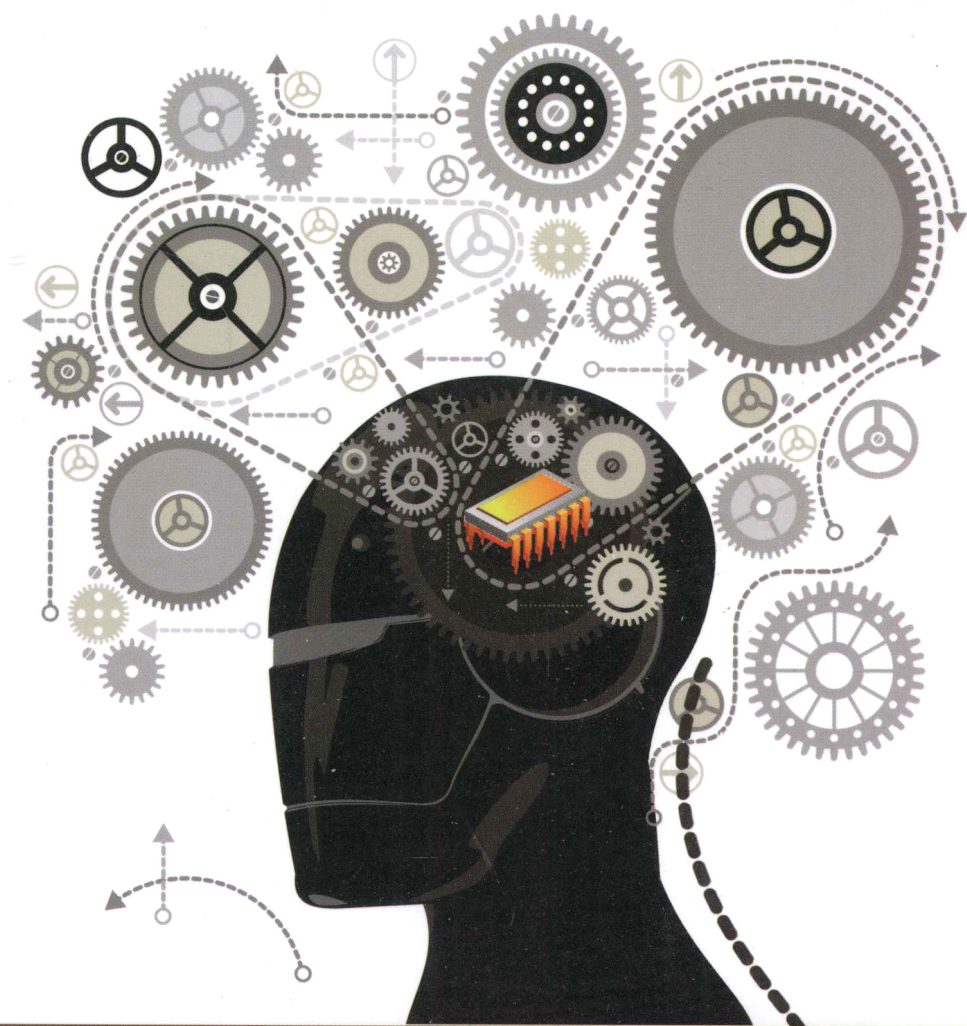


C8051F

系列单片机原理与应用



理论与实际、教学与实验相结合 • C语言和汇编编程互补
硬件与软件、上层与底层软件编程结合 • 实例丰富、知识面广，易学易用

张培仁 孙力 编著

清华大学出版社

C8051F

系列单片机原理与应用

张培仁 孙力 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以国内外普遍使用的新型 C8051F 系列微处理器为核心,介绍其原理和 C 语言编程、基础实验和各种接口的应用,并有大量完整实用的实例。对于基础性的原理解释,尽可能简明,并配有系统的实用实验;对于应用部分,所有实例都是经过认真调试并运行成功的。

全书共分 18 章,主要内容包括微控制器的微控原理, C8051F 系列单片机结构, C51 的程序结构与数据类型, C51 的运算符及数据的存储模式, C51 的函数、控制语句及程序设计, C8051F 单片机系统基础应用实验, C8051F 与传感器接口及数据处理, C8051F 与驱动 LED 专用电路接口设计, HID USB 与 UART 桥接控制器、USB 口 C8051F 的应用实例, LCD、触摸屏接口设计、SPI 总线及 C8051F300 系统应用、多 CPU 嵌入式系统应用、C8051F 系统的存储器接口, CAN 总线应用, I²C 总线和实时时钟接口设计, C8051F 系统低功耗、完整应用实例。

