



"十二五"普通高等教育本科国家级规划教材

Visual FoxPro 基础教程

(第4版)

□ 周永恒 主编

□ 刘艳菊 曹建芳 编

高等教育出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

Visual FoxPro 基础教程

Visual FoxPro Jichu Jiaocheng

(第4版)

周永恒 主编

刘艳菊 曹建芳 编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是“十二五”普通高等教育国家级规划教材、云南省精品课程“数据库技术与应用”主讲教材。

本书以 Visual FoxPro 关系数据库软件为知识背景,全面系统地讲述了数据库技术的基本原理和应用。全书共 10 章,主要内容包括 Visual FoxPro 系统概述、数据与数据运算、表与数据库、关系数据库标准语言 SQL、查询和视图、程序设计基础、表单设计、建立报表与标签、菜单与工具栏设计、数据库应用程序开发,并用“教学管理”数据库应用系统实例贯穿全书内容,将理论教学与实验教学有机地结合起来。书中每章都包含了详细的操作步骤和丰富的实例,书末附录列出了 Visual FoxPro 6.0 的常用命令、常用函数和文件类型。

本书内容丰富,突出应用,并配有周永恒主编的《Visual FoxPro 基础教程实验指导》(第 4 版),可作为高等学校数据库公共课教材,也可供从事计算机应用和开发的各类人员学习使用。本书的编写兼顾《全国计算机等级考试二级 Visual FoxPro 考试大纲》的要求,可以作为计算机等级考试参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 基础教程 / 周永恒主编; 刘艳菊,
曹建芳编. —4 版. —北京: 高等教育出版社, 2015.3
ISBN 978-7-04-042017-3
I. ①V… II. ①周… ②刘… ③曹… III. ①关系数
据库系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.138
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 019003 号

策划编辑 耿 芳
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 耿 芳
责任校对 刘 莉

封面设计 张申申
责任印制 赵义民

版式设计 童 丹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 大厂益利印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 24
字 数 590 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
网上订购	http://www.landaco.com http://www.landaco.com.cn
版 次	1998 年 7 月第 1 版
版 次	2015 年 3 月第 4 版
印 次	2015 年 3 月第 1 次印刷
定 价	34.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 42017-00

本书第1版自1998年出版以来,受到广大师生的普遍欢迎和好评,2002年被评为云南省高等教育优秀教材;2004年出版的第2版成为云南省精品课程“数据库技术与应用”的主讲教材;2006年出版的第3版被评为教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会推荐教材,并于2009年获得云南省政府颁布的省教学成果二等奖和云南省高等教育优秀教材奖,2012年第3版又被评为首批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

随着数据库技术的飞速发展,新技术、新知识层出不穷,一本教材的内容不可能一成不变,也不可能包罗万象。为此,作者深入调查了目前许多高校讲授数据库课程的详细情况,参阅和汲取了国内外许多优秀教材的内容,对第3版中的部分内容合理取舍,进行了修改、补充和完善。与第3版相比,本书体现了以下几方面的特点。

(1) 更加符合初学者学习数据库课程的认识规律,进一步体现了概念讲解的逻辑性、条理性,使内容讲解循序渐进,深入浅出,易于教师讲授和读者学习。

(2) 完善、扩充了关系运算、数据模型和关系模式的定义,使关系数据库的概念更加明确、清晰,条理性更强。

(3) 简明地介绍了关系数据库的基本理论,主要包括函数依赖、关系模式分解及关系模式范式。

(4) 进一步丰富了例题,并将所学内容和相关的知识点组织到例题中,使读者能够加深对知识点的理解和掌握。书中设计的“教学管理”数据库及7个表充分展示了关系模式、表间关系及数据完整性,深入浅出地诠释了关系数据库规范化理论。

(5) 突出可视化的编程技术和面向对象程序设计方法,重点介绍了简单易学的向导、强大的设计器、生成器支持功能及与Internet的紧密集成能力,使应用程序的开发变得简单、高效、易行。

(6) 涵盖了《全国计算机等级考试二级 Visual FoxPro 考试大纲》的要求和知识点,丰富了各章的习题,满足广大考生学习与应试的实际需要。

为方便读者学习和教师讲课,本书还提供了配套的电子教案,读者可从中国高校计算机课程网(<http://computer.cncourse.com>)下载。

本书内容全面、深入浅出、概念清晰、条理清楚,不仅适合于教学,也适合于读者自学。本书建议总学时为64学时,其中主讲学时48学时。由于课程学时的限制,第10章的内容可作为选修,实验学时数可适当调整。另外,除实验学时外,最好安排学生自由上机的时间,以加强学生的实际动手能力。

本书由周永恒教授编著,刘艳菊、曹建芳参与了编写工作。云南大学计算机科学与工程系博士生导师刘惟一教授、博士生导师张学杰教授、博士生导师王丽珍教授、岳昆教授对本书给予了悉心指导,在此一并表示深深的感谢!

