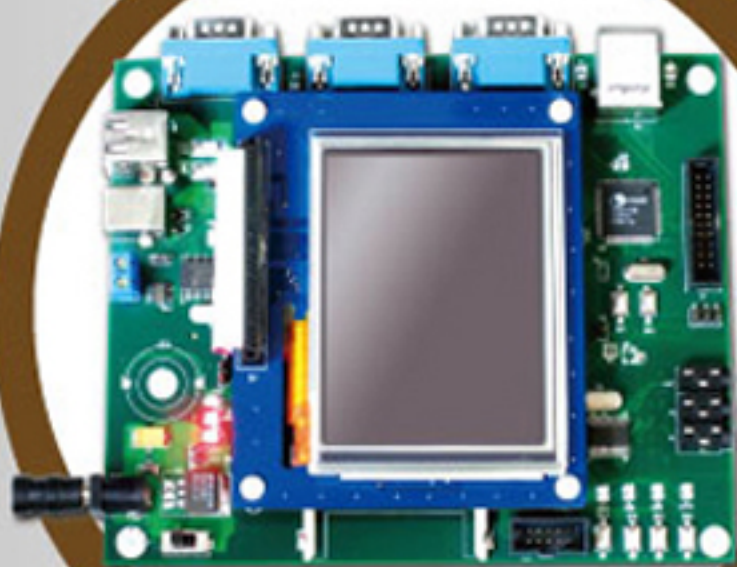


8051



刘海涛 赵金波 晁 阳◎ 编著

8051 单片机

C语言程序设计 与实例解析

- ◆ 知晓理论 掌握方法 应用实践
- ◆ 典型实例 重点突出 实用性强
- ◆ 选材恰当 深入浅出 可读性强

清华大学出版社

8051 单片机 C 语言程序设计与实例解析

刘海涛 赵金波 晁 阳 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是根据作者多年来对单片机的逐步学习和了解,以 80C51 单片机应用系统为主线,克服了以往单片机类书籍起点高、实践例子少等缺点,围绕系统的组成、设计和调试运行,全面地介绍了单片机系统结构的基本原理、51 指令系统与程序设计方法、中断与定时器系统、串行通信技术、接口技术、应用系统的扩展、设计实例及抗干扰设计等知识。

本书具有较强的系统性、先进性和实用性,选材精练,论述简明。本书可作为高等院校计算机科学与技术、自动化、电子信息工程、机电一体化等本科专业的单片机课程的参考资料,也可作为工程技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

8051 单片机 C 语言程序设计与实例解析/刘海涛、赵金波、晁阳编著. —北京:清华大学出版社, 2009.1
ISBN 978-7-302-18944-2

I. 8… II. ①刘… ②赵… ③晁… III. ①单片微型计算机—程序设计 ②C 语言—程序设计 IV. TP368.1
TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 182091 号

责任编辑:邹 杰

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李玉萍 周剑云

责任印制:

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:

装 订 者:

经 销:全国新华书店

开 本:190×260 印 张:21

字 数:506 千字

版 次:2009 年 1 月第 1 版

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:32.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:

前 言

在我国乃至全世界范围 80C51 系列单片机及其衍生产品获得了非常广泛的应用，大专院校也都采用 80C51 系列单片机作为教学模型。目前图书市场上介绍 8051 的书籍非常多，内容涵盖 80C51 的各个方面，包括硬件结构原理、指令系统、接口设计、软件开发等。

本书根据作者多年来对单片机的逐步学习和了解，以 8051 单片机应用系统为主线，克服了以往单片机类书籍起点高、实践例子少等缺点，围绕系统的组成、设计和调试运行，全面地介绍了单片机系统结构的基本原理、51 指令系统与程序设计方法、中断与定时器系统、串行通信技术、接口技术、应用系统的扩展、设计实例及抗干扰设计等知识。通过学习本书，可使读者较全面地掌握单片机的基础知识。

本书以 80C51 系列单片机为中心，介绍单片机的原理及应用。

全书共分 13 章，各章具体内容如下。

前 3 章为基础知识部分，介绍了 8051 系列单片机的基本知识及硬件结构原理。

第 4、5 章介绍了单片机的开发环境和自制的开发工具。

第 6~10 章主要介绍 8051 单片机的接口技术、应用系统的扩展和串行通信技术。

第 11 章介绍了几个典型的应用实例，以帮助读者进一步加深对知识的理解。

第 12 章主要介绍了单片机的嵌入式系统的开发知识。

第 13 章主要讨论了干扰窜入单片机系统的主要途径、干扰的耦合方式、抗干扰原则以及单片机系统的硬件和软件抗干扰技术。

本书参考了当前许多系列单片机的最新资料，吸取了单片机开发应用的最新成果。全书具有较强的系统性、先进性和实用性，内容深入浅出，阐述透彻、清晰，实用性较强。本书可作为高等院校计算机科学与技术、自动化、电信工程、机电一体化等本科专业单片机课程的参考资料，工程技术人员的参考书。

本书由刘海涛、赵金波、晁阳主编，参与编写的还有王萃敏、马国玉、夏冬、聂梅、吴会明、王立阁、韩磊磊、张保强、任立业、侯献伟、张立业和马千方等，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中的疏漏与错误之处在所难免，恳请广大读者指正。

