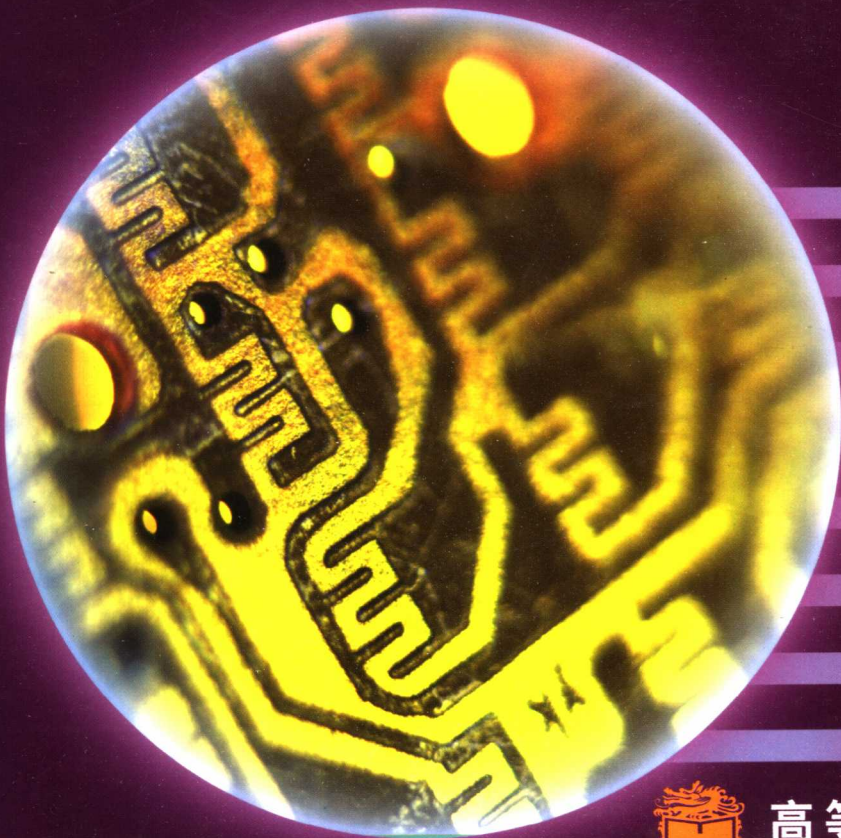




教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuān Guihua Jiaocai

单片机原理 及应用技术

李全利 主编



高等教育出版社

教育部高职高专规划教材

单片机原理及应用技术

李全利 主 编

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部高职高专规划教材。全书共9章及1个附篇。包括计算机应用概述、单片机的结构和原理、单片机的指令系统、单片机的程序设计、单片机的中断系统及定时器,单片机的串行口及测控接口,单片机的系统扩展及总线技术。本书考虑到高职教育的特点,将实训内容分配在各章中,并在各章配有思考题及小结。

本书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高等学校电类及机电类专业,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用技术/李全利主编. -北京:高等教育出版社,2001(2004重印)

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-04-009833-4

I. 单… II. 李… III. 单片微型计算机-高等学校:技术学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第07815号

责任编辑 韩颖 李慧 封面设计 杨立新 责任绘图 朱静
版式设计 周顺银 责任校对 马桂兰 责任印制 宋克学

单片机原理及应用技术

李全利 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京印刷二厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 16.5

字 数 390 000

版 次 2001年7月第1版

印 次 2004年1月第5次印刷

定 价 19.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

前 言

本书是教育部高职高专规划教材。编写过程中针对高职高专的教学特点,选材时注意了内容的实用性,突出了应用能力的培养,力争做到深入浅出、通俗易懂。同时还注意了对单片机新技术的介绍。

单片机是计算机家族的一个重要分支,它具有体积小、价格低、面向控制的特点,适用于各种工业控制、仪器仪表装置,在人类生产和生活的各个领域都有极为广泛的应用。

全书共9章及1个附篇。第1章为计算机应用概述,第2章、第3章为MCS-51单片机的内部结构及指令系统,第4章介绍单片机的程序设计,第5章介绍中断系统和定时器,第6章、第7章介绍串行口和系统的扩展,第8章介绍测控接口,第9章为80C51兼容单片机及I²C总线。附篇是单片机系统设计概要,可以作为课程设计或应用系统设计的参考。另外,各章还配备了实训内容指导。

本书由李全利主编,并编写了第1章、第2章、第3章、第4章、第9章和附篇;第5章和第8章由何小溪编写;第6章和第7章由李欣编写。

本书由南京师范大学王思荣主审,并提出了许多宝贵的意见和建议。在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在错误或不妥之处,恳请批评指正。

