

Delphi 7

开发实例 完全剖析

王志强 编著

★
图书管理系统

★
学生网络信息查询系统

★
生产统计管理系统

★
财务处理与报表管理系统

★
客户订货管理系统

从基础知识到
案例讲解的全
面突破!

新手学习信息
管理系统开发
的理想教程!

附赠超值 CD，内含整个系列图书各种语言的程序设计实例
大量的数据库结构，涵盖企业日常管理、客户信息管理、



源代码、数据库和可执行文件等，并额外赠送了视频教程和
图书馆信息管理、聊天室设计等方面。



中国电力出版社
www.infopower.com.cn

企业 信息管理系统 开发实践系列

Delphi 7

开发实例 完全剖析

王志强 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内 容 简 介

本书主要介绍 Delphi 在数据库系统中的运用, 以及如何基于 Delphi 数据库开发技术创建出高水平的企业数据库管理信息系统。全书共分为 14 章, 前半部分以理论为主, 主要包括在 Delphi 中进行数据库的连接和访问、管理信息系统的开发方法和开发过程、管理信息系统设计的理论和方法以及测试等; 后半部分以数据库综合开发案例为主, 主要介绍了图书管理系统、学生网络信息查询系统、生产统计管理系统、账务处理与报表管理系统、客户订货管理系统等。通过本书, 读者将详细掌握基于 Delphi 的数据库管理信息系统的综合开发技术。

本书不但是 Delphi 应用开发人员和广大程序设计人员的重要指导书, 而且也适合作为高等院校师生教学或自学的参考书以及各类培训机构的培训用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Delphi 7 开发实例完全剖析 / 王志强编著. —北京: 中国电力出版社, 2006.1

(企业信息管理系统开发实践系列)

ISBN 7-5083-4105-8

I. D... II. 王... III. 软件工具 - 程序设计 IV. TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 001221 号

版权声明

本书由中国电力出版社独家出版。未经出版者书面许可, 任何单位和个人不得以任何形式复制或传播本书的部分或全部内容。

本书内容所提及的公司及个人名称、产品名称、优秀作品及其名称, 均为所属公司或者个人所有, 本书引用仅为宣传之用, 绝无侵权之意, 特此声明。

责任编辑: 夏华香

责任校对: 崔燕菊

责任印制: 李文志

丛 书 名: 企业信息管理系统开发实践系列

书 名: Delphi 7 开发实例完全剖析

编 著: 王志强

出版发行: 中国电力出版社

地址: 北京市三里河路 6 号 邮政编码: 100044

电话: (010) 68362602 传真: (010) 68316497

印 刷: 北京市同江印刷厂

开本尺寸: 185 × 260

印 张: 22.25

书 号: ISBN 7-5083-4105-8

版 次: 2006 年 2 月北京第 1 版

印 次: 2006 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 0001 — 4000

定 价: 35.00 元 (含 1CD)

前 言

Delphi 是 Borland 公司开发的软件, 具有简单、高效、功能强大的特点。和 Visual C (以下简称 VC) 相比, Delphi 更简单、更易于理解和掌握, 而在功能上却丝毫不逊色; 和 Visual Basic (以下简称 VB) 相比, Delphi 功能更强大、更实用。Delphi 兼备了 VC 功能强大和 VB 简单易学的特点。

随着计算机技术和信息处理技术的飞速发展, 使得越来越多的人员从事于相关的开发工作, 并不断有新人加入到开发行列中。

本书充分考虑了上述两类读者的需求, 在内容编排和讲解上作了精心安排, 使得初级读者能够顺利地掌握最常用、最有效的数据库开发技术。同时, 让已经具备一定开发水平和经验的读者在开发过程中遇到问题时, 能从本书中快速地找到解决方案, 可以细致地学习相关技术并加以应用。本书重点讲解了数据库管理系统的完整开发过程, 并提供了若干实用案例, 这些案例提供了较完备的数据库管理系统的开发技术。本书从最基本的内容讲起, 做到循序渐进, 读完本书后, 读者将可以独立开发自己的 Delphi 数据库管理系统应用程序。