本书案例下载地址为：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wenyuan.com.cn>。

编 者

目 录

第 1 章 单片机概述.....	1	2.8.3 复位电路.....	35
1.1 80C51 单片机的发展史.....	1	2.9 单片机的低功耗模式.....	37
1.2 80C51 单片机的性能和特点.....	2	第 3 章 指令系统.....	39
1.3 80C51 单片机的分类和选型.....	3	3.1 指令系统的分类和一般说明.....	39
1.3.1 80C51 单片机的分类.....	3	3.2 数据传送类指令.....	40
1.3.2 80C51 单片机的选型.....	4	3.3 算术运算类指令.....	44
第 2 章 硬件结构.....	6	3.4 逻辑运算类指令.....	48
2.1 80C51 的内部总体结构.....	6	3.5 控制转移类指令.....	50
2.2 80C51 的引脚封装和描述.....	8	3.6 位操作类指令.....	54
2.3 存储器配置.....	11	第 4 章 ISP、IAP 技术及应用.....	56
2.3.1 程序存储器.....	12	4.1 ISP 和 IAP 的工作原理.....	56
2.3.2 数据存储器.....	12	4.2 ISP 和 IAP 的优点.....	57
2.4 特殊功能寄存器.....	14	4.3 并口/串口下载线.....	57
2.5 I/O 口.....	18	4.3.1 并口下载线.....	57
2.5.1 P0 口.....	19	4.3.2 串口下载线.....	58
2.5.2 P1 口.....	20	4.4 ISP 软件的使用.....	59
2.5.3 P2 口.....	21	4.5 自制 80C51 仿真器.....	62
2.5.4 P3 口.....	21	4.5.1 SoftICE 软件的介绍.....	62
2.6 中断.....	22	4.5.2 SoftICE 软件的安装.....	63
2.6.1 中断系统的硬件结构.....	22	4.5.3 Keil C51 联机仿真.....	65
2.6.2 中断控制.....	23	4.5.4 自制仿真器的特点.....	66
2.6.3 中断响应协议.....	25	第 5 章 Keil C51 开发软件的应用.....	67
2.6.4 外部中断触发方式.....	26	5.1 Keil C51 简介.....	67
2.6.5 中断响应时间.....	27	5.1.1 Keil C51 软件的结构.....	67
2.6.6 80C51 的单步操作.....	27	5.1.2 Keil 软件的安装.....	68
2.7 定时器/计数器.....	28	5.2 μ Vision2 集成开发环境.....	69
2.7.1 定时器/计数器 T0 和 T1 的		5.2.1 μ Vision2 IDE 开发平台.....	69
基本结构和工作原理.....	28	5.2.2 关于开发环境.....	70
2.7.2 定时器/计数器		5.3 创建工程项目.....	74
T0 和 T1 的控制.....	29	5.3.1 启动 μ Vision2 并创建	
2.7.3 定时器/计数器的工作方式.....	31	一个项目.....	75
2.8 单片机的时钟和复位电路.....	33	5.3.2 新建一个源文件.....	75
2.8.1 时钟电路.....	33		
2.8.2 时序.....	34		



5.4 编译、链接项目	77	7.3.1 SPI 总线应用概述	117
5.5 下载调试项目	78	7.3.2 SPI 总线的系统结构	117
第 6 章 并行接口的扩展	82	7.3.3 SPI 总线接口及时序	118
6.1 单片机系统扩展原理	82	7.3.4 SPI 总线的传输过程	119
6.1.1 80C51 单片机最小应用系统 ...	82	7.3.5 80C51 单片机与 SPI 总线芯片的模拟接口	120
6.1.2 80C51 单片机的 片外总线结构	82	7.4 非易失性铁电存储器 FM25C640	122
6.1.3 80C51 单片机 系统扩展的实现	84	7.4.1 FM25C640 特点	122
6.1.4 外扩芯片片选和 地址分配方法	84	7.4.2 FM25C640 的读/写方式	123
6.2 程序存储器的扩展	88	7.4.3 FM25C640 的应用	124
6.2.1 扩展 EPROM 存储器	88	第 8 章 键盘和显示接口设计	127
6.2.2 扩展 E ² PROM 存储器	91	8.1 键盘接口设计	127
6.3 数据存储器的扩展	93	8.1.1 键盘工作原理	127
6.4 并行 I/O 口的扩展	96	8.1.2 键盘的工作方式	128
6.4.1 简单 I/O 口扩展	97	8.1.3 键盘按键识别方法	129
6.4.2 8255A 可编程接口 并行 I/O 扩展	99	8.1.4 键盘按键去抖方法	130
6.4.3 8155 可编程接口 并行 I/O 扩展	100	8.1.5 中断方式的键盘扫描电路	131
第 7 章 实时时钟和外扩 RAM(I²C 和 SPI 总线器件)的应用	103	8.1.6 其他形式键盘接口电路	132
7.1 I ² C 总线的原理	103	8.2 LED 显示接口	132
7.1.1 I ² C 总线应用概述	103	8.2.1 LED 显示器的结构与原理	133
7.1.2 I ² C 总线的系统结构	103	8.2.2 LED 显示器的显示方式	134
7.1.3 I ² C 总线的信号 及时序定义	104	8.2.3 8155 做 LED 显示器 接口实例	136
7.1.4 I ² C 总线的传输过程	104	8.3 键盘/LED 专用接口芯片 8279	137
7.1.5 I ² C 总线的仲裁	105	8.3.1 8279 的内部结构及 基本工作原理	138
7.1.6 I ² C 总线的保留地址	106	8.3.2 8279 引脚功能	139
7.1.7 80C51 单片机与 I ² C 总线 芯片的模拟接口	106	8.3.3 8279 工作方式	141
7.2 实时时钟 PCF8563	112	8.3.4 8279 命令字	141
7.2.1 PCF8563 的特点和功能	112	8.3.5 8279 状态字	144
7.2.2 PCF8563 应用实例	113	8.3.6 应用举例	144
7.3 SPI 总线的原理	117	8.4 键盘/LED 专用接口芯片 7279A	146
		8.4.1 7279A 的主要特性	146
		8.4.2 7279A 引脚功能	146
		8.4.3 7279A 的控制指令	147
		8.4.4 7279A 串行接口的时序图	149
		8.4.5 7279A 应用举例	150
		8.5 LCD 显示接口	151