编 者

2000年9月

目 录

第 1 章 计算机应用概述	1	2.4 MCS-51 单片机片外总线和复位	26
1.1 计算机的发展简史	1	2.4.1 MCS-51 单片机的引脚	26
1.1.1 第一台计算机的诞生	1	2.4.2 MCS-51 单片机的片外总线配置	27
1.1.2 微型计算机的出现	1	2.4.3 MCS-51 单片机的复位	28
1.1.3 单片微型计算机的发展	2	2.4.4 MCS-51 单片机最小系统	29
1.2 微型计算机的组成及应用	2	思考题及习题	30
1.2.1 微型计算机的组成	2	实训二 仿真器的功能熟悉及使用训练	30
1.2.2 微型计算机的应用	5	第 3 章 MCS-51 单片机的指令系统	32
1.3 MCS-51 系列单片机简介	5	3.1 指令编码格式及常用符号	32
1.3.1 MCS-51 系列单片机	5	3.1.1 指令编码格式	32
1.3.2 其他 51 系列单片机	6	3.1.2 常用符号	33
1.4 单片机应用系统开发简述	7	3.2 MCS-51 单片机的寻址方式	34
1.4.1 单片机应用系统开发	7	3.2.1 寄存器寻址	34
1.4.2 单片机应用系统开发方式	8	3.2.2 直接寻址	34
思考题及习题	9	3.2.3 寄存器间接寻址	35
实训一 单片机应用系统的开发演示	10	3.2.4 立即寻址	35
第 2 章 MCS-51 单片机的结构和原理	11	3.2.5 变址寻址	35
2.1 MCS-51 单片机的结构	11	3.2.6 相对寻址	36
2.1.1 MCS-51 单片机系列	11	3.2.7 位寻址	36
2.1.2 MCS-51 单片机的内部结构	11	3.3 数据传送类指令	37
2.1.3 MCS-51 单片机的时钟与时序	14	3.3.1 以 A 为目的操作数的指令	37
2.2 MCS-51 单片机的存储器组织	16	3.3.2 以 R_n 为目的操作数的指令	37
2.2.1 MCS-51 单片机的存储器地址	17	3.3.3 以直接地址 direct 为目的操作数	37
空间	17	的指令	37
2.2.2 MCS-51 单片程序存储器及	17	3.3.4 以间接地址 @ R_i 为目的操作数	38
地址空间	17	的指令	38
2.2.3 MCS-51 单片机数据存储器及	18	3.3.5 以 DPTR 为目的操作数的指令	38
地址空间	18	3.3.6 访问外部 RAM 的指令	38
2.2.4 MCS-51 单片机的特殊功能寄	19	3.3.7 读 ROM 指令	39
存器	19	3.3.8 数据交换指令	39
2.3 MCS-51 单片机的并行端口结构与	21	3.3.9 堆栈操作指令	39
操作	21	3.4 算术运算类指令	39
2.3.1 P0 口、P2 口的结构	21	3.4.1 加法指令	40
2.3.2 P1 口、P3 口的结构	24	3.4.2 减法指令	41
2.3.3 并行端口的负载能力	26	3.4.3 乘法指令	42

3.4.4 除法指令	42	5.1.3 中断传送方式	76
3.5 逻辑运算与循环类指令	43	5.1.4 直接存储器存取(DMA)方式	76
3.5.1 逻辑或指令	43	5.2 MCS-51 单片机的中断系统	76
3.5.2 逻辑与指令	43	5.2.1 MCS-51 中断系统的结构	76
3.5.3 逻辑异或指令	43	5.2.2 MCS-51 的中断源	77
3.5.4 清 0 与取反指令	44	5.2.3 MCS-51 中断的控制	79
3.5.5 循环指令	44	5.3 MCS-51 单片机中断处理过程	80
3.6 控制转移类指令	44	5.3.1 中断响应条件和时间	80
3.6.1 无条件转移指令	44	5.3.2 中断响应过程	82
3.6.2 条件转移指令	46	5.3.3 中断返回	82
3.6.3 调用与返回指令	47	5.3.4 中断程序举例	83
3.6.4 空操作指令	48	5.4 MCS-51 单片机的定时/计数器	86
3.7 位操作类指令	48	5.4.1 定时/计数器的结构和工作原理	86
3.7.1 位变量传送指令	48	5.4.2 定时/计数器的控制	87
3.7.2 位清 0 和置位指令	49	5.4.3 定时/计数器的工作方式	88
3.7.3 位逻辑运算指令	49	5.4.4 定时/计数器用于外部中断扩展	90
3.7.4 位条件转移指令	49	5.4.5 定时/计数器应用举例	91
思考题及习题	50	思考题及习题	94
实训三 8051 单片机基本指令训练	52	实训五 接口实训(一)	95
第 4 章 MCS-51 单片机的程序设计	53	第 6 章 MCS-51 单片机的串行口	97
4.1 程序编制的方法和技巧	53	6.1 计算机串行通信基础	97
4.1.1 编制程序的步骤	53	6.1.1 基本概念	97
4.1.2 编制程序的方法和技巧	54	6.1.2 串行通信的标准接口	100
4.1.3 汇编语言的语句格式	55	6.2 MCS-51 单片机的串行口	105
4.2 汇编语言源程序的编辑和汇编	56	6.2.1 MCS-51 串行口的结构	105
4.2.1 源程序的编辑和汇编	56	6.2.2 MCS-51 串行口的控制寄存器	106
4.2.2 伪指令	57	6.2.3 MCS-51 串行口的工作方式	107
4.3 程序设计基础与举例	59	6.3 单片机串行口应用举例	112
4.3.1 顺序程序的设计	59	6.3.1 单片机与单片机的通信	112
4.3.2 分支程序的设计	60	6.3.2 单片机与 PC 机的通信	122
4.3.3 循环程序的设计	62	思考题及习题	125
4.3.4 子程序的设计及其调用	64	实训六 接口实训(二)	125
4.3.5 算术运算程序的设计	68	第 7 章 MCS-51 单片机的系统扩展	126
4.3.6 码型转换程序的设计	70	7.1 存储器的扩展	126
思考题及习题	73	7.1.1 程序存储器的扩展	126
实训四 程序设计实训	74	7.1.2 数据存储器的扩展	130
第 5 章 MCS-51 单片机的中断系统及		7.2 并行接口的扩展	133
定时器	75	7.2.1 并行输入/输出口的简单扩展	133
5.1 输入/输出的控制方式	75	7.2.2 可编程接口 8155 的扩展	134
5.1.1 无条件传送(同步传送)方式	75	7.3 8279 接口芯片	139
5.1.2 程序查询传送(异步传送)方式	75	7.3.1 8279 的结构	139

