

计算机组成原理

摇摇摇摇摇摇主摇摇编摇摇谭摇摇忠

摇摇摇摇摇摇参摇摇编摇摇(按姓氏笔画排序)

居晓琴摇摇韩弢摇摇裴海红

内 容 提 要

全书共分 苑章 ,系统地介绍了计算机系统的组成和工作原理。内容包括 :计算机系统概论 ,数据编码与数字逻辑 ,运算方法和运算器 ,指令系统与控制器 ,存储器与存储系统 ,系统总线 ,外设与输入输出系统。

本书是作者对“计算机组成原理”这一基础课程的体系、方法和内容等进行的探索和改革之成果体现。全书内容全面、概念清晰、语言简练、系统性强、例题经典、图文并茂 ,各重要知识点后均配有教学方法介绍或学习方法点拨 ,极富创意。

本书适合高职高专及中等职业技术学院计算机专业及相关专业使用 ,亦可供相关职业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理 韩忠主编 南京 :东南大学出版社 2004

计算机—高等学校—教材 I 247.4—4

I 247.4—4 计算机组成原理—高等学校—教材 I 247.4—4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 141111 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 210009 邮编 210009)

出版人 :宋增民

江苏省新华书店经销 印刷厂印刷

开本 :787mm×1092mm 1/16 印张 :16.5 字数 :400 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印数 :1—5000 册 定价 :24.00 元

(凡有印装质量问题 ,可直接向发行部调换。电话 :025-5211474)

目 录

计算机系统概论	(员)
计算机的分类及应用	(员)
计算机的分类	(猿)
计算机的应用	(远)
计算机的硬件	(愿)
计算机硬件的基本构成	(愿)
计算机硬件的主要技术指标	(员)
计算机的工作过程	(员)
计算机软件	(员)
计算机软件的组成与分类	(员)
程序设计语言及其编译	(员)
计算机系统的层次结构	(员)
多级组成的计算机系统	(员)
计算机软件与硬件的逻辑等价性	(员)
思考与练习	(员)
数据编码与数字逻辑	(圆)
数据与文字的编码	(圆)
进位计数制与数制转换	(圆)
数值数据的表示	(圆)
非数值数据的表示	(猿)
逻辑代数与逻辑电路	(猿)
逻辑代数	(猿)
逻辑电路	(源)
加法器	(源)
寄存器	(源)
计数器	(缘)
思考与练习	(源)
运算方法和运算器	(源)
定点数加减运算	(源)
原码加减法运算	(源)
补码加减法运算及溢出判别	(缘)
反码加减法运算	(缘)
二进制加法器	(缘)
定点数乘除法运算	(缘)
原码一位乘法	(缘)

猿源猿 补码一位乘法	(猿源)
猿源猿 定点数除法运算	(猿源)
猿源 定点运算器的组成与结构	(猿缘)
猿源猿 逻辑运算与移位操作	(猿源)
猿源猿 多功能算术逻辑运算单元(粤哉)	(猿愿)
猿源猿 运算器与其他部件的关系	(猿怨)
思考与练习 猿	(猿园)
源 指令系统与控制器	(猿园)
源猿 计算机的指令系统	(猿园)
源猿猿 指令的一般格式	(猿猿)
源猿猿 指令字长度	(猿猿)
源猿猿 指令助记符	(猿四)
源猿 操作数的存储及其寻址方法	(猿四)
源猿猿 操作数的类型及其存储方式	(猿四)
源猿猿 数据的寻址方式	(猿怨)
源猿 指令系统	(猿源)
源猿猿 设计指令格式应考虑的各种因素	(猿源)
源猿猿 指令类型	(猿源)
源猿猿 精简指令集计算机和复杂指令集计算机	(猿怨)
源猿 控制器的功能	(猿怨)
源猿猿 指令周期及指令的执行过程	(猿怨)
源猿猿 控制器的功能简介	(猿怨)
源猿 控制器的设计	(猿怨)
源猿猿 组合逻辑设计	(猿怨)
源猿猿 微程序设计	(猿怨)
思考与练习 源	(猿园)
缘 存储器与存储系统	(猿园)
缘猿 概述	(猿园)
缘猿猿 存储器的分类	(猿园)
缘猿猿 存储器的层次结构	(猿园)
缘猿 主存储器	(猿园)
缘猿猿 半导体存储器芯片简介	(猿猿)
缘猿猿 半导体随机存储器	(猿缘)
缘猿猿 半导体只读存储器	(猿苑)
缘猿猿 存储器的扩展	(猿怨)
缘猿猿 提高访存速度的措施	(猿源)
缘猿 高速缓冲存储器(悦群)	(猿缘)
缘猿猿 悦群的功能与基本原理	(猿缘)
缘猿猿 悦群—主存地址映像	(猿园)
缘猿猿 替换策略及更新策略	(猿怨)