由于作者水平有限，书中难免有不足或疏漏之处，欢迎广大读者和专家批评、指正。

编者

2014年9月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第1章 Visual FoxPro 系统概述 / 1

1.1 数据库基础知识	1
1.1.1 数据、信息与数据处理	1
1.1.2 数据库系统	3
1.1.3 数据库的模式结构	5
1.1.4 数据模型	6
1.2 关系数据库理论	8
1.2.1 关系模型	8
1.2.2 集合运算和关系运算	10
1.2.3 关系模式的规范化	13
1.2.4 数据库设计	15
1.2.5 关系数据库的组成	18
1.3 Visual FoxPro 的安装和运行	19
1.3.1 软件与硬件环境	19
1.3.2 Visual FoxPro 的安装	19
1.3.3 启动与退出	20
1.3.4 开发应用程序的方式	21
1.3.5 帮助系统	22
1.4 用户界面	23
1.4.1 菜单系统	24
1.4.2 工具栏	26
1.4.3 配置 Visual FoxPro	27
1.4.4 设计器、向导、生成器	29
1.4.5 命令窗口	33
1.5 项目管理器	34
1.5.1 建立项目文件	34
1.5.2 项目管理器的界面	37
1.5.3 使用项目管理器	39
习题	42

第2章 数据与数据运算 / 46

2.1 数据与数据类型	46
2.1.1 常量	46
2.1.2 变量	48
2.1.3 数组	49
2.1.4 变量的作用域	51
2.2 常用函数	51
2.2.1 数值函数	52
2.2.2 字符函数	54
2.2.3 日期时间函数	56
2.2.4 数据类型转换函数	57
2.2.5 测试函数	59
2.3 运算与表达式	65
2.3.1 数值表达式	65
2.3.2 关系表达式	65
2.3.3 逻辑表达式	66
2.3.4 字符表达式	67
2.4 Visual FoxPro 命令	67
2.4.1 命令结构	67
2.4.2 赋值命令与显示命令	69
习题	70

第3章 表与数据库 / 73

3.1 建立表	73
3.1.1 表的概念	73
3.1.2 设计表结构	74
3.1.3 建立表结构	75

3.1.4	输入记录	81
3.1.5	追加记录	83
3.1.6	追加记录的命令	85
3.2	修改和使用表	86
3.2.1	打开/关闭表	86
3.2.2	在项目中添加/移去表	86
3.2.3	修改表结构	87
3.2.4	维护表记录	87
3.2.5	查看记录	89
3.2.6	修改和使用表的命令	93
3.2.7	使用多个表	99
3.3	设计数据库	100
3.3.1	需求分析	101
3.3.2	确定数据库表	101
3.3.3	确定所需字段	101
3.3.4	确定关系	103
3.3.5	完善数据库	105
3.4	建立数据库	106
3.4.1	建立数据库文件	106
3.4.2	在数据库中添加、移去或删除表	108
3.4.3	在数据库中新建表	109
3.4.4	设置数据库表的属性	110
3.4.5	数据库操作	116
3.5	索引与排序	119
3.5.1	索引的基本概念	120
3.5.2	建立索引	121
3.5.3	排序	124
3.6	表间关系与参照完整性	125
3.6.1	关系的建立与编辑	125
3.6.2	参照完整性	127
3.7	数据共享	128
3.7.1	静态/动态共享数据	128
3.7.2	导入/导出数据	130
	习题	136