7.3.2	8279 的引脚定义	140			
7.3.3	8279 的操作命令	141			
7.3.4	8279 的状态字和输入数据 格式	145			
7.4	键盘及显示器接口	146			
7.4.1	显示器及接口	146			
7.4.2	键盘及接口	150			
	思考题及习题	153			
	实训七 接口实训(三)	153			
第 8 章	MCS-51 单片机的测控接口 ..	155			
8.1	D/A 转换器及其与单片机接口	155			
8.1.1	D/A 转换器的原理及主要 技术指标	155			
8.1.2	DAC0832 芯片及其与单片机 接口	157			
8.2	A/D 转换器及其与单片机接口	162			
8.2.1	A/D 转换器的原理及主要 技术指标	162			
8.2.2	ADC0808/0809 芯片与单片机的 接口	164			
8.2.3	AD574A 芯片与单片机的接口	168			
8.2.4	MC14433 芯片与单片机的接口 ..	173			
8.2.5	LM331 与单片机的接口	178			
8.3	开关量接口	183			
8.3.1	开关量输入接口	183			
8.3.2	开关量输出接口	185			
	思考题及习题	189			
	实训八 接口实训(四)	190			
第 9 章	80C51 兼容机及串行总线扩展 技术	191			
9.1	ATMEL89 系列单片机	191			
9.1.1	AT89C52	192			
9.1.2	ATMEL89C2051	201			
9.2	I ² C 串行总线扩展技术	205			
9.2.1	I ² C 串行总线概述	206			
9.2.2	I ² C 总线的数据传送	207			
9.2.3	I ² C 总线数据传送的模拟	211			
9.2.4	I ² C 总线的接口器件	214			
	思考题及习题	215			
	实训九 综合实训(课程设计)	215			
附篇	单片机系统设计概要	217			
0.1	单片机应用系统设计过程	217			
0.1.1	系统设计的基本要求	217			
0.1.2	系统设计的步骤	217			
0.2	提高系统可靠性的常用方法	219			
0.2.1	电源干扰及其抑制	219			
0.2.2	地线干扰及其抑制	221			
0.2.3	其他提高系统可靠性的方法	222			
0.3	单片机应用系统示例	224			
0.3.1	系统的组成	224			
0.3.2	系统的硬件设计	225			
0.3.3	系统数字控制器的数学模型	227			
0.3.4	系统软件设计	229			
0.3.5	手动后援问题	239			
附录 A	MCS-51 系列单片机指令表 ..	240			
附录 B	8255A 简介	247			
附录 C	常用芯片引脚	252			
	参考文献	254			

第1章

计算机应用概述

近几十年来,人类的生产和生活方式发生了巨大的变化,产生这一变化的重要原因就是计算机技术的飞速发展。

第一台计算机诞生至今,短短几十年的时间里,计算机的性能大大提高,价格不断下降,从而使之可以迅速而广泛地应用于人类生产和生活的各个领域。

1.1 计算机的发展简史

1.1.1 第一台计算机的诞生

20世纪40年代,人们已经可以利用电子管制成触发器。在技术上具备了研制电子计算机的条件。

军事上的需要加速了电子计算机的研究。美国陆军的每张弹道火力表要进行几百条弹道的计算,人工用台式计算器计算一条弹道数据需要20h。所以当时的火力表计算要由上百名计算员同时进行,但计算速度仍无法满足要求。为了提高计算效率,1944年美国宾夕法尼亚大学的莫奇利和埃克脱等人开始研制“高速电子计算装置”。1946年2月,这台标志人类计算工具历史性变革的机器研制完成,称之为ENIAC(电子数值积分计算机)。这台计算机使用18000只电子管,重达30t,占地160多平方米,功率为150kW,价值40万美元,但运算速度仅为5000次/s。与现代的计算机相比这台计算机的性能价格比可谓极低,但它开创了计算机科学技术的新纪元,对人类的生产和生活方式乃至思维方式都产生了巨大的影响。

