

21 世纪计算机技术新编教材

Visual FoxPro

数据库开发教程

(第二版)



瓮正科 编著



清华大学出版社

►21 世纪计算机技术新编教材

Visual FoxPro 数据库开发教程

（第二版）

瓮正科 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 提 要

本书以一个数据库应用系统为例,系统地介绍了数据库基本知识、数据库设计方法、数据库结构设计、数据库操作、数据库对象操作、数据库并发操作、数据库事务处理,特别强调了客户/服务器开发技术和 Web 数据库开发技术。

全书共 15 章,首先对数据库及 Visual FoxPro 7 的基础知识进行介绍,然后介绍目前流行的应用开发技术:结构化程序设计和面向对象程序设计。最后用较大篇幅结合“教学管理数据库”引导读者学习 Visual FoxPro 数据库项目开发全过程:需求分析、数据库设计、数据操作、表单设计、报表设计、系统合成、网上发布。特别强调了控件及组件在数据库多媒体化方面的应用以及客户/服务器开发技术。

本书根据作者多年写作、讲授和开发数据库的体会撰写而成。全书由浅入深、通俗透彻、涵盖面广,每章设习题和实验指导,可作为大专院校或数据库培训班教材,也可作为计算机水平考试、计算机等级考试的辅导教材。建议授课 76~95 学时,其中 2/5 学时上机操作。如果适当去掉书中一些章节,可作为初级培训教材。

版权所有,盗版必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 数据库开发教程(第二版)/瓮正科编著.

北京:清华大学出版社,2003

ISBN 7-302-06610-8

I. V... II. 瓮... III. 关系数据库-数据库管理系统,
Visual FoxPro-教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 033743 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

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

印刷者: 北京市耀华印刷有限公司

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.125 字数: 611 千字

版 次: 2003 年 5 月第 1 版 2003 年 8 月第 3 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06610-8

印 数: 7001~9000

定 价: 34.00 元

前 言

数据库技术的产品是数据库管理系统 (DBMS), 经过 20 多年的大浪淘沙, 已从开始发展阶段的几百个 DBMS 产品精简到今天的十几个产品。在这些产品中, 高端产品以 Oracle、DB2、SQL Server、Sybase、Informix 为代表, 低端主要是 Visual FoxPro 和 Access。在这些产品中, 惟一具备自含开发语言的 DBMS 产品只有 Visual FoxPro。也就是说, 学习这种数据库管理系统, 不需要再去学习其他开发语言, 就能够开发出应用系统, 从而实现了数据库开发和应用程序开发的统一。也正是这一点, 很多大中专院校选择 Visual FoxPro 作为数据库应用课程的教学数据库。

Microsoft 公司新推出的是 Visual FoxPro 7 版本, 该软件经历了漫长的版本升级与功能增强的过程, 现在的功能十分强大, 其命令、函数、类、组件已达到 1000 多个, 仅就命令、函数和类的说明书就达 2000 多页。如此庞大而又复杂的系统, 如何去掌握已成为值得研究的课题。作者在已出版的《Visual FoxPro 6 数据库开发教程》(清华大学出版社, 2000 年)基础上, 通过深入地研究、提取、精炼、整合后撰写了这本书, 其基本思路从 3 个方面展开。

1. 以实例系统为线索

数据库的学习属于技能性学习, 如果学完数据库知识, 不能开发出应用系统, 那是很遗憾的事情。为此, 本书以教学管理系统为例, 从最初的用户需求分析, 数据库结构设计, 数据定义与验证, 应用软件系统需求分析, 应用软件系统的概要设计, 各种表单设计、报表设计、菜单设计到软件集成, 给出了每一步的操作细节、程序清单和技术文档。这样就为读者提供了开发数据库应用系统的一种范式、方法和步骤, 为读者快速上手提供了可仿效的模式。

2. 以规范数据库设计为基础

数据库技术是计算机科学中的一门综合技术, 涉及到数据结构、算法、操作系统、程序设计语言、数理逻辑等学科, 如何将这些学科中最实用的部分, 以最少篇幅介绍给读者要花很大工夫。不知道数据库的最基本原理和方法, 不可能设计出一个既好又实用的数据库应用系统。从事大型数据库设计的人员, 将所有精力都花费在用户需求分析、数据库结构设计上, 很多需求规则都被设计在“存储过程”中, 为实际数据库系统编织了复杂的结构约束, 程序员只需要简单地开发一些用户界面程序。从而使得系统无论从效率上, 还是可维护性上都有比较好的质量保证。为了使读者能理解这些东西, 本书从最基本的数据库概念讲起, 系统地介绍了关系系统, 数据库结构设计, 数据定义与验证, 数据库记录操作, 数据库对象操作, 客户/服务器数据库设计和 Web 数据库设计。

