

新大纲

司存瑞 编著

全国计算机等级考试教程 (二级)

——数据库语言FoxBASE⁺程序设计

西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

全国计算机等级考试教程(二级)

——数据库语言 FoxBASE⁺程序设计

司存瑞 编著

西安电子科技大学出版社

1999

【内 容 简 介】

本书是根据教育部考试中心最新制定的《全国计算机等级考试考试大纲》中二级考试“数据库语言 FoxBASE 程序设计”的考试要求,结合作者多年从事教学和应用软件开发的实践经验编写而成的。内容包括数据库的基本概念与原理、命令操作、程序设计、系统配置以及 FoxBASE 程序调试技术等。

全书内容新颖,文字简炼,深入浅出,注重应用,编排循序渐进,层次分明,例题丰富,易学易懂。本书不但可供全国计算机等级考试的应试者使用;同时也可供大、中院校学生和各级各类人员学习 FoxBASE 语言程序设计者使用;即使对从事计算机方面教学和科研的教师、科技人员,本书也很有参考价值。

全国计算机等级考试教程(二级)

——数据库语言 FoxBASE 程序设计

司存瑞 编著

责任编辑 霍小齐 李纪澄

出版发行 西安电子科技大学出版社
(西安市太白南路2号)

邮 编 710071

电 话 (029)8227828

经 销 新华书店

印 刷 空军电讯工程学院印刷厂

版 次 1999年1月第1版

1999年7月第2次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 17.125

字 数 380千字

印 数 6000~12000册

定 价 17.50元

ISBN 7-5606-0695-4/TP·0352

*** 如有印制问题可调换 ***

前言

随着计算机技术在我国各个领域的推广、普及,计算机作为一种广泛应用的工具,其重要性日益受到社会的重视。越来越多的人开始学习计算机,越来越多的单位和部门已把掌握一定的计算机知识和应用能力作为干部录用、职称评定、职务晋升、上岗资格的重要依据之一。为此,国家有关部门在全国范围陆续推出了一些计算机类考试,如全国计算机等级考试、中国计算机软件专业技术资格和水平考试、计算机及信息高新技术职业技能鉴定、全国高等教育自学考试、普通高校非计算机专业学生计算机应用知识能力等级考试等。这些考试,为有关部门公正、客观地选择工作人员提供了参考,同时也促进了计算机知识的全面普及和应用。

本书是根据教育部考试中心最新制定的《全国计算机等级考试考试大纲》中二级考试“数据库语言 FoxBASE 程序设计”的考试要求,结合作者多年从事教学和应用软件开发的实践经验编写而成。内容包括数据库的基本概念与原理、命令操作、程序设计、系统配置以及 FoxBASE 程序调试技术和测试方法等。事实上,有关 FoxBASE 关系数据库原理与程序设计方面的教材、手册和参考书目前已出版不少,而人们的时间和精力有限,所从事的专业和工作又各不相同,对于大多数学习者来说,他们总是期望在有限的时间里学到足够的、必要的知识,能够运用自如地解决各自工作中的问题,他们学习计算机的目的在于使用计算机。为使本书能够适应众多学习者的这一实际需要,作者依照《全国计算机等级考试考试大纲》,参考了许多著述,决定如下取材原则:

(1) 对于基本原理、概念和方法给予详尽、透彻的介绍,而对于非基本的内容,大多数只作简单叙述;

(2) 对于常用的命令和操作给予详细讲解,而对于其它内容只能在有限的篇幅中选择性地加以介绍;

(3) 对于学习者容易混淆和经常出错的问题给予深入分析,力求透彻,而对于那些自身简单明了的内容则一笔带过。

上述选材原则是否恰当,欢迎广大读者提出宝贵意见。

需要说明的是,在此之前,作者的《全国计算机等级考试(二级、基础部分和 FoxBASE 语言程序设计)试题分析与应试指南》一书已经出版,许多读者纷纷询问与此书配套的教材,可以说,读者的热切盼望是作者能够加快完成此书的真正动力。虽然此书原稿一直作为大、中院校开设《数据库原理及其应用》这门课程的教学内容在课堂和等级考试辅导班对学生多次讲授,并且取得了良好的效果,但是由于作者水平有限,可能会有不尽如人意的地方,疏漏之处在所难免,恳望读者不吝赐教。

