

第18篇 电子计算机应用

主 编 周 斌 (机械电子工业部机械科学技术情报研究所)
阮家栋 (上海工程技术大学)
责任编辑 曲彩云

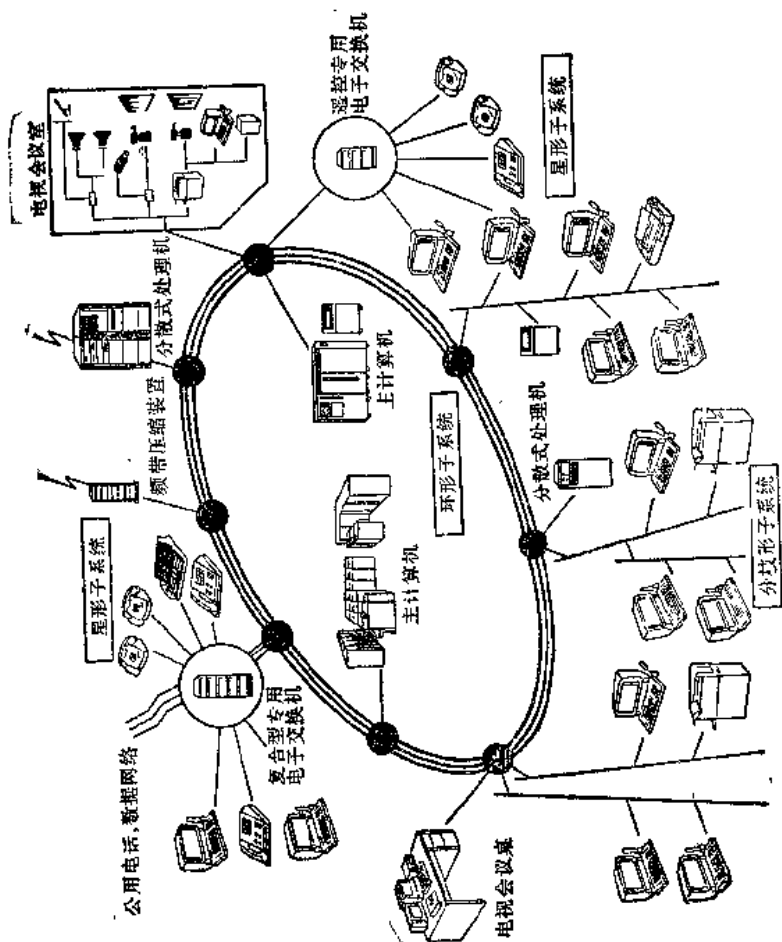


图18-2 数据通信网

和运算器组合起来称中央处理单元 (CPU); 输入设备和输出设备 (I/O) 是计算机的外围设备。在CPU之外, 另设控制 I/O 动作的装置称接口。在一般计算机中, CPU、存储器和 I/O 接口都是通过总线连接起来。

有时, 计算机不仅是作为计算工具, 而是作为信息处理设备。联机处理和实时处理给计算机技术带来很大的发展。首先把通信技术与计算机技术相联接, 在计算机系统中又增加了通信控制装置 (CCU)。使许多计算机, 不论它们相距多远, 都能联接在一个信息交换网中, 形成数据通信网, 见图18-2。在数据通信网中除计算机外, 还可连接电话及电视等设备。

电子计算机按硬件的功能和容量可分为: 大型机、中型机、小型机和微型机四种。大型机主要用于国家级的大型数据或复杂数据处理、科学计算等; 中型机主要用于大型工厂企业的管理, 大型图书情报管理, 以及复杂的CAD/CAM等; 小型机主要用于办公室文件管理, 一般的CAD/CAM, 小型工厂或车间的计算机管理, 中小型图书情报管理, 生产过程的自动控制等; 微型机用于机械制图CAD, 局部或小型过程控制, 智能化仪表, 小型数据库和财务管理, 小型图书资料管理以及各种机电一体化产品的控制单元等。单片微处理机的产生, 进一步把机械和电子产品结合在一起, 加速了机械产品的更新换代。

1.1.2 中央处理单元 (CPU)