3. 以类对象程序设计为手段

结构化程序设计方法是程序设计方法学的基础, 但是, 仅依靠这种原理性方法很难提

高软件开发速度和软件质量，应运而生的面向对象程序设计是将传统的程序设计问题经过抽象，提出类对象概念，将若干繁琐、复杂，具有共性的东西以类的形式固定下来，给出许多控件、类，以填属性表、调用方法手段进行功能性设计，从而使得程序设计无论是从开发速度，还是软件产品质量上都产生了质的飞跃。

控件和类对象为现代程序设计提供了高效、质优的开发途径，但这还不够，人们又研究出数据库最常用的组件，这些组件是若干部件、类对象的集合。组件的功能强大，使用简便。此外，除了数据库的组件之外，系统还能够通过 OLE 将其他应用系统，如 ActiveX, Excel 等的强大功能引入 FoxPro 之中使用，从而大大增强了 FoxPro 的功能。

其实，在 Visual FoxPro 7 中最令人鼓舞的是那些程序生成器，如表单生成器、菜单生成器、项目生成器、表达式生成器、报表生成器。这些程序生成器为应用系统开发自动化提供了最有效的手段。众所周知，关系数据库的理论是建立在关系系统结构不变的假设前提下，但是在实际过程中，结构不变是不可能的，也不切合实际，应用系统一定会随着时间和用户需求不断变化的。为了保证满足用户不断变化的需求，惟一的解决手段就是生成器技术，采用生成器技术能够快速使得应用系统满足用户不断变化的需求，从而大大延长了应用系统的生命周期。

计算机永远都是崭新的技术，需要不断地、不停地学习。作者跟踪微机数据库软件写作，从 dBASE II、dBASE III、FoxBASE、FoxPro 2.5、FoxPro 2.6，Visual FoxPro 6 到 Visual FoxPro 7，已出版了多部著作（见参考文献）。在这些出版的著作中，有很多本被国内大专院校和培训班选作教材，并受到普遍欢迎！本书是在这些教材基础之上并结合自己多年从事数据库开发的经验进一步提炼撰写而成的。

全书由浅入深、通俗透彻、涵盖面广，可作为大专院校或数据库培训班教材。每章赋予习题和实验，建议授课 76~95 学时，其中 2/5 学时上机操作。如果适当去掉一些章节，可作为初级培训教材。本书也可供数据库开发人员参考。

瓮正科

2003 年 4 月于深圳

目 录

第 1 章 数据库系统概论 1

1.1 数据库系统基础知识.....1	
1.1.1 数据管理进展1	
1.1.2 数据库体系结构4	
1.1.3 数据库系统特点5	
1.1.4 数据库管理系统6	
1.2 现实世界的的数据描述.....8	
1.2.1 数据描述8	
1.2.2 概念模型8	
1.2.3 数据模型11	
1.3 关系结构12	
1.3.1 关系描述概念12	
1.3.2 关系组成与性质13	
1.3.3 建立关系结构模型14	
1.3.4 关系模型优点14	
1.4 关系操作15	
1.4.1 投影操作15	
1.4.2 选择操作16	
1.4.3 连接操作16	
1.5 关系完整性.....17	
1.5.1 关系模式17	
1.5.2 实体完整性18	
1.5.3 参照完整性18	
1.5.4 用户定义完整性19	
习题 120	

第 2 章 Visual FoxPro 7 系统概述 21

2.1 初识 Visual FoxPro 7.....21	
2.1.1 Visual FoxPro 发展历史.....21	
2.1.2 Visual FoxPro 7 主要性能指标.....22	
2.1.3 文件类型23	
2.1.4 Visual FoxPro 7 安装、卸载和 启动24	
2.2 Visual FoxPro 7 基本知识.....28	

2.2.1 Visual FoxPro 7 窗口组成.....28	
2.2.2 Visual FoxPro 7 操作方式.....29	
2.2.3 菜单系统组成.....30	
2.2.4 系统菜单简述.....31	
2.2.5 常用控件33	
2.2.6 命令语法规则.....34	
2.2.7 Visual FoxPro 7 系统设置.....36	
习题 237	
实验 237	