缘缘缘虚拟存储器	(员缘)
缘缘缘虚拟存储器的基本概念	(员缘)
缘缘缘页式虚拟存储器	(员缘)
缘缘缘段式虚拟存储器	(员缘)
缘缘缘段页式虚拟存储器	(员缘)
缘缘缘替换算法	(员缘)
缘缘缘辅助存储器	(员缘)
缘缘缘磁盘存储器	(员缘)
缘缘缘光盘存储器	(员缘)
缘缘缘移动存储器—光盘	(员缘)
思考与练习缘	(员缘)
远缘系统总线	(员缘)
远缘远总线的基本概念	(员缘)
远缘远总线的分类	(员缘)
远缘远总线的信息传输方式	(员缘)
远缘远总线的通信同步方式	(员缘)
远缘远总线控制	(员缘)
远缘远链式查询方式	(员缘)
远缘远计数器定时查询方式	(员缘)
远缘远独立请求方式	(员缘)
远缘远总线接口	(员缘)
远缘远串行总线接口	(员缘)
远缘远并行总线接口	(员缘)
思考与练习远	(员缘)
苑缘外设与输入输出系统	(员缘)
苑缘苑概述	(员缘)
苑缘苑输入输出系统的组成	(员缘)
苑缘苑隙的设备与主机的联系方式	(员缘)
苑缘苑隙的设备与主机信息传送的控制方式	(员缘)
苑缘苑外部设备	(员缘)
苑缘苑输入设备	(员缘)
苑缘苑输出设备	(员缘)
苑缘苑多媒体技术	(员缘)
苑缘苑隙的接口	(员缘)
苑缘苑接口的功能	(员缘)
苑缘苑接口的类型	(员缘)
苑缘苑程序查询方式	(员缘)
苑缘苑程序查询流程	(员缘)
苑缘苑程序查询方式的接口电路	(员缘)
苑缘苑程序中断方式	(员缘)

苑源源 中断的基本概念	(苑源)
苑源源 中断的类型与应用	(苑源)
苑源源 中断请求与裁决	(苑源)
苑源源 多重中断与中断屏蔽	(苑源)
苑源源 中断响应的过程	(苑源)
苑源源 中断输入输出接口	(苑源)
苑源 直接存储器存取方式	(苑源)
苑源源 寻址方式的基本概念	(苑源)
苑源源 寻址传送方式	(苑源)
苑源源 基本的寻址控制器	(苑源)
苑源 通道方式	(苑源)
苑源源 通道的类型	(苑源)
苑源源 通道的功能	(苑源)
苑源源 通道工作过程	(苑源)
思考与练习 苑	(苑源)
参考文献	(苑源)

员遥计算机系统概论

本章学习目标

- ◎ 计算机的发展史；
- ◎ 计算机的分类和应用；
- ◎ 计算机的基本结构；
- ◎ 计算机的工作过程；
- ◎ 计算机硬件和软件的概念；
- ◎ 计算机系统的性能问题。

