

数据库系统实验指导

冯玉才 陈永平 编著
刘小平 审校



本书配有电子教案



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

内 容 简 介

随着我国软件产业的发展,国产数据库系统在功能和性能上已经与国外数据库管理系统相当,同时在操作和使用上几乎完全相同,也更适合中国国情和国人的使用习惯。本书选用了具有完全自主知识产权的数据库管理系统 DM,作为本书的实验数据库系统。本书包括 10 个实验和“服务器错误代码汇编”附录,通过对本书的学习和实践,会使读者熟练掌握数据库系统的应用技术并学会设计和开发应用系统。该书既可以作为数据库课程的实验指导书,也可以作为“数据库系统基础”的辅助教材。

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

数据库系统实验指导 / 冯玉才, 陈永平编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.5

ISBN 7-121-02269-9

I.数... II.①冯...②陈... III.数据库系统—高等学校—教学参考资料 IV.TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 008457 号

责任编辑: 黄以铭 梁晶

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12.75 字数: 260 千字

印 次: 2006 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 22.00 元 (含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。

联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

数据库管理系统是最重要的基础软件之一，它是计算机信息系统的核心技术。“数据库系统”是计算机专业学生的必修课程，也是一些非计算机专业学生的选修课，其任务是使学生在正确理解数据库系统原理的基础上，熟练掌握数据库管理系统的应用技术，并学会使用流行的应用开发工具来设计与开发应用系统。

然而，国内的大专院校在数据库教学中通常使用国外数据库系统作为教学实验工具。由于引用的软件在资料及版本完整性方面存在诸多问题，而且大量的资料学生难以在有限时间内去阅读，所以效果较差。近年来，随着国家对国内软件产业支持力度的加大，国产数据库管理系统软件也取得了长足发展。国产数据库系统在功能和性能上已与国外数据库系统相当，在操作和使用上也基本相同，在许多方面甚至还优于国外数据库系统，如全汉字图形界面、简单易学的安装过程、方便灵活的操作环境等，都特别适合中国国情和国人的使用习惯。

基于上述原因，本实验指导书在编写的过程中，选用的数据库实验系统是我国第一个具有完全自主知识产权的数据库管理系统 DM。DM 是一个具有较高安全级别的通用数据库管理系统，在主要功能上与 Oracle 和 SQLServer 一样，且 DM 在安全控制、全文检索和对多媒体数据的支持上具有自己的特点。

本实验指导书是作者在多年从事国产数据库研究、开发、教学和应用推广基础上，为满足“数据库原理及应用”课程的教学需要而编写的实验指导书。本书内容循序渐进、深入浅出，使读者可以充分利用数据库管理工具和交互式 SQL 平台深刻理解数据库原理，并能应用 Delphi 开发工具进行数据库应用系统的初步开发，达到理论和实践的紧密结合。

本书共包括 10 个基本实验和 1 个附录。实验 1 介绍了数据库系统的安装和启动；实验 2 介绍了数据库的创建和管理；实验 3 介绍了表的创建与管理；实验 4 是数据的插入、删除和更新，重点介绍了 INSERT、DELETE 和 UPDATE 命令的使用；实验 5 是数据查询和索引，详细介绍了利用 SELECT 语句进行单表查询、多表连接查询、嵌套查询等，并介绍了 GROUP BY、ORDER BY 和 HAVING 子句的应用以及如何建立索引等；实验 6 是视图的定义与管理；实验 7 是数据库系统的安全，重点介绍了数据库用户、角色和权限管理；实验 8 介绍了数据库备份和恢复；实验 9 是 DM 数据库特色实验，介绍了 DM 强制存取机制和全文检索的使用；综合实验 10 为数据库应用系统的初步开发，利用 Delphi 开发工具，按照软件工程的分析、设计方法循序渐进地介绍了进行学生成绩管理系统的初步开发的全过程。

本书的编写特点是：每个实验都设计为目的和要求、背景知识、内容和步骤以及实习题四部分，使读者在实验过程中充分了解相关知识背景。同时，为了方便读者查询在执行 SQL 语句时出现的错误代码含义，书末安排了附录内容：服务器错误代码汇编。对于系统中出现的报错代码，在附录中

