

普通高等教育“十二五”规划教材

单片机原理及应用技术

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG JISHU

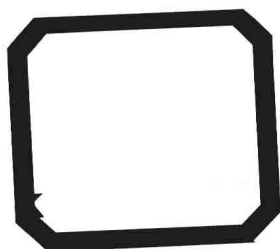
主 编 陈益飞

副主编 沈兆军 孙干超



国防工业出版社

National Defense Industry Press



“二五”规划教材

单片机原理及应用技术

主 编 陈益飞
副主编 沈兆军 孙干超
参 编 王媛媛 曹 瑞 周 锋
主 审 陈 荣

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要以单片机为主线,系统地介绍了单片机的基础知识、硬件结构、工作原理及其指令系统,接着介绍汇编语言程序设计、单片机系统的扩展、C 语言程序设计和人机接口与应用,讨论了 C 语言对单片机硬件资源的操作和控制,最后运用了 PROTEUS 仿真技术,展现了单片机应用实例。第 1 章单片微型计算机概述;第 2 章单片机组成与工作原理;第 3 章单片机的指令系统;第 4 章汇编语言程序设计;第 5 章单片机系统的扩展;第 6 章 C 语言编程与应用;第 7 章单片机人机接口与应用;第 8 章单片机应用系统设计与仿真实例。

KEIL C51 和 PROTEUS 是目前在单片机应用系统设计中最为广泛的软件,本书只作简单的介绍。读者要进一步深入学习,可去查阅相关资料。书中实例要求 PROTEUS 版本相对较高。

本书可作为以应用型人才培养为宗旨的本专科院校的电气、电子信息类及相近专业单片机课程的教材和教师的参考用书,也可作为单片机爱好者的自学用书和企事业单位的科研技术人员参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用技术 / 陈益飞主编. —北京:
国防工业出版社, 2011. 2
ISBN 978 - 7 - 118 - 07315 - 7

I. ①单… II. ①陈… 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 018636 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 18 字数 410 千字

2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 29.80 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

单片机技术是应用型本科院校许多专业学生必修的一门基础课程,搞好这门课的教学,需要有一本与教学相适应的教材。为此,编者根据长期的教学实践,参阅各类相关书籍,编写了应用型本科电气信息类专业教材《单片机原理及应用技术》这本书。

首先根据电气信息类专业毕业生所从事行业的实际需要及应用型创新人才培养的要求,对教材内容的深度、难度做了较大程度的调整,尽可能多地在教材中充实新知识、新技术和新设备等方面的内容。其次,吸收和借鉴应用型本科院校教学改革的成功经验,在教材编写中充分运用了仿真技术。实例取材于工程实际,尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来。再次,本教材编写人员在单片机原理及应用教学领域中经过多年的研究和探索,在总结多年单片机原理及应用课程教学经验和开发设计实践的基础上,将教师在实际教学中经常遇到的问题、在单片机系统设计中总结的经验技巧以及学生在学习感到困惑的地方,言简意赅地给出解决办法。从单片机应用开发的角度出发,对单片机教材的内容进行了整合,将理论知识学习与实践动手能力培养有机融为一体,以应用实例解释功能,突出应用,以提高学生的创新能力,同时,激发学生的学习兴趣,提高教学效果。

本书共分8章,主要内容为单片机的基础知识、硬件结构、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、系统的扩展、单片机C语言程序设计和人机接口与应用,讨论C语言对单片机硬件资源的操作和控制,最后运用PROTEUS仿真技术,展现了单片机应用实例。

本书第1章~第3章、第8章由陈益飞编写;第4章及第5章的部分内容由孙干超编写;第6章、第7章由沈兆军编写;陈益飞担任总体规划及全书统稿工作。另外,王媛媛、曹瑞、周锋等也参与了部分工作。陈荣教授担任本书主审。