本书在编写过程中,一直得到西安电子科技大学出版社的支持和鼓励,张洁、邵典学和党海燕同学多次协助校对清样,为此付出了辛勤的劳动。此外,本书在编写过程中,广泛地参阅了有关论著,限于篇幅不一加以注明,作者在此一并致谢。

司存瑞

1998 年 12 月



重 印 说 明

本书面世以来，受到读者的普遍欢迎。他们一致认为，该书内容详尽，概念清楚，分析全面，讲解透彻，读后获益匪浅。为了适应全国计算机等级考试新大纲，置此重印机会，作者对全书内容作了修订和调整，增补了全国计算机等级考试旧大纲中没有而新大纲要求的部分内容，如 Windows 的基本操作、计算机网络和多媒体计算机的一般知识。与从前一样，作者在试题分析中特别注意措词的准确性，并详细地说明某些结论成立的原因和条件。相信这样处理是与读者的要求一致的。

虽然已经修改了原书中的一些疏漏，但可能仍有某些问题未被发现，敬请读者不吝指教。

司 存 瑞

1999 年 7 月

目录

第 1 章 数据库基本概念	1
1.1 数据、信息和数据处理	1
1.1.1 数据和信息	1
1.1.2 数据处理	1
1.1.3 微机数据库的发展	4
1.2 数据库系统简介	5
1.2.1 数据库、数据库系统、数据库管理系统和数据库应用系统	5
1.2.2 数据模型	8
1.2.3 关系数据库语言和关系的基本运算	11
1.3 FoxBASE+ 系统概述	12
1.3.1 FoxBASE+ 的软件配置	12
1.3.2 FoxBASE+ 的运行环境	13
1.3.3 FoxBASE+ 的主要技术指标	14
1.3.4 FoxBASE+ 的文件类型	15
1.3.5 FoxBASE+ 的安装、启动和退出	18
1.3.6 FoxBASE+ 的用户界面和命令语法规则	18
习题 1	23
第 2 章 数据库文件的建立与修改	25
2.1 数据库文件结构的建立与修改	25
2.1.1 数据库文件结构的建立	25
2.1.2 数据库文件结构的显示与修改	31
2.1.3 数据库文件的打开与关闭	33
2.2 数据库文件记录的输入与修改	34
2.2.1 数据库文件记录的输入	34
2.2.2 数据库文件记录指针的定位	37
2.2.3 数据库文件记录的显示	40
2.2.4 数据库文件记录的修改、插入和删除	42
2.2.5 记录指针活动状态分析	51
习题 2	54
第 3 章 FoxBASE+ 中的数据	56
3.1 FoxBASE+ 中的数据和数据类型	56
3.1.1 FoxBASE+ 的数据类型	56
3.1.2 常量和变量	57

3.1.3 内存变量的操作	60
3.2 表达式及其运算	66
3.2.1 表达式与表达式的值	66
3.2.2 表达式的类型及其运算	68
3.2.3 运算符的优先级和表达式的运算次序	73
3.3 函数	74
3.3.1 数值计算函数	74
3.3.2 日期和时间函数	78
3.3.3 字符处理函数	81
3.3.4 类型转换函数	87
3.3.5 库文件测试函数	93
3.3.6 其它测试函数	95
习题 3	100
第 4 章 数据库文件的操作	103
4.1 数据库文件的间接建立	103
4.1.1 数据库文件结构和记录同时复制	103
4.1.2 单独复制库文件的结构,再添加记录	104
4.1.3 由数据库文件的结构文件生成一个库文件的结构,再添加记录	105
4.1.4 数据库文件与文本文件数据的交换	107
4.2 文件管理	110
4.3 数据库文件的排序、索引和查询	112
4.3.1 数据库文件的排序	112
4.3.2 数据库文件的索引	113
4.3.3 数据库文件的查询	119
4.4 数据统计与汇总	125
4.5 多重数据库操作	127
4.5.1 FoxBASE+的内存工作区	128
4.5.2 数据库文件的关联操作	131
4.5.3 两个数据库文件之间的更新	133
4.5.4 数据库文件的连接	135
习题 4	137
第 5 章 FoxBASE+程序设计	140
5.1 程序设计的方法	140
5.1.1 程序设计的步骤	140
5.1.2 衡量程序优劣的几条标准	141
5.2 命令文件的建立与运行	142
5.2.1 命令文件的建立与修改	142

