



普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

王贤勇 郭龙源 主编

单片机原理与应用

MICROCONTROLLER
PRINCIPLES AND APPLICATIONS



科学出版社

普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

单片机原理与应用

王贤勇 郭龙源 主 编
程 勇 赵传申 钱 峰 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书选择 MCS-51 系列单片机作为主讲机型, 系统全面地介绍 MCS-51 单片机内部的功能结构、软硬件资源的原理与应用, 以及使用外部电路进行功能扩展的方法。全书共 11 章, 主要内容包括 MCS-51 单片机的内部结构、指令系统、汇编语言和 C 语言程序设计、并行接口和并行设备的扩展、单片机的人机接口、中断系统的结构与应用、定时器/计数器的原理与应用、串行接口与串行通信、模拟量接口以及单片机应用系统的设计技术。

本书提供了大量实例, 硬件电路和程序代码规范、完整, 稍加修改即可重复使用。附录 A 的实验指导, 提供了一些稍复杂的设计任务及解决思路, 可作为相关专业学生进行毕业设计和工程技术人员的参考资料。

本书可用作高等院校计算机、控制、电子、电工、通信等专业的教材或教学参考书, 也可供从事相关专业的技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与应用/王贤勇, 郭龙源主编. —北京: 科学出版社, 2011.

ISBN 978-7-03-031062-0

I. ①单… II. ①王… ②郭… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 086727 号

责任编辑: 赵丽欣 郭丽娜 / 责任校对: 刘玉靖

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行

各地新华书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版

开本: 787×1092 1/16

2011 年 6 月第一次印刷

印张: 19 3/4

印数: 1—3 000

字数: 467 680

定价: 34.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62134021

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

普通高等教育“十二五”重点规划教材
计算机系列学术编审委员会

主 任：杨静宇 吴晓蓓

副 主 任：许 勇 严云洋 朱贵喜 韩忠愿 谢圣献

戴仕明 方厚加 杨国为 舒 坚 陈修焕

编委成员：卜红宝 丁为民 丁永红 尹 静 毛红梅 王维民

王靖国 韦相和 占德胜 史国川 史春联 乔正洪

刘旭东 刘志高 刘家琪 朱胜强 江家宝 严 峥

严丽丽 吴 婷 吴克力 宋正虹 张 宏 张华明

张希伟 张居晓 李 焕 李 胜 李 海 李 寒

李千目 李元振 李俊青 杨 勃 邵 杰 陈 伟

陈 鹏 陈汉兵 陈海燕 周 勇 周卫民 周鸣争

林 莉 姚昌顺 姜 华 胡虚怀 赵 明 赵传申

凌海云 徐卫军 郭龙源 钱 进 钱 峰 钱亦桂

陶保壮 梁 明 黄海生 程 勇 童爱红 葛武滇

前 言

单片机是单片微型计算机的简称,指在一块大规模或超大规模集成电路芯片上制成的微型计算机。单片机具有体积小、功耗低、性价比高、应用灵活等优点,可以作为一个部件嵌入到各种装置和产品中。现代生活中,从通信设备、家用电器、办公应用到工业控制、仪器仪表、汽车电子、航空航天,几乎每件电子和机械产品中都有单片机在工作,单片机的用量早已远远超过包括个人计算机在内的其他计算机的总和。以其嵌入到实际产品中发挥的控制作用或所处的地位,单片机又被称为微控制器或嵌入式微控制器。

单片机的种类繁多、功能各异。Intel 公司的 MCS-51 系列 8 位单片机,以其完善的结构、丰富的功能、开放的体系,盛行 30 多年而不衰。众多半导体厂商(如 Atmel、Dallas Semi、Infineon、Philips/Signetics 等)获得 Intel 公司的授权后,在保持代码兼容性的前提下,融合各自先进技术,针对不同市场需求,在时钟、存储器、定时器/计数器、I/O 接口、串行总线控制等方面进行了改进、裁剪,使得在任何实际产品的设计中都有最恰当的芯片可供选择,也给这一单片机家族提供了旺盛的生命力。本书选择 MCS-51 系列单片机作为主讲机型,系统全面地介绍 MCS-51 单片机内部的功能结构、软硬件资源的原理与应用,以及使用外部电路进行功能扩展的方法。书中提供的应用实例,大多具有工程背景,可作为相关专业学生进行毕业设计和工程技术人员的参考资料。

