DM 数据库应用基础

肖慎勇　丁亚兰　钱　进　编著

华中科技大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 简 介

本书以国家信息产业部发文推广的达梦（DM）国产数据库管理系统为平台，设计了两个贯串全书的实用案例来介绍数据库管理系统技术与应用方法。

全书分三部分共 8 章进行介绍数据库基本知识及 DM 数据库。第一部分通过数据库系统概述、数据模型与数据库设计、库表创建和管理等 3 章，介绍了 DBS 涉及的基本概念、基本方法、关系数据模型理论基础和指导应用的完整性约束规则。通过 DM 系统的安装、登录、建库、制表和操作，从实践中加强对上述基础知识的理解和掌握。第二部分通过 SQL 和常见数据库对象的处理等两章，边学边用地掌握 DM 的数据库编程语言，它支持 SQL-92 入门级和过渡级标准。通过练习使读者能够使用 JManager 管理器交互方式或 JISQL 工具中的编程，创建视图和索引。第三部分通过数据库安全管理、数据库故障恢复与备份、数据迁移第 3 章，以案例形式示范地介绍了 DM 的高安全性、高可靠性和易管理等诸多优良特性，介绍了同类教材中讲述不多或根本未讲的安全级别等内容。通过这 8 章的学习，读者可以清晰地了解 DM 系统的功能树，打下使用 DM 数据库做通用数据处理的坚实基础。

由于 DM 数据库优于国外现今能提供给我国的同类数据库，又完全符合国际标准，故通过本书的学习就可以高屋见瓴地触类旁通。本书可作为大学本科“计算机文化基础”课后第二学期的“数据库基础”课程教材 本书附带光盘，可作为专科生乃至研究生选修同类课程增强上机操作技能的参考工具。

另外，本书特别值得在电子政务、企业信息化等领域里的专业人士一读，因为它是了解具有原创性和自主知识产权的 DM 数据库管理系统的第一本教科书。

前　言

早在 1976 年，美籍华裔叶祖尧先生应邀来当时的华中工学院讲学，传授刚刚兴起的数据库技术。这成为华中科技大学日后作为国家优势数据库产品的诞生基地的起点。

1984 年 4 月，冯玉才在当时的华中理工大学出版社出版了《数据库系统基础》，该书于 1987 年荣获高等院校优秀教材一等奖。1988 年，冯玉才领导的课题小组研制完成了我国第一个有自主版权的实验数据库管理系统 CRDS。

1992 年，华中理工大学达梦（DM）数据库多媒体研究所成立，这是国内成立最早的数据库研究所。DM 是英文 Database Multimedia（数据库多媒体）的缩写，也是中文“达梦”汉语拼音（Da Meng）的缩写。1996 年，我国第一个具有自主版权的、商品化的分布式数据库管理系统 DM2 研制成功。1999 年，DM2 被科技部等部门批准为“国家重点新产品”。

2000 年 11 月，武汉华工达梦（DM）数据库有限公司（以下称达梦公司）成立，并推出了达梦数据库管理系统 DM3。2001 年达梦公司被认定为“AAA”资信企业，是首批获得国家“双软”认证的软件企业。2003 年达梦公司被国家发改委、信产部、商务部、国税局认定为“2003 年度国家规划布局内重点软件企业”。2004 年 1 月，作为国家 863 数据库重大专项项目——大型通用数据库管理系统 DM4 正式推出。2005 年 6 月和今年 6 月，达梦公司应邀参加了第九届和第十届“中国国际软件博览会”，两次连续被评选为博览会参展产品创新奖金奖。2006 年 2 月，达梦数据库 DM4 荣获中国软件协会“2005 年优秀年度产品”荣誉称号。目前，DM 数据库系统已经升级到 DM5。

DM 因其功能强大、性能稳定、操作性强、安全性高等特点，逐渐受到用户的认可。2005 年，在全国军事、消防、电子政务等领域推广应用 10000 多套。

至 2005 年 3 月，达梦公司聚集了一批国内相关企业协同研发，较好地解决了数据库、操作系统、软件中间件、网络服务器和客户端应用软件等一系列国产软硬件产品之间的接口、兼容、稳定等技术难题，基本形成了我国第一个全国产平台电子政务完整解决方案。信息产业部于 2006 年 2 月发文，通告在全国电子政务应用中推广达梦数据库软件及相关技术和产品。

国务院于 2006 年 2 月 9 日发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006 - 2020 年）》，指出在今后 15 年，科技工作的指导方针是：自主创新，重点跨越，支撑发展，引领未来；推进国家创新体系建设，为我国进入创新型国家行列提供可靠保障。而优先主题中（40）“现代服务业信息支撑技术及大型应用软件”和（57）“国家公共安全应急信息平台”，都与 DM 的发展目标及应用领域息息相关。