第 3 章 Visual FoxPro 7 语言基础 38

3.1 常量、变量和数据类型.....38	
3.1.1 常量38	
3.1.2 数据类型38	
3.1.3 变量分类39	
3.1.4 内存变量39	
3.1.5 数组变量40	
3.1.6 系统变量42	
3.2 表达式.....43	
3.2.1 算术表达式.....43	
3.2.2 字符表达式.....44	
3.2.3 关系表达式.....44	
3.2.4 逻辑表达式.....45	
3.2.5 表达式生成器.....46	
3.3 常用函数及其应用.....47	
3.3.1 函数分类47	
3.3.2 字符处理函数.....48	
3.3.3 数值处理函数.....50	
3.3.4 逻辑函数50	
3.3.5 日期和时间函数.....51	
3.3.6 其他函数51	
习题 355	
实验 356	

第 4 章 结构化程序设计	58		
4.1 顺序程序设计	58	5.4.2 修改类定义	94
4.1.1 程序编辑、执行和调试	58	5.4.3 类浏览器	96
4.1.2 定位输入/输出	61	5.5 Visual FoxPro 7 类概述	97
4.2 条件分支程序设计	62	5.5.1 基类	97
4.2.1 条件分支设计 (IF...ENDIF)	62	5.5.2 基础类	99
4.2.2 多重分支 (DO CASE...ENDCASE)	64	5.5.3 向导类	99
4.3 循环结构程序设计	66	5.6 类库应用程序设计	99
4.3.1 FOR 循环	66	5.6.1 自定义类库应用	100
4.3.2 WHILE 循环	69	5.6.2 系统类库应用	101
4.3.3 退出循环 (EXIT/LOOP)	69	习题 5	103
4.4 函数和过程程序设计	69	实验 5	103
4.4.1 自定义函数	70	第 6 章 数据库设计	105
4.4.2 过程设计	71	6.1 数据库设计概述	105
4.4.3 变量作用域	73	6.1.1 数据库设计步骤	105
习题 4	75	6.1.2 需求分析	106
实验 4	75	6.1.3 概念设计	107
第 5 章 面向对象程序设计	76	6.1.4 逻辑设计	107
5.1 面向对象程序设计基础	76	6.1.5 物理设计	108
5.1.1 类和对象举例	76	6.1.6 数据库实施	108
5.1.2 定义类	77	6.1.7 系统管理和维护	108
5.1.3 属性	78	6.2 数据规范化	109
5.1.4 方法	79	6.2.1 函数依赖	110
5.1.5 创建对象	81	6.2.2 第一范式 (1NF)	111
5.1.6 面向对象程序设计概念	82	6.2.3 第二范式 (2NF)	112
5.1.7 面向对象程序设计方法概述	82	6.2.4 第三范式 (3NF)	113
5.2 对象程序设计	83	6.2.5 关系模式规范化	114
5.2.1 创建与释放对象	83	6.3 教学管理数据库设计	114
5.2.2 属性设置	84	6.3.1 教学管理数据库系统分析	115
5.2.3 引用对象	84	6.3.2 规范化设计	116
5.2.4 AddObject() 方法	85	6.3.3 教学管理数据库逻辑设计	119
5.3 事件程序设计	86	习题 6	121
5.3.1 Visual FoxPro 7 事件概述	86	第 7 章 数据定义与验证	122
5.3.2 事件的触发与停止	87	7.1 Visual FoxPro 7 数据库概念	122
5.3.3 错误事件处理	89	7.1.1 数据库容器概念	122
5.4 类程序设计	90	7.1.2 菜单方式操纵数据库	123
5.4.1 创建类库	90	7.1.3 命令方式操纵数据库	125
		7.2 表设计	126

