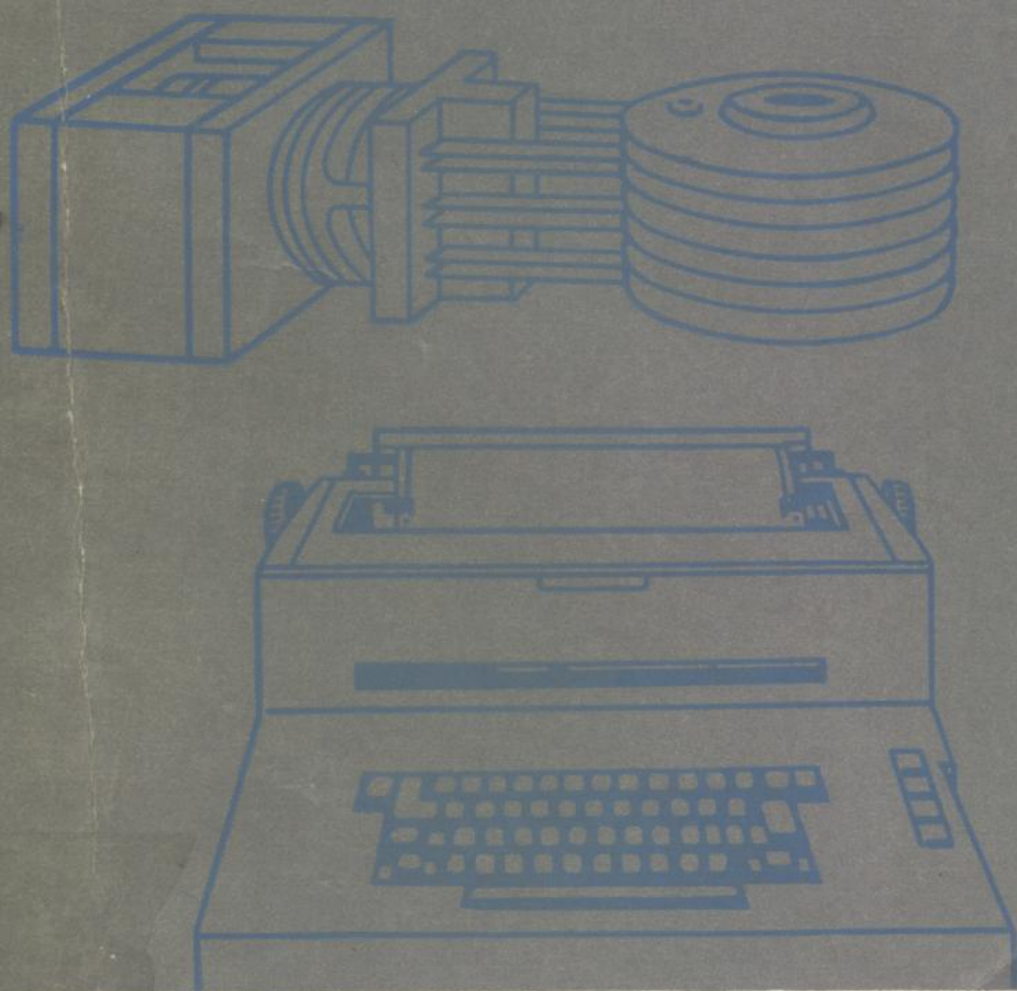


电子计算机 外围设备

〔美〕 I. 弗洛里斯 著



科学出版社

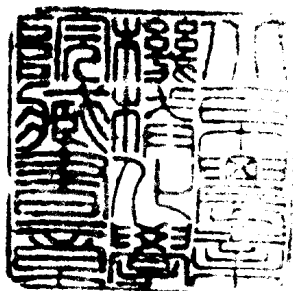
TP334
1

电子计算机 外围设备

[美] I. 弗洛里斯 著

熊发骥 王兴传 等译

邹海明 校



科学出版社

1982

内 容 简 介

本书是第一本论述外围设备的著作。作者以 IBM360 系统为主,介绍了各类外围设备的工作原理,控制方式,接口以及系统软件调用设备时信号及数据的流程。为了帮助读者理解,书中采用了大量的部件分解图及信号、数据流程图。

