

MySQL

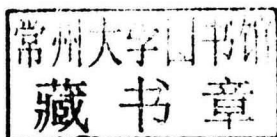
数据库实用教程

郑明秋 蒙连超 赵海侠 ■ 主编

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

MySQL 数据库实用教程

主 编 郑明秋 蒙连超 赵海侠
副主编 李英文 张海艳



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材是作者在多年的数据库开发实践与教学经验的基础上,根据计算机相关专业的职业岗位能力需求及学生的认知规律倾心组织编写的。本教材使用“员工管理信息系统”“小型图书系统”作为理论知识讲解的载体;使用“学生管理信息系统”作为实训练习的载体。主要内容包括:了解 MySQL 数据库,MySQL 的安装与配置,创建与管理数据库和表,数据表的基本操作,视图、索引和事务的使用,数据库编程,数据库管理。

本教材内容系统性强,知识体系新颖,理论与实践结合,突出实训部分,具有先进性和实用性。本教材可以作为计算机相关专业数据库课程的教材,也可以作为相关从业人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

MySQL 数据库实用教程 / 郑明秋, 蒙连超, 赵海侠主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 12

ISBN 978 - 7 - 5682 - 5082 - 5

I. ①M… II. ①郑… ②蒙… ③赵… III. ①SQL 语言 - 高等职业教育 - 教材
IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 325192 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 320 千字

版 次 / 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 施胜娟

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

MySQL 是一个开放源码的小型关系型数据库管理系统，开发者为瑞典 MySQL AB 公司。由于其体积小、速度快、总体拥有成本低，尤其是开放源码这一特点，许多中小型网站为了降低网站总体拥有成本而选择了 MySQL 作为网站数据库。

本书是面向 MySQL 数据库管理系统初学者的一本高质量书籍，适合教学使用。MySQL 因为其稳定、可靠、快速、管理方便及支持众多操作系统平台的特点，已经成为世界范围内最流行的开源数据库之一。目前国内对技术能力强的 MySQL 开发人员、管理人员需求旺盛。本书根据就业岗位需要，为初学者量身定做，除了理论知识外，重点通过实训练习，引领读者快速学习和掌握 MySQL 的开发和管理技术。

本书在内容编排上，以小型图书系统（bookDB）、员工管理信息系统（empMIS）、学生管理信息系统（stuMIS）为操作实例，从数据库的设计到数据库的管理、数据库应用展开编写。全书分为如下 7 个项目。

项目一，了解 MySQL 数据库。学习数据库管理系统中涉及的基本概念、MySQL 数据库的特征、MySQL 的应用环境、MySQL 的管理软件、MySQL 的体系结构和数据库访问技术。

项目二，MySQL 的安装与配置。学习 MySQL 及 MySQL 图形化管理工具的安装与配置。

项目三，创建与管理数据库和表。学习数据的基本操作，主要包括：数据库创建管理与删除，数据表的创建、修改、删除，常用的基本数据类型介绍。

项目四，数据表的基本操作。学习 MySQL 中向数据库表中插入数据的 insert 语句、更新数据的 update 语句、当数据不再使用时删除数据的 delete 语句、查询数据的 select 语句。本项目重点介绍如何使用 select 语句查询数据表中的一列或多列数据，使用集合函数显示查询、连接查询、子查询，以及正则表达式进行查询等。

项目五，视图、索引和事务的使用。学习在实际应用中如何创建和使用视图、索引和事务。掌握创建、修改和删除视图的方法，灵活运用视图简化表和简化数据的查询。掌握索引的分类，根据数据的特点创建各类索引，以加快检索速度。了解事务的特点、事务的提交和回滚。

项目六，数据库编程。学习了解 MySQL 中常量与变量的定义与使用、自定义函数与存储过程的功能与使用方法、触发器的功能及触发机制，使学生掌握三种数据库对象的作用和实际应用。

项目七，数据库管理。学习如何进行数据库的权限管理、数据的备份和恢复及日志管理。

本书的主要特色如下。

以技能实训为主，本书编写过程始终贯彻“以技能训练为宗旨，理论够用为度”的设

计原则，强化实际应用能力的训练。

图文并茂，注重操作，在介绍案例过程中，每一个操作均有对应步骤和过程说明。这种图文结合的方式使读者在学习过程中能够直观、清晰地看到操作的过程及效果，便于读者更快地理解和掌握。

