

The cover features a light blue background with several large, 3D-rendered blue spheres of varying sizes scattered across the page. A series of thin, wavy blue lines curves across the middle of the cover, passing behind the title area. The title is presented in two horizontal bands: a dark blue band at the top for the first part of the title, and a black band below it for the second part.

计算机原理 与汇编语言程序设计

主 编 高 静 王映龙
副主编 肖志勇 王丽颖 杨小玲



科学出版社

内 容 简 介

本书将“计算机原理”与“汇编语言程序设计”的内容进行了有机结合。从普遍性和原理性的角度出发,讲述计算机硬件系统的组成、各部件的结构及工作原理、指令系统和汇编语言程序设计的基本方法。全书内容分10章:第1章绪论;第2章计算机中的信息表示方法;第3章运算方法和运算器;第4章指令系统和寻址方式;第5章控制器部件的组成及其设计;第6章存储器系统;第7章输入/输出设备及输入/输出系统;第8章汇编语言的程序格式;第9章汇编语言程序设计;第10章汇编语言程序的开发与调试。

本书内容翔实、语句通顺、概念清晰、通俗易懂,每章配有适量的例题和习题,可以作为计算机及其相关专业的本、专科生的教材,成人自学考试和全国计算机等级考试三、四级用书,也可以作为计算机科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机原理与汇编语言程序设计/高静,王映龙主编.—北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-032574-7

I. ①计… II. ①高…②王… III. ①电子计算机-基础理论②汇编语言-程序设计 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 213241 号

责任编辑:胡 凯 顾 艳/责任校对:陈玉凤

责任印制:赵 博/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年10月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2011年10月第一次印刷 印张: 23 1/2

印数: 1—2 500 字数: 468 000

定价: 46.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着计算机、网络和通信等信息技术的高速发展,信息技术迅速产业化。我国的计算机技术在全球信息化浪潮的推动下也获得了快速的发展,进而对计算机专业的从业人员提出了新的挑战。对于他们来说,仅仅只会用高级语言编写代码已经不能很好地适应环境的需求了,掌握一些硬件知识和面向机器的语言势在必行——计算机原理与汇编语言的巧妙结合恰恰做到了这一点。

计算机原理主要讲述了单台计算机的完整的组成结构及各功能部件的工作原理和运行机理。汇编语言是面向机器的低级程序设计语言,可以直接操作硬件。如果将两方面有机结合起来,我们就可以很好地理解计算机系统由计算机硬件和计算机软件两部分组成,以及硬件、软件的功能划分和相互配合的关系,并且通过指令系统这条纽带将二者连接起来。本书不仅适合有一定计算机基础知识的人阅读,对于计算机的初学者也是非常适用的。

本书是首都经济贸易大学、江西农业大学、内蒙古科技大学、北京科技大学的教师多年从事“计算机组成原理”和“汇编语言程序设计”课程教学的经验总结。本书从组成计算机的五大部件出发,全面阐述了计算机各功能部件的组成、内部原理及其运行机制,详细介绍了指令系统和寻址方式,讲述了汇编语言的程序设计技术、方法和技能。通过本书的阅读,读者首先建立起计算机的整机概念,掌握计算机组成和运行机制方面的基本概念、基本原理、基本设计和分析方法等系统知识;然后,从系统结构的观点出发,理解提高计算机整机的软硬件性能和部件性能的各种可行途径,从而对计算机系统的分析、开发、使用与设计有一定的认识,并进一步为其他专业课的学习奠定基石。

本书将技术性、工程性和实践性融为一体,每章配有一定的习题和例题。从本书的内容编排上看,“计算机原理”与“汇编语言程序设计”既统一又相对独立,高等院校可以根据开设专业课的情况,选择相应内容教学。因此,本书既可以作为“计算机原理与汇编语言程序设计”课程的教材,也可以作为单独开设“计算机组成原理”或“汇编语言程序设计”课程的教材。

本书共 10 章,前 7 章涵盖了计算机原理的主要内容,以及汇编语言中 8086 指令系统中的常用指令。本书将 8086 指令系统放入第 4 章“指令系统和寻址方式”中介绍,目的在于将 8086 指令系统作为指令系统设计的一个典型例子,使读者更能深切地体会指令系统的设计技术。