在本书的编写过程中参考了大量的相关资料文献,一些资料来自互联网和一些非正式出版物,书后的参考文献无法全部罗列,在此向有关作者一并表示诚挚的感谢。

由于编写时间所限,书中难免有疏漏和不足之处,热忱欢迎读者对书本的缺点和不足提出批评和指正。

编 者

2010年10月

目 录

第1章 单片微型计算机概述	1
1.1 概述	1
1.1.1 电子计算机	1
1.1.2 微型计算机	2
1.1.3 微型计算机系统	3
1.2 微型计算机基础	4
1.2.1 微型计算机的分类	4
1.2.2 微型计算机的三总线结构	4
1.2.3 微处理器的基本结构	5
1.2.4 存储器及其读写原理	7
1.2.5 输入/输出设备及其接口	8
1.3 计算机中数和编码	8
1.3.1 计算机中数的表示方法	8
1.3.2 计算机中的编码	10
1.3.3 计算机中有符号数的表示方法	12
1.4 微型计算机系统的工作过程	17
1.4.1 执行一条指令的过程	17
1.4.2 执行程序的过程	18
1.5 单片机的发展概述	21
1.5.1 单片机的发展历史	21
1.5.2 单片机的发展趋势	21
1.6 单片机的特点和应用领域	23
1.6.1 单片机的结构特点	23
1.6.2 单片机的应用领域	23
习题	24
第2章 单片机组成与工作原理	26
2.1 单片机结构及组成	26
2.1.1 单片机的系统资源及主要性能特点	26
2.1.2 单片机基本结构	26
2.2 微处理器	30
2.2.1 运算器	30
2.2.2 控制器	31

2.2.3	时钟电路	33
2.3	单片机的存储器组织	34
2.3.1	程序存储器	34
2.3.2	数据存储器	34
2.3.3	特殊功能寄存器区	35
2.3.4	外部扩展数据存储器 and 扩展 I/O 口	36
2.4	定时器/计数器	36
2.4.1	定时器/计数器的结构	36
2.4.2	定时器/计数器的方式控制字	37
2.4.3	定时器/计数器的四种工作方式	38
2.4.4	综合举例	39
2.5	并行输入/输出	40
2.5.1	P0 口	42
2.5.2	P1 口	43
2.5.3	P2 口	44
2.5.4	P3 口	45
2.6	串行输入/输出接口	46
2.6.1	基本概念	46
2.6.2	串行接口的功能与结构	46
2.6.3	串行接口的工作方式	48
2.7	中断系统	53
2.7.1	中断系统的总体结构	53
2.7.2	中断源	54
2.7.3	中断控制	55
2.7.4	中断响应	57
2.7.5	中断请求的撤除	57
2.8	特殊工作方式	58
2.8.1	复位方式	58
2.8.2	节电方式	60
习题		63
第3章	单片机的指令系统	65
3.1	指令与指令格式	65
3.1.1	指令	65
3.1.2	机器语言指令格式	65
3.1.3	汇编语言指令格式	66
3.1.4	汇编语言指令系统	66
3.2	寻址方式	67
3.2.1	立即寻址	67
3.2.2	寄存器寻址	67

