

北京科海培训中心

---

• 计算机等级考试辅导教程

# FoxBASE<sup>+</sup> 程序设计

瓮正科 编著

机械工业出版社

## 内 容 提 要

本书根据全国计算机二级考试大纲和数据库语言程序设计考试要求编写。全书系统地介绍了 FoxBASE 的特点、功能、操作方法和程序设计,每章配有习题,书后提供了上机实验和综合模拟试卷,便于教学或自学检测。

本书深入浅出,概念清晰,可作为大专院校和各类培训班的微机数据库教材和参加计算机等级考试过二级的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

FoxBASE<sup>+</sup>程序设计/瓮正科编著. —北京:机械工业出版社,1997.6  
计算机等级考试辅导教程  
ISBN 7-111-05805-4

I. F... I. ①... ②瓮... III. 关系数据库-数据库管理系统, Fox  
xBASE<sup>+</sup>—程序设计-水平考试-自学参考资料 IV. TP311.13

中国版本图书馆(97)第 11796 号

出 版 人:马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)  
责任编辑:科 培 责任校对:成 昊  
北京市朝阳区科普印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997 年 6 月第 1 版·1998 年 2 月第 2 次印刷  
787mm×1092mm 1/16· 17 印张·410 千字  
5 001—10000 册  
定价:19.00 元

## 前 言

目前,人们把 FoxBASE 作为初学计算机的用户必修课程,原因是这门课程涉及到计算机高级语言、数据结构、计算机算法和数据库原理几个方面的计算机软件专业的基础知识,所以,学好 FoxBASE,再学习其他高级语言或软件就能触类旁通。这就是十几年来 FoxBASE 一直被列入大中专院校的教学大纲中的原因。

1994 年国家教委考试中心推出全国计算机等级考试。该项考试面向社会,服务于社会,不以评价教学为目的,考核内容不是按照教学要求设定,而是根据使用计算机的不同要求,以应用能力为主,划分等级,分别考核,为人们择业、人才交流提供其计算机应用知识与能力水平之证明。

该项考试分为四级:一级、二级、三级 A(偏硬件)、三级 B(偏软件)、四级。其中“四级”与美国合办,美国认可“四级”证书。此项考试每年举行两次,分为笔试和上机操作两部分。在一、二级考试大纲中都对数据库有所要求,同时,在二级考试大纲中,将 FoxBASE 列入程序设计语言考试要求之一。换句话说,如果学好 FoxBASE 就能过计算机二级考试。

随着全国计算机等级考试的普及,各省、市、自治区教委也都开展了计算机等级考试活动,一般规定:非电类大学生都必须过计算机二级考试。

由于数据库知识作为计算机等级一、二级的基本考试要求,同时,又将 FoxBASE 作为可选程序设计语言,所以,选择学习 FoxBASE 课程的学校越来越多。另外,FoxBASE 要求的教学环境低,只要有 MS-DOS 的支持就能胜任正常的教学工作。再有,FoxBASE 简单易懂,灵活方便,特别适合初学者。

除全国计算机等级考试之外,全国性的计算机考试还有:劳动部计算机技术技能考试,国家人事部、电子工业部组织的程序员考试,国家教委计算机信息管理专业自学考试等。在这些考试中,也都有关于数据库知识的内容,这就促使数据库知识的普及。事实上,人们在日常工作中,许多事务性的数据处理都是可以使用数据库来解决,即最重要的原因是数据库技术有其广泛的应用环境。

鉴于此,编写一本既有实用价值,又能适应各类计算机考试的辅导书——《FoxBASE 程序设计》是一件很有意义的事。作者在长期的数据库应用开发、教学和写作过程中积累了一些经验,认真撰写了这本书。全书分为 8 章,简述如下。

**第 1 章概述** 本章重点介绍数据库的基础知识,数据模型和数据库管理系统,然后,引出 FoxBASE 数据库管理系统。

**第 2 章 FoxBASE 基础知识** 本章讨论了 FoxBASE 的命令语法规则,各种内存变量的使用,运算符与表达式,最后,介绍了常用函数应用。

**第 3 章建立数据库** 本章首先介绍了 FoxBASE 下数据库的基本术语,然后,讨论了如何建立、修改、显示数据库结构,接着,讨论如何输入、显示记录,如何定位记录。

**第 4 章数据库基本操作** 本章重点讨论了如何编辑、修改、删除、恢复、浏览记录,如何拷贝、添加记录,最后,介绍了常用的数值计算方法。

第 5 章 FoxBASE 程序设计基础 本章首先讨论了程序设计的入门知识,然后,讨论格式化输入输出、分支、循环和过程程序设计,最后,给出一些典型常用程序。

第 6 章 数据库高级操作 本章首先讨论了数据库索引技术,然后,介绍了多库关系操作,一般关系操作,报表生成和输出和辅助操作等内容。

第 7 章 FoxBASE 程序设计 本章讨论了 3 个专题,即菜单程序设计、事件驱动程序设计和多用户程序设计。后两个专题较深一些,可作为选学。

第 8 章 上机实验与综合测试 本章作为教学环节中辅助材料,上机实验可作为实验指导书,安排了 9 个实验,可根据教学进度进行安排。综合测试提供了 5 套模拟试卷,可用来作为各阶段测试使用。