本书第 1 章介绍了计算机两大系统的组成,然后自底而上地介绍了计算机系

统的层次结构,并且详细介绍了计算机的分类和具体的应用及性能指标;第2章主要讲述了数值数据和非数值数据这两种数据的信息表示方法;第3章主要讲述计算机中定点数据和浮点数据的四则运算,并且详细讲述了定点运算器和浮点运算器的组成结构,介绍了运算器的发展;第4章主要介绍了指令系统的基本概念、指令格式以及寻址方式,探讨了指令系统的设计理念,详细介绍了8086计算机的指令系统及其寻址方式;第5章主要讲述控制器的功能和组成,并且介绍了两种产生控制信号的办法:硬连线控制器和微程序控制器;第6章主要讲述存储器的分类、主存储器和外存储器的存储原理,以及高速缓冲存储器和虚拟存储器的工作原理;第7章介绍各种输入/输出设备以及输入/输出系统中的各种输入/输出方式,简单介绍了总线的相关知识;第8章主要讲述汇编语言程序的基本概念、汇编语言功能和汇编语言程序格式、伪指令以及相应的运算符和表达式;第9章讲述了汇编语言程序设计技术,囊括了分支程序设计、循环程序设计、子程序设计的全部内容和设计技巧,介绍了宏汇编的具体内容;第10章介绍了汇编语言的开发过程与调试环境与方法。

本书由首都经济贸易大学信息学院高静、江西农业大学软件学院王映龙主编并负责全书的统稿。高静编写第1、2章;江西农业大学王映龙、肖志勇、杨小玲编写第3~6章;北京科技大学李莉、赵宝永编写第7章、附录;内蒙古科技大学王丽颖编写第8、9章;韩智东、王纪文编写第10章。北京科技大学杨炳儒教授担任主审,他认真审阅了全稿,提出了许多宝贵的意见。北京科技大学王志良教授、张德政教授,首都经济贸易大学杨一平教授、马慧教授、赵丹亚教授也对本书的编写给予了热情的帮助和指导,在此表示感谢!在编写过程中,我们还得到了首都经济贸易大学信息学院的领导和老师的大力帮助和支持。本书的出版得到了首都经济贸易大学科研水平提高经费的资助。

本书的编写也离不开父母和爱人的支持,借此对他们表示深深的谢意。在此,谨向所有给予我们支持和帮助的各位同仁表示衷心的感谢!

由于本书的出版是在各位老师繁忙的教学、科研工作的同时完成的,书中可能存在错误或不足之处,恳请读者给予批评指正。

作 者

2011年3月于北京

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机的定义、特征与发展.....	1
1.2 计算机系统组成	3
1.2.1 计算机系统组成框图	3
1.2.2 计算机硬件	4
1.2.3 计算机软件	7
1.2.4 软件与硬件的逻辑等价性	9
1.3 计算机系统的层次结构	9
1.4 8086 寄存器组与存储器	10
1.4.1 8086 的寄存器.....	11
1.4.2 8086 存储器寻址	14
1.5 计算机的分类与应用.....	19
1.5.1 计算机的分类	19
1.5.2 计算机的应用	21
1.6 计算机的性能指标.....	24
习题	25
第 2 章 计算机中的信息表示方法	26
2.1 数值数据表示方法.....	26
2.1.1 数制与进位计数法	26
2.1.2 数制转换.....	27
2.1.3 二进制的四则运算	31
2.1.4 定点数表示	32
2.1.5 浮点数表示	33
2.1.6 机器码表示方法	35
2.2 非数值数据的信息表示.....	43
2.2.1 逻辑数据.....	43
2.2.2 西文字符的表示	45
2.2.3 字符串的表示	45
2.2.4 汉字字符的表示	46

