

高 职 高 专 计 算 机 系 列 规 划 教 材



数据库原理与 Visual FoxPro 9.0 实用教程(第3版)

高春玲 主编 陈荟慧 李传锋 于素萍 郭俊恩 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高职高专计算机系列规划教材

数据库原理与 Visual FoxPro 9.0 实用教程 (第3版)

高春玲 主 编

陈荟慧 李传锋 于素萍 郭俊恩 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书共 15 章,分为两部分内容,第一部分包括第 1~3 章,简明地介绍了数据库系统的基本概念和基本原理,第二部分包括第 4~15 章,系统地介绍了关系数据库管理系统 Visual FoxPro 9.0 的操作与应用程序开发技术。全书内容包括数据库系统基础知识、关系数据库基本理论、数据库设计与数据库保护、Visual FoxPro 9.0 简介、Visual FoxPro 9.0 语言基础、创建数据库与表、表的基本操作、查询和视图、Visual FoxPro 程序设计、Visual FoxPro 面向对象程序设计、表单、报表与标签、菜单和自定义工具栏、应用程序的连编和发布、数据库应用系统设计实例。

本书是为了适应高职高专计算机类专业数据库课程教学需要而编写的,适合作为高职高专及成人教育计算机专业和信息管理专业的教材,也可作为自学或研究数据库应用开发的人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与 Visual FoxPro 9.0 实用教程 / 高春玲主编.—3 版.—北京:电子工业出版社,2009.11

(高职高专计算机系列规划教材)

ISBN 978-7-121-09775-1

I. 数… II. 高… III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—高等学校:技术学校—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 196735 号

策划编辑:吕 迈

责任编辑:徐云鹏

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:470 千字

印 次:2009 年 11 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:27.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

数据库技术是信息技术的支撑技术,每一位准备从事 IT 技术工作的人都有必要学好数据库技术,并熟练地运用它。本书编写的主要目的是作为高职高专计算机或信息管理专业的教材,也希望给其他有兴趣学习数据库技术和 Visual FoxPro 的人们提供帮助。

关系数据库管理系统 Visual FoxPro 已流行多年,以其实用、易学、易用的特点受到人们的欢迎,如果希望在较短的时间内既掌握数据库的操作又掌握数据库程序设计,那么学习 Visual FoxPro 是一个不错的选择。本书选用 Visual FoxPro 9.0 汉化版作为介绍对象,和英文版相比更易于学习掌握。Visual FoxPro 9.0 的功能很丰富,在本书中只介绍了其基本功能。

全书分为 15 章,包括两部分内容:数据库原理和 Visual FoxPro 9.0。数据库原理部分包括第 1~3 章,该部分以应用数据库技术必须了解的理论知识为重点,简明地介绍了数据库系统的基本概念和基本知识,其中,第 1 章介绍数据库系统的最基本的一些概念;第 2 章介绍关系数据库的基本理论;第 3 章介绍数据库设计和数据库保护技术。Visual FoxPro 9.0 部分包括第 4~15 章,其中,第 4 章是对 Visual FoxPro 9.0 的概要介绍;第 5 章介绍 Visual FoxPro 命令以及表操作中需要了解的数据类型、函数、表达式等基本概念;第 6 章介绍数据库和表的创建;第 7 章介绍表的各种操作;第 8 章介绍 SELECT 命令、创建查询和视图的使用;第 9 章主要介绍 Visual FoxPro 的流程控制命令、程序间参数传递方式和程序调试技术;第 10 章介绍 Visual FoxPro 面向对象程序设计,是第 11 章的基础;第 11 章介绍表单也就是窗口或对话框的设计;第 12 章介绍如何设计和打印报表或标签;第 13 章介绍菜单和工具栏的设计;第 14 章介绍应用程序的连编和发布;第 15 章介绍了一个较为完整的数据库应用系统实例的设计和实现方法。

