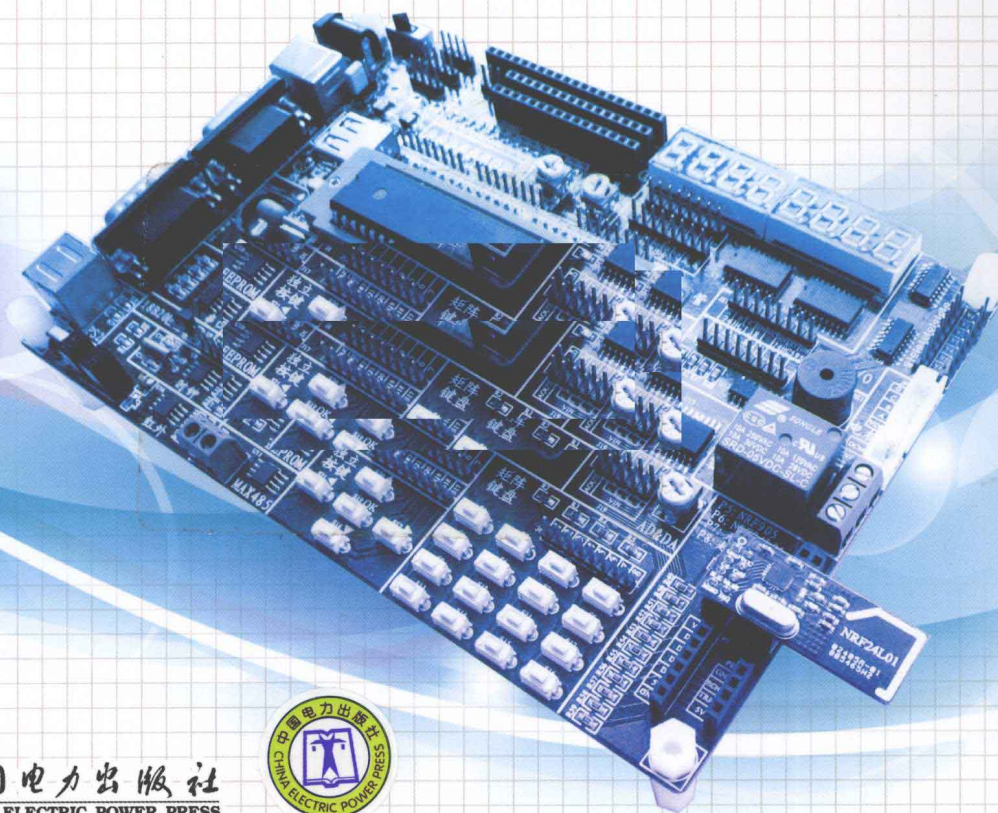


51单片机 开发与应用基础教程 (C语言版)

刘 剑 刘奇穗 主 编
陈朝大 俞 萍 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



51单片机 开发与应用基础教程 (C语言版)

主 编 刘 剑 刘奇穗
副主编 陈朝大 俞 萍
参 编 黄丽英 陈海峰
主 审 王湘中



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书详细介绍了 89C51 单片机的硬件结构及工作原理, 从实际开发与应用入手, 以实验过程和工程项目为主导, 循序渐进地介绍了 51 单片机并行口的输入/输出、外中断、定时/计数控制、串行通信、LED 静态显示、LED 动态显示、独立键盘检测、行列式键盘检测、LCD 显示字符、LCD 显示汉字、A/D、D/A 及 I²C 总线通信等各种实例的 C 语言编程方法, 这些 C 语言程序可以直接应用到实际的工程项目中。最后介绍了两个综合应用实例, 展示如何运用单片机的 C 语言去解决实际工程技术问题。

本书可作为高等学校本、专科单片机教学的教学用书, 适合具有数字电子技术和 C 语言基本知识的初学者使用, 也可供自动控制、智能仪器仪表、电力电子、机电一体化等专业的工程技术人员从事与单片机有关项目开发时参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

51 单片机开发与应用基础教程: C 语言版/刘剑, 刘奇穗主编.
北京: 中国电力出版社, 2011.10

ISBN 978-7-5123-2246-2

I. ①5… II. ①刘… ②刘… III. ①单片微型计算机 - C 语言 - 程序设计 - 教材 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 213852 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 17.625 印张 394 千字