在附录中提供了 FoxBASE 命令和函数,FoxBASE 数据库文件结构和索引文件存储结构,全国计算机等级考试说明,大纲和数据库语言程序设计考试要求。

本书根据全国计算机二级考试大纲和数据库语言程序设计考试要求编写,概念清晰,逻辑性强,深入浅出,可作为大专院校和各类培训班的微机数据库教材和计算机过二级的参考书。

## 目 录

<b>第 1 章 概 述</b> .....	(1)
1.1 数据库基础知识 .....	(1)
1.1.1 数据、信息和数据处理 .....	(1)
1.1.2 数据处理的三个阶段 .....	(1)
1.1.3 数据库系统的组成 .....	(3)
1.1.4 数据库系统的特点 .....	(4)
1.1.5 数据库系统的应用 .....	(4)
1.2 数据模型 .....	(5)
1.2.1 数据描述术语 .....	(5)
1.2.2 层次模型 .....	(6)
1.2.3 网状模型 .....	(7)
1.2.4 关系模型 .....	(8)
1.3 数据库管理系统 .....	(9)
1.3.1 数据库管理系统的功能 .....	(10)
1.3.2 数据库管理系统的组成 .....	(10)
1.3.3 DBMS 和 OS 的关系 .....	(11)
1.4 FoxBASE 数据库管理系统 .....	(11)
1.4.1 xBASE 的发展历史.....	(11)
1.4.2 FoxBASE 数据库管理系统 .....	(12)
1.4.3 安装 FoxBASE 系统 .....	(14)
1.4.4 启动 FoxBASE 系统 .....	(14)
习题一 .....	(15)
<b>第 2 章 FoxBASE 基础知识</b> .....	(16)
2.1 命令语法规则 .....	(16)
2.1.1 符号约定 .....	(16)
2.1.2 命令结构 .....	(16)
2.1.3 命令书写规则 .....	(17)
2.2 常数与内存变量 .....	(17)
2.2.1 常数及其表示 .....	(18)
2.2.2 建立内存变量(STORE/= /ACCEPT/INPUT) .....	(18)
2.2.3 显示内存变量(? /?? /DISPLAY MEMORY) .....	(19)
2.2.4 释放、保存与恢复内存变量(RELEASE/SAVE TO/RESTORE) .....	(21)
2.3 数组操作 .....	(22)
2.3.1 定义和数组赋值(DIMENSION) .....	(22)
2.3.2 计算数组下标 .....	(24)

2.4	运算符与表达式 .....	(25)
2.4.1	数值表达式 .....	(25)
2.4.2	字符表达式 .....	(26)
2.4.3	关系表达式 .....	(26)
2.4.4	逻辑表达式 .....	(27)
2.5	字符处理函数 .....	(28)
2.5.1	测定字符位置和长度(AT(),LEN()) .....	(28)
2.5.2	字符串逻辑测试(ISALPHA(),ISLOWER(),TYPE()) .....	(28)
2.5.3	截取、生成和置换字符串(SUBSTR(),TRIM(),STUFF()) .....	(29)
2.5.4	字符转换(STR(),ASC(),CHR(),LOWER()) .....	(32)
2.5.5	字符处理函数小结 .....	(33)
2.6	数值处理函数 .....	(34)
2.6.1	数学函数(EXP(),LOG(),SQRT()) .....	(34)
2.6.2	数字转换(VAL(),INT(),MOD(),ABS()) .....	(35)
2.6.3	测试数值大小(MAX(),MIN()) .....	(37)
2.6.4	数值处理函数小结 .....	(37)
2.7	日期和时间函数 .....	(38)
2.7.1	基本日期函数(DATE(),YEAR(),MONTH(),DAY()) .....	(38)
2.7.2	星期函数 .....	(39)
2.7.3	日期转换函数 .....	(39)
2.7.4	时间函数(TIME()) .....	(40)
2.7.5	日期和时间函数小结 .....	(40)
	习题二 .....	(40)
<b>第3章</b>	<b>建立数据库 .....</b>	<b>(43)</b>
3.1	将表格转换成数据库文件格式 .....	(43)
3.1.1	教学环节中的数据表格 .....	(43)
3.1.2	表格的型、值和名称 .....	(44)
3.1.3	将表格转换为数据库文件 .....	(45)
3.2	建立数据库结构 .....	(46)
3.2.1	建立数据库结构(CREATE) .....	(47)
3.2.2	显示数据库结构(LIST STRUCTURE) .....	(48)
3.2.3	修改数据库结构(MODIFY STRUCTURE) .....	(49)
3.3	输入和显示记录 .....	(50)
3.3.1	操作数据库的辅助工作(SELECT/USE/CLOSE) .....	(50)
3.3.2	添加记录(APPEND) .....	(52)
3.3.3	显示记录(LIST/DISPLAY) .....	(53)
3.4	定位记录 .....	(54)
3.4.1	记录位置描述(EOF()/BOF()/RECNO()/RECCOUNT()) .....	(55)
3.4.2	定位记录(GOTO/SKIP) .....	(55)
3.4.3	按条件定位记录(LOCATE) .....	(57)
3.4.4	记录的其他状态(FCOUNT()/FIELD()/RECSIZE()/LUPDATE()) .....	(57)
	习题三 .....	(58)