在本书编写中,特别突出了方便教学和实用性。为了方便教学,在全书的内容叙述中,提供了较丰富的示例,并精选了两个综合性的示例贯穿于第 4~15 章中;在第 4~14 章每章的最后一节都编写了实训,可以作为上机实验指导,其中提出了实验要求、实验题目和必要的提示;除第 15 章以外每章的最后都有适量的习题。从实用性角度考虑,在本书的内容编排中,特别对应用广泛的 SQL 做了较为细致的介绍,还在示例中注意运用 Visual FoxPro 9.0 的新的数据类型如 Varchar 和 Blob 类型。

本书由高春玲主编,陈荟慧、李传锋、于素萍、郭俊恩为副主编。第 1、2、3 章由陈荟慧编写,第 6、7、8、11 章由高春玲编写,第 4、5、9、10 章由李传锋编写,第 12、13 章由于素萍编写,第 14、15 章由郭俊恩编写。

在本书编写过程中,参考了《数据库系统概论》等著作,还从网上获取了不少有用的资料,在此对著作作者和资料提供者表示衷心的感谢。本书的编写更要感谢电子工业出版社的大力支持和帮助,感谢编辑同志提出了许多宝贵意见和建议。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请读者和专家批评指正,欢迎提出宝贵意见,联系的邮箱是 GCL@LIT.EDU.CN。

编 者

2009 年 8 月

目 录

第 1 章 数据库系统基础知识	(1)
1.1 数据管理技术与数据库技术的发展	(1)
1.1.1 数据管理技术的发展	(1)
1.1.2 数据库技术的发展	(2)
1.2 数据库、数据库管理系统、数据库系统	(3)
1.2.1 数据库	(3)
1.2.2 数据库管理系统	(3)
1.2.3 数据库系统	(4)
1.2.4 数据库应用系统	(5)
1.3 数据模型	(5)
1.3.1 实体及其属性	(6)
1.3.2 实体间的联系	(7)
1.3.3 E-R 图	(8)
1.3.4 三种数据模型	(9)
1.4 数据库系统结构	(11)
1.4.1 三级模式结构	(11)
1.4.2 三级模式之间的映射	(12)
习题一	(12)
第 2 章 关系数据库基本理论	(14)
2.1 关系的数学定义	(14)
2.2 关系的性质	(15)
2.3 关系数据库的定义和操纵	(16)
2.3.1 关系数据库的定义	(16)
2.3.2 关系数据库的数据操纵	(17)
2.4 关系代数	(17)
2.4.1 传统的集合运算	(17)
2.4.2 专门的关系运算	(17)
2.5 关系数据库标准语言——SQL	(21)
2.5.1 SQL 语言的特点	(21)
2.5.2 SQL 语句	(22)
2.6 关系规范化	(22)
2.6.1 问题的提出	(23)
2.6.2 函数依赖	(23)
2.6.3 关键字	(24)
2.6.4 范式与规范化	(25)
习题二	(28)

第 3 章	数据库设计与数据库保护	(31)
3.1	数据库设计的方法和步骤	(31)
3.2	概念结构设计	(32)
3.2.1	E-R 图设计	(32)
3.2.2	E-R 图设计举例	(33)
3.3	逻辑结构设计	(35)
3.3.1	从 E-R 图导出关系模型	(35)
3.3.2	逻辑结构设计举例	(36)
3.3.3	关系模型的优化	(37)
3.4	物理结构设计	(37)
3.5	数据库实施与运行维护	(38)
3.5.1	数据库实施	(38)
3.5.2	运行和维护	(38)
3.6	安全性保护	(39)
3.6.1	用户标志和鉴定	(39)
3.6.2	存取控制	(39)
3.6.3	密码存储	(40)
3.7	完整性保护	(41)
3.7.1	实体完整性约束	(41)
3.7.2	参照完整性约束	(41)
3.7.3	用户定义的完整性约束	(42)
3.8	并发控制	(43)
3.8.1	事务	(43)
3.8.2	封锁	(44)
3.8.3	活锁与死锁	(44)
3.9	数据库故障与恢复	(45)
3.9.1	故障的种类	(45)
3.9.2	恢复技术	(45)
	习题三	(46)
第 4 章	Visual FoxPro 9.0 简介	(48)
4.1	Visual FoxPro 9.0 的启动与退出	(48)
4.2	Visual FoxPro 9.0 的用户界面	(48)
4.2.1	系统菜单	(49)
4.2.2	工具栏	(52)
4.2.3	命令窗口	(53)
4.3	Visual FoxPro 9.0 系统环境配置	(53)
4.4	Visual FoxPro 9.0 的文件类型	(56)
4.5	Visual FoxPro 9.0 的性能指标	(57)
4.6	Visual FoxPro 9.0 项目管理器	(58)
4.6.1	创建项目	(58)