3.2.3	寄存器间接寻址	67
3.2.4	直接寻址	68
3.2.5	基址寄存器加变址寄存器间接寻址	69
3.2.6	相对寻址	69
3.3	数据传送类指令	69
3.3.1	以累加器 A 为一方的传送指令	70
3.3.2	不以累加器 A 为一方的传送指令	71
3.3.3	用立即数置数的指令	72
3.3.4	访问片外 RAM 的传送指令	72
3.3.5	基址寄存器加变址寄存器间址指令	73
3.3.6	交换指令	74
3.3.7	进栈出栈指令	74
3.3.8	数据传送类指令一览表	75
3.4	算术操作类指令	76
3.4.1	加法指令	76
3.4.2	减法指令	77
3.4.3	加 1 指令	78
3.4.4	减 1 指令	79
3.4.5	其他算术操作指令	79
3.4.6	算术操作类指令汇总一览表	80
3.5	逻辑操作类指令	82
3.5.1	与指令	82
3.5.2	或指令	83
3.5.3	异或指令	84
3.5.4	A 操作指令	84
3.5.5	逻辑操作类指令汇总一览表	86
3.6	程序转移类指令	86
3.6.1	无条件转移指令	87
3.6.2	条件转移指令	89
3.6.3	调子指令	91
3.6.4	程序转移类指令汇总一览表	93
3.7	位操作类指令	93
3.7.1	位传送指令	94
3.7.2	位逻辑操作指令	94
3.7.3	位条件转移指令	96
3.7.4	位操作类指令汇总一览表	96
习题		97
第 4 章	汇编语言程序设计	100
4.1	机器语言、汇编语言和高级语言	100

4.1.1	机器语言	100
4.1.2	汇编语言	100
4.1.3	高级语言	101
4.2	汇编语言源程序的格式和伪指令	101
4.2.1	汇编语言源程序的格式	101
4.2.2	伪指令	102
4.3	汇编语言程序设计	103
4.3.1	程序设计步骤	103
4.3.2	编程的方法和技巧	104
4.3.3	汇编语言程序的基本结构	104
4.3.4	汇编语言源程序的汇编	107
4.4	程序设计举例	108
4.4.1	多分支转移程序	108
4.4.2	数字滤波程序	110
4.4.3	延时程序	113
4.4.4	定时器/计数器应用程序	114
4.4.5	外部中断应用程序	116
4.4.6	串行接口应用程序	116
习题		118
第5章	单片机系统的扩展	123
5.1	系统扩展概述	123
5.1.1	最小应用系统	123
5.1.2	系统扩展的内容与方法	123
5.2	常用扩展器件简介	125
5.2.1	8D 锁存器 74LS373	126
5.2.2	总线驱动器 74LS244、74LS245	126
5.2.3	3-8 译码器 74LS138	127
5.3	存储器的扩展	128
5.3.1	存储器扩展概述	128
5.3.2	程序存储器的扩展	130
5.3.3	数据存储器的扩展	133
5.3.4	全地址范围的存储器最大扩展系统	135
5.4	接口扩展	136
5.4.1	接口扩展概述	136
5.4.2	并行 I/O 口扩展	137
5.4.3	串行 I/O 口扩展	144
习题		146
第6章	C 语言编程与应用	148
6.1	概述	148

6.2	C 语言编程的一般方法	149
6.2.1	建立第一个 KEIL C51 项目	149
6.2.2	生成 HEX 文件和最小化系统	152
6.2.3	C 语言编写实例	154
6.3	数据类型及在单片机中的存储方式	157
6.3.1	单片机 C 语言对标准 C 语言的扩展	157
6.3.2	C 语言的标识符和关键字	157
6.3.3	C51 中的基本数据类型	158
6.3.4	C51 数据的存储类型与 MCS-51 存储结构	160
6.3.5	存储模式	162
6.3.6	特殊功能寄存器(SFR)的 C51 定义	163
6.4	C 语言的程序结构	164
6.4.1	C51 程序设计方法	165
6.4.2	选择语句 if	166
6.4.3	switch/case 语句	166
6.4.4	循环语句	167
6.4.5	数组与指针	168
6.4.6	单片机 C 语言的函数	170
6.4.7	C51 的预处理和绝对地址访问	172
6.4.8	C51 的库函数	174
6.4.9	C51 与汇编程序接口	175
6.4.10	使用 C51 编译器时的注意事项	176
6.5	C 语言在单片机中的典型运用	177
6.5.1	C 语言对单片机位处理器的运用	177
6.5.2	C 语言管理单片机内部定时器	177
6.5.3	C 语言管理单片机中断系统	179
	习题	182
第 7 章	单片机人机接口与应用	183
7.1	按键、键盘及其接口	183
7.1.1	按键开关介绍	183
7.1.2	键输入过程与软件结构	183
7.1.3	键盘接口问题	184
7.1.4	独立式按键	185
7.1.5	行列式键盘	187
7.2	显示及显示器接口	191
7.2.1	LED 显示器的结构与原理	192
7.2.2	LED 显示器与显示方式	193
7.2.3	LED 动态显示接口及编程	194
7.2.4	液晶显示器概述	195