易学易用，案例丰富。把知识点融汇于系统的实训案例当中，并且结合综合案例进行讲解和拓展，进而达到“知其然，并知其所以然”的效果。

提示注意，本书对读者在学习过程中可能会遇到的疑难问题以“提示”和“注意”的形式进行了说明，以免读者在学习的过程中走弯路。

由于编者水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，欢迎广大读者和同仁提出宝贵意见。

编 者

目 录

项目 1 了解 MySQL 数据库	1
1.1 数据库管理系统概述	1
1.1.1 数据库和数据库管理系统	1
1.1.2 数据库的发展阶段	2
1.1.3 数据库的类型	2
1.1.4 关系数据库管理系统	2
1.2 MySQL 数据库概述	4
1.2.1 MySQL 数据库简介	4
1.2.2 MySQL 的特征	4
1.2.3 MySQL 的应用环境	5
1.2.4 MySQL 的管理软件	6
1.2.5 MySQL 的体系结构	7
1.3 数据库访问技术	8
小结	11
思考与练习 1	11
项目 2 MySQL 的安装与配置	12
2.1 MySQL 服务器的安装与配置	12
2.2 MySQL 图形化管理工具	18
2.3 连接与断开服务器	19
2.4 MySQL 免安装版配置	20
小结	21
综合实训 2	21
思考与练习 2	21
项目 3 创建与管理数据库和表	22
3.1 创建与管理数据库	22
3.1.1 创建数据库	23
3.1.2 管理数据库	24
3.2 创建与管理数据表	25
3.2.1 MySQL 常用数据类型	26

3.2.2	创建数据表	30
3.2.3	管理数据表	33
3.2.4	约束管理	35
3.2.5	实训（创建 empMIS）	43
3.3	使用图形界面工具管理数据库及表	46
3.3.1	图形界面工具管理数据库	46
3.3.2	图形界面工具管理数据表	48
3.3.3	实训	49
3.4	综合实训（创建 stuMIS）	49
3.4.1	stuMIS 结构分析	49
3.4.2	stuMIS 数据库与表的创建	51
	小结	51
	综合实训 3	51
	思考与练习 3	51
项目 4	数据表的基本操作	53
4.1	数据操纵语言	53
4.1.1	MySQL 的运算符	53
4.1.2	MySQL 中的转义字符	60
4.1.3	插入表数据	61
4.1.4	修改表数据	67
4.1.5	删除表数据	68
4.1.6	实训图书管理系统（bookDB）	69
4.2	数据表的查询	71
4.2.1	简单查询	73
4.2.2	常用函数（单行函数和聚合函数）	78
4.2.3	单表查询	85
4.2.4	使用聚合函数查询	105
4.2.5	连接查询	110
4.2.6	子查询	118
4.2.7	合并查询结果	124
4.3	数据表操作实训	126
	小结	132
	综合实训 4	132
	思考与练习 4	134
	附录：empMIS 数据库、stuMIS 数据库中的表及数据	135
项目 5	视图、索引和事务的使用	142
5.1	视图	142

5.1.1	视图的概述	142
5.1.2	视图的创建与管理	143
5.2	索引	148
5.2.1	索引简介	148
5.2.2	索引的创建	149
5.2.3	设计原则和注意事项	152
5.3	事务	154
5.3.1	事务的基本概念	154
5.3.2	事务提交与回滚	155
5.3.3	保存点	158
	小结	159
	综合实训 5	160
	思考与练习 5	160
项目 6	数据库编程	161
6.1	常量和变量	161
6.1.1	常量	161
6.1.2	变量	163
6.2	流程控制语句	166
6.2.1	条件控制语句	166
6.2.2	循环语句	168
6.3	重置命令结束标记	170
6.4	自定义函数	171
6.4.1	自定义函数的创建	171
6.4.2	自定义函数的应用	172
6.5	自定义存储过程	174
6.5.1	存储过程的创建	175
6.5.2	存储过程的调用	176
6.5.3	存储过程维护	183
6.6	自定义触发器	184
6.6.1	触发器的创建	185
6.6.2	触发器的应用	186
6.6.3	触发器与约束的比较	192
	小结	192
	综合实训 6	192
	思考与练习 6	193
项目 7	数据库管理	194
7.1	权限管理	194