可查找出错原因。

本书可作为计算机及相关专业本科、专科“数据库系统”课程的配套实验教材，同时也可供工程技术人员和参加自学考试的人员阅读参考。

在本书的编写过程中，易宝林和班鹏新两位博士根据自己的教学经验，对本书的内容提出了宝贵意见，达梦数据库公司员工杨利为本书的资料收集、整理做了大量工作，吴恒山教授对本书进行了最后的审读，对此表示诚挚的谢意。

敬请广大读者和专家对书中的错误和不妥之处，提出批评，并加以指正。

编 者
2006年2月

《数据库系统实验指导》

读者调查表

尊敬的读者：

感谢您对我们的支持与爱护。为了今后为您提供更优秀的图书，请您抽出宝贵的时间将您的意见以下表的方式及时告知我们（可另附页）。我们将从中评选出热心读者若干名，免费赠阅我们以后出版的图书。

您的意见是我们创造精品的动力源泉！



姓名：_____ 性别：☐ 男 ☐ 女 年龄：_____ 职业：_____

电话（寻呼）：_____ E-mail：_____

传真：_____ 通信地址：_____

邮编：_____

1. 影响您购买本书的因素（可多选）：

☐封面封底 ☐价格 ☐内容提要、前言和目录 ☐书评广告 ☐出版物名声
☐作者名声 ☐正文内容 ☐其他_____

2. 您对本书的满意度：

从技术角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意
☐改进意见_____

从文字角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意
☐改进意见_____

从版面、封面设计角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意
☐不满意 ☐改进意见_____

3. 您最喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

4. 您最不喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

5. 您希望本书在哪些方面进行改进？

6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有：

请寄：武汉市 洪山区 吴家湾 邮科院路特1号湖北信息产业科技大厦1406室

博文视点资讯有限公司 收（430074）

电话：027-66012959

E-mail: jingli@broadview.com.cn

欢迎投稿：027-87690811

E-mail: broadvieweditor@gmail.com

目 录

前 篇

■ 数据库系统实验基础	1
1 数据库系统理论基础	1
1.1 数据与数据库	1
1.2 数据管理技术的发展	2
1.3 关系数据库概述	3
2 DM 数据库管理系统	4
2.1 DM 产品的发展简史	4
2.2 DM 产品的特点和技术指标	6
2.3 DM 产品支持的程序接口	9
3 案例	9

实验篇

■ 实验 1 数据库系统的安装和启动	11
1 目的和要求	11
2 背景知识	11
3 内容和步骤	12
3.1 数据库系统产品的构成	12
3.2 数据库系统运行环境	12
3.3 数据库系统安装和卸载	13
3.4 数据库系统的启动与停止	24
4 实习题	26
■ 实验 2 数据库的创建和管理	28
1 目的和要求	28
2 背景知识	28
3 内容和步骤	30
3.1 创建数据库	30
3.2 查看和修改数据库属性	34
3.3 删除数据库	36

4 实习题	37
■ 实验 3 表的创建与管理	39
1 目的和要求	39
2 背景知识	39
3 内容和步骤	40
3.1 数据类型	40
3.2 完整性约束	42
3.3 表的创建	43
3.4 表的删除	48
3.5 表的修改	49
3.6 创建和修改表的完整语法	52
4 实习题	56
■ 实验 4 数据操纵	58
1 目的和要求	58
2 背景知识	58
3 内容和步骤	58
3.1 数据插入	59
3.2 数据删除	63
3.3 数据更新	64
3.4 使用管理工具 JManager 管理表格数据	66
4 实习题	67
■ 实验 5 数据查询和索引	70
1 目的和要求	70
2 背景知识	70
3 内容和步骤	71
3.1 SELECT 语句	71
3.2 单表查询	72
3.3 连接查询	81
3.4 嵌套查询	86
3.5 GROUP BY、ORDER BY 和 HAVING 子句	88
3.6 建立索引	91
4 实习题	95
■ 实验 6 视图的定义与管理	97
1 目的和要求	97