7.2.5	字符型液晶显示模块 LCM 的组成与原理	196
7.2.6	字符型液晶显示模块 LCD1602 的引脚及说明	198
7.3	A/D 转换器接口	201
7.3.1	A/D 转换器概述	201
7.3.2	A/D 转换器 ADC0809 与单片机的接口	203
7.3.3	串行 A/D 转换器与单片机的接口	205
7.4	D/A 转换器接口	208
7.4.1	D/A 转换器概述	208
7.4.2	八位 D/A 转换器与单片机的接口	209
7.5	行程开关、晶闸管、继电器与单片机的接口	214
7.5.1	光电耦合器件	215
7.5.2	行程开关、继电器触点与单片机的接口	216
7.5.3	晶闸管元件与单片机的接口	216
7.5.4	继电器与单片机的接口	217
	习题	218
第 8 章	单片机应用系统设计与仿真实例	219
8.1	单片机应用系统仿真软件 Proteus 介绍	219
8.1.1	ISIS 编辑器指南	219
8.1.2	原理图输入简介	220
8.1.3	元件标签	226
8.1.4	块编辑功能	228
8.1.5	创建器件	228
8.1.6	标题栏	233
8.1.7	保存与打印	234
8.2	用单片机控制流水灯的系统设计	235
8.2.1	系统设计内容	235
8.2.2	系统设计目标	235
8.2.3	系统设计步骤	235
8.2.4	扩展练习	238
8.3	用单片机控制直流电机正反转的系统设计	239
8.3.1	系统设计内容	239
8.3.2	系统设计目标	239
8.3.3	系统设计步骤	239
8.3.4	扩展练习	244
8.4	用单片机设计一只数字电压表	244
8.4.1	系统设计内容	244
8.4.2	系统设计目标	244
8.4.3	系统设计步骤	244
8.4.4	扩展练习	253

8.5 用单片机进行测温系统设计	253
8.5.1 系统设计内容	253
8.5.2 系统设计目标	254
8.5.3 系统设计步骤	254
8.5.4 扩展练习	270
习题	270
附录	272
附录 A ASCII(美国标准信息交换码)表	272
附录 B MCS51 指令速查表	273
参考文献	277

第 1 章 单片微型计算机概述

计算机的英文原词“computer”是指从事数据计算的人,而他们往往都需要借助某些机械计算设备或模拟计算机。这些早期计算设备的祖先包括算盘。随着中世纪末期欧洲数学与工程学的再次繁荣,1623 年,德国博学家 Wilhelm Schickard 率先研制出了欧洲第一台计算设备,这是一个能进行 6 位以内数加减法,并能通过铃声输出答案的“计算钟”,使用转动齿轮来进行操作。在 20 世纪前半叶,为了迎合科学计算的需要,许多专门用途的、复杂度不断增长的模拟计算机被研制出来。这些计算机都是用它们所针对的特定问题的机械或电子模型作为计算基础。20 世纪三四十年代,计算机的性能逐渐强大并且通用性得到提升,现代计算机的关键特色被不断地加入进来。