全书共分为 15 章进行讲解。第 1 章主要介绍了数据库管理信息系统的基本理论, 包括数据库管理信息系统的发展过程、特点以及数据库管理系统的一些基本概念和当前所使用的主流数据库系统; 第 2 章介绍了数据库规划、设计和管理的理论、步骤和方法; 第 3 章介绍了如何在 Delphi 中进行数据库的连接和访问等内容; 第 4 章讲述了 Delphi 基本概念、Delphi 数据库开发环境和数据库组件、Delphi 数据库的基本开发步骤; 第 5 章详细地介绍了操作数据库的一般方法; 第 6 章介绍了操作数据库的常用手段, 在编写更加通用、更加符合常规编程习惯的应用程序时是必须掌握的技巧; 第 7 章把管理与信息技术结合起来, 使读者了解和掌握管理信息系统的基本知识、开发方法、开发过程和 Delphi 的开发系统实现; 第 8 章讲述了在系统分析提出的逻辑模型的基础上, 科学、合理地进行物理模型的管理信息系统设计理论和方法; 第 9 章学习了管理信息系统的测试, 对于任何一个系统分析员, 在系统分析和设计时都不可能把所有问题考虑周全, 任何一个程序员在系统实现时, 总是或多或少地发生差错, 对系统而言是不允许出现任何差错的, 所以测试是非常重要的; 第 10 章学习了图书管理系统数据库的开发; 第 11 章讲解了学生网络信息查询系统数据库的开发; 第 12 章提供了生产统计管理系统的开发案例; 第 13 章提供了帐务处理与报表管理系统的开发案例; 第 14 章提供了客户订货管理系统的开发案例。

全书由杨金柱、闫彩霞、王志强、赵东升、陈静等人编写, 由于计算机技术的迅速发展, 加上作者的水平有限, 时间仓促, 书中错误之处在所难免, 欢迎读者批评指正。对本书的意见和建议请发送电子邮件到: pcbook@263.net, 我们会在第一时间给您回复。

作 者

2005 年 11 月

目 录

前 言	
第 1 章 数据库开发导论	1
1.1 数据库实例	1
1.2 传统文件处理的环境	2
1.3 集成数据库环境	4
1.4 数据库与数据共享	10
1.5 主流数据库介绍	10
1.6 数据库应用程序的开发	12
1.7 本章小结	14
第 2 章 数据库的规划、设计和管理	15
2.1 信息系统生命周期的概念	15
2.2 数据库应用程序的生命周期	15
2.3 数据库设计的概念	23
2.4 数据管理员与数据库管理员	31
2.5 本章小结	31
第 3 章 数据库的连接和访问	32
3.1 连接数据库	32
3.2 访问数据库	37
3.3 访问 Master/Detail 表	53
3.4 访问字段	54
3.5 显示字段值	57
3.6 查询操作	59
3.7 本章小结	63
第 4 章 数据库操作语言	64
4.1 Delphi 的基本概念	64
4.2 Delphi 数据库环境	69
4.3 Delphi 数据库组件	75
4.4 RaveReports 报表设计	78
4.5 QuickReport 报表设计	79
4.6 Delphi 数据库应用程序开发	79
4.7 数据库系统开发	80
4.8 本章小结	81
第 5 章 操纵数据库	82
5.1 操纵数据库的手段	82

5.2	使用 TDBNavigator 控件操纵数据库	82
5.3	记录的操作	86
5.4	动态表的创建、修改和删除	99
5.5	动态索引的创建	102
5.6	存储过程的创建和使用	103
5.7	本章小结	111
第 6 章	灵活操纵数据库的常用手段	112
6.1	数据库内容显示的常用操纵手段	112
6.2	SQL Server 数据库升级	122
6.3	数据库加密	123
6.4	特殊格式数据的保存与显示	127
6.5	本章小结	132
第 7 章	管理信息系统的开发与编程	133
7.1	管理信息系统	133
7.2	管理信息系统开发方法	136
7.3	管理信息系统开发过程	140
7.4	数据库管理系统	141
7.5	Delphi 7 高级语言与管理信息系统编程	145
7.6	本章小结	147
第 8 章	管理信息系统的系统设计	148
8.1	系统划分和模块设计	148
8.2	结构化的设计方法	151
8.3	代码设计	151
8.4	管理信息系统数据库的设计	153
8.5	本章小结	172
第 9 章	管理信息系统的测试	173
9.1	系统测试概述	173
9.2	程序调试和测试	176
9.3	子系统与模块功能测试	179
9.4	系统测试报告	183
9.5	本章小结	190
第 10 章	图书管理系统	191
10.1	系统概述	191
10.2	系统设计	194
10.3	数据库设计	195
10.4	数据库的生成与配置	196
10.5	系统模块设计与开发	196
10.6	开发难点与技巧	252
10.7	系统的调试与注意事项	252