为了创立和实现独立的、具有鲜明特色的国产数据库文化教育，让更多的国人使用国产数据库，我们以 DM 数据库为核心，以多年的数据库技术教学与实践的真切体验为基础编写了本书。

本书以 DM 数据库管理系统为平台，设计了两个贯串全书的实用案例，分三部分共 8 章介绍 DM 数据库技术与应用。第一部分通过数据库概述、数据模型与数据库设计、数据库和表的创建和管理等 3 章，讲解了数据库系统涉及的基本概念、基本方法、关系数据模型理论

基础等。通过 DM 数据库管理系统的安装，登录，数据库和表的创建和操作，让读者从实践中体会并掌握数据库基本理论以及数据库服务器的安装与操作。第二部分通过 SQL 和常见数据库对象的处理等两章，帮助读者边学边用地掌握 DM 的数据库编程语言。它支持 SQL-92 入门级和过渡级标准。通过练习使读者能够使用 DM 的重要管理工具 JManager 交互方式或 JIsql 的命令及脚本处理，掌握视图和索引的概念以及创建与应用。为了让读者深刻体会和认识 DM SQL 语言的强大处理能力，在随书所附的光盘中提供了解答离散规划和动态规划的例子。第三部分通过数据库安全管理、故障恢复与备份、数据迁移等 3 章，以案例示范地讲解了 DM 的高安全、高可靠和易管理等诸多优良特性，让读者更真切地认识 DM 产品支持安全级别的丰富层次。通过 8 章的学习，读者可以清晰地了解 DM 系统的功能树，并打下使用 DM 数据库进行通常的数据处理的坚实基础。

由于 DM 优于国外现今能提供给我国的同类 DBMS 产品，又完全符合国际标准，因此学习 DM 对于学习其他大型数据库管理系统具有触类旁通的作用。本书可作为大学本科“计算机文化基础”课后第二学期的“数据库应用基础”的课程教材；本书附带光盘，可作为各层次学生选修同类课程增长上机操作技能的参考工具。另外，本书值得电子政务、企业信息化等领域内的专业人士一读，因它是了解具有原创性和自主知识产权的 DM 数据库系统的第一本教科书。事实上 DM 已经有了许多支持者。在此感谢南京中国网通陈剑、昆山华恒公司钱鲁泓、张家港沙洲工学院顾元刚、苏州吴中区党校杨永民、杭州商学院曹梦澜、绍兴卧龙集团张瑛、温州市汉字现代化研究会潘德孚，以及中南民族大学刘文俊和龙华等，对于 DM 数据库系统的应用推广提出了许多宝贵意见。

本书由肖慎勇、丁亚兰、钱进编写。肖慎勇撰写了第 1～3 章，并负责大纲的制定和全书统稿等工作；丁亚兰撰写第 4、5 章并对全书的案例设计和上机验证做了很多工作；钱进撰写了第 6～8 章，同时审阅、完善了全书并上机验证了例题。

作为 DM 普及性教材的第一本书，其编写经过了一个较长的过程，有相当多的专家、学者为本书的写作和出版给予了很大的帮助。首先，达梦公司冯玉才、王元珍教授积极支持本书的编写并给予了全面指导，达梦公司的周淳、刘小平、陈永平、陈翰、章涛、王婷、邵轶等提供了许多帮助。本书在确定写作大纲和内容过程中，华中科技大学徐兰芳副教授、班鹏新博士、华中师范大学易宝林博士、中南财经政法大学朱志光博士、尹兰老师作出了实质性贡献。华中科技大学武昌分校计算机科学与工程系为本教材的验证和充实提供了场地，金先级教授、刘本喜教授等积极支持国产软件的应用，2001 级部分毕业生在学习和实习过程中对 DM 进行了深入全面的应用，提出了有益的意见。在此表示深深的感谢。

这里特别要感谢尤孝庭教授，对本书提出了许多专业性和建设性意见。

另外，还要诚挚地感谢中国计算机学会教育委员会常务理事、全国计算机继续教育研究会的理事长张凤祥、南京邮电学院王汝传、湖南大学张大方、中南大学张龙祥、厦门大学李茂青等教授，一贯给我们探索教学改革以支持和帮助。