7.2.1 命令方式设计表	126	8.3.5 查询结果处理.....	178
7.2.2 初识表设计器	129	8.4 查询设计器.....	182
7.2.3 设计字段	130	8.4.1 查询设计器概述.....	182
7.2.4 设计索引	134	8.4.2 查询设计器应用.....	183
7.2.5 设计表约束	137	8.4.3 查询输出结果.....	185
7.3 参照完整性设计.....	139	习题 8	186
7.3.1 创建表间关系	139	实验 8	187
7.3.2 删除和修改表间关系	140		
7.3.3 设计参照完整性	141	第 9 章 表单基本技术	188
7.3.4 逻辑数据库结构定义小结.....	144	9.1 表单类.....	188
7.4 数据库验证.....	145	9.1.1 初识表单设计器.....	188
7.4.1 验证数据库物理文件	145	9.1.2 操作表单	188
7.4.2 验证表结构定义	145	9.1.3 表单属性和方法.....	190
7.4.3 验证数据库结构定义	146	9.1.4 表单集	192
7.4.4 验证字段和记录约束 是否起作用	148	9.2 数据环境 (DataEnvironment) 定义....	194
7.4.5 验证索引是否起作用	149	9.2.1 游标 (Cursor) 类.....	194
7.4.6 验证参照完整性	149	9.2.2 关系 (Relation) 类.....	196
习题 7	152	9.2.3 数据环境 (DataEnvironment) 类	197
实验 7	153	9.3 控件应用初步	198
第 8 章 数据操作技术.....	154	9.4 按钮类控件.....	202
8.1 记录的基本操作.....	154	9.4.1 命令按钮和按钮组.....	202
8.1.1 打开与关闭表	154	9.4.2 单选按钮	206
8.1.2 增加记录	155	9.4.3 复选框	207
8.1.3 查询记录	156	9.4.4 微调按钮	209
8.1.4 定位记录与指针管理	157	9.5 框类控件.....	211
8.1.5 更新记录	160	9.5.1 列表框	212
8.1.6 删除和恢复记录	161	9.5.2 组合框	214
8.1.7 过滤记录	163	9.5.3 编辑框	215
8.2 记录可视化操作.....	164	9.5.4 页框	217
8.2.1 浏览操作	164	9.5.5 网格 (Grid)	218
8.2.2 使用表菜单操作	166	9.6 其他控件.....	221
8.3 高级查询技术.....	170	9.6.1 图像控件	221
8.3.1 SQL 语言概述.....	171	9.6.2 定时器控件.....	222
8.3.2 SELECT 基本查询.....	171	9.6.3 超链接控件.....	224
8.3.3 SELECT 带条件查询 (WHERE)	173	9.7 表单布局设计技巧.....	225
8.3.4 复杂查询	174	9.7.1 对象编辑	225
		9.7.2 对象排列	226
		习题 9	227

实验 9	229	11.3.5 课程表单设计	283
第 10 章 组件应用技术	230	习题 11	288
10.1 组件技术概述	230	实验 11	289
10.1.1 组件技术演变	230	第 12 章 报表设计技术	290
10.1.2 组件对象模型	231	12.1 报表格式设计初步	290
10.1.3 Visual FoxPro 的 COM 对象功能	232	12.1.1 报表设计器	290
10.2 OLE 控件应用	233	12.1.2 页面设置	291
10.2.1 OLE 对象嵌入与链接	234	12.1.3 快速报表	292
10.2.2 ActiveX 绑定控件应用	236	12.1.4 存储与预览报表	293
10.2.3 MS Graph 应用	236	12.2 报表设计基本方法	294
10.2.4 在表单中插入 PowerPoint 演示 文稿	238	12.2.1 报表格式概述	294
10.2.5 添加式 ActiveX 控件应用	239	12.2.2 域控件设计	295
10.3 Visual FoxPro 7 组件应用	241	12.2.3 标签控件设计	299
10.3.1 组件库概述	241	12.2.4 线条控件设计	300
10.3.2 基础类概述	242	12.2.5 标题/总结设计	301
10.3.3 查找型字段组合框类	245	12.2.6 分组设计	303
10.3.4 使用模板生成表单字段	248	12.2.7 圆角矩形控件设计	305
10.3.5 使用数据编辑类	249	12.2.8 OLE 控件设计	306
10.3.6 使用网格数据编辑类	251	12.2.9 报表输出设计	307
10.3.7 基于 QBF 类的查询表单设计	252	12.3 应用报表设计	308
习题 10	254	12.3.1 设计学生注册单卡报表	308
实验 10	255	12.3.2 设计课程表报表	310
第 11 章 应用表单开发技术	256	12.4 Excel 式报表设计	312
11.1 应用系统开发概述	256	12.4.1 FoxPro 调用 Excel 基本操作	312
11.1.1 数据库应用系统开发模型	256	12.4.2 Excel 模板设计	317
11.1.2 数据库系统适应问题	257	12.4.3 FoxPro 向 Excel 传递数据	321
11.1.3 应用系统概要设计	258	习题 12	325
11.2 视图设计技术	259	实验 12	326
11.2.1 什么是视图	260	第 13 章 应用系统集成技术	327
11.2.2 视图设计器概述	260	13.1 菜单技术	327
11.2.3 设计视图	261	13.1.1 菜单生成器应用	327
11.3 应用表单设计	264	13.1.2 生成菜单程序	331
11.3.1 学生管理表单设计	264	13.1.3 菜单系统选择逻辑设计	334
11.3.2 成绩管理表单设计	272	13.1.4 将系统菜单引入用户 菜单系统	337
11.3.3 课程对照表表单设计	277	13.1.5 顶层表单设计	340
11.3.4 教师授课表单设计	278	13.1.6 应用系统启动程序设计	341
		13.2 项目集成	345

