



21世纪 高职高专通用教材

单片机原理 及其应用

● 刘大茂 主编

上海交通大学出版社

68.1

4

第2版 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

单片机原理 及其应用

张毅刚 主编

21 世纪高职高专通用教材

单片机原理及其应用

主 编 刘大茂

副主编 陆锦军 姚 方

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书比较全面地阐述了 MCS-51 系列单片机的结构、基本工作原理与开发应用技术。全书共分 11 章,其中第 1 章是微型计算机的基本概念;第 2~7 章介绍 MCS-51 单片机的硬件结构、指令系统和程序设计;第 8~10 章介绍单片机的扩展与接口技术;最后一章通过几个典型实例介绍单片机的开发与应用。

本书语言通俗易懂,内容丰富、实用,由浅入深,条理清晰,系统性强,可作为高等职业教育相关专业的本、专科教材,也可作为从事单片机开发应用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及其应用/刘大茂主编. —上海:上海交通大学出版社, 2001
21 世纪高职高专通用教材
ISBN 7-313-02410-X

I. 单… II. 刘… 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 04533 号

单片机原理及其应用

刘大茂 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市印刷八厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:15.5 字数:376 千字

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

印数:1-5 050

ISBN 7-313-02410-X/TP·422 定价:22.00 元

21 世纪高职高专通用教材编纂委员会

(以姓名笔划为序)

编纂委员会顾问	白同朔	王成福	詹平华			
编纂委员会名誉主任	王式正	叶春生				
编纂委员会主任	闵光太	潘立本				
编纂委员会副主任	王永祥	王 乔	王俊堂	王继东	牛宝林	
	方沛伦	东鲁红	冯伟国	朱家建	朱懿心	
	吴惠荣	吴仁秀	房世荣	郑桂富	赵祥大	
	秦士嘉	黄 斌	常立学			
编纂委员会委员	委员 91 名:					
	王平嶂	王永祥	王式正	王成福	王 乔	王俊堂
	王继东	尤孺英	孔庆鸿	牛宝林	方沛伦	东鲁红
	叶春生	白同朔	伍建国	冯伟国	匡奕珍	华玉弟
	华正荣	华雅言	毕明生	朱大刚	朱家建	朱熙然
	朱懿心	刘大茂	刘风菊	刘志远	刘伯生	刘 敏
	刘德发	江谷传	江林升	李卫芬	李巨光	李立玲
	李杰菊	李跃中	杨宏林	杨国诗	陈立德	陈志伟
	陈良政	张 劲	张祖芳	肖 军	肖华星	余彤仑
	汪祥云	何树民	闵光太	吴仁秀	吴惠荣	林木顺
	金 升	周文锦	周奇迹	罗钟鸣	房世荣	房培玉
	郑桂富	洪本健	赵祥大	胡大超	胡 刚	姚国强
	姚家伦	夏仕平	秦士嘉	硕仲圻	顾志伟	顾国建
	陶宝元	陶铁生	徐升华	徐余法	唐育正	曹林根
	曹茂华	盛立刚	黄建平	黄 晖	黄 斌	常立学
	屠群锋	韩培江	焦庆堂	程宜康	曾文斗	董惠良
	虞孟博	詹平华	翟向阳	蒋瑞松	潘立本	潘家俊
	薛新华	戴正华				
编纂委员会秘书长	刘伯生					
秘 书	汤文彬	李 阳				

序

发展高等职业技术教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

半个多世纪以来,高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献,从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和要求的教材却似凤毛麟角。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城大学、沙州工学院、上海交通高等职业技术学校、上海农学院、上海汽车工业总公司职工大学、江阴职工大学、江南学院、常州职业技术师范学院、苏州职业大学、锡山市职业教育中心、宁波高等专科学校、上海工程技术大学等70余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高职高专通用教材》,将由上海交通大学出版社陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺,并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展做出应有的贡献!