5.2.2 命令文件的运行	144
5.3 命令文件中的常用命令	144
5.3.1 命令文件中的交互命令	144
5.3.2 程序终止和返回命令	146
5.3.3 状态设置命令	147
5.3.4 其它辅助命令	147
5.4 顺序结构程序设计	148
5.5 选择结构程序设计	149
5.5.1 简单选择(IF...ENDIF)	149
5.5.2 多重选择(DO CASE...ENDCASE).....	151
5.6 循环结构程序设计	152
5.7 过程及其调用	156
5.7.1 外部过程及其调用	156
5.7.2 过程文件中的过程及其调用	158
5.7.3 函数过程及其调用	161
5.7.4 过程调用中内存变量的属性	162
习题 5	166
第 6 章 输入和输出设计	171
6.1 屏幕画面的设计	171
6.1.1 屏幕坐标	171
6.1.2 清除屏幕	171
6.1.3 屏幕画框与着色	172
6.2 屏幕格式输入输出	174
6.2.1 屏幕格式输出	174
6.2.2 屏幕格式输入	176
6.2.3 屏幕格式输入输出	178
6.2.4 格式输出函数	179
6.3 屏幕格式文件	179
6.3.1 屏幕格式文件的作用	179
6.3.2 屏幕格式文件的建立与使用	180
6.3.3 多页屏幕格式文件	182
6.4 菜单设计	182
6.4.1 简易菜单程序设计	183
6.4.2 光带式菜单程序设计	184
6.4.3 上弹式光带菜单程序设计	185
6.4.4 下拉式光带菜单程序设计	187
6.5 报表格式文件的建立与使用	190
6.5.1 报表格式文件的建立	190

6.5.2 报表格式文件的输出	193
6.6 标签格式文件的建立与使用	194
6.6.1 标签格式文件的建立	194
6.6.2 标签格式文件的输出	197
6.7 打印格式控制	198
习题 6	199
第 7 章 FoxBASE+ 程序调试技术	200
7.1 FoxBASE+ 程序出错原因	200
7.2 程序调试的一般步骤	202
7.3 FoxBASE+ 程序调试技术	203
7.3.1 查找出错根源	203
7.3.2 校正错误	204
7.4 调试命令和函数	205
7.4.1 观察工作环境	205
7.4.2 查看历史	205
7.4.3 交互式调试程序	207
7.4.4 跟踪执行程序	208
7.4.5 文本输出文件	209
7.4.6 错误捕获	210
习题 7	212
第 8 章 FoxBASE+ 运行参数、系统配置与实用程序	213
8.1 运行参数的设置	213
8.1.1 运行参数的设置方法	213
8.1.2 设置运行参数的命令格式及其含义	214
8.2 系统的配置	221
8.2.1 外部系统配置(CONFIG. SYS)	221
8.2.2 FoxBASE+ 系统配置(CONFIG. FX)	223
8.3 FoxBASE+ 实用程序	228
8.3.1 过程文件的生成程序	228
8.3.2 命令文件的编译程序	229
习题 8	231
附录	233
附录 A FoxBASE+ 命令索引表	233
附录 B FoxBASE+ 函数索引表	239
附录 C FoxBASE+ 运行参数设置命令索引表	242
附录 D FoxBASE+ 出错信息	244
附录 E 部分习题参考答案	251

第1章

数据库基本概念

数据库管理系统的出现和操作系统的出现一样,在计算机发展史上具有同等重要的意义。操作系统管理了计算机系统的一切硬件资源和软件资源,使得各种应用场合可以共享系统资源。数据库管理系统则管理了计算机的数据资源,使得各种应用场合可以共享数据资源。

本章将介绍有关数据库的基本概念,并对汉字 FoxBASE 数据库管理系统作简要介绍,使读者首先从概念上对数据库管理系统有一个初步的了解,为后续章节内容的学习打下基础。

1.1 数据、信息和数据处理

1.1.1 数据和信息

在当今的信息社会里,人们的全部社会活动(生产、交流、生活等)都离不开数据和信息。而对数据和信息的采集、储存、分析加工、检索使用和维护工作更是我们每天自觉或不自觉地进行着大量的繁琐工作。例如,我们每天的工作、活动日程安排,个人(或家庭)的收支账目、股票的升落变化等等,更不用说生产管理和办公管理中大量事务性处理工作,无处不存在,无时不进行着大量的对数据和信息的处理和管理工作。

