 章主要介绍 MCS-51 单片机的基础知识。通过简明扼要的介绍，使读者对 51 单片机的硬件结构、各个组成系统有一个完整的认识，以便在后面的案例学习中能从整体上把握单片机的系统设计。同时本章还详细介绍了本书使用的 AT89S52 单片机的引脚图和引脚说明。

第 2 章主要介绍 51 单片机开发环境的建立。分别介绍了硬件设计环境的建立，包括 Protel99SE 的使用，开发工具的选择，硬件开发所需的仪器等。软件开发环境的建立，包括 KeilC51 集成开发环境的整体结构，KeilC51 的使用。同时本章还介绍了如何使用 KeilC51+Proteus 搭建单片机开发的软件仿真平台及其使用方法。

第 3 章主要介绍单片机应用系统设计的必备知识。分别介绍了单片机应用系统的结构，单片机系统硬件的设计原则及方法和注意事项，单片机软件系统的设计原则及方法和注意事项等。另外，本章还详细介绍了单片机应用系统的软硬件抗干扰设计技术。

第 4~7 章主要介绍 20 个单片机简单应用系统的设计。这 20 个案例覆盖了单片机系统设计的常见模块设计和接口技术。内容包括单片机的定时器/计数器的应用、单片机的串行通信技术、单片机的系统扩展技术、单片机应用系统的接口技术、A/D 与 D/A 转换技术。这些技术是后续进行单片机复杂应用系统设计的基础，读者务必熟练掌握。另外，为方便读者学习，这 4 章所有案例均可以在 Keil + Proteus 中进行系统仿真测试。

第 8~10 章主要介绍 10 个单片机综合应用系统的设计。这 10 个综合案例，均是在第 4~7

章的基础上进行一些模块的功能整合或扩充而成，由浅入深重点介绍了一些新模块的设计和新技术的应用，着重教会读者如何进行大规模系统的综合设计。这些案例，有些已经通过了实际项目的检验并运行良好。

本书的特点是语言简洁、图表丰富、案例代码完整且有详细的注释。案例覆盖了单片机开发过程中常见的模块设计和接口技术，部分案例已经经过了实际项目的验证并已规模应用。

本书可作为已有单片机 C 语言开发相关知识并想学习系统级设计技术的学生学习，也可供相关专业学生课程设计、毕业设计参考，还可以供单片机开发工程技术人员及爱好者阅读参考。

本书主要由袁东编写，另外参与本书编写的还有高淑娟、袁东、王丽娜、周毅、林小峰、刘刚、马海波、李强、吴慧、马玉刚、冯浩、唐爱琴、李子龙、王明明、蒋志等同志，在此感谢他们的辛勤劳动，以及所有在本书编写过程中给予帮助的人。

本书取材于编者实际的项目工作，案例丰富，图表清晰，代码翔实，内容覆盖面广。希望本书能对想进一步学习单片机系统设计的读者有所帮助。由于时间紧迫，案例复杂，程序和图表较多，加之编者水平有限，难免有误漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 3 月

目 录

第 1 章 MCS-51 单片机基础	1
1.1 概述	2
1.2 MCS-51 单片机硬件结构	2
1.2.1 MCS-51 单片机的基本组成	2
1.2.2 AT89S52 单片机的引脚图及各引脚功能说明	2
1.3 MCS-51 单片机的复位	5
1.4 MCS-51 的存储系统	6
1.4.1 MCS-51 程序存储器	6
1.4.2 MCS-51 数据存储器	7
1.4.3 特殊功能寄存器 (SFR)	7
1.5 MCS-51 的中断系统	8
1.5.1 MCS-51 的中断源	8
1.5.2 MCS-51 的中断请求标志	9
1.5.3 MCS-51 的中断控制	9
1.5.4 MCS-51 的中断处理过程	11
第 2 章 51 单片机软硬件开发环境	12
2.1 硬件开发环境的建立	13
2.1.1 Protel 99SE	13
2.1.2 开发工具的选择	13
2.1.3 硬件开发所需仪器	13
2.2 软件开发环境的建立	14
2.2.1 系统概述	14
2.2.2 Keil C51 单片机软件开发系统的整体结构	14
2.2.3 Keil C51 的使用	14
2.3 Keil C51+ Proteus 实现单片机的软件仿真	18
第 3 章 单片机应用系统设计的必备知识	22
3.1 单片机应用系统的结构	23
3.1.1 单机系统结构	23
3.1.2 多机系统结构	23
3.2 单片机应用系统的开发过程	24