1941 年 5 月 12 日,德国工程师 Konrad Zuse 完成了他的图灵完全机电一体计算机“Z3”,这是第一台具有自动二进制数学计算特色以及可行的编程功能的计算机,但还不是“电子”计算机。此外,其他值得注意的成就主要有:1941 年夏天诞生的阿塔纳索夫—贝瑞计算机是世界上第一台电子计算机,它使用了真空管计算器,二进制数值,可复用内存;在英国,1943 年被展示的神秘的巨像计算机(Colossus Computer),尽管编程能力极其有限,但是它使人们确信使用真空管既值得信赖,又能实现电气化的再编程;哈佛大学的马克一号;以及基于二进制的“埃尼阿克”(ENIAC,1946 年),全称“电子数值积分计算器”,这是第一台通用意图的计算机。

1.1 概述

1.1.1 电子计算机

电子计算机是一种利用电子学原理,根据一系列指令来对数据进行处理机器。在现代,机械计算机的应用已经完全被电子计算机所取代,因此电子计算机通常也直接简称为计算机。

自从 1946 年世界上第一台电子计算机问世以来,随着计算机逻辑元件的不断更新,它已经历了电子管、晶体管、集成电路以及大规模、超大规模集成电路 VLSIC 计算机 4 代发展时期。

1946 年,世界上出现了第一台电子数字计算机“ENIAC”,用于计算弹道。它是由美国宾夕法尼亚大学莫尔电工学院制造的,但它的体积庞大,占地面积 170 多平方米,质量约 30t,功率近 100 千瓦。显然,这样的计算机成本很高,使用不便。

1956 年,晶体管电子计算机诞生了,这是第二代电子计算机。只要几个大一点的柜子就可将它容下,运算速度也大大地提高。

1959 年出现的是第三代集成电路计算机。集成电路是在几平方毫米的基片上,集中

了几十个或上百个电子元件组成的逻辑电路。由于采用了集成电路,第三代计算机各方面性能都有了极大提高:体积缩小,价格降低,功能增强,可靠性大大提高。

从 20 世纪 70 年代开始,这是计算机发展的最新阶段。到 1970 年,由大规模集成电路和超大规模集成电路制成的“克雷一号”,使计算机进入了第四代。超大规模集成电路的发明,使电子计算机不断向着小型化、微型化、低功耗、智能化、系统化的方向更新换代。

1.1.2 微型计算机

微型计算机(简称微机或 MC)是第四代计算机向微型化方向发展的一个非常重要的分支,它的发展是以微处理器 MPU 的发展为标志的。

自从 1971 年美国 Intel 公司研制成功以 INTEL4004 微处理器为核心的 4 位数计算机以来,微型计算机技术获得了飞速发展。微处理器的集成度差不多每两年翻一番,且性能增长一个数量级。因此,完全可以名副其实地讲,微处理器及微型计算机的发展正日新月异。纵观其发展历史,仅仅 20 多年来,已经推出了 4 代微处理器。

第一代:(1971 年至 1972 年)。第一代微处理器是以 Intel 公司 1971 年至 1972 年推出的 4004/8008 作为典型代表,其集成度为 2 千只晶体管/片,时钟频率为 2MHz。

第二代:(1973 年至 1977 年)。第二代微处理器的代表产品是美国 Intel 公司的 8080/8085、Motorola 公司的 6800 和 ZILOG 公司研制的 Z80,其集成度为 9 千只晶体管/片,时钟频率为 5MHz,它们是高性能的 8 位微处理器。

第三代:(1978 年至 1981 年)。代表产品是美国 Intel 公司的 8086/8088,Zilog 公司的 Z8000 和 Motorola 公司的 68000,它们是 16 位微处理器,又称为第一代超大规模集成电路的微处理器。其集成度为 2.9 万只晶片管/片,时钟频率为 8MHz,它们采用了 HMOS 高密度工艺,运算速度比 8 位机快 2 倍~5 倍,赶上或超过了 20 世纪 70 年代小型机的水平。

第四代:(1981 年以后)。20 世纪 80 年代以后,微处理器进入第四代产品,向系列化方向发展,Intel 公司相继推出了性能更高、功能更强的 80386 和 80486 微处理器,它们与 8086 向上兼容,是 32 位微处理器,又称为超级微处理器。