10.8	系统的编译和发行.....	253
10.9	本章小结.....	253
第 11 章	学生网络信息查询系统.....	254
11.1	系统概述.....	254
11.2	系统设计.....	255
11.3	数据库设计.....	256
11.4	数据库的生成与配置.....	258
11.5	系统模块设计与开发.....	261
11.6	开发难点与技巧.....	277
11.7	系统的调试与注意事项.....	277
11.8	系统的编译和发行.....	277
11.9	本章小结.....	278
第 12 章	生产统计管理信息系统.....	279
12.1	系统概述.....	279
12.2	系统设计.....	282
12.3	数据库设计.....	284
12.4	系统总体设计.....	285
12.5	数据库的生成与配置.....	287
12.6	系统模块的设计与开发.....	290
12.7	开发难点与技巧.....	311
12.8	系统的调试与注意事项.....	311
12.9	系统的编译和发行.....	311
12.10	本章小结.....	311
第 13 章	账务处理与报表管理信息系统.....	312
13.1	系统概述.....	312
13.2	系统设计.....	313
13.3	数据库设计.....	315
13.4	数据库的生成与配置.....	317
13.5	系统模块设计与开发.....	317
13.6	开发难点与技巧.....	325
13.7	系统的调试与注意事项.....	325
13.8	系统的编译和发行.....	326
13.9	本章小结.....	326
第 14 章	客户订货管理系统.....	327
14.1	系统概述.....	327
14.2	系统设计.....	328
14.3	数据库设计.....	329
14.4	数据库的生成与配置.....	330
14.5	系统模块的设计与开发.....	332

14.6 开发难点与技巧 342

14.7 系统的调试与注意事项 344

14.8 系统的编译和发行 344

14.9 本章小结..... 345

第1章 数据库开发导论

数据库广泛地应用于各企业组织和政府机构，与我们的日常生活息息相关。在现代信息社会中，将有更高比例的人力投入信息产业。数据正是信息产业的原料。数据需要经过组织和管理才能发挥它的实用性。然而管理数据的有效利器就是数据库和与它相关的数据库管理系统。本章首先通过引入两个数据库实例，来简要地说明数据库开发的方案分析和使用开发工具进行数据库开发所要完成的工作。同时介绍了集成数据库环境、当前的主流数据库以及数据库应用程序开发的流程。文中给出了应该掌握的基本术语、概念和数据库应用程序开发的步骤，提供了创建数据库并对其进行存取访问的指导。

1.1 数据库实例

本节介绍两个样例数据库，这两个数据库提供了参考的实例。样例描述如下：

(1) 机构的秘书方案。例如我们需要一些比“机构”更为明确的信息，所以现在就来构造一个。它具有这样一些特性：它由为了研究美国历史这个共同目的而聚集在一起的一群人组成，在交会费的基础上定期更新各会员的资格，会费构成了此机构的活动经费，如出版报纸“美国编年历”。此机构也有一个小的 Web 站点，但开发出的功能不多。迄今这个站点只限于提供一些基本的信息，如本团体的性质、负责人是谁、什么样的人可以参加等。

(2) 学分保存方案。在学分时段中，需要管理被测试者、记录得分并赋予得分等级。然后确定最后的得分等级，将其与出勤率一道交给学校办公室。现在让我们根据如下两个要求来进一步考虑这些情况：必须确定希望从数据库中得到什么信息，即希望达到什么目的；必须计划好要向数据库输入什么，即将要保存什么数据。或许，在考虑向数据库输入什么数据以前，逆向考虑一下需要从数据库输出什么数据。在能够对数据进行检索前，必须将数据送入数据库。但是，使用数据库的方法是受您的目标驱动的，这些方法与希望从数据库取出何种信息的关系较之与向数据库输入何种信息的关系更为紧密。除非打算以后使用这些信息，否则肯定不会浪费时间和精力将它们输入数据库。

1. 机构的秘书方案

方案的初期状况是您作为机构的秘书，利用字处理文档维护会员清单。就这样生成一个打印的姓名地址名录来说还是可以应付的，但是在利用这些信息做别的事时就会受到限制。假定您打算做下列工作：

希望能够利用该姓名地址名录产生不同格式的输出，并且只给出相应用途所需的信息。目标之一是生成每年的打印姓名地址名录，这是该机构过去就需要的，您打算继续打印。除此之外，可以设想将姓名地址录中的信息作一些别的用途，如在机构的年度宴会上所提供的节目单中给出一个当前的会员清单。这个应用涉及不同的信息集合。打印的姓名地址录中使用了每个会员条目的所有内容。而对于宴会节目单，只需要取出会员名字即可（如果采用字

处理器要做到这一点有时是不太容易的)。

希望搜索姓名地址录查找其条目满足某些条件的会员。例如, 希望知道哪些会员不久就需要更新其会员资格。另外涉及搜索的应用是由于需要维护每个会员的关键字列表而产生的。这些关键字描述了每个会员特别感兴趣的美国历史的某个方面(如内战、经济萧条、公民权利等)。会员们有时会向您要一份与他们自己有类似爱好的会员的清单, 您一定乐于满足他们的这种要求。