3.3	单片机应用系统的硬件设计.....	24
3.4	单片机应用系统的软件设计.....	26
3.4.1	系统定义.....	26
3.4.2	软件结构设计.....	26
3.4.3	程序设计技术.....	27
3.4.4	程序设计.....	27
3.5	单片机应用系统的抗干扰设计.....	28
3.5.1	单片机应用系统硬件抗干扰设计.....	28
3.5.2	单片机应用系统软件抗干扰设计.....	30
第4章	简单应用系统设计案例——I/O 使用.....	31
4.1	单片机键盘显示系统设计（一）.....	32
4.1.1	系统设计要求与方案确定.....	32
4.1.2	系统硬件电路设计.....	32
4.1.3	系统软件设计.....	34
4.1.4	设计小结.....	46
4.2	单片机键盘显示系统设计（二）.....	46
4.2.1	系统设计要求与方案确定.....	46
4.2.2	系统硬件电路设计.....	47
4.2.3	系统软件设计.....	48
4.2.4	设计小结.....	53
4.3	音乐播放器设计.....	53
4.3.1	系统设计要求与方案确定.....	54
4.3.2	系统硬件电路设计.....	54
4.3.3	系统软件设计.....	55
4.3.4	设计小结.....	61
4.4	电子琴设计.....	61
4.4.1	系统设计要求与方案确定.....	61
4.4.2	系统硬件电路设计.....	62
4.4.3	系统软件设计.....	63
4.4.4	设计小结.....	71
4.5	电子门铃设计.....	71
4.5.1	系统设计要求与方案确定.....	71
4.5.2	系统硬件电路设计.....	72
4.5.3	系统软件设计.....	73
4.5.4	设计小结.....	75
4.6	数控电压源系统设计.....	76
4.6.1	系统设计要求与方案确定.....	76

4.6.2	系统硬件电路设计	76
4.6.3	系统软件设计	77
4.6.4	设计小结	80
第 5 章	简单应用系统设计案例——定时器和中断使用	81
5.1	电子时钟系统设计	82
5.1.1	系统设计要求与方案确定	82
5.1.2	系统硬件电路设计	83
5.1.3	系统软件设计	84
5.1.4	设计小结	99
5.2	正弦波发生器设计	99
5.2.1	系统设计要求与方案确定	99
5.2.2	系统硬件电路设计	100
5.2.3	系统软件设计	101
5.2.4	设计小结	103
5.3	单片机模拟 DDS 低频信号发生器设计	104
5.3.1	系统设计要求与方案确定	104
5.3.2	系统硬件电路设计	104
5.3.3	系统软件设计	105
5.3.4	设计小结	108
5.4	数字频率计设计	108
5.4.1	系统设计要求与方案确定	108
5.4.2	系统硬件电路设计	109
5.4.3	系统软件设计	109
5.4.4	设计小结	117
5.5	电子秒表设计	117
5.5.1	系统设计要求与方案确定	117
5.5.2	系统硬件电路设计	118
5.5.3	系统软件设计	119
5.5.4	设计小结	128
第 6 章	简单应用系统设计——串行通信类	129
6.1	单片机与 PC 机串行通信系统设计	130
6.1.1	系统设计要求与方案确定	130
6.1.2	系统硬件电路设计	130
6.1.3	系统软件设计	131
6.1.4	设计小结	135
6.2	双机通信系统设计	135