7.1.1	用户管理	194
7.1.2	权限管理	196
7.1.3	图形管理工具管理用户与权限	198
7.2	数据的备份和恢复	200
7.2.1	数据库备份和恢复	200
7.2.2	使用图形管理工具进行备份和恢复	202
7.2.3	直接复制	203
7.3	日志管理	204
	小结	206
	综合实训 7	206
	思考与练习 7	207
	参考文献	208

项目 1 了解 MySQL 数据库

学习目标

了解数据库与数据库管理系统的概念与关系；掌握数据库的分类；了解关系型数据库的概念与发展史；掌握实体关系模型的概念及相关的几种关系；了解 MySQL 发展历史及相关的管理软件；了解数据库的访问技术。

1.1 数据库管理系统概述

1.1.1 数据库和数据库管理系统

数据库 (Database) 是按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库。它产生于距今六十多年前, 随着信息技术和市场的发展, 特别是 20 世纪 90 年代以后, 数据管理不再仅仅是存储和管理数据, 而转变成用户所需要的各种数据管理的方式。数据库有很多种类型, 从最简单的存储有各种数据的表格到能够进行海量数据存储的大型数据库系统, 都在各个方面得到了广泛的应用。

在信息化社会, 充分有效地管理和利用各类信息资源, 也就是数据, 是进行科学研究和决策管理的前提条件。数据库技术是管理信息系统、办公自动化系统、决策支持系统等各类信息系统的核心部分, 是进行科学研究和决策管理的重要技术手段。

简单来说, 可以将数据库看作是“电子化”的文件柜, 用户可以对文件中的数据进行新增、截取、更新、删除等操作。在管理的日常工作中, 常常需要把某些相关的数据放进这样的“仓库”, 并根据管理的需要进行相应的处理。

例如, 企业或事业单位的人事部门常常要把本单位职工的基本情况 (职工号、姓名、年龄、性别、籍贯、工资、简历等) 存放在表中, 这张表就可以看成是一个数据库。有了这个“数据仓库”, 就可以根据需要随时查询某职工的基本情况, 也可以查询工资在某个范围内的职工人数等。这些工作如果都能在计算机上自动进行, 那么人事管理就可以达到极高的水平。此外, 在财务管理、仓库管理、生产管理中也需要建立众多的这种“数据库”, 使其可以利用计算机实现财务、仓库、生产的自动化管理。

严格来说, 数据库是长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据指的是以一定的数据模型组织、描述和储存在一起, 具有尽可能小的冗余度, 较高的数据独立性和易扩展性的特点, 并可在一定范围内为多个用户共享的数据。

这种数据集合具有如下特点: 尽可能不重复, 以最优方式为某个特定组织的多种应用服务, 其数据结构独立于使用它的应用程序, 对数据的增、删、改、查由统一软件进行管理和控制。

1.1.2 数据库的发展阶段

从数据管理的角度看，数据库的发展历史分为三个阶段：

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。外部存储器只有磁带、卡片和纸带等，还没有磁盘等直接存取存储设备。软件只有汇编语言，尚无数据管理方面的软件，数据处理方式基本是批处理。此时存储的数据不易保存，没有对数据进行管理的软件系统，没有文件的概念，数据不具有独立性。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期，计算机开始不仅仅用于科学计算，还用于信息管理方面。随着数据量的增加，数据的存储、检索和维护问题成为紧迫的需要，数据结构和数据管理技术迅速发展起来。此时数据可以长期保存，由文件系统管理数据，文件的形式已经多样化，数据具有一定的独立性。

3. 数据库管理系统阶段

20 世纪 60 年代后期，数据管理技术进入数据库系统阶段。数据库系统克服了文件系统的缺陷，提供了对数据更高级、更有效的管理。这个阶段的程序和数据的联系通过数据库管理系统来实现（DBMS）。