本书力求在内容选材上强化基础、面向实用;在知识讲解中注重分析、学用结合;在编排顺序上点面结合、循序渐进;同时精选实例、分析细致,目的是让学生知其然、更知其所以然,在快速理解单片机内部各功能模块的应用特点、掌握控制电路设计和程序开发的基本工具和方法的同时,树立从元件到系统、从指令到软件、从思路到产品的整体设计思想,进而提高综合运用单片机软硬件知识解决实际问题的能力。

本书共 11 章,各章的主要内容简述如下。

第 1 章为单片机的基本知识,介绍单片机的技术特点及应用领域。

第 2 章介绍 MCS-51 单片机的内部结构和主要功能部件的组织形式,作为单片机应用的硬件基础部分。

第 3 章介绍 MCS-51 单片机的指令系统;第 4 章介绍 MCS-51 单片机汇编语言和 C 语言程序设计知识,以及单片机软件系统开发工具和手段。这两章为单片机应用的软件基础。

第 5 章介绍 MCS-51 单片机的并行接口、并行设备和并行存储器的扩展;第 6 章介绍人机接口电路的设计,包括键盘和显示接口。学完这两章,再结合前面知识,就可以使用单片机完成简单功能的应用设计了。

第 7 章介绍 MCS-51 单片机的中断系统结构、应用以及中断源的扩展方法;第 8 章介绍定时器/计数器的原理与应用,包括单片机内部的定时器/计数器,以及监视定时器、日历时钟芯片的用法;第 9 章介绍串行接口与串行通信,内容包括内部串行口的结构与应用、串行总线接口 SPI 和 I²C 的结构与用法;第 10 章介绍模拟量接口技术。这四章的

重点内容是单片机内部硬件资源和外部接口的特性，以及在实际应用中连接、控制各种接口部件的方法，为灵活使用单片机设计复杂的系统提供了技术手段。

第 11 章介绍单片机应用系统的设计技术，主要内容包括应用系统的设计过程以及硬件、软件设计中的具体问题，从系统设计的角度综合运用前 10 章的内容。

附录 A 作为实验指导，提供了一些稍复杂的设计任务，绝大部分实验来自应用实践，而且硬件实验附加了参考电路。

附录 B 为 MCS-51 指令速查表，提供了 255 条指令的机器码格式和执行时间。

全书内容按“从 CPU 到外设，再到系统”，外设接口部分按“从片内资源到片外扩展、再到应用”的顺序组织，由浅入深、循序渐进，方便学生自学，也便于教师根据教学对象、学时进行删减。

本书从介绍芯片功能、讲解如何发挥电路作用入手，将单片机应用中的软硬件设计过程合为一体，适于不同专业基础的学生学习；在详解单片机经典技术的同时，对近年成功应用于单片机领域的新技术、新器件，如 Flash 存储器、日历时钟芯片、串行总线扩展等也给出了具体应用。

书中提供的大量实例，描述了问题求解过程的框架和细节，硬件电路、程序代码完整，解析得当，突出了各知识点的应用特性。绝大部分可以作为设计“定式”，稍加修改即可重复使用。多数实例中分析了不同的求解思路，并采用汇编语言和 C 语言对照编程的方式进行介绍。对于大部分硬件电路和软件代码，进行了结构、效率、精度、可靠性等方面的对比，而且讨论了所采用手段的可扩展性，便于学生树立工程思想、提高综合素质。

本书由王贤勇、郭龙源任主编，程勇、赵传申、钱峰任副主编。全书框架由何光明、王珊珊拟定，参与本书编写、资料整理、校对、电路和程序调试的还有杨华庆、薛凌燕、魏茂雪、王明合、李海、吴婷、陈智、陈海燕、毛幸甜、毛红梅等，在此一并表示谢意。