叶春生

2000年4月5日

前 言

单片机亦称单片微控制器(MCU),是微型计算机的一个重要分支。它的诞生是计算机发展史上的一个重要里程碑。单片机技术的应用,使许多领域的技术水平和智能化、自动化程度大大提高。由于单片机具有体积小、功能齐全、价格低廉、可靠性高等优点,因此在许多领域都得到了广泛的应用,尤其在工业控制、仪器仪表、机电一体化、机器人工程、航空航天、汽车工业、家用电器、通信系统及网络技术等领域更是随处可见其踪影,它是新一代电子系统的不可缺少的重要部件,也是高新技术迅速转化为社会生产力的重要突破口。当今各种电子产品、机电设备、测控装置的微机化、智能化,是科技进步的重要标志。21 世纪的机电类工程技术人才必须具备较强的单片机开发应用能力。事实上许多高校都开设了单片机课程,目前的问题是如何提高教学质量,很关键的一条是要提供好的教材。为此,我们参考了大量的资料,并结合作者十多年从事单片机教学与开发应用研究的经验写成此书,敬献给广大读者,为推广单片机技术尽自己的微薄之力。

在内容安排上,我们选择了目前较流行、具有代表性的 MCS-51 系列单片机为对象,介绍单片机的结构、工作原理及应用方法。重在应用,书中提供了大量的应用实例。本书第 1 章以不多的篇幅介绍微型计算机的基本概念,凡是具备数字电路基本知识的读者,通过第 1 章的学习便能对微机的总体轮廓有一个完整的认识,可顺利地完成后面的各章的学习。已经学过微机原理的读者,可以直接从第 2 章开始学习。在叙述方法上,本书力求文字精炼、通俗易懂、由浅入深、条理清晰、循序渐进。书中各章都附有习题与思考题,便于读者自学。

全书共分 11 章,第 1 章是微型计算机的基本概念;第 2 章介绍 MCS-51 单片机的基本结构;第 3、4 章介绍 MCS-51 单片机的指令系统和汇编语言程序设计;第 5~7 章分别介绍 MCS-51 单片机内部中断系统、定时器/计时器及串行口等资源;第 8 章介绍单片机的扩展应用技术;第 9、10 章介绍 ADC、DAC 及常用外设与单片机的接口;第 11 章介绍单片机开发与典型应用实例。

本书第 1、2、8、11 章由刘大茂编写,第 5~7、9 章由陆锦军编写,第 3、4 章由姚云编写,第 10 章由陆锦军和姚云共同编写。全书由刘大茂教授任主编,进行整理并统稿,陈毅敏、魏宏安在整理书稿、文字录入、校对方面做了大量工作,在此表示感谢。

由于编写时间仓促,水平有限,错误与不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

1 微型计算机的基本概念	1
1.1 概述	1
1.2 计算机中常用的数制与编码	7
1.3 微处理器	13
1.4 存储器	15
1.5 输入/输出接口电路	23
习题与思考题	30
2 MCS-51 单片机的基本硬件结构	32
2.1 单片机概述	32
2.2 MCS-51 单片机的内部结构与引脚功能	37
2.3 微处理器	41
2.4 MCS-51 单片机的存储器配置	45
2.5 MCS-51 单片机内部接口部件	52
习题与思考题	57
3 MCS-51 单片机的指令系统	59
3.1 MCS-51 单片机的寻址方式	59
3.2 MCS-51 单片机的指令系统	61
习题与思考题	77
4 汇编语言程序设计	79
4.1 汇编语言及其特点	79
4.2 汇编语言程序设计举例	81
习题与思考题	96
5 MCS-51 单片机的中断系统及其应用	98
5.1 MCS-51 单片机的中断系统	98
5.2 MCS-51 单片机中断系统的应用举例	104
习题与思考题	108
6 MCS-51 单片机的定时器/计时器及其应用	109
6.1 MCS-51 单片机的定时器/计时器	109
6.2 定时器/计时器的应用举例	114
习题与思考题	119
7 MCS-51 单片机的串行通信接口	120
7.1 串行通信的基本概念	120
7.2 MCS-51 单片机串行口的结构	122
7.3 MCS-51 单片机串行口的工作方式	124

