

单片机原理及应用 分层教程

陈仁文 编著

DANPIANJIYUANLIJIYINGYONG
JICENG JIAOCHENG

 南京大学出版社

单片机原理及应用 分层教程

陈仁文 编著

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG
FENCENG JIAOCHENG



南京大学出版社

内容提要

本书是作者在多年单片机方面教学科研实践中积累的知识和经验的结晶。在介绍单片机发展和数制与编码等计算机基础知识的基础上,重点讲解了 MCS-51 系列单片机的基本结构、指令系统、汇编语言程序设计、中断系统与定时/计数器、系统的扩展、串行通信和接口技术等。最后,还介绍了单片机的高级编程语言 C51 以及单片机应用系统的开发平台、集成开发环境、程序调试步骤及软硬件设计技巧等,并给出了调试实例。

本书中的知识分为基础级、提高级和扩展级 3 个层级,并用符号标记出来。在整体知识体系的框架下划分这三个层次,而不是用独立的章节或整块的篇幅来划分。基础级的内容是单片机学习中必须掌握的基础知识;提高级的内容仍然属于单片机中的内容,是在基础级上的提高;而扩展级的内容大部分不属于单片机的专门知识,是为了理解单片机中的名词术语或者为了更好地开发单片机应用所要的内容。读者可根据不同专业需要或不同应用需求,选择阅读这三个层次的知识。此外,全书中还会在正文的某些位置设置特别的扩展及关键问题并回答,以澄清一些容易混淆的知识点或者帮助理解。全书每一章节都配有精选的习题。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用分层教程 / 陈仁文编著. — 南京:
南京大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-305-15727-1

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 (2015) 第 188455 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
出 版 人 金鑫荣

书 名 单片机原理及应用分层教程
编 著 陈仁文
责任编辑 王秉华 蔡文彬 编辑热线 025-83596997

照 排 南京理工大学资产经营有限公司
印 刷 盐城市华光印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 409 千
版 次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷
印 数 1~3000
ISBN 978-7-305-15727-1
定 价 38.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
官方微信号: njupress
销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

按理,单片机原理及应用方面的教材已经非常多,似乎没有写本书的必要了,但是,读者在应用这些教材时总感觉不是那么得心应手。有的书中内容不系统,前后脱节;有的必须要准备很多相关知识才能理解;在选择教材时,教师有时候也感觉很无助。有的教材内容过于简单,有的则太过繁杂,让人莫衷一是。之所以在这么多教材后还出版本书的目的在于让教者和学者甚至开发者找到一书在手别无它求的感觉。所以本书既求详尽,又求系统,并设置三个知识层次,逐渐展开,让读者根据不同基础和需求选择合适的内容。

本书中的知识分为基础级、提高级和扩展级 3 个层次。为了保持本书的系统和完整性,并不把这三个级别知识硬生生独立开来,而是将内容统一安排在整个框架下,只是在某些章节题目后用符号标出不同层次,让读者自行选择。在学习的时候,读者就没必要围绕某一内容在基础篇、提高篇和扩展篇之间来回翻阅了。基础级的内容是单片机学习中必须掌握的基础知识,目录后没有任何符号;属于提高级的内容会在目录后面用 * 号标出,这部分内容仍然属于单片机中的内容,是在基础级上的提高;而扩展级的内容会在目录后面用 ** 标出,这部分内容大部分不属于单片机的专门知识,是为了理解单片机中的名词术语或者为了更好地开发应用单片机而需要学习的内容。此外,在全书中,还会在正文的某些位置设置特别的关键问题并回答,以澄清一些容易出错或混淆的知识点或者增加对知识点的理解,进一步为读者着想的是书中还为其设置了目录备查。