希望让姓名地址名录在机构的 Web 站点上联机使用。这对会员和您都是很有好处的。如果您能够将姓名地址录用某种合适的自动过程转换为 Web 页, 则这个姓名地址名录的联机版就可以以一种比打印版更及时的方式保持最新信息。而且如果能使这个联机姓名地址录可供搜索, 那么会员自己就能够方便地查找信息了。例如, 某个会员希望知道其他对内战感兴趣的会员, 他就可以自己将这些会员找出而不用请您帮他查找, 而您也不用花时间去做了。

2. 学分保存方案

初步的想法是, 作为一个老师, 有保存学分的职责。老师希望将学分处理从学分簿上的手工操作转到电子表示。在此情形下, 想从数据库得到的是含在学分簿中的东西:

(1) 对于每次测验或测试, 要记录学分。对测试, 将学分排序, 以便能确定每个字符(A、B、C、D 和 E)所代表等级的得分范围。

(2) 在学分时段结束时, 计算每个学生的总得分, 然后排序总的得分并根据它们确定得分等级。总的得分可能涉及权重计算, 因为大概会希望使测试的得分比测验的得分权重更大。

(3) 在每个学分时段结束时, 提供出勤信息给学校办公室。目的是避免手工排序和汇总学分及出勤率记录。换句话说, 希望在学分时段结束时对学分排序并完成每个学生的总分和缺课数的计算。为了达到这个目的, 需要班级中的学生名册、每次测验和测试的分数以及学生缺课的日期。

1.2 传统文件处理的环境

计算机信息系统是一类数据密集型的应用, 不论哪一类信息系统, 都建立在大量数据事实基础之上, 管理这种大量的、持久的、共享的数据是这类计算机应用面临的共同问题。

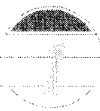
与其他的技术发展一样, 计算机数据管理也经历了由低级到高级的发展过程。计算机数据管理随着计算机硬件、软件技术和计算机应用范围的发展而不断发展, 大致经历了 3 个阶段:

- ◆ 人工管理阶段
- ◆ 文件管理阶段
- ◆ 数据库系统阶段

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。当时在硬件方面, 外存储器还只有卡片、纸带、磁带, 没有像硬盘这样可以快速、随机存取的外部存储设备; 软件方面, 没有专门的数据管理软件, 数据由程序自行携带。这一时期数据管理的特点是:

- ◆ 数据与程序不具有独立性



- ◆ 数据不保存
- ◆ 没有专用的软件对数据进行管理
- ◆ 只有程序的概念, 没有文件的概念
- ◆ 数据面向程序
- ◆ 数据冗余

数据由程序自行携带, 这就使得程序严重依赖于数据, 如果数据的类型、格式或者数据量、存取方法、输入输出方式等发生改变, 程序就要做相应的修改。同时, 因为没有统一的数据管理软件, 数据的存储结构、存取方式、输入输出方式等都由应用程序处理, 这就给应用程序开发人员增加了很重的负担, 并且效率较低。

由于数据是面向应用程序的, 一个程序携带的数据, 在程序运行结束后就连同该程序一起退出了计算机系统, 如果别的程序要共享该数据系统, 只能重新组织携带, 因此, 程序间经常会存在大量的重复数据。

2. 文件管理阶段

20 世纪 60 年代后期, 计算机开始大量用于数据处理工作, 大量的数据存储、检索和维护成为紧迫的需求。在硬件方面, 可直接存取的磁鼓、磁盘成为联机的主要外存。在软件方面, 出现了高级语言和操作系统, 操作系统中的文件系统就是专门管理外存的数据管理软件。

在这一阶段, 程序和数据之间有了一定的独立性, 程序、数据分开存储, 数据文件可以长期保存在硬盘上多次存取。在文件系统的支持下, 数据的逻辑结构和物理结构之间也有了一定的独立性, 程序员可以集中精力在数据处理的算法上, 而不必考虑数据存储的具体细节。这个阶段的数据还是面向应用程序的, 数据文件基本上与各自的应用程序相对应。

文件系统对数据的管理虽然有了长足的进步, 但它还是从应用程序的角度来组织和处理数据的。这种方式存在以下 9 个方面的问题:

- ◆ 应用程序开发效率低
- ◆ 文件的设计很难满足多种应用程序的不同要求, 数据冗余不可避免
- ◆ 数据独立性差
- ◆ 文件系统一般不支持对文件的并发访问
- ◆ 没有对数据的统一管理
- ◆ 数据以文件的形式长期保存
- ◆ 数据的逻辑结构与物理结构有了区别
- ◆ 文件形式多样化
- ◆ 程序与数据之间有一定的独立性