在研制ENIAC的过程中,匈牙利籍数学家冯·诺依曼在方案的设计上做出了巨大的贡献。他提出了“程序存储”和“用二进制代替十进制运算”的思想,并构建了计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备所组成这一计算机的基本结构。

在此之后,随着电子技术的发展,又相继出现了晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机、超大规模集成电路计算机。

1.1.2 微型计算机的出现

1971年1月,美国英特尔公司的特德·霍夫在与日本商业通讯公司合作研制台式计算器时,将原始方案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,另一片称为中央处理器(CPU)芯片,命名为Intel 4004。它是采用大规模集成电路技术将运

算器、控制器以及实现运算和控制的其他时序和控制逻辑集成在一片集成电路芯片上,这使计算机的体积大大缩小。所以,人们称之为微处理器。微处理器配以存储器、输入/输出接口便构成了微型计算机。

以微型计算机为主体,再配以系统软件、输入设备和输出设备便构成了完整的微型计算机系统。IBM 等公司相继推出了 IBM PC、IBM PC/XT 等微型计算机系统,极大地推动了微型计算机在各行各业的应用。

微型计算机的发展是以微处理器的发展为特征的。Intel 公司相继推出了 Intel 8080、Intel 8086、Intel 8088、Intel 80286、Intel 80386、Intel 80486、Pentium、Pentium Pro、Pentium II、Pentium III 等各种微处理器。反映微处理器性能的计算机的字长也由 4 位发展到 32 位,并继续向 64 位发展;时钟频率已经达到 1 500 MHz 以上。此外,计算机的存储器和输入/输出设备的性能也已达到了较高的水平。

1.1.3 单片微型计算机的发展

1971 年微处理器推出后不久,就出现了单芯片的微型计算机(简称为单片机)。单片机属于第四代电子计算机(以大规模集成电路为特征)。它把中央处理器(CPU)、存储器(RAM 和 ROM)、输入/输出接口电路以及定时器/计数器等集成在一块集成电路芯片上,从而具有体积小、价格和功耗低、抗干扰能力强、可靠性高等特点,极适合于智能仪器仪表和工业测控系统的前端装置。正是由于这一原因,国际上逐渐采用微控制器(MCU)代替单片微型计算机(SCM)这一名称。“微控制器”更能反映单片机的本质,但由于习惯的原因,我们仍沿用“单片机”这一名称。

到现在为止,世界各大半导体公司推出的单片机已有几十个系列几百个品种,如: Intel 公司的 MCS-51 系列、Motorola 公司的 6801 系列, Zilog 公司的 Z8 系列, Rockwell 公司的 6501、6502 系列、GI 公司的 PIC1650 系列等。尽管单片机品种系列繁多,但基本原理有许多相近之处,我们可以选择比较典型的产品进行学习和研究,然后举一反三,各用其长。

Intel 公司 1980 年推出的 MCS-51 系列单片机是在 MCS-48 系列(1976 年推出)的基础上发展起来的,由于它被广泛应用,因此成为公认的单片机的标准系列。首先,以 MCS-51 为内核的单片机生产量最大、品种最多;其次,16 位的单片机 80C51XA 与 MCS-51 系列兼容。特别是近年来,与 MCS-51 系列兼容,低功耗、高性能并且带快闪可编程存储器的 89C51 等新型单片机的出现,又大大加强了 MCS-51 系列单片机的主导地位。

MCS-96 系列单片机是 Intel 公司 1983 年推出的 16 位单片机产品,其片内 RAM 和 ROM 容量进一步增加,中断处理和实时处理能力增强,片内还带有多通道的 10 位 A/D 转换和高速输入/输出部件(HSIO)。

1.2 微型计算机的组成及应用

1.2.1 微型计算机的组成

经过几十年的发展,计算机的性能已经有了极大的提高,但是其基本硬件组成仍采用计算机的开拓者冯·诺依曼提出的计算机体系结构,即计算机是由运算器、控制器、存储器、输入设备和

输出设备所组成。

计算机中的运算器和控制器合称为中央处理器(CPU)。在微型计算机中,把中央处理器制作在一块芯片上,称为微处理器。

微型计算机的组成如图 1-1 所示。微型计算机由微处理器、存储器和输入/输出接口电路组成(再配上 I/O 设备,就构成了微型计算机系统)。微型计算机的各芯片间通过三组总线(Bus)——地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)相连。