最后，感谢华中科技大学出版社为本书的出版给予的大力支持。

中南财经政法大学信息学院
肖慎勇　丁亚兰　钱　进
2006 年 5 月 22 日

序

数据库管理系统作为建立各种信息系统的基础软件和核心软件，无论是大学生、研究生，或是从事 IT 业界的工程师都要把数据库知识作为一门必修的课程。然而数据库是一门很实用的技术，它必须通过实际的应用才能掌握。不少学生虽然在数据库的课程考试中获得十分优异的成绩，甚至是满分，但是当他面临一个实际应用问题，需要设计和建立一个数据库时，他仍然会无从下手。其原因就是缺乏适宜的数据库实验训练。他们往往缺乏经费不可能选用正版国外产品，而只能用盗版。而使用盗版软件，一是侵犯知识产权，二是系统不全，很难正常运行，三是资料繁杂，短时间难以阅读，了解。所以在理论课后的实验只能流于形式，致使学生在学完数据库这门课后，只能记得一些名词术语和概念，而无法解决实际问题。

多年来，我一直有一种冲动，想写一本书。这本书能指导学生、工程师们在学习了数据库的理论和概念后，能自如地设计、建立一个实际的数据库系统。而这目标的实现前提是有一个可用的数据库管理系统和配套的使用资料。恰好，有一支团队十几年来一直在为达到一个梦想而努力，梦想着做出一个属于中国人自己的数据库管理系统，它实用、好用，丝毫不比国外知名品牌差。

十几年来，他们默默地耕耘，在一次次失败中仍然执拗地坚持着，不论外面的舆论是正面的，还是负面的；不论生活条件、工作条件有多么艰苦；不论技术难度有多么巨大，他们拿出愚公移山的精神耐心地坚持着，克服一个又一个困难，终于感动了上帝，使这棵幼苗慢慢长成了大树，并且开了花，结了果。

虽然环境并不有利于他们生长，狂风暴雨，冰霜严寒，干旱酷暑，他们就是不死，象峭壁上的松树，顽强地抗争着自然界的考验。然而上帝是公平的，大自然也是公平的，他们对那些经不住风雨雪霜的杨柳、鲜花都是残酷无情的，而对顶住了风暴的松柏是仁慈的。当寒冬过去，春天就来了。

当夏日酷暑过去，金色的秋天就来了，丰硕的果实回报给默默耕耘的人们。这果实不仅属于这一支团队，它更属于全体中国人，属于中华民族。不管这颗树在成长过程中，是给予阳光、雨露，还是冰霜严寒、干旱酷暑，都在不同的方面成熟了这颗树。当这棵树的果实服务于社会和人类，在国民经济各个领域发挥作用，打破国外产品不可战胜、独霸天下的神话的时候。我们更不要忘记把它献给我们年轻的学子和所有需要它的人。那么谁来完成这个使命呢？

钱进及肖慎勇、丁亚兰等人，他们勇敢地承担了这一历史使命。他们运用多年教学经验

需要全本请访问 www.ertongbook.com

和科研成果，仔细深入地了解达梦数据库，做了大量的试验，与国外同类产品做了全面对比，精心策划构思，反复研讨，完成了这本数据库实验指导书。

学生们在学习了数据库的理论课后，通过这本书的指导，完成书中的实验，他们将融会贯通地掌握数据库的原理、技术和设计，当他们面对复杂的实际问题时，就会胸有成竹，能设计建立一个优秀的数据库系统。

冯玉才

2006 年 6 月于东湖之滨

目　　录

第 1 章　数据库系统概述 …… (1)
1.1　数据处理与数据库系统 …… (1)
1.1.1　数据处理 …… (1)
1.1.2　数据库系统 …… (3)
1.2　数据库应用系统的基本开发过程 …… (4)
1.2.1　数据库应用系统概述 …… (4)
1.2.2　三个世界与数据库设计 …… (5)
1.3　数据库管理系统 …… (6)
1.3.1　DBMS 的作用和构成 …… (6)
1.3.2　常见的关系型 DBMS 简介 …… (7)
1.4　达梦数据库管理系统 (DM) …… (9)
1.4.1　DM 概述 …… (9)
1.4.2　DM 的结构与 C/ S 工作模式 …… (15)
1.4.3　在 Windows 下安装 DM …… (17)
1.5　DM 启动、停止与工具操作简介 …… (26)
1.5.1　DM 的启动与停止 …… (26)
1.5.2　DM 的初始登录 …… (27)
1.5.3　常用客户工具简介 …… (28)
1.5.4　使用联机帮助 …… (33)
1.6　DM 在现实中的展现 …… (34)
1.6.1　DM 国产平台为电子政务提供完整解决方案 …… (34)
1.6.2　DM 为“中部崛起”架构信息安全屏障 …… (34)
1.6.3　达梦公司的新闻反映了产品的活跃度 …… (36)
上机实验 …… (36)
习题 1 …… (36)
第 2 章　数据模型与数据库设计 …… (37)
2.1　ER 模型与 ERD …… (37)
2.1.1　基本概念 …… (37)
2.1.2　实体与实体的联系 …… (38)
2.1.3　实体联系图 …… (38)
2.1.4　ERD 应用实例 …… (39)
2.2　关系数据模型 …… (40)
2.2.1　关系的有关概念 …… (40)
2.2.2　关系模型的建立 …… (43)