参加本书编写和校对的还有朱霞、周秦邦、张笑笑、于杰、邹盼盼、黄斌、余小庆等,这里表示由衷感谢。

由于作者知识和水平有限,错误定在所难免,敬请提出宝贵意见。另外,本书在编写过程中还参考了一些书刊,这里未一一列出,均表示感谢。

编 者

2015 年 10 月

目 录

第一章 绪 论	001
1.1 计算机概述	001
1.2 单片机概述	008
1.3 单片机的发展趋势*	017
习题一	019
第二章 计算机中的数制与编码*	020
2.1 计算机中的数制及相互转换	020
2.2 二进制数的运算	024
2.3 带符号数的表示	026
2.4 带小数点数的表示	028
2.5 计算机中信息的编码	028
习题二	031
第三章 MCS-51 系列单片机的结构和原理	033
3.1 MCS-51 系列单片机简介	033
3.2 MCS-51 系列单片机的内部结构	033
3.3 MCS-51 系列单片机的外部引脚及片外总线	048
3.4 MCS-51 系列单片机的工作方式	052
3.5 MCS-51 系列单片机的工作过程及时序	057
3.6 MCS-51 系列单片机的选型策略*	060
3.7 常见 CPU 的封装方式**	061
习题三	062
第四章 MCS-51 系列单片机指令系统	063
4.1 MCS-51 系列单片机指令系统概述	063
4.2 寻址方式	065
4.3 数据传送类指令	068
4.4 算术运算类指令	072
4.5 逻辑运算类指令	076
4.6 控制转移类指令	079



4.7 位操作指令	084
习题四	087
第五章 单片机汇编语言及其程序设计	090
5.1 单片机编程语言概述	090
5.2 汇编语言中的伪指令	092
5.3 汇编语言程序设计	094
5.4 汇编语言如何变成机器语言	102
习题五	103
第六章 MCS-51 单片机的内部资源	105
6.1 单片机中断系统	105
6.2 定时/计数器	116
6.3 串行通信	126
6.4 看门狗及其应用*	148
习题六	150
第七章 单片机系统扩展与接口技术	152
7.1 系统扩展与接口概述	152
7.2 存储器的扩展	154
7.3 输入/输出接口扩展*	162
7.4 键盘*	177
7.5 LED 显示与 LCD 显示*	182
7.6 A/D 与 D/A 接口功能的扩展**	189
习题七	194
第八章 单片机 C51 程序语言及其程序设计	195
8.1 C51 的由来	195
8.2 C51 区别于 C 的特别说明*	196
8.3 C51 编程举例**	208
习题八	214
第九章 单片机的应用系统开发平台及程序调试*	215
9.1 应用系统开发平台的建立	215
9.2 单片机程序调试	219
习题九	236



第十章 单片机应用系统设计技巧**	237
10.1 单片机应用系统的基本组成	237
10.2 单片机应用系统硬件设计流程	239
10.3 单片机应用系统软件设计流程	240
10.4 单片机应用系统软件设计技巧	241
10.5 单片机应用系统的可靠性设计方法	244
10.6 MCS-51 单片机应用系统设计与调试实例	248
习题十	257
附录 A ASCII 码表	258
附录 B MCS-51 单片机各寄存器复位状态表	259
附录 C MCS-51 单片机指令表	260
附录 D MCS-51 汇编语言伪指令表	265
附录 E MCS-51 单片机特殊功能寄存器详细表	266
附录 F 常用基本逻辑门电路图形符号表	268

关键及扩展问题目录

第一章 绪论

Q1	什么是冯·诺依曼计算机?	001
Q2	计算机存储容量如何表示?	003
Q3	通常所说的 CPU 的位数是什么意思?	003
Q4	什么是计算机的内存和外存?	003
Q5	什么叫易失性和非易失性存储器?	003
Q6	什么是计算机中的摩尔定理?	007
Q7	什么叫工作站?	007
Q8	什么是服务器?	007
Q9	什么是云计算?	008
Q10	什么是嵌入式系统?	009
Q11	单片机与 DSP、CPLD 和 FPGA 有什么区别?	011
Q12	单片机与 CPU 有什么区别?	012

第二章 计算机中的数制与编码*

Q13	如何扩展 8 位二进制补码为 16 位二进制补码?	028
Q14	常用 ASCII 码有什么意义?	030
Q15	汉字的国标码和机内码是怎么回事?	030
Q16	计算机显示字符为什么有全角和半角之分?	030
Q17	什么是格雷码?	031

第三章 MCS-51 系列单片机的结构和原理

Q18	存储器哈佛结构和冯诺伊曼结构的区别?	036
Q19	片内和片外 ROM 同时存在的情况下程序执行的规则?	037
Q20	堆栈和 FIFO 队列的区别?	040
Q21	对于 52 子系列,如何区分高 128 字节和 SFR?	041
Q22	为什么有的 51 单片机宣称有超过 256B 的内部 RAM?	042
Q23	什么是 D 锁存器和三态缓冲器?	045
Q24	什么叫开漏输出或集电极开路输出?	045
Q25	什么叫上拉和下拉电阻?	045
Q26	什么叫准双向口?	046
Q27	为什么要设置读端口和读锁存器?其相应指令是什么?	046