本书可作为计算机专业“外围设备”课程的教材,也可作为广大从事计算机科学技术人员的参考书。

Ivan Flores

PERIPHERAL DEVICES

Prentice-Hall, 1973

电 子 计 算 机 外 围 设 备

[美] I. 弗洛里斯 著

熊发骥 王兴传 等译

邹海明 校

责任编辑 黄岁新

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16
1982年10月第一次印刷 印张:23 1/2
印数:0001—10,000 字数:538,000

统一书号:15031·429

本社书号:2716·15—8

定价:3.60 元

译 者 的 话

随着电子计算机的发展和广泛应用,计算机外围设备的作用越来越重要,广大计算机工作者迫切需要一本介绍外围设备的书籍。〔美〕I. 弗洛里斯 (Ivan Flores) 1973 年著的《外围设备》(PERIPHERAL DEVICES), 是第一本比较全面系统论述外围设备的书,我们特地把它翻译出来,以满足目前的需要。

本书以 IBM 360 系统为例,从硬件逻辑至操作软件,介绍了各种外围设备的基本结构和工作,以及设备和整个系统的连接。书中附有大量的结构图、方框图、流程图,语言通俗易懂,便于学习,可供从事计算机工作的工程技术人员、大专院校师生参考。

本书由华中工学院计算机教研室和外部设备教研室翻译,参加翻译工作的有熊发骥(第三、十五章、附录)、王兴传(第八章)、肖祥麟(第六章)、刘启文(第九章)、何绍仪(第二、七章)、黄益森(第十、十三章)、倪浆铭(第五章)、李国伟(第十二、十四章)、文远保(第一、四章)、莫正坤(第十一章)。负责校对的是熊发骥(第一、二、三、四、七、九、十一、十五章、附录)、王兴传(第五、六、八、十、十二、十三、十四章)。最后,由电子计算机系主任邹海明校订全书。在译校过程中,得到上述两个教研室很多同志的支持和帮助,特此致谢。

原书中凡译校者发现有错误时,都作了修改。但由于我们水平有限,一定还会有不少缺点和错误,恳请读者批评指正。

前 言

写本书的时候,还没有一本完整讲述外围设备的书。当人们考察一个大型计算站时,就会从设备的数量、造价以及使计算站正常工作所起的重要作用等方面产生一些想法,觉得外围设备占有重要的地位。对于外围设备的投资,即使不比主机更多,至少也是一样多。但为什么这一领域竟然如此被忽视呢?

我的目标是要改变这种情况。为此写了这本以外围设备为题材的书。读者可能是从事计算机科学的或者是在这个领域内工作的,对各种术语是熟悉的。然而,我还是花了大量的时间来叙述一般的基础,把其他的材料放在它们各自的章节内。

本书也可用作高年级学生或研究生外围设备课程的教材。

本书不是好读的,书中内容技术性很强。其范围涉及到硬件的逻辑和软件的操作系统。对于设备如何工作以及如何将它们综合在总的系统内,我作了通俗的而又协调的解释。

本书的说明都是针对第三代计算机设备的。由于这类设备大都是 IBM 公司生产的,所以有充分理由在所有的例子中引用 IBM 的设备。其他厂家生产的设备,可用插头与 IBM 360 系统适配。因此,IBM 设备所涉及的问题,对于其他外围设备厂家也是完全适用的。

第一章叙述了一般的基础知识。一开始就解释了数据,以及用户解题与数据格式之间的关系。读者对于记录和字段这些量显然是了解的。如把这些信息单位同计算机和外围设备所使用的信息单位加以对比,可以对问题理解得更清楚一些。

本书至少在功能这一级与硬件的结构有直接的联系。读者必须熟悉功能积木块,它们的图解表示及其用途等问题。读者也应当了解如何用这些积木块来组成计算机的硬件。对读者来说,第一章就是复习。除计算机的结构外,也研究了数据在计算机内的流动情况。我们突出了设备同媒体之间的差别,媒体就是设备中取得信息或者存放信息的地方。

第二章讨论设备和媒体。首先一般地分析了构成 IO 设备的元部件,然后研究了各种媒体的几何结构,也讨论了几种特殊的媒体。所有大中型的第三代计算机都使用了通道原理。通道是非常复杂的装置,而且初学者不易理解。