8.5.1 OCM4X8C 液晶显示 模块概述	151	10.3 串行口控制寄存器	192
8.5.2 OCM4X8C 液晶显示 模块的引脚功能	152	10.3.1 串行口数据缓冲器 SBUF	192
8.5.3 OCM4X8C 液晶显示模块的 硬件接口	152	10.3.2 串行口控制寄存器 SCON....	192
8.5.4 OCM4X8C 液晶显示模块的 指令系统	155	10.3.3 串行口电源控制 寄存器 PCON	193
8.5.5 OCM4X8C 液晶显示模块的 显示示例	158	10.4 串行口的工作方式	194
第 9 章 A/D 和 D/A 接口设计	161	10.4.1 方式 0	194
9.1 A/D 接口设计	161	10.4.2 方式 1	195
9.1.1 常用 A/D 转换器的原理	161	10.4.3 方式 2 和方式 3	196
9.1.2 双积分型 A/D 转换器 MC14433	164	10.4.4 常用波特率表	196
9.1.3 逐次逼近型 A/D 转换器 ADC0809	168	10.5 串行通信总线标准	197
9.1.4 $\Sigma - \Delta$ 调制型 A/D 转换器 CS5532	171	10.5.1 RS-232C 总线标准与应用 ...	197
9.1.5 A/D 转换器的 主要技术指标	176	10.5.2 RS-485 总线标准	199
9.2 D/A 转换器接口设计	177	10.6 Modbus 标准通信协议和 软件编程	201
9.2.1 D/A 转换器的原理	177	10.6.1 Modbus 通信协议简介	201
9.2.2 并行接口 D/A 转换器 芯片 DAC0832	178	10.6.2 Modbus 协议传送模式	203
9.2.3 串行接口 D/A 转换器 芯片 TLC5617	181	10.6.3 Modbus 协议功能码定义	204
9.2.4 D/A 转换器的主要参数	184	10.6.4 80C51 单片机的 RTU 模式编程	205
9.3 电压/电流转换电路	185	第 11 章 80C51 的应用案例	219
9.3.1 利用分立元件组成的 电压/电流转换电路	185	11.1 80C51 常用的一些子程序函数	219
9.3.2 AD694 电压/电流转换电路	186	11.1.1 char 单字节 HEX 数 转换 BCD 码函数	219
第 10 章 串行口通信	188	11.1.2 int 双字节 HEX 数 转换 BCD 码函数	220
10.1 数据通信的基本概念	188	11.1.3 long 四字节 HEX 数转换 BCD 码函数	221
10.1.1 串行通信的传送方式	188	11.1.4 ftod 浮点数转换 BCD 码函数	222
10.1.2 串行通信的同步技术	189	11.1.5 计算万年历函数	227
10.2 串行口的结构和功能	191	11.2 频率测量	229
		11.2.1 频率测量概述	229
		11.2.2 频率测量原理	229
		11.2.3 系统硬件构成	229
		11.2.4 软件流程图	230
		11.2.5 频率测量源程序	231
		11.3 红外遥控(SM3XX6)技术	237



11.3.1	红外遥控技术概述.....	237	12.2.3	μC/OS-II 操作系统的 80C51 的移植	278
11.3.2	红外遥控系统的构成和 工作原理	238	12.2.4	μC/OS-II 用户应用 系统编写	280
11.3.3	使用 M50462AP 电视遥控器 控制的红外遥控继电器 开关	241	12.3	RTX51 操作系统	281
11.3.4	其他类型遥控器的解码	247	12.3.1	RTX51 操作系统的概述	281
11.4	DS18B20 温度测量	250	12.3.2	RTX51 的任务结构和 状态	282
11.4.1	DS18B20 的性能特点	250	12.3.3	RTX51 的功能函数	284
11.4.2	DS18B20 的内部结构 及其各存储器结构	250	12.3.4	RTX51 Tiny 程序的 编写和应用	286
11.4.3	DS18B20 测温值的计算 及其测温原理	251	12.4	Small RTOS 操作系统	295
11.4.4	DS18B20 与单片机的 典型接口	252	12.4.1	Small RTOS 的概述	295
11.4.5	DS18B20 测温系统的 软件编写	253	12.4.2	Small RTOS 的运行条件	295
12	第 12 章 单片机嵌入式编程	263	12.4.3	Small RTOS 51 的应用	296
12.1	关于嵌入式系统	263	13	第 13 章 单片机抗干扰技术	304
12.1.1	嵌入式系统的定义	263	13.1	单片机的常见干扰现象及其来源 ...	304
12.1.2	嵌入式系统的构成	264	13.1.1	单片机的常见干扰现象	304
12.1.3	嵌入式系统的特点	265	13.1.2	干扰的来源	304
12.1.4	单片机实时操作系统	265	13.2	干扰的耦合方式	306
12.2	μC/OS-II 操作系统	266	13.3	单片机抗干扰的原则	307
12.2.1	μC/OS-II 操作系统的原理	267	13.4	单片机抗干扰的措施	308
12.2.2	μC/OS-II 操作系统的特点	277	13.4.1	单片机系统的硬件 抗干扰技术	308
			13.4.2	单片机系统的软件 抗干扰技术	316