进入 20 世纪 90 年代以来,Intel 公司在开发新一代微处理器技术方面继续领先,1993 年 3 月,Intel 发布了微处理器产品 Pentium,Pentium 的最高工作频率可达 66MHz,运行速度达 112MIPS,利用亚微米级的 CMOS 技术,使集成度高达 310 万只晶体管/片。

纵观计算机的发展,之所以如此迅速,这主要取决于其独具的特点:体积小、价格廉、可靠性高、通用性强、功耗低以及研制周期短。

当前,微处理器与微型计算机正朝着以下几个方向发展:

- (1) 发展高性能的 32 位微处理器;
- (2) 发展专用化的单片微型计算机;
- (3) 发展带有软件固化的微型计算机;
- (4) 发展多微处理机系统和局域网络;
- (5) 充实和发展外围接口电路。

1.1.3 微型计算机系统

1. 中央处理器(Central Processing Unit,CPU)

中央处理器负责取指、执指,实现操作的核心部件,包括运算器和控制器两大组成部分。

如果中央处理器的电路集成在一片或少数几片大规模集成电路芯片上,就成为微处理器(MPU)。MPU 是微处理器的缩写(Microprocessor),简称为 MP。微处理器不仅是构成微型计算机、单片微型计算机系统、嵌入式系统的核心部件,而且也是构成多微处理器系统和现代并行结构计算机的基础。

2. 微型计算机系统

微型计算机(Microcomputer)是指由微处理器加上采用大规模集成电路制成的程序存储器和数据存储器,以及与输入/输出设备相连接的 I/O 接口电路,微型计算机简称 MC。