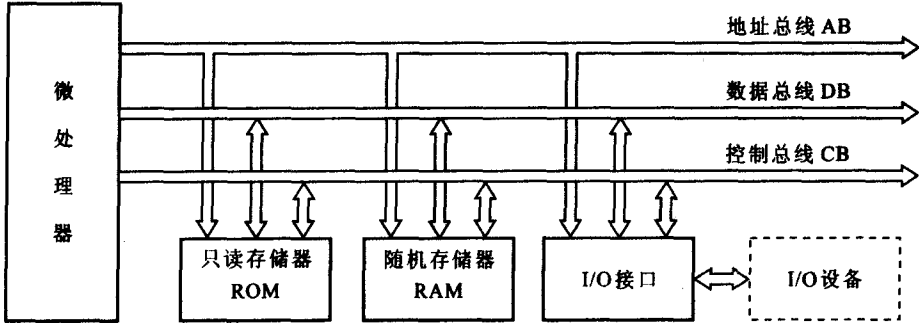


图 1-1 微型计算机的组成框图

一、微处理器

微处理器由运算器、控制器和各种寄存器组成。其结构示意图如图 1-2 所示。

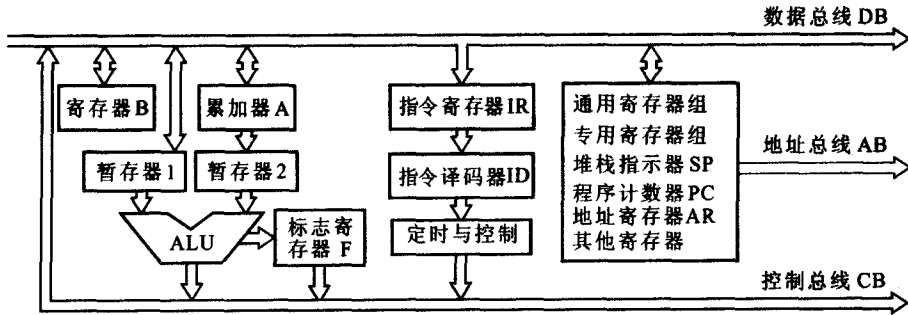


图 1-2 微处理器的结构示意图

(1) 运算器

运算器是在控制器的指挥下对二进制数进行算术或逻辑运算的装置。它由算术/逻辑运算单元 ALU、累加器 A、暂存寄存器、标志寄存器 F 等组成。

累加器 A 是一个特殊的寄存器。它具有双重功能,一是在运算时将一个操作数经暂存寄存器送至 ALU,二是在运算后保存运算的结果。

暂存寄存器(以下简称暂存器)用来暂时存储数据总线或其他寄存器送来的操作数。它作为 ALU 的数据输入源。

标志寄存器 F 用来保存 ALU 运算结果的特征(如:进位标志、溢出标志等)和处理器的状态。这些特征和状态可以作为控制程序转移的条件。

算术/逻辑运算单元 ALU 由加法器和相应的控制逻辑电路组成。它的数据源是两个暂存寄

寄存器。它能对分别来自两个数据源的两个操作数进行加、减、与、或、异或等运算,还能进行数据的移位。ALU 进行何种运算由控制器发出的命令确定。运算后的结果,经过数据总线送至累加器 A,同时影响标志寄存器 F 的状态。

(2) 控制器

控制器由指令寄存器 IR、指令译码器 ID、定时及控制逻辑电路和程序计数器 PC 等组成。它能指挥并协调计算机的整体操作及运行。控制器按照指定的顺序从程序存储器中取出指令进行译码并根据译码结果发出相应的控制信号,从而完成该指令所规定的任务。

指令寄存器 IR 用来保存当前正在执行的一条指令。若要执行一条指令,首先要把它从程序存储器取到指令寄存器中。指令的内容包括操作码和地址码两部分,操作码送往指令译码器 ID,经译码后确定所要执行的操作。地址码送往操作数地址形成电路以便形成真正的操作数地址。

定时与控制逻辑电路是中央处理器的核心部件,它的任务是控制取指令、执行指令、存取操作数或运算结果等操作,向其他部件发出控制信号,协调各部件的工作。

程序计数器 PC 也叫指令地址计数器。计算机的程序是有序地存储在程序存储器中的各种指令的集合。计算机运行时,按顺序取出程序存储器中的指令并逐一执行。程序计数器 PC 指出当前要执行的指令的地址。每当指令取出后,PC 的内容自动加 1(除转移指令外),从而指向按序排列的下一条指令的地址。若遇到转移指令(JMP)、子程序调用指令(CALL)或返回指令(RET)时,这些指令会把下一条指令的地址直接置入 PC 中,PC 的内容才会突变(详见 3.6 节)。程序计数器 PC 的位数决定了微处理器所能寻址的存储器空间。