数据是一种物理符号序列,它是用来描述客观事物的数字、文字以及所有能被计算机处理的符号的集合。

信息是对客观事物的反映,是为某一特定目的而提供的决策依据。

数据是信息的具体表示形式,或者说是记载信息的物理符号,信息是数据有意义的表现。

广义地说,一切数字、符号、文字、图像、声音形式的信息都可看作数据。但是,并非任一数据都可表示信息。数据中仅是那些有用的,能影响人们行为的部分称为信息。数据经过加工处理之后所得的信息仍然以数据的形式出现,此时的数据是信息的载体,成为人们认识信息的一种媒介。可见,信息与数据既有差别,又有密切的联系。信息是观念性的,数据是物理性的,然而在有些场合两者又难以区分。信息本身就是数据化了的,数据本身也是一种信息。因而在很多场合对这两个概念不作严格的区分。信息处理与数据处理往往指同一个概念,计算机之间交换数据也可以说成是交换信息。

1.1.2 数据处理

有了数据就产生了数据处理的问题,人们收集到的各种数据需要经过加工处理。

所谓数据处理,就是对各种类型的数据按一定的目的进行收集、存储、合并、分类、计算、加工、检索、传输、制表等的过程,数据处理的目的是要获得所需要的资料和提取有用的数据成分作为决策的依据。

数据处理的特点,除了处理数值型数据外,还要处理文字、符号等非数值型数据,处理的数据量大,数据之间往往具有较为复杂的逻辑联系,同时也要做些计算,但计算方法通常比较简单。例如,人事档案管理、工资管理、图书管理、库存管理、账务处理等都属于数据处理的应用范围。其中,虽然要进行简单的数值计算,更大量的则是用于各类信息的处理。因此,我们应该理解,计算机学科中“数据”一词是指广义上的数据,远远不只是局限于原始意义的数值型数据。文字、图像乃至声音、指纹等都是计算机处理的对象,都是计算机的“数据”。

计算机科学技术的发展为数据处理提供了强有力的手段和工具,而数据库技术的发展为数据处理开拓了广阔的前景。目前在世界上,数据库技术成了数据处理的主要工具,数据库技术的最新成果反映了数据处理的最新技术水平。在数据处理中,从数据的输入、存储到输出都存在着对数据如何组织和管理的问题。可见,数据的管理技术是数据处理的重要组成部分,它的发展大致经历了人工管理、文件管理和数据库系统管理三个阶段。

1. 人工管理阶段

50 年代中期之前,计算机主要用于科学计算,数据量较小,一般不需要长期保存数据;这时,硬件没有磁盘等直接存取的外存储器,也没有对数据进行管理的系统软件。在此阶段,对数据的管理是由程序员个人考虑和安排的。他们把数据管理纳入程序设计的过程中,程序员除了编制他的应用程序外,还要考虑到数据的逻辑定义和物理组织,以及数据在计算机存储设备内的物理存储方式;因为,程序和数据混为一体,在需要引用数据时直接按地址存取,使得程序高度依赖于数据存储地址。因此在处理相关数据的各程序之间无法实现数据共享,各应用程序必须自备数据,从而造成大量的数据冗余,程序和数据的对应关系如图 1.1 所示。

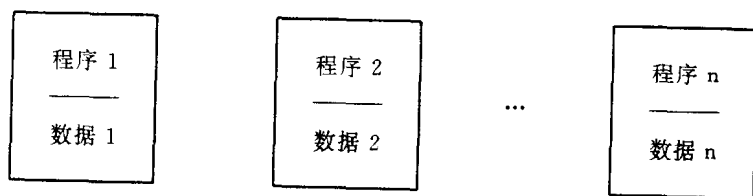


图 1.1 程序和数据一一对应

2. 文件管理阶段

50 年代后期至 60 年代后期,计算机开始大量用于管理,硬件上出现了直接存取的大容量外存储器,如磁盘、磁鼓等,它们为计算机系统管理数据提供了物质基础;软件方面出现了操作系统,其中包含文件管理系统和信息管理模块,又为数据管理提供了技术基础。

文件管理方式是把有关数据组成文件,这种文件脱离程序而独立存在,并用特定的文件名或文件标识符存储在外存储器上,以后用户就可以在程序中按这个文件标识符引用其中的数据。

所有文件由文件管理系统的专用软件对其进行管理和维护。文件的组织方式是按照统一的规则和方法来组织和存取的。文件管理系统是一个独立的系统软件，它是应用程序与数据文件之间的一个接口，应用程序通过文件管理系统建立和存储文件；反之，应用程序要存储文件中的数据时也需要通过文件管理系统来实现。文件管理方式如图 1.2 所示。