3. 数据库系统阶段

从 20 世纪 70 年代开始, 计算机应用于管理的规模更加庞大, 需要计算机管理的数据急剧增长, 并且对数据共享的要求与日俱增。随着大容量磁盘系统的使用, 使计算机联机存储大量数据成为可能; 软件价格上升, 硬件价格相对下降, 使独立开发系统和维护软件的成本增加。文件系统的管理方法已无法满足要求。为了解决独立性问题, 实现数据统一管理, 最大限度地实现数据共享, 必须发展数据库技术。

数据库是通用化的相关数据的集合, 它不仅包括数据本身, 而且包括相关数据之间的联系。数据库中的数据通常是整个信息系统全部数据的汇集, 面向所有合法用户。其数据结构

独立于使用数据的程序，数据库的建立、使用和维护等操作由专门的软件系统即数据库管理系统统一进行。

现在，数据库已成为各类信息系统的核心。数据库的主要特点是：

- ◆ 数据共享
- ◆ 具有并发控制功能
- ◆ 数据恢复
- ◆ 可控数据冗余度
- ◆ 具有数据安全性控制
- ◆ 具有数据完整性控制
- ◆ 具有数据独立性好
- ◆ 具有加强了对数据的保护
- ◆ 具有对数据实行集中控制
- ◆ 具有统一的数据控制功能
- ◆ 能维护数据的独立性
- ◆ 具有面向全组织的复杂的数据结构
- ◆ 从全局观点组织数据，实现数据共享，减少数据冗余

1.3 集成数据库环境

集成的数据库环境是由数据库、数据管理系统、数据库开发工具、应用系统平台、数据管理员和数据库用户所构成的。

1.3.1 什么是数据库

数据库描述了现实世界中的某些方面，构成了现实世界中的一个微小世界。数据库是一个逻辑上紧密相连的数据集。该数据集中的数据具有某些固有的语义。数据库是为某个特定目标设计、建立和使用的，它拥有确定的用户组和这些用户组感兴趣的预定的应用。数据库是一个持久数据的集合，这些数据用于某种应用系统中，是由一个或几个数据表格组成的，数据表格是由数据组成的，是一个统一管理的相关数据的集合，数据库的特点是能被各种用户共享、其数据具有最小的冗余度、数据间有紧密的联系但又有较高的对程序的独立性。

数据库中的表、视图、存储过程、索引等具体存储数据或对数据进行操作的实体，称为数据库的对象。数据库是这些对象的集合，该集合中容纳着各种各样的数据库对象。下面对数据库中常用的表、字段、索引、视图和数据字典等概念加以介绍。

1. 表

表是组织和存储数据的对象，它由行和列组成。行和列的顺序是任意的，没有限制，是根据设计人员设计的，其命名应该跟存储的内容相关，这样便于管理。如，表中的记录姓名的列命名为 Name。表的名字也应该和存储的内容相关，如数据库中存储员工信息的表命名为 Employee。需要注意的是，在同一表里，列的名字必须唯一。同理，在同一个数据库中，表的名字也必须是唯一的。

为了对数据库内表对象有更深刻的了解，可以将其逻辑化并且通过关系模型中的二维关

系表格显示出来。

在数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 中, 数据是存储在表对象中的, 因此创建表是使用数据库存储数据的前提。

表对象的创建主要有两种方法: 一种是通过每种数据库管理系统的用户界面菜单进行创建, 这种方法的具体操作决定于不同的数据库管理系统, 它的优点是可以快速、直观地创建所需的表对象; 另一种方法是使用 SQL 语言提供的创建表语句, 它虽然使用起来不直观而且需要掌握 SQL 的语法规则, 但是作为一种标准在所有的数据库管理系统中都适用。

2. 字段

表中每一列中的数据就是一个字段, 表中的列对应的数据就是一个字段。字段具有自己的属性, 如字段大小、类型等。不同的数据库系统对字段属性的定义也有差别, 如字段的类型在某些数据库管理系统中是固定值, 但在另一些系统中则是可变的。

字段类型是字段最重要的属性, 它决定了字段能够存储哪种数据。SQL 规范支持的 5 种基本字段类型分别为字符型、文本型、数值型、逻辑型和日期时间型, 下面分别作简单说明。

(1) 字符型数据非常有用, 当需要存储短的字符串信息时, 总要用到该种类型的数据。如可以从 HTML 表单中的文本框搜集到的信息发到字符型字段中。例如, 要创建一个字段用来存放可变长度的字符串信息, 可以使用表达式 VARCHAR。