2 背景知识	97
3 内容和步骤	97
3.1 视图的定义	97
3.2 删除视图	101
3.3 视图的查询	103
3.4 视图数据的更新	104
4 实习题	107
■ 实验 7 数据库系统的安全	108
1 目的和要求	108
2 背景知识	108
3 内容和步骤	109
3.1 身份验证	109
3.2 权限管理	118
3.3 审计	124
4 实习题	126
■ 实验 8 数据库备份和恢复	128
1 目的和要求	128
2 背景知识	128
3 内容和步骤	129
3.1 数据库的备份	129
3.2 数据库的恢复	131
4 实习题	134
■ 实验 9 DM 数据库特色实验	135
1 目的和要求	135
2 背景知识	135
3 内容和步骤	137
3.1 数据库强制存取控制	137
3.2 全文检索	146
3.3 多媒体信息存储管理	151
4 实习题	153
■ 实验 10 数据库应用开发初步	154
1 目的和要求	154
2 背景知识	154
3 内容和步骤	156

3.1 系统需求分析	156
3.2 系统设计	156
3.3 实施准备	160
3.4 系统实施	170
4 实习题	179
■ 附录 服务器错误代码汇编	180

数据库系统实验基础

1 数据库系统理论基础

1.1 数据与数据库

1. 信息

信息是客观事物的反映，是对客观事物的描述。它是泛指通过各种方式传播的并可被感受的声音、文字、图像、符号等所表征的某一特定事物的消息、情报或知识。

2. 数据

数据是表达信息的某种符号（数字、文字或图形），是信息的一种量化表示。数据反映信息，而信息依靠数据来表达。计算机只能存储数据。因此，必须把信息转换成计算机能接受的数据。

数据在计算机中是广义的，它不仅指通常意义的数值数据，而且包括文字、声音、图形、图像以及其他信息。

3. 数据处理

数据处理是指对原始数据进行收集、整理、存储、分类、排序、检索、维护、加工、统计和传输等一系列活动的总称。

数据处理的目的是获得所需的资料和有用的数据作为决策的依据。

4. 数据库

数据库是存放数据的“仓库”，准确地讲，数据库是长期存储在计算机内、有组织的和可共享的数据集合。

数据库存放数据的优点：减少数据的重复，实现数据资源共享；数据库与程序各自独立，应用程序不涉及数据的物理存放和结构的细节；通过命令即可方便而又有效地对数据进行追加、修改和

检索等操作。

5. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称 DBMS) 是位于用户与操作系统之间的一层数据库管理软件。它的主要功能包括:

(1) 数据定义功能。DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language), 用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义, 如创建表、视图和索引等。

(2) 数据操纵功能。DBMS 提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language), 用户可以使用数据操纵语言操纵数据, 实现对数据库的基本操作, 例如, 对数据进行增加、修改、删除和查询等。

(3) 数据库的运行管理。数据库在建立、运用和维护时, 由数据库管理系统统一管理、统一控制, 以保证数据的安全性、完整性, 以及多用户对数据库的并发访问控制和发生故障后的系统恢复。

(4) 数据库的建立和维护。包括数据库的创建和初始化、数据库的备份和恢复、数据库的重组、性能监视和分析等。

6. 数据库系统

数据库系统是将存储有密切联系的数据集合有组织地、动态地进行, 并对该数据集合进行统一管理的计算机软件以及硬件资源所组成的系统。它包括四个要素。

- 数据: 数据库系统的管理对象;
- 硬件: 数据库系统的物理支撑, 其中包括 CPU、内存储器、硬盘及 I/O 设备;
- 软件: 系统软件和应用软件, 系统软件包括操作系统和数据库管理系统 (核心软件), 负责对数据库的运行进行控制和管理, 而应用软件是用户根据需要开发的数据库应用程序;
- 用户: 数据库系统管理员 (DBA)、数据库应用程序开发员和最终用户。

1.2 数据管理技术的发展

早期的计算机只用于数值计算, 到 20 世纪 50 年代后期, 人们发现计算机除擅长计算外, 对数据处理也显示了其优越性与威力。这一发现使计算机应用进入另一个广阔天地。此后, 随着计算机技术的迅速发展, 数据处理技术也以惊人的速度发展着, 从而使得计算机应用领域的绝大部分不是在数值计算方面, 而是在数据处理方面。尤其在进入信息时代以后, 数据处理方面应用的价值和意义是无法估量的。