Q28	数字逻辑电路主要有哪些系列?	052
第四章 MCS-51 系列单片机指令系统		
Q29	什么是 RISC 和 CISC?	064
Q30	寻址时 8052 中 SFR 和高 128 字节 RAM 的地址重合,如何寻址?	068
Q31	无符号数和补码加法时如何利用 CY 和 OV?	073
Q32	为什么 BCD 码的加法要进行十进制调整,原则是什么?	075
Q33	为什么没有减法后的十进制调整指令?	075
Q34	什么是“读-改-写”指令? 为什么要设置读-改-写指令?	078
Q35	一般 CPU 中的移位操作除了循环移位外还有哪些移位方式?	079
Q36	汇编语言中跳转指令跳转到的地址为什么可以用标号代替?	080
Q37	跳转指令中的相对地址和绝对地址有何本质区别?	086
Q38	指令的当前 PC 值为什么不是当前执行指令的地址?	086
第五章 单片机汇编语言及其程序设计		
Q39	DB(或 DW) ‘a’, ‘b’ 的结果是什么?	094
Q40	循环程序编制有哪些注意事项?	098
Q41	什么是冒泡排序法?	102
第六章 MCS-51 单片机的内部资源		
Q42	外部中断的边缘触发和电平触发有什么区别?	108
Q43	什么是定时/计数器的飞读?	121
Q44	定时/计数器作为波特率发生器的注意事项?	134
Q45	SM2 如何用于多机通信?	134
第七章 单片机系统扩展与接口技术		
Q46	什么是存储器与 I/O 口的统一编址与独立编址?	154
Q47	什么叫译码器,3—8 译码器功能是什么?	156
第八章 单片机 C51 程序语言及其程序设计		
Q48	C51 中断函数中使用 using 关键词的作用是什么?	206
Q49	C51 编译时优化级别如何选择?	206
第九章 单片机的应用系统开发平台及程序调试*		
Q50	什么是 JTAG 接口?	216
Q51	如何防止代码被读出?	235
第十章 单片机应用系统设计技巧**		
Q52	什么是 ISP 和 IAP?	248

第一章 绪 论

1.1 计算机概述

1.1.1 计算机基本组成及工作原理

现代计算机是一个自动化的信息处理装置,它之所以能实现自动化信息处理,是由于采用了“存储程序”工作原理。这一原理是 1946 年由匈牙利科学家冯·诺依曼(Von Neumann)和他的同事们在一篇题为《关于电子计算机逻辑设计的初步讨论》的论文中提出并论证的。冯·诺依曼大胆提出抛弃十进制,采用二进制作为数字计算机的数制基础。同时,他还提出预先编制计算程序,进行存储,然后由计算机来按照人们事前制定的计算顺序来执行数值计算工作。这一原理确立了现代计算机的基本组成和工作方式:

(1) 计算机硬件由五个基本部分组成:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

(2) 计算机内部采用二进制来表示程序和数据。

(3) 采用“存储程序”的方式,将程序和数据放入同一个存储器中,计算机能够自动高速地从存储器中取出指令加以执行。

Q1 什么是冯·诺依曼计算机?

冯·诺依曼计算机(Von Neumann Machine)是按照一种被称为“冯·诺依曼结构”建造的计算机,也称为存储程序计算机(Stored Program Computer),或通用计算机。1945 年 6 月,冯·诺依曼提出了在数字计算机内部的存储器中存放程序的概念(Stored Program Concept),这是所有现代电子计算机的范式,被称为“冯·诺依曼结构”。冯·诺依曼计算机主要由运算器、控制器、存储器和输入输出设备组成,它的特点是:程序以二进制代码的形式存放在存储器中;所有的指令都是由操作码和地址码组成;指令在存储器中按照执行的顺序存放;以运算器和控制器作为计算机结构的中心等。