2.2.5 多媒体信息的表示	47
2.2.6 校验码	47
习题	48
第3章 运算方法和运算器	50
3.1 定点加减运算	50
3.1.1 补码加减法运算	50
3.1.2 溢出判断	52
3.2 移位运算	53
3.3 定点乘法运算	54
3.3.1 原码一位乘	54
3.3.2 原码两位乘	57
3.3.3 补码一位乘	59
3.3.4 阵列乘法	62
3.4 定点除法运算	66
3.4.1 原码一位除	66
3.4.2 补码一位除	70
3.4.3 阵列除法	72
3.5 运算器的组成	76
3.5.1 运算器的组成部件	76
3.5.2 半加器与加法器	78
3.5.3 串行进位与并行进位	80
3.5.4 并行加法器进位链	84
3.5.5 定点运算器的三种结构	85
3.6 浮点运算	87
3.6.1 浮点加减法运算	87
3.6.2 浮点乘除法运算	92
3.6.3 浮点运算的流水线	95
3.7 运算器的发展	96
3.7.1 ALU的发展	96
3.7.2 浮点运算器的发展	97
习题	97
第4章 指令系统和寻址方式	99
4.1 指令系统的基本概念	99
4.1.1 指令系统及计算机语言	99
4.1.2 对指令系统的性能要求	101

4.2 指令格式	101
4.2.1 指令格式及指令字长度	101
4.2.2 操作码	102
4.2.3 地址码	104
4.2.4 指令助记符与机器指令代码	105
4.2.5 指令格式举例	106
4.3 寻址方式	108
4.3.1 指令寻址方式	108
4.3.2 操作数寻址方式	110
4.3.3 8086 寻址方式	114
4.4 指令的分类与操作数的类型	120
4.4.1 指令类型	120
4.4.2 操作数类型举例	121
4.4.3 CISC 与 RISC 指令系统	122
4.5 8086 指令系统	123
4.5.1 数据传送指令	123
4.5.2 算术运算指令	131
4.5.3 逻辑运算指令	136
4.5.4 字符串处理指令	139
4.5.5 程序控制类指令	143
4.5.6 输入/输出类指令	148
4.5.7 系统控制类指令与其他指令	148
习题	148
第 5 章 控制器部件的组成及其设计	151
5.1 控制器的功能、组成与指令的执行	151
5.1.1 控制器部件的功能及基本组成	151
5.1.2 指令的执行步骤	153
5.1.3 指令周期的基本概念	154
5.1.4 指令周期举例	154
5.1.5 方框图语言	157
5.2 时序产生器和控制方式	160
5.2.1 时序产生器	160
5.2.2 控制方式	162
5.3 微程序控制器的组成与设计	164
5.3.1 微程序控制器的工作原理和基本组成	164

5.3.2	微程序设计技术	169
5.3.3	微指令的格式	169
5.3.4	微指令操作码与地址码的编译方法	171
5.4	硬连线控制器的组成与设计	173
5.4.1	硬连线控制器的基本原理、基本组成和运行过程	173
5.4.2	硬连线控制器设计步骤	175
5.5	典型 CPU 举例	176
5.6	指令流水与并行技术	184
5.6.1	指令流水的基本概念	184
5.6.2	RISC 的指令系统和流水线	185
5.6.3	并行处理技术	186
	习题	187
第 6 章	存储器系统	189
6.1	存储器概述	189
6.1.1	存储器分类	189
6.1.2	存储器系统的设计目标	191
6.1.3	存储器的分级结构	191
6.2	主存储器	193
6.2.1	主存储器概述	193
6.2.2	动态存储器的存储原理和读写	193
6.2.3	静态存储器的存储原理及其与 CPU 的连接	196
6.2.4	存储器的设计	203
6.3	外存储器	204
6.3.1	外存储器概述	204
6.3.2	磁盘与磁盘阵列	205
6.3.3	光盘设备与技术	216
6.3.4	优盘设备与技术	218
6.4	高速缓冲存储器	224
6.4.1	cache 的工作原理	224
6.4.2	cache 与主存的地址映射	225
6.4.3	cache 替换算法及其实现	228
6.4.4	cache 的一致性问题	230
6.4.5	cache 结构举例	231
6.5	虚拟存储器	232
6.5.1	虚拟存储器的概念与功能	232