第4章 关系数据库标准语言 SQL / 141

4.1	SQL 概述	141
-----	--------	-----

4.1.1	SQL 语句	141
4.1.2	查询中常用的运算符	142
4.1.3	查询常用的计算函数	143
4.2	SQL 的定义功能	143
4.2.1	表的定义	143
4.2.2	表结构的修改	144
4.3	SQL 的操作功能	146
4.3.1	INSERT 插入语句	146
4.3.2	DELETE 删除语句	147
4.3.3	UPDATE 更新语句	148
4.4	SQL 的查询功能	149
4.4.1	单表查询	150
4.4.2	排序查询	153
4.4.3	分组与计算查询	154
4.4.4	利用特殊运算符查询	155
4.4.5	多表联接查询	157
4.4.6	嵌套查询	159
4.4.7	SQL SELECT 的几个特殊选项	160
	习题	162

第5章 查询和视图 / 165

5.1	基本概念	165
5.1.1	查询和视图的定义	165
5.1.2	查询的设计方法和步骤	165
5.2	创建查询	166
5.2.1	使用查询向导建立查询	166
5.2.2	使用查询设计器创建查询	169
5.2.3	定制查询	173
5.2.4	定向输出查询结果	185
5.2.5	利用查询结果生成图形	186
5.2.6	创建交叉表查询	188
5.2.7	查询的 SQL 语句	190
5.3	创建视图	191
5.3.1	使用向导创建视图	191
5.3.2	浏览视图	194
5.3.3	使用视图设计器创建视图	194

5.3.4 连接远程数据	198
习题	200
第6章 程序设计基础 / 202	
6.1 程序设计方法	202
6.1.1 程序设计的风格	202
6.1.2 结构化程序设计方法	204
6.1.3 面向对象方法的特点	205
6.2 程序文件的建立与执行	205
6.2.1 程序的建立、修改与运行	205
6.2.2 交互式命令	208
6.2.3 辅助命令	210
6.3 程序的3种基本结构	212
6.3.1 顺序结构	212
6.3.2 分支结构	213
6.3.3 循环结构	216
6.4 模块与模块调用	221
6.4.1 过程及过程调用	222
6.4.2 过程文件中的过程调用	223
6.4.3 带参数的过程调用	224
6.4.4 过程嵌套调用	225
习题	225

第7章 表单设计 / 228

7.1 面向对象程序设计	228
7.1.1 面向对象的概念	229
7.1.2 面向对象的程序设计基础	230
7.1.3 Visual FoxPro 中的类	232
7.2 单表表单	234
7.2.1 使用表单向导创建表单	235
7.2.2 使用表单设计器创建表单	237
7.2.3 设置、添加数据环境	247
7.2.4 添加控件的技巧	249
7.2.5 设置“字段映象”选项卡	250
7.2.6 修改表单	251
7.2.7 定制表单	254

7.3 一对多表单	257
7.3.1 使用表单向导创建一对多表单	257
7.3.2 使用表单设计器创建一对多表单	259
7.4 常用控件的使用	262
7.4.1 根据任务选择合适的控件	263
7.4.2 使用选项按钮组	264
7.4.3 使用列表框和下拉列表框	266
7.4.4 使用复选框	269
7.4.5 使用文本框	269
7.4.6 使用编辑框	270
7.4.7 使用组合框	270
7.4.8 使用微调控件	271
7.4.9 使用命令按钮和命令按钮组	272
7.4.10 使用“超级链接”对象	272
7.4.11 计时器控件	273
7.4.12 显示信息	274
7.4.13 表格	275
7.4.14 使控件易于使用	276
7.4.15 扩展表单	277
7.5 优化表单设计	279
7.5.1 类的概念	280
7.5.2 在表单中使用新创建类	281
7.5.3 在容器分层结构中引用对象	284
习题	284

第8章 建立报表与标签 / 287

8.1 报表和标签设计技术	287
8.1.1 设计报表的步骤	287
8.1.2 报表常规布局	287
8.1.3 创建报表布局的方法	288
8.2 利用向导建报表	288
8.2.1 创建单表报表	288
8.2.2 创建一对多报表	292
8.3 使用报表设计器	294

8.3.1 利用报表设计器新建报表	294
8.3.2 预览、保存与打印报表	299
8.3.3 报表分组	301
8.3.4 修改报表	302
8.3.5 报表设计技巧	307
8.4 标签文件的建立	310
8.4.1 利用向导建标签	310
8.4.2 标签设计器	312
习题	312