<b>第 4 章 数据库基本操作</b> .....	<b>(60)</b>
4.1 编辑记录 .....	(60)
4.1.1 交互式修改记录(EDIT) .....	(60)
4.1.2 非交互式修改记录(REPLACE) .....	(61)
4.1.3 插入记录(INSERT) .....	(62)
4.2 删除和恢复记录 .....	(63)
4.2.1 删除记录(DELETE) .....	(63)
4.2.2 恢复记录(RECALL) .....	(63)
4.2.3 真删除记录(PACK/ZAP) .....	(64)
4.3 浏览记录 .....	(64)
4.3.1 浏览的基本操作 .....	(64)
4.3.2 浏览命令(BROWSE) .....	(65)
4.3.3 浏览菜单操作 .....	(66)
4.4 拷贝、添加记录和结构 .....	(67)
4.4.1 拷贝记录(COPY TO) .....	(67)
4.4.2 成批添加记录(APPEND FROM) .....	(70)
4.4.3 拷贝数据库结构(COPY STRUCTURE) .....	(72)
4.4.4 非交互式建立数据库结构(EXTENDED/CREATE FROM) .....	(72)
4.5 记录统计与计算 .....	(74)
4.5.1 统计记录个数(COUNT) .....	(74)
4.5.2 计算 .....	(74)
4.5.3 求和计算(SUM) .....	(75)
4.5.4 计算平均值(AVERAGE) .....	(76)
习题四 .....	(76)
<b>第 5 章 FoxBASE 程序设计基础</b> .....	<b>(78)</b>
5.1 编写程序初步 .....	(78)
5.1.1 如何编写程序 .....	(78)
5.1.2 如何调试程序(MODIFY COMMAND) .....	(79)
5.1.3 执行程序(DO) .....	(80)
5.1.4 注释程序(&&/*) .....	(81)
5.2 格式化输入输出设计 .....	(81)
5.2.1 格式化输出(SAY) .....	(81)
5.2.2 格式化输入(GET) .....	(84)
5.2.3 格式输入/输出的标准模式 .....	(86)
5.2.4 清屏操作(@...CLEAR) .....	(86)
5.2.5 画框(@...TO) .....	(87)
5.2.6 设置颜色(SET COLOR TO) .....	(88)
5.3 分支程序设计 .....	(89)
5.3.1 程序流程图 .....	(89)
5.3.2 条件分支(IF...ENDIF) .....	(91)

5.3.3	条件分支函数(IIF())	(93)
5.3.4	多重分支(DO CASE... ENDCASE)	(94)
5.4	循环程序设计	(96)
5.4.1	WHILE 循环命令	(96)
5.4.2	循环的嵌套使用	(98)
5.4.3	退出循环(EXIT/LOOP)	(102)
5.5	过程程序设计	(102)
5.5.1	自定义函数设计(PARAMETERS/RETURN)	(102)
5.5.2	过程设计(PROCEDURE/SET PROCEDURE)	(104)
5.5.3	全局变量与局部变量(PUBLIC/PRIVATE)	(106)
5.5.4	过程调用关系	(108)
5.5.5	口令程序设计	(109)
5.5.6	利用用户格式编辑记录	(110)
5.5.7	利用屏幕格式文件编辑记录(FMT)	(111)
5.5.8	利用数组进行记录编辑(SCATTER/GATHER)	(113)
	习题五	(115)