被认为是世界上第一台电子计算机的 ENIAC 机存在两大缺点:(1) 没有存储器;(2) 它用布线接板进行控制,甚至要搭接几天,计算速度也就被这一工作抵消了。匈牙利裔美籍科学家冯·诺依曼加入 ENIAC 团队后,通过与团队成员共同讨论,提出了这种著名的冯·诺依曼结构。半个多世纪以来,计算机制造技术发生了巨大变化,但冯·诺依曼体系结构仍然沿用至今,人们把冯·诺依曼称为“计算机鼻祖”。

可以说计算机硬件的五大部件中每一个部件都有相对独立的功能,分别完成各自不同的工作。如图 1.1 所示,五大部件实际上是在控制器的控制下协调统一地工作的。首先,把表示计算步骤的程序和计算中需要的原始数据,在控制器的控制下,通过输入设备送入计算机的存储器进行存储;其次,当计算开始时,在取指令作用下把程序指令逐条送入控制器;然后,控制器对指令进行译码,并根据指令的操作要求向存储器和运算器发出存储、取数命令和运算命令,经过运算器计算并把结果存放在存储器内;最后,在控制器的取数和输出命令作用下,通过输出设备输出计算结果。

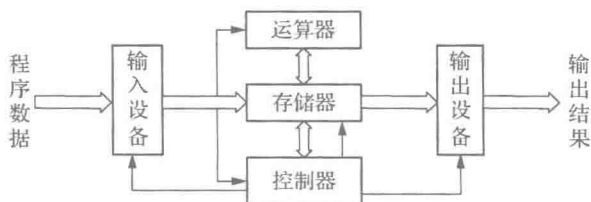


图 1.1 计算机基本组成

1. 运算器

运算器也称为算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU)。它的功能是完成算术运算和逻辑运算。算术运算是指加、减、乘、除及它们的复合运算。而逻辑运算是指“与”、“或”、“非”等逻辑操作。在计算机中,任何复杂运算都转化为基本的算术与逻辑运算,然后在运算器中完成。

2. 控制器

控制器(Controller Unit, CU)是计算机的指挥系统。控制器一般由指令寄存器、指令译码器、时序电路和控制电路组成。它的基本功能是从内存取指令和执行指令。指令是指示计算机如何工作的一些操作,由操作码(操作方法)及操作数(操作对象)两部分组成。控制器通过地址访问存储器,逐条取出选中单元指令,分析指令,并根据指令产生的控制信号作用于其他各部件来完成指令要求的工作。周而复始上述工作,保证计算机能自动连续地运作。

通常将运算器和控制器统称为中央处理器,即 CPU(Central Processing Unit),它是整个计算机的核心部件,是计算机的“大脑”。它控制了计算机的运算、处理、输入和输出等工作。

3. 存储器

存储器(Memory)是计算机的记忆装置,它的主要功能是存放程序和数据。程序是计算机操作的依据,数据是计算机操作的对象。

计算机存储和处理数据都是以二进制为基础的,存储器存放的最小信息单位是二进制的位(bit)。为了更好地存放程序和数据,存储器通常被分为许多等长的存储单元,每个单元可以存放一个适当单位的信息,如 1 字节(byte)或 1 个字(word)。全部存储单元按一定顺序编号,这个编号被称为存储单元的地址。存储单元与地址的关系是一一对应的。应注意,存储单元的地址和它里面存放的内容完全是两回事。对存储器的操作通常称为访问存储器。访问存储器的方法有两种,一种是选定地址后向存储单元存入数据,被称为“写”;另一

种是从选定的存储单元中取出数据,被称为“读”。可见,不论是读还是写,都必须先给出存储单元的地址。来自地址总线上的存储器地址信息有效后,由读/写控制电路根据相应的读/写命令来确定对存储器的访问方式,完成对指定存储单元的操作。对于读,当读信号使能后,存储器的数据总线上会出现指定单元的数据,此后由 CPU 从数据总线将该数据读入相应单元暂存;对于写,当地址信息有效同时要写入的数据出现在数据总线后,CPU 发出写入命令,即将数据写入到存储器的指定单元中。

Q2 计算机存储容量如何表示?