CPU基本上由逻辑运算器 (ALU)、运算寄存器 (累加器、通用寄存器等)、控制寄存器 (程序计数器、指令寄存器等)、指令译码器和控制电路所构成, 见图18-3。在该CPU中有16个通用寄存器 (GR0~GR15)。

CPU的基本操作如下:

- 1) 从内存取出指令, 进行指令译码并选择相应的控制序列, 称取出周期;
- 2) 执行取出周期所选择的控制序列, 称执行周期;
- 3) 查询有无中断。若无中断, 则执行取出指令, 若有中断, 则在中断处理执行完毕后返回取出周期, 称中断周期。

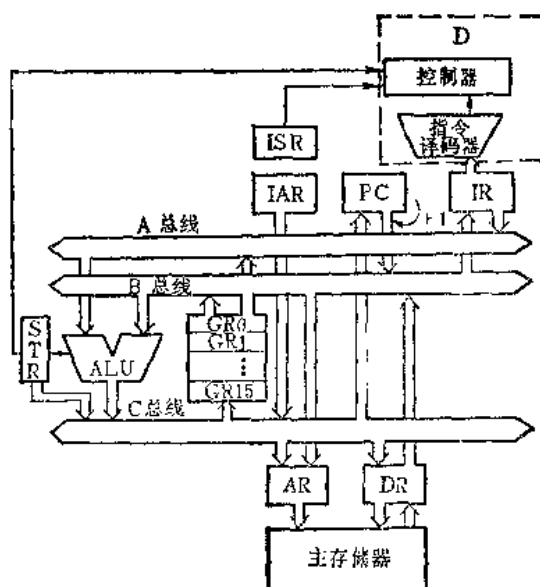


图18-3 CPU 的构成

STR——ALU运算结果的状态寄存器；

A、B总线——ALU的输入总线；

C总线——ALU的输出总线；

AR——地址寄存器；

DR——数据寄存器；

PC——程序计数器，具有增量的功能；

IAR——中断地址寄存器；

IR——指令寄存器；

ISR——中断状态寄存器；

D——指令译码及控制器。

下面将上述操作结合CPU各部件的功能作进一步说明如下：

(1) 取出周期

1) 把PC的内容(指令地址)，通过B总线送至AB。

- 2) 读存储器内容。其结果, 指令便被存放在DR中(取指令)。
- 3) 给PC加1, 作为下一次取指令的准备。
- 4) 将DR的内容送至IR。
- 5) 由指令译码器将IR的内容(指令)译码, 并选择控制序列。

(2) 执行周期 执行周期的操作, 随所取出的指令而各异。现以三种典型指令为例, 说明执行周期的情况。

1) AR0, 1 把GR0与GR1的内容相加, 运算结果留在GR0中, 执行周期的情况如下:

① GR0的内容通过A总线, GR1的内容通过B总线分别送至ALU, 同时命令ALU进行加法运算。

② 把ALU的运算结果, 通过C总线送至GR0, 并把加法运算状态(进位、溢出、运算结果符号、运算结果=0等)存放在STR中。

2) S2, 512 (3) 把512与GR3内容相加的存储地址内容读出, 再从GR2的内容中减去, 并将其结果留在GR2中, 执行周期的情况如下:

① 指令寄存器的操作数部分(此时其内容为512), 通过A总线送至ALU并把GR3的内容通过B总线送至ALU。同时命令ALU进行加法运算(操作数地址的计算)。

② 把运算结果通过C总线送至AR。

③ 读出存储器内容。其结果, 512与GR3内容相加的地址内容便被存放在DR中(取操作数)。

④ 把GR2的内容通过A总线送至ALU, 而DR的内容通过B总线送至ALU。同时命令ALU进行减法运算。

⑤ 把ALU的运算结果存入GR2, 并且把减法运算结果的状态存入STR中。

3) BM128 若前一次的运算结果符号为负, 则转移到128号地址, 执行周期的情况如下:

① 若STR的符号指示位为负, 则执行2), 否则结束操作。

② IR的操作数部分(此时其内容为128), 通过A总线、ALU

和C总线存放在PC中。

(3) 中断周期

1) 查询ISR (中断状态寄存器) 是否有中断请求 (请求中断时, ISR的对应中断请求位被置位)。若请求中断, 则执行2); 否则返回取出周期。

2) 把PC内容保存在IAR (中断地址寄存器) 中。

3) 控制器把对应于中断请求的特定地址直接置于PC中, 然后返回取出周期。

1.1.3 存储器

在计算机中存储器是存储大量数据和指令的介质。常用的存储器分几类:

半导体存储器——随机存储器 (RAM), 只读存储器 (ROM), 可改写的只读存储器 (PROM及EPROM), 电荷耦合器件 (CCD) 存储器等;

磁带存储器——用磁带存储信息;

磁盘存储器——软盘存储器, 硬盘存储器;

光盘存储器——只读光盘存储器 (CD-ROM), 可改写的光盘存储器。

a. RAM RAM中所存储的信息随时可以更新, 但在断电时会立即消失。根据用途RAM分为动态和静态两类。静态RAM的电路实际上是用一只触发器来存储一位信息, 它一般采用CMOS或NMOS电路, 存取时间在70~500 μ s之间。每块芯片中的容量为1K, 4K, 16K, 64K等。动态RAM主要也是MOS电路, 靠MOS管的栅极电容来保存信息, 由于存在着漏电, 因此信息只能保存几毫秒。使用时必须给栅极电容周期性充电, 以保存原有信息, 这称为周期刷新。由于动态RAM每位只需1~3个管子, 比静态RAM所用的器件少, 易于集成, 速度也快, 因此容量大的存储器一般都用动态RAM。其缺点是要增加刷新电路。存取时间在100~200 μ s之间。每块芯片中的容量为16K, 64K, 128K, 256K等。还有一种非易失性RAM, 采用特殊MOS器件结构。当电流切断后在这种电路中所积蓄的电子或空穴可长

期保存,但存取时间较慢,一般要几十毫秒。

b. ROM ROM中的每一位信息在出厂时已经确定,用户不能再进行修改。ROM一般用MOS电路,每位只需一个管子,当栅极有引线时为“0”,栅极开路为“1”。它采用掩模操作,固定在芯片中,故又称为掩模式ROM,存取时间在 $200\sim 500\mu s$ 之间。生产成本较低,适用于大批量程序不变的条件。每片容量为 $4K\times 8$, $8K\times 8$, $16K\times 8$ 和 $64K\times 8$ 等。

c. PROM PROM是可根据程序的需要来编制ROM各单元的内容。它有两类,一类是熔丝式,另一类是双极型器件。熔丝式PROM有镍铬熔丝式、多晶硅熔丝式和短路结式三种。当它们通过大电流时将熔丝烧断或将其反向结击穿,使PROM芯片内各位的内容变成“0”或“1”。所以PROM有较大的灵活性,适用于根据用户要求,编制监控程序的固化和其它软件的固化。

d. EPROM 它是可将原存储内容擦除后再改写的半导体存储器。EPROM中各位内容可由用户写入,还可利用紫外线照射来擦去所写的内容,使之恢复原状,EPROM一般为MOS电路,在研制各种微型机系统时应用十分广泛。当程序试验完成后,往往再改用PROM或ROM进行小批量或大批量生产。

e. CCD 它是在硅衬底上制作一层很薄的氧化膜,然后在其上并排形成好多个电极。在MOS结构的电极和衬底之间施加脉冲电压,把电荷信号积存在电极下形成的电势阱里。通过移动电极上的电压,就能把电荷信号传送到邻近的电极下,形成新的电势阱。所以,CCD是兼备电荷积存功能和传输功能的元件。

CCD存储器的容量有 $64K\times 8$ 、 $128K\times 8$ 、 $256K\times 8$ 等。

f. 磁带存储器 磁带装置是在磁带上依次写入或读出数据,数据要按序排列。磁带存储器主要用作计算机的外存。磁带宽度的规格有 $12.7mm$ 、 $6.35mm$ 及 $3.81mm$ 三种。由于在磁带的同一位置上要记录一个字符(一般为7~9位二进制),所以磁头采用多磁道结构。常用的磁带机中采用9磁道磁头。但在微型机上用的盒式磁带,它采用音频单磁道磁头。用得最普遍的盒式磁带记录方式称“堪萨斯市”