印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

早期的 C 语言主要用于 UNIX 系统, 由于 C 语言的强大功能和各方面的优点逐渐为人们所认识, 到了 20 世纪 80 年代, C 语言开始进入其他操作系统, 并很快在各类微型计算机上得到了广泛的使用, 成为目前最优秀的程序设计语言之一。

C 语言是一种结构化语言, 层次清晰, 便于模块化编写程序, 易于调试和维护。C 语言的表现能力和处理能力极强。它不仅具有丰富的运算符和数据类型, 便于实现各类复杂的数据结构, 还可以直接访问内存的物理地址, 进行位 (bit) 一级的操作。由于 C 语言实现了对硬件的编程操作, 因此 C 语言集高级语言和底层级语言功能于一体, 既可用于系统软件的开发, 也适合于应用软件的开发。此外, C 语言还具有效率高、可移植性强等特点, 因此广泛地移植到各类型计算机, 从而形成了多种版本的 C 语言, C51 就是这众多版本之一。

C51 是一种应用于 51 单片机的 C 程序开发语言。现在几乎所有的单片机都支持用 C 语言进行程序设计。在 51 单片机开发中, Keil 开发平台是众多 C 语言开发平台之一, 应用非常广泛。

众所周知, 汇编语言难学、难编、难读、难懂、难移植。汇编语言不但要熟练掌握指令系统, 还要对程序的起始地址、中断服务子程序起始地址、保护现场、恢复现场、保存断点、返回断点、堆栈指针、进堆栈、出堆栈、子程序中的入口参数、出口参数、参数的传递、存储器的结构、四组工作寄存器的内在联系等难度很大的知识点有非常透彻的了解。更重要的是, 不同单片机使用的汇编语言差异很大, 如 51 单片机的汇编语言与 ARM 的汇编语言则完全不同。而 C 语言则不然, 它不必掌握指令系统, 只要求对单片机的片内结构有个大致的了解, 它易学、易懂、上手快, 功能强大, 移植性强, 集高级语言和底层语言于一身, 各种各样的数据 (信息) 既可以以变量的形式出现在各个函数中, 也可以以地址的形式访问单片机的片内、片外的各种数据存储器及程序存储器的任何单元。可以说, 除了极个别情况以外, 汇编语言能做到的事情 C51 不但能做到, 而且能轻而易举地实现。正因为 C51 有如此明显的优越性, 原来使用汇编语言的工程技术人员也使用 C 语言进行单片机的开发。

本书在内容组织与编排方面, 特别考虑了计算机基础较差的初学者。对于具有数字电子技术和 C 语言基础知识的读者则可轻松地掌握本书内容, 从而能够快速使用 C 语言开发单片机的应用程序。

本书内容包括与 C51 相配套的有关硬件知识介绍, 51 系列单片机 (以 89C51 单片机为主线) 内部的 CPU、片内存储器、特殊功能寄存器、并行及串行 I/O 接口、中断系统、定时器/计数器、片外扩展的 I/O 接口设计 (包括简单 I/O 接口、8255、LED、LCD、键盘、A/D、D/A、I²C 电路, 以及与上述硬件相配套的用 C51 编写的各种应用程序 (包括流水灯、外中

断报警、定时中断、定时计数、串行通信、独立键盘检测、行列式键盘检测、LED 静态显示、LED 动态显示、LCD 显示各种字符、LCD 显示汉字、A/D 转换、D/A 转换、I²C 总线通信等)。

全书共分 12 章，主要内容有：

第 1~第 2 章介绍了单片机概述和 89C51 单片机的硬件结构。

第 3~第 4 章介绍 C51 的相关知识。

第 5~第 7 章介绍 89C51 的内部资源，包括 89C51 的中断系统，定时器/计数器，串行口以及相关的 C51 编程实例。

第 8~第 11 章介绍了 89C51 单片机与 I/O 接口、独立键盘、矩阵键盘、LED 显示器、LCD 显示器、A/D、D/A 及 I²C 的 C51 编程及应用技术。