本书可用作高等院校计算机、控制、电子、电工、通信等专业单片机原理与应用课程的教学用书，也可供从事相关专业的技术人员参考。

由于编者水平有限，疏漏与不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 单片机技术简介	1
1.1 单片机简介	1
1.1.1 计算机的基本组成	1
1.1.2 单片机的基本结构	2
1.1.3 单片机的发展历史	3
1.1.4 单片机技术的发展特点	5
1.2 单片机的结构特点	6
1.2.1 单片机的 CPU	7
1.2.2 存储器设计	7
1.2.3 总线结构	8
1.2.4 单片机与微处理器	8
1.2.5 单片机与嵌入式系统	8
1.3 单片机的应用与选型	9
1.3.1 单片机的应用	9
1.3.2 单片机的选型	10
习题	11
第 2 章 MCS-51 单片机的内部结构	12
2.1 MCS-51 单片机的基本结构	12
2.2 MCS-51 单片机的引脚功能	14
2.3 MCS-51 单片机的 CPU	17
2.3.1 控制器	17
2.3.2 运算器	19
2.3.3 布尔处理器	20
2.3.4 时钟电路	21
2.3.5 时序	23
2.4 MCS-51 单片机的存储器组织	24
2.4.1 程序存储器	25
2.4.2 内部数据存储器	26
2.4.3 特殊功能寄存器	29
2.4.4 外部数据存储器	30
2.5 MCS-51 单片机的工作方式	31
2.5.1 复位方式	31
2.5.2 程序执行方式	33
2.5.3 低功耗方式	33

2.5.4 编程和校验方式	35
习题	36
第3章 MCS-51 单片机的指令系统	38
3.1 单片机内部数据的表示	38
3.1.1 数据的表示	38
3.1.2 数据的运算	41
3.1.3 指令的表示	42
3.2 MCS-51 单片机指令系统概述	42
3.2.1 指令格式	42
3.2.2 指令分类	43
3.2.3 指令系统中使用的符号	44
3.3 MCS-51 单片机的寻址方式	45
3.3.1 立即数寻址	45
3.3.2 直接寻址	46
3.3.3 寄存器寻址	46
3.3.4 寄存器间接寻址	47
3.3.5 变址寻址	48
3.3.6 位寻址	49
3.3.7 相对寻址	50
3.3.8 寻址方式总结	50
3.4 数据传送类指令	51
3.4.1 内部数据传送指令	51
3.4.2 外部数据传送指令	54
3.4.3 查表指令	55
3.4.4 堆栈操作指令	56
3.4.5 数据交换指令	57
3.5 算术逻辑运算类指令	59
3.5.1 算术运算指令	59
3.5.2 逻辑运算指令	63
3.5.3 移位指令	64
3.5.4 累加器清零指令	66
3.5.5 累加器内容取反指令	66
3.6 位操作指令	66
3.6.1 位传送指令	66
3.6.2 位修改指令	67
3.6.3 位运算指令	67
3.6.4 位控制转移指令	68
3.7 流程控制类指令	70

3.7.1 无条件转移指令	70
3.7.2 条件转移指令	72
3.7.3 减 1 不为零转移指令	74
3.7.4 子程序调用与返回指令	75
3.7.5 空操作指令	78
习题	79
第 4 章 MCS-51 单片机的程序设计	82
4.1 MCS-51 单片机程序设计语言概述	82
4.2 MCS-51 单片机的汇编语言	84
4.2.1 汇编语言程序示例	84
4.2.2 程序语句格式	85
4.2.3 表达式	86
4.2.4 伪指令语句	88
4.2.5 通用的转移和调用语句	92
4.2.6 条件汇编	92
4.2.7 程序结构	93
4.3 MCS-51 单片机汇编语言程序设计	94
4.3.1 顺序结构	94
4.3.2 分支结构	95
4.3.3 循环结构	97
4.3.4 子程序设计	99
4.4 MCS-51 单片机的 C 语言	102
4.4.1 C 语言程序开发过程	102
4.4.2 C 语言的特点	103
4.4.3 MCS-51 单片机的 C 语言	104
4.5 MCS-51 单片机 C 语言的扩充	104
4.5.1 数据类型	105
4.5.2 存储器类型	105
4.5.3 存储模式	106
4.5.4 硬件资源访问	107
4.5.5 指针	111
4.6 MCS-51 单片机 C 语言程序结构	112
4.6.1 函数	112
4.6.2 流程控制	115
4.6.3 输入与输出	118
4.6.4 程序的入口	119
4.7 C 语言与汇编语言的混合编程	119
习题	121

