



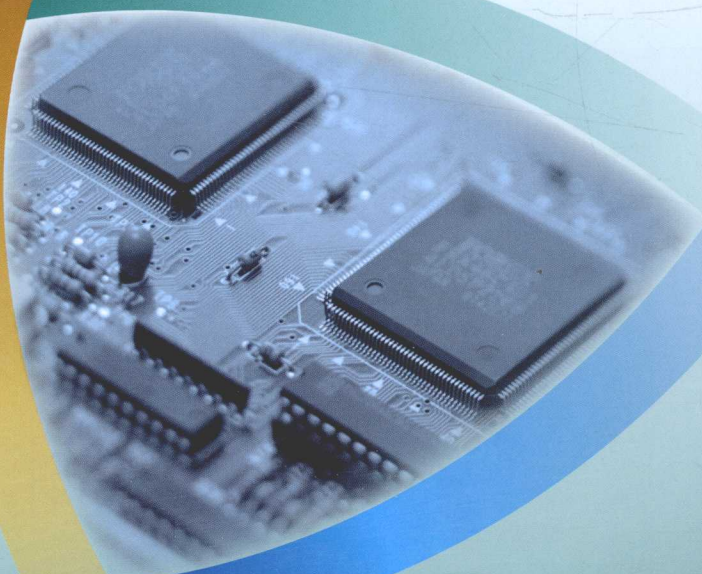
普通高校“十二五”规划教材
卓越工程师系列教材

单片机及工程应用基础

主 编 刘海成

副主编 曲贵波 张继东 张 鹏

主 审 葛洪军 欧阳斌林



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材
卓越工程师系列教材

单片机及工程应用基础

主 编 刘海成

副主编 曲贵波 张继东 张 鹏

主 审 葛洪军 欧阳斌林

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书立足于 MCS-51 经典结构,以广泛应用的 AT89S52 单片机为应用对象,深入浅出地讲述了单片机原理及应用系统设计原理。全书采用汇编与 C51 并行的撰写方式,方便对比学习,符合工程应用需求。同时,书中深度融合了微机原理课程中的核心知识,尤其是在汇编指令的深入剖析、中断系统的分析和存储器的扩展方法等方面讲解细致,因此,可以绕过微机原理课程直接学习本书中的相关内容。

本书以应用为出发点,重视设计思路和应用技巧,并能抓住单片机应用的共性问题,深入剖析和整合知识脉络,试图在讲明单片机原理的同时,通过凝练共性技术来讲述单片机的工程应用原理,使读者建立起嵌入式系统的概念,从而构架起电气信息和仪器仪表类工程领域与嵌入式系统应用的桥梁。

本书可作为电气信息类和仪器仪表类相关专业单片机原理及接口技术等课程的教材或参考书,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机及工程应用基础 / 刘海成主编. -- 北京 :

北京航空航天大学出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-5124-1905-6

I. ①单… II. ①刘… 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(2015)第 241663 号

版权所有,侵权必究。

单片机及工程应用基础

主 编 刘海成

副主编 曲贵波 张继东 张 鹏

主 审 葛洪军 欧阳斌林

责任编辑 杨 昕

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

北京楠海印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:25.75 字数:549 千字

2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1905-6 定价:59.00 元

前 言

随着半导体技术和计算机技术的迅猛发展,各种各样的嵌入式计算机在应用数量上已经远远超过通用计算机,区别于个人计算机,我们将非台式计算机(包括笔记本式计算机)的计算机应用系统称为嵌入式系统,而单片机应用系统是最典型的嵌入式系统。单片机最显著的特点就是一片芯片即可构成一个计算机系统。基于单片机的嵌入式系统在单片机软件的组织下,协调电路中各个器件有序工作,完成各器件分离时无法完成的功能。

在各具特色和优势的单片机品种竞相投放市场的今天,如何选择学习目标是关键。考虑到学习的典型性,本书立足于 MCS-51 经典结构,以广泛应用的 AT89S52 单片机为应用对象,深入浅出地讲述单片机及应用系统的设计原理。本书是在由北京航空航天大学出版社出版的《单片机及应用系统设计原理与实践》(2009 年)的基础上修订、精炼和进一步工程化而成的,力求具有以下特色:

第一,采用汇编与 C51 并行的撰写方式,讲述单片机原理及接口技术,旨在避免学生长期滞留于汇编层面,不利于单片机应用系统设计层面的软件设计。目前全面采用汇编与 C51 并行撰写的单片机教材还未见于图书市场。

第二,微机原理、单片机原理与接口技术的讲述模式是电类专业嵌入式系统类课程一直保留的模式。本书力求将微机原理与单片机原理有机结合,以掌握必要的概念、思想和不影响单片机学习为原则,跨越早已失去现实应用意义的 8086,以 MCS-51 架构作为模型机学习计算机原理。同时,将接口技术完全融入课程,形成单片机与应用技术的全面融合。

第三,本书力求采用较新且常用的元器件作为讲述和应用的对象。总线的学习以存储器、液晶应用和串行总线扩展为依托,重在讲解接口扩展方法及对应软件设计要点。而 I/O 扩展按照目前主流的串行扩展法讲述,避免过于陈旧的 8155 和 8255 等 I/O 扩展方法的讲解,系统总线扩展向主流的 PLD 方向引领。这样的安排旨在总体上不失总线时序及其接口技术学习和讲解的同时,使读者与具体工程技术应用和技术发展主流快速接轨。

在单片机技术日益广泛应用的今天,较全面系统地讲述单片机及应用系统设计原理的书较少见,而立足国内 51 教学的现状,采用汇编与 C51 并行撰写方式的书籍既符合教学的需求,也符合工程应用的需求。

教材在选材设计上力求叙述简洁,涵盖内容广,知识容量大,涉及的应用实例多,

前 言

尤其是加强了与其他课程的联系。本书试图在讲述单片机原理的同时,通过单片机的应用来讲述单片机的应用原理,使读者建立起嵌入式系统应用的概念。本书可作为本科院校电气信息类和仪器仪表类专业学生单片机及接口技术课程的教材,同时也可以作为工程技术人员的参考书,其中标注*章节的内容是选学内容。有了教材,对于单片机及应用技术的初学者,最关心的问题就是“如何学好单片机”。其实,掌握单片机的应用开发并不难,难的是长期坚持、探索和不遗余力地学习与实践。

本书是黑龙江工程学院重点立项教材。全书由刘海成(第2、4、5和7章)主持编写并统稿,曲贵波(第1、6章)、张继东(第8、9和11章)和张鹏(第3、10章)担任副主编。教材全面借鉴了工程教育认证理念,深入企业一线调研,并与Intel移动通信技术北京有限公司李飞工程师和江苏嘉钰新能源技术有限公司余兵工程师等进行了深入探讨,对书稿内容进行了全方位工程化优化调整,切合企业对人才能力的需求。全书经葛洪军教授和欧阳斌林教授审阅,提出了很多宝贵意见,在此表示由衷的感谢。同时,书中参考和应用了许多学者和专家的著作及研究成果,在此也向他们表示诚挚的敬意和感谢。最后感谢北京航空航天大学出版社胡晓柏主任一直以来的鼓励和帮助。

本书虽然力求完美,但是水平有限,错误之处在所难免,敬请读者不吝指正和赐教,不胜感激!

刘海成邮箱:liuhaicheng@126.com

作 者

2015年7月

目 录

第 1 章 计算机与嵌入式系统基础	1
1.1 计算机与嵌入式系统概述	1
1.1.1 嵌入式系统微处理器的种类	2
1.1.2 衡量嵌入式计算机的性能和指标	3
1.2 计算机组成及工作模型	5
1.2.1 CPU 的内部结构	5
1.2.2 总线与接口	8
1.2.3 存储器	9
1.2.4 模型机的工作过程	12
1.3 MCS-51 系列单片机	15
1.3.1 MCS-51 经典型架构单片机	15
1.3.2 MCS-51 单片机的典型产品	20
1.3.3 MCS-51 单片机最小系统	21
1.4 MCS-51 存储器结构	22
1.4.1 MCS-51 存储器构成	22
1.4.2 MCS-51 单片机的特殊功能寄存器	26
习题与思考题	31
第 2 章 MCS-51 指令系统与汇编程序设计	32
2.1 MCS-51 系列单片机汇编指令格式及标识	32
2.1.1 指令格式	33
2.1.2 指令中用到的标识符	33
2.2 MCS-51 系列单片机寻址方式	34
2.3 MCS-51 系列单片机指令系统	38
2.3.1 数据传送指令	38