第 12 章介绍两个单片机的综合应用工程实例。

本书的第 1 章、第 6 章、第 12 章及全书的图表由湖南工业大学电气与信息工程学院刘剑副教授编写，第 2 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章由华南农业大学珠江学院刘苗生教授编写，第 3 章、第 5 章由广东技术师范学院天河学院陈朝大讲师编写，第 4 章由华南农业大学珠江学院俞萍讲师编写，第 7 章和第 8 章分别由华南农业大学珠江学院黄丽英讲师和陈海峰讲师编写。全书由刘苗生教授统稿。

本书由中南林业科技大学教授王湘中博士主审，王教授在审阅本教材时提出了许多宝贵意见，我们表示衷心感谢！

本书配套有电子教案 PPT，可发邮件至 liuchi1030@163.com 与编辑联系。

由于编写时间紧迫，作者水平有限，书中难免有错误及疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

前言

第 1 章 概述	1
1.1 单片机基础	1
1.1.1 计算机及其发展历史	1
1.1.2 微型计算机简介	1
1.1.3 什么是单片机	2
1.2 单片机的发展历史及发展趋势	2
1.2.1 单片机的发展历史	2
1.2.2 单片机的发展趋势	3
1.3 单片机的应用	4
1.4 MCS-51 系列与 AT89C5x 系列单片机	5
1.4.1 MCS-51 系列单片机	5
1.4.2 AT89C5x 系列单片机	6
本章小结	8
思考题	8
第 2 章 89C51 单片机的硬件结构	9
2.1 89C51 单片机的片内结构	9
2.2 89C51 的引脚	10
2.2.1 电源及时钟引脚	10
2.2.2 控制引脚	11
2.2.3 I/O 口引脚	11
2.3 89C51 的 CPU	12
2.3.1 运算器	12
2.3.2 控制器	13
2.4 89C51 存储器的结构	14
2.4.1 程序存储器	14
2.4.2 内部数据存储器	16
2.4.3 特殊功能寄存器 (SFR)	16
2.4.4 位地址空间	17
2.4.5 外部数据存储器	18

2.5 并行 I/O 端口	19
2.5.1 P0 端口	19
2.5.2 P1 端口	21
2.5.3 P2 口	22
2.5.4 P3 口	23
2.6 时钟电路与时序	25
2.6.1 CPU 时序	25
2.6.2 时钟电路	26
2.7 复位操作和复位电路	27
2.7.1 复位操作	27
2.7.2 复位电路	27
本章小结	29
思考题	30

第 3 章 单片机的 C51 基础知识 33

3.1 C 语言基础	34
3.1.1 C 语言的特点	34
3.1.2 C 语言和 C51 的程序结构	34
3.2 C51 数据类型	35
3.2.1 char 字符型 (字节型)	36
3.2.2 int 整型	36
3.2.3 long 长整型	36
3.2.4 float 浮点型	36
3.2.5 指针型	36
3.2.6 特殊功能寄存器型	36
3.2.7 位类型	37
3.3 C51 的运算量	37
3.3.1 常量	37
3.3.2 变量	38
3.3.3 存储模式	41
3.3.4 绝对地址的访问	42
3.4 C51 的运算符及表达式	43
3.4.1 赋值运算符	43
3.4.2 算术运算符	44
3.4.3 关系运算符	44
3.4.4 逻辑运算符	44
3.4.5 位运算符	45
3.4.6 复合赋值运算符	46
3.4.7 逗号运算符	47

3.4.8	条件运算符	47
3.4.9	指针与地址运算符	47
3.5	表达式语句及复合语句	47
3.5.1	表达式语句	47
3.5.2	复合语句	48
3.6	C51 程序基本结构与相关语句	48
3.6.1	C51 的基本结构	48
3.6.2	if 语句	49
3.6.3	switch/case 语句	50
3.6.4	while 语句	51
3.5.6	do while 语句	51
3.6.6	for 语句	52
3.6.7	循环的嵌套	52
3.6.8	break 和 continue 语句	53
3.6.9	return 语句	54
	本章小结	54
	思考题	54

第 4 章 Keil C51 简介 55

4.1	Keil C51 的安装和 C51 项目的建立	55
4.1.1	Keil C51 的安装	55
4.1.2	C51 项目的建立	57
4.2	C51 程序的编辑、编译、下载及执行	59
4.2.1	C51 程序的编辑和编译	59
4.2.2	C51 程序的实例	61
4.2.3	C51 程序的下载、执行	63
4.3	C51 的库函数	63
4.3.1	寄存器库函数 reg51.h	64
4.3.2	内部函数头文件 intrins.h	67
	本章小结	69
	思考题	69