以微型计算机为基础,加上外围设备、电源、系统软件等就构成微型计算机系统。微型计算机系统的组成如图 1-1 所示。

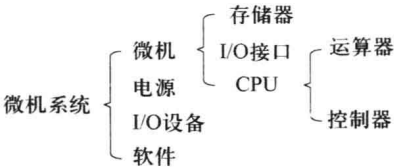


图 1-1 微型计算机系统的组成

微型计算机硬件基本组成:运算器、控制器、存储器、输入/输出设备及接口,如图 1-2 所示。

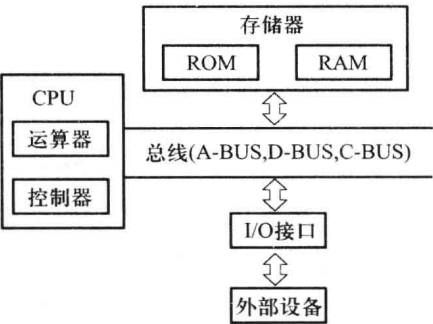


图 1-2 微型计算机硬件结构

微型计算机软件是计算机上运行的程序,是计算机系统逻辑部件而不是物理部件,是人的思维结果,它总是要通过某种物理介质来存储和表示的。其分类如图 1-3 所示。

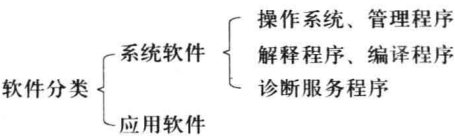


图 1-3 微型计算机软件的组成

1.2 微型计算机基础

1.2.1 微型计算机的分类

(1) 单板机:CPU、存储器、I/O 接口电路以及简单的输入/输出设备组装在一块印制电路板上,称其为单板微型计算机,简称单板机。

(2) 单片机:CPU、存储器、I/O 接口电路和相应实时控制器件集成在一块芯片上,称其为单片微型计算机,简称单片机。

(3) 微型计算机:CPU、存储器、I/O 接口电路由总线有机地连接在一起的整体,称为微型计算机。

(4) 微型计算机系统:微型计算机与外围设备、电源、系统软件一起构成的系统,称为微型计算机系统。

通用微机的 CPU 主要面向数据处理,其发展主要围绕数据处理功能、计算速度和精度的进一步提高。例如,现今微机的 CPU 都支持浮点运算,采用流水线作业、并行处理、多级高速缓冲(Cache)技术等。CPU 的主频达到数百兆赫兹(MHz),字长普遍达到 32 位。单片机主要面向控制,控制中的数据类型及数据处理相对简单,所以单片机的数据处理功能比通用微机相对要弱一些,计算速度和精度也相对要低一些。例如,现在的单片机产品的 CPU 大多不支持浮点运算,CPU 还采用串行工作方式,其振荡频率大多在百兆赫兹范围内;在一些简单应用系统中采用 4 位字长的 CPU,在中、小规模应用场合广泛采用 8 位字长单片机,在一些复杂的中、大规模的应用系统中才采用 16 位字长单片机,32 位单片机产品目前应用得还不多。

通用微机中存储器组织结构主要针对增大存储容量和 CPU 对数据的存取速度。现今微机的内存容量达到了数百兆字节(MB),存储体系采用多体、并读技术和段、页等多种管理模式。单片机中存储器的组织结构比较简单,存储器芯片直接挂载在单片机的总线上,CPU 对存储器的读写按直接物理地址来寻址存储器单元,存储器的寻址空间一般都为 64KB。

通用微机中 I/O 接口主要考虑标准外设(如 CRT、标准键盘、鼠标、打印机、硬盘、光盘等)。用户通过标准总线连接外设,能达到即插即用。单片机应用系统的外设都是非标准的,且千差万别,种类很多。单片机的 I/O 接口实际上是向用户提供的与外设连接的物理界面。用户对外设的连接要设计具体的接口电路,需有熟练的接口电路设计技术。

1.2.2 微型计算机的三总线结构

总线(图 1-4)是微机系统中各部件和模块之间用于传送信息的一组公用导线,一般包括数据总线、地址总线和控制总线。微处理器数据总线的条数决定 CPU 和存储器或 I/O 设备一次能交换数据的位数,是区分微处理器是多少位的依据。如 8086CPU 的数据总线是 16 条,就说 8086CPU 是 16 位微处理器。8080CPU 和 Z80CPU 的数据总线是 8 条,所以 8080CPU 和 Z80CPU 是 8 位微处理器。

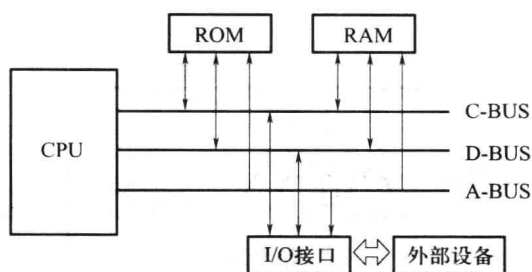


图 1-4 微机的总线结构

1. 数据总线(DB)

传送数据,双向,CPU 的位数和外部数据总线的位数一致。而数据可能是指令代码、状态量或控制量,也可能是真正的数据。

2. 地址总线(AB)

传送 CPU 发出的地址信息,单向,宽度(线数目)决定了 CPU 的可寻址范围。内存由许多存储单元组成,每个存储单元(字节)有一个用于区分的编号,称为地址,一般用 16 进制数表示。

例如:2 根地址线,可寻址 $2^2 = 4$ 个字节单元;

16 根地址线,可寻址 $2^{16} = 64K$ 字节单元。

3. 控制总线(CB)