第9章 菜单与工具栏设计 / 314

9.1 设计菜单	314
9.1.1 规划菜单系统	314
9.1.2 用菜单设计器建立菜单系统	316
9.1.3 快速建立菜单	323
9.1.4 创建快捷菜单	324
9.2 设计工具栏	325
9.2.1 定制 Visual FoxPro 工具栏	325
9.2.2 定义工具栏类的方法	326
9.2.3 在表单集中添加自定义工具栏	328
9.2.4 协调菜单和用户自定义工具栏的关系	328
习题	329

第10章 数据库应用程序开发 / 331

10.1 Visual FoxPro 程序设计的特点	331
10.1.1 面向对象程序设计	331
10.1.2 可视化设计	331
10.1.3 事件驱动的编程	331
10.2 应用程序开发过程	332
10.2.1 可行性研究阶段	332
10.2.2 需求分析阶段	333
10.2.3 系统设计阶段	336
10.2.4 实现阶段	342
10.2.5 测试阶段	347
10.2.6 运行与维护阶段	348
10.3 编译应用程序	348
10.3.1 构造应用程序框架	348
10.3.2 将文件加入到项目中	353
10.3.3 连编应用程序	354
习题	356

附录 / 357

附录一 Visual FoxPro 6.0 常用命令	357
附录二 Visual FoxPro 6.0 常用函数	366
附录三 Visual FoxPro 的文件类型	370

参考文献 / 372

第1章 Visual FoxPro 系统概述

当今人类社会已进入信息时代,计算机也已广泛应用于信息处理领域,从这个意义上讲,计算机科学就是研究数据或信息的传输、存储、组织和处理的科学,或者说计算机科学就是研究如何进行数据(信息)处理的科学。数据处理的特点是数据量大、类型多、结构复杂,对数据的存储、检索、分类和统计的要求也较高。为了适应这一要求,把数据从过去附属于程序的做法改变为数据与程序相对独立,并对数据加以组织和管理,使之能被更多的程序所共享,这是数据库系统的基本特点之一。

数据库技术产生于20世纪60年代末期。由于数据库技术的出现,数据处理能力得以极大提高,可靠性不断增强,成本也不断降低,从而推动了计算机应用的普及。

数据库系统有3个重要的组成部分,即经组织后可供多个用户使用的数据库、介于数据库与应用程序之间的数据库管理系统,以及供用户使用的各类应用程序。

本书将介绍关系数据库管理系统——Visual FoxPro,它采用面向对象程序设计技术及可视化技术,以其卓越的数据库处理性能、良好的开发环境赢得了广大用户的喜爱。用户可以通过 Visual FoxPro 的开发环境方便地设计数据库的结构,管理数据库,设计应用程序界面,设计查询、报表及菜单;利用项目管理器对数据库和程序进行管理,生成可执行文件,发布应用程序等。Visual FoxPro 的主要特点体现在以下方面。

① 在 Visual FoxPro 中,系统允许 Access、Assign 类型的自定义方法,这样在询问或修改属性值时可以执行代码。

② Visual FoxPro 提供开放式数据连接(Open DataBase Connectivity, ODBC)功能,它可以通过直接访问或建立连接的方式使用后台数据库。

③ 用户可以创建 ActiveX 文档,该文档是一个基于 Windows 并嵌入浏览器中的非 HTML 应用程序。

④ Visual FoxPro 提供了组件管理库工具(Component Gallery),用以帮助用户组织类库、表单和按钮到对象、项目、应用程序或其他组织中。

⑤ 用户可以使用 GIF 和 JPEG 等图像文件。

Visual FoxPro 除对以前的向导进行了改进之外,还新增了一些向导和生成器,方便用户创建数据库,建立应用程序,在 Web 上发布数据,执行对象模型及创建个人向导等。

目前,很多管理方面的计算机应用系统仍然使用 Visual FoxPro 开发,如财务管理系统、生产计划管理系统、库存管理系统、人事管理系统、图书管理系统等。可以说 Visual FoxPro 对我国办公自动化和管理信息系统的发展起了极大的推动作用。

1.1 数据库基础知识

1.1.1 数据、信息与数据处理

在数据处理中,常用到的基本概念就是数据和信息,两者之间既有联系又有区别。

1. 数据

数据(Data)是指某种符号记录,用来描述事物的一些特征。在计算机中,数据又分为许多类型,如表示工资、奖金、价格、税金等的数据称为数值型数据;表示人名、地名和单位名称的数据称为字符型数据。