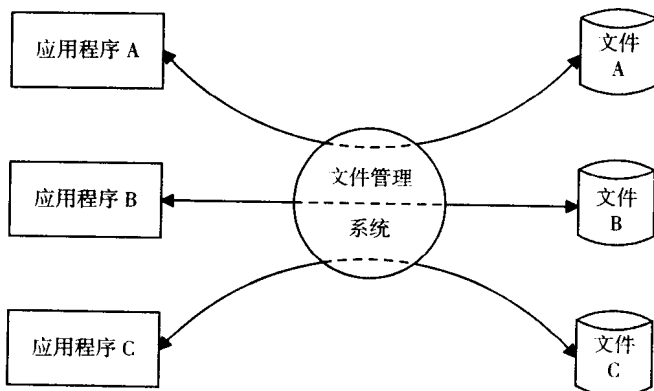


图 1.2 文件管理方式示意图

文件管理方式虽然比人工管理方式有了很大的改进，但仍存在许多弱点：

① 尽管数据以文件方式独立存放，但程序与数据紧密相关，一旦数据文件离开了使用它的应用程序，便失去了存在的价值。

② 由于不同应用程序各自建立相应的数据文件，造成了数据冗余，使存储空间利用率大为降低。

③ 文件不易扩充，仍会发生数据不相容的问题。

④ 不能充分反映现实世界事物之间广泛的内在联系，即信息之间的联系。因此，文件管理方式还不是一种理想的方式。

3. 数据库系统管理阶段

60 年代末、70 年代初，计算机在管理中的应用规模更加庞大，数据量急剧增加，数据共享性更强；硬件价格下降，软件价格上升，编制和维护软件所需成本相对增加，其中维护成本更高。这些成为数据管理在文件系统的基础上发展到数据库系统的原动力。

数据库系统管理方式的目标首先是克服文件管理方式的弊端，解决数据冗余和独立性问题。其数据组织是面向整个系统的，即用整体观点规划数据，形成一个数据中心，构成一个数据仓库，库中的数据能满足所有用户的不同要求，供不同用户所共享。由此可见，数据库管理方式的基本思想就是要对所有的数据实行独立、集中和统一的管理，使得数据的组织方式与存储位置不依赖于使用它的程序，数据独立于程序而存在，并可以提供给各类不同用户共享使用。数据库系统的管理示意图见图 1.3。

数据库管理方式与文件管理方式相比，有以下四方面的优点：

- ① 减少了数据的冗余度。
- ② 增强了数据的独立性。
- ③ 简化了应用程序。
- ④ 统一的管理和控制。

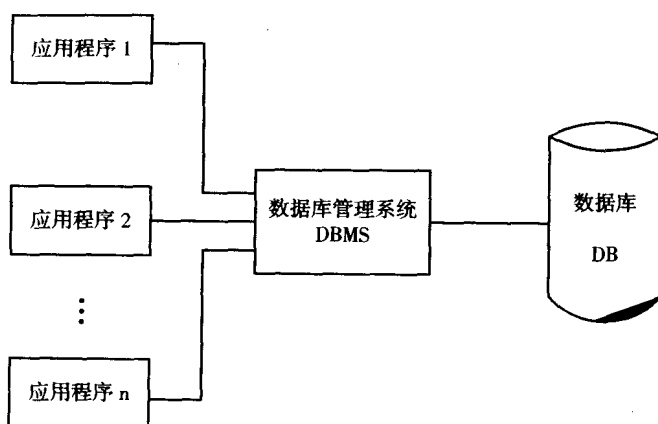


图 1.3 数据库系统管理示意图

综上所述,数据库是一个通用化、综合性的数据集合,可供多种用户共享且具有最小的冗余度和较高的数据与程序的独立性。可见,计算机数据库系统是一种具有许多优点的新型的数据管理技术,近年来以惊人的速度发展且已开发了多种数据库系统,目前已成为管理信息系统不可忽视的强有力的工具。

1.1.3 微机数据库的发展

数据库系统是在文件系统的基础上发展起来的。由于数据库具有数据结构化、高度共享、冗余度低、程序和数据相互独立、易于扩充、易于编制应用程序等优点,所以一出现便得到了飞速的发展。目前国内开发使用的绝大多数管理信息系统都是以数据库为基础的。不仅大、中、小型计算机,甚至微型计算机也大都配有数据库管理系统。数据库的应用范围已经从一般的事务处理扩展到计算机辅助设计、人工智能、软件工程、电子设计自动化(EDA)、办公室自动化和多媒体等计算机应用的各个领域。