4.6.2 项目管理器	(58)
4.7 实训	(60)
习题四	(60)
第5章 Visual FoxPro 9.0 语言基础	(61)
5.1 数据类型	(61)
5.2 常量与变量	(61)
5.2.1 常量	(61)
5.2.2 变量	(64)
5.3 运算符和表达式	(65)
5.3.1 算术表达式	(65)
5.3.2 字符表达式	(66)
5.3.3 日期时间表达式	(66)
5.3.4 关系表达式	(67)
5.3.5 逻辑表达式	(67)
5.3.6 处理空值	(68)
5.3.7 可变长二进制类型的运算	(68)
5.4 系统函数	(68)
5.4.1 数值类函数	(69)
5.4.2 字符类函数	(70)
5.4.3 日期和时间类函数	(73)
5.4.4 其他常用函数	(74)
5.5 命令格式	(76)
5.6 实训	(77)
习题五	(78)
第6章 创建数据库与表	(80)
6.1 创建数据库	(80)
6.1.1 Visual FoxPro 中数据库的概念	(80)
6.1.2 数据库的创建	(80)
6.1.3 数据库操作	(81)
6.1.4 数据字典	(82)
6.2 创建表	(83)
6.2.1 表的基本概念	(83)
6.2.2 创建表的准备	(85)
6.2.3 创建表的步骤	(86)
6.3 向表中输入记录	(90)
6.4 SQL 表定义语句	(91)
6.5 实训	(93)
习题六	(94)
第7章 表的基本操作	(95)
7.1 打开表	(95)

7.1.1	工作区	(95)
7.1.2	打开表和关闭表	(95)
7.1.3	“数据工作期”窗口	(97)
7.2	显示和修改表结构	(97)
7.2.1	显示表结构	(97)
7.2.2	修改表结构	(98)
7.3	显示和修改表中的记录	(98)
7.3.1	“浏览”窗口和浏览命令	(98)
7.3.2	定位记录	(100)
7.3.3	显示记录	(101)
7.3.4	追加记录	(102)
7.3.5	修改记录	(103)
7.3.6	删除记录	(104)
7.4	数据统计	(105)
7.5	表的索引	(107)
7.5.1	索引的概念	(107)
7.5.2	索引类型	(107)
7.5.3	建立索引	(108)
7.5.4	索引的应用	(109)
7.6	表之间的关系	(111)
7.6.1	创建表间的临时关系	(111)
7.6.2	创建表间的永久关系	(112)
7.6.3	建立参照完整性	(114)
7.7	SQL 数据更新语句	(114)
7.8	实训	(116)
	习题七	(117)
第 8 章	查询和视图	(119)
8.1	SELECT 命令	(119)
8.1.1	SELECT 命令的格式	(119)
8.1.2	单表查询	(120)
8.1.3	多表查询	(124)
8.1.4	嵌套查询	(126)
8.2	查询	(128)
8.2.1	创建查询	(128)
8.2.2	运行查询	(133)
8.3	视图	(134)
8.3.1	视图的概念	(134)
8.3.2	用命令创建本地视图	(135)
8.3.3	视图设计器	(136)
8.3.4	创建参数化视图	(138)