2.3 ER 模型向关系模型转化 …… (44)
2.3.1 ER 模型向关系模型转化的一般方法 …… (44)
2.3.2 实例的转化 …… (44)
2.4 关系模型的三个要素 …… (46)
2.4.1 关系模型三要素 …… (47)
2.4.2 关系运算简介 …… (47)
2.4.3 关系模型的完整性约束规则 …… (49)
2.5 数据库设计基本方法 …… (52)
2.5.1 数据库设计基本要点 …… (52)
2.5.2 不同世界中的术语对照 …… (54)
2.6 数据库设计实验举例 …… (55)
习题 2 …… (57)
第 3 章 数据库与表的创建和管理 …… (58)
3.1 DM 数据库的体系结构 …… (58)
3.1.1 DM 数据库基本概念 …… (58)
3.1.2 DM 数据库的模式对象 …… (60)
3.1.3 表 …… (61)
3.2 DM 的数据类型 …… (61)
3.2.1 字符数据类型 …… (61)
3.2.2 数值数据类型 …… (62)
3.2.3 日期时间数据类型 …… (64)
3.2.4 多媒体数据类型 …… (67)
3.3 数据库和模式的创建与管理 …… (68)
3.3.1 用 JManager 创建数据库 …… (68)
3.3.2 模式的创建 …… (71)
3.4 表的创建 …… (72)
3.4.1 表的结构 …… (72)
3.4.2 用 JManager 创建表 …… (74)
3.4.3 显示相关性 …… (78)
3.4.4 表记录的输入与浏览 …… (79)
3.5 数据库及表结构的修改和删除 …… (80)
3.5.1 修改数据库属性 …… (80)
3.5.2 表结构的修改和重组 …… (81)
3.5.3 数据库、模式和表的删除 …… (83)
3.6 DM 数据库体系结构的进一步分析 …… (83)
3.6.1 DM 数据库系统的构成 …… (83)
3.6.2 DM 系统数据字典 …… (87)
上机实验 …… (88)
习题 3 …… (89)

第 4 章 SQL …… (90)
4.1 SQL 概述 …… (90)
4.1.1 SQL 简介 …… (90)
4.1.2 DM_SQL 的基本功能与特点 …… (91)
4.2 表达式 …… (92)
4.2.1 运算符 …… (92)
4.2.2 函数 …… (96)
4.2.3 常用函数 …… (96)
4.3 SQL 数据库和表的定义 …… (104)
4.3.1 DM_SQL 中的数据库定义 …… (104)
4.3.2 DM 中 SQL 的表定义 …… (107)
4.4 数据查询 …… (114)
4.4.1 单表查询 …… (114)
4.4.2 连接查询 …… (119)
4.4.3 子查询 …… (123)
4.4.4 查询的交集 …… (126)
4.4.5 GROUP BY 和 HAVING 子句 …… (127)
4.4.6 ORDER BY 子句 …… (127)
4.4.7 选取前几条数据 …… (128)
4.5 数据更新 …… (128)
4.5.1 数据插入 …… (129)
4.5.2 数据修改 …… (132)
4.5.3 数据删除 …… (133)
上机实验 …… (133)
习题 4 …… (135)
第 5 章 常见数据库对象的处理 …… (136)
5.1 数据库对象 …… (136)
5.2 视图 …… (137)
5.2.1 视图的创建与删除 …… (137)
5.2.2 视图的意义 …… (140)
5.2.3 数据库三级体系结构的概念 …… (142)
5.3 索引 …… (143)
5.3.1 索引的意义与分类 …… (143)
5.3.2 索引的定义 …… (144)
5.3.3 索引的维护 …… (146)
5.4 触发器 …… (148)
5.4.1 触发器概念 …… (149)
5.4.2 触发器的定义 …… (151)
5.4.3 禁止和允许触发器 …… (153)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