不管是多少位的 CPU,存储容量的大小一般都以字节为单位来度量。经常使用 B(Byte,字节)、KB(Kbytes,千字节)、MB(MegaBytes,兆字节)、GB(GigaBytes,千兆字节)和 TB(TrillionBytes,太字节)来表示。它们之间的关系是:1 KB=1024 B= 2^{10} B,1 MB=1024 KB= 2^{20} B,1 GB=1024 MB= 2^{30} B,1 TB=1024 G= 2^{40} B,在某些计算中为了计算简便经常把 2^{10} (1024)称为 1 K。其他使用单位还有:

位(bit):是计算机存储数据的最小单位。计算机中一个单独的符号“0”或“1”被称为一个二进制位,它可存放 1 位二进制数。

字(Word):计算机处理数据时,一次存取、加工和传递的数据长度称为字。1 个字通常由 2 个字节组成。

Q3 通常所说的 CPU 的位数是什么意思?

CPU 的位数就是中央处理器一条指令可以处理的最大数据的长度,也称为字长。字长决定 CPU 的寄存器和总线的数据宽度。现代计算机的字长有 8 位、16 位、32 位、64 位等。

Q1 什么是计算机的内存和外存?

根据存储器与 CPU 联系的密切程度可分为内存储器和外存储器两大类。内存在计算机主机内,它直接与运算器、控制器交换信息,容量虽小但存取速度快,一般只存放那些正在运行的程序和待处理的数据。为了扩大内存储器的容量,引入了外存储器。外存作为内存储器的延伸和后援,间接和 CPU 联系,用来存放一些系统必须使用,但又不急于使用的程序和数据。程序必须调入内存方可执行。外存存取速度慢,但存储容量大,可以长时间地保存大量信息,如计算机硬盘等。现在高档 PC 机中,采用闪存作为外存,以提高读写速度和可靠性。

Q5 什么叫易失性和非易失性存储器?

现代计算机系统中广泛应用半导体存储器。从使用功能角度看,半导体存储器可以分成两大类:断电后数据会丢失的易失性存储器(Volatile Memory)和断电后数据不会丢失的非易失性(Non-Volatile Memory)存储器。微型计算机通常说的 RAM(Random Access Memory),即随机存取存储器,属于易失性存储器,而 ROM(Read Only Memory),即只读存储器,属于非易失性存储器。RAM 和 ROM 都有很多类型,参见后面相关章节。

4. 输入设备

输入设备是从计算机外部向计算机内部传送信息的装置。其功能是将数据、程序及其



他信息,从人们熟悉的形式转换为计算机能够识别和处理的形式输入到计算机内部。常用的输入设备有键盘、鼠标、光笔、扫描仪、数字化仪、条形码阅读器、麦克风等。

5. 输出设备

输出设备是将计算机的处理结果传送到计算机外部供计算机用户使用的装置。其功能是将计算机内部二进制形式的数据信息转换成人们所需要的或其他设备能接受和识别的信息形式。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、扬声器等。

通常我们将输入设备和输出设备统称为 I/O 设备,它们都属于计算机的外部设备,简称外设。

1.1.2 计算机发展历程

1. 第一代 电子管计算机(1946 年—1957 年)

通常认为,世界上第一台计算机是 1946 年诞生的 ENIAC。被称为“莫尔小组”的四位科学家和工程师埃克特(Eckert)、莫克利(Mo Keli)、戈尔斯坦(Golestan)、博克斯(Box)是研制这台计算机的元老。这台计算机由美国军方定制,专门为了计算弹道和射击特性而研制。这台计算机的主要器件是电子管,是一个庞然大物。它长 30.48 米,宽 6 米,高 2.4 米,占地面积约 170 平方米,30 个操作台,重达 30 英吨,造价 48 万美元。据说,其耗电量达到 150 千瓦,在这台计算机开机时,得让周围居民暂时停电!它包含了 17 468 根真空管、7 200 根水晶二极管、1 500 个中转、70 000 个电阻器、10 000 个电容器、1 500 个继电器和 6 000 多个开关。每秒执行 5 000 次加法或 400 次乘法,其速度是继电器计算机的 1 000 倍、手工计算的 20 万倍。然而,这样一台计算机其功能还远不如今天的一只计算机。但不管如何,它使科学家们从复杂的计算中解脱出来,它的诞生标志着人类进入了一个崭新的信息革命时代。

谈到 ENIAC,必定不能忘掉一个关键人物,就是被称为计算机之父的美籍匈牙利人、数学家冯·诺依曼。它是带着原子弹研制过程中遇到的大量计算问题而在中期加入研制小组的。正是由于他的加入,使计算机中的许多关键性问题得以解决,并奠定了现代计算机体系结构的基础。