8.3.5 使用视图	(139)
8.4 实训	(140)
习题八	(141)
第9章 Visual FoxPro 程序设计	(143)
9.1 建立程序文件	(143)
9.1.1 创建程序文件	(143)
9.1.2 运行程序	(144)
9.2 流程控制命令	(144)
9.2.1 分支控制命令	(144)
9.2.2 循环控制命令	(146)
9.2.3 其他命令	(148)
9.3 函数和过程	(150)
9.3.1 自定义函数和过程	(150)
9.3.2 变量的作用域	(152)
9.4 数组	(154)
9.5 程序的调试	(156)
9.5.1 调试器的设置	(156)
9.5.2 调试器的使用	(158)
9.6 实训	(162)
习题九	(163)
第10章 Visual FoxPro 面向对象程序设计	(165)
10.1 面向对象编程基础	(165)
10.1.1 基本概念	(165)
10.1.2 面向对象程序设计的优点	(166)
10.2 Visual FoxPro 9.0 中的类和对象	(166)
10.2.1 Visual FoxPro 9.0 的基类	(166)
10.2.2 容器类	(167)
10.2.3 控件类	(168)
10.3 Visual FoxPro 的事件驱动机制	(168)
10.3.1 Visual FoxPro 中的核心事件	(168)
10.3.2 容器事件和控件事件	(169)
10.3.3 类和控件事件	(169)
10.4 类的定义	(170)
10.4.1 类设计器	(170)
10.4.2 以编程方式定义类	(171)
10.5 对象的创建和引用	(174)
10.5.1 创建对象	(174)
10.5.2 引用对象	(175)
10.5.3 触发事件	(177)
10.6 类创建与使用实例	(177)

10.6.1	类设计器方式	(177)
10.6.2	编程方式	(181)
10.7	实训	(183)
习题十		(184)
第 11 章	表单	(185)
11.1	表单向导	(185)
11.2	表单设计器	(188)
11.2.1	打开“表单设计器”	(188)
11.2.2	“表单设计器”窗口	(188)
11.2.3	“属性”对话框	(189)
11.3	表单设计	(190)
11.3.1	表单的数据环境	(190)
11.3.2	设置表单的属性	(192)
11.3.3	添加控件	(194)
11.3.4	执行表单	(196)
11.4	表单控件	(197)
11.4.1	标签	(197)
11.4.2	命令按钮和命令按钮组	(197)
11.4.3	文本框	(198)
11.4.4	编辑框	(199)
11.4.5	选项按钮组	(199)
11.4.6	复选框	(200)
11.4.7	微调	(201)
11.4.8	列表框	(201)
11.4.9	组合框	(202)
11.4.10	表格	(203)
11.4.11	ActiveX 控件和 ActiveX 绑定控件	(205)
11.4.12	线条、形状和图像	(206)
11.4.13	计时器	(206)
11.4.14	页框	(207)
11.4.15	容器	(208)
11.4.16	超级链接	(208)
11.5	表单设计实例	(209)
11.6	实训	(212)
习题十一		(214)
第 12 章	报表与标签	(215)
12.1	报表向导	(215)
12.2	报表设计	(219)
12.2.1	启动报表设计器	(219)
12.2.2	设置数据环境	(220)