目前,数据的概念在数据处理领域中已经大大拓宽了。所谓“符号”,不仅指数字、字母、文字和其他特殊字符,还包括图形、图像、声音等多媒体数据;所谓“记录”,不仅可以打印在纸上,还可以记录在磁盘、光盘和半导体存储器中。

2. 信息

在信息社会,信息是一种资源,它与能源、材料一起构成客观世界的三大要素。

信息(Information)是事物状态及其运动方式的表现形式。通俗地讲,信息是经过加工处理并对人类社会实践和生产活动产生决策性影响的数据表现形式。各种消息、情报、指令、信号及数据就是人们有意识地对数据进行采集、加工、传递而形成的信息。例如,学生的学号是9607039,姓名是刘洋,性别是男,专业是外贸等,就是关于某个同学的具体信息,是该同学当前状态的反映。

数据与信息在概念上是有区别的。不是所有的数据都能成为信息,只有经过加工处理之后,具有新知识的数据才成为信息。数据经过加工处理之后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符号表示或载体,信息则是数据的内涵,是对数据的语义解释。

3. 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程。在使用计算机对一个单位或部门的数据进行管理时,必须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,这一系列的处理过程就是数据处理,通常也称为信息处理。可以用下面的式子简单地表示出信息、数据与数据处理之间的关系:

$$\text{信息} = \text{数据} + \text{处理}$$

数据处理的中心问题是数据管理。计算机对数据的管理是指对数据的组织、分类、编码、存储、检索和维护提供的方法和操作。随着计算机技术的发展,数据管理经历了以下3个发展阶段。

(1) 程序管理阶段

20世纪50年代中期以前,计算机主要用于科学计算,对数据的管理是由程序员个人考虑和安排的。他们把数据处理纳入程序设计的过程中,除了编制应用程序外,还要考虑数据的逻辑定义和物理组织,程序中包含要处理的数据,需要引用数据时,直接按地址存取。严格来说,这种管理只是一种技巧,是数据的人工管理方式。

程序管理的特点是:没有软件系统对数据进行管理,数据附属于应用程序而且有大量的重复。为了克服这些缺陷,20世纪60年代初期出现了用文件系统管理数据的技术。

(2) 文件系统阶段

20世纪50年代后期至60年代中期,计算机大量用于信息管理。在软件方面出现了高级语言和操作系统,操作系统中有了专门管理数据的软件,称为文件系统。在这一系统中,按一定的规则将数据组织为一个文件,应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取。

把数据组织成文件的形式后,计算机数据管理方法得到了极大改善。文件中的数据以“记

录”的形式存放,记录由某些相关的数据项组成,若干个具有相同性质的记录的集合构成文件。文件可以按不同的组织方法分为顺序文件、随机文件、索引文件、倒排文件等。每一个用户都可以建立一个或几个文件,每个文件都有指定的文件名或文件标识且存储在外部存储介质上。数据被组织成文件之后,就可以离开处理它的程序而独立存在,用户可以在程序中按这个文件标识来引用其中的数据。

文件系统实际上是应用程序和数据之间的一个接口。应用程序通过文件管理系统建立和存储文件;反之,应用程序要存取文件中的数据时也需要通过文件系统来实现。这样使应用程序和数据都有了一定的独立性,数据的重复存储量也有所降低。

文件管理系统虽然与程序管理方式相比有了很大改进,但仍然存在着许多弱点。文件基本上还只是对应于一个或几个应用程序,不同应用程序中仍会出现许多相同的数据。文件仍是一个不具有弹性结构的信息集合,数据之间缺乏有机的联系。文件系统存在数据冗余度大、空间浪费、文件不易扩充和应用程序编写较烦琐等缺点。这些都使数据的统一管理和控制十分困难。

(3) 数据库技术阶段

20 世纪 60 年代末期,为满足多用户、多个应用程序共享数据的需求,数据库技术应运而生。数据库技术是在文件系统基础上发展起来的最新技术,它有效地解决了数据的独立性问题,实现了数据的统一管理,达到了数据共享的目的。数据库技术的出现是计算机数据管理的一次历史性飞跃。本书正是从数据库技术的角度讨论基于 Visual FoxPro 的数据建模、存储查询及应用技术。