第三章深入地讨论了通道是怎样工作的,也研究了设备控制器和多路通道。后者是一个在文献中几乎完全被忽视的课题。

对于通道接口,360 系统与 370 系统完全是一致的。这使得整个硬件具有模块性,对于其他厂家的设备,只要遵守接口的规定,就可以与 IBM 的设备配套,而不用担心它们是否能正常地工作。必须弄清接口的原理,其重要原因就在于此。

第四章讨论处理 IO 操作的软件。由于软件经常涉及到复杂的中断,我们也详细研究了硬件中断系统的工作。在这之后,我们才有条件研究软件的两个重要组成部分;即 IO 管理程序和存取法程序。这里当然只是进行功能的描述,使读者了解在设备管理中这些

程序的必要性。我们也讨论了程序如何与存取法对话,存取法如何与IO管理程序对话;IO管理程序又如何与通道对话。在作者的OS/MVT一书(1972年,在麻省波士顿市由Allyn & Bacon出版)中,叙述了这些软件部份的详细功能。

把信息送入计算机的最重要方式是穿孔卡片。有关穿孔卡片和卡片穿孔机的资料已经很多了,因此除脱机操作外,在第五章中仅作简要的叙述。当计算机请求时,才利用卡片阅读穿孔机进行读或者穿孔。这一工作并不直接地与通道接口,而是与集中控制器直接接口的。紧接上述问题之后,研究了设备及其控制器的操作和性能。

计算机直接输出的主要设备是行式打印机。第六章对行式打印机进行了详尽的研究,也讨论了打印机运行必不可少的ICU特性。

其余的重要设备都涉及磁记录,为此用了一整章(第七章)来论述磁记录原理。这就要求我们重温某些物理原理。然后讨论了几种磁记录的实际性能。

有了这些准备,就有可能在第八章里叙述磁带机及其控制器了。

如目录表所示,其他设备相应叙述于其他各章节。

深感荣幸的是,作者在编写本书时得到了许多人的帮助:

* 纽约市立大学 Baruch 分校的学生,对错误很多的草稿做了许多工作。

* Max Ferder 在 Baruch 分校用这份质量很差的草稿教了几个班级。

* Marilyn Pronko 在产生手稿的过程中,为记录、抄写和更正进行了长期的工作。

* P-H 公司的出版编辑 Ken Cashman,即使在我失去耐心时,也总是谅解地、有礼貌地给予我许多的帮助。

* Bert Schneider和他在 Bertrick 的同事,把我粗糙的草图印得如此精美!

* Chet 和 Arlene Abend 设计了美观的封面。

* Sweet Abby Cook 由于校对最后的清样,眼睛和身心劳累过度以致损害了他的健康。

I. 弗洛里斯

目 录

第一章 数据与计算机.....	1
1.0 引言	1
1.1 什么是数据	3
1.2 用户量	4
1.3 计算机量	7
1.4 积木块	9
1.5 存贮器	13
1.6 处理机	16
1.7 控制器	18
1.8 操作系统	20
问题	22
第二章 媒体.....	23
2.1 序言	23
2.2 几何形状	26
2.3 穿孔卡片	27
2.4 纸带	29
2.5 磁带	31
2.6 直接存取存贮设备	35
问题	38
第三章 通道.....	39
3.1 需要	39
3.2 命令、子命令和宏指令	41
3.3 通道启动	44
3.4 通道操作	48
3.5 设备控制器; 多路通道	51
3.6 结束	54
3.7 IO 接口	59
3.8 通道操作	65
3.9 最后的细节	71
问题	73
第四章 IO 软件和中断	75
4.1 文件管理	75
4.2 执行通道程序 (EXCP)	78
4.3 程序状态字	82
4.4 中断机构	85
4.5 IO 中断处理程序	88
问题	90