第 5 章 89C51 的中断系统 71

5.1	中断概述	71
5.1.1	中断的概念	71
5.1.2	中断的条件与响应过程	72
5.2	89C51 的中断系统结构与控制	73
5.2.1	89C51 的中断源、中断矢量和中断函数	73
5.2.2	89C51 的中断系统结构	75

5.2.3 中断的控制	76
5.3 中断应用举例	81
5.3.1 单外部中断源系统的设计	81
5.3.2 多外部中断源系统的设计	82
本章小结	87
思考题	88
第 6 章 定时器/计数器	89
6.1 定时器/计数器的结构与控制	89
6.1.1 89C51 定时器/计数器的结构	89
6.1.2 定时器/计数器的控制	89
6.2 定时器/计数器的 4 种工作方式	91
6.2.1 工作方式 1	91
6.2.2 工作方式 2	92
6.2.3 工作方式 3	93
6.2.4 工作方式 0	95
6.3 定时器/计数器的应用举例	96
本章小结	97
思考题	97
第 7 章 串行通信	99
7.1 概述	99
7.1.1 串行通信的基本方式	100
7.1.2 串行通信的数据传送方式	102
7.1.3 串行通信接口电路	102
7.2 MCS-51 的串行接口	104
7.2.1 MCS-51 串行接口结构	104
7.2.2 MCS-51 串行口的工作方式	107
7.3 串行口波特率计算	108
7.4 串行口的编程及应用实例	110
7.4.1 串行口的编程步骤	110
7.4.2 串行口的应用实例	111
本章小结	117
思考题	117
第 8 章 89C51 扩展 I/O 接口的设计	119
8.1 I/O 接口扩展概述	119
8.1.1 I/O 接口的功能	119
8.1.2 I/O 端口的编址	120

8.1.3	I/O 数据的传送方式	120
8.1.4	常用 I/O 接口电路	121
8.2	简单 I/O 接口扩展	121
8.3	可编程 I/O 扩展接口 8255A	122
8.3.1	8255A 的内部结构和引脚信号功能	122
8.3.2	8255A 的控制字	124
8.3.3	8255A 的工作方式	125
8.3.4	8255A 与 89C51 单片机的接口	128
8.4	可编程 I/O 扩展接口 8155	129
8.4.1	8155 芯片介绍	129
8.4.2	8155 的工作方式	131
8.4.3	8155 与 89C51 单片机的连接和软件编程	131
	本章小结	133
	思考题	133

第 9 章 89C51 与 LED、LCD 显示器、键盘的接口设计 135

9.1	LED 显示器的结构与原理	135
9.1.1	LED 显示器结构种类	135
9.1.2	LED 显示器显示原理	136
9.2	LED 显示器静态显示及应用实例	136
9.2.1	LED 显示器静态显示特点	136
9.2.2	LED 显示器静态显示应用实例	137
9.3	LED 显示器动态显示及应用实例	138
9.3.1	LED 显示器动态显示特点	138
9.3.2	LED 显示器动态显示应用举例	139
9.4	键盘接口	144
9.4.1	键盘的结构与原理	144
9.4.2	独立式键盘应用实例	147
9.4.3	行列式键盘的软件编程	153
9.5	液晶显示器 LCD 与 89C51 的接口	158
9.5.1	液晶概述	158
9.5.2	常用液晶显示器 1602 的接口信号、主要技术参数及编程设置	159
9.5.3	常用液晶显示器 12232 的接口信号、主要技术参数及编程设置	164
9.5.4	常用液晶显示器 12864 的接口信号、主要技术参数及编程设置	174
	本章小结	184
	思考题	185