数据库技术的发展经历了三个重要阶段,早期出现的是层次数据库,如 IBM 公司的 IMS 数据库管理系统。层次数据库的特点是数据实体之间按层次来定义。由于在实用中它不能很好地表达实体间的复杂关系,又产生了网状数据库,如 HP 公司的 Turboimage 数据库管理系统。它很好地解决了实体间复杂关系的表达问题,但是它也有致命的弱点,就是当需要扩展时,对原有数据结构及应用程序的修改会产生严重的后果。70 年代末 80 年代初,IBM 公司 E. F. Codd 博士提出的关系模型被商品化以后,使数据库进入了第三个发展阶段——关系型数据库管理系统。由于关系模型的二维表设计思想很容易被人们理解和接受,在表达实体及实体之间关系时灵活自然,因此关系型数据库发展很快,市场上新产品繁多,并不断更新,已经逐步取代了层次数据库和网状数据库,成为数据库产品的主流。

早期的数据库管理系统以集中式应用为基础,所有的应用都局限于某一固定的计算机系统上集中运行。这种系统资源消耗大,对硬件系统依赖性强,使得大型数据库系统只能在大型机上运行,限制了数据库系统的应用和发展。80 年代以后,微型计算机的迅猛发展很快使以往只能在大型机上运行的数据库管理系统同样可以在微机上运行。但是大型数据库系统开销大,早期微机设备能力低,所以像 dBASE、FoxBASE 等一些简单的 PC 数据库管理系统得以迅速发展,占领了微机的广大市场。到目前为止,我国微机数据库系统仍然

以这些传统的数据库管理系统为主,绝大多数的用户也从此步入了数据库系统的大门而进入计算机世界。

随着信息量的扩大、共享数据量的增长以及对数据库可靠性的要求不断提高,传统的数据库管理系统在很多领域已经无法满足人们的需要。当然也由于微机硬件的迅速发展,使得许多大型数据库管理系统的微机版本进入了微机应用领域。其中,最有代表性的是 ORACLE、Sybase、Informix。

随着计算机技术特别是网络技术的发展和用户对数据库应用系统要求的变化,一种以网络为基础的新型计算机体系结构——Client/Server(客户/服务器)体系结构也已经出现了。这是一种由网络联结的多台硬件组成的协同工作环境。该系统巧妙地将硬件做了分工,服务器专门用来存储共享数据及事务处理过程,客户机用以实现用户的应用程序。这种分工充分发挥了不同硬件的特点,有助于用户建立一个分布式的、既支持联机事务处理又具有友好用户图形界面和良好可扩充性的应用系统。在这里,大型数据库管理系统的微机版适合于做数据库服务器,而传统的 PC 数据库管理系统适合于做客户的本地数据库系统。

1.2 数据库系统简介

1.2.1 数据库、数据库系统、数据库管理系统和数据库应用系统

1. 数据库

数据库 DB(Data Base)是存储在磁盘上的通用化的、综合性的、有结构的数据集合。形象地说,数据库是存储有价值的数据仓库。数据库避免了数据的不一致性,具有数据结构化、数据独立性、数据冗余度小、易于扩充、数据共享、数据安全及完整等特点。

数据库按存储数据的布局可分为集中式和分布式两种。集中式数据库是将数据集中放于一台计算机中供用户使用;分布式数据库是将数据分散于数据发生点的各计算机中,通过计算机网络实现数据资源共享。

2. 数据库系统

数据库系统 DBS(Data Base System)是指采用了数据库技术的计算机系统。它通常由数据库、计算机硬件系统、软件系统和用户四部分组成。

数据库是一个结构化的相关数据集合,即数据库自身。它是数据管理的对象,能为多种用户服务并独立于应用程序之外。

硬件是指计算机系统的硬件设备。

软件是指对所有数据进行管理和维护的软件系统,叫做数据管理系统 DBMS(Data Base Management System)。例如,dBASE、FoxBASE、FoxPro 等,还包括支持数据库管理系统的操作系统,各种语言编译程序以及用户的应用程序等。