标准。这是用 8 个周期的 2400Hz 信号代表逻辑 1, 用 4 个周期的 1200 Hz 信号代表逻辑 0。

g. 软盘存储器 在磁性软盘片上随机存取信息是一种十分方便和经济的方式。它主要用作计算机外存, 软盘放入软盘驱动器中工作。常用的软盘规格有:

89mm ($3\frac{1}{2}$ in) 存储容量双面 800 KB

133mm ($5\frac{1}{4}$ in) 存储容量单面 140 KB, 双面 360 KB, 720 KB, 1.2 MB

203mm (8in) 存储容量单面 250 KB, 双面 600 KB, 1.2 MB

h. 硬盘存储器 它是一种固定式的容量极大的磁性存储器, 能随机存取信息。大型的硬盘存储器容量为 120 MB~800 MB。小型的硬盘存储器称温彻斯塔硬盘, 是一种密封的盒式存储器, 常用于小型及微型机, 容量为 5 MB~100 MB。存取速度很快, 通常达 1 MB/s。

i. 光盘存储器 在盘片上采用激光产生高低不平的痕迹, 成为信息层, 外面有透明的保护层。然后, 再以激光为光源的光学读取机构进行读取, 是目前存储密度最高的外部存储器, 比软磁盘高 1500 倍左右。133mm ($5\frac{1}{4}$ in) 光盘可存储 500~800 MB, 305mm (12in) 光盘可存储 1200~2000 MB。由于光学读取机构不直接与盘片接触, 所以寿命长, 一般可保存 10 年。光盘存储器有两类: 一类是只读光盘存储器 (CD-ROM), 由生产厂制成固定的数据; 另一类是一次写入的光盘存储器, 大多用于存储各种文献资料和图片档案。光盘不像磁性介质那样, 易受环境影响, 可以携带和邮寄。

1.1.4 输入设备

由于计算机的应用不断扩大, 它的输入设备除键盘外其他的形式也越来越多。常用的输入设备有: 纸带输入机、鼠标器、数字化仪、手写输入板、扫描输入器、条形码输入器。此外, 声音、摄录、遥感等各种输入设备也在许多领域中开始应用。

a. 纸带输入机 利用纸带作为信息的存储媒体, 在数控机床等

方面应用甚广。常用的纸带规格有5单位、8单位两种。纸带上的孔由穿孔机制作,8单位纸带上每排有9个孔,5单位纸带上有6个孔,其中一个小孔为同步孔。穿孔编码有EIA(美国电子工业协会)代码及ISO(国际标准化组织)代码两种。纸带输入机的工作方式有机械式和光电式。机械式是靠机械动作探寻孔的有无,然后再通过电气接点开关进行阅读。机械式多用于低速设备。光电式是让穿孔纸带在光源与光敏元件之间通过,以光敏元件检测有无光照来进行阅读,光敏元件用的是光敏三极管、太阳电池、光敏二极管等。

b. 鼠标器 它是人-机交互信息的简便装置。常用于计算机辅助设计。使用时将鼠标器放在平面上移动,它下面有一个与平面接触的滚轮随着转动。显示器屏幕上的光标便随着滚轮转动所发出的信号跳动。当光标的尖头触及到选中的字符或图形时,只要按动鼠标器上的微动开关就会产生一条指令,执行所规定的动作。

c. 数字化仪 它是由一块图形输入板及一支光笔或光学定标器组成,能检测在画面内所指定的坐标,并向计算机发出指令。它的使用方法有两种:一种是先标定画面上的几个点,在指令的配合下画出各种规格的直线、曲线或图案;另一种是指定图形输入板上的某些点为不同的汉字、字符、图形单元、字组或操作命令,作为这些汉字、图形、命令等的输入控制。数字化仪用光笔或光学定标器来确定坐标位置,位置误差为 $0.2\sim 0.05\text{mm}$ 内。它有各种尺寸,可按图纸的要求进行选择。

d. 手写输入板 它是汉字及字符的输入设备之一。手写输入板可识别各种不同写法的手写字体,范围包括全部汉字编码字符集(GB2312—80)。但每次只能写一个汉字或规定的几个字符数,不能同时输入长段文字。每写一字后按一次输入键。优点是不必熟记任何输入编码,但输入速度不快。

e. 扫描输入器 平面式扫描输入器是把图纸紧压在一块透光的玻璃板上,用光学方法进行扫描,随后将各线各点的信息存入。计算机可将图形进行放大、缩小、处理、着色或修改。然后由激光打印机或其他打印机输出,分辨率最高可达 12.5点/mm 。它主要用于情报信