学习提示

计算机是一种由硬件、软件组成的复杂的自动化设备,它能够接收信息、存储信息,并能按照存储在其内部的程序(这些程序是人们意志的体现)对输入的信息进行加工、处理,得到人们所期望的结果,然后把结果输出。

本章先说明计算机的分类和应用,然后采用自上而下的方法,粗略地介绍硬件、软件的概念和组成,是对本门学科的基本内容所作的概述,以便展开后续各章的学习和讨论。

方法推荐: 遥迁移教学法、课堂讨论法、比较分析法、表解法等。

员遥计算机的分类及应用

我们现在所知道的计算机已经有超过 远年的历史。在它被发明之前有一段漫长的机械计算设备发展的过程。这段历史是这样被描述的:

在 圆世纪中叶之前的 猿年里,一系列由齿轮、杠杆和滑轮构成的越来越复杂的机械装置,被用来做基本的加、减、乘、除操作。穿孔卡片上的孔被机器感知后自动控制一系列的计算,这就是当时所能提供的主要编程能力。这些设备可以计算完整的对数表和近似的三角函数表,输出的结果被穿孔在卡片上或打印在纸上。而一些电动机械传动设备,如使用在早期电话转换系统中的设备,又提供了计算机构造中执行逻辑功能的方法。至此,第一台用于无线电和军事雷达设备中的基于真空管技术的电子计算机终于宣告面世。使用真空管来执行逻辑运算和存储数据,从此开创了电子数字计算机的新纪元。

员年 月 缘日,世界上第一台电子计算机 耘葬 在美国宾夕法尼亚大学诞生。

员年,我国研制成功了第一台电子计算机——员机。

自 员年起,我国相继研制了每秒运算上亿次、百亿次、千亿次的“银河”、“曙光”、“神威”等系列的巨型电子计算机。

计算机的发展分两个阶段:大型计算机阶段、微型计算机阶段。

员 大型计算机阶段

计算机的划代原则主要还是依据计算机所采用的电子器件不同来划分的,这就是人们通

常所说的电子管、晶体管、集成电路、超大规模集成电路等 源个时代 ,见表 员员所示。

表 员员 遥电子计算机的发展简史

名称	时代	年份
第一代计算机	电子管时代	员缘缘—员缘缘
第二代计算机	晶体管时代	员缘缘—员缘缘
第三代计算机	中、小规模集成电路时代	员缘缘—员缘缘
第四代计算机	大规模、超大规模集成电路时代	员缘缘—至今

摇摇(员) 第一代计算机的主要特点

- ① 采用电子管作为逻辑开关元件；
- ② 内存储器使用水银延迟线、静电存储管等 容量非常小 ,仅 员员员— 员员员；
- ③ 外存储器采用纸带、卡片、磁带和磁鼓等；
- ④ 使用机器语言 员世纪 缘缘年代中期开始使用汇编语言 ,但还没有操作系统；
- ⑤ 运算速度仅为几千至几万次每秒。

这一代计算机主要用于军事目的和科学研究。它体积大、笨重、耗电多、可靠性差、速度慢、维护困难。

(圆) 第二代计算机的主要特点

- ① 使用半导体晶体管作为逻辑开关元件；
- ② 使用磁芯作内存储器 容量扩大到几十万字节；
- ③ 外存储器采用磁盘和磁带等；
- ④ 开始使用操作系统 ,有了各种计算机高级语言 ,如 员员员— 员员员等；
- ⑤ 运算速度提高到每秒几十万次。

计算机的应用已由军事领域和科学计算扩展到数据处理和事物处理 ,它的体积变小、重量变轻、耗电量减少、速度加快、可靠性增强。

(猿) 第三代计算机的主要特点

- ① 使用中、小规模集成电路作为逻辑开关元件；
- ② 开始使用半导体存储器 辅助存储器仍以磁盘、磁带为主；
- ③ 外部设备种类和品种增加；
- ④ 开始走向系列化、通用化和标准化；
- ⑤ 操作系统进一步完善 高级语言数量增多 ,如结构化程序设计语言 员员员等。