本书知识广泛,结构紧凑,在编写中突出微控制器的工作机理和实用性。

本书可作为电子工程、电子信息技术、自动控制、计算机应用技术、机械电子、电气、仪器仪表等基础专业教学用书,也可作为相关工程技术人员的技术参考书。

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

C8051F 系列单片机原理与应用/张培仁,孙力编著. —北京:清华大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-302-30891-1

I. ①C… II. ①张… ②孙… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 291419 号

责任编辑:夏非彼

封面设计:王 翔

责任校对:李金平

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm

印 张:40.25

字 数:1030 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:79.00 元

产品编号:046899-01

2000 年以来,虽然国内外嵌入式 16 位及 32 位微处理器的应用有所上升,但 8 位微处理器的应用仍占 60%~70%,随着 8 位嵌入式微处理器从 MCS51、AT89C51 向完全集成的混合信号片上系统型 MCU——C8051F 系列发展和过渡,国内嵌入式微处理器的教学也进入了一个全新的阶段,开始普遍使用 C 语言和汇编语言的混合式教学与应用。目前绝大多高校还是以 C8051F 系列嵌入式微处理器为基础教材。大专、职高更是如此。市场调查表明 8 位嵌入式微处理器 C8051F 系列是目前高校单片机教学的主流产品。C8051F 单片机的整体性能超过很多 16 位单片机甚至可以在一些低端应用中取代低速的 16 位 DSP 器件,已达到 32 位微处理器的低档性能,所以性能价格比很高。

本书将按如下原则编著:

(1) 以 C 语言编程为主,并着重介绍 C 语言与汇编语言之间的调用和转换,很多例子都同时给出 C 语言和汇编语言两种版本,以利于读者对照。

(2) 介绍芯片的实际应用背景、芯片公司设计思想,以及应用时应注意问题。从而避免在以前计算机教学过程中经常出现的“一看就懂、一放就忘、一用就错”的问题。尽可能使读者知其然亦知其所以然。

(3) 本书讲原理有小而精的实例,又在实验和应用中理解和联系原理,从而尽力达到理论和实践相融的目的。

(4) 所有实验和绝大部应用实例都是使用我们长期教学使用过和科研验证过的实例,确保硬软件可靠性、可用性。

(5) 本书配完整基础实验,并尽可能写明实验目的、实验方法、所用接口芯片简介、程序框图、接口原理图及用 C 语言和汇编语言写的原程序清单并给相应注解。

(6) 全书努力做到硬软相结合、教学与实验相结合、实例尽可能照顾到各种接口平衡、尽可能遵循人的认识事物规律:从感性入手再提升到理性认识最后再指导认识其他感性事物。

(7) 以 8 位机 C8051F 系列为主线,同时适当介绍嵌入式微处理器近 10 年的发展和创新。总之,我们目标是培养出来的人能熟练掌握嵌入式微处理器原理的理论和相关最基本硬件设计及软件编程的技能,能较快地独立设计和嵌入式微处理器相关的应用系统,并具有对当前嵌入式微处理器发展趋势、特点有相当清楚观念的应用型人才。

本书是中国科学技术大学自动化系、安徽农业大学信息与计算机学院及理学院等院校合作的产物。中国科学技术大学嵌入式系统与控制网络研究室,从事嵌入式系统方面的教学和科研工作已有 30 余年历史,从事现场总线控制系统也有 10 年历史,出版了多本有关专著,本实验室老师、工程师和研究生,在已有的教材基础上对原教材的内容、结构作了适当的调整、增删,并进行了重新编写;安徽农业大学理学院院长孙力教授有 25 年从事嵌入式微处理器及计算机基础丰富教学经验和科研经历,也对本书作出重要贡献。

使用本教材时应注意:

(1) 侧重讲清楚 C8051F 系列微控制器的原理。

(2) 结合本书的应用实例,培养学生使用 C8051F 系列微控制器的使用技巧,指导学生

学会对 C8051F 系列微控制器各种相应电路和接口硬软件进行设计。

(3) 结合本教材的内容可选择相应的实验。

(4) 根据各专业教学计划,可选择 40 学时或 60 学时的相应教学内容。本教材的主要授体为电子工程、信息工程、自动控制、计算机应用、机械电子、电气、仪器仪表等专业的高校学生、大专、职高中专学生和相关专业的工程技术人员。教学时仍然坚持详细讲授 C8051F 系列微控制器的机理(原理)、结构和应用的内容,注重对学生实际应用和设计能力的培养和训练。可以把上述内容列为第一重要层次。同时,也要给予智能网络化的 C8051F 系列微控制器和较大应用系统的 C8051F 系列微控制器应用等讲授适当的课时数,可视专业情况和培养目标而定。大量已验证硬软件设计也为相关专业的工程技术人员作为各自应用实践的参攷。