5.4.4 触发器的删除 …… (154)
上机实验 …… (154)
习题 5 …… (156)
第 6 章 数据库安全管理 …… (157)
6.1 安全性概述 …… (157)
6.1.1 数据库安全性的概念 …… (157)
6.1.2 DM 系统中安全管理的三个方面 …… (160)
6.2 DM 中用户身份验证 …… (161)
6.2.1 登录认证 …… (162)
6.2.2 角色与权限 …… (164)
6.3 权限管理 …… (168)
6.3.1 DM 系统级权限 …… (171)
6.3.2 DM 表级权限 …… (172)
6.3.3 DM 行级权限 …… (175)
6.3.4 DM 列级权限 …… (176)
6.3.5 存储函数/过程权限 …… (177)
6.4 DM 中的审计 …… (177)
6.4.1 DM 审计设置 …… (178)
6.4.2 DM 数据库审计员的创建和删除 …… (179)
6.4.3 DM 审计取消 …… (179)
6.4.4 DM 审计信息查阅 …… (179)
6.5 JManager 中与数据库安全相关的功能 …… (180)
6.5.1 管理登录 …… (181)
6.5.2 管理用户 …… (182)
6.5.3 管理角色 …… (184)
6.5.4 有关节点的管理权限菜单选项 …… (186)
上机实验 …… (188)
习题 6 …… (188)
第 7 章 故障恢复与备份 …… (190)
7.1 数据库故障恢复 …… (190)
7.1.1 REDO 日志和回滚段 …… (191)
7.1.2 事务故障恢复 …… (191)
7.1.3 系统故障恢复 …… (192)
7.1.4 介质故障恢复 …… (193)
7.2 物理备份与还原 …… (193)
7.2.1 联机备份 …… (194)
7.2.2 实现备份 …… (195)
7.2.3 物理备份还原 …… (197)
7.2.4 备份还原与恢复 …… (198)

7.3 逻辑备份与还原 …… (200)
7.3.1 逻辑备份与恢复工具 …… (200)
7.3.2 逻辑备份使用举例 …… (203)
7.3.3 逻辑恢复使用说明 …… (205)
上机实验 …… (207)
习题七 …… (208)
第8章 数据迁移 …… (209)
8.1 数据迁移概述 …… (209)
8.1.1 DM的JDTS功能 …… (209)
8.1.2 数据迁移的根据 …… (210)
8.1.3 JDTS的数据类型 …… (210)
8.1.4 迁移工具JDTS及其比较 …… (213)
8.2 使用JDTS迁移数据 …… (214)
8.2.1 启动JDTS …… (214)
8.2.2 选择源数据源 …… (214)
8.2.3 选择目标数据源 …… (217)
8.2.4 指定数据源的数据信息 …… (219)
8.2.5 输入查询语句 …… (220)
8.2.6 选择源表或视图 …… (221)
8.2.7 选择迁移策略 …… (222)
8.2.8 选择DM对象迁移策略 …… (224)
8.2.9 选择目的文本文件属性 …… (226)
8.2.10 选择源文本文件属性 …… (226)
8.3 从其他数据源向DM迁移 …… (230)
8.3.1 选择“从数据库”时 …… (230)
8.3.2 选择“从文件”时 …… (232)
上机实验 …… (236)
习题8 …… (236)
附录 习题参考答案 …… (237)
参考文献 …… (248)

第 1 章

数据库系统概述

数据库技术是目前计算机信息处理的主要技术，其核心内容是数据管理。本章介绍数据库系统的相关知识、数据库应用系统的开发过程、数据库管理系统，以及达梦数据库管理系统的安装过程及基本工具。

1.1 数据处理与数据库系统

在计算机领域，信息和数据是密切相关的两个概念，信息处理也称为数据处理。因此，首先介绍信息和数据的含义。

1.1.1 数据处理

1. 信息与数据

从计算机处理信息的角度看，信息是对现实世界中各种事物的存在特征、运动形态以及不同事物间的相互联系等诸要素（也就是事物的属性）进行描述，并通过人脑抽象而形成的概念。这些概念可以被人们认识、理解，并被表达、加工、推理和传播，以达到帮助人们认识世界和改造世界的目的。因此，信息是关于事物以及事物间联系的知识。

人们已经越来越认识到信息的重要性，将信息、能源与物质并列为人类社会活动的三大要素。人类进步的突出标志之一就是对信息的表达、加工以及传播手段的不断革新。

要表达信息就必须借助于符号。迄今已有了非常多表达信息的方式，表达信息的符号记录就是数据。数据是信息的载体，信息是数据的内涵。例如，可以通过“姓名、性别、出生日期、成绩、长相”等属性来描述一个学生，而｛张三，男，1985/10/02，平均分 80，照片｝等就是表达特定学生的数据；可以通过“手机型号、厂家、生产日期、价格、外观”等属性来描述一部手机，而｛A30，TCL，2005/09/01，1100.00 元，外观图片｝等就是表达特定手机对象的数据。