这一时期的计算机主要用于科学计算、数据处理以及过程控制。计算机的体积、重量进一步减小 ,运算速度和可靠性有了进一步提高。

(源) 第四代计算机的主要特点

- ① 使用大规模、超大规模集成电路作为逻辑开关元件；
- ② 主存储器采用半导体存储器 辅助存储器采用大容量的软、硬磁盘 ,并开始引入光盘；
- ③ 外部设备有了很大发展 ,采用光字符阅读器(韵韵)、扫描仪、激光打印机和各种绘图仪等；
- ④ 操作系统不断发展和完善 ,数据库管理系统进一步发展 ,软件行业已发展成为现代新型的工业部门；

⑤ 运算速度高达几百万至上亿次每秒。

这一时期数据通信、计算机网络已有很大发展,微型计算机异军突起,遍及全球。计算机的体积、重量、功耗进一步减小,运算速度、存储容量、可靠性等又有了大幅度提高。人们通常把这一时期出现的大型主机称为第四代计算机。

① 微型计算机阶段

(1) 第一代微型计算机——载及其兼容机

型号:1975年1月 国际公司推出了个人计算机 国际-孕悦 1976年1月又推出了 国际-孕悦载,其中 载表示扩展型。

悦载: 国际公司芯片。

总线:孕悦单总线。

字长:准 16位,内部总线为 16位,外部总线为 16位。

结构:开放式。

显示:单列。

配套:有大小写字母和光标控制的键盘、有文字处理等配套软件。

(2) 第二代微型计算机——粤载及其兼容机

型号:1978年1月 国际公司又推出了 国际-孕悦载,其中 粤载表示先进型或高级型。

悦载: 国际公司芯片。

时钟:1.8MHz, 1.8MHz。

总线:粤载总线(又称工业标准体系结构 国际总线)。

字长:完全 16位。

配套:内存达 16K,高密软磁盘驱动器和 160K以上硬盘。

(3) 第三代微型计算机——猿及其兼容机

型号:1982年兼容 国际厂家 悦公司率先推出了 猿粤载,1983年 国际推出了 孕猿-缘型。

悦载: 国际公司芯片。

总线:分为 孕粤总线(微通道体系结构总线)和 孕粤总线(扩展工业标准体系结构总线)两个分支。

(4) 第四代微型计算机——源及其兼容机

型号:1985年出现的 源机。

悦载: 国际公司芯片。

总线:总线类型仍然分为 孕粤和 孕粤两个分支。1986年 国际公司的 载系列使用了 孕粤局部总线。1987年 孕悦则采用了 孕悦局部总线。

(5) 第五代微型计算机——奔及其兼容机

型号:1985年的奔机。我国的长城、联想、方正、同创等公司也均有奔机推出。

悦载: 国际公司的 孕悦芯片(16位)。

字长:16位。

(6) 第六代微型计算机——孕及其兼容机。

(7) 第七代微型计算机——孕及其兼容机。

1.1.1 计算机的分类

计算机的种类很多,从不同角度对计算机有不同的分类方法,下面从计算机处理数据的方法

式、使用范围、规模和处理能力 猿个角度进行说明。

员) 按计算机处理数据的方式分类

(员) 电子数字计算机摇它处理的是非连续变化的数据 ,这些数据在时间上是离散的 输入的是数字量 输出的也是数字量 ,如职工编号、年龄、工资数据等。电子数字计算机是在算盘的基础上发展起来的 ,是用数目字来表示数量的大小。它的主要特点是按位运算 ,并且是不连续地跳动计算 ,其基本运算部件是数字逻辑电路 ,因此其运算精度高、通用性强。

(圆) 电子模拟计算机摇它处理和显示的是连续的物理量 ,所有数据用连续变化的模拟信号来表示 ,基本运算部件是由运算放大器构成的各类运算电路 ,其运算过程也是连续的。模拟信号在时间上是连续的 ,通常称为模拟量 ,如电压、电流、温度都是模拟量。一般说来 ,模拟计算机不如数字计算机精确 ,通用性不强 ,但解题速度快 ,主要用于过程控制和模拟仿真。