第五章 卡片穿孔机	94
5.1 键盘穿孔机	94
5.2 校验	99
5.3 IBM 129 数据记录器和 UNIVAC 1700	101
5.4 脱机操作	109
5.5 卡片阅读穿孔机	114
5.6 集中控制器	119
5.7 ICU 数据流程	123
5.8 校验	128
问题	131
第六章 行式打印机	132
6.0 引言	132
6.1 打印机扫描	135
6.2 通用字符集	138
6.3 打印	140
6.4 终止; 校验	143
6.5 打印格式控制	147
6.6 打印机的软件	151
6.7 标准高速打印机	155
6.8 折合、兼用和装入	158
6.9 ICU 的多路通道和隔行扫描	160
问题	162
第七章 磁和磁记录	165
7.0 磁体	165
7.1 电-磁转换	168
7.2 RZ 和 RB 记录方式	172
7.3 NRZ 记录制	174
7.4 相位编码法	177
问题	180
第八章 磁带机和磁带控制器	182
8.1 部件	182
8.2 系统特性	189
8.3 NRZI	195
8.4 时钟; 操作	199
8.5 读	202
8.6 写	205
8.7 相位编码	208
8.8 非数据子命令	216
8.9 磁带标号	217
问题	220
第九章 直接存取存贮设备	224
9.1 分块	224

9.2 磁道	227
9.3 子命令	230
9.4 检索	233
9.5 读出	236
9.6 写入	237
9.7 数据块格式	239
9.8 磁盘文件	242
问题	246
第十章 磁盘驱动器	249
10.1 概述	249
10.2 IBM 2311 型的机电组成部分	253
10.3 定位	257
10.4 磁盘动作	259
10.5 接口	261
10.6 其他磁盘驱动器	263
10.7 先进的磁盘驱动器	272
问题	272
第十一章 存贮控制器	275
11.1 组成	275
11.2 微程序控制器 (MPC)	278
11.3 串/并行器	281
11.4 间隔	283
11.5 微程序	286
11.6 写入	287
11.7 检索;读	292
问题	296
第十二章 磁卡片机	299
12.1 概述	299
12.2 选择卡片	303
12.3 子盒	310
12.4 选择磁道	314
12.5 接口	315
问题	318
第十三章 多磁盘驱动器	320
13.1 多磁盘驱动器	320
13.2 多磁盘控制器	323
13.3 多磁盘驱动器的结构	325
问题	325
第十四章 磁鼓	328
14.1 IBM 2303 磁鼓	328
14.2 操作	332
14.3 机械结构	334

问题	335
第十五章 询问控制台与电传打字机	337
15.1 引言	337
15.2 组成	339
15.3 操作	342
15.4 控制	345
15.5 软件的相互作用	347
问题	351
附录 IBM 360 系统的结构	353

第一章 数据与计算机

1.0 引言

第一章介绍困难的 IO (输入输出) 概论。由于下列原因, 这一课题对于读者和笔者都是困难的。

- * 目前几乎没有关于 IO 的书籍;
- * 硬件知识是基础, 但程序人员厌烦其细节;
- * 程序设计中, 并不直接利用这些细节知识。

1.0.1 系统

计算机系统由三个部分组成:

- * 体系结构——便于程序语言实现的计算机功能描述;
- * 操作系统——管理系统操作的系统软件;
- * 硬件——作为其他部分物质基础的电子和机械部件。

计算机系统取决于硬件。正好象社会上的团体取决于有组织的并执行一定职能的成员一样, 如果你对团体里的成员没有一点了解, 你能了解该团体吗?

当然, 作者给出的硬件知识是恰如其分的, 它足以使读者很好地懂得系统是如何工作的, 但又不会使读者因这些硬件细节过多而感到负担太重。不过也许读者仍然会觉得硬件的说明过份详细了, 其实并非如此!

1.0.2 体系结构

撇开结构这个词不谈, 关于如何编程序使计算机完成一个作业, 是一个在汇编语言层里讨论的问题, 此处不予讨论¹⁾。

1.0.3 操作系统

为了正确地使用计算机, 你应该对程序有牢固的基础知识, 因为你用一些简单的请求, 如象 READ (读)、GET (取)、OPEN (打开) 等所要求的复杂服务, 是由程序来完成的。但这是逐渐熟悉的。你掌握的硬件知识越多, 软件就越容易掌握, 作者认为最好的方

1) Ivan Flores., *Computer Programming, System 360*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall Inc., 1971, 376pp.

Ivan Flores, *The BAL Machine*. Boston, Mass.: Allyn and Bacon, Inc., 1972, 256pp.

Ivan Flores, *Assemblers and BAL*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1971, 420pp.