目 录

2.3.2	算术运算指令	43
2.3.3	逻辑运算指令	47
2.3.4	位操作指令	50
2.3.5	控制转移指令	52
2.4	MCS-51 系列单片机汇编程序设计常用伪指令	61
2.5	MCS-51 系列单片机汇编程序设计	64
2.5.1	延时程序设计	64
2.5.2	数据块复制粘贴程序	65
2.5.3	数学运算程序	65
2.5.4	数据的拼拆和转换	75
2.5.5	多分支转移(散转)程序	77
2.5.6	比较与排序	80
	习题与思考题	82
第 3 章	Keil C51 语言程序设计基础与开发调试	87
3.1	C51 与 MCS-51 单片机	87
3.2	C51 的数据类型	89
3.3	数据的存储类型和存储模式	94
3.3.1	C 语言标准存储类型	94
3.3.2	C51 的数据存储类型	95
3.3.3	C51 的存储模式	95
3.4	C51 中绝对地址的访问	96
3.5	Keil μ Vision 集成开发环境	99
3.6	基于 Multisim 进行单片机应用系统仿真	107
3.7	基于 Proteus 的单片机应用系统仿真	111
3.7.1	Proteus 简介	111
3.7.2	基于 Proteus 进行单片机应用系统仿真	112
3.8	单片机应用系统的开发	117
3.8.1	单片机应用系统的开发工具	117
3.8.2	单片机应用系统的调试	120
	习题与思考题	121
第 4 章	中断与中断系统	122
4.1	中断机制与中断系统运行	122
4.2	MCS-51 单片机的中断系统	124
4.3	中断程序的编写	130

4.4 MCS-51 多外部中断源系统设计	132
习题与思考题	134
第 5 章 MCS-51 单片机的 I/O 接口及人机接口技术初步	135
5.1 MCS-51 的 I/O 接口结构	135
5.2 MCS-51 的 I/O 驱动电路设计	139
5.3 I/O 口与上下拉电阻	143
5.4 MCS-51 单片机与 LED 显示器接口	145
5.4.1 LED 显示器的结构与原理	145
5.4.2 LED 数码管显示器的译码方式	146
5.4.3 LED 数码管的显示方式	147
5.5 MCS-51 单片机与键盘的接口	151
5.5.1 键盘的工作原理	151
5.5.2 矩阵式键盘与单片机的接口	158
* 5.5.3 基于扫描法改进矩阵式键盘与单片机的接口方法	162
习题与思考题	165
第 6 章 系统总线与系统扩展技术	166
6.1 系统总线和系统扩展方法	166
6.1.1 MCS-51 单片机系统总线结构	167
6.1.2 MCS-51 系统总线时序	169
6.1.3 基于系统总线进行系统扩展的总线连接方法	171
6.2 系统存储器扩展举例	174
6.2.1 程序存储器扩展	174
6.2.2 数据存储器扩展	177
6.2.3 程序存储器与数据存储器综合扩展	178
6.3 输入/输出接口及设备扩展	179
6.3.1 利用 74HC573 和 74HC244 扩展的简单 I/O 接口	180
6.3.2 利用多片 74HC573 和系统总线扩展输出口	181
6.3.3 利用多片 74HC244 和系统总线扩展输入口	184
* 6.3.4 基于系统总线和 Verilog HDL 实现输入/输出接口扩展设计	185
6.4 1602 字符液晶及其 6800 接口技术	189
6.4.1 6800 系统总线接口时序及 1602 驱动方法	189
6.4.2 操作 1602 的 11 条指令详解	194
6.4.3 1602 液晶驱动程序设计	197
* 6.5 DMA 及接口技术	201