第 1 章 单片机概述

单片机的全称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)，又称微控制器(Microcontroller Uint)或嵌入式控制器(Embedded Controller)。它是将计算机的基本部件微型化并集成到一块芯片上的微型计算机，通常片内都含有 CPU、ROM、RAM、并行 I/O、串行 I/O、定时器/计数器、中断控制、系统时钟及系统总线。虽然单片机只是一个芯片，但从组成和功能上看，它已具有了微型计算机系统的基本结构。中文“单片机”的称呼由英文名称 Single Chip Microcomputer 直接翻译而来。单片机把微型计算机的各主要部分集成在一块芯片上，大大缩短了系统内信号传送距离，从而提高了系统的可靠性及运行速度，因而在自动化装置、智能仪器仪表、过程控制、通信、家用电器等许多领域得到广泛的应用。

1.1 80C51 单片机的发展史

单片机诞生于 20 世纪 70 年代末，虽然出现的历史并不长，但是据不完全统计，全世界嵌入式处理器的品种总量已经超过 1000 多种，流行体系结构有三十几个系列，其中 8051 体系的占有多半。生产 8051 单片机的半导体厂家有 20 多个，共 350 多种衍生产品。其中最具有代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 单片机系列。MCS-51 以其典型的结构、完善的总线、SFR 的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富的指令系统，为单片机的发展奠定了良好的基础。表 1-1 列出了 Intel 公司已推出的 MCS-51 系列单片机的各个型号和主要特点。

表 1-1 Intel 公司 MCS-51 系列单片机一览表

型号	程序 存储器 R/E	数据 存储器 B	寻址 范围 (RAM) KB	寻址 范围 (ROM) KB	并行口	串行口	中断源 个数	定时器 计数器	晶振 MHz	典型指令 μs	其他
8051AH	4KR	128	64	64	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS—II 工艺
8751H	4KE	128	64	64	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS—I 工艺
8031AH	—	128	64	64	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS—II 工艺
8052AH	8KR	256	64	64	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS—II 工艺
8752H	8KE	256	64	64	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS—I 工艺
8032AH	—	256	64	64	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS—II 工艺
80C51BH	4KR	128	64	64	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺
87C51H	4KE	128	64	64	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	
80C31BH	—	128	64	64	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	
83C451	4KR	128	64	64	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺
87C451	4KE	128	64	64	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	有选通方式
80C451	—	128	64	64	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	双向口
83C51GA	4KR	128	64	64	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺
87C51GA	4KE	128	64	64	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	8×8A/D 有 16 位监
80C51GA	—	128	64	64	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	视定时器
83C152	8KR	256	64	64	5×8	GSC	6	2×16	2~17	0.73	CHMOS 工艺
80C152	—	256	64	64	5×8	GSC	11	2×16	2~17		有 DMA 方式



续表

型号	程序 存储器 R/E	数据 存储器 B	寻址 范围 (RAM) KB	寻址 范围 (ROM) KB	并行口	串行口	中断源 个	定时器 计数器	晶振 MHz	典型指令 μ s	其他
83C251	8KR	256	64	64	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	CHMOS 工艺
87C251	8KE	256	64	64	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	有高速输出、脉冲 调制、16 位监视定 时器
80C251	—	256	64	64	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	
80C52	8KR	256	64	64	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	CHMOS 工艺
8052AH BASIC	8KR	256	64	64	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS—II 工艺 片内固化 BASIC

注：UART，通用异步接收发送器；R/E，MaskROM/EPROM；GSC，全局串行通道。

从表中可以看出，80C51 是 Intel 公司 MCS-51 系列单片机中最基本的产品，它是采用 Intel 公司可靠的 CHMOS 工艺技术制造的高性能 8 位单片机，属于标准的 MCS-51 的 CHMOS 产品。它结合了 HMOS 的高速和高密度技术及 CHMOS 的低功耗特征，并继承和扩展了 MCS-48 单片机的体系结构和指令系统。后来 Intel 以专利转让的形式把 8051 内核给了许多半导体厂家，如 Atmel、Philips、Analog Devices、Dallas 等。这些厂家生产的芯片是 MCS-51 系列的兼容产品，准确地说是与 MCS-51 指令系统兼容的单片机。这些单片机与 8051 的系统结构(只要是指令系统)相同，采用 CMOS 工艺，因而常用 80C51 系列来称呼所有具有 8051 指令系统的单片机。

1.2 80C51 单片机的性能和特点

80C51 单片机系列是在 MCS-51 系列的基础上发展起来的。早期的 80C51 只是 MCS-51 系列众多芯片中的一类，但是由于不断发展，80C51 已经形成独立的系列，并且成为当前 8 位单片机的典型代表。与 8051(MCS-51)相比，80C51 的性能和特点如下。