7.4	MCS - 51 单片机串行口的应用	125
	习题与思考题	132
8	MCS - 51 单片机的系统扩展	133
8.1	单片机扩展的关键技术	133
8.2	程序存储器的扩展	138
8.3	数据存储器的扩展	141
8.4	E ² PROM 在单片机系统中的应用	150
8.5	输入/输出接口的扩展	157
	习题与思考题	169
9	MCS - 51 单片机与 ADC、DAC 的接口	170
9.1	DAC0832 与 MCS - 51 单片机的接口	170
9.2	ADC0809 与 MCS - 51 单片机的接口	176
9.3	MC14433 与 MCS - 51 单片机的接口	181
	习题与思考题	187
10	MCS - 51 单片机与常用外设的接口	188
10.1	LED 显示器接口	188
10.2	简易键盘接口	195
10.3	微型打印机接口	197
	习题与思考题	201
11	单片机开发与应用实例	202
11.1	单片机应用系统的研制方法与步骤	202
11.2	注塑机顺序控制系统	205
11.3	数据采集系统	208
11.4	电阻炉温度控制系统	217
	附录	227
	附录 A ASCII(美国标准信息交换码)表	227
	附录 B MCS - 51 指令表(按功能排列)	228
	附录 C MCS - 51 指令表(按字母顺序排列)	231
	参考文献	235

1 微型计算机的基本概念

1.1 概述

计算机是 20 世纪最伟大的科学技术成就之一,自 1946 年第一台电子计算机问世以来,计算机的发展已经经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路等四代。计算机通常按其体积和性能可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类。由于微型计算机具有体积小、重量轻、功耗低、价格便宜、结构灵活等特点,从而得到了广泛应用,现在它已应用于人类生活的各个领域,深入到千家万户,极大地推动了人类社会的发展。

1.1.1 计算机的特性

计算机之所以能在现代社会中起着极其重要的作用,是由它的卓越特性决定的:

(1) 高速度 这是它能得到广泛应用的最重要原因,它能以人所无法比拟的高速度处理各种信息,现在微型计算机的时钟频率已达到数百兆赫兹,巨型机已达到每秒钟 39 000 亿次。

(2) 高度自动化 计算机能在程序的控制下,无需人的介入,自动地处理信息。

(3) 记忆能力 计算机能保存大量的信息,一般能存储几百万、几千万字符甚至更多的信息。

(4) 逻辑判断能力 计算机可进行各种逻辑判断,并根据判断的结果自动决定下一步的工作。

(5) 高精度和高可靠性 用计算机处理得到的结果,数据的有效位可达十几位,甚至上百位。计算机的可靠性高,可无故障的连续运行数万小时。

1.1.2 计算机的应用领域

一般来说,计算机有以下几个方面的应用:

(1) 科学计算 利用计算机高速度、高精度地进行大量的复杂的数学运算,如导弹飞行轨迹计算、天气数值预报等。

(2) 数据与信息处理 利用计算机对大批量数据进行排序、插入、修改、删除、检索等基本操作,如资料的统计分析、计划的编制、企业的成本核算、情报的检索等。

(3) 实时控制 计算机实时采集生产、交通等现场的信息并加以处理,然后输出命令控制现场,使现场达到较佳的状态,如数控机床、化工自动控制、自动灭火系统、智能仪器等。

(4) 计算机辅助设计 利用计算机部分代替人工进行机械、电路、房屋、服装等设计。

(5) 人工智能的应用 人工智能就是用计算机模拟人类的智能,使计算机具有听、看、说和“思维”的能力。人工智能包括的内容有:图形与语言的识别、语言的翻译、专家系统、机器人、自动程序设计等。

1.1.3 计算机的组成

1) 计算机的基本结构

计算机的结构框图如图 1.1 所示。它由运算器、控制器、存储器、输入设备及输出设备五大部分组成。

运算器是计算机处理信息的主要部件。控制器产生一系列控制命令,控制计算机各部件自动地、协调一致地工作。存储器是存放数据与程序的部件。输入设备用来输入数据与程序,常用的输入设备有键盘、光电输入机等。输出设备将计算机的处理结果用数字、图形等形式表示出来。常用的输出设备有显示终端、数码管、打印机、绘图仪等。

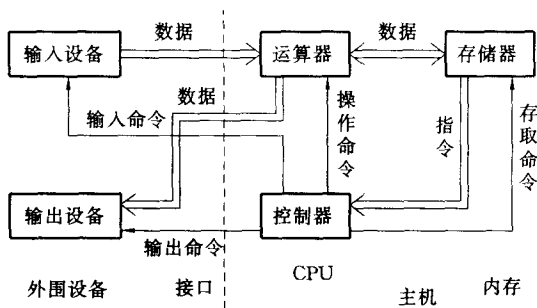


图 1.1 计算机结构

通常把运算器、控制器、存储器这三部分称为计算机主机,而输入、输出设备则称为计算机的外围设备(简称“外设”)。由于运算器、控制器是计算机处理信息的关键部件,所以常将它们合称为中央处理单元 CPU(Central Processing Unit)。