目 录

习题与思考题	204
第7章 定时器/计数器及应用	205
7.1 定时器/计数器及应用概述	205
7.2 定时器/计数器 T/C0 和 T/C1	206
7.2.1 定时器/计数器 T/C0 和 T/C1 的结构及工作原理	206
7.2.2 定时器/计数器 T/C0 和 T/C1 的相关 SFR	208
7.2.3 定时器/计数器 T/C0 和 T/C1 的工作方式	209
7.2.4 定时器/计数器 T/C0 和 T/C1 的初始化编程及应用	211
7.3 定时器/计数器 T/C2	217
7.3.1 定时器/计数器 T/C2 的寄存器	217
7.3.2 定时器/计数器 T/C2 的工作方式	218
7.3.3 定时器/计数器 T/C2 的应用举例	221
7.4 定时器应用	224
7.4.1 定时器典型设计举例:(作息时间控制)数字钟/万年历的设计	224
7.4.2 定时器典型设计举例:赛跑电子秒表的设计	229
7.5 时间间隔、时刻测量及应用	234
7.5.1 时间间隔、时刻测量及应用概述	234
7.5.2 时间间隔、时刻测量的应用:超声波测距仪的设计	235
7.6 频率测量及应用	247
7.6.1 频率的直接测量方法——定时计数	248
7.6.2 通过测量周期测量频率	251
7.6.3 频率计的设计	252
习题与思考题	259
第8章 MCS-51 单片机的串行口	260
8.1 嵌入式系统数据通信的基本概念	260
8.2 MCS-51 单片机串行口的结构及通信原理	263
8.3 MCS-51 单片机串行口的波特率设置及初始化	267
8.4 MCS-51 单片机串行口的异步点对点通信及 RS-232 接口应用	268
8.4.1 MCS-51 单片机串行口的异步点对点通信	268
8.4.2 RS-232 接口	276
8.5 多机通信与 RS-485 总线系统	280
8.5.1 多机通信原理	280
8.5.2 RS-485 接口与多机通信	286
8.5.3 RS-485 总线通信系统的可靠性分析及措施	289

8.5.4 基于 RS-485 的网络节点软件设计	293
习题与思考题	299
第 9 章 串行扩展技术	301
9.1 SPI 总线扩展接口及应用	301
9.1.1 SPI 总线及其应用系统结构	301
9.1.2 SPI 总线的接口时序	302
9.1.3 用 MCS-51 的串行口扩展并行口	305
* 9.1.4 基于 SPI 接口和 74HC595 的 LED 点阵屏技术	308
* 9.2 SPI 总线应用——采用日历时钟芯片 DS1302 实现电子钟表	310
9.2.1 DS1302 简介	310
9.2.2 DS1302 与单片机的接口	314
9.3 I ² C 串行总线扩展技术	317
9.3.1 I ² C 串行总线概述	317
9.3.2 I ² C 总线的数据传送	319
9.3.3 I ² C 总线数据传送的模拟	323
9.3.4 I ² C 总线存储器的扩展	330
* 9.4 单总线技术与基于 DS18B20 的温度检测系统设计	332
9.4.1 DS18B20 概貌	333
9.4.2 DS18B20 的内部构成及测温原理	334
9.4.3 DS18B20 的访问协议	335
9.4.4 DS18B20 的自动识别技术	338
9.4.5 DS18B20 的单总线读/写时序	339
9.4.6 DS18B20 使用中的注意事项	340
9.4.7 单片 DS18B20 测温应用程序设计	341
9.4.8 DS18B20 多点测温网络	343
习题与思考题	344
第 10 章 A/D、D/A 转换器及接口设计	345
10.1 D/A 转换器原理、接口技术及应用要点	345
10.1.1 D/A 转换器原理及指标	345
10.1.2 D/A 转换器与单片机的连接	348
10.1.3 MCS-51 单片机与 DAC0832 的接口技术	349
10.1.4 基于 TL431 的基准电压源设计	356
10.2 A/D 转换器原理、接口技术及应用要点	357
10.2.1 A/D 转换器原理及指标	357

目 录

10.2.2	A/D 转换器的主要性能指标	359
10.2.3	ADC0809 与 MCS-51 的接口	361
10.3	TLC2543 及其接口应用	365
10.4	4 $\frac{1}{2}$ 位双积分型 A/D 转换器——ICL7135 及其接口技术	369
	习题与思考题	374
第 11 章	嵌入式系统设计	375
11.1	嵌入式应用系统结构及设计	375
11.1.1	基于单片机的嵌入式应用系统结构	375
11.1.2	单片机应用系统的设计内容	377
11.2	嵌入式系统的一般设计过程及原则	378
11.2.1	硬件系统设计原则	378
11.2.2	应用软件设计原则	378
11.2.3	应用系统开发过程	379
11.3	嵌入式系统的抗干扰技术	380
11.3.1	软件抗干扰	380
11.3.2	硬件抗干扰	381
11.3.3	“看门狗”技术	382
11.4	嵌入式系统的低功耗设计	383
11.4.1	硬件低功耗设计	384
11.4.2	软件低功耗设计	387
11.5	嵌入式处理器发展与嵌入式系统设计	390
	习题与思考题	392
附录 A	课程设计或实习参考题目	393
附录 B	MCS-51 指令速查表	395
附录 C	ASCII 表	400
	参考文献	401