(2) 文本型。字符型数据限制了字符串的长度不能超过 255 个字符, 而使用文本型数据没有这个限制。

(3) 数值型。该类型字段将用来存储数值, 包括整型 (int)、数字型 (numeric)、货币型 (money) 等。

3. 索引

在数据库管理系统中, 索引提供了一种无需扫描整张表就能实现对数据的快速查询的途径, 使用索引可以优化查询。这就像为了找到某本书中一个句子可以逐页搜索, 或者通过使用该书的目录, 快速定位到要搜索的主题然后找到需要的句子。显然后一种方法操作起来更快。

在数据库中, 表的索引与附在一本书后面的索引非常相似, 因此为数据表建立索引是加快查询速度的有效手段。用户可以根据应用环境的需要, 在基本表上建立一个或者多个索引, 以提供多种存取路径, 加快查找速度。索引一般由数据库管理员或者表的拥有者 (创建该表的用户) 进行创建。系统在存储数据时会自动选择合适的索引作为存取路径, 用户无法手工选择索引。索引也存储数据, 只不过索引中的数据反映的不是实际信息, 而是方便搜索用的路径信息。

索引有两种类型, 分别是聚簇索引和非聚簇索引。聚簇索引和目录表非常相似, 记录的索引顺序与物理顺序相同。在非聚簇索引中, 记录的物理顺序与逻辑顺序没有必然的联系。

通常情况下使用的是聚簇索引, 但是每个表只能有一个聚簇索引, 因为一个表中的记录只能以一种物理顺序存放。通常要对一个表按照标识字段建立聚簇索引, 但也可以对其他类型的字段建立聚簇索引, 如字符型、数值型或日期时间型字段。从建立了聚簇索引的表中取出数据要比建立了非聚簇索引的表快。当需要取出一定范围内的数据时, 用聚簇索引也比用非聚簇索引好。

由于索引是冗余的数据结构, 因而索引对于保证数据正确性来说不是必需的。但是, 索

引对事务的高效处理十分重要，既包括更新事务又包括查询。

(1) 创建非聚簇索引。通过 `CREATE INDEX` 语句创建非聚簇索引，下面的 SQL 语句创建了一个名为 `USERID` 的非聚簇索引：

```
CREATE UNIQUE INDEX USERID ON UserInfoomation (UID ASC, Age DESC)
```

其中，`UNIQUE` 是表示此索引的每一个索引值只对应唯一的数据记录，`USERID` 是用户定义的索引名，`UserInfoomation` 为索引基于的表名，表中的 `UID` 字段按升序且 `Age` 字段按降序建立唯一索引。

(2) 创建聚簇索引。通过 `CREATE CLUSTER INDEX` 语句创建聚簇索引，如下 SQL 语句用来创建一个名为 `USERNAME` 的聚簇索引。

```
CREATE UNIQUE INDEX USERNAME ON UserInfoomation (Name )
```

其中，与创建非聚簇索引不同的是关键字 `CLUSTER`，它表示要建立的索引是聚簇索引，使用这条语句将会是在 `UserInfoomation` 表的 `Name` 列上建立一个聚簇索引，`UserInfoomation` 表中记录将按照 `Name` 值的升序存放。

(3) 删除索引。索引一经建立，就由系统使用和维护它，不需要用户进行维护。如果建立索引的列中的数据经常增加和删除，系统会花费很多的时间进行维护索引。这时候就应该把这样的索引删除，来提高系统的性能。删除索引的同时，系统也会删除数据字典中有关该索引的描述。下面是使用 SQL 语句删除索引的示例：

```
DROP INDEX USERNAME
```

其中，`DROP INDEX` 是用来删除索引的 SQL 语句，`USERNAME` 是要删除的索引名。使用这条语句将会把 `UserInfoomation` 表中的 `USERNAME` 索引删除。

4. 视图

视图是关系数据库内，提供给用户以多种角度观察数据库中数据的重要机制。视图是从一个或者多个基本表中导出的表，它存储的不是真正的数据，只是一个与基本表不同的虚表。数据库中只存放视图的定义，而不存放视图对应的数据，这些数据仍存放在原来的基本表中。所以基本表中的数据发生变化，视图中查询出来的数据也随之发生变化。合理地使用视图具有如下优点。

- ◆ 能够简化用户的操作
- ◆ 使用户能够以多种角度看待同一数据
- ◆ 对重构数据库提供了一定的逻辑对立性
- ◆ 对机密数据提供安全保护，例如对不同的用户可以使用不同的视图

视图一经定义，就可以进行类似于对基本表的操作，如对视图的查询、删除等，在视图中还可以建立子视图。但是对视图的数据更新操作，不同的数据库管理系统会有不同的处理方式。

5. 数据字典

数据字典存储有关数据的来源、说明与其他数据的关系、用途和格式等信息，它本身就是一个数据库，用来存储“关于数据项的数据”。数据字典是个指南，它为数据库提供了路线图，而不是原始数据。换句话说，数据字典通常是指数据库中数据定义的一种记录，类似一个数据库的数据结构，但其内容要比数据库的数据结构描述丰富得多。数据字典在不同的数