本书是教学科研的总结。参加科研项目或从事教学相关工作的有赵宇、张恩亮、蒋润、蒋海峰、杜洪亮、赵松、潘可、王康正、段雄、许波、王亮、颜进军、凌来根、崔军辉、黄捷、刘良均、郭俊杰、陶翔等。本书由张培仁和孙力教授总结审定,各章节的编者如下:第 3 章和第 4 章由孙力执笔,第 5 章和第 7 章第 5 节由赵宇执笔。第 6 章由张培仁和赵宇共同执笔。其他各章由张培仁执笔。本书策划、最后总编辑审查、校准由张培仁完成。由于时间紧促,作者水平有限,书中难免存在不足和错误之处,敬请广大读者、同行批评指正。

张培仁、孙力等
2012 年 10 月于合肥

目 录

第 1 章 微控制器的原理及 C8051F 系列.....	1
1.1 微控制器的发展历史	1
1.2 微控制器系统简介	2
1.3 微控制器的发展	3
1.4 8 位机发展的 3 个技术飞跃	4
1.5 从 C8051F 看 8 位单片机发展之路	5
1.6 C8051F 系列产品优势和分类	11
1.6.1 C8051F 系列产品优势	11
1.6.2 C8051F 系列分类	16
第 2 章 C8051F 系列单片机结构	20
2.1 C8051F 系列单片机总体体系结构	20
2.2 CIP-51 微控制器	24
2.3 存储器组织	25
2.3.1 程序存储器	26
2.3.2 数据存储器	26
2.3.3 通用寄存器	27
2.3.4 位寻址空间	27
2.3.5 堆栈	27
2.3.6 片内数据存储器读写实例	27
2.4 特殊功能寄存器	29
2.5 FLASH 存储器	32
2.5.1 非易失性数据存储	34
2.5.2 安全选项	34
2.6 外部数据存储器 and 片内 XRAM	36
2.6.1 端口选择和配置	37
2.6.2 复用和非复用选择	38
2.6.3 存储器模式选择	39
2.6.4 时序	40
2.7 时钟系统	42
2.7.1 时序与时钟	42
2.7.2 设计和使用时钟时应考虑的问题	43
2.7.3 时钟控制寄存器	44
2.7.4 外部振荡器举例	45

2.7.5 系统时钟初始化编程实例	46
2.8 复位电路	47
2.8.1 复位原理	47
2.8.2 C8051F 系列的 8 种复位源	49
2.9 中断系统	51
2.10 电源管理	54
2.11 JTAG	54
2.12 端口原理参数和交叉开关	56
2.12.1 C8051F 端口特点	56
2.12.2 交叉开关原理和简化规则	57
2.12.3 C8051F04x 系列的 I/O 功能和优先权交叉开关译码器	59
2.12.4 配置端口	61
2.12.5 交叉开关引脚分配示例	62
2.13 模拟外设组成部分	63
2.13.1 ADC0 的组成及其控制（以 C8051F040 为例）	64
2.13.2 ADC0 的工作方式	65
2.13.3 ADC0 编程实例	66
第 3 章 C51 的程序结构与数据类型	70
3.1 C 语言与 C8051F 系列单片机	70
3.1.1 C 语言的特点与 C 语言向单片机移植	70
3.1.2 C51 编译器	71
3.2 C51 的程序结构	72
3.2.1 C51 的一般格式	72
3.2.2 C51 语言程序的基本结构	74
3.3 C51 的数据类型	76
3.3.1 数据与数据类型	76
3.3.2 常量	77
3.3.3 变量	80
3.3.4 C51 构造数据类型	86
3.3.5 C51 的指针	95
第 4 章 C51 的运算符及数据的存储模式	109
4.1 C51 的单词及运算符	109
4.1.1 C51 的单词	109
4.1.2 C51 的运算符	114
4.2 数据的存储类型和存储模式	124
4.2.1 C8051F 系列单片机的存储器	124
4.2.2 C51 存储类型与 C8051F 系列单片机存储器	125
4.2.3 存储模式	125