第 10 章 89C51 与 D/A、A/D 的接口 187

10.1	D/A 转换器及其与单片机接口	187
------	-----------------	-----

10.1.1	D/A转换器的原理及主要技术指标	187
10.1.2	DAC0832芯片及其与单片机接口	188
10.1.3	DAC0832与89C51单片机的接口	190
10.1.4	DAC0832的应用实例	191
10.2	A/D转换器及其与单片机接口	196
10.2.1	模/数转换器概述	196
10.2.2	ADC0809模/数转换器	198
10.2.3	ADC0809与89C51单片机的连接和软件驱动	199
10.3	12位逐次逼近型A/D转换器AD574	204
10.3.1	AD574的结构	204
10.3.2	AD574与89C51的接口和驱动软件	205
	本章小结	206
	思考题	206
第 11 章	I²C 串行总线	209
11.1	I ² C总线概述	209
11.1.1	I ² C串行总线简介	209
11.1.2	I ² C总线的数据传送	210
11.2	E ² PROM AT24C02与单片机的通信	213
11.2.1	AT24C02的引脚功能	214
11.2.2	AT24C02存储结构与寻址	214
11.2.3	AT24C02读/写操作时序	214
11.2.4	AT24C02应用实例	216
	本章小结	221
	思考题	221
第 12 章	单片机综合应用实例	223
12.1	实时时钟的设计与实现	223
12.1.1	硬件电路及其接线	223
12.2	温度、湿度测控系统的设计与实现	233
12.2.1	整体设计方案及工作原理简介	233
12.2.2	SHT10温湿度传感器工作原理简介	234
12.2.3	LM3033DDW-0B液晶显示模块简介	241
12.2.4	硬件设计	245
12.2.5	软件设计	249
12.2.6	整机实物及程序清单	254
	参考文献	271

概 述

单片机于 20 世纪 70 年代问世,已广泛应用于工业自动化控制、自动检测、智能仪器仪表、家用电器、电力电子和机电一体化设备等方面。

1.1 单片机基础

1.1.1 计算机及其发展历史

世界上第一台计算机诞生于 1946 年 2 月。1946 年 6 月,冯·诺依曼提出“程序存储”和“二进制运算”的思想,构建了计算机由运算器、控制器、存储器和输入/输出设备这一计算机的经典结构,如图 1.1 所示。

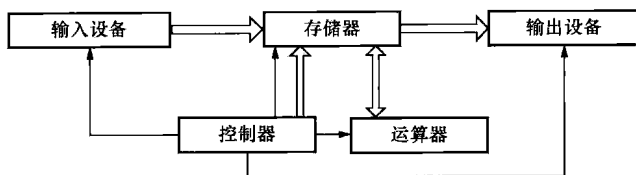


图 1.1 计算机经典结构

从第一台计算机诞生到现在,共发展经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机和超大规模集成电路计算机(微型计算机)五个阶段。

目前计算机的性能已经大大提高,价格却在不断下降,广泛应用于人类生产和生活的各个领域。

1.1.2 微型计算机简介

计算机真正得到广泛应用和普及,还是由于微型计算机的出现。

1971 年,Intel 公司的技术人员将组成计算机的原始方案中的十几个芯片压缩成三个集成电路芯片。其中的两个芯片分别用于存储程序和数据,另一个芯片集成了运算器和控制器及一些寄存器,被称为微处理器,这是世界上第一台微处理器,即 Intel4004。

微型计算机由微处理器(或称 CPU,中央处理单元)、存储器和 I/O 接口电路组成。微型计算机的各组成部分通过地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)相连,再配以系统软件和 I/O 设备,构成完整的微型计算机系统,简称微机,如图 1-2 所示。

1.1.3 什么是单片机

在一片半导体硅片上集成了微处理器 (CPU), 存储器 (RAM、ROM、EPROM) 和各种输入、输出接口。这样一块集成电路芯片就具有一台计算机的属性。因而被称为单片微型计算机, 简称单片机。在国际上, 多把单片机称为微控制器 (MicroController Unit, MCU)。在我国习惯使用“单片机”这一名称。

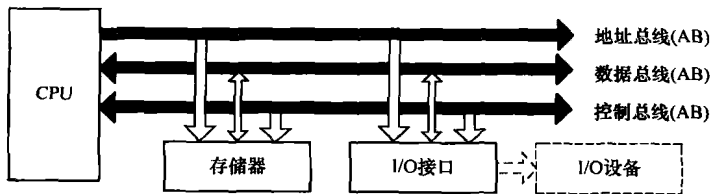


图 1.2 微型计算机的组成

单片机主要应用于测试和控制领域, 通常是处于测控系统的核心地位。

单片机按用途可分为通用型和专用型两大类。

(1) 通用型。

单片机功能比较齐全, 我们称之为通用单片机, 它具有比较丰富的可开发的内部资源: RAM、ROM、I/O 等功能部件, 全部提供给用户, 用户可根据需要, 设计一个以通用单片机芯片为核心的测控系统。