据库管理系统中也有一些差异。

在数据库系统中,数据字典通常是由基本表 and 用户可存取的视图构成的。基本表数据字典的基础是一组基本表组成,存贮相关的数据库的信息。这些信息仅由数据库系统读和写,它们很少被数据库用户直接存取。为了让读者更清楚地认识数据字典,下面给出 Oracle 数据库中数据字典为数据库本身所提供的信息。

- ◆ ORACLE 用户的名字
- ◆ 每个用户所授的特权和角色
- ◆ 模式对象的名字:表、视图、索引、聚集、同义词、序列、过程、函数、包及触发器等
- ◆ 关于完整性约束的信息
- ◆ 列的默认值
- ◆ 有关数据库中对象的空间分布信息及当前使用情况
- ◆ 审计信息

1.3.2 数据库管理系统

数据库系统的目的之一是为了尽可能降低用户程序在数据管理、维护和使用上的复杂性,而把这种复杂性交给数据库管理系统。就像有了高级语言编译程序之后,程序员就可以不使用机器指令而是用高级语言编写程序一样,有了数据库管理系统,用户就可以在抽象意义下处理数据,而不顾及这些数据在计算机中的布局 and 物理位置。数据库管理系统就是实现把用户意义下抽象的逻辑数据的处理,转换成计算机中具体的物理数据处理的软件,它很像一个操作命令语言解释器,把用户应用程序的数据操作语句转换为对系统存储文件的操作,又像一个向导,把用户对数据库的一次访问从用户级带到概念级,再导向物理级。数据库管理系统的职能就是有效地实现数据库三级模式结构之间的转换。

1. 数据库管理系统的功能

(1) 定义数据库。主要包括全局逻辑数据结构的定义,局部逻辑数据结构的定义、保密定义等。这就要求提供书写模式、子模式、物理模式的能力和工具,把各种源模式翻译成机器目标代码形式的目标形式,并把其存储在系统之中,也就是从用户的、概念的 and 物理的 3 种不同的观点出发,定义一个数据库。

(2) 装入数据库。在数据库已经定义的基础上,把实际的数据存储到物理设备上,装入过程和数据的布局必须严格遵守数据库的定义。

(3) 操纵数据库。接收、分析和执行用户提出的访问数据库的各种请求,完成对数据库的检索、插入、修改、删除等功能。这是面向用户的主要功能。

(4) 控制数据库。控制整个数据库系统的运行,控制用户的并发访问,执行对数据的安全、完整 and 保密的检查。

(5) 维护数据库。维护功能是面向系统的,它主要包括运行时记录工作日志、对数据库的性能进行监督和分析、在性能变坏时重新组织数据库、在用户要求和系统设备发生变化时修改 and 更新数据库、在系统软件和硬件发生故障时恢复数据库。

(6) 数据通信。对应用程序、计算机终端或其他系统及系统内部运行的进程之间的数据流动进行处理。这部分的工作通常与操作系统协同完成。

从程序的角度看,数据库管理系统是完成上述功能的许多系统程序所组成的一个集合。每个程序都有自己的功能,一个程序或几个程序一起完成数据库管理系统的一项工作,或一个程序完成几项工作,以设计方便与系统性能良好为原则。由于各个数据库管理系统的功能不完全一样,所以包含的程序也不相同。

2. 数据库管理系统的组成

数据库管理系统包含的主要程序有:

(1) 语言处理方面:

- ◆ 模式数据描述语言翻译程序,功能是把模式数据描述语言源形式翻译成机器可读的目标形式
- ◆ 子模式数据描述语言翻译程序,功能是把子模式的源形式翻译成目标形式
- ◆ 数据操纵语言处理程序,功能是把应用程序中的数据操纵语句转换成主语言的一组过程调用语句
- ◆ 终端命令解释程序,解释终端命令的意义,决定操作的执行过程
- ◆ 数据库控制命令解释程序,解释每个控制命令的含义,决定怎样执行

(2) 系统运行控制方面:

- ◆ 系统总控程序,它是数据库管理系统的神经中枢,它控制数据库管理系统的各个程序,使其有条不紊地工作
- ◆ 访问控制程序,其内容包括核对用户的标识、口令,在授权表中检验访问的合法性等,它决定一个访问是否能够进入数据库
- ◆ 并发控制程序,在许多用户同时访问数据时协调个别用户的访问
- ◆ 保密控制程序,在执行操作之前,核对保密规定
- ◆ 数据完整性控制程序,在执行操作前或后,核对完整性约束条件,从而决定是否允许操作执行,或撤消已执行操作的影响
- ◆ 数据访问程序,根据用户的访问请求,实施对数据库的访问。从物理文件中查找数据,进行插入、修改、删除等操作