用户一般可分为三种类型,即最终用户、应用程序设计员和数据库管理员 DBA(Data Base Administrator)。

总之,数据库系统是合理地存储相关数据,使之方便多用户访问的计算机硬件、软件组成的人机系统。它研究的对象是如何高效地进行数据处理,而又花费最小。

几十年来,随着计算机硬件和软件的发展,人们在数据处理中对数据管理经历了人工管理(50年代中期以前)、文件管理(50年代中期至60年代中期)和数据库系统(60年代后期至现在)三个阶段。数据库系统较之其它数据管理技术有如下特点:

(1) 数据可以共享:这是数据统一管理和数据结构化的结果。数据共享有三个方面的含义。第一,当前所有用户可以存取数据库中的数据;第二,数据易于扩充以满足新用户的需求;第三,用户可以以灵活的方式应用数据,可以通过多种程序设计语言或终端交互命令存取处理数据库中的数据。

(2) 减少数据的冗余:在非数据库系统中,数据的组织和存储是面向应用的,每一种应用都有自己的专用文件,这就会导致数据存储上的大量冗余,在很大程度上造成存储空间的浪费,也给修改数据带来很多困难。而数据库是从整体观点来组织数据的,数据可供多个应用共享,避免了不必要的冗余。

(3) 保持数据的一致性:数据的不一致是数据冗余的结果。数据库系统减少了数据冗余,从而也减少了数据不一致的可能性。

(4) 数据独立性:所谓数据独立性是指数据与应用程序之间的独立性。这种数据独立性分为两级,即逻辑独立性和物理独立性。但是,这一点目前很多数据库系统尚未很好地解决。

(5) 有数据安全与完整性保障:由于数据的共享,数据库系统有一套保障数据安全和完整的措施,以防止数据非法使用和保障数据库数据的正确和有效。

数据库系统具有三级模式的体系结构,三级模式结构由子模式(Subschema)、模式(Schema)和存储模式(Storage Schema)三个层次构成。存储模式亦称内模式,是数据库系统内部的表示,用来定义数据在外存储器上的存储方式及物理结构。模式亦称逻辑模式,是对数据库中全体数据的逻辑结构及特征的描述,是全体用户的公共数据视图。针对不同用户或不同应用,又可把模式分为若干个与其相联系的子模式(亦称外部模式或用户模式),它直接面向用户,是个别用户看到的数据视图,它是与某一应用有关的数据的逻辑表示。每个子模式通常是模式的子集。三级模式之间的关系如图 1.4 所示。

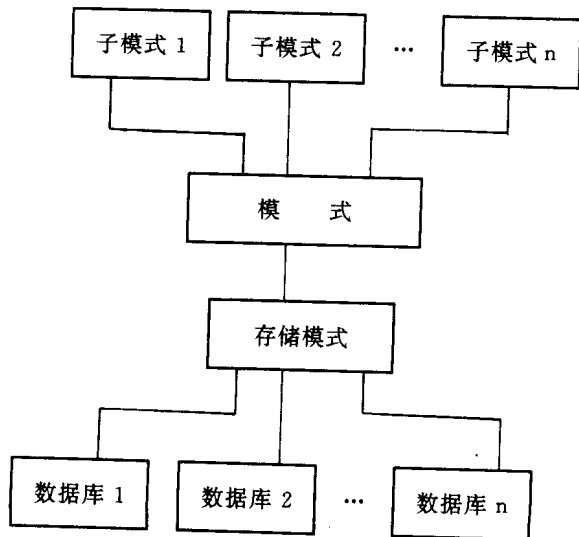


图 1.4 三级模式关系图

3. 数据库管理系统

数据库管理系统 DBMS 是一个管理数据库的软件系统,是数据库系统的核心部分。由于数据库是一个很复杂的数据集合,大量的数据为多个用户所共享、并发地使用。为了能够有效地、及时地处理数据,并提供数据的安全性、完整性保护等,必须有一个功能强大的系统管理软件来自动处理。这样的管理软件就叫数据库管理系统(DBMS)。数据库管理系统为用户提供了大量描述(建立)数据库、操纵(检索、排序、索引、显示、统计计算等)数据库和维护(修改、追加、删除等)数据库的方法和命令。而且它还能自动控制数据库的安全和数据库的数据完整。它是用户和数据库文件之间的接口,用户通过 DBMS 对数据库中的数据进行管理。微机上配备的 dBASE, FoxBASE, FoxPro 是应用广泛的关系型数据库管理系统。

一般数据库管理系统由三部分组成:

(1) 数据定义语言 DDL(Data Description Language)及其翻译程序包括:模式数据库定义语言;子模式数据库定义语言;物理数据库定义语言。