2) 字长

计算机内所有的信息都是以二进制代码的形式表示的。一台计算机所用的二进制代码的位数称为该计算机的字长。计算机的字长越长,表示的数值的有效位数也越多,计算的精度就越高。但是,位数越多,用来表示二进制代码的逻辑电路也越多,使得计算机的结构变得庞大,电路变得复杂,造价也就昂贵。用户通常要根据不同的任务选择不同字长的计算机。微型计算机的字长有 1 位、4 位、8 位、16 位、32 位等。

3) 微型计算机结构

随着大规模集成电路技术的发展,已经把运算器、控制器集成在一块硅片上,成为独立的器件。该芯片称为微处理器(Microprocessor),也称 CPU。存储器(Memory)也已经集成为一块块独立的芯片。

微处理器芯片、存储器芯片与输入/输出接口电路芯片(简称 I/O 接口)之间用总线(Bus)连接,构成了微型计算机(Micro-Computer)的核心。如图 1.2 所示。

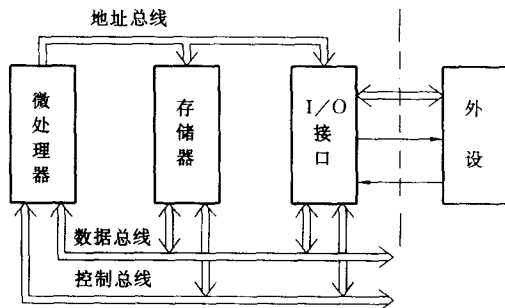


图 1.2 微型计算机结构

(1) 微处理器 微处理器是微型计算机的核心,它通常包括 3 个基本部分:

算术逻辑部件 ALU(Arithmetic Logic Unit): ALU 是对传送到微处理器的数据进行算术运算或逻辑运算的电路,如执行加法、减法运算,逻辑与、逻辑或运算等。

工作寄存器组: CPU 中有多个工作寄存器,用来存放操作数及运算的中间结果等。

控制部件: 控制部件包括时钟电路和控制电路。时钟电路产生时钟脉冲,用于计算机各部分电路的同步定时。控制电路产生完成各种操作所需的控制信号。

(2) 存储器 存储器是微型计算机的重要组成部分,计算机有了存储器才具备记忆功能。

存储器由许多存储单元组成,图 1.3 是它的示意图,每个方格表示一个存储单元。存储单元存放的二进制位数与字长一致。在 8 位微机中,每个存储单元存放 8 位二进制代码。在计算机中,8 位二进制数又称为一个字节(Byte),所以 8 位微机的存储单元存放一个字节。

存储器的一个重要指标是容量。假如存储器有 256 个单元,每个单元存放 8 位二进制数,那么该存储器容量为 256 字节,或 256×8 位。在容量较大的存储器中,存储容量以“KB”为单位,1 KB 容量实际上是 $2^{10} = 1024$ 个存储单元。

计算机工作时,CPU 将数码存入存储器的过程被称为“写”操作,CPU 从存储器中取数码的过程被称为“读”操作。写入存储单元的数码取代了原有的数码,而且在下一个新的数码写入之前一直保留着,即存储器具有记忆数码的功能。在执行读操作后,存储单元中原有的内容不变,即存储器的读出是非破坏性的。

为了便于读、写操作,要对存储器所有单元按顺序编号,这种编号就是存储单元的地址。每个单元都拥有相应的唯一地址,如图 1.3 所示。地址用二进制数表示,地址的二进制位数 N 与存储容量 Q 的关系是: $Q = 2^N$ 。

(3) 输入/输出接口电路 I/O 接口是沟通 CPU 与外部设备的不可缺少的重要部件。外部设备种类繁多,其运行速度、数据形式、电平等各不相同,常常与 CPU 不一致,所以要用 I/O 接口作桥梁,起到信息转换与协调的作用。例如打印机打印一行字符约需 1s,而计算机输出一行字符仅需 1ms 左右,要使打印机与计算机同步工作,必须采用相应的接口电路来协调和衔接。