## 第 6 章 数据库高级操作 (118)

6.1	记录的排序与索引	(118)
6.1.1	记录的排序(SORT)	(118)
6.1.2	索引的基本概念	(119)
6.1.3	建立索引(INDEX)	(120)
6.1.4	设置和关闭索引(SET INDEX/USE/CLOSE)	(121)
6.1.5	设置索引主关键字和重索引(ORDER, REINDEX)	(122)
6.1.6	索引查询(FIND/SEEK)	(124)
6.1.7	分组求和计算(TOTAL)	(127)
6.2	多库关系操作	(128)
6.2.1	多库的物理连接(JOIN)	(128)
6.2.2	多库的树状逻辑连接(SET RELATION)	(129)
6.2.3	多库的链状关系连接	(131)
6.2.4	多库更新操作(UPDATE)	(133)
6.3	关系操作	(134)
6.3.1	投影操作(SET FIELDS/COPY)	(134)
6.3.2	选择操作(SET FILTER)	(136)
6.3.3	连接操作	(137)
6.3.4	自然连接	(139)
6.4	报表生成和输出	(140)
6.4.1	报表生成器原理	(140)
6.4.2	报表格式的设计(CREATE REPORT)	(140)
6.4.3	报表输出(REPORT FORM)	(144)
6.4.4	修改报表格式(MODIFY REPORT)	(144)
6.4.5	打印输出的命令和函数(SET DEVICE/PRINT/EJECT)	(145)
6.4.6	单记录打印输出	(146)

6.4.7 报表程序设计 .....	(147)
6.5 辅助操作 .....	(148)
6.5.1 模板语言的使用方法(TEXT...ENDTEXT/ALTERNATE).....	(148)
6.5.2 文件与目录管理(DIR/COPY/TYPE/DELETE/RENAME/RUN) .....	(149)
6.5.3 FoxBASE 系统配置 .....	(151)
习题六 .....	(155)
<b>第7章 FoxBASE 程序设计 .....</b>	<b>(157)</b>
7.1 菜单程序设计 .....	(157)
7.1.1 菜单的基本概念 .....	(157)
7.1.2 菜单设计命令(@...PROMPT/MENU TO) .....	(158)
7.1.3 条形菜单设计 .....	(158)
7.1.4 弹出式菜单设计 .....	(159)
7.1.5 菜单系统设计 .....	(160)
7.2 事件驱动程序设计 .....	(162)
7.2.1 何谓事件驱动程序 .....	(162)
7.2.2 读键值 INKEY()函数 .....	(162)
7.2.3 读全屏幕操作命令中的键值(READKEY()) .....	(164)
7.2.4 设置功能键(SET FUNCTION/FKLABLE()/FKMAX()).....	(165)
7.2.5 触发激活(ON KEY/ESCAPE) .....	(166)
7.2.6 键盘缓冲区管理(KEYBOARD) .....	(168)
7.2.7 错误检测处理命令(ON ERROR/RETRY) .....	(169)
7.2.8 获取错误信息(ERROR()/MESSAGE()) .....	(170)
7.3 多用户程序设计 .....	(171)
7.3.1 多用户基础知识 .....	(171)
7.3.2 文件打开方式 .....	(172)
7.3.3 文件加锁与解锁 .....	(173)
7.3.4 记录加锁与解锁 .....	(174)
7.3.5 隐含锁定 .....	(174)
7.3.6 控制同时更新 .....	(175)
7.3.7 死锁问题及其解除方法 .....	(179)
习题七 .....	(180)
<b>第8章 上机实验与综合测试.....</b>	<b>(182)</b>
8.1 上机实验 .....	(182)
8.1.1 实验一 文件建立与记录输入输出 .....	(183)
8.1.2 实验二 记录定位与测试 .....	(183)
8.1.3 实验三 记录插入、修改与删除 .....	(184)
8.1.4 实验四 记录复制与成批添加 .....	(185)
8.1.5 实验五 库文件排序、索引与查询 .....	(185)
8.1.6 实验六 数据记录汇总与统计 .....	(186)
8.1.7 实验七 库文件连接 .....	(187)

---

8.1.8 实验八 程序设计 .....	(187)
8.1.9 实验九 高级程序设计 .....	(188)
8.2 模拟试卷 .....	(188)
8.2.1 试卷一 .....	(188)
8.2.2 试卷一参考答案 .....	(193)
8.2.3 试卷二 .....	(194)
8.2.4 试卷二参考答案 .....	(199)
8.2.5 试卷三(等级考试) .....	(200)
8.2.6 试卷三(等级考试)参考答案 .....	(209)
8.2.7 试卷四(等级考试) .....	(210)
8.2.8 试卷四(等级考试)参考答案 .....	(220)
8.2.9 试卷五(等级考试) .....	(220)
8.2.10 试卷五(等级考试)参考答案 .....	(229)
<b>附录 A FoxBASE 命令和函数 .....</b>	<b>(231)</b>
<b>附录 B FoxBASE 文件结构 .....</b>	<b>(253)</b>
<b>附录 C 全国计算机等级考试说明和大纲(1994年) .....</b>	<b>(255)</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>(259)</b>