1.1.2 数据库系统

数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统。它实质上是由有组织地、动态地存储的有密切联系的数据集合及对其进行统一管理的计算机软件和硬件资源所组成的系统。数据库系统将有关各部门中反映客观事物的大量信息进行记录、分类、整理等定量、规范化处理,并以记录为单位存储于数据库中。在数据库系统的统一作用下,用户通过应用程序向数据库发出查询、统计、打印等命令,以得到满足不同层次需要的各种信息。

与文件系统不同,存储于数据库中的大量数据是面向数据库结构的,数据库系统对数据的完整性、唯一性和安全性提供了一套统一而又有效的管理手段;数据库系统还提供了管理和控制数据的各种简单明了的操作命令,使用户程序编写简单,修改容易,便于学习和掌握。

数据库系统主要由数据库、数据库管理系统和数据库应用程序组成。

① 数据库(DataBase)是按一定的数据模型组织、描述和储存的,有组织、可共享的数据的集合,是构成数据库系统的重要部分。

② 数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是指帮助用户建立、使用和管理数据库的大型软件系统,它由一系列系统软件组成,是数据库系统的核心部分。数据库管理系统通常由以下 8 个部分组成。

- a. 数据描述语言(DDL):用来描述数据库及表的结构,建立数据库与表。
- b. 数据操作语言(DML):用来对表中的数据进行追加、插入、修改、删除、检索、统计等数据维护操作。

c. 动态数据交换 (DDE): 把一个应用程序中的数据动态地链接到另一个应用程序中, 当数据变化时, 可自动更新链接的源数据。

d. 对象的链接与嵌入 (OLE): 将不同的对象链接或嵌入到应用程序中, 从而可以得到具有图形、图表、文字等各种信息的集合式文件。

e. 结构化查询语言 (SQL): 美国国家标准化组织 ANSI 的标准数据语言, 是一种非过程化的语言, 用于建立查询与视图。

f. 向导程序 (Wizards): 用于快速地创建菜单、设计报表和查询等。

g. 数据字典 (DD): 用来描述数据库中有关信息的数据目录, 包括数据库的三级模式、数据类型、用户名和用户权限等有关数据库系统的信息。数据字典起着系统状态的目录表的作用, 帮助用户、DBA 和 DBMS 本身使用和管理数据库。

h. 其他管理和控制程序: 实现数据的并发控制、安全控制和完整性控制。

在微机 DBMS 中, DDL 和 DML 常合二为一, 成为一体化的语言。

通过数据库管理系统, 数据成为用户方便使用的资源, 易于为各种用户共享, 数据的安全性、完整性和可用性也得到增强。目前最为流行的数据库管理系统有 Oracle、SQL Server 与 Sybase, 上述系统也有微机版本。专门在微机上运行的数据库管理系统有 Visual FoxPro、Access 等。

③ 数据库应用程序是由用户编写, 用来调用数据库中所存储的数据、面向某一类实际项目的应用软件系统。Visual FoxPro 将过程化程序设计和面向对象程序设计结合在一起, 可帮助用户创建出功能强大、灵活多变的数据数据库应用程序。

第 4 代计算机程序设计语言已经诞生并融入了许多最新的技术。如 Visual FoxPro 语言就是计算机软件技术发展的结果之一, 它是专门为数据库应用而设计的一种可视化程序设计语言, 是一个自包含的应用程序开发环境。在这种快速开发系统下, 数据库应用程序的设计将会越来越简化。

综上所述, 数据库系统具备以下主要特性。

(1) 数据的独立性

在数据库系统中, 数据库管理系统把数据与应用程序隔离开来, 使数据独立于应用程序, 当数据的存储方式和逻辑结构发生改变时, 并不需要改变用户的应用程序。

(2) 数据的共享性

存储在数据库中的数据可以做出多种组合, 以最优方式满足不同用户的需求。不同的用户可以使用数据库中不同的数据, 也可以调用相同的数据。数据共享可以提高数据的利用率, 减少数据的冗余度, 有利于保持数据的一致性。

(3) 可修改与可扩充性

数据库系统在结构和组织技术上是易于修改和扩充的。由于用户需求的不断变化, 数据也需要不断地扩充, 数据库是逐步建立和完善起来的。

(4) 统一管理与控制

数据库系统能对数据进行必要的完整性管理与控制, 以确保数据的正确、有效。在多用户环境下, 由于多个用户同一时刻访问同一数据库时可能造成数据更新失控及数据可靠性降低等, 数据库系统的并发控制功能及事务机制提供了避免出现这种错误的能力。