12.2.3	快速报表	(221)
12.2.4	定义报表布局	(222)
12.2.5	分组记录	(225)
12.2.6	添加报表控件	(227)
12.2.7	完善报表	(228)
12.3	标签	(230)
12.4	实训	(234)
习题十二		(236)
第 13 章 菜单和自定义工具栏		(237)
13.1	规划菜单系统	(237)
13.1.1	基本概念	(237)
13.1.2	规划菜单系统的准则	(238)
13.2	创建菜单	(238)
13.2.1	打开“菜单设计器”	(239)
13.2.2	菜单设计器的使用	(239)
13.2.3	设置常规选项和菜单选项	(242)
13.2.4	生成和运行菜单系统	(243)
13.2.5	在顶层表单中添加菜单	(244)
13.3	创建快捷菜单	(244)
13.4	创建自定义工具栏	(245)
13.4.1	创建和设计工具栏类	(245)
13.4.2	将工具栏添加到表单集中	(246)
13.5	实训	(247)
习题十三		(248)
第 14 章 应用程序的连编和发布		(250)
14.1	设置主文件	(250)
14.2	应用程序的连编	(252)
14.3	应用程序的发布	(254)
14.4	实训	(257)
习题十四		(258)
第 15 章 数据库应用系统设计实例		(259)
15.1	需求分析	(259)
15.2	数据库设计	(259)
15.3	应用程序设计与实现	(261)
15.3.1	应用程序的逻辑结构	(261)
15.3.2	“欢迎”表单	(262)
15.3.3	“主窗口”表单	(263)
15.3.4	“进书登记”表单	(264)
15.3.5	“售书”表单	(267)
15.3.6	“库存清单”表单	(271)

15.3.7 “购书咨询” 表单 (272)

15.3.8 “销售查询统计” 表单 (274)

15.4 报表..... (278)

15.4.1 “库存清单” 报表 (278)

15.4.2 “单据” 报表 (279)

15.4.3 “销售报表” 报表 (280)

参考文献 (282)

第1章 数据库系统基础知识

信息化社会的标志就是大量的数据被输入存储在计算机系统甚至网络系统中并加以利用,为企事业单位提供决策依据,为人们的工作和生活提供丰富的信息资源和巨大的便利。要实现大量数据的存储和管理,离不开数据库技术。

本章介绍数据库系统的基本概念、数据模型和数据库系统的体系结构。

1.1 数据管理技术与数据库技术的发展

数据是用于描述现实事物的各种特征的符号,它的形式可以是数字、文本、图形、音频、视频等。数据是被管理和利用的对象,与具体应用密切相关,例如图书检索系统管理的数据有图书、读者和借阅信息,其中图书数据可以由书号、书名、作者、出版年份、出版社等数据项构成。数据管理是指对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护。数据库技术是应数据管理的需求而发展起来的技术。

1.1.1 数据管理技术的发展

随着计算机硬件和软件的发展,数据管理技术的发展经历了以下三个阶段。

1. 人工管理阶段

20世纪50年代中期以前,计算机主要用于科学计算,外存储器只有磁带、卡片、纸带,没有磁盘等直接存取的存储设备,软件系统中没有操作系统,也没有管理数据的软件,人们自行编写程序管理数据。该阶段具有如下特点:

(1) 数据不保存。

(2) 数据不能独立,它是程序的组成部分,即数据和程序结合为一个不可分割的整体。程序员自己决定数据的存储结构、存取方法以及输入/输出的格式,数据的修改就意味着程序的修改。

(3) 数据是面向应用的,不同应用的数据之间是相互独立、彼此无关的,即使两个不同应用涉及相同数据,也必须各自定义。数据不仅高度冗余,而且不能共享。

2. 文件系统阶段

20世纪50年代后期到60年代中期以前,计算机不仅用于科学计算,还用于简单的数据处理。外存储器有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备,软件系统中有了初级的操作系统,也有了专门管理数据的软件——文件系统。该阶段的特点如下:

(1) 数据可以存储在文件中,即以数据文件的形式长期存储。

(2) 在数据文件内,数据是有结构的,但无法记录文件之间的数据联系。许多数据需要在不同的文件中重复存储,数据冗余大。

(3) 使用数据文件的每个应用程序中都要包含数据文件的定义, 即数据不能完全独立于应用程序。

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期以来, 出现了专门的数据管理软件——数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS)。DBMS 通过建立数据库存储数据和管理数据, 使数据不仅在存储上独立于应用程序, 而且在逻辑上也独立于应用程序。