1.1.3 数据库的类型

数据库通常分为层次式数据库、网络式数据库和关系数据库三种，不同的数据库是按不同的数据结构来联系和组织的。

1. 层次式数据库结构模型

层次结构模型实质上是一种有根结点的定向有序树（在数学中，“树”被定义为一个无回的连通图）。按照层次模型建立的数据库系统称为层次模型数据库系统，IMS（Information Management System）是其典型代表。

2. 网络式数据库结构模型

按照网络式数据结构建立的数据库系统称为网络式数据库系统，其典型代表是 DBTG（Database Task Group）。用数学方法可将网状数据结构转化为层次数据结构。

3. 关系数据库结构模型

关系数据结构把一些复杂的数据结构归结为简单的二元关系（即二维表格形式）。例如某单位的职工关系就是一个二元关系。由关系数据结构组成的数据库系统称为关系数据库系统。

在关系数据库中，对数据的操作几乎全部建立在一个或多个关系表格上，通过对这些关系表格的分类、合并、连接或选取等运算来实现数据的管理。

因此，可以概括地说，一个关系称为一个数据库，若干个数据库可以构成一个数据库系统。数据库系统可以派生出各种不同类型的辅助文件和建立它的应用系统。

1.1.4 关系数据库管理系统

关系数据库管理系统（Relational Database Management System, RDBMS）是指包括相互

联系的逻辑组织和存取这些数据的一套程序（数据库管理系统软件）。关系数据库管理系统就是管理关系数据库，并将数据逻辑组织的系统。

常用的关系数据库管理系统产品是甲骨文（Oracle）公司的 Oracle 和 MySQL、IBM 的 DB2、微软的 SQL Server 系列等。

关系数据库管理系统是在 E. F. Codd 博士发表的论文《大规模共享数据银行的关系型模型》基础上设计出来的。它通过数据、关系和对数据的约束三者组成的数据模型来存放和管理数据。三十多年来，RDBMS 获得了长足的发展，目前许多企业的在线交易处理系统、内部财务系统、客户管理系统等大多采用了 RDBMS。字节级关系型数据库在大型企业集团中已是司空见惯。因此可以说，关系数据库管理系统就是管理关系数据库，并将数据组织为相关的行和列的系统。

关系模型由关系数据结构、关系操作集合、关系完整性约束三部分组成。

实体关系模型（Entity - Relationship Model），简称 E - R Model，是陈品山（Peter Chen）博士于 1976 年提出的一套数据库的设计工具，他运用真实世界中事物与关系的观念，来解释数据库中的抽象的数据架构。实体关系模型利用图形的方式（实体 - 关系图（Entity - Relationship Diagram））来表示数据库的概念设计，有助于设计过程中的构思及沟通讨论。

实体关系模型中的关系，存在 3 种一般性关系：一对一、一对多和多对多关系，它们用来描述实体集之间的关系：

1. 一对一关系（1:1）

对于两个实体集 A 和 B，若 A 中的每一个值在 B 中至多有一个实体值与之对应，反之亦然，则称实体集 A 和 B 具有一对一的联系。

例如：一个中国人只能有一个身份证号码，而一个身份证号码只能对应唯一的一个人，则中国人与身份证号码之间具有一对一关系。

2. 一对多联系（1:N）

对于两个实体集 A 和 B，若 A 中的每一个值在 B 中有多个实体值与之对应，反之，B 中每一个实体值在 A 中至多有一个实体值与之对应，则称实体集 A 和 B 具有一对多的联系。

例如：某校教师与课程之间存在一对多的联系：“授课”，即每位教师可以教多门课程，但是每门课程只能由一位教师来教，则教师与课程之间具有一对多关系。

3. 多对多联系（M:N）

对于两个实体集 A 和 B，若 A 中每一个实体值在 B 中有多个实体值与之对应，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多联系。

例如：表示学生与课程间的联系“选修”是多对多的，即一个学生可以学多门课程，而每门课程可以有多个学生来学，则学生与课程之间具有多对多关系。

关系模型就是指二维表格模型，因而一个关系型数据库就是由二维表及其之间的联系组成的一个数据组织。

表是以行和列的形式组织起来的数据的集合。一个数据库包括一个或多个表。例如，可能有一个有关作者信息的名为 authors 的表。每列都包含特定类型的信息，如作者的姓氏。每行都包含有关特定作者的所有信息，如姓名、住址等。在关系型数据库中，一个表就是一个关系，一个关系数据库可以包含多个表。