(2) 专用型。

单片机是专门为某一应用领域研制的, 突出某一功能, 例如专门的数控芯片、数字信号处理芯片等, 我们称之为专用单片机。它针对性强, 且数量巨大。对系统结构的最简化、可靠性和成本最佳化等方面都作了全面的考虑。专用单片机具有十分明显的综合优势。无论专用单片机在用途上有多么“专”, 其基本结构和工作原理都是以通用单片机为基础。

1980年, Intel公司在MCS-48单片机基础上推出MCS-51单片机, MCS-51单片机包括8031、8051、8751三个基本型, 还包括80C31、80C51、87C51三个CMOS工艺的低功耗型。虽然它们是8位单片机, 但是品种多, 兼容性好, 功能强, 价格低廉, 性能稳定和使用方便, 特别是设计和应用资料齐全, 受到广大工程技术人员的青睐, 成为我国应用最为广泛的机种。在今后相当一段时间内, MCS-51单片机还是嵌入式控制系统的主流机型。

1.2 单片机的发展历史及发展趋势

1.2.1 单片机的发展历史

单片机根据其基本操作处理的位数分为: 1位、4位、8位、16位、32位单片机。单片机的发展可分为四个阶段。

第一阶段 (1974~1976年): 单片机初级阶段。双片的形式, 且功能比较简单。1974年12月, 仙童公司推出了8位F8单片机, 包括8位CPU、64B RAM和2个并行口, 从此开

创了单片机发展的初级阶段。

第二阶段(1976~1978年):低性能单片机阶段。1976年 Intel 公司推出的 MCS-48 单片机极大地促进了单片机的变革。但这个阶段的单片机仍然处于低性能阶段。

第三阶段(1978~1983年):高性能 8 位机阶段。包括 Intel 公司的 MCS-51 系列、Mortorola 公司的 6801 系列, ZILOG 公司的 Z80 单片机等。这些产品使单片机的应用跃上了一个新台阶。

第四阶段(1982~现在):8 位高性能单片机巩固发展及 16 位单片机、32 位单片机推出阶段。各公司也开发了一大批性能优越的单片机。近年来,随着新型单片机的不断涌现,单片机产品已形成丰富多彩的局面。

1.2.2 单片机的发展趋势

单片机的发展趋势将向大容量、高性能、外围电路内装化等方面发展。

1. CPU 的改进

(1) 采用双 CPU 结构,提高处理能力。

(2) 增加数据总线宽度,内部采用 16 位数据总线。其数据处理能力明显优于一般 8 位单片机。

(3) 串行总线结构,飞利浦公司的 I²C 总线(Inter-Ic bus)。用两根信号线代替现行的 8 位数据总线。

2. 存储器的发展

(1) 加大存储容量。单片机片内程序存储器容量可达 128KB。

(2) 片内程序存储器采用 E²PROM 或闪烁(Flash)存储器。闪烁存储器能在+5V 下读写,既有静态 RAM 读写操作的简便,又有在掉电时数据不会丢失的优点,片内闪烁存储器的使用,使单片机可不用外扩程序存储器,大大简化了应用系统结构。

3. 片内 I/O 的改进

(1) 增加并行口的驱动能力,这样可减少外部驱动芯片,有的单片机能直接输出大电流和高电压,以便能直接驱动 LED 和 VFD(荧光显示器)。

(2) 有些单片机设置了一些特殊的串行接口功能,为构建分布式、网络化系统提供了必要条件。

4. 低功耗化

8 位单片机中的多数产品已 COMS 化,CMOS 芯片的单片机具有功耗小的优点,而且为了充分发挥低功耗的特点,这类单片机普遍配置有等待状态、睡眠状态、关闭状态等工作方式。在这些状态下工作的单片机,其消耗的电流仅在微安或 nA 量级,非常适合于便携式、手持式、电池供电的仪器仪表应用。