堆栈指示器 SP 用来存放栈顶地址。堆栈是在存储器中开辟的一片特殊存储区。它按照“后进先出”的方式工作,当新数据压入堆栈时原内容不变,只改变栈顶位置。当数据从栈中弹出时,弹出的是栈顶位置的数据,弹出后自动调整栈顶位置。所以数据进栈(压入)、出栈(弹出)操作总是在栈顶进行的。

二、存储器

存储器是计算机存放程序或数据的器件。它由若干存储单元组成。一般情况下,存储器存储的二进制数的位数与 CPU 的位数相对应。存储容量是指存储器所能存放的最大字节数。每个存储单元按顺序都有一个唯一的编号,称为存储地址。

存放程序的存储器采用只读存储器(ROM)。存放输入/输出数据或中间结果的存储器采用随机存储器(RAM)。

三、输入/输出接口电路

输入/输出接口电路是 CPU 与输入/输出设备交换数据的通道和桥梁。由于输入/输出设备的种类繁多,数据传输速度有快有慢,信号形式及电平不尽相同,这时必须由输入/输出接口电路进行转换和协调。

输入/输出接口电路的基本功能是对输出数据的锁存,对输入数据的缓冲。单片机片内含有输入/输出端口,这些端口除具备输入/输出功能外,还有其他一些复用功能。

1.2.2 微型计算机的应用

计算机的应用已经深入人类生产和生活的各个领域。但是计算机的真正普及是由于微型计算机的广泛应用。微型计算机的体积小、成本低、可靠性高。采用不同的组装形式,可以适应不同的应用要求。概要地说,微型计算机的应用可以分为以下两大类:

一、科学计算与信息处理

科学计算是微型计算机的重要应用领域。早期的计算机就是以科学计算为目的设计的。现在,航空航天领域的计算、计算机辅助设计、基础科学研究等方面已经离不开计算机。

信息处理是微型计算机应用的具有良好发展前景的领域。现代社会已经进入信息时代,人们的生产、生活和经营活动中有大量的信息可以利用微型计算机进行分类、加工、统计和传送。特别是利用互联网和局域网技术,已经实现了情报检索、铁路和航空定票、银行业务和企事业财务电算化、人事和户籍管理计算机化。

在这些应用中,对于计算量较大的场合可以采用多微处理器结构的并行计算机系统。对于大多数场合利用普通的个人计算机(PC)或以其配成的计算机网络完全可以胜任。

二、工业测控系统与仪器仪表

计算机用于工业过程控制已有近 50 年的历史了。但其广泛的应用是在微型计算机出现,特别是单片机出现后才成为可能。工业生产过程中各种工艺参数的采集、检测、比较都可以由微型计算机完成。

对于复杂的化工生产过程、发电厂的综合控制可以采用由微型计算机构成的集散控制系统(DCS),如日本的 TDCS-2000。

对于以开关量为主的场合,如自动生产线、流水线可以采用由微处理器制成的可编程控制器(PLC)。

对于中小型的工业系统的测控可以采用以微处理器为核心的工业控制计算机(如 STD 总线工控机、PC 总线工控机)。

对于单一的设备或装置(如空调机、变频器)、小型的工业系统(如炉温控制)、分布系统的前端装置(如各种数据采集模块)、智能仪器仪表(如出租车计价器、计费电度表)等,采用单片机是最佳的选择。

1.3 MCS-51 系列单片机简介

1.3.1 MCS-51 系列单片机

Intel 公司于 1976 年推出了 MCS-48 系列单片机,于 1980 年推出了 MCS-51 系列单片机,于 1983 年推出了 MCS-96 系列单片机。

MCS-51 系列单片机是一种高性能的 8 位单片机,它是在 MCS-48 的基础上推出的第二代单片机。其典型产品为 8051,封装为 40 引脚。芯片内部集成有:

- 8 位 CPU;
- 4 KB 的程序存储器;
- 128 B 的数据存储器;
- 64 KB 的片外程序存储器寻址能力;
- 64 KB 的片外数据存储器寻址能力;
- 32 根输入/输出线;
- 1 个全双工异步串行口;
- 2 个 16 位定时/计数器;
- 5 个中断源, 2 个优先级。

MCS-51 系列单片机采用 HMOS(如 8051)和 CHMOS(如 80C51)工艺。这两种单片机完全兼容。CHMOS 工艺先进,它综合了 HMOS 工艺的高速度和 CMOS 工艺的低功耗特点。

MCS-51 系列单片机按片内有无程序存储器及程序存储器的形式分为三种基本产品:即 8051、8751 和 8031。

8051 单片机片内含有 4 KB 的 ROM, ROM 中的程序是由单片机芯片生产厂固化的,适合于大批量的产品;8751 单片机片内含有 4 KB 的 EPROM,单片机应用开发人员可以把编写好的程序用开发机或编程器写入其中,需要修改时,可以先用紫外线擦除器擦除,然后再写入新的程序;8031 片内没有程序存储器,当在单片机芯片外扩展 EPROM 后,就相当于一片 8751,此种应用方式灵活方便。这三种芯片只是在程序存储器的形式上不同,在结构和功能上都一样。表 1-1 为 MCS-51 系列单片机常用产品特性一览表。