(4) 总线 所谓总线,就是在微型计算机各芯片之间或芯片内部各部件之间传输信息的一组公共通信线。图 1.4 表示各芯片之间的一组 8 位总线,该总线由 8 根传输导线组成,可以在芯片 1,2,...,N 之间并行传送 8 位二进制数构成的信息。

微型计算机采用总线结构后,芯片之间

不单独走线,这就大大减少了连接线的数量。但是,挂在总线上的芯片不能同时发送信息,否则多个信息同时出现在总线上将发生冲突而造成出错。这就是说,如果有几块芯片需要输出信息,就必须分时传送。为了实现这个要求,挂在总线上的各芯片必须通过缓冲器与总线相连。

三态门是常用缓冲器的一种。单向三态门电路及其真值表如图 1.5 所示,控制端 C 为高电平“1”时,三态门导通,信息从 A 传送到 B 。控制端 C 为低电平“0”时,三态门截止, A 、 B 之间呈现高阻隔离状态。双向三态门电路如图 1.6 所示。控制端 $C_1 = 0$ 、 $C_2 = 0$ 时,三态门截止, A 、 B 之间呈现高阻状态。控制端 $C_1 = 1$ 、 $C_2 = 0$ 时,门 1 导通、门 2 截止,信息从 A 传送到 B 。控制端 $C_1 = 0$ 、 $C_2 = 1$ 时,门 1 截止、门 2 导通,信息从 B 传送到 A 。

单向总线的缓冲器由单向三态门构成,双向总线的缓冲器由双向三态门构成。8 位总线的

0000	0000	0011	1100
0000	0001	1010	0011
0000	0010	1110	0101
0000	0011		
0000	0100		
		⋮	
1111	1110		
1111	1111		

图 1.3 存储器示意图

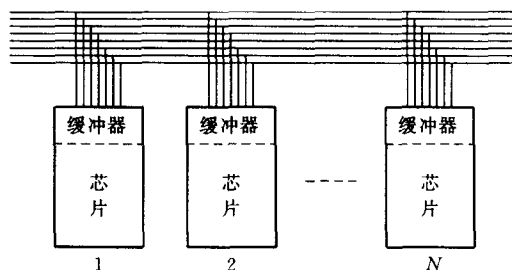


图 1.4 8 位总线

缓冲器由 8 个三态门组成,每个三态门控制芯片的一根传输线。

在每一个瞬间,由 CPU 发出的控制信号只接通一个发送信息芯片的缓冲器,同时还接通接收信息芯片的缓冲器,其他缓冲器都处在高阻断开状态,这就保证了信息传送的正确性。

微型计算机采用总线结构后,还可以提高计算机扩展存储器芯片及 I/O 芯片的灵活性。因为挂在总线上的芯片数量原则上是有限制的,需要增加芯片时,只需通过缓冲器挂到总线上就行了。但是,总线一次只能传送一个数据,使计算机的工作速度受到了影响。

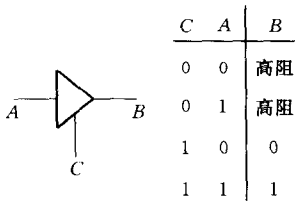


图 1.5 单向三态门

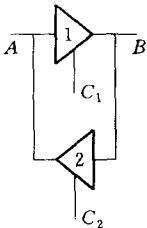


图 1.6 双向三态门

很多计算机采用三总线结构;数据总线 DB(Data Bus)在芯片之间传送数据信息;地址总线 AB(Address Bus)传送地址信息;控制总线 CB (Control Bus) 传送控制命令。有的计算机用一组总线分时传送地址和数据信息,称为地址/数据分时复用总线。在微处理器内部往往只使用一组总线,称为单总线结构。

将微处理器、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,称为单板微型计算机,简称单板机。将微处理器、存储器和 I/O 接口电路集成在一块芯片上,称为单片机,或微控制器 MCU。

微型计算机与外围设备、电源、系统软件一起构成应用系统,称为微型计算机系统。图 1.7 概括了微处理器、微型计算机、微型计算机系统三者的关系。

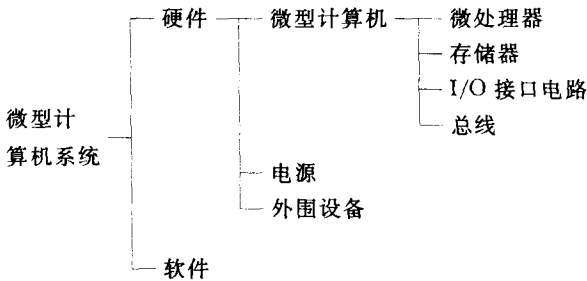


图 1.7 微型计算机系统

1.1.4 微型计算机软件

计算机要能够脱离人的直接控制而自动地操作与运算,还必须要软件支持。软件是指使用和管理计算机的各种程序(Program),而程序是由一条条指令(Instruction)组成的。