6.5.2	虚拟存储器的基本管理方法	233
6.5.3	虚拟存储器的替换算法	235
6.5.4	存储保护	236
6.6	并行存储器	239
6.6.1	双端口存储器	239
6.6.2	多模块交叉存储器	241
	习题	244
第7章	输入/输出设备及输入/输出系统	246
7.1	输入/输出设备	246
7.1.1	输入/输出设备概述	246
7.1.2	输入/输出设备的分类	247
7.2	输入设备	248
7.2.1	键盘的分类与工作原理	249
7.2.2	鼠标的分类与工作原理	251
7.3	输出设备	253
7.3.1	打印机的分类与工作原理	253
7.3.2	显示器的分类与工作原理	256
7.4	输入/输出系统的概述	261
7.5	计算机总线系统	263
7.5.1	总线的概念和结构	263
7.5.2	总线的连接	265
7.5.3	总线的内部结构	266
7.5.4	总线的仲裁和数据传输控制	267
7.5.5	总线标准	272
7.6	输入/输出接口	273
7.6.1	接口的基本概念与基本功能	273
7.6.2	接口的分类	274
7.6.3	串行口举例	274
7.7	输入/输出数据传输方式	275
7.7.1	程序查询方式	275
7.7.2	程序中断方式	277
7.7.3	DMA 方式	282
7.7.4	通道方式	284
7.7.5	输入/输出处理机	287
	习题	288

第 8 章 汇编语言的程序格式	289
8.1 汇编程序的功能	289
8.2 汇编语言的格式	289
8.2.1 名字项	290
8.2.2 操作码项	291
8.2.3 操作数项	291
8.2.4 注释项	292
8.3 伪指令	292
8.3.1 程序开始和结束伪指令	292
8.3.2 段定义伪指令	293
8.3.3 段对应伪指令	294
8.3.4 过程定义伪指令	296
8.3.5 汇编语言程序的结构	296
8.3.6 数据定义伪指令	299
8.3.7 符号定义伪指令	302
8.3.8 定位伪指令与地址计数器	302
8.3.9 对准伪指令	303
8.3.10 基数控制伪操作	304
8.4 运算符与表达式	304
8.4.1 算术运算符	304
8.4.2 关系运算符	305
8.4.3 逻辑运算符和移位运算符	305
8.4.4 数值回送运算符	306
8.4.5 属性运算符	307
8.4.6 运算符的优先级	307
习题	308
第 9 章 汇编语言程序设计	311
9.1 分支程序设计	311
9.1.1 单分支结构	311
9.1.2 双分支结构	312
9.1.3 多分支结构	313
9.2 循环程序设计	320
9.2.1 循环程序的结构形式	320
9.2.2 单重循环程序设计	321
9.2.3 多重循环程序设计	325

9.3 宏汇编	328
9.3.1 宏定义	329
9.3.2 宏调用	330
9.3.3 宏展开	330
9.4 子程序	331
9.4.1 子程序与主程序的关系	331
9.4.2 子程序举例	332
习题	336
第 10 章 汇编语言程序的开发与调试	338
10.1 开发过程	338
10.2 开发环境	339
10.2.1 编辑程序	339
10.2.2 编译	340
10.2.3 连接	342
10.2.4 运行	343
10.3 DEBUG 调试	343
10.3.1 DEBUG 的进入与退出	343
10.3.2 DEBUG 的主要命令	343
参考文献	350
附录 A DOS 功能调用	351
附录 B 8086 汇编指令表	357

第 1 章 绪 论

计算机原理讲述的是单台计算机基本的组成原理与完整的内部运行机制。计算机系统是由计算机硬件系统和计算机软件系统两部分组成的,本章在给出计算机的完整定义后,首先介绍了两大系统的组成,然后自底向上地介绍了计算机系统的层次结构,并且详细介绍了计算机的分类和具体的应用,将读者带入神奇的计算机世界。

1.1 计算机的定义、特征与发展

1. 计算机的定义

计算机(Computer)是一种能够按照事先存储的程序,自动、快速、准确地进行大量数值计算和各种信息处理的现代化智能电子设备。也可以说,数字电子计算机就是一种能自动、高速地对各种数字化信息进行运算处理的电子设备。所以,计算机的特性可以归纳为:高速性、通用性、准确性、逻辑性。因此,计算机可以进行数值计算,又可以进行逻辑计算,还具有存储记忆功能。它由硬件和软件组成,两者是不可分割的。一般,人们把没有安装任何软件的计算机称为裸机。通常,人们口头上说的计算机严格地说是面向个人使用的计算机,即个人计算机,PC(Personal Computer)。从物质上看,个人计算机由键盘、鼠标、主机和显示器几个部分组成。而依据冯·诺伊曼机制,计算机由五大部件组成,即运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备。

2. 计算机的特征

计算机是一种可以进行自动控制、具有记忆功能的现代化计算工具和信息处理工具。它有以下五个方面的特点:

1) 运算速度快

计算机的运算速度用 MIPS(Million Instructions per Second),即每秒处理的百万级的机器语言指令条数来衡量。现代计算机的运算速度在几十 MIPS 以上,巨型计算机的速度可达到千万 MIPS。计算机如此高的运算速度是其他任何计算工具无法比拟的,它使得过去需要几十年才能完成的复杂运算任务,现在只需几小时、甚至更短的时间就可以完成。这正是计算机被广泛应用的主要原因之一。

2) 计算精度高

一般来说,现在的计算机都有三十几位(甚至更多位)有效数字,而且理论上还可以更高,因为数在计算机内部是用二进制数编码的,数的精度主要由它的二进制码的位数决定。可以通过增加数的二进制位数来提高精度,位数越多精度就越高。

3) 记忆功能强

计算机的存储器类似于人的大脑,可以“记忆”(存储)大量的数据和计算机程序而不丢失,在计算的同时,还可把中间结果存储起来,供以后使用。

4) 具有逻辑判断能力

计算机在程序的执行过程中,会根据上一步的执行结果,运用逻辑判断方法自动确定下一步的执行命令。正是计算机所具有的这种逻辑判断能力使其不仅能解决数值计算问题,而且能解决非数值计算问题,比如工业控制、管理决策、图像识别等。

5) 可靠性高

由于采用了大规模和超大规模集成电路,现在的计算机具有非常高的可靠性。

3. 计算机的发展

计算机系统是能够自动、快速、准确地进行信息处理的电子工具,其发展历程实质上是电子器件的快速发展史。

1946年,世界上出现了第一台由电子管构成的、能够按照人们事先的安排,快速完成所要求的计算任务的电子计算机埃尼阿克(ENIAC, Electronic Numerical Integrator and Computer)。埃尼阿克的计算采用十进制,具有18 000多个电子管,耗电量达到每小时150千瓦·时,重量达30吨,占地1500平方英尺^①,而且是手工扳动开关,需要人工插拔电缆。埃尼阿克能够完成的功能是:①每秒5000次加法运算;②每秒50次乘法运算;③平方和立方计算;④sin和cos函数值计算;⑤其他略复杂的计算。伴随着第一台计算机的诞生,美国科学家冯·诺伊曼撰写了《电子装置的逻辑设计初探》一文,其中介绍了该计算机的工作原理。第一台计算机诞生之后,计算机及其相关技术经历了一个快速发展的过程。一般来说,电子计算机发展历程的各个阶段是以所采用的电子器件的不同来划分的。