1.2 MySQL 数据库概述

1.2.1 MySQL 数据库简介

MySQL 是一种开放源代码的关系型数据库管理系统 (RDBMS)，MySQL 数据库系统使用最常用的数据库管理语言——结构化查询语言 (SQL) 进行数据库管理。

MySQL 关系型数据库于 1998 年 1 月发行第一个版本。它使用系统核心提供的多线程机制提供完全的多线程运行模式，提供了面向 C、C++、Eiffel、Java、Perl、PHP、Python 等编程语言的编程接口，支持多种字段类型并且提供了完整的操作符支持查询中的 select 和 where 操作。

MySQL 是开放源代码的，因此任何人都可以在 General Public License 的许可下下载并根据个性化的需要对其进行修改。MySQL 因为其速度、可靠性和适应性而备受关注。

在 2000 年的时候，MySQL 公布了自己的源代码，并采用 GPL (General Public License) 许可协议，正式进入开源世界。

2000 年 4 月，MySQL 对旧的存储引擎进行了整理，命名为 MyISAM。

2001 年，Heikiki Tuuri 向 MySQL 提出建议，希望能集成他们的存储引擎 InnoDB，这个引擎同样支持事务处理，还支持行级锁。所以，在 2001 年发布 3.23 版本的时候，该版本已经支持大多数的基本的 SQL 操作，并且还集成了 MyISAM 和 InnoDB 存储引擎。MySQL 与 InnoDB 的正式结合版本是 4.0。

2004 年 10 月，发布了经典的 4.1 版本。

2005 年 10 月，发布了里程碑意义的一个版本——MySQL 5.0。在 5.0 中加入了游标、存储过程、触发器、视图和事务的支持。在 5.0 之后的版本里，MySQL 明确地表现出迈向高性能数据库的发展步伐。

2008 年 1 月 16 日，MySQL 被 Sun 公司收购。

2009 年 04 月 20 日，Oracle 收购 Sun 公司，MySQL 转入 Oracle 门下。

2010 年 04 月 22 日，发布 MySQL 5.5、MySQL Cluster 7.1。

1.2.2 MySQL 的特征

MySQL 的优点：

- ① 它使用的核心线程是完全多线程，支持多处理器。
- ② 支持多种数据类型：1、2、3、4 和 8 字节长度有符号/无符号整数，float，double，char，varchar，text，blob，date，time，datetime，timestamp，year 和 enum 类型。
- ③ 通过一个高度优化的类库实现 SQL 函数库并能快速执行，没有内存漏洞。
- ④ 全面支持 SQL 的 group by 和 order by 子句，支持聚合函数 (count()、count(distinct)、avg()、std()、sum()、max() 和 min())。可以在同一查询中获取来自不同数据库的表。
- ⑤ 支持 ANSI SQL 的 left outer join 和 ODBC。
- ⑥ 所有列都有缺省值。

⑦ MySQL 可以工作在不同的平台上，支持 C、C++、Java、Perl、PHP、Python 和 TCL API。

MySQL 的缺点：

① MySQL 最大的缺点是其安全系统，主要是复杂而非标准，另外，只有到调用 `mysqladmin` 来重读用户权限时才发生改变。

② MySQL 的另一个主要的缺陷是缺乏标准的 RI (Referential Integrity) 机制。

1.2.3 MySQL 的应用环境

目前 MySQL 用户已经达千万级别，其中不乏企业级用户。可以说 MySQL 是目前最为流行的开源数据库管理系统软件。任何产品都不可能是万能的，也不可能适用于所有的应用场景。MySQL 主要在以下几个场景进行应用。

1. Web 网站系统

Web 站点是 MySQL 最大的客户群，也是 MySQL 发展史上最为重要的支撑力量。MySQL 之所以能成为 Web 站点开发者们青睐的数据库管理系统，是因为 MySQL 数据库的安装配置都非常简单，使用过程中的维护也不像很多大型商业数据库管理系统那么复杂，并且性能出色。还有一个非常重要的原因就是 MySQL 是开放源代码的，完全可以免费使用。