可以看出，描述和表达特定对象的信息是通过对这些对象的各属性取值而得到的，这些属性值就是数据。数据的符号是各种各样的，大致可归纳为文字、数字、图形（像）、声音、动画和视频等，计算机将这些符号都转换成二进制符号 0 和 1 来保存和处理。计算机只能处理数据，这些数据所蕴含的有语义的信息是用户赋予的，因此在计算机领域一般不严格区分“信息”和“数据”这两个概念，一般都称为数据，对信息的加工处理也称为数据处理。

2. 数据处理

现实社会中，人们的生产经营、管理和日常生活会产生大量的数据，这些数据通常都是原始数据。例如，企业经营管理活动中的会计账本数据，股市股票交易的成交数据等。这些原始数据中隐藏了企业经营状况、股票预期走势等各种信息。企业经营者为了把握企业经营状况，要对会计账本数据进行加工处理，编制成会计报表；从事股票交易的投资者要将股票交易数据加工成各种技术图表，以指导投资决策等。这些都是数据处理。

因此，所谓数据处理，就是指对数据的收集、整理、组织、存储、维护、查询、加工、传输的过程。数据处理的目的是获取有用的信息，核心是数据。

3. 数据管理与数据库技术

计算机在数据处理过程中所涉及的数据量很大，因此对数据的管理就显得格外重要。数据管理包括对数据的组织、存储、查询、维护和传输。数据库技术是目前最主要的数据管理技术。

⑴ 数据库技术的产生

计算机数据管理技术随着计算机软、硬件技术的发展经历了三个阶段：手工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段。

早期的计算机主要用于科学计算，没有磁盘等数据直接存取设备，也没有操作系统和管理数据的软件。数据保存在纸带、卡片、磁带等上面由人工管理，要使用时才输入计算机。

20 世纪 50 年代中期，计算机开始大量用于数据处理，有了磁盘等数据直接存取设备，有了操作系统，数据管理进入文件系统阶段。操作系统有专门的文件管理模块，数据可以长期保存，应用软件不必过多考虑数据存储的物理细节。数据由应用程序定义，数据不独立，共享性差，冗余度大。

20 世纪 60 年代中期以后，文件系统已不能满足实际需要，于是产生了数据库技术，出现了统一管理数据的专门软件——数据库管理系统（DBMS：Data Base Management System）。

⑵ 数据库技术的特点

① 数据结构化：数据库是存储在外存上的按一定的结构组织好的数据集合。在文件系统中，文件之间是没有联系的，而数据库中文件是相互联系的。

② 数据共享性好、冗余度低：数据库中的数据是面向系统内所有用户需求的，是完备的；针对特定用户的应用程序所使用的数据都是从数据库中抽取出来的，所以在数据库中数据无须重复保存。

③ 数据独立性强：由于数据库采用三级模式，两级映射，因此，数据库具有很强的数据独立性。物理设备的改变不会影响数据库逻辑结构。另外，若数据库全局逻辑结构发生了变化，但用户应用程序使用的数据没有变化，则这种全局变化不影响具体的用户程序。

④ 统一管理：数据库的定义、创建、维护、运行操作等所有功能由 DBMS 统一管理和控制，使数据库的性能和使用方便性得到充分体现。

随着计算机软、硬件技术和网络技术的飞速发展及应用领域不断扩大，数据管理技术在

不断发展，数据库技术也在不断发展和提高。

1.1.2 数据库系统

那么，什么是数据库呢？所谓数据库（DB：Data Base），简而言之，就是相关联的数据的集合。数据库是信息系统的重要组成部分，其中存放着信息系统所需要的各种相关数据。在计算机中建立的数据库，加上它所需要的各种资源就组成了数据库系统。

数据库系统是指在计算机中引入数据库后的系统构成，由计算机软、硬件，数据库，数据库管理系统，应用程序，以及数据库管理员和数据库用户构成（见图 1-1）。

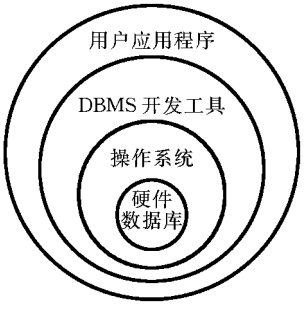

图 1-1 数据库系统的构成

1. 数据库系统的环境

计算机硬件是数据库赖以存在的物理设备。一般来说，数据库系统需要高性能的计算机，存储容量大、速度快的计算机更能充分发挥数据库的作用。对于大部分企业或单位来说，现在都是在网络环境下使用数据库，数据库一般保存在数据库服务器上，因此，对作为服务器的计算机的性能要求更高，并要求具备相应的网络设备与环境。