5. 外围电路内装化

随着集成电路技术及工艺不断发展,把所需的众多外围电路全部装入单片机内,即系统的单片化是目前单片机发展的趋势之一。

纵观单片机几十年的发展历程,单片机今后将向多功能、高性能、高速度(时钟达

40MHz)、低电压(2.7V即可工作)、低功耗、低价格(几块钱)、外围电路内装化及片内数据存储容量增加和片内程序存储器的Flash化方向发展。

1.3 单片机的应用

单片机卓越的性能得到了广泛的应用,已深入到各个工业控制领域。单片机的使用温度:①民用品在 $0^{\circ}\sim+70^{\circ}\text{C}$;②工业用品在 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$;③汽车在 $-40\sim+105^{\circ}\text{C}$;④军用品在 $-55\sim+125^{\circ}\text{C}$ 。

以单片机为核心构成的应用系统具有以下优点。

(1) 功能齐全,应用可靠,抗干扰能力强。

(2) 简单方便,易于普及。单片机技术是一门非常容易掌握的技术,对广大工程技术人员通过学习也能很快进行单片机应用系统的设计、组装,以及调试。

(3) 发展迅速,前景广阔。单片机经历了4位机、8位机、16位机、32位机等发展阶段,形式越来越多样化,功能也日趋完善,更使单片机在工业控制领域获得了长足的发展和大量应用。近几年,单片机的内部结构日趋完美,配套的片内功能器件越来越完整和简单,为计算机应用系统向更高层次和更大规模的发展奠定了坚实的基础。

(4) 嵌入容易,用途广泛。单片机以其性能价格比高、应用灵活性强等特点在嵌入式微控制系统具有十分重要的地位。在单片机出现以前,人们要想制作一套自动控制系统,往往采用大量的模拟电路、数字电路、分立元件来完成,以实现计算、控制功能。这样,不仅系统体积庞大,而且因为线路复杂,连接点太多,极易出现故障。单片机出现以后,电路的组成和控制方式都发生了很大的变化。在单片机应用系统中,这些控制功能绝大部分都已经由单片机的软件程序实现,其他电子线路则由单片机和软件及片内的外围接口电路取代。

总之,单片机软硬件结合、体积小,很容易应用到嵌入式控制系统。

目前单片机在以下领域获得了广泛应用。

(1) 工业自动化。

在工业自动化领域,单片机主要应用在工业过程控制、智能控制、设备控制、数据采集、数据传输、测试、测量、监控等方面。而在集机械、微电子和计算机技术为一体的机电一体化技术(如机器人技术)中,单片机也发挥着重要的作用。

(2) 智能仪器仪表。

在智能仪器仪表中,单片机的使用有助于提高仪器仪表的精度和准确度,简化结构,减小体积而易于携带,从而加速仪器仪表向数字化、智能化、多功能化方向发展。

(3) 消费类电子产品。

目前在洗衣机、电冰箱、空调机、电风扇、电视机、微波炉、加湿机、消毒柜、手机、IC卡等中嵌入了单片机以后,其功能和性能大大提高,并实现了智能化、最优化控制。

(4) 通信方面。

在调制解调器、手机、传真机、程控电话交换机、信息网络及各种通信设备中,单片机已经得到了广泛的应用。

(5) 武器装备。

在现代化的武器装备中，例如飞机、军舰、坦克、导弹、鱼雷制导、航天飞机导航系统，都嵌入了单片机。

(6) 终端及外部设备控制。

计算机网络终端设备，如银行终端，以及计算机外部设备，如打印机、硬盘驱动器、绘图机、传真机、复印机等，都使用了单片机。

(7) 汽车电子。

各种汽车电子设备，如汽车安全系统、汽车信息系统、自动驾驶系统、汽车导航系统、汽车紧急请求服务系统、汽车防撞监控系统、汽车自动诊断及汽车黑匣子等，都使用了单片机。

(8) 多机分布式系统。

通常情况下可用多片单片机构成分布式测控系统，从而使单片机的应用进入了一个更高的水平。

1.4 MCS-51 系列与 AT89C5x 系列单片机

1.4.1 MCS-51 系列单片机

20 世纪 80 年代以来，单片机的发展非常迅速，世界上一些著名厂商投放市场的产品有几十个系列，数百个品种。其中比较著名的有：Intel 公司的 MCS-48、MCS-51，Motorola 公司的 6801、6802，Zilog 公司的 Z8 系列，Rockwell 公司的 6501、6502 等。此外荷兰 Philips 公司、日本的 NEC 公司和日立公司等也相继推出了各自的单片机产品。