值得一提的是,经过考证,也有人认为世界上第一台电子计算机是由美国爱荷华州立大学的约翰·文森特·阿塔纳索夫(John Vincent Atanasoff)教授和他的研究生克利福特·贝瑞(Clifford Berry)先生在 1937 年至 1941 年间开发的“阿塔纳索夫-贝瑞计算机(Atanasoff-Berry Computer,简称 ABC)”。但可惜的是,这台计算机由于未受到应有的重视而被拆除。据说,该计算机的有些专利和理念后来被莫克利等人窃取和利用。ABC 和 ENIAC 开启了人类的信息化时代。

毫无疑问,ENIAC 是第一代计算机的代表。这一阶段计算机的主要特征是采用电子管元件作基本器件,用光屏管或汞延时电路作存储器,输入或输出主要采用穿孔卡片或纸带,而且体积大、耗电量大、速度慢、存储容量小、可靠性差、维护困难且价格昂贵。在软件上,通常使用机器语言或者汇编语言来编写应用程序,因此这一时代的计算机主要用于科学计算。

这时的计算机的基本线路是采用电子管结构,程序从人工手编的机器指令程序,过渡到符号语言。第一代电子计算机是计算工具革命性发展的开始,它所采用的二进位制与程序存贮等基本技术思想,奠定了现代电子计算机技术基础。

2. 第二代 晶体管计算机(1958年—1964年)

至今还在使用的晶体管使计算机技术产生了革命性改变。第二代计算机中,晶体管代替了电子管作为计算机的基础器件,用磁芯或磁鼓作存储器,在整体性能上产生了质的飞跃。可喜的是,相应的高级计算机程序语言 Fortran, Cobol, Algol60 也相应出现了。晶体管计算机被用于科学计算的同时,也开始在数据处理、过程控制方面得到应用。

3. 第三代 中小规模集成电路计算机(1965年—1971年)

半导体工艺的发展极大地促进了集成电路的应用。在这一时期,构成计算机的电路都由中小规模集成电路构成,主存储器也渐渐过渡到半导体存储器,使计算机的体积更小,大大降低了计算机计算时的功耗,计算机的应用领域也进一步扩大。软件方面,有了标准化的程序设计语言和人机会话式的 Basic 语言等。

4. 第四代 大规模和超大规模集成电路计算机(1971年至今)

随着大规模和超大规模集成电路工艺的发展,计算机的体积进一步缩小,性能进一步提高。集成更高的大容量半导体存储器作为内存储器,发展了并行技术和多机系统,出现了精简指令集计算机(RISC)。软件系统工程化、理论化,程序设计自动化。微型计算机在社会上的应用范围进一步扩大。计算机已成为人们离不开的“生活伴侣”。

5. 下一代 超级量子计算机

量子计算机(Quantum Computer)的技术概念最早由理查德·费曼(Richard Feynman)提出,后经过很多年的研究这一技术已初步见成效。量子计算机是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。当某个装置处理和计算的是量子信息,运行的是量子算法时,它就是量子计算机。

现在的电子计算机的能耗会导致计算机中的芯片发热,极大地影响了芯片的集成度,从而限制了计算机的运行速度。能耗的来源其实是计算过程中的不可逆操作。如果每种经典计算机中可以找到一种对应的可逆计算机,而且不影响运算能力,那么计算机的集成度和运算速度将会大大提高。这就是量子计算机可以解决的问题。

普通的数字计算机在 0 和 1 的二进制系统上运行,称为“比特”(bit),但量子计算机却可以计算 0 和 1 之间的数值。从数学抽象上看,普通计算机只能执行以元素为基本运算单元的计算,而量子计算机可执行以集合为基本运算单元的计算。也就是说,在普通计算机完成某一步运算的时候,量子计算机已完成了一系列运算。量子计算机能同时处理用单个原子和光子等微观物理系统的量子状态存储的很多信息,但对于经典计算机这是不可能的。

2007 年年初,加拿大公司 D-Wave Systems 首次揭开了全球第一台商用实用型量子计算机猎户座(Orion)的神秘面纱。随着量子计算技术研究的不断深入,量子计算机必将走进神坛,进入千家万户。