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

(2) 80C51 芯片具有 CMOS 低功耗的特点。例如，8051 芯片的功耗为 630mW，而 80C51 的功耗只有 120mW，这样低的功耗用一粒纽扣电池就可以工作。低功耗对单片机在便携式、手提式或野外作业的仪器仪表设备上使用十分有利。

(3) 从 80C51 功能增强方面分析，主要在以下几个方面有所增强。

① 超低功耗：80C51 芯片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。

② ROM 多配置和高容量：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，如 89C51 就有 4KB 的 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 64KB 的芯片了。

③ 防泄密：目前许多 80C51 芯片还具有程序存储器保密机制，以防止应用程序泄密或被复制。

1.3 80C51 单片机的分类和选型

80C51 的发源公司 Intel 由于忙于开发 PC 及高端微处理器,无精力继续发展自己的单片机,而由其他厂商将其发展,最典型的是 Philips 和 Atmel 公司。其中,Philips 公司开发的 80C51 系列就有数十种型号。本节首先简要介绍单片机的宏观分类及 MCS-51 系列单片机的产品分类及特点,然后列表介绍现在 Philips 公司生产的 80C51 系列单片机的型号和特点。

1.3.1 80C51 单片机的分类

单片机作为计算机发展的一个重要领域,应有一种较科学的分类方法。根据目前发展情况,从不同角度单片机大致可以分为通用型/专用型、总线型/非总线型及控制型/家电型。

1. 通用型/专用型

这是按单片机适用范围来区分的。例如,80C51 是通用型单片机,它不是为某种专门用途设计的;专用型单片机是针对一类产品甚至某一个产品设计生产的,例如为了满足电子体温计的要求,在片内集成 ADC 接口等功能的温度测量控制电路。

2. 总线型/非总线型

这是按单片机是否提供并行总线来区分的。总线型单片机普遍设置有并行地址总线、数据总线、控制总线,这些引脚用以扩展并行外围器件,都可通过串行口与单片机连接。另外,许多单片机已把所需要的外围器件及外设接口集成在一片内,因此许多情况下可以不要并行扩展总线,从而可大大节省封装成本和芯片体积,这类单片机称为非总线型单片机。

3. 控制型/家电型

这是按照单片机大致应用的领域进行区分的。一般而言,控制型单片机寻址范围大,运算能力强;用于家电的单片机多为专用型,通常是小封装、低价格,外围器件和外设接口集成度高。

显然,上述分类并不是唯一的和严格的。例如,80C51 类单片机既是通用型又是总线型,还可以作控制型用。尽管各类单片机很多,但目前在我国使用最为广泛的单片机系列是 Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机共有 20 多种芯片,表 1-1 列出了 MCS-51 系列单片机的产品分类及特点。

下面在表 1-1 的基础上对 MCS-51 系列单片机作进一步的说明。

(1) 根据片内不同程序存储器的配置分类

① 片内带 Mask ROM(掩膜 ROM)型:8051、80C51、8052、80C52。此类芯片是由半导体厂家在芯片生产过程中,将用户的应用程序代码通过掩膜工艺制作到 ROM 中。其应用程序只能委托半导体厂家“写入”,一旦写入后不能修改。此类单片机适合大批量使用。

② 片内带 EPROM 型:8751、87C51、8752。此类芯片带有透明窗口,可通过紫外线擦除存储器中的程序代码,应用程序可通过专门的编程器写入到单片机中,需要更改时可擦除重新写入。此类单片机价格较贵,不宜于大批量使用。



③ 片内无 ROM(ROMLess)型：8031、80C31、8032。此类芯片的片内没有程序存储器，使用时必须在外部并行扩展程序存储器存储芯片。此类单片机由于必须在外部并行扩展程序存储器存储芯片，造成系统电路复杂，目前较少使用。

(2) 根据片内不同容量的存储器配置分类

① 51 子系列型：芯片型号的最后位数字以 1 作为标志，51 子系列是基本型产品。片内带有 4KB ROM/EPROM(8031、80C31 除外)、128B RAM、2 个 16 位定时器/计数器、5 个中断源等。

② 52 子系列型：芯片型号的最后位数字以 2 作为标志，52 子系列是增强型产品。片内带有 8KB ROM/EPROM(8032、80C32 除外)、256B RAM、3 个 16 位定时器/计数器、6 个中断源等。

(3) 根据芯片的半导体制造工艺的不同分类

① HMOS 工艺型：8051、8751、8052、8032。HMOS 工艺，即高密度短沟道 MOS 工艺。

② CHMOS 工艺型：80C51、83C51、87C51、80C31、80C32、80C52。此类芯片型号用字母 C 来标识。

此两类器件在功能上是完全兼容的，但采用 CHMOS 工艺的芯片具有低功耗的特点，它所消耗的电流要比 HMOS 器件小得多。CHMOS 器件比 HMOS 器件多了两种节电的工作方式(掉电方式和待机方式)，常用于构成低功耗的应用系统。