(5) 支持数据模型

数据库系统不仅可以表示实体内部的属性,而且可以表示实体与实体之间的联系,从而反映出现实世界事物之间的联系。任何数据库管理系统都支持一种抽象的数据模型。

1.1.3 数据库的模式结构

模式 (Schema) 是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述。模式的一个具体值称为模式的一个实例 (Instance), 同一个模式可以有多个实例。模式反映的是数据的结构及其关系, 而实例反映的是数据库某一时刻的状态。

数据库在其内部具有三级模式和两级映像, 三级模式分别是模式、内模式和外模式, 两级映像分别是外模式到模式的映像、模式到内模式的映像。

1. 三级模式

(1) 模式

模式也称逻辑模式、概念模式, 是数据库系统中全体数据的逻辑结构和特征的描述。此种描述是一种抽象的描述, 不涉及具体的硬件环境与平台, 也与具体的软件环境无关。

一个数据库只有一个模式, 它是整个数据库数据在逻辑上的视图, 即是数据库的整体逻辑结构。模式是对现实世界的一个抽象, 是将现实世界某应用环境 (公司或单位) 的所有信息按一种数据模型、综合考虑用户的需求而形成的一个逻辑整体。

定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构, 如数据记录由哪些数据项构成, 数据项名称、数据类型、取值范围等, 而且要定义数据间的联系, 定义数据的安全性、完整性约束等。

DBMS 提供了模式定义语言 DDL。

(2) 外模式

外模式也称子模式或用户模式, 它是用户的数据视图, 也就是用户所见到的数据模式, 它由概念模式推导而出。概念模式给出了系统全局的数据描述, 而外模式则给出了每个用户的局部数据描述。一个概念模式可以有若干个外模式, 每个用户只关心与它有关的外模式, 这样不仅可以屏蔽大量无关信息, 而且有利于数据保护。

用户可根据系统给出的外模式, 用查询语言或应用程序去操作数据库中所需要的那部分数据, 这样每个用户只能看到和访问所对应的外模式中的数据, 数据库中的其余数据对他们来说是不可见的。外模式是保证数据库安全性的一个有力措施。

(3) 内模式

内模式也称物理模式, 是对数据库存储结构的描述, 给出了数据库物理存储结构与物理存取方法, 一个数据库只有一个内模式。例如, 记录以什么方式存储 (顺序存储、B+树存储等)、索引按照什么方式组织、数据是否压缩、是否加密等。内模式对一般用户是透明的, 但它的设计将直接影响数据库的性能。

2. 两级映像

(1) 模式到内模式的映像

该映像给出了模式中数据的全局逻辑结构与数据的物理存储结构间的对应关系, 一般由数据库管理系统实现。通过映像功能保证数据存储结构的变化不会影响数据全局逻辑结构的改变,

从而不必修改应用程序，确保了数据的物理独立性。

(2) 外模式到模式的映像

该映像给出了外模式与模式的对应关系，一般也是由数据库管理系统来实现的。这一映像功能保证了数据的局部逻辑结构不变（即外模式保持不变）。由于应用程序是依据数据的局部逻辑结构编写的，所以应用程序不必修改，保证了数据与程序间的逻辑独立性。

3. 数据库系统的三级模式结构与两级映像的优点

数据库系统的三级模式结构与两级映像使其具有以下优点。

- ① 保证数据的独立性。外模式和模式分开，保证了数据的逻辑独立性；模式和内模式分开，保证了数据的物理独立性。
- ② 有利于数据共享。在不同的外模式下可有多个用户共享系统数据，减少了数据冗余。
- ③ 有利于数据安全。在外模式下，只能对限定的数据进行操作，保证了其他数据的安全。

1.1.4 数据模型

数据库研究的对象是客观事物（实体）以及反映客观事物（实体）间相互联系的数据。数据是现实世界符号的抽象，而数据模型是数据特征的抽象。也就是说，数据模型是现实世界的模拟，是用来描述数据、组织数据和对数据进行操作的。