计算机与嵌入式系统基础

1.1 计算机与嵌入式系统概述

长期以来,计算机按照体系结构、运算速度、结构规模、适用领域,分为大型计算机、中型计算机、小型计算机和微型计算机。作为计算机发展的重要里程碑,20 世纪 70 年代初诞生了微型计算机(Microcomputer)。它的中央处理单元(Central Processing Unit,CPU)是把运算器(Arithmetic Unit,AU)、控制器(Control Unit,CU)和寄存器组(Registers,R)等功能部件,通过内部总线集成到一块芯片上,称为微处理器(Microprocessor),如图 1.1 所示。

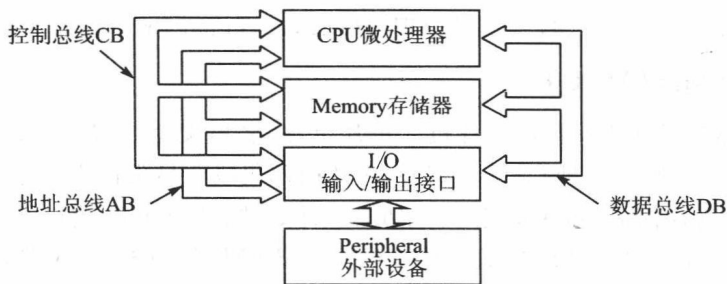


图 1.1 微型计算机组成

以微处理器为核心,以总线为信息传输的中枢,配以大容量的存储器(Memory, M)、输入/输出接口(Input/Output, I/O)电路所组成的计算机即为微型计算机。以微型计算机为中心,配以电源和相应的外部设备(简称外设),以及指挥协调微型计算机工作的软件,就构成了微型计算机系统,典型的就是个人计算机(Personal Computer, PC)。

计算机是应数值计算要求而诞生的,在相当长的时期内,计算机技术都是以满足越来越多的计算量为目标来发展的。但是随着单片机的出现,它使计算机从海量数值计算进入到智能化控制领域,随着计算机技术的迅速发展以及计算机技术和产品对其他行业的广泛渗透,为适应应用需求,计算机开始沿着通用计算机和嵌入式计算机两条不同的道路发展。其中,通用计算机具有计算机的标准形态,通过装配不同的

第1章 计算机与嵌入式系统基础

应用软件,以类似的形式存在,并应用于社会的各个方面,其典型的产品为PC机;而嵌入式计算机则以嵌入式系统的形式隐藏在各种装置、产品和系统中。

在日益信息化的社会中,计算机和网络已经全面渗透到日常生活的每一个角落,用户需要的已经不再是仅仅进行工作管理和生产控制的通用计算机,而是各种各样的新型嵌入式系统设备,其在应用数量上已经远远超过通用计算机。一台通用计算机的外部设备包含了多个嵌入式微处理器,键盘、鼠标、硬盘、显卡、显示器、网卡、声卡、Modem、打印机、扫描仪、数码相机、USB集线器等均是嵌入式微处理器控制的。任何一个人都可能拥有从小到大的,使用嵌入式技术的电子产品,小到mp3、手机等微型数字化产品,大到网络家电、智能家电、车载电子设备、数控机床、智能工具、工业控制、通信、仪器仪表、船舶、航空航天、军事装备等方面,这些都是嵌入式计算机的应用领域。当我们满怀憧憬与希望跨入21世纪大门的时候,计算机技术也开始进入一个被称为后PC技术的时代。

1.1.1 嵌入式系统微处理器的种类

目前,嵌入式系统技术已经成为最热门的技术之一,可以认为凡是带有微处理器的专用软硬件系统都可以称为嵌入式系统。作为嵌入式系统核心的微处理器包括三类:微控制器(Microcontroller Unit, MCU)、嵌入式微处理器(Embedded Microprocessor Unit, EMPU)、数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)。

1. 微控制器(MCU)