此外，关于单片机的温度特性，与其他芯片一样按所能适应的环境温度范围，可划分为 3 个等级。

- 民用级：0~70℃。
- 工业级：-40~+85℃。
- 军用级：-65~+125℃。

因此，在使用时应注意根据现场温度选择芯片。

1.3.2 80C51 单片机的选型

在众多的生产以 80C51 为内核的单片机的制造商中，Philips 公司是在中国最受关注的厂商之一，Philips 公司推出了含存储器的 80C51 系列和 80C52 系列单片机，此产品都为 CMOS 型工艺的单片机。Philips 公司推出的 80C51 系列单片机与 MCS-51 系列单片机相兼容，但增加了程序存储器 Flash ROM、数据存储器 E²PROM、可编程计数器阵列 PCA、I/O 接口的高速输入/输出、串行扩展总线 I²C、ADC、PWM、I/O 口驱动器、程序监视定时器 WDT(Watch Dog Timer)等功能的扩展。表 1-2 列出了 Philips 公司的增强型 80C51 系列单片机的主要性能。

表 1-2 Philips 公司增强型 80C51 系列单片机的主要性能

型 号	RAM	OTP /KB	Flash /KB	UART	I ² C	Tim	PCA	WDT	ISP	IAP	晶振 /MHz
P89C51RD2	1KB	—	64	Y	—	4	Y	Y	Y	Y	0~20/33
P89C660	512B	—	16	Y	Y	4	Y	Y	Y	Y	0~20/33

续表

型 号	RAM	OTP /KB	Flash /KB	UART	I ² C	Tim	PCA	WDT	ISP	IAP	晶振 /MHz
P89C662	1KB	—	32	Y	Y	4	Y	Y	Y	Y	0~20/33
P89C664	2KB	—	64	Y	Y	4	Y	Y	Y	Y	0~20/33
P89C668	8KB	—	64	Y	Y	4	Y	Y	Y	Y	0~20/33
P89C669	2KB		96	2	Y	4	Y	Y	Y	Y	0~20/33
P89C60X2	512B	—	64	Y	—	3	—	—	Y	—	0~20/33
P89C61X2	1KB	—	64	Y	—	3	—	—	Y	—	0~20/33
P80C552	256B	—	—	Y	Y	3	—	Y	—	—	0~24
P87C552	256B	8	—	Y	Y	3	—	Y	—	—	0~16
P87C591	512B	16	—	Y	Y	3	—	Y	—	—	0~12
P80C592	512B	—	—	Y	—	3	—	Y	—	—	1.2~16
P87C592	512B	16	—	Y	—	3	—	Y	—	—	1.2~16

这些功能不同、类型不一的单片机，给用户提供了广泛的选择空间，其良好的兼容性保证了选择的灵活性。

第2章 硬件结构

单片机的结构有两种类型：一种是程序存储器和数据存储器分开的形式，即哈佛(Harvard)结构；另一种是采用通用计算机广泛使用的程序存储器与数据存储器合二为一的结构，即普林斯顿(Princeton)结构。Intel 的 MCS-51 系列单片机采用的是哈佛结构的形式，而后续产品 16 位的 MCS-96 系列单片机则采用普林斯顿结构。由于 80C51 单片机是在 MCS-51 系列的 8051 的基础上衍生发展起来的，因此 80C51 单片机采用的也是哈佛结构的形式，程序存储器和数据存储器是分开寻址访问方式。

80C51 单片机与 8051 单片机从外形上看是完全一样的，其指令系统、引脚信号、总线等完全一致(完全兼容)，也就是说，在 8051 下开发的软件完全可以在 80C51 上应用；反过来，在 80C51 下开发的软件也可以在 8051 上应用。这两种单片机是完全可移植的。

现在常用的 80C51(增强型的)单片机，主要是改善了单片机的控制功能，如内部集成了高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 等，以及低电压、低功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线性能等。但是其功能体系结构都是包含和兼容 8051 的。80C52 型号的单片机与 80C51 单片机的主要区别在于前者的片内 ROM 和片内 RAM 的容量都扩大了一倍，分别为 8KB 和 256KB，此外 80C52 中多增加了一个 16 位定时计数器。

本章将讲述 80C51 单片机的内部结构、存储器、中断、I/O、WDT、振荡器和电压检测器等特点。

2.1 80C51 的内部总体结构

如图 2-1 所示，基本的 80C51 单片机是在一块芯片中集成了 CPU、RAM(数据存储器)、ROM(程序存储器)、定时器/计数器和多种功能的 I/O 接口等一台计算机所需要的基本功能部件。80C51 单片机内包含下列几个部件。

(1) 一个 8 位 CPU

CPU(中央处理器)是整个单片机的核心部件，80C51 是 8 位数据宽度的处理器，能处理 8 位二进制数据或代码，CPU 负责控制、指挥和调度整个单元系统协调的工作，完成运算和控制输入/输出功能等操作。它内部还包含有一个布尔处理器，用来处理位操作。它是以进位标志位 C 为累加器的，可执行置位、复位、取反、等于 1 转移、等于 0 转移、等于 1 转移且清 0 以及进位标志位与其他可位寻址的位之间进行数据传送等位操作，也能使进位标志位与其他可位寻址的位之间进行逻辑与、或操作。

(2) 一个片内振荡器及时钟电路

80C51(增强型)内置最高频率达 33MHz 的时钟电路，用于产生整个单片机运行的脉冲时序，但 8051 单片机需外置振荡电容。

(3) 4KB ROM 程序存储器

80C51 共有 4096 个 8 位掩膜 ROM，用于存放用户程序、原始数据或表格。

(4) 128B RAM 数据存储单元

80C51 内部有 128 个 8 位用户数据存储单元和 128 个专用寄存器单元，它们是统一编址的，专用寄存器只能用于存放控制指令数据，用户只能访问，而不能用于存放用户数据，所以，用户能使用的 RAM 只有 128 个，可存放读写的数据、运算的中间结果或用户定义的字型表。