在数据模型中有“型”（Type）和“值”（Value）的概念。型是指对某一类数据的结构和属性的说明，值是型的一个具体赋值。例如，学生记录定义为（学号，姓名，性别，出生日期，专业，入学成绩，贷款否）这样的记录型，而（9607039，刘洋，男，1978-6-6，外贸，666，TRUE）则是该记录型的一个记录值。

1. 数据模型所描述的内容

一般地讲，数据模型是严格定义的一组概念的集合，这些概念精确地描述了系统的静态特性、动态特性和完整性约束条件，为数据库系统的信息表示与操作提供了一个抽象的框架。数据模型所描述的内容有3部分：数据结构、数据操作和数据完整性约束。

(1) 数据结构

数据结构描述数据库组成对象以及对象间的联系，也就是说，数据结构描述数据对象的类型、内容、性质及数据间的联系。数据结构描述了数据库的静态特性，是数据模型中最基本的部分。

数据结构是数据模型的基础，数据操作与约束均建立在数据结构上。不同数据结构有不同的操作与约束，因此一般数据模型的分类均以数据结构的不同而划分。例如，数据结构有层次结构、网状结构和关系结构3种类型，按照这3种结构命名的数据模型分别称为层次模型、网状模型和关系模型。

(2) 数据操作

数据模型中的数据操作主要描述在相应数据结构上的操作类型与操作方式。数据库主要有查询和更新（包括插入、删除和修改）两类操作。

(3) 数据完整性约束

数据完整性约束是指在给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则。数据完

完整性约束描述了数据结构内数据间的语法、语义联系，它们之间的制约与依存关系，以及数据动态变化的规则，以保证数据的正确、有效与相容。

2. 数据模型按应用层次的分类

数据模型按不同的应用层次可分为 3 种类型，它们是概念模型、逻辑模型和物理模型。

(1) 概念模型

概念模型是一种面向客观世界、面向用户的模型，也称信息模型，它与具体的数据库管理系统无关，与具体的计算机平台无关。概念模型着重于对客观世界复杂事物的结构描述及它们之间的内在联系的刻画，是数据库设计时用户和数据库设计人员之间交流的工具。比较著名的概念模型是实体联系模型（Entity Relationship Model），简称 E-R 模型。

(2) 逻辑模型

逻辑模型是一种面向数据库管理系统的模型，或称数据模型，该模型着重于数据库系统一级的实现。概念模型只有在转换成逻辑模型后才能在数据库中表示出来。目前，成熟地应用在数据库系统中的逻辑模型主要有层次模型、网状模型、关系模型和面向对象模型。

(3) 物理模型

物理模型是一种面向计算机物理表示的模型，此模型给出了数据模型在计算机上物理结构的表示，它描述数据在磁盘或磁带上的存储方式和存取方法。从逻辑模型向物理模型的转换是由 DBMS 自动完成的。

3. 数据库管理系统支持的数据模型

数据库不仅管理数据本身，而且要使用数据模型表示出数据之间的联系。数据库管理系统支持 3 种数据模型：层次模型、网状模型、关系模型。20 世纪 70 年代是数据库蓬勃发展的时期，当时层次数据库和网状数据库占据了整个市场；20 世纪 80 年代，关系模型对数据库的理论和实践产生了很大的影响，它标志着数据库技术走向成熟。目前，关系数据库成为最流行的。下面先对层次模型、网状模型进行简单介绍。

(1) 层次模型

用树形结构表示若干实体及其之间联系的模型称为层次模型，它实际上是由若干个代表实体之间一对多联系的基本层次组成的“树状”结构。在这种模型中，数据被组织成由“根”开始的倒置的“树”，根结点在上，子结点在下，每个实体由根开始沿着不同的分支放在不同的层次上，上级结点与下级结点之间为一对多联系。

层次模型表示了实体之间一对多联系的从属关系结构。支持层次模型的 DBMS 称为层次数据库管理系统，在这种系统中建立的数据库是层次数据库。

(2) 网状模型

用网状结构表示若干实体及其之间联系的模型称为网状模型。网状模型突破了层次模型的限制，允许结点有多于一个的父结点，也允许有一个以上的结点没有父结点，网中的每一个结点代表一个实体类型。

网状模型表示了实体之间多对多联系的关系结构。支持网状模型的 DBMS 称为网状数据库管理系统，在这种系统中建立的数据库是网状数据库。