(1) 1946年开始的第一代电子管计算机:计算机运算速度低,存储器件为声延迟线或磁鼓,采用定点运算,这时“软件”尚未出现。

(2) 1958年开始的第二代晶体管计算机:运算速度提高到每秒几万次到几十万次,存储器由磁芯构成,实现了浮点运算,出现了高级语言。

(3) 1965年开始的第三代中小规模集成电路计算机:运算速度提高到每秒几十万次到几百万次,集成度与可靠性提高,微电子技术与计算机技术得到了结合,

^① 1平方米=10.764平方英尺。

出现了微程序控制技术与流水技术等。

(4) 1971年开始的第四代大规模集成电路计算机:运算速度每秒可达到上亿次,可靠性进一步提高,体积进一步缩小,成本降低,微处理技术得到了发展,出现了并行技术。

(5) 1986年开始的第五代巨大规模集成电路计算机:运算速度提高到每秒十亿次,出现了集成在一片超大规模集成电路上的单片机,网络开始广泛应用。

(6) 非冯结构的新一代计算机:伴随着仿生学、量子力学、人工智能等学科的发展,出现了生物计算机、函数式计算机、推理计算机、光子计算机、量子计算机等。

随着科技的发展,计算机的发展依然会稳步前行,社会也更需要相关的科技人员、工作人员来从事计算机领域的工作,从而促进社会各行业的发展。

1.2 计算机系统组成

计算机系统由硬件和软件两大部分组成。

1.2.1 计算机系统组成框图

计算机系统组成框图如图 1-1。

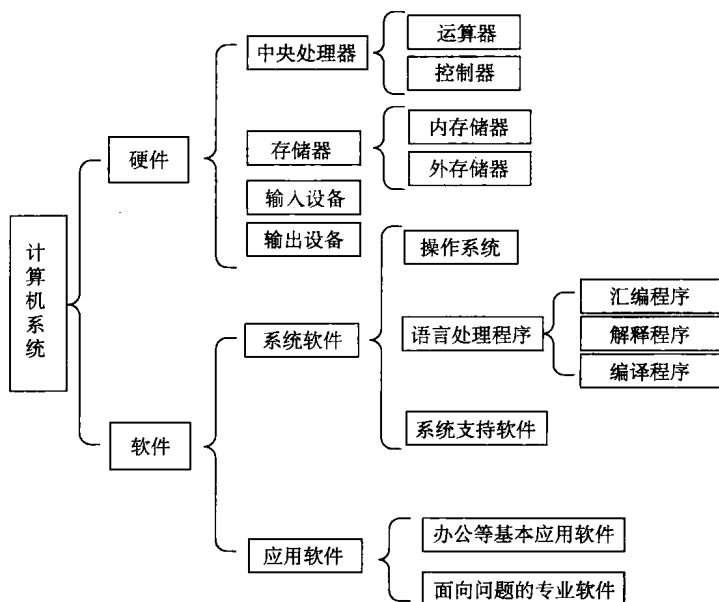


图 1-1 计算机系统组成

1.2.2 计算机硬件

计算机硬件由控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备组成。

控制器负责从存储器中取出指令,控制计算机各部分协调运行;运算器则负责算术运算和逻辑运算。现在,控制器和运算器已经集成在一个中央处理器(CPU, Central Processing Unit)中。

存储器分为内存储器和外存储器。内存储器的主要功能是存储信息和与中央处理机直接交换信息;外存储器通常只与内存储器交换信息。目前常用的外存储器包括磁盘机、磁带机、光盘和 U 盘等。

输入设备是使计算机从外部获得信息的设备,如鼠标、键盘、扫描仪和摄像头等;输出设备是把计算机处理信息的结果以人们能够识别的形式表示出来的设备,如显示器、打印机、音箱和投影仪等。

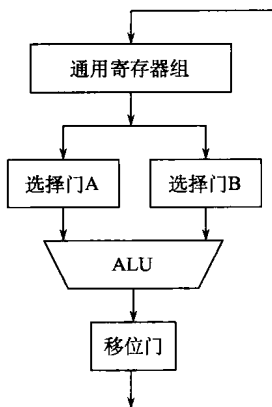


图 1-2 运算器组成结构简图

1. 运算器

运算器是计算机中进行数据加工的部件,图 1-2 是运算器的组成结构简图。

运算器的主要功能包括:

① 执行数值数据的加、减、乘、除等算术运算,执行逻辑数据的“与”、“或”、“非”等逻辑运算。这些均由一个被称为 ALU(Arithmetic Logic Unit, 算术逻辑运算单元)的模块完成。

② 暂时存放参加运算的数据和中间结果,这由多个通用寄存器承担。

③ 运算器也是数据传输的通路。

2. 存储器(主存储器)

存储器是计算机中具有记忆功能的部件,可以保存或“记忆”解题的原始数据和解题步骤。计算机在运算前把参加运算的数据和解题步骤通过输入/输出设备送到存储器中保存起来;不论是数据还是解题步骤,存储器存储的全是 0 或 1 表示的二进制代码。图 1-3 是存储器的基本组成图。其中,存储体里面有若干个存储单元,每个存储单元都有编号,称为地址。存储单元存放了一串二进制代码,这些二进制代码有

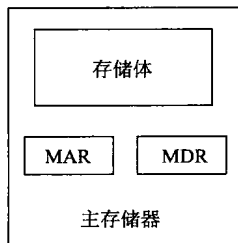


图 1-3 存储器基本组成图

可能表示指令(每一个基本操作叫做一条指令),也有可能表示数据。这些二进制代码的组合称为**存储字**。存储单元中二进制代码的位数称为**存储字长**。MAR(Memory Address Register)是存储器地址寄存器,反映了存储单元的个数;MDR(Memory Data Register)是存储器数据寄存器,反映了存储字长。存储器的所有存储单元的总数称为**存储容量**,通常用单位 KB、MB、GB、TB 表示,如 64KB, 128MB。存储容量越大,计算机记忆储存的信息量就越多。设 $MAR=4$ 位, $MDR=8$ 位,则存储单元个数为 $2^4=16$ 个,存储字长为 8,存储容量为 16×8 。