表 1-1 MCS-51 系列单片机常用产品特性一览表

型号	片内存储器(B)		I/O 口线	定时/计数器	片外存储器(B)	
	程序存储器	数据存储器			程序存储器	数据存储器
8051	4 K ROM	128	32	2 个 16 位	64 K	64 K
8751	4 K EPROM	128	32	2 个 16 位	64 K	64 K
8031	无	128	32	2 个 16 位	64 K	64 K
80C51	4 K ROM	128	32	2 个 16 位	64 K	64 K
87C51	4 K EPROM	128	32	2 个 16 位	64 K	64 K
80C31	无	128	32	2 个 16 位	64 K	64 K
8052	8 K ROM	256	32	3 个 16 位	64 K	64 K
8752	8 K EPROM	256	32	3 个 16 位	64 K	64 K
8032	无	256	32	3 个 16 位	64 K	64 K

1.3.2 其他 51 系列单片机

一、AT89 系列单片机

AT89 系列单片机是美国 ATMEL 公司的 8 位 Flash 单片机产品。它以 MCS-51 为内核,与 MCS-51 系列的软硬件兼容。

该系列中有 20 引脚封装的产品,体积的减小使应用更加灵活;时钟频率的提高可使运算速度加快;在片内含有 Flash 存储器,Flash 存储器是一种可以电擦除和电写人的闪速存储器(简记为 FPEROM),这使开发调试更为方便。

表 1-2 为 AT89 系列单片机常用产品特性一览表。

表 1-2 AT89 系列单片机常用产品特性一览表

型号	片内存储器		I/O 口线	定时/计数器	模拟比较器	中断源	串行口
	程序存储器	数据存储器					
89C1051	1 KB FPEROM	64 B	15	1 个 16 位	1 个	3 个	无
89C2051	2 KB FPEROM	128 B	15	2 个 16 位	1 个	5 个 2 级	UART
89C51	4 KB FPEROM	128 B	32	2 个 16 位	无	5 个 2 级	UART
89C52	8 KB FPEROM	256 B	32	3 个 16 位	无	6 个 2 级	UART

二、其他 MCS-51 系列兼容单片机

为了进一步增强 MCS-51 系列单片机的功能,一些单片机生产厂商还对 MCS-51 系列单片机的硬件进行了扩充。如 PHILIPS 的 8XC552 系列,在 80C51 的基础上增加了一个 16 位的定时/计数器,增加了一个 8 路输入的 10 位 A/D 转换器,并配有串行总线接口,80C51XA 使单片机位数增至 16 位;Intel 公司的 80C51GA/GB 也增加了 A/D 转换功能。

1.4 单片机应用系统开发简述

1.4.1 单片机应用系统开发

为了完成某种任务,设计单片机应用系统时,在配置一定的硬件之后必须配备相应的应用软件。正确无误的硬件设计和良好的软件功能设计是一个实用的单片机应用系统的设计目标。完成这一目标的过程称为单片机应用系统的开发。

单片机是一块集成了微型计算机基本部件的集成电路芯片。与通用的微机相比,单片机自身没有开发功能,必须借助开发机(一种特殊的计算机系统)来排除应用系统的硬件故障和软件错误。调试完成的程序还需借助开发机固化到单片机内部或外部 EPROM 芯片中,然后将写有程序的单片机芯片或 EPROM 芯片插回目标系统,就完成了开发过程。

一、指令的表示形式

指令按一定的顺序以二进制码形式存放于计算机的程序存储器中。二进制码是计算机能够直接执行的机器码(或称目标码)。为了书写、输入和显示方便,有时也将机器码写成十六进制形式。如二进制码 0000 0100B 可以表示为 04H。04H 所对应的指令的意义是累加器 A 的内容加 1,如果用汇编语言表示(或称符号指令),则可写成 INC A。

二、汇编的方法

汇编语言编写的指令要转换成计算机所能执行的机器码并存入计算机的程序存储器中。这种转换称为汇编。常用的汇编方法有三种：一是手工汇编，设计人员对照 MCS-51 指令编码表，把每一条符号指令翻译成十六进制数表示的机器码指令，借助于小键盘送入开发机，然后进行调试，并将调试好的程序写入 EPROM 芯片；二是利用开发机的驻留程序进行汇编（有些开发机配有 TV 接口板或监视器接口，提供 MCS-51 汇编指令的输入支持）；三是利用微型计算机配备的汇编程序进行交叉汇编，然后将目标码送入开发机中。