13.2.1 项目管理器概述	345	实验 14	368
13.2.2 创建教学管理系统项目	346	第 15 章 Web 数据库技术	369
习题 13	349	15.1 Web 数据库概述	369
实验 13	350	15.1.1 Web 数据库开发模型	369
第 14 章 客户/服务器开发技术	351	15.1.2 Web 服务器——IIS	370
14.1 客户/服务器开发概述	351	15.1.3 Web 信息发布	373
14.1.1 客户/服务器开发模型	351	15.1.4 Web 数据库访问方法	378
14.1.2 ODBC 连接技术	352	15.2 IDC 方法	379
14.2 访问远程数据方法	356	15.2.1 IDC 方法需要的文件	379
14.2.1 远程视图方法	356	15.2.2 创建数据源与 HTML 程序	379
14.2.2 SQL Pass Through 方法	358	15.2.3 IDC 文件设计	380
14.3 并发控制	360	15.2.4 HTX 文件设计	381
14.3.1 什么是锁	360	15.2.5 提交数据	383
14.3.2 封锁机制	361	15.3 ADO 方法	384
14.3.3 死锁	362	15.3.1 ASP 技术概述	384
14.4 缓冲技术	363	15.3.2 使用 ADO 方法查询 Visual FoxPro 数据库	385
14.4.1 缓冲方式分类与设置	363	15.3.3 使用 ADO 方法修改数据库 记录	387
14.4.2 缓冲技术应用	365	习题 15	390
14.5 事务控制	366	实验 15	390
14.5.1 事务控制概念	366	参考文献	391
14.5.2 事务控制命令与应用	366		
习题 14	367		

第 1 章 数据库系统概论

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，它涉及到操作系统、数据结构、算法设计和程序设计等知识。因此，在计算机科学中，将数据库技术作为专门学科来研究和学习。从应用的角度来看，计算机用户需要掌握数据库技术的理论基础，以其来指导应用实践。为此，本章将数据库技术中那些非常实用的知识通过提取、精炼汇集在一起进行介绍，虽然有一定难度，但是读者必须掌握，惟此才能使得你在应用系统开发中知其然，知其所以然。

1.1 数据库系统基础知识

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种类型数据。为了有效地管理和利用这些数据，就产生了数据库技术。

1.1.1 数据管理进展

在人类社会活动中，对数据的管理和处理是人类正常生活的一种需求，为了更好地满足这种需求，产生了数据管理技术。下面就数据管理技术中所涉及到的概念和发展过程进行介绍。

1. 数据

数据是一种物理符号序列，用来记录事物的情况。数据用型和值来表征。不同的数据类型，记录事物的性质不一样。例如数值型数据 1, 2, 3, ..., 可以用来记录事物的多少。

2. 信息

信息是经过加工的数据，这种数据对人类社会实践和生产及经营活动能产生决策性影响。换句话说，信息也是一种数据，是经过加工的有用数据。

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数据才能成为信息。经过加工所得到的信息仍以数据的形式表现，此时的数据是信息的载体，是人们认识信息的一种媒体。

3. 数据处理

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。数据处理的目的是得到信息。数据处理也称为信息处理，或信息技术等。

在计算机软、硬件发展的基础上,在应用需求的推动下,数据管理技术得到了很大的发展,它经历了人工管理、文件系统和数据库系统3个阶段。

(1) 人工管理

20世纪50年代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。那时应用程序和数据之间的关系如图1-1所示。

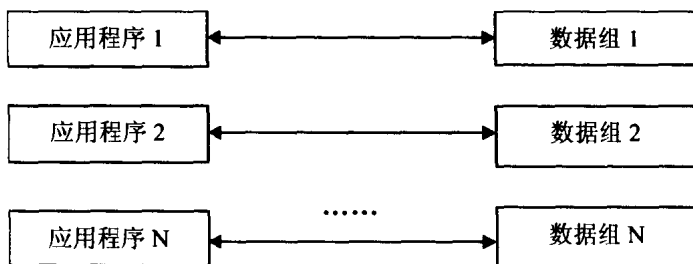


图 1-1 应用程序和数据的关系

这种数据处理的特点是:

- 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关系,故程序和程序之间会有大量重复数据。
- 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,只在计算一个题目时,将数据输入计算机,算完题,得到计算结果即可。
- 缺少数据管理 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。

从上述特点中可以看出,人工管理数据有两个缺点:第一,对应用程序的依赖性太强,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

20世纪50年代后期到20世纪60年代,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。

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。

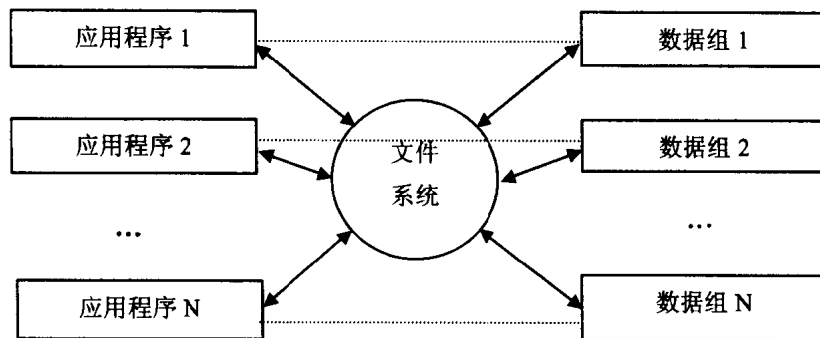


图 1-2 应用程序、数据与文件系统的关系

(3) 数据库系统

20 世纪 60 年代后期，计算机性能得到很大提高，出现了大容量磁盘和存储器，同时价格也急剧下降。人们克服了文件系统的不足，开发出一种软件系统，称之为数据库管理系统，从而将传统的数据管理技术推向一个新的阶段，即数据库系统阶段。

一般说来，数据库系统由计算机软、硬件资源组成。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，有一个新的数据库管理系统（DBMS, DataBase Management System）软件。数据库管理系统对数据的处理方式与文件系统不同，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，以便应用程序查询和使用。应用程序和数据库的关系如图 1-3 所示。

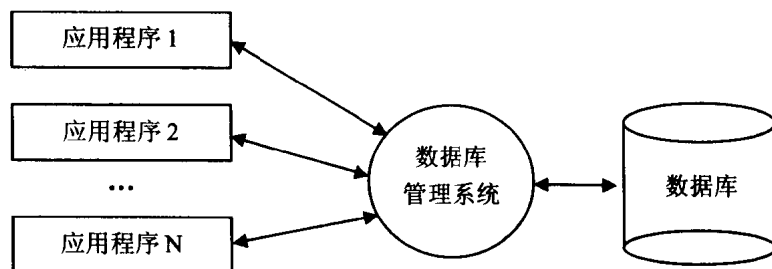


图 1-3 应用程序与数据库的关系

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、惟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）。

1.1.2 数据库体系结构

数据库系统的软硬件层次如图 1-4 所示。从图中可以看出，数据库管理系统是处于操作系统和应用程序之间的一个系统软件。

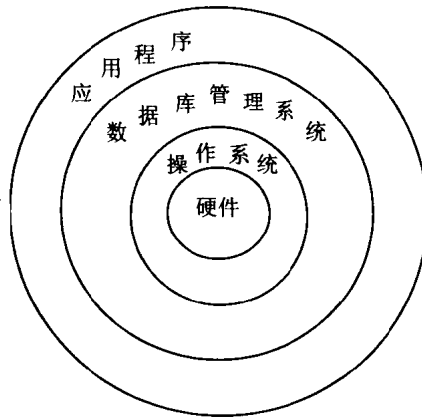


图 1-4 数据库系统的软硬件层次

为了提高数据库的逻辑独立性和物理独立性，美国 ANSI/X3/SPARC 的数据库管理系统研究小组于 1975 年、1978 年提出了标准化的建议，将数据库结构分为三级：面向用户或应用程序员的用户级；面向建立和维护数据库人员的概念级；面向系统程序员的物理级。虽然数据库管理系统产品种类很多，而且是在不同的操作系统支持下工作，但绝大多数数据库系统在体系结构上都具有这三级结构的特征（见图 1-5）。

1. 用户级

用户级是最接近用户的一层，称为用户视图或外视图。用户视图也就是某个用户所看到的数据库的内容。对用户来说，用户视图就是数据库，而且一个用户往往只用到数据库的一部分。每个用户视图可用一个外模式来定义，外模式又称为子模式，是由用户视图中各个记录类型的相应定义所组成的，是允许用户使用的那部分数据的逻辑结构。在外模式中还必须定义外模式和概念模式之间的映射关系。