第5章 MCS-51 单片机的并行接口	123
5.1 MCS-51 单片机的并行接口	123
5.1.1 P0 口	123
5.1.2 P1 口	125
5.1.3 P2 口	126
5.1.4 P3 口	127
5.1.5 并行接口的驱动能力	128
5.1.6 并行接口的应用	128
5.2 MCS-51 单片机并行接口的扩展	130
5.2.1 MCS-51 的总线结构	130
5.2.2 并行输入接口的扩展	131
5.2.3 并行输出接口的扩展	133
5.3 可编程并行接口芯片 8255A	133
5.3.1 8255A 的结构	134
5.3.2 8255A 的工作方式	135
5.3.3 8255A 的应用	137
5.4 MCS-51 单片机并行存储器的扩展	139
5.4.1 程序存储器的扩展	140
5.4.2 并行数据存储器的扩展	143
5.4.3 Flash 存储器的扩展	149
习题	151
第6章 MCS-51 单片机的人机接口	153
6.1 键盘接口	153
6.1.1 按键的抖动	153
6.1.2 独立式键盘接口	154
6.1.3 矩阵式键盘接口	154
6.2 LED 显示接口	157
6.2.1 单个 LED 接口	157
6.2.2 LED 数码显示器接口	158
6.2.3 静态显示与动态显示	159
6.3 LCD 显示模块接口	161
6.3.1 LCD 显示模块简介	161
6.3.2 LCD 模块的 CPU 接口	161
6.3.3 LCD 模块与 MCS-51 的接口	162
习题	164
第7章 MCS-51 单片机的中断系统	166
7.1 中断的概念	166
7.1.1 中断的过程	166

7.1.2	中断的作用	167
7.1.3	中断系统的主要功能	167
7.2	MCS-51 单片机中断系统的结构	168
7.2.1	中断源	169
7.2.2	中断向量	170
7.3	MCS-51 单片机的中断控制	170
7.3.1	中断请求标志	170
7.3.2	中断请求方式	171
7.3.3	中断允许	172
7.3.4	中断优先级	172
7.4	MCS-51 单片机的中断响应	173
7.4.1	中断响应过程	173
7.4.2	中断响应时间	175
7.4.3	中断服务程序	175
7.4.4	中断请求的撤销	176
7.5	MCS-51 单片机中断系统的应用	176
7.5.1	中断控制程序的编写	176
7.5.2	中断服务程序的编写	178
7.5.3	MCS-51 单片机的单步操作	180
7.6	MCS-51 单片机中断系统的扩展	181
7.6.1	中断优先级的扩充	181
7.6.2	中断源的扩展	181
	习题	184
第 8 章	MCS-51 单片机的定时器/计数器	185
8.1	定时器/计数器 T0、T1	186
8.1.1	T0、T1 的内部结构	186
8.1.2	T0、T1 的工作方式	188
8.2	定时器/计数器 T2	190
8.2.1	T2 的结构	191
8.2.2	T2 的工作方式	192
8.3	定时器/计数器的应用	195
8.3.1	工作方式的选择	195
8.3.2	定时常数的计算	196
8.3.3	定时器/计数器应用举例	197
8.3.4	信号的测量	202
8.3.5	读取定时器/计数器	204
8.4	监视定时器	204
8.4.1	监视定时器的原理	204