1) 指令

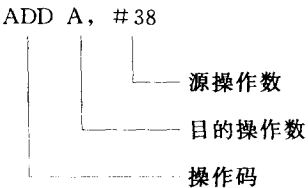
控制计算机进行各种操作的命令称为指令。

例如,将数 29 传送(Move)到寄存器 A 的指令,书写形式为:

MOV A, # 29H; (A)←29

其中“(A)←29”是用符号表示的该指令功能。

将寄存器 A 的内容与数 38 相加的指令称为加法(Additive)指令,书写格式为:



的程序就是机器语言程序。二进制代码形式的指令又称机器指令或机器码。汇编指令与机器指令具有一一对应的关系。

汇编语言程序与高级语言程序又统称为源程序,而机器语言程序又称为目标程序。

机器语言只有 0、1 两个符号,用它来直接编写程序十分困难。因此,往往先用汇编语言或高级语言编写程序,然后再转换成目标程序。将汇编语言程序翻译成目标程序的过程称为汇编。实现汇编有两种方法。由编程人员对照指令表,一条一条查找、翻译的称为人工汇编。由计算机自动完成汇编语言转换为机器语言的称为机器汇编。机器汇编时用到的软件称为汇编程序。高级语言转换成机器语言的工作只能由计算机完成,转换时所用的软件为编译程序或解释程序。这两种程序都远比汇编程序复杂,占用存储器单元多,这是应用高级语言的缺点。

如图 1.8 所示,指令机器码第一个字节所在单元的地址称为指令地址。第一条指令的地址称为该程序的首地址,又称程序的入口地址。带有二进制地址和机器码的程序示例如下:

地址	机器码	汇编指令
0000 0000	0111 0100 0011 1111	MOV A, #63
0000 0010	0010 0100 0011 1000	ADD A, #56
0000 0100	0010 0100 0010 0100	ADD A, #36
0000 0110	0010 0100 0000 1110	ADD A, #14
⋮	⋮	⋮

二进制数位数多,书写和识读不便,所以地址和机器码实际上多以十六进制数表示。

4) 程序分类

计算机软件即程序系统所包括的内容如图 1.9 所示。

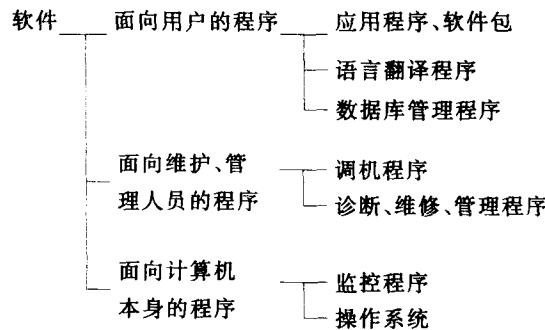


图 1.9 计算机软件示意图

用来解决用户各种实际问题的程序称为应用程序。应用程序标准化、模块化后,形成解决各种典型问题的应用程序的组合,称为软件包。

语言翻译程序如汇编程序、编译程序、解释程序。

计算机应用于信息处理、情报检索以及各种管理系统时要处理大量数据,并建立大量的表

格。这些数据、表格应按一定规律组织起来,使检索更迅速,处理更方便,于是就建立了数据库。相应地出现了数据库管理程序。

调机程序是测试计算机性能的程序。调机程序、诊断、维修、管理程序都由计算机生产厂家提供,用于计算机的维护及管理。

监控程序固化于内部存储器中,上电后能自动担负起管理整个计算机的工作,包括机器正常启动、调用磁盘操作系统、调用汇编程序或编译程序、扫描键盘、输入用户程序并运行等。

在一些较大的计算机系统中,硬件与软件都很繁杂。如果由人通过控制台直接参与硬件、软件的管理调度,不仅效率很低,而且非常困难,必须让计算机自己管理自己。操作系统就是指挥计算机管理自己的软件。操作系统能根据任务和设备情况,按照使用者的意图,合理分配硬件和软件的工作,实现多个程序成批地在计算机中自动运行,充分发挥计算机系统的效率。