微控制器就是通常所说的单片机。单片机,顾名思义就是将整个计算机系统集成到一块芯片中,它以某种CPU为核心,芯片内部集成非易失性程序存储器(PROM或Flash)、数据存储器SRAM、总线、定时器/计数器、并行I/O接口、各种串行I/O接口(UART、SPI、I²C、USB、CAN或IrDA等)、PWM、A/D和D/A等,或者集成其中一部分外设。概括地讲,一块芯片就成了一台计算机,故有人将单片机称为单片微型计算机。其最大的特点是单片化、体积小,从而使功耗和成本降低、可靠性提高,极具性价比优势。微控制器是目前嵌入式系统工业应用的重要组成部分。

单片机具有性能高、速度快、体积小、价格低、稳定可靠、应用广泛、通用性强等突出优点。单片机的设计目标主要是体现“控制”能力,满足实时控制(就是快速反应)方面的需要。它在整个装置中,起着犹如人类大脑的作用,它出了毛病,整个装置就会瘫痪。各种产品一旦用上了单片机,就能起到使产品升级换代的功效,常在产品名称前冠以形容词——智能型,如智能型洗衣机等。目前,单片机已渗透到生活的各个领域,几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。工业自动化过程的实时控制和数据处理、广泛使用的各种智能IC卡、民用豪华轿车的安全保障系统、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、智能仪表等,这些都离不开单片机。

2. 嵌入式微处理器(EMPU)

一般涵盖单片机功能,但在运算能力方面有所增强;同时,其在工作温度、电磁干扰抑制、可靠性等方面也做了各种增强。

3. 数字信号处理器(DSP)

DSP 对 CPU 的总线架构等进行优化,且采用流水线技术,使其适用于实时执行的数字信号处理算法,指令执行速度快。其在数字滤波、FFT 谱分析等方面应用广泛。

什么是嵌入式系统?嵌入式系统就是以应用为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,适应于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等方面有严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统是将现在的计算机技术、半导体技术和电子技术,与各个行业的具体应用相结合的产物,这决定了它必然是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统。

单片机作为最典型的嵌入式系统,它的成功应用推动了嵌入式系统的发展。当今单片机产品琳琅满目,性能各异,但是 8 位内核的单片机仍占主要市场,比较流行的 8 位内核单片机有基于 MCS-51 及改进系列的单片机,Atmel 出司的 AVR 系列 Harvard 结构 RISC(Reduced Instruction Set CPU)单片机,Microchip 公司的 PIC 系列 RISC 单片机和 Freescale 公司的 68HC 系列等。优秀的 16 位单片机有 TI (Texas Instruments)公司的 MSP430 系列单片机等。虽然各种单片机各具特色,但仍以 MCS-51 为核心的单片机产品为主流,PIC、AVR 等单片机产品共存。在一定时期内,这种情形将得以延续,不存在某种单片机一统天下的垄断局面,走的是依存互补,相辅相成、共同发展的道路。

1.1.2 衡量嵌入式计算机的性能和指标

1. 字 长

所谓字长是指计算机的运算器一次可处理(运算、存取)二进制数的位数,数据总线的宽度及内部寄存器和存储器的长度等。字长越长,一个字能表示的数值的有效位就越多,计算精度也就越高,速度就越快。然而,字长越长其硬件代价也相应增大,计算机的设计要考虑精度、速度和硬件成本等各方面因素。通常,8 位二进制数称为 1 字节,以 B(Byte)表示;2 字节定义为 1 字,以 W(Word)表示;32 位二进制数就定义为双字,以 DW(Double Word)表示。

2. 存储器容量及访问速度

存储器容量是表征存储器存储二进制信息多少的一个技术指标。存储容量一般以字节为单位计算。并将 1 024 B(即 $1\,024 \times 8\text{ bit}$)简称为 1 KB,1 024 KB 简称为 1 MB(兆字节),1 024 MB 简称为 1 GB(吉字节),存储容量越大,能存放的数据就越

第1章 计算机与嵌入式系统基础

多。另外,访问速度也是重要指标。

3. 指令与指令系统

指令(Instruction)是 CPU 能完成的最基本功能单位。指令系统是计算机所有指令的集合,其中包含的指令越多,计算机的功能就越强。机器指令功能取决于计算机硬件结构的性能。丰富的指令系统是构成计算机软件的基础。