表 员圆列出了电子数字计算机与电子模拟计算机之间的主要区别。

表 员圆 电子数字计算机与电子模拟计算机的比较

比较项目	电子数字计算机	电子模拟计算机
数据表示方法	园和员	电压
计算方式	数字计数	电压组合和测量值
精度	高	低
控制方式	程序控制	硬连线控制
数据存储量	大	小
逻辑判断能力	强	无

摇摇电子模拟计算机由于精度和解题能力都有限 ,所以应用范围较小。电子数字计算机则与模拟计算机不同 ,它是以近似于人脑的“思维过程”来工作的 ,所以有人把它称为“电脑”。它的发明是圆世纪人类最伟大的科学技术成就之一 ,也是现代科学技术发展水平的主要标志。习惯上所称的电子计算机 ,一般是指现在广泛应用的电子数字计算机 ,本书介绍的也仅是电子数字计算机。

圆) 按计算机使用范围分类

电子数字计算机按照其使用范围 ,进一步又可分为专用计算机和通用计算机。严格地说 ,专用和通用是根据计算机的效率、速度、价格、运行的经济性和适应性来划分的。

(员) 专用计算机摇是指为适应某种特殊应用而设计的计算机 ,具有运行效率高、速度快、精度高等特点 ,一般用在过程控制中 ,如智能仪表、飞机的自动控制和导弹的导航系统等 ,是最有效、最经济和最快速的计算机 ,但是它的适应性很差。

(圆) 通用计算机摇是指为解决各种问题 ,具有较强的通用性而设计的计算机。该机适用于一般的科学计算、学术研究、工程设计和数据处理等用途 ,这类机器本身有较大的适用面。通用计算机适应性很好 ,但是却没有了效率、速度和经济上的优势。

猿) 按计算机的规模和处理能力分类

按照 员圆年 由 国际科学巨型机委员会提出的运算速度分类法 ,通用计算机又可分为巨型机、大型机、小型机、工作站和微型计算机。它们的区别在于体积、简易性、功率损耗、性能指标、数据存储容量、指令系统规模和机器价格。

(员) 巨型机摇巨型机运算速度快、存储容量大 ,每秒可达 员亿次以上浮点运算速度 ,主存储器容量高达几百兆字节甚至几百万兆字节 ,字长可达 猿位以上。这类机器价格相当昂贵 ,有极

表 员 瑶 计算机控制系统实例

行业	计算机控制系统
水利电力	城市供水过程控制,水净化系统控制,自来水厂生产过程控制,水位控制,电站监测控制,电站远程控制,发电厂程序控制,变电所实时监控
交通邮电	船舶导航,大型车站自动化调度,城市交通控制,自动电话交换系统控制,光导纤维拉纤控制,包裹自动分拣,自动转报,惯性导航
石油化工	合成塔温度、压力、流量控制,玻璃窑炉料道温度控制,石油裂解和煤气生产炉控制,炼油厂装油台控制,水泥生产过程控制,流体流量、混合比控制
轻工纺织	味精发酵系统控制,地毯织机提花控制,五色提花织机控制,烟台化纤织袜机群控制,塑料轮转印刷套色控制,纺棉机纱锭控制,高温高压染色机控制,喷液印花控制
冶金制造	电炉温度控制,高炉配料上料控制,铝板轧制机控制,转炉副轮控制,均热炉控制,冲天炉冶炼过程最优控制,平炉节能控制,电解炉自动控制,轧钢飞剪自动控制
机械制造	自动磨床控制,印制电路板钻床控制,线切割机床控制,多头钻床控制,锻造水压机控制,激光加工控制,随动系统定时定位控制,电镀生产线加工控制中心