4.3 C51 对 SFR、可寻址位、存储器和 I/O 口的地址访问	128
4.3.1 C51 对 SFR 的定义	128
4.3.2 C51 对可寻址位的定义	128
4.3.3 C51 对存储器和 I/O 口的绝对地址访问	129
第 5 章 C51 的函数、控制语句及程序设计	131
5.1 C51 的函数	131
5.1.1 函数的分类	131
5.1.2 函数的说明	132
5.1.3 函数的参数和返回值	139
5.1.4 函数的调用	142
5.1.5 数组、指针与函数调用	147
5.1.6 内部函数和外部函数	153
5.1.7 C51 库函数介绍	154
5.2 C51 的控制语句	157
5.2.1 if 语句	157
5.2.2 switch/case 语句	159
5.2.3 循环结构流程控制语句	161
5.3 C51 的预处理器	169
5.3.1 包含文件伪指令	169
5.3.2 伪指令宏	170
5.3.3 条件编译伪指令	174
5.3.4 编译器伪指令	174
5.3.5 #error 伪指令	175
5.4 C51 语言和汇编语言的混合编程	175
5.4.1 C51 语言和汇编语言的性能比较	175
5.4.2 混合编程的注意事项	176
5.4.3 在不同存储模式下的混合编程	177
第 6 章 C8051F 单片机系统基础应用实验	182
6.1 开发工具的主要技术指标	182
6.2 Cygnal 单片机开发工具集成开发环境使用说明	184
6.3 Cygnal C8051F 单片机实验	185
6.4 在 C8051F020 单片机上的初级软件实验（汇编语言）	186
6.4.1 无符号数十进制加法实验	186
6.4.2 数据传送实验	187
6.4.3 数据排序实验	188
6.4.4 整数二翻十实验	190
6.4.5 查表实验	193
6.5 步进电机控制实验（C 语言）	194

6.6	压力测试实验 (C 语言)	198
6.6.1	压力测试实验目的和工作原理	198
6.6.2	程序函数和程序	200
6.6.3	调试方法和程序清单	201
6.7	单总线数字温度传感器测温应用实验 (C 语言)	204
6.8	点阵液晶显示实验 (C 语言)	212
6.8.1	实验目的	212
6.8.2	实验设备	212
6.8.3	实验所需函数和程序框图	220
6.8.4	调试方法和实验程序	221
6.9	直流电机转速测量控制实验	231
6.10	利用 DAC 在电阻负载上输出可变频、可变幅值波形	233
6.10.1	输出可变频、可变幅值方波参考程序	233
6.10.2	输出可变频、可变幅值锯齿波参考程序	234
6.10.3	输出可变频可变幅值正弦波参考程序	235
第 7 章	C8051F 与传感器接口及数据处理	238
7.1	A/D 转换器相关概念	238
7.2	C8051F931 与 Si1120 光感应器的应用	240
7.2.1	Si1120 光感应器特征	240
7.2.2	工作原理	241
7.2.3	模式选择	242
7.2.4	LED 和 LED 电流的选择	244
7.2.5	机械和光学应用	245
7.3	C8051F 与水电站大坝的电阻式传感器接口与测量	245
7.3.1	常用电阻式传感器	246
7.3.2	底层模块中电阻式传感器硬件方案	250
7.3.3	恒流源、放大器和 A/D 模块接口设计	252
7.3.4	底层模块中电阻式传感器系统软件设计	255
7.3.5	系统测试结果及误差分析	262
7.4	C8051F 与土建及水电站大坝的振弦式传感器接口与测量	264
7.4.1	振弦式传感器	264
7.4.2	底层振弦式传感器测量模块系统的硬件设计	268
7.4.3	CPU 和通信接口设计	271
7.4.4	振弦式传感器激振及频率测量程序设计	272
7.5	C8051F040 在溶解氧项目中的应用	275
7.5.1	溶解氧检测的光学氧法	275
7.5.2	光学氧法检测原理	275
7.5.3	检测仪的机械结构	276
7.5.4	系统电路设计	276

7.5.5	系统软件设计	281
7.5.6	系统测试效果	287
第 8 章	C8051F 与驱动 LED 专用电路接口设计	290
8.1	HD7279A 驱动七段码显示	290
8.2	具有 I ² C 的 LM92 和 SAA1064 测温显示电路的设计	302
8.2.1	LM92 和 SAA1064 概述	302
8.2.2	功能说明	304
8.2.3	典型应用	305
8.2.4	LM92 测温应用参考 C 程序	307
8.2.5	LM92 测温应用参考汇编程序	313
第 9 章	C8051F 的 USB 转 UART 桥接控制器	322
9.1	CP2110 的 USB 转 UART 桥接器	322
9.1.1	CP2110 的系统概述	322
9.1.2	电气特性	325
9.1.3	USB 功能控制器和收发器	326
9.1.4	异步串行数据总线 (UART) 接口	327
9.1.5	一次可编程 ROM	329
9.1.6	调压器	330
9.2	用专用芯片 CP2101 进行 USB 接口转换设计	331
9.2.1	进行 USB 接口转换设计需要解决的问题	331
9.2.2	硬件电路设计	332
9.2.3	CP2101 的特性和原理	333
9.2.4	USB 接口主机 CAN 节点的通信软件设计	337
9.2.5	上位机 USB 基本通信软件设计	338
9.2.6	PC 上串口通信实现	339
9.2.7	MSComm 控件实现	342
9.2.8	串口应用	343
9.3	用专用接口芯片 ISP1581 实现 USB 接口电路的设计	344
9.3.1	硬件设计	345
9.3.2	系统软件设计	346
第 10 章	具有 USB 的 C8051F 应用系统	348
10.1	USB 系统拓扑结构	348
10.2	C8051F326/7 功能及软硬件设计	350
10.2.1	C8051F326/7 具有 USB 的 C8051 全速 USB、16KB FLASH 微控制器系统概述	350
10.2.2	C8051F326/7 系统设计	354
10.2.3	FIFO 管理	358