单片机问世以来，在我国使用最多的还是 Intel 公司的单片机，其中 MCS-51 单片机是最早进入我国的单片机主流产品之一。MCS 是 Intel 公司生产的单片机的系列号，如 Intel 公司的 MCS-48、MCS-51、MCS-96 系列单片机。

MCS-51 系列单片机既包括三个基本型 8031、8051、8751，也包括对应的低功耗型 80C31、80C51、87C51。虽然只是 8 位单片机，但它具有品种全、兼容性强、性价比高等特点，并且软硬件应用设计资料丰富齐全，已为我国广大工程技术人员所熟悉，并得到了广泛的应用。

(1) 基本型。

典型产品：8031、8051、8751。

8031 内部包括一个 8 位 CPU、128B RAM、21 个特殊功能寄存器 (SFR)、4 个 8 位并行 I/O 口、1 个全工串行口、2 个 16 位定时器/计数器、5 个中断源，但片内无程序存储器，需外扩程序存储器芯片。

8051 是在 8031 的基础上，片内又集成有 4KB ROM，作为程序存储器。所以 8051 是一个程序不超过 4KB 的小系统。ROM 内的程序是公司制作芯片时，代为用户烧制的。所以 8051 应用在程序已定且批量大的单片机产品中。

8751 与 8031 相比，片内集成了 4KB 的 EPROM，构成了一个程序不大于 4KB 的小系统。

用户可以将程序固化在 EPROM 中，EPROM 中的内容可反复擦写和修改，但其价格相对于 8031 贵一些。8031 外扩一片 4KB 的 EPROM 就相当于 8751 了。

(2) 增强型。

典型产品：8032、8052、8752。它的内部 RAM 增到 256 字节，8052、8752 的内部程序存储器扩展到 8KB，16 位定时器/计数器增至 3 个。

(3) 低功耗型。

典型产品：80C31、87C51、80C51。采用 CMOS 工艺，适合于电池供电或其他要求低功耗的场合。

(4) 专用型。

典型产品：8044、8744。常用于总线分布式多机测控系统。

表 1-1 列出了 MCS-51 系列单片机的内部硬件资源。

表 1.1 MCS-51 系列单片机的内部资源

类型	型 号	片内程序存储器	片内数据存储器 (B)	I/O 口线	定时器/计数器 (个)	中断源 (个)
基本型	8031	无	128	32	2	5
	8051	4KB ROM	128	32	2	5
	8751	4KB EPROM	128	32	2	5
增强型	8032	无	256	32	3	6
	8052	8KB ROM	256	32	3	6
	8752	8KB EPROM	256	32	3	6

1.4.2 AT89C5x 系列单片机

20 世纪 80 年代中期以后，Intel 公司把精力集中在 CPU 芯片的开发、研制，并逐渐放弃了单片机芯片的生产。但是以 MCS-51 为技术核心和主导的单片机已经成为许多厂家、电气公司竞相选用的对象，并以此为基核。Intel 公司以专利或技术交换的形式把 8051 内核技术转让给许多半导体芯片生产厂家，如：Amtel、Philips、Analog、Devices、LG、ADI、Dallas 等公司。这些厂家生产的芯片是与 MCS-51 系列兼容的，与 8051 的内核结构、指令系统相同，采用 CHmos 工艺（Cmos 工艺和 Hmos 工艺的结合）或 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，人们也习惯把这些兼容机等各种衍生产品统称为 51 系列单片机或 51 单片机。有的公司还在 8051 的基础上又进行了一些扩充（称为增强型、扩展型），如 52 系列单片机，使其更有特点，市场竞争力更强。

80C51 系列：具有 8051 指令系统的单片机，不应直接称为 MCS-51 系列单片机，因为 MCS 只是 Intel 公司专用的单片机系列符号。

世界单片机芯片生产厂商推出的与 8051（80C51）兼容的主要产品见表 1-2。

Atmel 公司推出的 AT89C5X 系列，尤其是该系列中的 AT89C51 单片机在 8 位单片机应用中占有相当大的市场份额。