法是从两方面着手,学习并掌握一些硬件知识后,再学习并掌握一些软件知识,这样交替地进行。

读者需要了解的全部 IO 软件是在 DSM 一书中¹⁾,更详细的说明是在 OS/MVT 一书中²⁾。本书 1.8 节有关于这一问题的简短介绍。

1.0.4 硬 件

第三代计算机的硬件确实变得复杂了,软件也是如此。我不相信,在今天,不了解典型的数据流而能成为一个合格的程序员。典型数据流如下:

- * 卡片输入机阅读一张卡片;
- * 它的图象被送到集中控制器;
- * 一旦有请求图象便进入通道;
- * 当图象可利用时,通道中断计算机;
- * IO 管理程序接收图象;
- * 其次是存取法得到图象;
- * 最后,存取法把图象赋给程序。

当你读过本书后,所有这些问题都将弄清楚。当然,对于硬件及其作用的肤浅知识是必不可少的,本章的任务就是提供这方面的初步知识。

如果你确实遇到疑难,可以参考我写的关于硬件的书³⁾。

1.0.5 约 定

从系统的角度讨论计算机,会涉及下列许多事情:

- * 硬件本身;
- * 解题程序;
- * 程序系统及其组成部分;
- * 程序人员和计算机之间进行对话的语言部分;
- * 硬件内部通信时流动的信号。

书中有许多图,其中包含各种箭头,用来指示具体的活动。

- * 双箭头表示信息朝着箭首运动。

从 $\Rightarrow$ 到

- * 单箭头表示控制权从箭尾交出,并传至箭首的程序或子系统。

从 $\longrightarrow$ 到

- * 虚箭头表示箭尾的信息块给出命令并控制箭首的活动。

从 $\dashrightarrow$ 到

1) Ivan Flores, *Data Structure and Management*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1970.
2) Ivan Flores, *OS/MVT*, Boston, Mass.: Allyn and Bacon, Inc., 1972.
3) Ivan Flores, *Computer Logic*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1960.

* 点线表示对于箭首所指对象的指示字。

从……………→到

1.1 什么是数据?

1.1.1 记 帐

商业机构要保存有关个体组或其他各种机构的信息。例如,一家公司有它的用户,公司对用户必须扩大信用。未付清的帐目应记载下来,以便用户可以定期查帐。又例如,为了计算付款,公司要记载它欠卖方的帐目,以及商品和零件提供者的帐目。第三个例子是盘存:一家现代化的公司,需要掌握每项存进货物利用率的最新情报。

对上述三例,个体或者机构的定义是不同的,这里分别有用户、卖方、存货项目等三方面。我们把各种机构的集合称为整体,而把组成整体的称为个体。

每一个体都具有我们要记住的特性,即它们的属性。个体可以有许多我们不必记住的特性,这些特性就可以略去。每一个体每种属性的现状是重要的,应记录下来,以便管理部门能够掌握个体的最新情报。记录得越完善,它作为管理部门的工具就越有效。

1.1.2 用计算机之前

大家可以回想一下本世纪初的情景:房间里摆满了桌子,戴着绿色护目器的会计员坐在凳子上,埋头于自己的一堆帐本里,把前几天交易的内容记入到帐本里,所有信息都要靠人的努力保持为最新。

但是,现在企业已如此之大,交易如此之多,当会计员保持在适当人数的情况下,要使信息相当及时,这几乎是不可能的。

收入帐本里的信息,反映了整体的现状和有关个体目前的属性。

1.1.3 现 在

现在,信息是由高速计算机来处理的,计算机的任务同样是保存有用机构的最新信息。计算机定时进行整体现状的输出,这时可提供大量篇幅的信息。此外,有些系统还可设在公司各处的控制台询问,而且,在相当短的时间内,就能在同一控制台上得到回答。这种设备对管理人员是很有用的。因为这样一来,他可以只索取临时需要的信息。

1.1.4 量

量在这里是指信息的数量。计算机被视为一种自动工作系统,但还需受操作人员和用户干预,因此,需要研究三种量:

- * 用户量:最便于人们运用的,也就是用户使用的信息;
- * 计算机量:计算机根据其存贮器的划分,能够最方便地支配的信息。

*IO 量：外围设备及其媒体的信息称为 IO 量。它在被计算机调用前后是大批贮存着的。

下面,我们将在几处讨论相应的量。下一节专门讨论用户及用户考虑的数据。1.3 节研究计算机的结构,并为研究 1.4 节中计算机处理的数据作好准备。至于外围设备,因有各种特殊要求,故延迟到下一章讨论。