## 第1章 概述

数据库技术是信息社会的重要基础技术之一,是计算机科学领域中发展最为迅速的分支。数据库技术是一门综合性技术,涉及到操作系统、数据结构、程序设计等知识。本章先介绍数据库基础知识,然后引入微机数据库管理系统 FoxBASE+ 2.1(简称 FoxBASE)。

### 1.1 数据库基础知识

早期的计算机主要用于科学计算,当计算机应用于生产管理、商业财贸、情报检索等领域时,它面对的是数量惊人的各类数据。为了有效地管理和利用这些数据,就产生了计算机的数据管理技术。

#### 1.1.1 数据、信息和数据处理

数据是一种物理符号序列,用来记录事物的情况。数据用类型和值来表征。不同的数据类型记录的事物性质是不一样的。例如数值型数据 1,2,3...,可以用来记录事物的多少。信息则是经过加工的数据,信息对人类社会实践和生产及经营活动能产生决策性影响。

数据和信息在概念上是有区别的,所有的信息都是数据,而只有经过提炼和抽象之后具有使用价值的信息才能成为信息。经过加工所得到的信息仍然以数据的形式出现,此时的数据是信息的载体,是人们认识信息的一种媒介。

数据处理是指对各种类型的数据进行收集、存储、分类、计算、加工、检索和传输的过程。数据处理通常也称为信息处理。

#### 1.1.2 数据处理的三个阶段

数据处理大体经历了三个阶段,即手工数据处理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

##### 1. 手工处理数据

早期的数据处理都是通过手工进行的,因为当时的计算机主要用于科学计算。计算机上没有专门管理数据的软件,也没有诸如磁盘之类的设备来存储数据。这时,应用程序和数据之间的关系如图 1-1 所示。这种数据处理具有以下几个特点:

- (1) 数据量较少。数据和程序一一对应,即一组数据对应一个程序,数据面向应用,独立性很差。由于应用程序所处理的数据之间可能会有一定的关系,故这样程序和程序之间就会有大量重复数据。
- (2) 数据不保存。因为在该阶段计算机主要用于科学计算,一般不需要将数据长期保存,在计算一个题目时,只将数据输入计算机,算完题,得到计算结果即可。
- (3) 没有软件系统对数据进行管理。程序员不仅要规定数据的逻辑结构,而且在程序中

还要设计物理结构,包括存储结构的存取方法、输入输出方式等。也就是说,数据对程序不具有独立性,一旦数据在存储器上改变物理地址,就需要相应地改变用户程序。

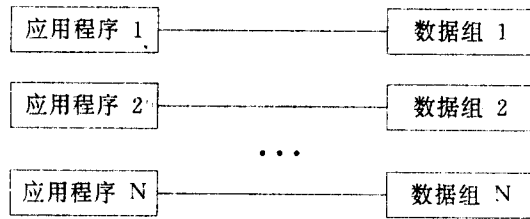


图 1-1 应用程序和数据的关系

手工处理数据有两个缺点:第一,应用程序之间的依赖性太强,不独立;第二,数据组和数据组之间可能有许多重复数据,造成数据冗余。

## 2. 文件系统

50年代中期以后,计算机的硬件和软件得到飞速发展,计算机不再只用于科学计算这单一任务,而可以做一些非数值数据的处理。此外,这时也有了大容量的磁盘等存储设备,并且已经有了专门管理数据的软件,即文件系统。在文件系统中,按一定的规则将数据组织成为一个文件,应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取和加工。文件系统对数据的管理,实际上是通过应用程序和数据之间的一种接口实现的,如图 1-2 所示。

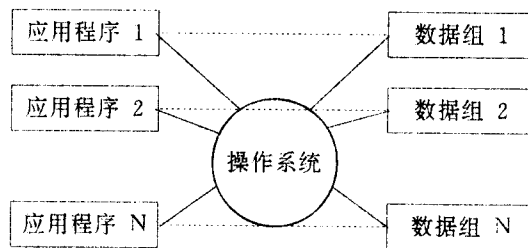


图 1-2 应用程序与文件的关系

文件系统的最大特点是解决了应用程序和数据之间的一个公共接口问题,使得应用程序采用统一的存取方法来操作数据。同时,应用程序和数据之间不再是直接的对应关系。不过,文件系统只是简单地存放数据,相互之间并没有有机的联系。数据的存放依赖于应用程序的使用方法,不同的应用程序仍然很难共享同一数据文件,即数据独立性较差。另外,文件系统对数据存储没有相应的模型约束,数据冗余性较大。