息的存储或复制修改,以及书稿版面的图形编辑。

f. 条形码输入器 对图书、资料编码、生产过程中零部件的编码以及商品或邮政编码均可采用条形码来代替。条形码可以用计算机的程序来编制,然后用打印机输出。它可以简单地用光笔来检测,代码本身有错误校验功能,能达到很高的辨别率,广泛用于图书馆及成品或半成品仓库。

1.1.5 输出设备

输出设备是计算机最重要的外围设备。常用的输出设备有:显示设备、打印机、绘图机及纸带终端。

a. 显示设备 显示设备是人-机交互最主要的设备。在计算机中常用的显示设备种类很多。按显示原理可分为阴极射线管(CRT)、等离子显示板、液晶等。按处理的信息范围可分为字符显示器和图形显示器。

在字符显示器中采用固定的字符发生器来产生字符集,而图形显示器能以任意格式来显示字符和任意图形。某些汉字终端,把汉字作图形来处理,大多采用了图形显示器。

CRT显示器是把阴极射线管作显示展幕。其原理与电视机相似,有彩色和单色之分,但在计算机中常用绿色或橙色的屏幕。根据不同需要,CRT的扫描数分为:低分辨率(160线)、中分辨率(320线)、高分辨率(640线~750线)及超高分辨率(750线~2048线)。在字符显示器中常用低、中分辨率,而在图形显示器中则用中、高以至超高分辨率的彩色CRT。

液晶显示板是一种薄型、省电的便携式显示器。它利用外加电压引起向列液晶紊流所产生白浊现象的原理。为延长液晶寿命一般采用交流电压驱动。它常用作字符显示器或数码显示器。

b. 打印机 打印机是用得最普遍的输出设备。为满足各种需要,其作用原理和型式也繁多。常用的有针式、热敏式、喷墨式和激光式打印机。打印纸的宽度在178mm至382mm之间。一般均为单色打印机,对特殊需要也有彩色打印机。打印机的接口有串行的,采用RS-232接口或RS-422接口;也有并行的,采用SCIS接口。

1) 针式打印机是用一排细针按点阵的排列打印出各种字符或图形。西文ASCII字符一般按 7×7 、 7×8 或 7×9 点阵。汉字一般为 16×16 、 24×24 或 32×32 点阵。打印机的质量决定于钢针的数量,一般采用9针、16针和24针。

2) 热敏式打印机是利用热敏纸的物理变化或化学变化。前者是通过打印纸在温度变化时将纸表层加热熔化,变成透明状态后,使着色纸的颜色显露出来。后者是通过加热而使其引起化学反应而变色。变色的起始温度一般在 60°C 以上。热敏式打印机的优点是噪声低,可靠性高。缺点是需要专用的打印纸。

3) 喷墨式打印机可分为电荷量控制型喷墨式和电场控制型印字方式两种。前者是先给墨水施以压力,并从超声振动的喷嘴喷出,使墨水形成墨滴,然后飞过电场形成带电粒子,在控制电极电场的作用下使墨滴偏转,喷射在纸上形成字符。后者是在高压作用下,利用静电引力使带有电荷量的墨滴从喷嘴射出,然后在途中设置X、Y偏转板使墨滴偏转地喷射在纸上。打印纸由滚筒带动,能前、后移动,使墨滴形成字符或图形。喷墨式打印机可采用几个喷嘴绘出彩色图形。