1.2 用 户 量

1.2.1 定 义

计算机领域内的各种事物是经常变化的,要对此领域所有范畴内的基本术语下精确的定义是困难的,作者用三条准则来确定一个定义的合理性:

1. 尽一切可能力求通用;
2. 应包括该用本定义的所有方面;
3. 应排除不该用本定义的所有方面。

虽然作者采用了计算机领域内常用的术语,但也创造了一些不尽相同的术语,因为无论从通用性来看,还是从不同的人、不同的设备、甚至从不同的问题来看,多少总有些差别。差别最小的是信息量的命名。显然,用户需要的信息量与硬件人员使用的信息量是不同的。用户根据他描述的个体用普通文字来构成他的问题和问题的答案。为了把信息暂时存放在外围设备上,信息被转换成另一种形式,而当它要在计算机上进行存贮和工作时,信息再次被转换,成为又一种形式。因此,我们共涉及三种不同的信息量。

我们首先研究对用户最重要的那些信息量。

1.2.2 整 体

为了形象地说明文件、记录和字段这几个术语,将分别用现实生活中的整体、个体和属性这几个术语与之对应。假定有图 1.2.1,它表示个体的集合,即整体。我不想对个体下定义,在这里正好是人员,他们具有某种特性,这些人员构成了此处所称的整体。例如,他们可以是工资单中我公司的雇员,他们也可以是帐单中与我做过生意的同行,等等。

每个个体有许多品质,其中只有一些对我们有用。这类品质称为属性。我们给属性

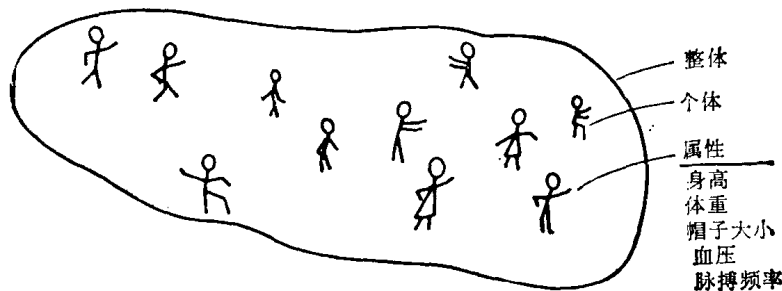


图 1.2.1 整体由具有属性的个体组成,属性有一定的值

取个名称,即是属性名字。表 1.2.1 列出人应有的几项物理属性: 身高、体重等等。给定了属性,我们就能测量和记录一个特定个体的属性值。因此,对每个个体,我们就可以构成如表 1.2.1 那样一张表格。属性名称不管对哪一个个体都是不变的,但属性值毫无疑问是不同的。

表 1.2.1 个体属性

属 性 名 称	属 性 值
名 字	Harry Kaplan
体 重	183 磅
身 高	5 英尺 10 英寸
脉 搏	75 次/每分

现在,我们可以看到,具体对象及其名称与该对象的数据及数据的名称是如何联系起来的,如表 1.2.2 所示。

表 1.2.2 对象及其数据的名称

对 象 名 称	对象数据的名称
属 性	字 段
名 字	名 字
值	值
个 体	记 录
整 体	文 件

1.2.3 记 录

最重要的用户信息单位是记录,它是有关个体或一个项目的信息集合。记录里的信息总量是其用途的函数。记录的长短和格式与所指定的报表有关。例如对一份工资单的记录,我们只要求找到关于雇员的总工资、净工资和税款等等,而不是关于他的工作完成情况和学习成就。我们会发现,在报表里,不同文件中的个体记录有可能用不同方法来描述这个个体。因此,对工资单中的个体,可以在主文件中有一份主记录,在输入文件中有一张每周计时卡片。此外,他的收据和存根也可以考虑分开记录。

1.2.4 字 段

记录分成字段,每个字段描述它所对应的个体或项目的一个特定方面。例如,工资单记录中的字段可以包括雇员的工资总数、他的净得和他的税款扣除等等。每一字段是一个信息单位,如果从字段里取出字符,则这些字符在不同的地方有其不同的意义。例如字母“A”离开了姓名“Harry”(出现了“A”)还是有意义的,一到下一字段字母“A”的意义立即改变。