6.2.1	系统设计要求与方案确定	135
6.2.2	系统硬件电路设计	136
6.2.3	系统软件设计	137
6.2.4	设计小结	153
6.3	多机通信系统设计	153
6.3.1	系统设计要求与方案确定	153
6.3.2	系统硬件电路设计	154
6.3.3	系统软件设计	155
6.3.4	设计小结	177
第7章	简单应用系统设计——控制类	178
7.1	电子抢答器系统设计	179
7.1.1	系统设计要求与方案确定	179
7.1.2	系统硬件电路设计	180
7.1.3	系统软件设计	181
7.1.4	设计小结	193
7.2	数字电压表设计	193
7.2.1	系统设计要求与方案确定	194
7.2.2	系统硬件电路设计	194
7.2.3	系统软件设计	195
7.2.4	设计小结	202
7.3	PWM 输出控制系统设计	202
7.3.1	系统设计要求与方案确定	202
7.3.2	系统硬件电路设计	203
7.3.3	系统软件设计	204
7.3.4	设计小结	214
7.4	交通信号灯系统设计	214
7.4.1	系统设计要求与方案确定	214
7.4.2	系统硬件电路设计	215
7.4.3	系统软件设计	215
7.4.4	设计小结	223
7.5	电子密码锁设计	223
7.5.1	系统设计要求与方案确定	223
7.5.2	系统硬件电路设计	224
7.5.3	系统软件设计	225
7.5.4	设计小结	251
7.6	基于单片机的步进电机控制系统设计	251
7.6.1	系统设计要求与方案确定	251

7.6.2	系统硬件电路设计.....	252
7.6.3	系统软件设计.....	253
7.6.4	设计小结.....	275
第 8 章	综合应用系统设计案例——基础篇.....	276
8.1	基于 ISP 技术的单片机实验系统设计.....	277
8.1.1	系统需求分析.....	277
8.1.2	系统总体设计.....	278
8.1.3	系统硬件电路设计.....	279
8.1.4	系统软件设计.....	289
8.1.5	设计小结.....	314
8.2	智能小车系统设计.....	314
8.2.1	系统需求分析.....	314
8.2.2	系统总体设计.....	314
8.2.3	系统硬件电路设计.....	315
8.2.4	系统软件设计.....	317
8.2.5	设计小结.....	329
8.3	多功能万年历时钟系统设计.....	329
8.3.1	系统需求分析.....	329
8.3.2	系统总体设计.....	329
8.3.3	系统硬件电路设计.....	330
8.3.4	系统软件设计.....	331
8.3.5	设计小结.....	374
第 9 章	综合应用系统设计案例——提高篇.....	375
9.1	单片机无线多路温度采集系统设计.....	376
9.1.1	系统需求分析.....	376
9.1.2	系统总体设计.....	376
9.1.3	系统硬件电路设计.....	377
9.1.3	系统软件设计.....	381
9.1.4	设计小结.....	419
9.2	基于单片机的超声波测距系统设计.....	419
9.2.1	系统需求分析.....	419
9.2.2	系统总体设计.....	419
9.2.3	系统硬件电路设计.....	420
9.2.4	系统软件设计.....	422
9.2.5	设计小结.....	433
9.3	基于单片机+TDA5767 的收音机系统设计.....	433

9.3.1	系统需求分析.....	433
9.3.2	系统总体设计.....	433
9.3.3	系统硬件电路设计.....	433
9.3.4	系统软件设计.....	436
9.3.5	设计小结.....	447
第 10 章	综合应用系统设计案例——实践篇.....	448
10.1	基于单片机的门禁系统设计.....	449
10.1.1	系统需求分析.....	449
10.1.2	系统总体设计.....	449
10.1.3	系统硬件电路设计.....	449
10.1.4	系统软件设计.....	453
10.1.5	书设计小结.....	456
10.2	基于单片机的 MiniPOS 系统设计.....	457
10.2.1	系统需求分析.....	457
10.2.2	系统总体设计.....	457
10.2.3	系统硬件电路设计.....	457
10.2.4	系统软件设计.....	460
10.2.5	设计小结.....	470
10.3	基于单片机的 GPS 全球定位系统设计.....	470
10.3.1	系统需求分析.....	471
10.3.2	系统总体设计.....	471
10.3.3	系统硬件电路设计.....	471
10.3.4	系统软件设计.....	473
10.3.5	设计小结.....	477
10.4	基于 AT89S52+GPRS 的远程控制系统设计.....	477
10.4.1	系统需求分析.....	478
10.4.2	系统总体设计.....	478
10.4.3	系统硬件电路设计.....	479
10.4.4	系统软件设计.....	482
10.4.5	设计小结.....	486