4) 激光打印机是采用电子照相原理使感光板带电,赋予感光性。然后,将激光照射到感光纸上形成字符或图形的潜象,再把感光板上的潜象印在纸上,经过定影便形成输出在纸上的字符或图形。激光打印机不象针式打印机那样一字一字、一行一行地打印,而是先把一页的内容存储在RAM中,存满后整页输出。激光打印机的图象质量极高,达12点/mm,打印速度 $8 \sim 40$ 页/min,并且没有声音,是高水平的打印设备。

c. 绘图机 绘图机是能在纸张或其他薄片介质上绘制出各种复杂的文字和图形。它是CAD系统中的重要输出设备。绘图机有平板式及鼓式两种结构。平板式绘图机是通过绘图笔在平面任意位置上移动,从而绘出图形;鼓式绘图机则是使卷在转鼓上的纸张沿X方向移动,绘图笔沿Y方向移动,在两者配合下而绘出图形。绘图笔有墨水笔和圆珠笔,颜色有 $1 \sim 8$ 种。多色绘图机附有笔架,能自动更换颜色。绘图机用微处理器控制,可进行实线、虚线、直线、曲线、圆等插

补运算处理,在存储器中也存有字母、数字、符号的字符库。从而减轻主机的负荷,而且使用方便。

d. 纸带终端 纸带终端是以纸带传输为主要目的的终端,通常有纸带阅读机、穿孔机和控制器构成。有穿孔、复制、阅读及校对等功能。但也有其中某几项或一项功能的纸带终端。由它输出的纸带可作为信息载体保存或传输到下一级计算机中。在CAD/CAM系统中常用穿孔纸带作为数控机床的信息载体。

1.2 计算机系统的软件组成

1.2.1 概述

计算机软件是介于使用者与计算机硬件之间的逻辑系统,见图18-4。它使计算机系统能自行管理和使用更加方便。计算机软件可分为两大类:

系统软件——语言和操作系统;

应用软件——各种应用软件包、专用语言和处理程序。

软件的设计方法,一般有两种;

第一种,先熟悉掌握操作系统和选用合适的语言,由软件人员设计应用软件,解决实际问题。这种方法,使软件开发的周期较长。

第二种,由专业人员选用合适的软件包,在指定的操作系统下,装入计算机。使用者编写简单的程序,在键盘上或其他输入设备上答

复计算机的各项提问,并且输入自己的数据,然后专业软件包就成为一个应用软件包,使计算机很快地成为工程或管理上的辅助工具。

由于软件工作的大量增加,就必须建立软件标准,软件工程方法,

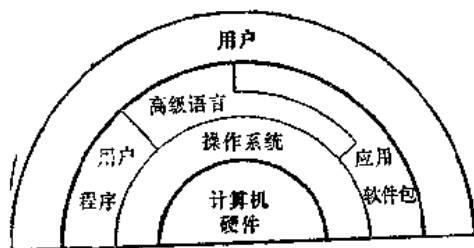


图18-4 计算机系统与用户之间的联系

性能测试方法,软件可靠性标准和软件生产管理等制度或规则。今后,编制软件的方法也在向着自动化的方向发展。让大多数的编程工作由计算机自行解决,只有少部分需要系统分析和设计等工作才由人工去做。这就会产生知识化软件,使人与计算机之间的联系由高级的人工智能系统来自动完成。

1.2.2 指令和数据格式

当前一般的计算机都采用 J.Von Neumann 提出的存储程序方式。这种方式的优点是存储器中的指令字与数据并无任何区别。它使计算机更灵活、快速地实现各种处理。

随着计算机软件的发展,使用编译程序和高级语言比使用指令字(机器代码)编程要方便得多。因此,计算机的总体设计也越来越转向高级语言处理。为此,对指令字方式也进行了种种研究,如微程序技术,使用了比现有指令低一级的微指令,而宏指令则是更接近于高级语言的功能。一段时期来,指令随着微程序技术的发展、虚拟存储的采用、高级语言的运用以及数据处理的高级化发展而日趋复杂化。但在一个计算机的指令集中,有80%以上指令使用频度很低,这样庞大的指令集使计算机开发很慢,运算速度降低,于是最近又出现精简指令体系(RISC)。它只有30~100条经挑选的指令,某些非常用的功能可由几个指令去完成。这样反而能提高计算机的解题速度。

a. 数据级 可直接由计算机指令处理的数据级,大致分为以下五级:

- (1) 位 (bit) 它是只具有信息量 0 或 1 的最小数字单位。
- (2) 数字 (digit) 一般用来表示 0~9 中任一位十进制数的数据。一般由 4 位二进制表示一个数字。
- (3) 字符 (character) 它是用来表示字母、数字以及计算机能识别的其他符号。
- (4) 字 (word) 它是由作为一个单元的一组字符或一组二进制制位组成。计算机有多种多样字长,常见的有 4、8、16、24、32、48、64 位者居多。
- (5) 记录 (record) 作为一个单位来处理的一组相连的数

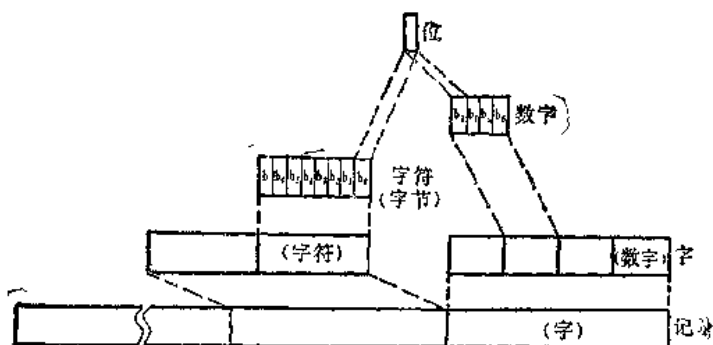


图18-5 数据级

据，称为记录。

数据级表示见图18-5。

b. 数据长度 是计算机直接处理数据的一种属性。一般可分为固定长度和可变长度两种。

(1) 固定长数据 作为运算对象的数据长度已被指令预先固定，有1位、1字符、1字等数据长度。但一般是以字为单位进行处理。当1字达不到数字运算精度时，可增设双字长或四倍字长的数据处理指令。

(2) 可变长数据 可任意指定长度的格式。常用于字符串处理。

c. 数值的表示方法 在计算机中每个数值由其基数及小数点表示方法两部分组成。

(1) 基数 在计算机中数值的基数常用二进制、十进制、八进制或十六进制等方式表示。但计算机的运算器通常只能进行二进制运算，而八进制和十六进制实质上与二进制相同，但便于记忆。负数的表示方法有两种：用绝对值加符号的表示法；用补码表示法。前者容易记忆，而后者计算简单。

(2) 小数点位置的表示方法 有固定方式和浮点方法两种。浮点数据是由尾数部分和阶码部分组成。若以 M 表示尾数， R 表示基数， E 表示阶码，则数值 N 的表达式为：

$$N = M \cdot R^E$$

浮点方式的优点在于能够使用大范围的数值,而且能自动进行小数点位置不相同的数值之间的运算。

d. 字符的编码 常用的字符(包括26个英文字母,0~9数字及其他计算机能识别的符号)需要6~8位才能表示。在计算机中常用的字符编码有ASCII及EBCDIC两种,ASCII代码表见表18-1。它由7位二进制数表示一个字符,低位由4位二进制数组成,高位由3位

表18-1 ASCII代码表

键名	高位	0	16	32	48	64	80	96	112
		0	1	2	3	4	5	6	7
低位									
0	0	Ctrl-2	Ctrl-P	空格	0	@	P	'	p
1	1	Ctrl-A	Ctrl-Q		1	A	Q	a	q
2	2	Ctrl-B	Ctrl-R	"	2	B	R	b	r
3	3	Ctrl-C	Ctrl-S	#	3	C	S	c	s
4	4	Ctrl-D	Ctrl-T	\$	4	D	T	d	t
5	5	Ctrl-E	Ctrl-U	%	5	E	U	e	u
6	6	Ctrl-F	Ctrl-V	&	6	F	V	f	v
7	7	Ctrl-G	Ctrl-W	'	7	G	W	g	w
8	8	BS	Ctrl-X	(	8	H	X	h	x
9	9	→	Ctrl-Y	)	9	I	Y	i	y
10	A	Ctrl-J	Ctrl-Z	*	,	J	Z	j	z
11	B	Ctrl-K	Esc	+	;	K	[	k	{
12	C	Ctrl-L	Ctrl-\	,	<	L	\	l	
13	D	←	Ctrl-]	~	=	M	]	m	}
14	E	Ctrl-N	Ctrl-6	.	>	N	^	n	~
15	F	Ctrl-O	Ctrl-—	/	?	O	-	o	Ctrl-←