8.4.2	监视定时器芯片 MAX813L	205
8.4.3	AT89S51 的内部监视定时器	206
8.5	日历时钟芯片 DS1302	206
8.5.1	DS1302 简介	206
8.5.2	DS1302 的操作	207
8.5.3	DS1302 的应用	208
	习题	210
第 9 章	MCS-51 单片机的串行接口	211
9.1	串行通信简介	211
9.1.1	串行通信技术分类	211
9.1.2	串行通信的软件实现	213
9.1.3	串行接口与 RS-232C 标准	214
9.2	MCS-51 单片机串行口的结构	215
9.2.1	串行口的结构	215
9.2.2	串行口的控制	217
9.3	MCS-51 单片机串行口的工作方式	218
9.3.1	方式 0	219
9.3.2	方式 1	221
9.3.3	方式 2 和方式 3	223
9.4	MCS-51 单片机串行口的应用	226
9.4.1	波特率的计算	226
9.4.2	方式 0 的应用	229
9.4.3	方式 1 的应用	231
9.4.4	方式 2 和方式 3 的应用	234
9.5	MCS-51 单片机的多机通信方式	236
9.5.1	多机通信原理	236
9.5.2	通信协议的设计	237
9.6	SPI 总线接口	238
9.6.1	SPI 总线结构	238
9.6.2	SPI 总线应用	239
9.7	I ² C 总线接口	240
9.7.1	I ² C 总线简介	241
9.7.2	I ² C 总线协议	241
9.7.3	I ² C 串行 EEPROM 及其应用	242
	习题	247
第 10 章	MCS-51 单片机的模拟量接口	248
10.1	D/A 转换器	249
10.1.1	D/A 转换原理	249

10.1.2	D/A 转换器的指标	250
10.1.3	D/A 转换器的选型	251
10.2	D/A 转换器的接口与应用	252
10.2.1	DAC0832 的结构	252
10.2.2	DAC0832 的应用	253
10.2.3	DAC1208 的结构与应用	257
10.3	A/D 转换器	259
10.3.1	A/D 转换原理	259
10.3.2	A/D 转换器的指标	261
10.3.3	A/D 转换器的选择	262
10.4	A/D 转换器的接口与应用	262
10.4.1	ADC0809 的结构	262
10.4.2	ADC0809 的应用	264
10.4.3	AD574A 的结构与应用	267
	习题	271
第 11 章	单片机应用系统的设计	272
11.1	单片机应用系统的设计过程	272
11.1.1	单片机应用系统的开发周期	272
11.1.2	软件开发过程	273
11.1.3	硬件开发过程	274
11.1.4	软、硬件集成测试	275
11.2	硬件设计中的问题	275
11.2.1	硬件设计的主要内容	275
11.2.2	驱动与隔离技术	276
11.2.3	电源与低功耗系统	279
11.2.4	硬件可靠性设计	281
11.3	软件设计中的问题	282
11.3.1	单片机应用系统软件特点	282
11.3.2	单片机应用系统软件结构	283
11.3.3	软件缓冲区的使用	286
11.3.4	系统运行过程的监控	286
11.3.5	软件可靠性设计	287
	习题	288
附录 A	实验指导	290
A.1	软件设计实验	290
A.1.1	汇编语言程序设计实验	290
A.1.2	C 语言程序设计实验	292
A.2	硬件设计实验	292

A.2.1 并行接口实验	292
A.2.2 LCD 显示模块实验	293
A.2.3 中断控制实验	294
A.2.4 定时器实验	294
A.2.5 串行接口实验	295
A.2.6 模拟量转换实验	296
附录 B MCS-51 指令速查表	298
参考文献	299

第 1 章 单片机技术简介

单片机是单片微型计算机的简称，指在一块大规模或超大规模集成电路芯片上制成的微型计算机。

单芯片形式所具有的体积小、功耗低、性价比高、应用灵活等优点，使单片机可以作为一个部件嵌入到各种产品中，而不是以常见的计算机系统形式出现。作为许多工业、自动化和消费类产品的核心部件，单片机用于多种场合：超市的收银机和电子秤；家庭的烤箱、洗衣机、闹钟、空调、录像机、玩具、立体声音响；办公室的打印机和复印机；汽车的仪表盘和点火系统；工厂里的机床、设备；甚至 PC 机的键盘、磁盘驱动器等。