4. 指令执行时间

指令执行时间是反映计算机运算速度快慢的一项指标,它取决于系统的主时钟频率、指令系统的设计以及 CPU 的体系结构等。对于计算机而言,一般仅给出主时钟频率和每条指令执行所用的机器周期数。所谓机器周期就是计算机完成一种独立操作所持续的时间,这种独立操作是指像存储器读或写、取指令操作码等。计算机的主频高,指令的执行时间就短,其运算速度就快,系统的性能就好,如果强调平均每秒可执行多少条指令,则可根据不同指令出现的频度,乘以不同的系数,求得平均运算速度,这时常用 MIPS(Millions of Instructions Per Second,百万条指令每秒)作单位,其前提是工作时钟为 1 MHz。因此,指令执行时间是评价速度的一项重要技术指标。

5. 外设扩展能力及配置

外设的扩展能力是指计算机系统配接多种外部设备的可能性和灵活性,一台计算机允许配接多少外部设备,对系统接口和软件的研制有重大影响。尤其是,当芯片集成大量片上外设时,无论是从系统的集成度、可靠性、体积和性价比等方面考虑都具有应用优势。

6. 软件开发工具

所谓软件是指能完成各种功能的计算机程序的总和。软件是计算机的灵魂,优秀的软件开发工具和丰富的开发资源是嵌入式应用系统开发的必备条件。

综上所述,对一台计算机性能的评价,要综合它的体系结构、存储器容量、运算速度、指令系统、外设的多少及软件开发工具等各项技术指标,才能正确评价与衡量其性能的优劣。

当今的计算机和嵌入式技术正向着功能更强、应用灵活方便、速度更快、价格更廉的方向发展,向着网络化、智能化的方向发展。计算机已经在科学计算与数据处理、生产过程的实时监控和自动化管理、计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助测试、消费电子、信息家电、航空航天等领域广泛应用,计算机及其应用技术将以前所未有的速度、深度和广度向前发展,迅速改变人们传统的生活方式,给未来的政治、经济发展带来日益深远的影响,并且已经成为人们生产和生活不可或缺的重要工具。

1.2 计算机组成及工作模型

一个实际的计算机结构,对初学者来说显得太复杂了,因此不得不将其简化、抽象成为一个模型机。先从模型机入手,然后逐步深入分析其基本工作原理。

图 1.2 所示为一个较详细的由中央处理单元(CPU)、存储器(Memory, M)和 I/O 接口组成的计算机硬件模型。为了说明其工作原理,在 CPU 中仅画出主要的功能部件,并假设其中的所有功能部件,如寄存器、计数器和内部总线都为 8 位宽度,即可以保存、处理和传送 8 位二进制数据,即本模型机为 8 位机。显而易见,大家也就同时知晓 16 位机和 32 位机等的具体含义。