数据处理的发展大致分为手工管理、文件系统和数据库系统三个阶段:

1. 手工管理阶段

计算机用于数据处理的初级阶段, 数据的管理是由程序员个人考虑和安排的。程序员把数据处

理纳入程序设计的过程中,除了编制程序之外,还要考虑到数据的逻辑定义和物理组织,以及数据在计算机存储设备内的物理存储方式。程序和数据混为一体,在需要存储或引用数据时,直接按存储地址存取。

2. 文件系统阶段

当计算机操作系统包含有文件系统后,把数据组成文件的形式就使得计算机数据管理进入了一个新阶段。这一阶段数据管理的特点是:数据以文件形式长期保存;由文件系统管理数据;数据与程序有一定的独立性,但是独立性差;数据共享性不强,冗余度大。

3. 数据库系统阶段

随着数据管理规模的不断扩大,为了满足大量数据集中存储并提供给众多用户使用的要求,20世纪60年代后期以来,数据库技术被广泛用于数据处理。

数据库系统的特点有:采用结构化的数据模型;数据共享性高,冗余度低;有较高的数据独立性和较好的数据控制能力。

1.3 关系数据库概述

关系数据库是目前使用最广泛的主流数据库系统,它应用数学方法来处理数据库数据。20世纪70年代以后开发的数据库管理系统产品几乎都是基于关系模型的。在数据库发展的历史上,最重要的成就就是关系模型。

1970年美国IBM公司的研究员E.F.Codd首次提出了数据库系统的关系模型,开创了数据库关系方法和关系数据理论的研究,为数据库技术奠定了理论基础。

1. 关系

关系数据库采用数学理论来组织数据库中的数据,它建立在严格的理论基础之上,使用了集合、域、关系及笛卡尔积等数学概念。关系用来描述实体与实体之间的关系,不同关系之间通过公共属性取得相互联系。

可以把关系看成是一个二维表,其主要性质如下:

- (1) 二维表的每一行对应数据库中表的一条记录。
- (2) 二维表的每一列对应数据库中表的一个字段(数据项)。
- (3) 表的每一列(即每个字段)只能有唯一的一个名字和一种数据类型。
- (4) 每个表都要有一个名字,叫表名;表的记录都有一个编号,称为记录号(行号);表的每一列必须有个名字,称为字段名或数据项名。
- (5) 要存储一个二维表,必须对每一列(每个字段)规定名字、数据类型和所占最大宽度等,这些描述称为表结构。

2. 关系模型

关系模型是采用表格数据来表示和实现实体间的联系，由数据本身自然地建立起它们之间的联系。

关系模型的优点有：①数据结构简单；②可以直接处理多对多的关系；③能够一次提供一个元组集合；④数据独立性很高；⑤理论基础坚实。

3. 关系数据库标准语言——SQL

SQL (Structured Query Language) 是 1974 年 Boyce 和 Chamberlin 提出的，并作为 IBM 公司 San Jose Research Laboratory 研制的关系数据库管理系统原形 SYSTEM R 的查询语言文本。SQL 是 SQUEL (Structured English Query Language) 的简写，它的前身是 SQUARE。1986 年美国国家标准局的数据库委员会批准 SQL 作为关系数据库语言的美国国家标准，并于当年公布了标准 SQL 文本。1988 年国际标准化组织 ISO 批准 SQL 作为关系数据库语言的国际标准，并公布了标准文本。

SQL 是一种介于关系代数与关系演算之间的结构化查询语言，其功能并不仅仅是查询。SQL 是一种通用的、功能极强的关系数据库语言。SQL 语言集数据查询 (Data Query)、数据操纵 (Data Manipulation)、数据定义 (Data Definition) 和数据控制 (Data Control) 功能于一体。

2 DM 数据库管理系统

DM 是武汉华工达梦数据库有限公司 (简称达梦公司) 推出的新一代高性能数据库产品。它具有开放的、可扩展的体系结构，高性能事务处理能力，以及低廉的维护成本。DM 是完全自主开发的数据库软件。