2. 日志记录系统

MySQL 数据库的插入和查询性能都非常高效，如果设计较好，在使用 MyISAM 存储引擎的时候，两者可以做到互不锁定，达到很高的并发性能。所以，对需要大量的插入和查询日志记录的系统来说，MySQL 是非常不错的选择。比如，处理用户的登录日志、操作日志等，都是非常适合的应用场景。

3. 数据仓库系统

随着现在数据仓库数据量的飞速增长，需要的存储空间越来越大。数据量的不断增长，使数据的统计分析变得越来越低效，也越来越困难。这里有几个主要的解决思路：第一个是采用昂贵的高性能主机以提高计算性能，用高端存储设备提高 I/O 性能，效果理想，但是成本非常高；第二个就是通过将数据复制到多台使用大容量硬盘的廉价 PC Server 上，以提高整体计算性能和 I/O 能力，效果尚可，存储空间有一定限制，成本低廉；第三个，通过将数据水平拆分，使用多台廉价的 PC Server 和本地磁盘来存放数据，每台机器上面都只有所有数据的一部分，解决了数据量的问题，所有 PC Server 一起并行计算，也解决了计算能力问题，通过中间代理程序调配各台机器的运算任务，既可以解决计算性能问题，又可以解决 I/O 性能问题，成本也很低廉。在上面的三个方案中，实现第二个和第三个，都使 MySQL 有较大的优势。通过 MySQL 的简单复制功能，可以很好地将数据从一台主机复制到另外一台，不仅仅在局域网内可以复制，在广域网同样可以。当然，很多人可能会说，其他的数据库同样也可以做到，不是只有 MySQL 有这样的功能。确实，很多数据库同样能做到，但是 MySQL 是免费的，其他数据库大多都是按照主机数量或者 CPU 数量来收费。当使用大量的 PC Server 的时候，license 费用相当惊人。第一个方案，基本上所有数据库系统都能够实现，但是其高昂的成本并不是每一个公司都能够承担的。

4. 嵌入式系统

嵌入式环境对软件系统最大的限制是硬件资源非常有限，在嵌入式环境下运行的软件系

统，必须是轻量级低消耗的软件。

MySQL 在资源的使用方面的伸缩性非常大，可以在资源非常充裕的环境下运行，也可以在资源非常少的环境下正常运行。它对于嵌入式环境来说，是一个非常合适的数据库系统，并且 MySQL 有专门针对嵌入式环境的版本。

1.2.4 MySQL 的管理软件

几乎每个开发人员都有最钟爱的 MySQL 管理工具，它提供各种最新的特性，包括触发器、事件、视图、存储过程和外键，支持导入、数据备份、对象结构等多种功能。

接下来介绍几款常用的 MySQL 管理工具。

1. MyWebSQL

MyWebSQL 主要用于管理基于 Web 的 MySQL 数据库。与桌面应用程序的接口工作流程相似，用户无须切换网页即可完成一些简单的操作。如果正在操作桌面，只要登录数据库，就可以管理数据库了，如图 1-1 所示。



图 1-1 MyWebSQL

2. Navicat

Navicat 是 MySQL 和 MariaDB 数据库管理与开发理想的解决方案。它可同时在一个应用程序上连接 MySQL 和 MariaDB 数据库。这种兼容前端为数据库提供了一个直观而强大的图形界面管理、开发和维护功能，为初级 MySQL 和 MariaDB 开发人员和专业开发人员都提供了一组全面的开发工具，如图 1-2 所示。



图 1-2 Navicat

3. SQLyog

SQLyog 是一款功能最强大的 MySQL 管理工具，它综合了 MySQL 工作台、PHP MyAdmin 和其他 MySQL 前端及 MySQL GUI 工具的特点。该款应用程序可以同时连接任意数量级的 MySQL 服务器，用于测试和生产。所有流程仅需登录 MySQL root 以收集数据，用户无须将其安装在 MySQL 服务器上，如图 1-3 所示。