## 3. 数据库系统

数据库系统是由计算机软、硬件资源组成的系统,它实现了有组织地、动态地存储大量关联数据,方便多用户访问,它与文件系统的重要区别是数据的充分共享、交叉访问、与应用程序的高度独立性。通俗地讲,数据库系统可把日常一些表格、卡片等的数据有组织地集合

在一起,输入到计算机,然后通过计算机处理,再按一定要求输出结果。所以,对于数据库来说,主要解决三个问题:第一,有效地组织数据,这主要指对数据进行合理设计,以便计算机存取;第二,方便地将数据输入到计算机中;第三,根据用户的要求将数据从计算机中抽取出来(这是人们处理数据的最终目的)。

数据库也是以文件方式存储数据的,但是它是数据的一种高级组织形式。在应用程序和数据库之间,有一个新的数据管理软件 DBMS(DataBase Management System),即数据库管理系统。数据库管理系统对数据的处理方式和文件系统不同,它把所有应用程序中所使用的数据汇集在一起,并以记录为单位存储起来,以便于应用程序查询和使用。

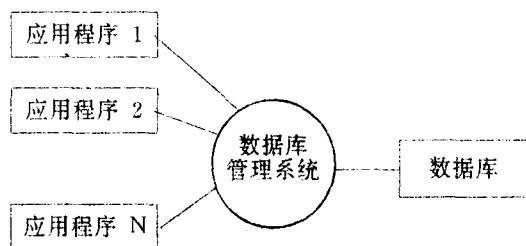


图 1-3 应用程序与数据库的关系

数据库系统与文件系统的区别是:数据库对数据的存储是按照同一结构进行的,不同的应用程序都可以直接操作这些数据(即对应用程序的高度独立性)。数据库系统对数据的完整性、唯一性和安全性都提供一套有效的管理手段(即数据的充分共享性)。数据库系统还提供管理和控制数据的各种简单操作命令,使用户编写程序时容易掌握(即操作方便性)。

### 1.1.3 数据库系统的组成

数据库系统实际上是一个应用系统,它由用户、数据库管理系统、存放在存储设备上的数据和计算机硬件组成。

- (1) 数据 这里的数据是指数据库系统中存储的数据,它是数据库系统操作的对象。存储在数据库中的数据具有集中性和共享性。所谓集中性是指把数据库看成性质不同的数据文件的集合,其中的数据冗余很小。所谓共享性是指多个不同用户使用不同语言,为了不同应用目的可同时存取数据库中的数据。
- (2) 用户 用户是指使用数据库的人员。数据库系统中主要有终端用户、应用程序员和管理员三类用户。终端用户是指那些无太多计算机知识的工程技术人员及管理人员,他们通过数据库系统提供的命令语言、表格语言以及菜单等交互式对话手段使用数据库中的数据。应用程序员是为终端用户编写应用程序的软件人员,他们设计的应用程序主要用途是使用和维护数据库。数据库管理员(DBA)是指全面负责数据库系统正常运转的高级人员,他们负责对数据库系统本身的深入研究。
- (3) 软件 这里的软件是指负责数据库存取、维护和管理软件系统,通常称为数据库管理系统,它对数据库中数据资源进行统一管理和控制,起到把用户程序和数据库数据之间相互的隔离作用。数据库管理系统是数据库系统的核心,其功能强弱体现了数据库系统的性能。数据库管理系统一般由计算机软件公司提供。

- (4) 硬件 此处硬件特指存储数据库及运行 DBMS 的硬资源,如磁盘、I/O 通道等等。数据库常驻外存,如果想获得满意的运行效果,那么采用高配置的内存和 CPU 等亦是非常重要的。

#### 1.1.4 数据库系统的特点

数据库系统的出现是计算机数据处理技术的重大进步,它具有以下特点。

##### 1. 实现数据共享

数据共享允许多个用户同时存取数据而不相互影响,这个特征正是数据库技术先进性的体现。数据共享包括三个方面:

- ① 所有用户可以同时存取数据;
- ② 数据库不仅可以为当前的用户服务,也可以为将来的新用户服务;
- ③ 可以使用多种语言完成与数据库的接口。

##### 2. 实现数据独立

所谓数据独立是指应用程序不必随数据存储结构的改变而变动,这是数据库一个最基本的优点。数据库的数据独立决策包括两个方面:

- (1) 物理数据独立 数据的存储格式和组织方法改变时,不影响数据库的逻辑结构,从而不影响应用程序。
- (2) 逻辑数据独立 指数据库逻辑结构的变化(如数据定义的修改,数据间联系的变更等)不会影响用户的应用程序,即用户应用程序无须修改。

数据独立提高了数据处理系统的稳定性,从而提高了程序维护的效益。

##### 3. 减少了数据冗余度

用户的逻辑数据文件和具体的物理数据文件不必一一对应,存在着“多对一”的重叠关系,有效地节省了存储资源。

##### 4. 避免了数据不一致性

由于数据只有一个物理备份,数据的访问不会出现不一致的情况。

##### 5. 加强了对数据的保护

数据库加入了安全保密机制,可以防止对数据的非法存取。由于进行集中控制,故有利于控制数据的完整性。数据库系统采取了并发访问控制,保证了数据的正确性。另外,数据库系统还采取了一系列措施,实现了对数据库破坏的恢复。

#### 1.1.5 数据库系统的应用

今天,数据库系统已经在金融、海关、企事业单位、政府、学校等国民经济的各个部门广泛、深入地应用。举例如下:

##### 1. 银行综合业务系统

该系统可以完成银行的各项业务,如公存、信用卡、个人通存通兑等等。所谓通存通兑就是指某个储户在 A 储蓄所存钱,可以在该城市的任何一个储蓄所取钱。之所以能这样做,就

是因为银行有一个大型数据库系统,该系统支持这一行为。储户在任一储蓄所存钱的信息送到中心数据库中,当该储户到其他储蓄所取钱时,又从中心数据库中调出这一条信息,从而完成通存通兑业务。银行数据库系统是一个复杂的系统,要求绝对可靠,不能出差错。

## 2. 机票预售系统

在民航的任何一个售票窗口,如果想购买某一个航班某天的机票,售票员只要将其信息输入计算机,计算机就立即提示是否有票。这个过程不足一分钟,支持这一行为的系统是机票预售系统。该系统是一个庞大的数据库系统,支持全国各城市的机票销售业务。

## 3. 人事劳动工资系统

该系统能够记载职工的各类信息,如果希望查询某人的信息,只要将其姓名输入计算机,就会得到各种各样的档案信息。如果希望对所有人按某种条件调整工资,可以在很短时间内完成,比人工做提高功效几百倍。

## 4. 教学管理系统

教学管理环节是较复杂的,如查询某班某学生的成绩,查询某教师的工作量等,依靠手工查询是很困难的。利用计算机,建立教学管理数据库系统,可以非常方便地完成各种查询,提供各种统计报表。

当前,数据库的应用已无所不包,大至银行综合业务系统,小至家庭收支帐务等等。

# 1.2 数据模型

现实世界是存在于人脑之外的客观世界,如何使用数据来解释和认识现实世界,需要相应手段进行描述。下面使用数据库语言对客观世界进行描述。

## 1.2.1 数据描述术语

计算机信息管理的对象是现实生活中的客观事物,人们在实施对客观事物的管理过程中,首先要有熟悉了解的过程,从观测中得到大量的描述具体事物的信息,但是这些信息是无法送入计算机的,必须进一步整理和归类,进行信息的规范化,然后才能将规范信息数据化并送入计算机的数据库中保存起来。这一过程涉及到三个方面,即现实世界、信息世界和数据世界。

### 1. 现实世界

现实世界是存在于人脑之外的客观世界,事物及其相互联系就处于现实世界之中。事物可用“对象”与“性质”来描述,又有“特殊事物”与“共同事物”之分。

### 2. 信息世界

信息世界是现实世界在人们头脑中的反映。客观事物在观念世界中称为实体,实体可以是具体的,如一个学生,一本书,也可以是抽象的事件,如一些足球比赛。实体用类型(Type)和值(Value)来表征,例如学生是一个实体,而具体的学生李明、王力是实体值。反映事物联系的是实体模型。

### 3. 数据世界

数据是信息世界中信息的数据化,现实世界中的事物及联系在这里用数据模型描述。数据世界也称为机器世界,它是以数据形式存储信息世界中的信息。在数据世界中,描述数据的术语有以下一些。

- (1) 字段(Field) 相应于信息世界中的属性,也称数据项。字段的命名往往与属性名相同,例如学生的学号、姓名、年龄和性别均为字段。字段和属性一样,也用类型和值表征。
- (2) 记录(Record) 字段的有序集合称为记录,它用来描述一个实体,是相应于这一实体的数据。例如,组成一个学生记录的字段(数据项)有学号、姓名、年龄和性别,这是记录的类型。而“970101 王小艳 18 女”就是一个记录的值。
- (3) 文件(File) 相应于信息世界中的一个实体集,在数据世界中称为一个文件。它是同一类记录的集合,例如所有的学生记录的集合就是一个学生文件。