操作系统是管理计算机所有软、硬件资源和提供用户接口的必不可少的系统软件，其他程序只有在操作系统支持下才能工作。为了满足不同用户的多种需求，目前，性能完善的 DBMS 一般都有不同版本，它们对操作系统和软、硬件环境有不同的要求。

在选择数据库系统开发环境时，一定要注意系统对计算机软、硬件的要求。

2. 数据库与 DBMS

DBMS 是专门处理数据库的软件。围绕数据库的所有工作，包括数据库的定义和建立，数据的输入、查询、输出，以及数据库的维护和安全保护等，都由 DBMS 完成。DBMS 是数据库系统的核心。

DBMS 的主要工作是数据管理，很多数据库的应用都需要其他相关的工具软件协助工作。数据库是以磁盘文件的形式来保存数据及数据库的相关信息的。

3. 用户与应用程序

建立数据库是为了有效管理和处理大量数据并获取信息。一般的用户都是通过应用程序使用数据库的，用户应用程序体现了数据库的功能。由于很多应用是在网络环境下进行的，而且数据库保存在数据库服务器上，DBMS 的基本功能是管理数据库，故开发数据库应用程序一般要借助程序设计语言，并在程序中处理数据库和程序的数据连接与交换。

设计数据库和设计建立在数据库之上的应用程序是开发信息系统的主要工作。

4. 数据库管理员

数据库中的数据是极为重要的资源，并且时时在变化。为了使数据库总是处于最优状态，数据应总是保持最新和正确的。一般大型数据库系统都配有专职的数据库管理员（DBA：Data Base Administrator），其职责是管理和维护数据库，他们拥有对数据库的最高处理权限。

具体而言，DBA 的主要工作包括：安装并升级数据库服务器；监控并优化数据库服务器的工作；正确配置使用存储设备；备份和恢复数据；管理数据库用户和安全；与数据库应用开发人员协调；转移和复制数据；建立数据仓库等。

DBA 是数据库系统中非常重要的人员。若要成为某个大型 DBMS 的 DBA，则必须掌握数据库、网络、操作系统、程序设计等相关领域的大量知识，要通过严格的考试并获得相应的资格认证。目前主要的数据库厂商都提供了各自的资格认证。

1.2 数据库应用系统的基本开发过程

当现有的信息处理手段和方法不能满足用户管理的实际需求时，用户就需要开发新的信息处理系统。如果采用数据库作为核心技术，则所开发的信息处理系统就是数据库应用系统。目前，绝大部分信息系统都采用数据库技术。

1.2.1 数据库应用系统概述

在开发数据库应用系统时，用户对于系统有两类需求：信息需求和功能需求。

用户的信息需求是指系统能够以适当的形式提供用户所需要的信息，这些信息应该包含在系统的数据库中。功能需求是指系统能够实现用户要求的对数据的管理维护、运算加工、查询、数据分析、报表输出、传送以及安全保护等。通过数据库应用系统的开发设计和运行，可满足用户的实际需求。

但是，开发这样的系统，并没有一个简单和标准的模式。一般来说，用户是系统的提出者和最终使用者，往往并不了解系统开发技术和过程，必须由专业人员进行开发设计，而专业人员往往也不清楚用户的业务和实际要求，而且数据库应用系统所涉及的内容一般都很复杂，如果没有弄清楚就开始设计和实现，则所得到的系统往往不能满足用户要求。

人们经过长期的研究和实践，总结出了数据库应用系统开发的一般原则和方法。目前，系统开发采用的基本方法有结构化设计法和原型设计法两类。

结构化设计法将数据库应用系统的开发设计过程看成一个生命周期，因此也叫生命周期法。这种方法采用分步骤的设计思想，将一个系统开发过程分成几个不同阶段，每个阶段的成果作为下一阶段的开始。

由于必须由用户最终评价系统开发是否成功，因此，用户参与到系统开发中来至关重

要,加上开发工具的飞速发展,于是原型设计法得到了广泛应用。原型设计法的基本思想是让用户尽早看到系统的原型。根据用户提出的初步需求,尽快设计出一个可以运行的系统原型,然后边使用、边设计、边修改。