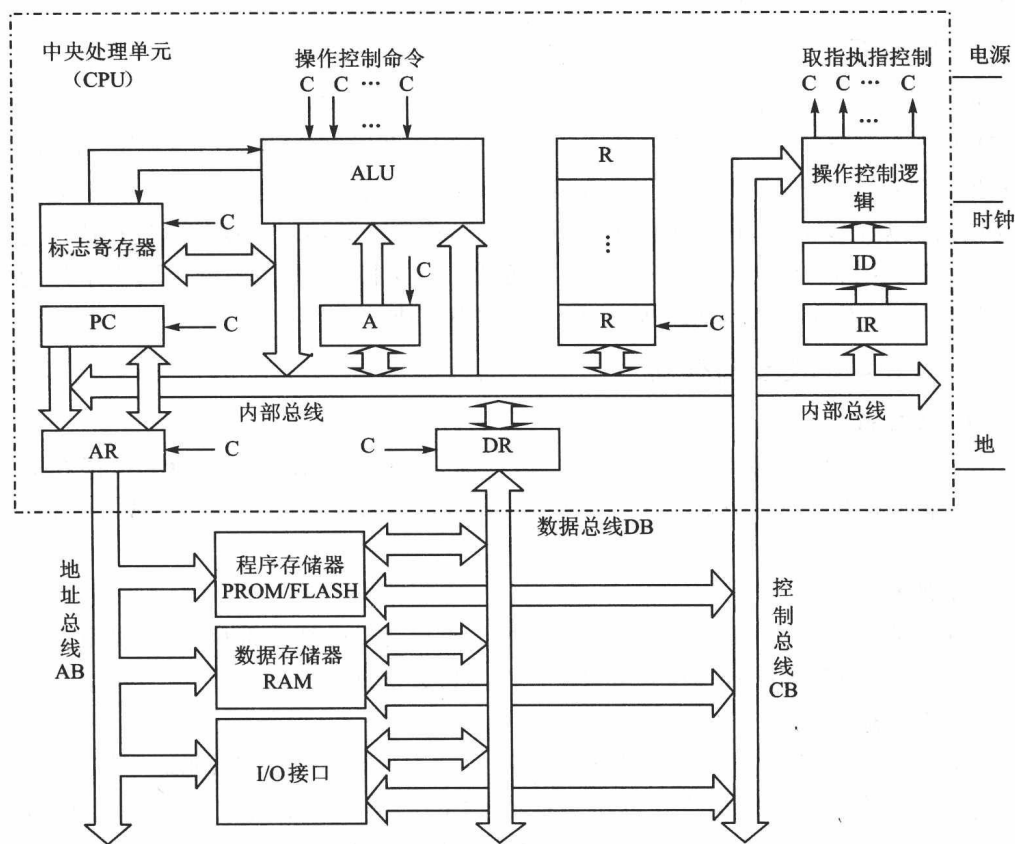


图 1.2 微型计算机硬件模型

1.2.1 CPU 的内部结构

CPU 是计算机的控制核心,它的功能是执行指令,完成算术运算、逻辑运算等功能,并对整机进行控制,由运算器和控制器组成。

第1章 计算机与嵌入式系统基础

1. 运算器

运算器的核心是算数逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU),该模型机的运算器中还有累加器(Accumulator, A)、标志寄存器和寄存器组等,并通过相互之间连接的总线组成。它的主要作用是进行数据处理与加工,所谓数据处理是指加、减、乘、除等算数运算或进行“与”、“或”、“非”、“异或”、移位、比较等逻辑运算。这些数据的处理与加工都是在 ALU 中进行的,不同的运算用不同的操作控制命令(在图 1.2 中用 C 来表示)。ALU 有两个输入端,通常接收两个操作数:一个操作数来自累加器 A;另一个操作数由内部数据总线提供,它可以是寄存器组的某个寄存器 R 中的内容,也可以是由数据寄存器(Data Register, DR)提供的某个内存单元中的内容。ALU 的运算结果一般放在累加器 A 中。

2. 控制器

控制器由程序计数器(Program Counter, PC)、指令寄存器(Instruction Register, IR)、指令译码器(Instruction Decoder, ID)、用于操作控制的组合逻辑阵列和时序发生器等电路组成,是发布操作命令的“决策机构”。控制器的主要作用有:解题程序与原始数据的输入,从内存中取出指令并译码,控制运算器对数据信息进行传送与加工,运算结果的输出,外部设备与主机之间的信息交换,计算机系统中随机事件的自动处理等,都是在控制器的指挥、协调与控制下完成的。

3. CPU 中的主要寄存器

(1) 累加器

累加器是 CPU 中最繁忙的寄存器。运算前,作为操作数输入;运算后,保存运算结果;累加器还可通过数据总线向存储器或输入/输出设备读取(输入)或写入(输出)数据。

(2) 数据寄存器

数据寄存器 DR 是 CPU 的内部总线和外部数据总线的缓冲寄存器,主要用来缓冲或暂存指令及指令的操作数,也可以是一个操作数地址。

(3) 寄存器组

寄存器组是 CPU 内部工作寄存器 R0、R1、R2...,用于暂存数据、地址等信息,一般分为通用寄存器组和专用寄存器组。每种 CPU 的寄存器组构成均有不同,但对用户却十分重要。用户可以不关心 ALU 的具体构成,但对寄存器组的结构和功能必须清楚,这样才能充分利用寄存器的专有特性,简化程序设计,提高运算速度。很多 CPU,其寄存器组的全部寄存器兼具累加器功能,放弃专用累加器。

(4) 指令寄存器、指令译码器、操作控制逻辑

指令寄存器、指令译码器、操作控制逻辑是控制器的主要组成部分。指令寄存器 IR 用来保存当前正在执行的一条指令,这条指令送到指令译码器,通过译码,由操作