(5) 两个 16 位定时器/计数器

80C51 有两个 16 位的可编程定时器/计数器，以实现定时或计数功能，并产生用于控制程序中断转向等功能的控制。

(6) 可寻址 64KB 外部数据存储器和 64KB 外部程序存储器空间的控制电路

80C51 是采用程序存储器和数据存储器分开寻址访问控制方式的哈佛结构的单片机，内部集成了可外部寻址 64KB 的数据和程序存储器空间的控制电路。

(7) 32 条可编程的 I/O 线(4 个 6 位并行 I/O 端口)

80C51 共有 4 组 8 位 I/O 口(P0、P1、P2 或 P3)，用于对外部数据的传输。

(8) 一个可编程全双工串行口

80C51 内置一个全双工串行通信口，用于与其他设备间的串行数据传送，该串行口既可以用作异步通信收发器，也可以当同步移位器使用。

(9) 具有 5 个中断源、两个优先级嵌套中断结构

80C51 有两个外中断、两个定时器/计数器中断和一个串行中断，可满足不同的控制要求，并具有 2 级的优先级别选择。

此外，80C51 还可工作于低功耗模式，可通过两种软件选择空闲和掉电模式。在空闲模式下冻结 CPU 而 RAM 定时器、串行口和中断系统维持其功能。掉电模式下，保存 RAM 数据，时钟振荡停止，同时停止芯片内其他功能。

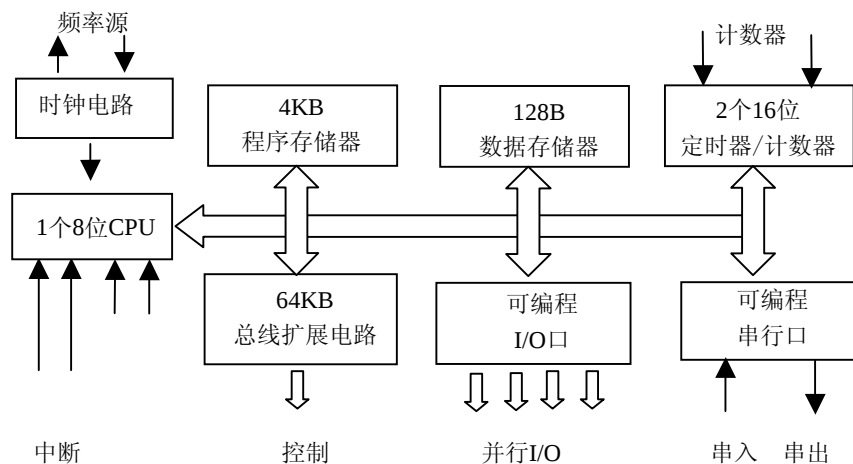


图 2-1 80C51 单片机方框图

图 2-2 则表示了 80C51 单片机稍详细的总体结构框图。图中，各功能部件由内部总线连接在一起，关于 80C51 的硬件结构中的各部分的具体功能将在后续的几节再详细说明。