1.1.3 计算机分类

计算机种类很多,可以从不同角度进行分类。

1. 按信息的表示方式分类

(1) 模拟计算机

模拟式电子计算机是用连续变化的模拟量即电压来表示信息的,其基本运算部件由运算放大器构成的微分器、积分器、通用函数运算器等运算电路组成。模拟式电子计算机解题速度极快,但是精度不高、信息不易存储、通用性差。它一般用于解微分方程或自动控制系统设计中的参数模拟。广义来说,控制系统中的模拟比例积分微分 PID (Proportion Integration Differentiation) 控制器也属于一种模拟计算机。

(2) 数字计算机

数字式电子计算机是用不连续的数字量“0”和“1”来表示信息的,其基本运算部件是数字逻辑电路。数字式电子计算机的精度高、存储量大、通用性强,能胜任科学计算、信息处理、实时控制、智能模拟等方面的工作。人们通常所说的计算机就是指数字式电子计算机。

(3) 数模混合计算机

数字模拟混合式电子计算机是综合了数字和模拟两种计算机的长处设计出来的。既能处理数字量,又能处理模拟量,但是这种计算机结构复杂,设计困难。

2. 按应用范围分类

(1) 专用计算机

专用计算机是为了解决一个或一类特定问题而设计的计算机。它的硬件和软件的配置依据解决特定问题的需要而定,并不求全。专用机功能单一,配有解决特定问题的固定程序,能高速、可靠地解决特定问题。一般在过程控制中使用。

(2) 通用计算机

通用计算机是为能解决各种问题,具有较强的通用性而设计的计算机。它具有一定的运算速度,有一定的存储容量,带有通用的外部设备,配备各种系统软件、应用软件。一般的数字式电子计算机多属此类。

3. 按规模和处理能力分类

(1) 巨型机

巨型机也叫超级计算机,通常是指最大、最快、最贵的计算机,一般用在国防和尖端科学领域。它对国家安全、经济和社会发展具有举足轻重的意义,是国家科技发展水平和综合国力的重要标志。目前,巨型机主要用于战略武器的设计、空间设计、石油勘探、长期天气预报及社会模拟等领域。超级计算机可以用来模拟核爆炸、排查核弹隐患,甚至可以模拟宇宙大爆炸,揭示宇宙的起源和演变过程。

著名巨型机有美国的克雷系列(Cray-1, Cray-2, Cray-3, Cray-4 等)以及我国自行研制的银河-I, 银河-II 和银河-III 等。

2013 年 11 月发布的超算名单上,中国国防科技大学研制的天河二号超级计算机,以每秒 33.86 千万亿次的浮点运算速度夺得头筹,继续成为全球最快的超级计算机,比第二名



Titan 快近一倍。在德国法兰克福召开的“2015 国际超级计算大会”上,天河二号超级计算机系统在国际超级计算机 TOP500 组织发布的第 45 届世界超级计算机 500 强排行榜上再次位居第一。这是天河二号自 2013 年 6 月份问世以来,连续 5 次位居世界超算 500 强榜首。天河二号有 16 000 个节点,每个节点部署了两个英特尔 Xeon IvyBridge 及三个 Xeon Phi 处理器,计算核心总数达 3 120 000 个。

(2) 大型机

它包括我们通常所说的大、中型计算机。这是在微型机出现之前最主要的计算模式。如当年流行的 IBM-4341 等。大型主机经历了批处理阶段、分时处理阶段,进入了分散处理与集中管理的阶段。IBM 公司一直在大型主机市场处于霸主地位,DEC、富士通、日立、NEC 也生产大型主机。不过随着微机与网络的迅速发展,大型主机正在走下坡路。我们许多计算中心的大机器正在被高档微机取代。

(3) 小型机

由于大型主机价格昂贵,操作复杂,只有大企业单位才能买得起。在集成电路推动下,60 年代底 DEC 推出了一系列小型机,如 PDP-11 系列、VAX-11 系列。此外,HP 公司有 1000、3000 系列、IBM 公司有 AS/400 机等。我国生产的太极系列机也属于小型计算机。如今,很少看到当年小型机的身影了。

(4) 微型机

微型机就是人们普遍使用的个人计算机(PC, Personal Computer),这是目前发展最快的领域。根据使用的微处理器芯片的不同而分为若干类型。PC 机的特点是轻、小、价廉、宜用。在过去的 30 年中,PC 机使用的 CPU 芯片平均每年集成度增加一半,处理器速度提高一倍,价格降低一半。随着芯片性能的提高,PC 机的功能越来越大。目前,PC 机占整个计算机装机量的 95%以上。笔记本电脑也可归于此类型。

Q5 什么是计算机中的摩尔定理?