传送使微机协调工作的定时、控制信号,双向,但对于每一条具体的控制线,都有固定的功能。控制线数目受芯片引脚数量的限制。

8 位微机的 DB 总是 8 位,AB 总是 16 位,而 CB 的数目则随机型不同而不同。

1.2.3 微处理器的基本结构

微处理器是微型计算机的核心,内部采用单总线结构,由运算器和控制器两大部分组成(图 1-5)。

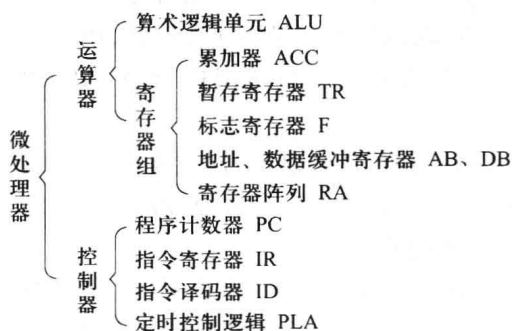


图 1-5 微处理器组成

微处理器典型结构如图 1-6 所示。

1. 运算器

(1) 算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU)是运算器的主要组成部分,是一个纯

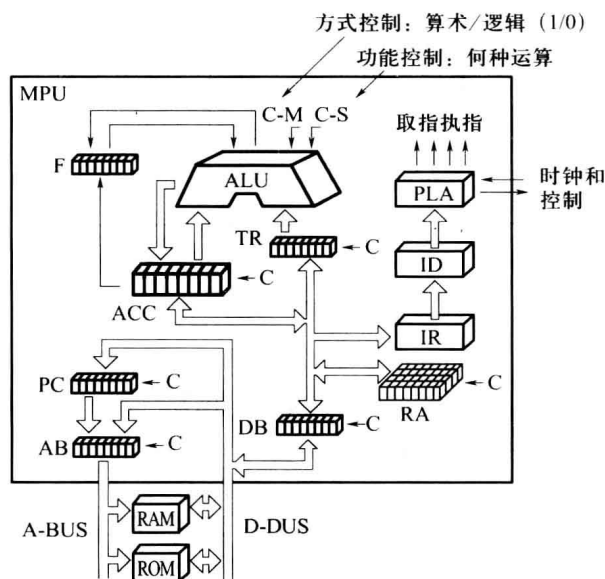


图 1-6 微处理器典型结构

粹的运算部件,没有寄存功能。

(2) 累加器 (Accumulator, A) 是 CPU 中使用最忙的关键寄存器。ALU 进行运算时一个操作数必需来自累加器,同时也是运算结果的寄存场所。

(3) 标志寄存器 (Flag, F) 存放微机执行一条指令后所处状态的信息。不同的计算机,标志有所不同。常用的标志有 C、AC、OV、P 等。

(4) 暂存寄存器 (Temp Register, TR) 用来存放参加 ALU 运算的另一个操作数,该操作数必须先暂存在 TR 中,以免数据发生冲突。

(5) 地址和数据缓冲器 (ABuffer、DBuffer) 协调 CPU 与存储器、I/O 接口电路之间在运行速度、工作周期等方面必然存在的差异。

(6) 寄存器阵列 (Register Array, RA) 包括通用寄存器和专用寄存器两种。

通用寄存器组:作为 CPU 内部的小容量高速存储器,用来存放一些中间数据,以减少 CPU 对存储器的频繁访问。专用寄存器组包括 PC、SP、F、AB、DB 等。

2. 控制器

完成指令译码,并发出各个操作的控制信号,主要包括如下部件:

(1) 程序计数器 (Program Counter, PC) 存放要读取的指令所在地址的专用寄存器,具有计数 (加 1) 和接受转移地址两种功能。

(2) 指令寄存器 (Instruction Register, IR) 存放 CPU 从 ROM 中取出的正要被执行的指令,使整个分析执行的过程,一直在该指令的控制下,而指令的操作码送 ID,指令中的操作数,一般为参加运算的地址,被送到地址缓冲寄存器。

(3) 指令译码器 (Instruction Decoded, ID) 接收 IR 送来的操作码并译码,生成与指令相应的特定操作的启动信息。

(4) 定时控制逻辑 (Programmable Logic Array, PLA) 又称可编程逻辑阵列。ID 送出的电平信号与外部时钟脉冲在该电路中组合,形成各种内部 CON 信号和外部控制信号。