用数据库系统管理数据具有明显的优点:

(1) 采用数据模型组织数据, 实现了数据库数据的结构化, 既能够描述数据本身, 也能够描述数据之间的联系。

(2) 数据能够共享, 数据冗余小。

(3) 数据具有物理独立性和逻辑独立性, 数据与应用程序之间相互独立。

(4) 数据由 DBMS 统一管理和控制, 数据的操作简单。

1.1.2 数据库技术的发展

数据库技术开始于 20 世纪 60 年代中期。在 20 世纪 60 年代末至 70 年代初出现的三个事件, 标志着数据库技术日益成熟, 并有了坚实的理论基础。

(1) 1969 年, IBM 公司研制开发了层次模型的数据库管理系统 IMS (Information Management System)。

(2) 美国数据语言协商会 (Conference On Data System Language, CODASYL) 下属的数据库任务组 (DataBase Task Group, DBTG) 对数据库方法进行了系统的研究和讨论, 于 20 世纪 60 年代末至 70 年代初提出了若干报告, 即 DBTG 报告。DBTG 报告确定并建立了数据库系统的许多概念、方法和技术。DBTG 所提议的方法是基于网状结构的, 它是数据库网状模型的基础和典型代表。

(3) 1970 年, IBM 公司 San Jose 研究实验室的研究员 E.F.Codd 发表了题为“大型共享数据库数据的关系模型”的论文, 提出了数据库的关系模型, 开创了数据库关系方法和关系数据库理论的研究, 为关系数据库技术奠定了理论基础。由于 E.F.Codd 的杰出工作, 他于 1981 年获得了 ACM 图灵奖。

20 世纪 70 年代, 数据库技术有了很大发展。

首先, 数据库方法特别是 DBTG 方法和思想广泛应用, 出现了许多商品化数据库管理系统。它们大都是基于网状模型和层次模型的数据库系统。

其次, 这些商用系统的运行使数据库系统日益广泛地应用到企业管理、交通运输、情报检索、军事指挥、政府管理和辅助决策等各个方面, 深入到人类生产和生活的各个领域。数据库技术成为实现和优化信息系统的基本技术。

再次, 关系方法的理论研究和软件系统的研制取得了很大的成果。IBM 公司 San Jose 研究实验室在 IBM370 系列机上研究关系数据库系统 System R 获得成功 (1974—1979 年)。1981 年 IBM 公司又宣布了具有 System R 全部特征的数据库软件产品 SQL/DS 问世。与此同时, 美国加州大学伯克利分校也研制了 INGRES 关系数据库实验系统。并紧接着出现了商用 INGRES 系统, 使关系方法从实验室走向了社会。因此, 在计算机领域中, 有人把 20 世纪 70 年代称为数据库时代。20 世纪 80 年代, 几乎所有新开发的数据库系统均是关系数据库系统,

微型计算机平台的关系数据库系统也越来越丰富，性能越来越好，功能越来越强，关系数据库管理系统的应用遍及各个领域。

1.2 数据库、数据库管理系统、数据库系统

1.2.1 数据库

数据库 (DataBase, DB) 是存放数据的仓库，只不过这个仓库是在计算机外存储器上的，而且数据是按一定格式存放的。数据库一般定义为长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的大量数据的集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储，具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性，并可以为各个用户所共享。

1.2.2 数据库管理系统

应用数据库技术的基本方法就是使用 DBMS 建立数据库，并应用数据库数据实现应用需求。

DBMS 是实现数据管理的专门软件。在计算机系统中，DBMS 的地位如图 1.1 所示，它属于系统软件，需要操作系统的支持。1.1 节提到的 IMS、INGRES 和本书要介绍的 Visual FoxPro 都是 DBMS，目前流行的 DBMS 还有 ORACLE、Microsoft SQL Server、Access 等。