1.2 计算机中常用的数制与编码

1.2.1 进位计数制

一个数值,可以用不同进制的数表示。人们经常使用十进制数,但在计算机中使用二进制数,而编制程序时又常常用到十六进制数。为了区分这三种数制,可以在数的后面放一个英文字母作为标识符。二进制数用 B,十六进制数用 H,十进制数用 D。

(1) 二进制数 二进制数有两个主要特点:

- ① 它只有两个数字符号: 0 和 1。
- ② 逢二进一。

各数位中数符 1 的数值是不同的,称作各数位的“权”,例如:

$$1\ 001\text{B} = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 9$$

$$1\ 101.001\text{B} = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-3} = 13.125$$

(2) 十六进制数 十六进制数的两个主要特点是:

- ① 它有 16 个数字符号,即 0,1,2,...,9 及 A,B,C,D,E,F,其中 A 为 10、B 为 11……F 为 15。
- ② 逢十六进一。

各数位中数符 1 的数值称为十六进制数各位的权。根据十六进制数的权,可得

$$\text{A}2.3\text{H} = 10 \times 16^1 + 2 \times 16^0 + 3 \times 16^{-1} = 162.1875$$

$$327\text{H} = 3 \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 7 \times 16^0 = 807$$

1.2.2 不同进位制数间的转换

(1) 二进制数与十六进制数的相互转换 4 位二进制数具有十六个状态,而 1 位十六进制数也具有十六个状态,所以 1 位十六进制数对应于 4 位二进制数,转换十分方便。

① 十六进制数转换成二进制数: 只要把每 1 位十六进制数用对应的 4 位二进制数代替,就转换成了二进制数。

② 二进制数转换成十六进制数：二进制数的整数部分由小数点向左，每 4 位一分，最后不足部分左面补零；小数部分由小数点向右，每 4 位一分，最后不足部分右面补零，然后每 4 位二进制数用 1 位十六进制数代替，就转换成了十六进制数。

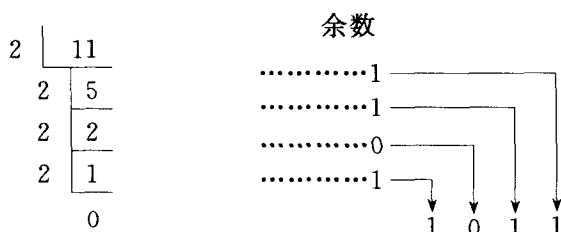
(2) 二进制数、十六进制数转换成十进制数 根据二进制数及十六进制数的定义，将一个二进制数或十六进制数按权展开，然后相加，就得到了十进制数。

(3) 十进制数转换成二进制数、十六进制数 十进制数转换成二进制数或十六进制数时，要把整数部分和小数部分分别换算，然后再将转换结果加在一起。

① 整数部分的换算：十进制数的整数部分连续被基数 2 所除，依次记下余数，直到商为 0 止。第一个余数是转换后的二进制数的最低位，最后一个余数是最高位。

[例 1.1] 将十进制数 11 转换成二进制数。

因为



所以 $11 = 1011\text{B}$

十进制数的整数部分转换成十六进制数的方法是：十进制整数连续被基数 16 所除，依次记下余数，直到商为 0 止。第一个余数是转换后的十六进制数的最低位，最后一个余数则是最高位。

[例 1.2] 将十进制数 116 转换成十六进制数。

因为

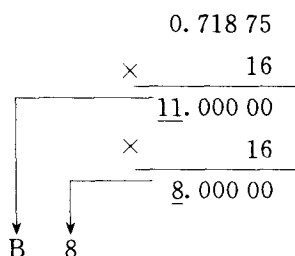


所以 $116 = 74\text{H}$

② 小数部分的转换：十进制小数连续乘以基数 2(或 16)，依次记下积的整数部分，直到积为 0 止。第一个整数是二(或十六)进制小数的最高位，最后一个整数是最低位。

[例 1.3] 将十进制数 0.718 75 转换成十六进制数。

因为



所以转换结果

$0.718\ 75 = 0.\text{B}8\text{H}$