10.2.4 功能配置和控制	359
10.3 利用 C8051F340 的 USBXpress 开发包进行 USB 通信设计	362
10.4 基于 USB 总线的多路电话录音系统	366
10.5 基于 C8051F320 心电监护系统设计	371
10.6 C8051F320 的数据采集系统 USB 接口设计	373
10.7 C8051F320 SOC 与 AM45DB321 构成数据采集存储系统	376
第 11 章 C8051F040 与 LCD、触摸屏接口设计	380
11.1 工程智能仪器介绍	380
11.1.1 智能仪器的工作原理	380
11.1.2 智能仪器的功能特点	381
11.1.3 智能仪器的发展趋势	381
11.2 LCD 液晶显示技术	382
11.2.1 LCD 液晶显示原理	382
11.2.2 LCD 液晶显示技术分类	383
11.2.3 LCD 的缺陷	384
11.2.4 液晶电视系统的复杂性	385
11.3 大坝传感器的测量系统硬件设计	386
11.3.1 基本构成	386
11.3.2 系统初始化实例	387
11.3.3 LCD 液晶显示器模块设计	388
11.3.4 LCD 与 CPU 的接口和 LCD 显示器控制程序	391
11.3.5 外部存储器接口电路	395
11.3.6 存储器实用程序	397
11.4 驱动 LCD 的 CP24XX 专用芯片与 C8051F 接口简介	397
11.5 触摸屏模块接口电路设计	400
11.5.1 触摸屏工作原理	400
11.5.2 四线式电阻式触摸屏原理	400
11.5.3 ADS7843 及接口电路	402
11.5.4 软件设计	403
11.6 触摸屏 (ADS7846) 接口和线性校准设计实例	410
第 12 章 C8051F300 系统及 SPI 应用	414
12.1 C8051F300 系统功能概述	414
12.2 C8051F 系列串行外设接口 SPI 介绍	417
12.2.1 C8051F040 中 SPI 总线的信号说明	418
12.2.2 C8051F040 的 SPI 功能概述	420
12.3 C8051F30X 系列软件 SPI 应用实例说明	422
12.4 SPI 软件实例清单	425

第 13 章 多 C8051F 微处理器系统应用	444
13.1 多 CPU 嵌入式系统的设计方法	444
13.1.1 多 CPU 系统中的数据共享	444
13.1.2 利用串行总线实现多 CPU 之间的通信	445
13.1.3 CAN 总线多 CPU 远程传输可靠性的设计和实现方法	446
13.2 双 CPU 的 CAN 总线中继器设计	450
13.2.1 CAN 总线中继器概述	450
13.2.2 双 MCU 的 CAN 总线中继器硬件系统设计	452
13.2.3 中继器的通信协议设计	454
13.2.4 中继器 MCU 状态控制设计	455
13.2.5 中继器系统的实时性分析	456
13.2.6 CAN 总线中继器的软件设计	456
第 14 章 C8051F 系统的存储器接口	470
14.1 存储器及其分类	470
14.1.1 只读存储器	470
14.1.2 随机存储器	471
14.2 C8051F 片内外部数据存储器	473
14.2.1 外部数据存储器分类与 MCU 的接口	473
14.2.2 片内数据存储器读写实例	476
14.3 铁电存储器 (FRAM) 结构及应用	477
14.3.1 FRAM 的发现	477
14.3.2 铁电存储原理	478
14.3.3 铁电存储器的基本结构及工作原理	479
14.3.4 铁电随机存储器的优点	480
14.3.5 FRAM 的应用领域	480
14.3.6 常见 Ramtron FRAM 产品	481
14.3.7 集成 FRAM 的微控制器	482
14.3.8 FRAM 的最新产品 FM22L16	483
14.4 微处理器内部的 FLASH 在线编程	483
14.4.1 现有的 FLASH 及编程方法	484
14.4.2 在线实时自编程的原理和实现方案	485
第 15 章 C8051F040 的 CAN 总线通信应用	490
15.1 现场总线的技术	490
15.1.1 现场总线技术概述	490
15.1.2 CAN 总线概念	491
15.1.3 CAN 总线特点	493
15.1.4 CAN 总线技术规范	494
15.1.5 报文传送和帧结构	495