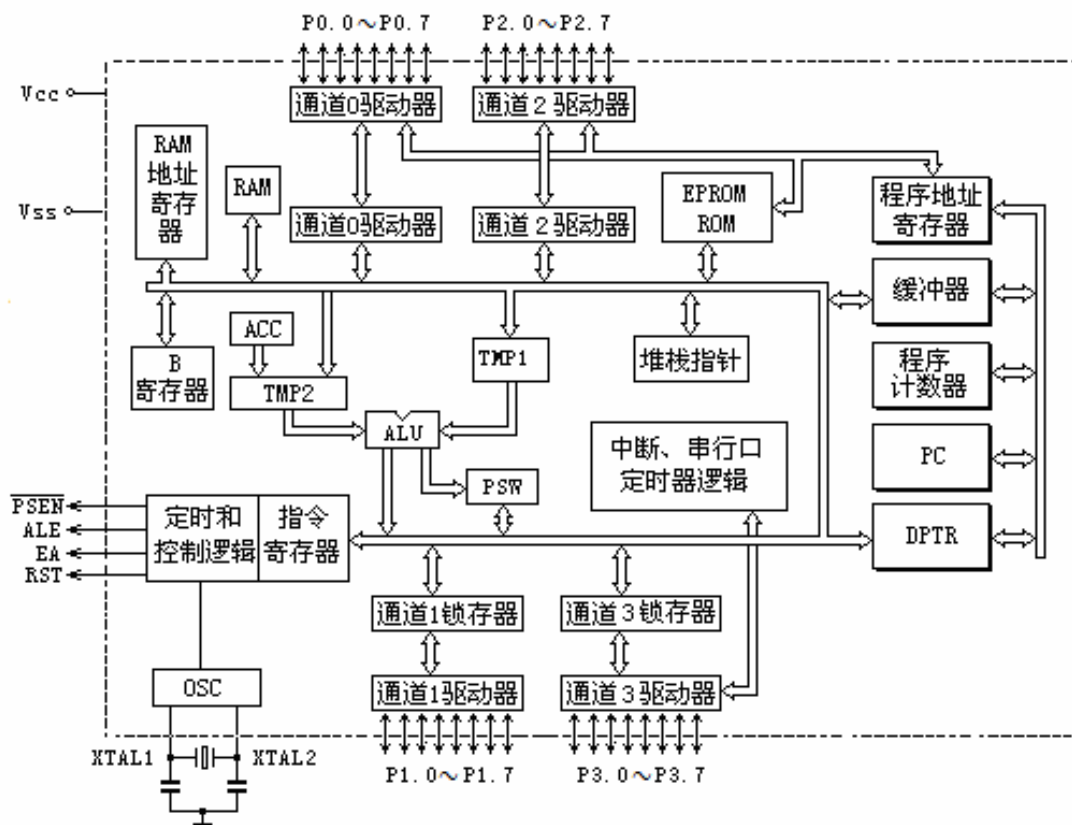


图 2-2 80C51 单片机总体结构框图

2.2 80C51 的引脚封装和描述

80C51 单片机使用了两种封装形式：40 引脚的双列直插封装 DIP(Dual In-line Package)，和方形封装工艺的 44 引脚的 PLCC(Plastic Leaded Chip Carrier)。这两种封装的引脚配置如图 2-3 所示。在 44 脚 PLCC 封装中虽然比 DIP 多了 4 个引脚，但这多出的 4 只引脚(标有 NC 的引脚 1、12、23、34)是不使用的(不过这仅限于基本功能的 80C51 单片机，在以后的讨论中，除有特殊说明以外，所述内容皆指基本功能的 80C51 单片机)。

图 2-4 所示是 80C51 单片机的逻辑符号。在 80C51 单片机的 40 引脚中有 2 个专用于主电源的引脚，2 个外接晶体的引脚，4 个控制或与其他电源复用的引脚，32 个输入/输出(I/O)引脚。下面按其引脚功能分为 4 部分叙述这 40 个引脚的功能。

1. 主电源引脚 V_{CC} 和 V_{SS}

V_{CC} ——(40 脚)接+5V 电压。

V_{SS} ——(20 脚)接地。

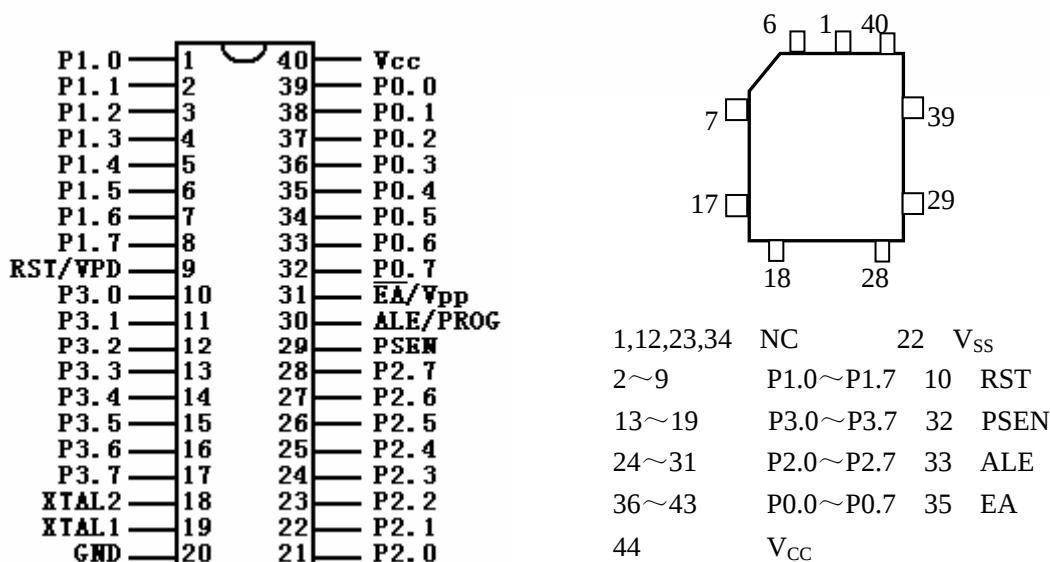


图 2-3 80C51 单片机引脚配置

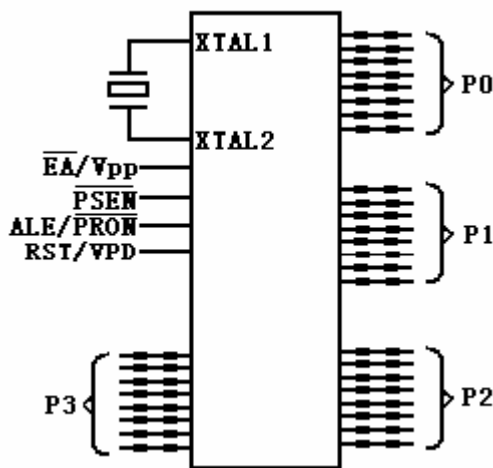


图 2-4 80C51 逻辑符号

2. 外接晶体引脚 XTAL1 和 XTAL2

XTAL1(19 脚)接外部晶体的一个引脚。在单片机内部，它是一个反相放大器的输入端，这个放大器构成了片内振荡器。当采用外部振荡器时，对 HMOS 单片机，此引脚应接地；对 CHMOS 单片机，此引脚作为驱动端。

XTAL2(18 脚)接外晶体的另一端。在单片机内部，接至上述振荡器的反相放大器的输出端。采用外部振荡器时，对 HMOS 单片机，该引脚接外部振荡器的信号，即把外部振荡器的信号直接接到内部时钟发生器的输入端；对 XHMO5，此引脚应悬浮。