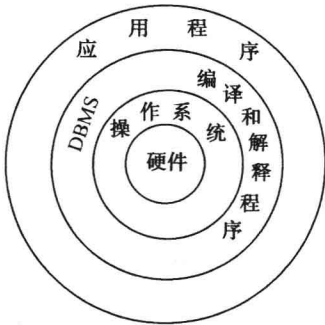


图 1.1 DBMS 在计算机系统中的地位

DBMS 主要功能包括以下几个方面。

1. 数据定义功能

DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL)，DDL 包括若干种语句，供用户定义和创建数据库、表等各种数据库对象。DBMS 将所有的定义保存在数据库的数据字典中，作为管理和存取数据的依据。数据字典由 DBMS 自动管理和维护。

2. 数据操纵功能

DBMS 提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML)，供用户实现对数据库数据的基本操作：检索、插入、修改和删除等。各种 DBMS 提供的 DML 有两类：一类是嵌入主语言 (如嵌入 FORTRAN, C 等高级语言) 中的语言，这类 DML 本身不能独立使用，因此称为宿主型语言；另一类是交互式命令语言，它们语法简单，可以独立使用，所以称为自含语言。DBMS 接受和执行用户输入的 DML 语句，将 DML 语句转换为对数据的物理存取操作。

3. 数据库运行管理

数据库运行管理包括事务并发控制、存取控制 (即存取权限的检查)、完整性约束的检查、数据库内部的维护 (如索引、数据字典的自动维护) 等。对数据库的所有操作都是在 DBMS 运行管理程序的统一管理和控制下进行的，从而保证各种操作的正确执行和数据库的安全性、完整性。

DBMS 的功能随不同的系统而有所差异，通常大型系统功能较强、较全面，小型系统功能较弱，例如目前微机上的一些 DBMS 就没有存取控制功能。

4. 标准化的、友好的用户接口

DBMS 通常向用户提供两种使用数据库语言的方式：交互方式和程序方式。交互方式直观、使用简单，通常以输入一条语句执行一条语句的一问一答的方式对数据库进行操作。而程序方式则是用户将要完成的操作编写成程序模块，以执行程序的方式实现对数据库数据的各种复杂的操作。

如今流行的 DBMS 都支持关系数据库国际标准语言 SQL，提供标准化的 DDL 和 DML，具有可视化的操作界面，界面友好，操作简便，易于学习和使用。例如，在 Visual FoxPro 中，除可以使用 Visual FoxPro 原有的一套语言外，也可以使用 SQL，在 9.0 版本中进一步增强了对 SQL 的支持。

1.2.3 数据库系统

数据库系统 (DataBase System, DBS) 是指在计算机系统中引入数据库后的系统，由数据库、数据库管理系统、支持数据库运行的软硬件环境、应用开发工具、应用程序、数据库管理员和用户组成。这些组成部分之间相互紧密联系，在数据库应用开发中需要综合考虑。

1. 支持数据库运行的软、硬件环境

每种数据库管理系统都有它自己要求的软、硬件环境。硬件要求包括所需的内存、硬盘容量、CPU 速度等硬件配置要求，软件要求包括操作系统类型或版本等。

2. 应用开发工具与应用程序

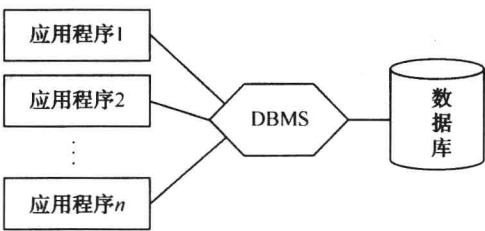


图 1.2 应用程序和 DBMS 的关系

DBMS 能够实现数据库管理功能，但它主要作为数据库应用系统的底层。若要实现用户的各种应用需求，就需要开发应用程序。应用程序应实现应用要求，并提供友好的用户界面，在应用程序中通过嵌入执行 DDL 和 DML 语句，实现对 DBMS 所管理的数据库的连接和访问，如图 1.2 所示。