第 1 章

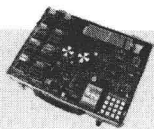
MCS-51 单片机基础

单片机作为嵌入式微控制器在工业测控系统、智能仪器和家用电器中得到广泛应用。虽然单片机的品种很多，但 MCS-51 系列单片机仍不失为单片机中的主流机型。

本章主要介绍 MCS-51 单片机的基础知识和学习要点，以目前应用最为广泛的 AT89SXX 系列单片机为例，介绍单片机的历史发展、应用领域、硬件结构与工作原理、复位系统、存储系统和中断系统等内容。



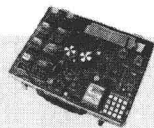
1.1 概述



单片微型计算机简称为单片机，又称为微控制器，是微型计算机的一个重要分支。

自单片机出现至今，单片机技术已走过了近 30 年的发展历程。纵观 30 年来单片机发展历程可以看出，单片机技术的发展以微处理器（MPU）技术及超大规模集成电路技术的发展为先导，以广泛的应用领域拉动表现出较微处理器更具个性的发展趋势。随着电子技术的发展，大规模、超大规模集成电路和制造工艺的进一步提高，单片机以其高可靠性、高性能比、低电压、低功耗等一系列优点，广泛应用于工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表、智能型家用电器等领域。

1.2 MCS-51 单片机硬件结构



虽然单片机在形态上只是一块芯片，但它已具有了微型计算机的组成结构和功能。在 MCS-51 单片机中除了有 CPU、存储器和并行输入/输出接口外，还包含由定时器/计数器、串行 I/O 接口和中断管理逻辑等部件。

1.2.1 MCS-51 单片机的基本组成

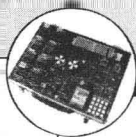
MCS-51 单片机是由 8 位 CPU、存储器、串并行 I/O 口、定时器/计数器、中断系统、振荡器和时钟系统等组成，各部分之间通过系统总线相连。如图 1.1 所示为 MCS-51 单片机的系统功能模块框图。

1.2.2 AT89S52 单片机的引脚图及各引脚功能说明

由于本书所有的例程均是基于 AT89S52 单片机开发的，这里着重介绍 AT89S52 各个引脚及功能。这些关系到在后面学习例程时对原理图的理解，读者要特别重视。而对于存储器、定时器、中断系统等部分内容，读者可参考介绍 MCS-51 单片机的相关书籍。

AT89S52 是 Atmel 公司生产的一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器，具有 8 位在系统可编程 Flash 存储器。AT89S52 使用 Atmel 公司高密度非易失性存储器技术制造，与工业 80C51 产品指令和引脚完全兼容。片上 Flash 允许程序存储器在系统可编程，也适于常规编程器。在单芯片上，拥有灵巧的 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash，使得 AT89S52 为众多嵌入式控制应用系统提供高灵活、超有效的解决方案。