因为单片机通常是嵌入到实际产品中发挥控制作用的，所以单片机又被称为是微控制器（Microcontroller 或 Micro Control Unit, MCU）；根据在产品中所处的地位，单片机也被称为嵌入式微控制器（Embedded Microcontroller），其应用被称为嵌入式应用。

1.1 单片机简介

单片机系统的构成与常见的微型计算机系统类似，其发展也与微型计算机的发展同步。只是由于面向的应用领域不同，技术进步在产品研发中体现出不同的侧重点。

1.1.1 计算机的基本组成

现代计算机所遵循的是冯·诺依曼提出的体系结构，其核心即存储程序原理：计算机在工作前，必须将保证计算机正常工作的程序以及为解决各种问题所需要的程序和数据预先存储在具有记忆功能的存储器中；计算机上电工作时，按照预先规定的顺序依次从指定的存储器单元中读取程序中的每一条指令，对其分析并执行所规定的各种动作，直到该程序全部执行完为止。

冯·诺依曼计算机体系结构至少应满足以下基本特征。

- 由三大硬件系统组成：一个中央处理器（Central Processing Unit, CPU），其中包含一个控制器、一个运算器、若干寄存器和一个程序计数器；一个主存储器系统，用来保存控制计算机操作的各种程序；一个输入/输出（I/O）系统。
- 具有执行顺序指令的处理能力。
- 在主存储器系统和 CPU 的控制单元之间，包含一条物理上的或逻辑上的单一通道，可以强制改变指令的内容和执行的顺序。

冯·诺依曼体系结构也在不断演化。早期的结构逐渐发展成为系统总线模型，如图 1-1 所示。这样就避免了在计算机各组成单元之间分别设计连接信号的麻烦，而将所

有信号的关系统一到与总线的联系上。主存和 CPU 的寄存器之间的数据通过数据总线传递；地址总线负责在传递期间保持主存单元地址；控制总线传送必要的控制信号，如数据传递的方向等。

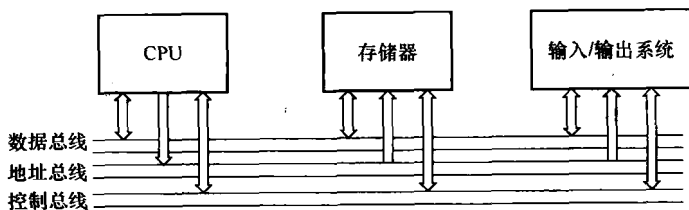


图 1-1 增加了系统总线的冯·诺依曼结构

1.1.2 单片机的基本结构

1. 单片机的内部结构

微型计算机是计算机小型化的产物。当微电子技术的发展使 CPU 能够在一个芯片上实现时，体积小、价格低、结构灵活的微型计算机就诞生了。除了更加方便、实用外，微型计算机的结构同以往的计算机几乎完全相同，运算能力也毫不逊色。微型计算机硬件系统包括 CPU、存储器、输入/输出接口和输入/输出设备，CPU 与存储器、输入/输出系统之间采用总线连接。所以图 1-1 也可以看做是微型计算机的结构示意图。当然，在实际的微型计算机系统中，存储器、输入/输出系统还包含很多更具体的部件。

微型计算机技术出现后，一直有两个截然不同的发展方向：一个是高速、性能优异的高档微型机；另一个就是简单可靠、小巧便宜的单片机。

单片机是单芯片形式的微型计算机。在一块芯片上，集成了 CPU、存储器和各种接口电路。CPU 通常比同期的普通微型计算机的 CPU 简单一些，但是大量的 CPU 辅助电路和接口电路以及片内存储器的存在，使得用单片机构建的微型计算机系统变得非常简单。

图 1-2 所示的是一种典型的单片机内部结构功能框图。内部总线将 CPU、程序存储器、数据存储器、定时器/计数器、可编程 I/O 接口、串行接口、中断系统（图中没有画出）连接在一起，构成了一个功能齐全的计算机硬件系统。下面将单片机与通用微型计算机（以下可简称为“通用微机”）的系统硬件进行比较。