2. 概念级

概念级称为全局视图，是整个数据库信息内容的一种表示。全局视图用概念模式来定义，概念模式又简称为模式，它是对数据库整体逻辑结构的描述，包括了数据库中所有记录类型的逻辑定义、权限检查以及概念模式和内模式之间的映射关系。

3. 物理级

物理级是最接近物理存储的一层，称为存储视图或内视图。存储视图是数据库中最低一级的逻辑表达，它用内模式来描述。内模式又称存储模式，它要定义所有的内部记录类型，定义数据的物理存储策略，以及安全性、数据恢复和其他管理方面的细节。

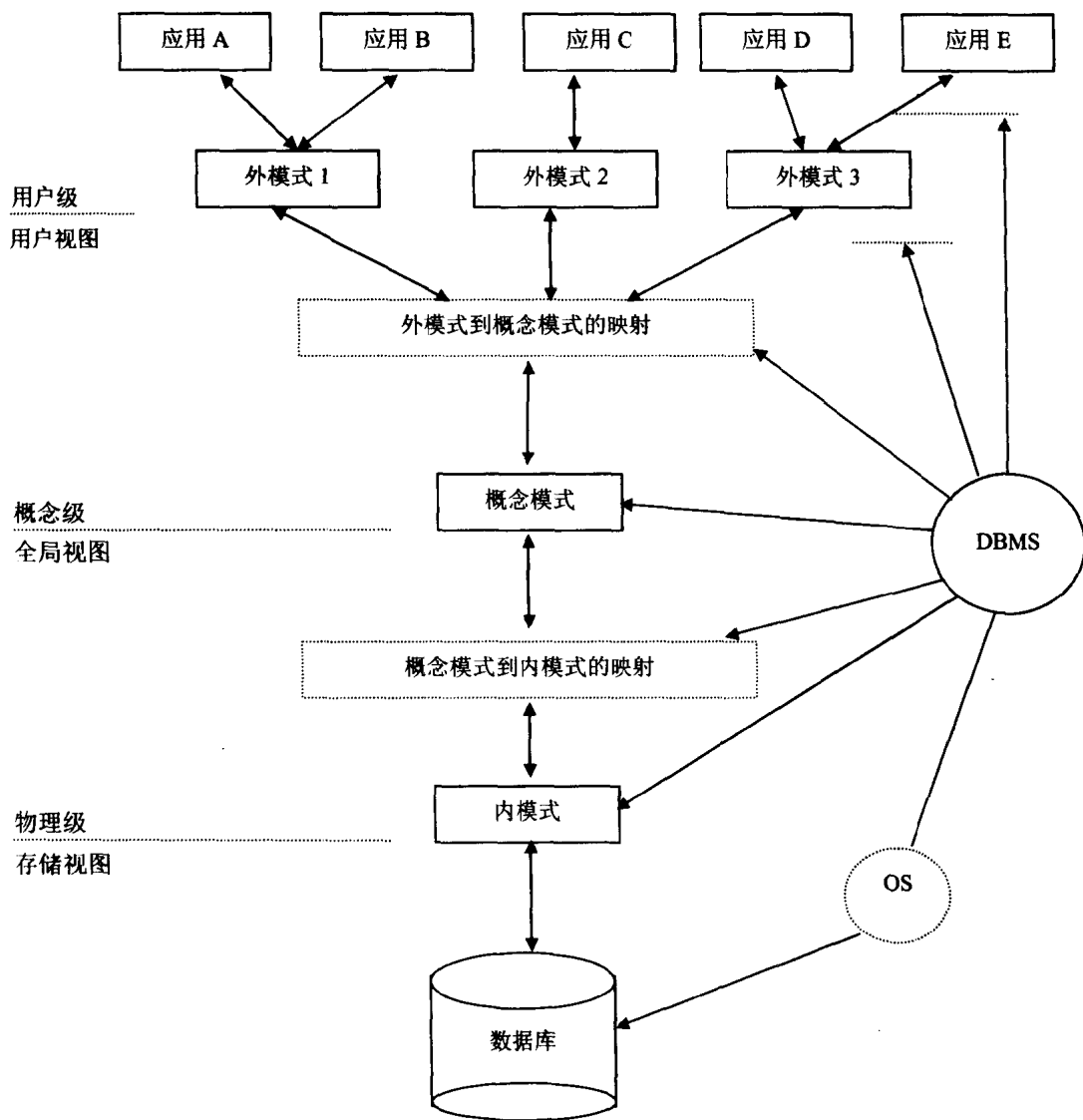


图 1-5 数据库系统的系统结构

对于数据库系统而言，实际上只有物理级数据库是存在的，它是进行数据操作的基础。概念级数据库只不过是物理级数据库的一种抽象描述，用户级数据库则是用户与数据库的接口。用户的应用程序根据外模式进行操作，通过外模式到概念模式的映射与概念级联系起来，又通过概念模式到内模式的映射与物理级联系起来。因此，数据库管理系统的中心任务是完成三级数据库之间的转换，把用户对数据库的操作从用户级转换到物理级去执行。