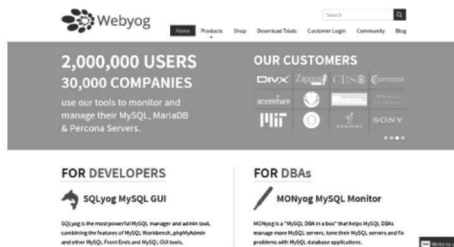


图 1-3 SQLyog

4. MyDB Studio

MyDB Studio 是一款免费的 MySQL 数据库管理器应用程序。该工具强大到几乎可以获取到任何想要的功能，并能够连接到无限量级的数据库。通过创建、编辑或删除数据库、表格和记录，就可以备份/恢复并导出为多个格式，如图 1-4 所示。



图 1-4 MyDB Studio

5. SQL Lite Manager

SQL Lite Manager 可用于查询数据，将 MySQL 查询转化为兼容 SQL Lite 数据库，并能创建和编辑触发器。SQL Lite Manager 有多种皮肤选项，是一个含现成语言文件的多语言资源，如图 1-5 所示。



图 1-5 SQL Lite Manager

SQL Lite Manager 是一款基于 Web 的开源应用程序，用于管理无服务器、零配置 SQL Lite 数据库。

1.2.5 MySQL 的体系结构

要了解 MySQL，必须牢牢记住其体系结构图，MySQL 是由 SQL 接口、解析器、优化器、

缓存、存储引擎组成的，如图 1-6 所示。

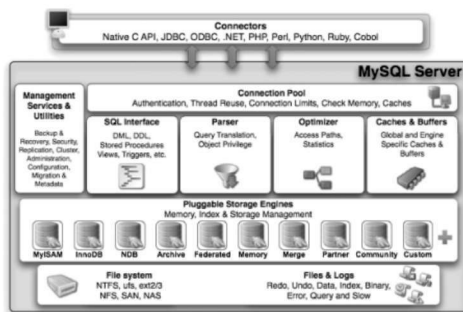


图 1-6 MySQL 体系结构图

Connectors: 指的是不同语言中与 SQL 的交互。

Management Services & Utilities: 系统管理和控制工具。

Connection Pool: 连接池。管理缓冲用户连接、线程处理等需要缓存的需求。

SQL Interface: SQL 接口。接受用户的 SQL 命令，并且返回用户需要查询的结果。比如 select from 就是调用 SQL Interface。

Parser: 解析器。SQL 命令传递到解析器的时候会被解析器验证和解析。解析器是由 Lex 和 YACC 实现的，是一个很长的脚本。

主要功能为将 SQL 语句分解成数据结构，并将这个结构传递到后续步骤，以后 SQL 语句的传递和处理就是基于这个结构的。如果在分解构成中遇到错误，那么就说明这个 SQL 语句是不合理的。

Optimizer: 查询优化器。SQL 语句在查询之前会使用查询优化器对查询进行优化。它使用的是“选取—投影—连接”策略进行查询。

Cache 和 Buffer: 查询缓存。如果查询缓存能得到查询结果，查询语句就可以直接在查询缓存中取数据。这个缓存机制是由一系列小缓存组成的，比如表缓存、记录缓存、key 缓存、权限缓存等。

Engine: 存储引擎。存储引擎是 MySQL 中具体的与文件打交道的子系统，也是 MySQL 最具有特色的一个地方。

MySQL 的存储引擎是插件式的。它根据 MySQL AB 公司提供的文件访问层的一个抽象接口来定制一种文件访问机制（这种访问机制就叫存储引擎）。现在有很多种存储引擎，各个存储引擎的优势各不一样，最常用的是 MyISAM 和 InnoDB。

① 默认下 MySQL 是使用 MyISAM 引擎，它查询速度快，有较好的索引优化和数据压缩技术，但是它不支持事务。

② InnoDB 支持事务，并且提供行级的锁定，应用也相当广泛。

MySQL 也支持自己定制存储引擎，甚至一个库中不同的表使用不同的存储引擎，这些都是允许的。

1.3 数据库访问技术

伴随着数据库的不断发展，同时出现了很多种数据库访问技术，比较具有代表性的是以