DM 具有以下特点：

- 是以 RDBMS 为核心，以 SQL 为标准的通用数据库管理系统；
- 支持 SMP 系统，在增加主机 CPU 的情况下实现数据库性能的线性加速提高；
- 提供了多操作系统支持，并能运行在多种软、硬件平台上；
- 提供了丰富的数据库访问接口，包括 ODBC、JDBC、API 和 OLEDB 等；
- 提供了完善的日志记录和备份恢复机制，保证了数据库的安全稳定，数据完整正确；
- 提供了易于操作而功能又强大的客户端管理软件。

2.1 DM 产品的发展简史

DM 是“数据库多媒体”英文 Database Multimedia 的缩写，也是中文“达梦”二字汉语拼音“DA MENG”的缩写，达到梦想，梦想就是中国人要制造出自己的数据库管理系统，达梦公司是从事数据库管理系统研发、销售和服务的专业化公司，其发展历程见图 0-1。

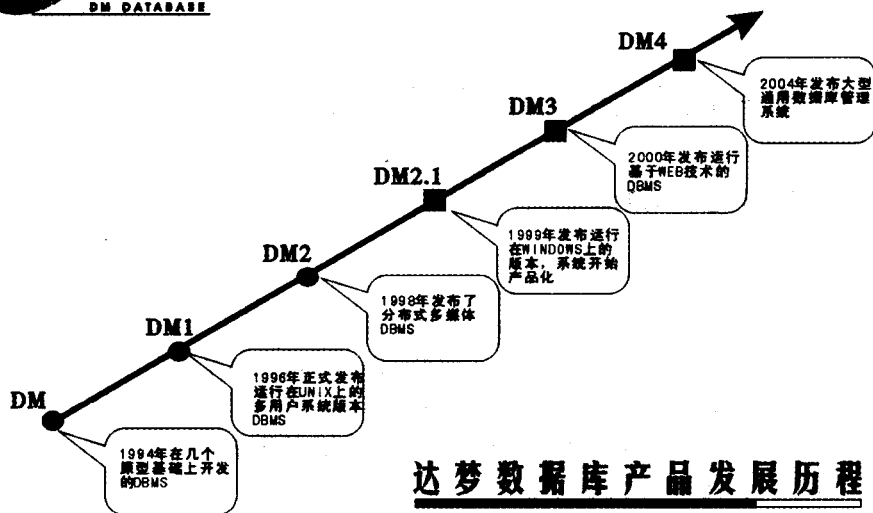


图 0-1 达梦数据库管理系统产品发展历程

1994年，达梦公司前身华中科技大学达梦数据库多媒体研究所在冯玉才教授的领导下，研制了我国第一个具有自主知识产权的数据库管理系统 DM。以此为基础，在国家有关部门的支持下，又将数据库与人工智能、分布式、图形、图像、地理信息、多媒体、面向对象、并行处理等多个学科领域的技术结合起来，研制了各种 DM 的原型，这些原型系统从体系上分有单用户、多用户、集中式、分布式和 C/S 结构；从功能上分有知识数据库、图形数据库、地图数据库、多媒体数据库、面向对象数据库、并行数据库和安全数据库等。这些研究一方面得到了社会的承认，获得了国家和省部级科技进步奖，另一方面也得到了国家有关部门的强力支持。

到 2000 年，达梦公司已经推出达梦数据库管理系统系列之 DM3，在安全技术、跨平台分布式技术、Java 和 XML 技术、智能报表、标准接口等诸多方面，又有重大突破。DM3 在众多行业尤其是 Internet 领域（如网站、电子支付、电子政务）和安全应用领域迅速得到应用。

2001 年，DM3 通过信息产业部技术鉴定。鉴定委员会一致认为“DM3 设计思想新颖，功能丰富，界面友好，在数据模型、数据类型、安全技术等方面具有创新。DM3 经过了严格规范的测试和多种大型应用的实际考验，已达到了较高的实用化、产品化和商品化程度。DM3 是具有我国自主知识产权的安全数据库管理系统，在总体设计和技术上处于国内领先地位，达到了国际先进水平。在军用和国民经济各领域均有广泛的应用前景。”