应用开发工具提供应用程序开发环境。许多 DBMS 有很强的数据库管理功能，提供应用程序开发接口，但并不提供应用程序开发环境，因此必须选用某种应用程序开发工具，例如 Visual Studio、Delphi 等。而 Visual FoxPro 既有数据库管理功能，也提供很好用的应用程序开发环境。

3. 数据库管理员、最终用户

开发、管理和使用数据库的人员主要是：数据库管理员、数据库设计开发人员、最终用户。

数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA) 是管理、维护数据库系统的人员。对于企事业单位中运行的大型数据库系统，一般配备专职 DBA 负责管理。对于一些小型的数据库系统，一般没有专职的 DBA，由开发者或使用者自行管理。

DBA 的主要职责包括如下几个方面:

(1) 决定数据库的内容与结构。DBA 必须参与整个数据库的设计过程, 要与用户充分交流, 了解、分析用户需求, 从而决定数据库的内容与结构。

(2) 决定数据库的存储结构和存取策略。DBA 要综合各个用户对数据的需求, 与数据库设计人员共同决定数据库的存储结构和存取策略, 提高数据的存取效率和存储空间利用率。

(3) 负责设置用户的访问权限和数据的完整性约束, 保证数据库的安全性和完整性。

(4) 监督和控制数据库的使用和运行。DBA 负责监督数据库的运行情况, 及时处理运行中出现的问题。当数据库出现故障, 例如数据库遭到破坏时, 要利用转储的数据和日志文件恢复数据库。当然, 要做到这些, DBA 必须有过硬的业务能力。

(5) 改进与重组数据库系统。DBA 负责监视数据库系统运行中处理效率、空间利用率等性能指标的变化, 根据需要调整系统配置参数, 更新数据索引, 实现数据库数据重组, 以提高系统性能。必要时对数据库结构进行修改, 即数据库重构。

数据库设计开发人员是指设计和开发数据库及应用程序的人员。

使用和管理数据库系统的所有人员都可以称为用户, 最终用户 (End User) 是指使用数据库应用系统的人员。例如, 各类联网售票点的售票员、查询教务系统的学生和老师, 都是最终用户, 如图 1.3 所示。

1.2.4 数据库应用系统

通常, 将实现某一应用的一套应用程序称为数据库应用系统, 典型的例子是各类企业办公系统、电子政务系统、电子商务系统等。数据库应用系统也被泛称为管理信息系统或信息系统, 它们都以数据库为基础, 实现不同的应用目标。

实际应用中, 我们常常不严格区分 DBMS、数据库系统、数据库应用系统几个术语, 都简单称做数据库系统。

1.3 数据模型

数据模型是 DBMS 组织和存储数据库数据所采用的数据结构。数据库中要存储来自现实世界的的数据, 通过数据模型能够表示现实数据对象及其相互之间的联系。

设计数据库时, 需要先分析与应用相关的现实数据, 对其进行抽象并建立概念模型, 然后由概念模型导出数据模型。概念模型是由实体及联系组成的。

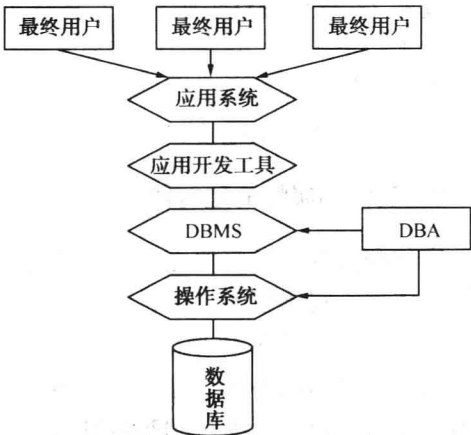


图 1.3 数据库系统各部分间的关系