1.1.3 数据库系统特点

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 3 个方面：

- 所有用户可以同时存取数据。
- 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。
- 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。数据独立包括两个方面：

- 物理数据独立 指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。
- 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，即用户的应用程序无须修改。

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. 实现数据一致性

由于数据采用相应方法进行组织，相互之间采用一定的机制进行相关约束，从而保障了数据的一致性。

5. 实现数据保护

数据库加入了安全保密机制，可以防止对数据的非法存取。另外，数据库系统还采取了一系列措施，来恢复对数据库的破坏。

1.1.4 数据库管理系统

数据库管理系统是在操作系统的支持下，把用户对数据库的操作从应用程序带到用户级、概念级，再导向物理级，最终实现对存储器中数据的操作。数据库管理系统应使数据能被各种不同的用户所共享，保证用户得到的数据是完整的、可靠的。

1. 数据库管理系统功能

数据库管理系统是一个独立的软件产品，一般分为大型系统和小型系统，大型系统的功能较强较齐全，小型系统的功能较弱。一般说来，数据库管理系统一般包括以下几个方面的功能。

（1）数据库定义功能

包括全局逻辑数据结构（概念模式）定义、局部逻辑数据结构（外模式）定义、存储结构（内模式）定义、保密定义以及信息格式定义等。

(2) 数据库管理功能

包括系统控制、数据存储及更新管理、数据完整性及完全性控制、并发控制等。

(3) 数据库建立和维护功能

包括数据库的建立、更新、再组织，数据库结构维护，数据库恢复以及性能监视等。

(4) 通信功能

具备与操作系统的联机处理、分时系统及远程作业输入的相应接口。

2. 数据库管理系统组成

数据库管理系统通常由数据定义语言、数据操纵语言和数据库管理例行程序 3 部分组成。

(1) 数据定义语言

DBMS 提供数据库的定义功能，采用数据定义语言 (Data Description Language, DDL) 来正确地描述数据及数据之间的联系。DBMS 根据这些数据定义从物理记录导出全局逻辑记录，又从全局逻辑记录导出应用程序所需的记录。

数据定义分为模式 DDL 和物理 DDL:

- 模式 DDL 数据库三级结构中的中间一层是概念模式，简称模式，它是对数据库整体的逻辑描述，也是数据库管理员所管理的数据库。模式 DDL 就是提供给数据库管理员定义全局逻辑数据结构的。全局逻辑数据结构包括所有元素的名称、特征及其相互关系。模式 DDL 还用来定义数据的密码及有关安全性、完整性的规定。通俗地讲，模式 DDL 就是定义数据库结构、表结构、索引结构的一些命令。
- 物理 DDL 物理 DDL 用来定义数据的物理存储方式，它描述数据在存储介质上的排列和存放方式，与系统的硬件特性有关，它是最内部或者说是最低一级的描述，用户一般不接触到它。

(2) 数据操纵语言

数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML) 也称为数据子语言，是 DBMS 提供给应用程序员或者用户使用的语言工具，它用于对数据库中的数据进行插入、查找、修改和删除等操作。

DML 有两种类型：一类是宿主型，它不能独立使用，必须嵌入宿主语言中使用，如嵌入 C、PASCAL、FORTRAN 等高级语言；另一类是自含型，它可以独立使用，进行查找、修改等操作，Visual FoxPro 7 就是自含型操纵语言。

(3) 数据库管理例行程序

数据库管理例行程序主要包括两方面的程序：第一是系统运行控制方面；第二是系统建立与维护方面。前者包括系统总控程序、访问控制程序、并发控制程序、保密控制程序、数据库完整性控制程序、数据访问程序和通信控制程序等。后者包括数据装入程序、工作日志程序、性能监督程序、重新组织程序和系统恢复程序等。

3. 数据库管理系统产品

DBMS 是数据库系统的核心软件，通常学习使用数据库，就是学习某个 DBMS 的使用