另外，还可以采用高级语言（如 C-51 或 PL/M-51）进行单片机应用程序的设计，编辑好的高级语言源程序经过编译、连接后形成目标码文件，然后再送入开发机中。

1.4.2 单片机应用系统开发方式

单片机开发系统又称开发机或仿真器。仿真的目的是利用开发机的资源（CPU、存储器和 I/O 设备等）来模拟欲开发的单片机应用系统（即目标机）的 CPU、存储器和 I/O 操作，并跟踪和观察目标机的运行状态。仿真可以分为软件模拟仿真和利用仿真器仿真两大类。软件模拟仿真不能进行硬件系统的调试和故障诊断，所以这里仅介绍常用的仿真器开发方式。

一、利用独立型仿真器开发

图 1-3 所示为利用独立型仿真器开发的示意图。

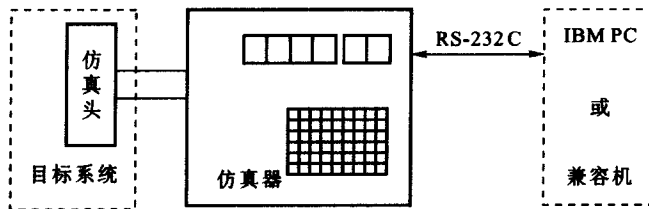


图 1-3 利用独立型仿真器开发的示意图

独立型仿真器采用与单片机应用系统相同类型的单片机做成单板机形式，一般不配 CRT 和标准键盘，只配置 LED 显示器和简易键盘（有些仿真器配有 TV 接口板或监视器接口，便于 MCS-51 汇编指令的输入）。这种开发系统在没有普通微机系统的支持下，仍能对单片机应用系统进行在线仿真调试，便于在现场对应用软件调试和修改。另外，这种开发系统还配有串行接口，能与普通微机系统连接。这样，可以利用普通微机系统配备的组合软件进行源程序的编辑、汇编和联机仿真调试，然后将机器码传给仿真器，利用仿真器进行程序的固化。

二、利用非独立型仿真器开发

这种仿真器采用通用微型计算机加仿真接口方式构成。仿真接口与通用微机间以串行通信的方式连接。这种开发方式必须有微机的支持，利用微机系统配备的组合软件进行源程序的编辑、汇编、仿真调试。有些仿真接口上还备有 EPROM 写入插座，可以将开发调试完成的用户应

用程序写入 EPROM 芯片。与前一种相比,现场参数的修改和调试有时不够方便。图 1-4 所示为利用非独立型仿真器开发的示意图。

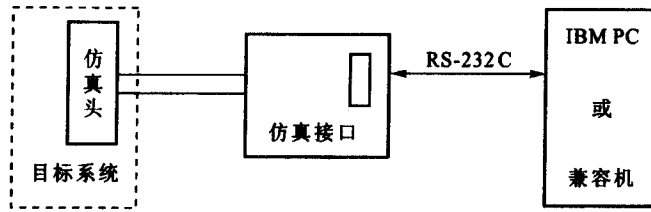


图 1-4 利用非独立型仿真器开发的示意图

以上两种开发方式均是在开发时拔掉目标系统的单片机芯片和程序存储器芯片,插上从开发机上单片机引脚引出的仿真头,即把开发机上单片机出借给目标机。仿真调试无误后,拔掉仿真头,再插上单片机芯片,把开发机中调试好的程序固化到 EPROM 芯片中并插到目标机的程序存储器插座上,目标机就可以独立运行了。

本章小结

冯·诺依曼提出了“程序存储”和“用二进制代替十进制运算”的思想,并构造了计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备所组成这一计算机的基本结构。

将运算器、控制器以及实现运算和控制的其他时序和控制逻辑集成在一片集成电路芯片上,组成中央处理器(CPU)或微处理器。微处理器配以存储器、输入/输出接口便构成了微型计算机。

单片机是把微处理器、存储器(RAM 和 ROM)、输入/输出接口电路以及定时器/计数器等集成在一起的集成电路芯片,它具有体积小、价格和功耗低、可靠性高等特点,非常适合于智能仪器仪表和工业测控系统的前端装置。

Intel 公司的 MCS-51 系列单片机应用广泛、生产量大,在单片机领域里具有重要的影响。其他单片机产品,如 89C51 等新型单片机的出现,使单片机世界出现了日新月异的景象。

思考题及习题

1. 第一台计算机的研制目的是什么?它有何特点?它的研制成功有何意义?
2. 微型计算机的出现和发展以什么为标志?
3. 计算机由哪几部分组成?微型计算机由哪几部分组成?
4. 微处理器与微型计算机有何区别?
5. 什么叫单片机?它由哪些主要部分构成?
6. 微型计算机有哪些应用形式?各适用于什么场合?
7. 单片机的主要产品有哪些?各有何特点?
8. 简述单片机的开发过程。
9. 单片机的硬件仿真器和软件模拟调试各有何特点?
10. 常用的单片机应用系统开发方法有哪些?