AT89S52 具有 PDIP、PLCC、TQFP3 种封装形式以适用于不同的使用场合。各封装引脚定义如图 1.2 所示。



下面简单介绍 AT89S52 各引脚的功能，更多信息请查阅 Atmel 公司的技术文档。

- **V_{CC}**: 电源。
- **GND**: 地。
- **P0 口**: P0 口是一个 8 位漏极开路的双向 I/O 口。作为输出口，每位能驱动 8 个 TTL 逻辑电平。对 P0 端口写“1”时，引脚用做高阻抗输入。当访问外部程序和数据存储器时，P0 口也被作为低 8 位地址/数据复用。在这种模式下，P0 具有内部上拉电阻。在 Flash 编程时，P0 口也用来接收指令字节；在程序校验时，输出指令字节。在程序校验时，需要外部上拉电阻。
- **P1 口**: P1 口是一个具有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P1 输出缓冲器能驱动 4 个 TTL 逻辑电平。当对 P1 端口写“1”时，内部上拉电阻把端口拉高，此时可以作为输入口使用。当作为输入使用时，被外部拉低的引脚由于内部电阻的原因，将输出电流 (I_{IL})。此外，P1.0 和 P1.2 分别作为定时器/计数器 2 的外部计数输入 (P1.0/T2) 和定时器/计数器 2 的触发输入 (P1.1/T2EX)，具体如表 1-1 所示。在 Flash 编程和校验时，P1 口接收低 8 位地址字节。
- **P2 口**: P2 口是一个具有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P2 输出缓冲器能驱动 4 个 TTL 逻辑电平。对 P2 端口写“1”时，内部上拉电阻把端口拉高，此时可以作为输入口使用。当作为输入使用时，被外部拉低的引脚由于内部电阻的原因，将输出电流 (I_{IL})。在访问

表 1-1 P1 口部分管脚的第二功能

引脚号	第二功能
P1.0	T2 (定时器/计数器 T2 的外部计数输入)，时钟输出
P1.1	T2EX (定时器/计数器 T2 的捕捉/重载触发信号和方向控制)
P1.5	MOSI (在系统编程用)
P1.6	MISO (在系统编程用)
P1.7	SCK (在系统编程用)

外部程序存储器或用 16 位地址读取外部数据存储器 (如执行 MOVX @DPTR) 时，P2 口送出高 8 位地址。在这种应用中，P2 口使用很强的内部上拉发送 1。在使用 8 位地址 (如 MOVX @RI) 访问外部数据存储器时，P2 口输出 P2 锁存器的内容。在 Flash 编程和校验时，P2 口也接收高 8 位地址字节和一些控制信号。

- **P3 口**: P3 口是一个具有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P2 输出缓冲器能驱动 4 个 TTL 逻辑电平。对 P3 端口写“1”时，内部上拉电阻把端口拉高，此时可以作为输入口使用。当作为输入使用时，被外部拉低的引脚由于内部电阻的原因，将输出电流 (I_{IL})。P3 口也作为 AT89S52 特殊功能 (第二功能) 使用，如表 1-2 所示。在 Flash 编程和校验时，P3 口也接收一些控制信号。

表 1-2 P3 口部分管脚的第二功能

引脚号	第二功能	引脚号	第二功能
P3.0	RXD (串行输入)	P3.4	T0 (定时器 0 外部输入)

(续表)

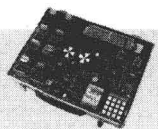
引脚号	第二功能	引脚号	第二功能
P3.1	TXD (串行输出)	P3.5	T1 (定时器 1 外部输入)
P3.2	INT0 (外部中断 0)	P3.6	WR (外部数据存储器写选通)
P3.3	INT0 (外部中断 0)	P3.7	RD (外部数据存储器写选通)

- **RST:** 复位输入。在晶振工作时, RST 脚持续两个机器周期高电平将使单片机复位。看门狗计时完成后, RST 脚输出 96 个晶振周期的高电平。特殊寄存器 AUXR (地址 8EH) 上的 DISRTO 位可以使此功能无效。在 DISRTO 默认状态下, 复位高电平有效。
- **ALE/PROG:** 地址锁存控制信号 (ALE) 在访问外部程序存储器时, 锁存低 8 位地址的输出脉冲。在 Flash 编程时, 此引脚 (PROG) 也用做编程输入脉冲。

在一般情况下, ALE 以晶振六分之一的固定频率输出脉冲, 可用来作为外部定时器或时钟使用。然而, 特别强调, 在每次访问外部数据存储器时, ALE 脉冲将会跳过。如果需要, 通过将地址为 8EH 的 SFR 的第 0 位置“1”, ALE 操作将无效。这一位置“1”, ALE 仅在执行 MOVX 或 MOVC 指令时有效。否则, ALE 将被微弱拉高。这个 ALE 使能标志位 (地址为 8EH 的 SFR 的第 0 位) 的设置对微控制器处于外部执行模式下无效。