(3) 系统建立维护方面:

- ◆ 数据装入程序,用于把大量原始数据按某种文件组织方式存储到外存储介质上,完成数据库的载入
- ◆ 工作日志程序,负责记载进入数据库的所有访问,其内容包括用户名称、进入系统时间、进行何种操作、数据对象、数据改变情况等,使每个访问者都留下踪迹
- ◆ 性能监督程序,监督操作执行时间与存储空间占用情况,作出系统性能估算以决定数据库是否需要重新组织
- ◆ 重新组织程序,当数据库系统性能变坏时,例如查找时间超过了规定值,需要对数据重新进行物理组织或者按原组织方式重新输入,或者改变原组织方式,采用新的结构。一般来说重新组织是数据库系统的一种周期性活动
- ◆ 系统恢复程序,当软件或硬件设备遭到破坏时,把数据库恢复到可用状态

3. 数据库管理系统的主要功能

(1) 数据库的定义功能。DBMS 提供数据定义语言(DDL)来定义数据库的三级结构,包括外模式、概念模内模式及其相互之间的映像,定义数据的完整性约束、保密限制等约束。

因此,在 DBMS 中应包括 DDL 的编译程序。

(2) 数据库的操纵功能。DBMS 提供数据操纵语言 (DML) 实现对数据的操作。基本的数据操作有 4 种:检索(查询)、插入、删除和修改,后 3 种又称为更新操作。DML 有两类:一类是嵌入在 COBOL、C 等宿主语言中使用,称为宿主型(或嵌入型)DML;另一类是可以独立地交互使用的 DML,称为自含型(或交互型)DML。因而在 DBMS 中应包括 DML 的编译程序或解释程序。

(3) 数据库的保护功能。DBMS 对数据库的保护主要通过 4 个方面实现,因而在 DBMS 中应该包括这 4 个子系统:

- ◆ 数据库的并发控制:数据库技术的一个优点是数据共享,但多个用户同时对同一个数据的操作可能会破坏数据库中的数据,或者用户读了不正确的数据。并发控制子系统能防止上述情况发生,正确处理好多用户、多任务环境下的并发操作
- ◆ 数据库的恢复:在数据库被破坏或数据不正确时,系统有能力把数据库恢复到最近某个正确的状态
- ◆ 数据完整性控制:保证数据库中数据及语义的正确性和有效性,防止任何对数据造成错误的操作
- ◆ 数据安全性控制:防止未经授权的用户蓄谋或无意地存取数据库中的数据,以免数据的泄露、更改或破坏

(4) 数据库的维护功能。这一部分包括数据库的初始数据载入、转换、转储、数据库的改组以及性能监视分析等功能。这些功能分别由各个实用程序完成。例如数据字典(Data Dictionary, DD)管理数据库三级结构的定义。对数据库的操作都要通过 DD 才能进行。现在有的大型系统中,把 DD 单独抽出来成一个系统,成为一个软件工具,使之成为一个比 DBMS 更高级的用户与数据库之间的接口

应该注意,应用程序并不属于 DBMS 范围。应用程序是用宿主语言和 DML 编写的。程序中 DML 语句由 DBMS 执行,而其余部分仍由主语言编译程序完成。

除了 DBMS 的软件模块外,大多数 DBMS 都还有数据库实用软件,用来帮助 DBA 运行数据库系统。典型的实用软件有装载软件、备份软件、文件重组织软件、性能监视软件等。

装载(Loading)软件用于将已存在的数据文件(例如正文文件、顺序文件)的数据直接载入数据库中。装载软件通常使用的方法是将当前的数据文件格式和要装入的数据库文件格式都告诉装载软件,由装载软件自动地转换数据,然后存入数据库中。随着数据库的应用越来越广泛,在一个组织中,常常还需要将一个数据库中的数据转换成另一个数据库中的数据。对此,数据库开发商也提供了相应的装载软件产品。只要给出源数据库的存储模式和目的数据库的存储模式,该产品就可以生成合适的装载程序,完成不同数据库之间的数据装载。

备份(Backup)软件是为运行的数据库拷贝一个完全相同的备份。通常的方法是把整个数据库拷贝到磁带上。一旦数据库系统遭受损坏,就可以利用备份将数据库恢复到运行状态。

文件重组织(File Reorganization)软件是为了加强数据的执行效果,将已有的数据库文件重新组织成另一个不同的文件。

性能监视(Performance Monitoring)软件监视数据库的运行状况,并且对 DBA 提供相应的统计数据。DBA 使用这些统计数据判定是否要对数据库重新组织,以提高系统的执行效率。