3. 控制器

控制器是计算机中控制执行指令的部件,它的主要功能如下:

① 正确执行每条指令,首先是取来一条指令,接着分析这条指令,再按指令格式和功能执行这条指令。

② 保证指令按规定序列自动连续地执行。

③ 对各种异常情况和请求及时响应和处理。

总之,控制器向计算机各功能部件提供每一时刻协同运行所需要的控制信号。图 1-4 是控制器的基本组成图。

其中,PC(Program Count)表示程序计数器,是存放当前欲执行指令地址的计数器,具有自动加 1 功能;IR(Instruction Register)代表指令寄存器,存放当前欲执行的指令。CU(Control Unit)是控制单元,发出各种各样的控制信号,控制计算机执行各种操作。

控制器的基本任务,就是按照程序(解算某一问题的一串指令序列叫做**程序**)所排的指令序列,先从存储器取出一条指令放到控制器中,由译码器对该指令的操作码进行分析判别,然后根据指令性质执行这条指令;接着从存储器取出第二条指令,再执行这第二条指令;依此类推。通常把取指令的一段时间叫做**取指周期**,而把执行指令的一段时间叫做**执行周期**。下面我们简单叙述一下计算机完成一条指令的过程。图 1-5 是主机完成一条取数指令的过程,图 1-6 是主机完成一条存数指令的过程。

因此计算机执行一段程序的全过程如下:

① CPU 初始化程序在存储器中的首地址。

② CPU 通过地址总线将首地址或者下条待执行指令的地址(简称为**下地址**)送给存储器,并从存储器中将对应地址单元指令取出,送回 CPU。同时,CPU 自动计算下地址。

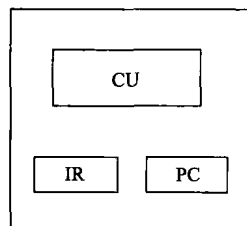


图 1-4 控制器的基本组成图

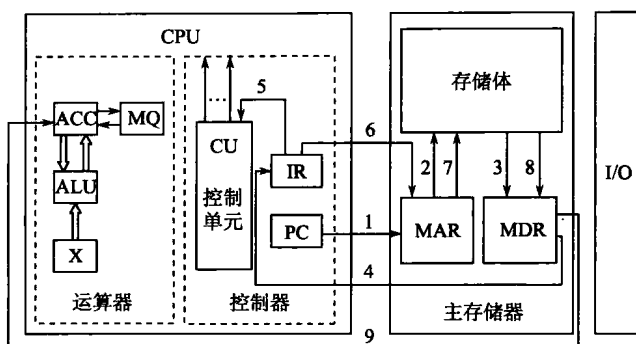


图 1-5 主机完成一条取数指令的过程

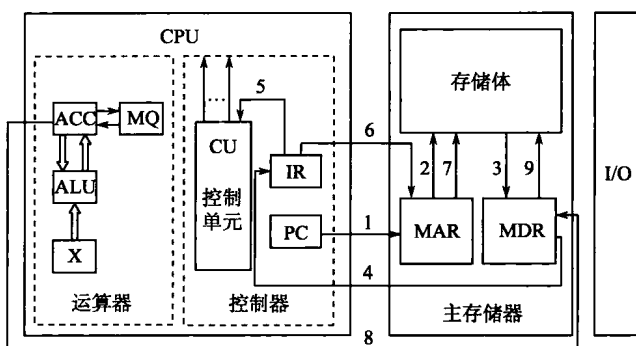


图 1-6 主机完成一条存数指令的过程

- ③ CPU 分析并执行指令。
- ④ 如果是程序结束指令转第⑤步;如果不是程序结束指令,转第②步。
- ⑤ 程序结束。

图 1-7 是主机完成一段程序的过程举例。

依图 1-7 所示,计算机执行该段程序的过程为

- ① 程序首地址 20H—PC
- ② (PC)—MAR, 21H—PC; (MAR)=20H
- ③ (20H)—MDR—IR; (IR)='CLA'
- ④ 0—AC
- ⑤ (PC)—MAR, 22H—PC; (MAR)=21H
- ⑥ (21H)—MDR—IR; (IR)='ADD 30H'
- ⑦ 30H—MAR
- ⑧ (30H)—MDR—ALU