在总结 DM3 成功经验的基础上，达梦公司于 2002 年开始研发全新的数据库管理系统 DM4，该项目成为国家 863 数据库重大专项——大型通用数据库管理系统项目 DM4。

2004 年，达梦公司正式推出 DM4。DM4 是达梦公司的新一代高性能数据库产品。DM4 采用新的体系结构，重新设计了数据存储、并发控制、事务处理、查询优化和执行等核心模块。和 DM3 相比，DM4 特别加强了对 SMP 系统的支持，以更好地利用多 CPU 系统的处理能力，使多用户并发处理更平稳、流畅。目前，使用 DM3 的用户全部都升级到了 DM4 上，DM4 已广泛应用在国民

经济的各个领域。

2005 年, 达梦公司研制的新一代数据库管理系统 DM V5 已面世。

2.2 DM 产品的特点和技术指标

1. DM 产品的功能特性

(1) 采用符合国际标准的语言 SQL

结构化查询语言 SQL 是一种符合国际标准和国家标准的关系数据库语言。该语言经过多次修订, 于 1992 年公布了 SQL-92。我国也公布了数据库语言 SQL 的国家标准。由于 SQL 标准的制定与实施, 屏蔽了不同 DBMS 产品之间的差异, 方便了用户使用, 也为异种数据库互连互访奠定了基础。目前, 主流数据库管理系统均支持 SQL 语言, 在未来相当长的时间里, SQL 还将是数据库领域以至信息领域中数据处理的主流语言。

DM 完全支持 SQL-92 初级版标准, 并支持大部分中级版特征和部分高级特征。在此基础上, 还支持某些 DBMS 专门的非标准 SQL 语法特征; 并提供了丰富的系统函数, 以方便用户从其他 DBMS 移植应用系统到 DM。

(2) 支持多库, 每个库支持多个物理文件

DM 支持 SQL-92 标准的目录(CATALOG)概念。目录在 DM 中, 称为“数据库”。它是一组相关逻辑对象的集合。物理上, 由一个或多个操作系统文件组成。可以动态地为数据库添加物理文件。这些文件可以分布在操作系统所能访问的任何随机存取介质上。系统允许用户动态地创建数据库。每个数据库相对独立, 有自己的数据字典(系统表)。不同的数据库可以拥有同名的数据库对象。在实际应用中, 用户可以利用 DM 的多库特性, 在同一个 DM 系统中, 建立不同目的的数据库, 如培训数据库、测试数据库和产品数据库等。

(3) 支持多模式

模式(Schema)是基本数据库对象的集合。DM 除了为每个用户建立同名的默认模式外, 还允许任意创建该用户名下的其他模式。用户可以灵活地使用这一特性, 建立应用系统。

(4) 物理数据页大小可选

物理数据页是系统内部数据组织的基本单位。系统的高速磁盘缓冲、I/O 等都以数据页为单位进行。DM 允许用户在建立系统时, 可在 4KB、8KB、16KB 或 32KB 中任选一个值作为页的大小, 以达到最优的应用系统性能。系统建立后, 不能修改页的大小。

(5) 服务器具有可配置的多工作线程处理功能

DM 使用一组工作线程来执行用户的各种数据库服务请求, 工作线程的数目在配置文件中指定。

用户物理连接数的增加不会影响工作线程的数量。工作线程是整个系统所公用的资源，不专门为某个特定的连接服务。如果某个数据库操作由于无法取得相应的资源（如锁）而不能继续，将暂停当前的数据库事务，相应的工作线程会立即执行其他的数据库请求服务。所以，连接数和任务请求数的增加对系统性能的影响是线性的。系统的工作线程在单 CPU 和多 CPU 机器上，都能很好地并发或并行操作。系统自动协调工作线程对内存、数据页等物理资源的共享。