2. 单片机与通用微机的比较

微型计算机的 CPU 功能强大，已跨入 64 位时代。而单片机内的 CPU 功能已经做了简化，因为单片机不是用来设计通用微机的，所以没有必要拥有较强的运算能力，常见的有 4 位、8 位、16 位、32 位的 CPU，而最常用的却一直是 8 位单片机。由于针对其应用领域做了优化，一般在控制、逻辑、实时性上比通用微机的 CPU 表现还要更好一些。

通用微机要有专门的时钟发生器电路，向 CPU 以及其他控制部件提供同步脉冲信号。单片机则在芯片内部集成了振荡电路，无需外接时钟源。

至于存储系统，通用微机中有容量较小的只读存储器（Read Only Memory, ROM），

存放机器自检、引导、参数设置、基本 I/O 操作的代码，而容量较大的随机存储器(Random Access Memory, RAM)是程序运行的载体。另外为了提高性能和存储容量，一般还使用了高速缓冲存储器和虚拟存储器技术。单片机的存储结构比较简单，只有程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM，其中 ROM 中存放系统运行需要的所有程序，RAM 只是提供运行时所需的临时存储。而且 ROM 容量通常不大，一般不超过 64KB，RAM 容量就更小了。但是对于特定应用来说，已经足够满足软件的运行所需了。

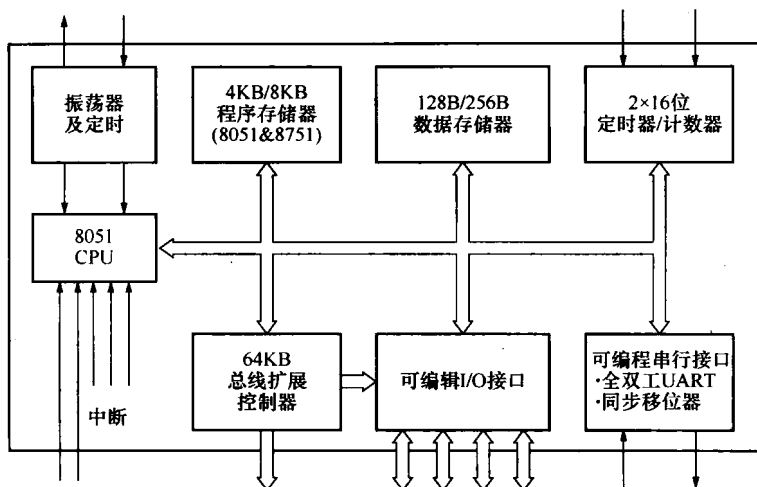


图 1-2 单片机内部结构功能框图(以 MCS-51 为例)

为了与外部并行设备交换数据，CPU 和设备之间需要通过接口电路进行连接。通用微机主板上由可编程的并行接口芯片实现这一功能，单片机内部则集成了并行接口电路，而且也是可编程的，其工作方式和数据传送方向可以由软件来控制。

CPU 在与串行设备通信时，需要串行接口。通用微机一般配备串行接口芯片来完成这一任务。单片机内部也配备了串行接口，不仅可以实现同样的功能，一般还有更灵活的工作方式。

通用微机内部有可编程的定时器/计数器芯片，用来实现系统计时、定时信号，以完成周期性的任务。单片机芯片内部的定时器/计数器电路还可以向同在芯片内部的串行口提供时钟信号，使得串行接口的设计更为简单。

很多外部接口是以中断的方式与 CPU 通信的，通用微机中有可编程的中断控制器芯片，一般一个芯片可以管理 8 个外部中断信号来源。单片机内部也有中断管理电路，像 MCS-51 单片机的中断源可以有 6 个，MCS-96 单片机的中断源有 8 个。

可见，单片机构成的计算机硬件系统功能齐全、集成度高，结构与普通微型计算机类似。

1.1.3 单片机的发展历史

第一款单片机 F8 由美国的 Fairchild (仙童) 公司于 1974 年推出，随后 Intel 公司推出了影响面更大、应用更广的 MCS-48 单片机系列。如果将 8 位单片机的推出作为起点，那么单片机的发展历史大致可分为以下几个阶段。