- **PSEN:** 外部程序存储器选通信号 (PSEN) 是外部程序存储器选通信号。当 AT89S52 从外部程序存储器执行外部代码时, PSEN 在每个机器周期被激活两次, 而在访问外部数据存储器时, PSEN 将不被激活。
- **EA/V_{PP}:** 访问外部程序存储器控制信号。为使能从 0000H 到 FFFFH 的外部程序存储器读取指令, EA 必须接 GND。为了执行内部程序指令, EA 应该接 V_{CC}。在 Flash 编程期间, EA 也接收 12 伏 V_{PP} 电压。
- **XTAL1:** 振荡器反相放大器和内部时钟发生电路的输入端。
- **XTAL2:** 振荡器反相放大器的输出端。

1.3 MCS-51 单片机的复位

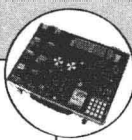


复位是单片机的初始化工作, 其作用是使 CPU 和系统中的其他部件都处于一个确定的初始状态, 并从这个状态开始工作。

MCS-51 的 RST 引脚是复位信号的输入端, 高电平有效, 持续时间要在 24 个时钟周期以上。单片机复位后, 其内部各寄存器的状态如表 1-3 所示。

表 1-3 复位后片内各专用寄存器的值

寄存器	内容	寄存器	内容
PC	00H	TMOD	00H
A	00H	TCON	00H
B	00H	TH0	00H



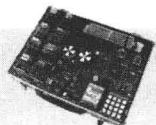
(续表)

寄存器	内容	寄存器	内容
PSW	00H	TL0	00H
SP	07H	TH1	00H
DPTR	0000H	TL1	00H
P0~P3	0FFH	SCON	00H
IP	(XXX00000)B	SBUF	不变
IE	(0XX00000)B	PCON	(0XXXXXXX)H

复位期间, 片内 RAM 的状态不受复位的影响; 复位后, PC 的值为 0000H, 所以单片机总是从起始地址 0000H 处开始执行程序。

当单片机运行出错或进入死循环时可按复位键重新启动。

1.4 MCS-51 的存储系统



MCS-51 系列单片机在存储结构上采用哈佛 (Har-Vard) 结构, 即将程序存储器和数据存储器分开, 它们有各自的寻址机构和寻址方式。MCS-51 在物理上有 4 个存储器地址空间: 片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器和片外数据存储器。从逻辑上划分, MCS-51 有 3 个存储器地址空间: 片内外统一编址的 64KB 的程序存储器地址空间 (0000-FFFFH)、128B 或 256B (52 系列) 的片内数据存储器地址空间和 64KB 的片外数据存储器地址空间、片内 128B 的特殊功能寄存器 (SFR)。在访问这 3 个不同的逻辑空间时, 应采用不同形式的指令。如图 1.4 所示为 MCS-51 系列存储器的地址空间分配图。

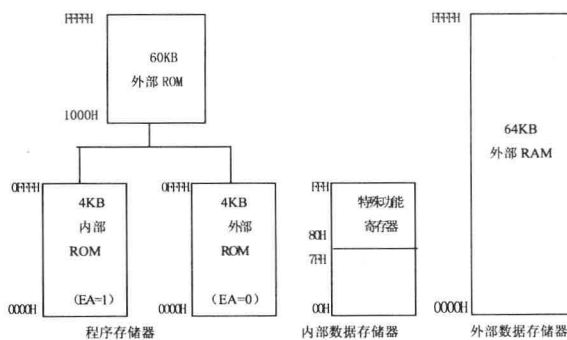


图 1.4 MCS-51 系列存储器的地址空间分配图

1.4.1 MCS-51 程序存储器

程序存储器用于存放程序和表格数据。MCS-51 具有 16 位的程序计数器 PC 和 16 位的地址总线, 使 64KB 的程序存储器空间连续统一。

当 EA 脚接高电平时, 程序从内部 ROM 开始执行。当 PC 值超过内部地址空间 (0FFFH)