现代的绝大多数操作系统都支持线程，因此，DM 没有对线程更多地干预，充分利用操作系统的线程调度，就可以高速接收、处理客户的请求，并返回相应的信息。

(6) 服务器支持 SQL-92 标准的所有数据类型

DM 支持 SQL-92 的所有数据类型，包括日期、时间、时间间隔、CLOB、BLOB、TEXT、IMAGE 类型，以及多种数据类型之间的自动或显式转换和运算。DM 还扩充了某些其他数据库管理系统支持的类型，以方便用户的使用习惯。DM 对多媒体大对象数据类型的处理进行了特别的优化。系统会自动按照该类型数据的实际大小，决定在记录的行内还是在行外存放，以提高系统的性能。

(7) 支持存储过程的定义、存储与调用

存储过程是一个访问数据库的程序，经预先优化和编译后存放在服务器上，供用户需要时调用。使用存储过程可以减少 SQL 在网络传输上花费的时间，加快 SQL 语句的执行。DM 支持存储过程，可以通过 DM 提供的客户端工具和各种接口建立存储过程。

按是否有返回值来分，DM 的存储过程分为“过程”和“函数”两类。这些函数可以像系统函数，如数学函数和字符串函数一样，在能出现表达式的所有地方使用，没有任何限制。DM 也支持按一定的规范，向系统注册用户用 C 语言或其他高级语言编写的函数，从而扩充系统的函数库。

(8) 支持触发器的定义、存储和使用

DM 支持行级和语句级的触发器。用户可以方便地使用触发器来实现特定的功能。

(9) 数据字典（系统表）的支持

数据字典记录了数据库中全部对象的描述信息。DM 对数据字典的实现是一系列系统表。用户可以用合法的 SQL 语句来查询这些系统表，就像查普通的表一样。用户也可以在系统表上建立索引或视图，以加快查询或限制对数据字典的访问。允许用户使用标准的 DDL 语句创建、删除或修改系统中的关系对象。DM 部分支持 SQL-92 标准中定义的信息模式视图。

(10) 事务处理能力

DM 支持数据库系统的四种隔离级别：未提交读、提交读、可重复读和可串行化。这些隔离级允许用户在应用程序中动态地设置。系统自动使用相应的封锁策略来实现相应的隔离级。DM 支持事务的开始、提交和回滚操作；在事务中，允许用户设置一个或多个保存点，以便事务的部分回滚。

(11) 日志、备份和恢复

DM 支持日志的产生和使用。当系统异常中止后,系统能利用日志自动进行恢复,并回滚尚未提交的活动事务。DM 采用物理操作和逻辑操作相结合的日志记录格式,以减少日志所占的空间大小,加快系统处理速度。

(12) 查询优化功能

DM 的查询优化子系统自动选择相应索引,并计算最优的查询路径来加快系统的执行速度。系统也允许用户查看查询优化器产生的查询计划,以便分析和检查优化器的执行结果,手工改写等价的 SQL 语句,以达到最佳的执行效率。

(13) 提供了开放式互联接口

DM 除了提供自己的应用开发工具外,还提供了 ODBC、JDBC、OLEDB 和 API 接口,使得用户可根据自己的需要选用他所熟悉的开发工具,如 PowerBuilder、Delphi、VC、VB 和 JBuilder 等。因此,熟悉一般数据库系统的用户使用 DM 无需进行新的培训。

2. DM 产品主要技术指标

- 定长字符串类型 (CHAR) 字段最大长度 8188B;
- 变长字符串类型 (VARCHAR) 字段最大长度 8188B;
- 多媒体数据类型字段最大长度 (2G-1) B;
- 一个记录 (不含多媒体数据) 最大长度 18000B;
- 一个记录中最多字段个数 1024 列;
- 一个表中最大记录数 256×4G 条;
- 一个表中最大数据容量 256×4GB;
- 表名、列名等标识符的最大长度 128B;
- 所能定义的最大连接数为 1024 个;
- 每个数据库的最多物理文件数目 32768 个;
- 物理文件的大小为 4G×4GB;
- 每个数据库最多的表、视图、索引等对象的数目各为 16777216 个;
- 数值类型的最高精度为 38 个有效数字;
- Where 中最大的条件数为 3038 个;
- 在一个列上允许建立的最多索引数为 1020 个;
- 表上的最大 UNIQUE 索引数为 64 个;
- Where 条件的语句长度为 32733B。