目前,许多数据库应用系统的开发设计就是将结构化设计法和原型设计法结合在一起来进行的。

1.2.2 三个世界与数据库设计

数据库应用系统的主要功能都是围绕着系统的数据库来开发设计的。为突出数据库的重要性,就将数据库应用系统开发设计称为数据库设计。数据库设计可定义为:对于给定的应用环境,设计构造最优的数据库结构,建立数据库及其应用系统,使之能有效地存储数据,对数据进行操作和管理,以满足用户各种需求的设计。

1. 三个世界与数据模型

数据库设计的最终目标是建立信息系统数据库,而在计算机上建立数据库必须由DBMS来完成。每一个DBMS都是基于某种数据模型设计的。目前,DBMS依据的数据模型有层次数据模型、网状数据模型、关系数据模型等。

所谓数据模型,就是对客观世界的事物以及事物之间联系的形式化描述。每一种数据模型都提供了一整套完整的概念、符号、格式和方法作为建立该数据模型的工具。目前广泛使用的是关系数据模型,按照关系数据模型建立的数据库称为关系型数据库。

因此,数据库设计必须根据用户需求建立系统的关系数据模型。但是,关系数据模型是面向DBMS的,它与用户的实际应用领域存在较大的距离,而且用户对数据模型不一定了解,而数据库开发人员也不一定熟悉用户的业务领域。因此,参与建立信息系统的两类人员——数据库设计人员和用户之间存在沟通问题,另外应用领域是很复杂的,往往要经过多次反复的调查、分析,才能弄清用户的需求,这样一来,依照实际情况直接建立数据模型就较为困难。

由于用户是信息系统开发的提出者和最终的使用者,所以为了保证设计的正确和符合用户要求,用户必须参与系统开发设计。在建立数据模型之前,一般先建立一个概念模型。概念模型使用用户易于理解的概念、符号、表达方式来描述事物及其联系,与任何计算机和实际DBMS没有关联,是面向用户的;同时,概念模型又易于向DBMS支持的数据模型转化。概念模型是对客观事物及其联系的抽象,也是一种数据模型。概念模型是现实世界向面向计算机的数据世界转变的过渡。目前常用的有实体联系模型。

在此,用三个世界来表达相应的层次:用户所在的实际领域称为现实世界;概念模型以概念和符号为表达方式,位于信息世界;DBMS所依赖的数据模型面向计算机的实现与表达,它位于数据世界,又称为机器世界。

2. 数据库设计的步骤

按照结构化设计法,数据库设计的步骤一般包括:需求分析、概念设计、逻辑设计、物理

设计、实施与测试、运行维护等。

在需求分析阶段，设计人员要调查现有系统的情况，了解用户对新系统的信息要求和功能要求，系统要处理的数据要收集完整，并进行分析整理，写出调查分析报告。

概念设计是在系统分析报告的基础上设计出全系统的概念模型。

逻辑设计要将概念模型转换为数据模型（如关系模型）。逻辑设计不依赖于任何DBMS。

物理设计是将逻辑设计的数据模型结合某一 DBMS 设计出能在计算机上实现的数据库模型。然后，在计算机上建立物理的数据库，通过测试之后就可投入实际运行。

就这样，通过对现实世界的调查分析，建立起系统的概念模型，从现实世界进入信息世界；通过将概念模型转化为数据模型进入数据世界；最后由 DBMS 建立物理数据库。这就是数据库设计的整个过程，如图 1-2 所示。

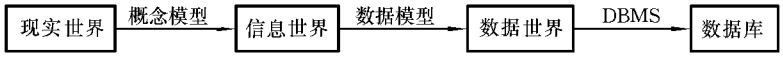

图 1-2　数据库设计过程示意图

1.3　数据库管理系统

DBMS 是数据库系统的关键部分，也是用户与数据库的接口。用户程序及任何对数据库的操作都是通过 DBMS 进行的。

1.3.1　DBMS 的作用和构成

1. DBMS 的主要功能

（1）数据库定义功能

DBMS 提供数据定义语言（DDL：Data Description Language），定义数据库的模式（内模式、外模式），实现模式之间的映射，定义各种数据库对象。

（2）数据库操纵功能

提供数据操纵语言（DML：Data Manipulation Language），实现对数据库的操作。有四种基本的数据库操作：查询、插入、修改和删除。

（3）支持程序设计语言

大部分用户都是通过应用程序使用和操纵数据库的。DBMS 支持程序设计语言。具有宿主功能的 DBMS 可以将数据库操作命令嵌入某一主语言中使用。另外，通过通用的数据库连接接口，DBMS 与程序之间可以实现数据交换。

（4）数据库运行控制功能

DBMS 主要通过数据安全性和完整性检验、故障恢复和并发操作等来实现对数据库运

需要全本请访问 www.ertongbook.com