计算机第一定律——摩尔定律是由英特尔(Intel)创始人之一戈登·摩尔(Gordon Moore)提出来的。其内容为:当价格不变时,集成电路上可容纳的元器件的数目,约每隔 18—24 个月便会增加一倍,性能也将提升一倍。换言之,每一美元所能买到的电脑性能,将每隔 18—24 个月翻一倍以上。这一定律揭示了信息技术进步的速度。

Q6 什么叫工作站?

工作站(Work Station)是介于个人计算机和小型计算机之间的一种高档微型机。是用于处理某类特殊事务的一种独立计算机系统。工作站通常配有高档 CPU、高分辨率的大屏幕显示器和大容量的内外存储器,具有较强的数据处理能力和高性能的图形功能。它主要用于图像处理、计算机辅助设计等领域。

Q7 什么是服务器?

随着计算机网络的日益推广,一种可供网络用户共享的计算机应运而生,这就是服务器(Server)。服务器一般具有大容量的存储设备和丰富的外部设备,其上运行网络操作系统,要求较高的运行速度。对此,很多服务器都配置了多 CPU。服务器上的资源可供网络用户

共享,如计算机网络中的 Web 服务器、邮件服务器等。与服务器对应的是客户机(Client),是与服务器连接共享其资源的计算机。

Q9 什么是云计算?

云计算(Cloud Computing)是一种分布式计算技术。其最基本的概念,是透过网络将庞大的计算处理程序自动分拆成无数个较小的子程序,再交由多部服务器所组成的庞大系统经搜寻、计算分析之后将处理结果回传给用户。透过这项技术,网络服务提供者可以在数秒之内处理数以千万计甚至亿计的信息,达到和“超级计算机”同样强大效能的网络服务。有人由此提出了云计算的概念。

1.2 单片机概述

1.2.1 单片机的产生及发展历程

单片机在国外通常叫做微控制器(Microcontroller)、微控制单元(Microcontroller Unit, MCU)或单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),国内最喜欢简称为单片机。单片机也是一种计算机,实际就是把一台普通计算机经过简化,浓缩在一小片芯片内,形成了芯片级的计算机。普通的计算机通常由一块或多块电路板相互连接而成。如果简化一点,将一台计算机上的所有电子元器件都集成在一块电路板上,则称之为单板机,如 1976 年美国 Zilog 公司推出的 Z80(它是当时流行的单板机)。再简化一点,如果在一个芯片内集成了计算机所需的必要部件,由它加上晶振等很少外围器件就可以组成计算机,则称之为单片机。

单片机的发展,得益于微电子技术的高速发展和人们对计算机小型化、微型化的强烈需求。微电子技术的发展,使芯片的集成度大大增加,从而使把计算机所需必要部件集成在一个芯片内成为可能;而各种自动化设备中的测控设备,迫切需要对计算机进行小型化和微型化。

单片机体积虽小,但“五脏俱全”,其内部结构与普通计算机结构类似,也是由中央处理器(CPU)、存储器和输入/输出(I/O)三大基本部分构成。

单片机是一种典型的嵌入式微控制器。它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是把一个计算机系统集成到一个芯片上。虽然功能没有普通计算机那么强大,可是它的体积很小,在很多场合下普通计算机不能完成的工作,单片机却能出色地完成。单片机在外观上与常见的集成电路块一样,体积很小,如图 1.2 所示。有的单片机甚至只有 8 个管脚。

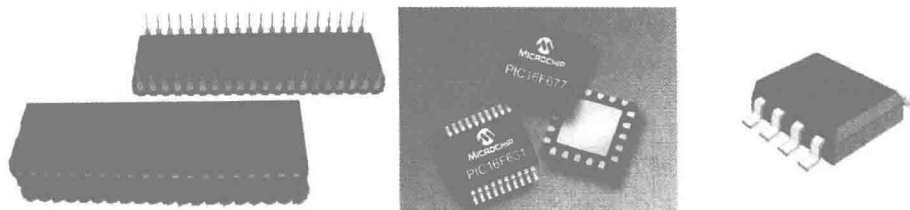


图 1.2 几种封装的单片机