15.2 CAN 总线远程控制网络硬件系统的设计与实现.....	498
15.2.1 系统总体介绍及结构分析	498
15.2.2 通用 CAN 节点设计	499
15.3 CAN 总线远程控制网络软件系统的设计和实现.....	501
15.3.1 Bosch C_CAN 规范简介	501
15.3.2 C_CAN 主要部分说明	502
15.3.3 通信配置	505
15.3.4 消息的处理	506
15.3.5 中断的控制	508
15.3.6 位时序的配置	509
15.3.7 CAN 通信程序软件设计实例	512
15.4 CAN 总线两点之间通信实例程序清单.....	516
第 16 章 I²C 总线和实时时钟接口设计	530
16.1 I ² C 技术产生背景.....	530
16.2 I ² C 总线技术概况.....	531
16.2.1 I ² C 版本协议的简述.....	532
16.2.2 I ² C 原理.....	533
16.3 具有 I ² C 总线 PCF8563 实时时钟/日历芯片.....	538
16.3.1 PCF8563 概述.....	538
16.3.2 PCF8563 功能描述.....	540
16.3.3 综合实验的实时时钟模块接口	547
16.3.4 C8051F040 对 S-3530A 的基本操作	547
16.3.5 实时时钟模块程序	551
第 17 章 C8051F 系统低功耗.....	560
17.1 低功耗原理	560
17.1.1 从工艺角度分析功耗	560
17.1.2 从晶体管特性曲线分析动态功耗	561
17.1.3 从 CPU 管理工作角度分析系统功耗.....	562
17.1.4 系统后备功能	566
17.2 C8051F 电源管理技术及功耗计算	567
17.2.1 关键点和降低功耗的方法	567
17.2.2 降低电源电压和 CIP-51 处理器电源管理方式.....	569
17.2.3 功耗计算	571
17.2.4 低功耗 MCU 系统中要注意的问题	572
17.3 整体系统低功耗要解决的问题	572
17.3.1 放大器低功耗设计	572
17.3.2 电源供给	574
17.3.3 存储器的低功耗运行	576

17.3.4 液晶显示屏	577
第 18 章 C8051F 系列的综合应用实例	580
18.1 SPI 接口应用——ISD4004 语音录放芯片	580
18.1.1 SPI 总线	580
18.1.2 ISD4004 语音芯片	582
18.1.3 ISD4004 的应用	584
18.2 智能的锂离子电池充电器设计	594
18.2.1 锂离子电池充电工作原理及充电器设计	595
18.2.2 智能化锂离子电池充电器硬/软件设计	599
18.3 用 C8051F020 串行 FLASH 扩展大容量数据存储器	618
18.3.1 硬件简介	618
18.3.2 工作原理	621
18.3.3 硬件原理图和程序清单	622
18.3.4 程序清单	622
参考文献	628

微控制器的原理及 C8051F 系列

1.1 微控制器的发展历史

微控制器从微处理器发展而来,而微处理器从计算机发展而来。约翰·冯·诺依曼在 1946 年所写的研究论文中给现代计算机作了基本全面的论述,这篇论文对未来计算机产生了深远的影响。大多数计算机和所有的微控制器的设计都是基于冯·诺依曼式结构。如果要用语言描述什么是计算机,那么计算机是一种人造机器,它能识别和存储由算法、逻辑公式编成的代码,并能不断有序地读取和运行代码。这里强调将代码存起来,并有序地读出来运行。代码不存起来或不完全存起来就能进行有序运行目前只有人脑可行。任何智能计算机都必须事先把程序和数据代码存起来,然后有序取出来执行。因此保存代码是计算机产生充分必要的条件。有序地运行是指按设计者所要求的顺序工作。不是有序运行用户设计程序,那将是运行病毒程序或黑客的有序程序。所以这里指出有序运行的是设计者的代码。