#### 4. 数据模型(Data Model)

相应于信息世界的实体模型在数据世界中是数据模型,它是实体模型的数据化。

#### 5. 物理数据和逻辑数据

数据的描述有两种形式:物理数据和逻辑数据。物理数据是实际存放在存储设备上的数据,可用物理联系、物理结构、物理记录等术语描述数据在存储设备上的存放方式。

逻辑数据是抽象的概念化的数据,可用逻辑联系、逻辑结构、逻辑记录等术语来描述用户看到的数据形式。

在数据库系统中,物理数据和逻辑数据之间的差别一般是很大的,用户看到的数据结构和数据与存储设备中的数据结构和数据有可能是不同的,而数据库软件的作用就是要把用户所看到的逻辑数据转换成存放在存储设备上的物理数据,或者把物理数据转换成用户所需要的数据。

数据模型的建立实际上是实体模型的数据化。由于实体之间存在着复杂的联系,所以描述实体的数据之间也存在复杂的联系。这样一来,数据模型就成了数据之间的一个整体逻辑结构图。为了使模型能清晰、准确地反映客观事物,并能用于数据库设计,一般应做如下几项工作:

- ① 给数据模型命名,使不同模型得以区别;
- ② 给每个数据项命名,以说明和区分每个记录类型具有的数据项,并确定作为记录类型主关键字的数据项;
- ③ 指出数据项特征,即类型、长度、值域。

数据模型的好坏直接影响数据库的性能,数据模型的设计方法决定数据库的设计方法。目前最为流行的方法是关系方法,另外还有层次方法和网状方法。每种方法对应相应的基本数据模型。网状模型、层次模型和关系模型就是目前在数据库系统中使用的3种基本数据模型。

### 1.2.2 层次模型

数据的层次模型(Hierarchical Model)使用树型结构来表示实体的类型和实体间的联

系,树的结点为记录的类型,记录类型只有简单的层次关系,它们满足下述两个基本条件:

- ① 有且只有一个结点无双亲,这个结点即为树的根,称为根结点;
- ② 其他结点有且仅有一个双亲,无子女的结点称为叶结点。

满足上面两个条件的“基本层次联系”的集合就称之为层次模型。在层次模型中,要注意区分根结点、结点和叶子这些基本概念。图 1-4 是层次模型示例。

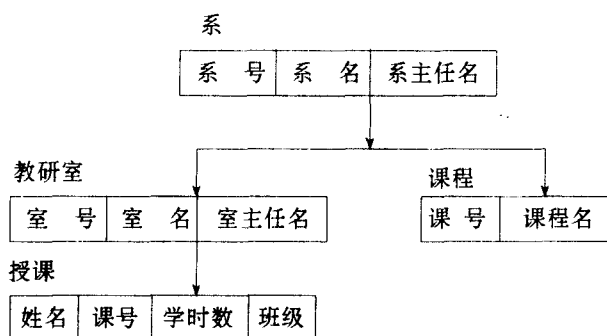


图 1-4 层次模型

在层次模型树中,每一个记录只有一个双亲,对于每一个记录(根结点除外)只需要指出它的双亲记录,就可以表示出层次模型的整体结构。在层次模型中,必须从根结点开始查询记录的内容。譬如,从系、教研室、授课这条路径可以查到某个教师的课号和所教班级。

1969 年美国 IBM 公司研制的 IMS 系统是最典型的层次模型系统。

### 1.2.3 网状模型

网状模型(Network Model)是层次模型的拓展,广义上讲,任意一个连通的基本层次联系的集合就是一个网状模型。为了区别起见,称满足下列条件的基本层次联系的集合为网状模型。

- ① 可以有任意个结点(包括零个)无双亲;
- ② 允许结点有多个双亲;
- ③ 允许两个结点之间有两种或两种以上的关系。

在层次模型中,双亲结点和子女结点间的联系是唯一的,而在网状模型中,两个结点间的联系就不是唯一的了。为了描述这种联系,引入了系(SET)的概念,它用来定义两个记录间的从属关系。从树结构的角度来讲,系实际上是一棵二叉树,它的根称为首记录,处于主导地位;它的叶称为属记录,处于从属地位。图 1-5 是一个网状模型的示例,图中共有 3 个系,它们分别为:“授课—课程系”,“课程—成绩系”,“学生—成绩系”。

“成绩”既是“课程”的属记录又是“学生”的属记录,而“课程”对“授课”来说是属记录,但对于“成绩”来说则是首记录。

网状模型和层次模型一样,记录的存取路径是由模型的结构定义好了的,数据必须按照已经定义好的存取路径才能进行存取操作。