DDL 用于定义外模式,模式及内模式,各种模式翻译程序把用 DDL 语句编辑的各种源模式翻译为相应的内部表示的目标模式。

(2) 数据操作语言 DML(Data Manipulation Language);

DML 语句是实现对数据库数据的检索、插入、修改和删除的基本操作。

DML 分为宿主型和自主型两类。宿主型 DML 是将 DBMS 提供的数据库操作语言嵌入到某种称为宿主语言(简称主语言)的高级语言(如 BASIC, FORTRAN, PASCAL, C 等)中去,这类 DML 语言本身不能单独使用。自主型又称自含型,它是一种交互式命令语言,可以独立使用,可在 DBMS 内部编制数据库系统的管理程序。自主型的语言是非过程化语言,关系数据库 FoxBASE 即属此类。

DDL, DML 统称为数据库语言。

(3) 数据库运行管理程序包括:

装入程序:用于建立数据库;

再组织程序:在清理删除的记录以后,重新分配存储空间;

恢复程序:当数据被破坏时,使数据库能从错误态恢复到某一正确态;

工作日记程序:用来记录对数据库的每一操作;

统计分析程序;

信息格式维护程序;

转储、编辑、打印程序;

数据存储程序;

并发控制程序;

数据更新程序;

有效性检验程序;

完整性控制程序;

通讯控制程序。

4. 数据库应用系统

数据库应用系统 DBAS 是在数据库管理系统支持下运行的计算机应用系统。它应该包括三个部分：数据库(DB)，数据库应用程序和数据库管理系统(DBMS)。数据库应用程序是用 DBMS 提供的数据库语言编写的数据库应用程序，它用来操作和管理应用数据库中的数据。三个部分组成了一个数据库应用系统整体，如图 1.3 所示。

一般说来，数据库应用系统有如下特点：

(1) 多级菜单驱动的控制方式：对于比较简单的操作，可以在一个处理程序之内包括几个处理的程序段，并包含一个供用户选择的底层菜单。对于较复杂的系统，有时需要二级以上控制程序向用户提供多级菜单。应用系统的主控程序是整个数据库应用系统的控制中心，它具有为整个程序建立工作环境、调用和运行子程序以及退出应用系统时的善后处理等三个主要功能。

(2) 利用程序方法输入数据：对于一个数据库应用系统，它的价值是通过录入模块不断累加的。录入模块是系统与用户建立联系的接口，因此，对录入模块有较高的要求，它既要有好的交互性，又要有较高的读入速度，还要能应付突然断电等意外的情况。

(3) 查询统计：查询模块是数据库应用系统中的重要组成部分。在应用系统中几乎都有查询功能。通常系统含有如下查询方式：

① 浏览数据库：它将需要查询的数据库记录按一定的屏幕格式逐个地进行显示。这就是通常说的成批顺序查询方式。

② 按任意项进行查询：这是一般的数据库应用系统都应提供的查询手段，它根据用户提供的查询条件进行查询。

③ 组合条件查询：根据用户需求将多个数据项组合在一起，完成查询任务。

在数据库应用系统中查询往往伴随某种统计要求。

(4) 利用程序方法修改数据：在数据库应用系统中要编制修改程序，以修改数据库中的数据，这类程序应显示直观，便于数据修改。

(5) 输出：输出是数据库应用系统的重要组成部分，没有输出的系统是毫无意义的。输出以数据的形式向用户提供信息，以满足用户的信息需求和格式要求。

1.2.2 数据模型

数据模型是对客观事物及其联系的数据描述，是数据库设计的核心问题。在现实世界中，我们用实体描述客观事物，而每一实体都具有若干属性。例如，实体“人”具有姓名，性别，年龄等属性。在数据模型中，把描述实体的数据称为记录，而把描述属性的数据称为数据项。数据模型不仅反映记录内部数据项之间的联系，而且反映记录之间的联系。记录有类型与值之分，记录类型是记录的框架，记录值是记录的内容，因而记录之间的联系包括记录类型之间的联系和记录值之间的联系。

常用的三种数据模型是：层次模型、网状模型和关系模型。不同的 DBMS 支持不同的数据模型。数据库就是在具体的 DBMS 的支持下，对一个组织的全局数据模型的实现。下面，我们简要介绍层次模型和网状模型，着重介绍关系模型，从中引出二维表、关系和关系数据库等概念。