20 世纪 70 年代主要是以电子管、晶体管为元器件组成计算机。那时计算机并不普及,主要在实验室中科学家用于科学计算。这段时间计算机硬件、体系结构、软件都有很大发展。当时,它主要应用在国家计算单位和军事单位。1970 年以后,由于微处理器是以集成电路为主要器件,虽然运算速度比较低,但容易大规模生产,因此,在 20 世纪 70 年代的 10 年中得到了飞速的发展。到 1974 年,已经有多种通用微处理器生产出来。如 Intel 公司的 8080、8085, Motorola 公司的 6800, Zilog 公司的 Z8000,德州仪器公司的 9900。到 1976 年,16 位的微处理器已经非常流行了,其中典型代表型号有 Intel 公司的 8086, Motorola 公司的 6800, Zilog 公司的 Z8000。

20 世纪 80 年代以后,微处理器有两个发展方向,即前者增强组成微处理器的各个芯片的自身性能和功能或者后者是提高单一芯片集成度及综合功能,把组成微处理器的各个芯片集成到一个芯片里。前者性能是指数据处理速度和存储能力,计算机完成此项任务的主要是中央处理器(CPU),这是通用计算机发展的方向,即主频越来越高,数据处理能力越来越强。微处理器与外设和存储器交换数据主要是通过 CPU 的数据总线、地址总线和控制总线来完成的。但是另一方面,有的应用系统并不需要很高的运算速度,但需要尽可能减少整个系统的芯片数量,即提高芯片的集成度,最后把外设功能、通信功能、A/D、D/A 功能都集成到一个芯片中,这样的内嵌有存储器与接口电路的 CPU 芯片,即嵌入式微处理器。这就是后者所做工作。把嵌入式微处理器再嵌入各种应用中叫做嵌入式系统。

通用计算机以后发展成了个人计算机,即人们通常所说的 PC,而功能强大的内嵌有存储器和接口电路的 CPU 芯片一般称为微控制器。当今微控制器产量是通用计算机的 10 倍,大量使用在各种机器、仪表、通信设备、消费类产品、计算机外设等电子设备中,由于这些产品结合了微控制器,人们一般也把这种系统称为嵌入式微处理器。

计算机以上两个方向的发展并不是孤立的,两种计算机技术也在相互融合,相互借鉴,

在不同时期达到了相对平衡各有特色的发展。本书主要讲述嵌入式微处理器原理和应用。

20 世纪 90 年代以来, 芯片开发商不断开发出了更新结构、更先进性能的微处理器和微控制器。其中的 CPU 常用 32 位, 如 Intel 的奔腾处理器和许多使用 ARM 内核的微控制器, 为了更快地处理数据, 出现了大量的 DSP (数字信号处理) 微处理器。另外也产生了一个重要分支——可编程逻辑器件。

1.2 微控制器系统简介

图 1.1 是中央处理器的结构框图, 它是由芯片内部的算术逻辑单元 (ALU)、控制序列发生器、内部数据总线、指令解码器、通用寄存器, 程序计数器、地址寄存器、数据驱动器等部件组成; 芯片外部有 3 组总线, 即地址总线、数据总线、控制总线, 另外还有时钟、电源、复位电路。早期的 CPU 是由多片组成, 一般由几十片集成电路组成。进入 20 世纪 90 年代中期已由一片或几片组成。

我们可以把总线看成在上面传递着不同信号的高速公路。CPU 的 3 组总线: 数据总线传输代码指令和各种变量值; 地址总线指示数据所存储的位置; 控制总线用于协调微控制器与相关芯片的操作的控制信号。它们最终使时间和空间相协调一致, 使微处理器有序地进行工作。