一字段包括一个数值以及它的名称,这两者应仔细地区别开来。

* 字段名称是给该字段的命名,并且通常也就是该字段的个体属性所用的名称;

* 字段值就是这一字段具有的数值,相当于记录中个体属性的现时值。

关键字

关键字段是用来区分记录并且正确地指出记录是哪一个个体的。

例如文件里有一个 Harry Davis 的记录,“Davis, Harry”就填在他的记录的名称字段里,名称字段也就是关键字段。在部门里,字段的编号为 451,字段名称和属性名称两者都是部门,字段的数值和属性值两者都是 451。有时两者也可以不同,例如位置属性值可以填麻省,位置字段值可以填 23。

1.2.5 文 件

记录存放在文件里,文件通常是一组同类的记录。文件就是关于个体信息的集合,即整体。

在文件里,凡是对我们有用处的个体都有一份记录。为了解答一个问题,可能需要若干文件。

举例来说:如研究工资单,需要许多与此有关的文件:

- * 记载雇员历史资料的主文件;
- * 列出天数、小时数、部门及雇员工作量等的计时卡片文件;
- * 工资文件;
- * 列出每个雇员各种扣除等而开给他的存根;
- * 包括关于雇员在支付期后修改信息的一份新的主文件。

记录变更

文件可以查阅、记入和修改。我们不改变记录地读出个体的记录,获得关于个体的信息,就查阅了一份文件。为了修正记录以反映个体的新的情况,我们记入一份文件。例如,在年初,主文件指出个体在这一年支付了很少的税款;但到年底,他的记录却反映出他已经支付了大量的税款。我们能把这看作同一文件吗?实际上,这里所说的文件结构并无变化,而是每份记录反映出它代表的有关个体有了变化。

为了描述不同时期反映整体情况的一组文件,便出现了一个新术语:称这些文件为阶段文件。最新阶段反映个体的现状。在文件保存的其他时间,他的状况由较旧的阶段文件所记录。

文件变更

当一份文件增加新的记录或删除旧的记录时,文件就被修改。此外,一份文件的一个阶段与另一个阶段之间,应区别开来,而且看成是不同的文件。显然,一份文件增加一个记录和删除另一个记录之后,它与原来就不同了。

小结

一份文件可以查阅、记入或修改:

- * 查阅决不会改变文件或文件中的记录——只是使用或复制记录里的信息;
- * 记入会改变记录中的一个字段或几个字段——例如, 工作时数这样的字段通常要变化;
- * 修改是更改文件.
 - ** 增加新的记录;
 - ** 删除过时的记录;
 - ** 更改一些可更改的字段, 如象地址或从属事项等字段.

1.2.6 程 序 库

当前, 辅助存储器已广泛应用, 因而许多文件可存放在同样的实际媒体上. 这些文件往往连在一起, 这样一种文件的集合称为程序库. 例如, 历来的工资单文件可构成一个程序库. 同样, 由一个程序员所编的程序集合可以是另一个程序库.

1.2.7 再 分

对于我们已经讨论过的每种量, 我们可以在它们的前面加上“子”字, 以表示这些是较大量的一部分. 例如:

- * 子程序库——程序员 *A* 的矩阵程序, 可以是他程序库中的一个子程序库;
- * 子文件——作为会计部门的工资单记录, 可以是整个工资单文件的一个子文件;
- * 子记录——一份购货单中每一项目的信息, 组成整个买主记录的子记录;
- * 子字段——存款字段中记载的一项存款核对总数, 是银行业务一项记录中的子字段.

1.3 计 算 机 量

下面将关于计算机量的信息集中在一起进行扼要的介绍, 给出针对计算机量的一些定义.

1.3.1 定 义

数字——计数系统的法定符号之一. 我们通常采用的计数系统是二进制、十进制和十六进制; 它们分别以 2、10 和 16 为底.

比特或位——二进制数位的缩写, 一比特只能是两种状态中的一种, 如 0 或 1、有或无、开或关等.

比特组或位组——一组二进制位.

代码——一组比特组, 其中每一比特组代表一个用户可用的字符.

BCD 码——二进制编码的十进制码, 每位十进制码用固定位长(四位以上)的一组二进制位来编码, 每组只表示一位十进制数.