源 计算机辅助工程

计算机辅助工程是以计算机为工具,配备专用软件辅助人们完成特定任务的工作,以提高工作效率和工作质量为目标。

计算机辅助设计(悦皂志课粤译问译译社悦皂)技术,是综合地利用计算机的工程计算、逻辑判断、数据处理功能和人的经验与判断能力结合,形成一个专门系统,用来进行各种图形设计和图形绘制,对所设计的部件、构件或系统进行综合分析 with 模拟仿真实验。它是近十几年来形成的一个重要的计算机应用领域。目前在汽车、飞机、船舶、集成电路、大型自动控制系统的设计中,悦皂技术有着愈来愈重要的地位。

计算机辅助制造(悦皂志课粤译问译译社悦皂)技术,是利用计算机对生产设备进行控制和管理,实现无图纸加工。

计算机基础教育(悦皂志课粤译问译译社悦皂)主要包括计算机辅助教学(悦皂)、计算机辅助测试(悦皂)和计算机管理教学(悦皂)等。其中,悦皂技术是利用计算机模拟教师的教学行为进行授课,学生通过与计算机的交互“对话”进行学习并自测学习效果,是提高教学效率和教学质量的新途径。近年来,由于多媒体技术和网络技术的发展,推动了悦皂的发展,网上教学和现代远程教育已在许多学校展开。开展悦皂不仅使学校教育发生了根本变化,还可以使学生在学校里就能熟练掌握计算机的应用,培养出新世纪的复合型人才。

电子设计自动化(耘皂志课粤译问译译社耘皂)技术,利用计算机中安装的专用软件和接口设备,用硬件描述语言开发可编程芯片,将软件进行固化,从而扩充硬件系统的功能,提高系统的可靠性和运行速度。

缘 信息高速公路

信息高速公路是在 员怨年 年由美国当时的参议员、后来的副总统戈尔提出的,是指将美国的所有信息库及信息网络连成一个全国性的大网络,把大网络连接到所有的机构和家庭,让各种各样的信息都能在大网络里交互传输。美国在 员怨年 年正式宣布实施“国家信息基础设施”计划,即“信息高速公路”计划,预计 圆年内耗资 源园亿美元, 员怨年 年 员怨年 年初步建成。该计划引起了世界各发达国家、新兴工业国家和地区的极大震动,纷纷提出了自己发展信息高速公路计划的设想,积极加入到这场世纪之交的大竞争中去,我国也不例外。

国家信息基础设施除了通信、计算机、信息本身和人力资源源个关键要素外,还包括标

准、准则、政策、法规和道德等软环境,其中最主要的是“人才”。针对我国信息技术相对落后、信息产业不够强大、信息应用不够普遍和信息服务队伍还没有壮大的现状,有关专家提出我国的“信息基础设施”应该加上两个关键部分,即民族信息产业和信息科学技术。

面对正在向深度和广度发展的信息化浪潮,我国政府成立了国家经济信息化联席会议组织,中共十四届五中全会又把“加速国民经济信息化进程”写入了《关于制定国民经济和社会发展“十五”计划和二〇一〇年远景目标》的建议中,把信息产业的发展摆在突出的地位。

远 电子商务

电子商务是指通过计算机和网络进行商务活动,是在网络空间的广阔联系与传统信息技术的丰富资源相结合的背景下应运而生的一种网上相互关联的动态商务活动。

电子商务是在一九九一年开始的,起步时间虽然不长,但因其高效率、低支出、高收益和全球性等特点,很快受到各国政府和企业的广泛重视,有着广阔的发展前景。目前,世界各地的许多公司已经开始通过网络进行商业交易,他们通过网络方式与顾客、批发商和供货商等联系,在网上进行业务往来。

苑 家用电器

目前在洗衣机、电冰箱、彩电、微波炉等家用电器中已经大量采用单片机控制。而且人们正积极研究把计算机技术应用到整个住宅或建筑物的控制中,工作之余人们还使用计算机欣赏电视、阅读影碟和听音乐,进行游戏娱乐以及家庭理财、家庭教学等。可见,计算机的使用已大大改善了人们的生活条件。

【教你一招】

电子数字计算机的特点总结如下:

- (员) 信息表示简单、一致;
- (圆) 运算速度快、精度高;
- (猿) 具有逻辑运算能力;
- (源) 能在程序控制下自动地连续工作;
- (缘) 具有强大的信息存储能力;
- (远) 通用性强。

员 摇摇计算机的硬件

硬件(匀)是计算机系统中实际装置的总称,或称硬件平台。它可以是电子的、电的、磁的、机械的、光的元件或装置,或由它们组成的计算机部件或整个计算机硬件系统。

计算机的基本工作原理概括起来就是在硬件系统实现数学运算和逻辑运算的基础上,通过软件程序的控制,实现各种复杂的运算和控制功能。可见,硬件是整个计算机系统的物质基础。

员 摇摇计算机硬件的基本构成

硬件是组成计算机系统的物质基础,不同类型的计算机,其硬件组成是不一样的。从计算机的产生发展到今天,各种类型的计算机都是基于冯·诺依曼思想而设计的。这种计算机的

存储器中如何保存呢？

目前采用半导体器件来担当此任。一个半导体触发器有 0 和 1 两种状态，可以记忆一个二进制代码。如果一个数用 8 位二进制代码来表示的话，那么就需要 8 个触发器来保存这些代码。通常，在存储器中把保存一个数的若干个触发器称为一个存储单元。存储器是由许多存储单元组成的。每个存储单元都有编号，称为单元地址。向存储器中存数（写操作）或从存储器中取数（读操作），都要按给定的地址来寻找数据所在的存储单元。

存储器所有存储单元的总和称为存储器的存储容量，通常用单位 MB、KB、B 来表示，例如：1024KB、1MB 等。存储容量越大，表示计算机的记忆功能越强。

【教你一招】

存储器中存储的数据和程序是怎样区分的？

存储器中存放的数据和程序（指令）都是以二进制形式存放的，当程序运行时由控制器控制在取指令时将从存储器中读出的信息作为指令处理，在取数据时即把从存储器中读出的信息作为数据处理了。

源 控制器

控制器用来控制、指挥程序和数据的输入、运行以及处理运算结果。

它的主要功能是为计算机的工作提供统一的时钟，按照程序不断地从存储器中取指令、分析指令，把指令中的操作码译成相应的操作命令，并进行时序分配，变成相应的控制信号，从而驱动计算机的各部件按照节拍有序地完成程序规定的操作内容，并控制程序的执行顺序。因此，控制器的主要工作是不断地取指令、分析指令和执行指令。

在早期的计算机术语中，通常把运算器和控制器合在一起称为中央处理器，简称 CPU，进而将 CPU 和存储器合在一起称为主机。

源 输入设备

将人们熟悉的信息形式转换为机器能接收和识别的二进制信息形式的工具叫输入设备。

键盘是最常用的输入设备，它是现代计算机系统，特别是微型计算机系统中不可缺少的人机对话工具，用来输入主要由字符和数字组成的数据和程序。

鼠标用以确定显示器屏幕位置坐标，是近年来在一些选单式软件和图形系统中常用的输入设备。鼠标上有两个（或两个以上）按键，在专门软件的支持下，操作者可手持鼠标在桌面或一块专用板上滑动，鼠标指针就在显示器屏幕上移动，移到所选位置，按下有关按键，就可完成选单选择、定位拾取等操作了。

其他输入设备还有：扫描仪、数字化仪、光笔、条形码扫描器、触摸屏、各种模数（模拟）转换器、数码相机等。

源 输出设备

将计算机的运算结果变换为人或其他机器设备所能接受和识别的信息形式的工具叫输出设备。

输出的形式，可以是文字、表格、图形、图像和声音等。常见的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、音箱、各种数模（数字）转换器等。

从数据输入和输出的角度看，磁盘机（硬盘和软盘）和磁带机也可以被看作输入输出设备。当从磁盘或磁带读取文件时，它们是输入设备，当在磁盘或磁带上保存文件时，它们是输出设备。