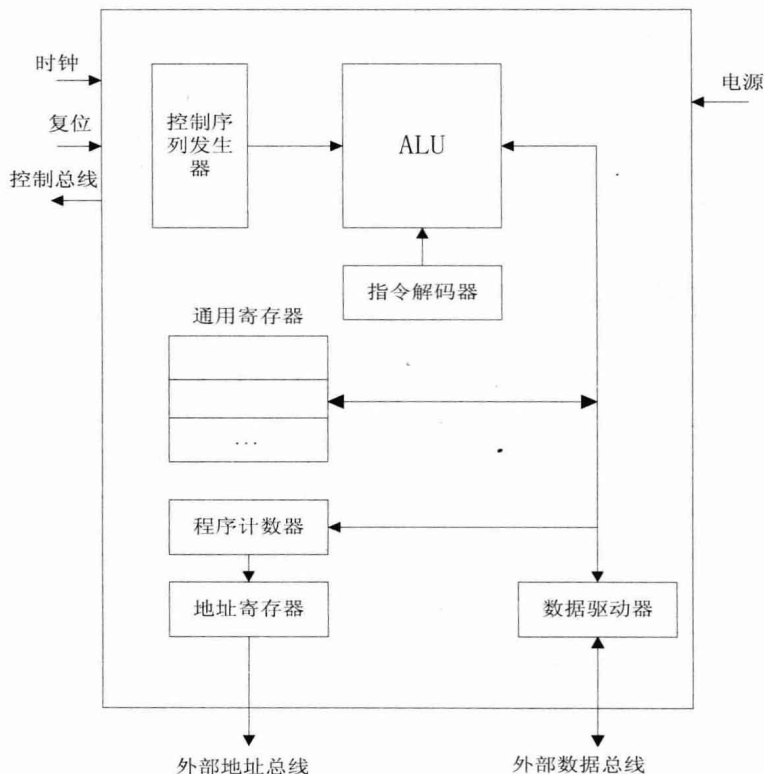


图 1.1 中央处理器的结构框图

微控制器单元 (MCU) 内部主要由 3 个基本部件组成: 中央处理器、存储器和寄存器。三部分通过内部总线相连接。在外部, 有电源、输入/输出 (I/O) 接口和一些特殊信号。图 1.2 是典型的微控制器单芯片模式框图。

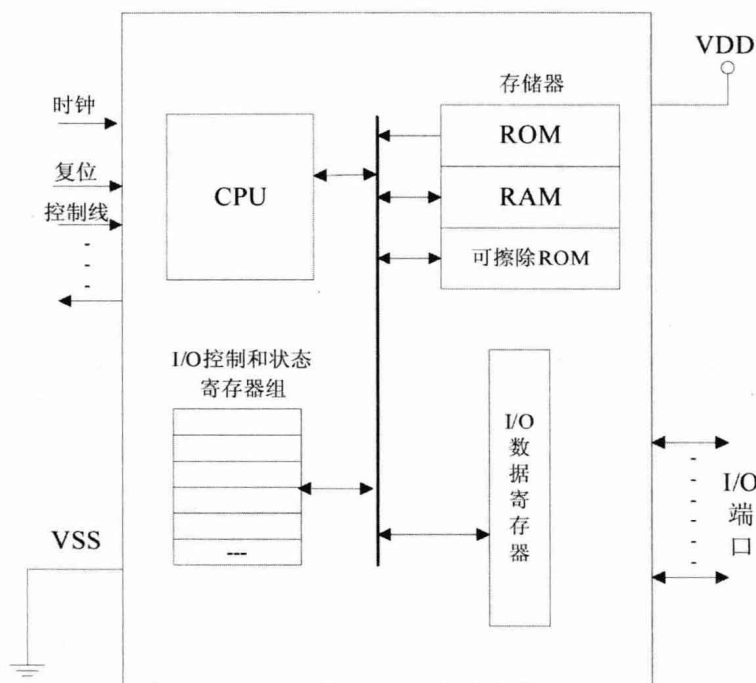


图 1.2 典型的微控制器单芯片模式框图

其中的 CPU 与通用计算机的中央处理器功能基本相同，存储器包括只读存储器 ROM、随机存储器 RAM 和可用光操作擦除 ROM（EPROM）或可用电操作擦除 ROM（EEPROM）或 FLASH。I/O 口控制和状态寄存器与 I/O 数据寄存器相组合，完成对 I/O 口的控制、监视和属性设定（如是输入口还是输出口，是什么样功能的 I/O 口，是否有一些特殊功能等）。

1.3 微控制器的发展

微控制器自 20 世纪 80 年代初产生以来在体系结构、硬件、软件开发系统上都有很大的发展。本节只是简单介绍近 10 年来的各方面进展。

- 微控制器融合了通用微处理器外部 3 总线体系结构，绝大多数微控制器不仅有内部 3 总线（这时可能名称有所改变，统称内部总线），也可以方便扩充 MCU 外部 3 总线。
- 指令进一步规格化，复杂指令流水式的执行。因此，处理速度大大提高，从最早 1~2MIPS（MIPS 是每秒执行百万条指令）到目前可达 100~200MIPS。
- SOC 进一步完善。不仅有多路 A/D、D/A，还有多个并行口、串行口以及 CAN 总线、I²C 总线。A/D 精度从早期 8 位提高到目前 16 位，采样速度目前可高达 2Msps，其前还带有 PGA（可编程放大器）。其中串行口有 SPI、UARTS、MBUS 等。
- 由于可编程逻辑器件引入到 MCU 中，I/O 功能更加灵活，达到一口多用、一口复用以至所有口都可以映射所有数字信号和部分模拟信号的功能。
- 片内存储能力不断增大。ROM 已从掩膜式的 ROM、片外程序存储器发展到有多种 ROM 并存。一般有 OTP（只写一次 ROM）、EPROM、EEPROM，以及现有已大量使用的 FLASH EEPROM。RAM 从几十字节到几千字节，到几十万字节。为了加快与片外