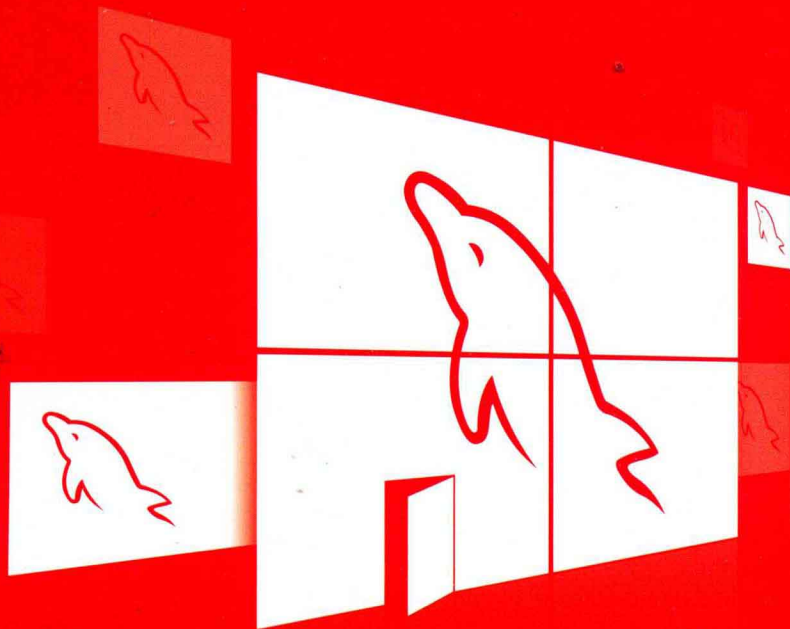


深入浅出 MySQL

数据库开发、优化与管理维护

唐汉明 翟振兴 关宝军 王洪权 黄潇 著

(第2版)

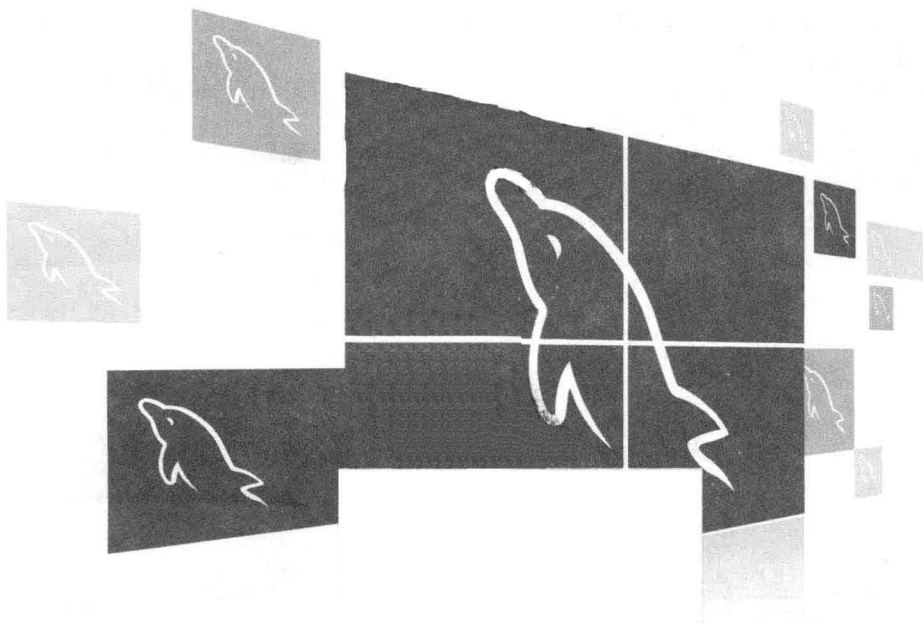


深入浅出 MySQL

数据库开发、优化与管理维护

唐汉明 翟振兴 关宝军 王洪权 黄潇 著

(第2版)



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

深入浅出MySQL : 数据库开发、优化与管理维护 /
唐汉明等著. -- 2版. -- 北京 : 人民邮电出版社,
2014. 1

ISBN 978-7-115-33549-4

I. ①深… II. ①唐… III. ①关系数据库系统 IV.
①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第258769号

内 容 提 要

本书从数据库的基础、开发、优化、管理维护和架构 5 个方面对 MySQL 进行了详细的介绍,每一部分都独立成篇。

基础篇主要适合于 MySQL 的初学者阅读,包括 MySQL 的安装与配置、SQL 基础、MySQL 支持的数据类型、MySQL 中的运算符、常用函数、图形化工具的使用等内容。

开发篇主要适合于 MySQL 的设计和开发人员阅读,内容包括表类型(存储引擎)的选择、选择合适的数据类型、字符集、索引的设计和使用、视图、存储过程和函数、触发器、事务控制和锁定语句、SQL 中的安全问题、SQL Mode 及相关问题、分区等。

优化篇主要适合于开发人员和数据库管理员阅读,内容包括 SQL 优化、优化数据库对象、锁问题、优化 MySQL Server、磁盘 I/O 问题、应用优化等。

管理维护篇主要适合于数据库管理员阅读,内容包括 MySQL 高级安装和升级、MySQL 中的常用工具、MySQL 日志、备份与恢复、MySQL 权限与安全、MySQL 监控、MySQL 常见问题和应用技巧等。

架构篇主要适合高级数据库管理人员和数据库架构设计师阅读,包括 MySQL 复制、MySQL Cluster、高可用架构等内容。

本书的作者都是 MySQL 方面的资深 DBA。本书不但融入了他们丰富的工作经验和多年的使用心得,还提供了大量来自工作现场的实例,具有很强的实战性和可操作性。

本书内容实用,覆盖广泛,讲解由浅入深,适合数据库管理人员、数据库开发人员、系统维护人员、数据库初学者及其他数据库从业人员阅读,也适合用作大中专院校相关专业师生的参考用书和相关培训机构的培训教材。

- ◆ 著 唐汉明 翟振兴 关宝军 王洪权 黄 潇
- 责任编辑 杜 洁
- 责任印制 程彦红 杨林杰
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 41
字数: 893 千字 2014 年 1 月第 2 版
印数: 11 346 - 14 845 册 2014 年 1 月北京第 1 次印刷

定价: 99.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



序

互联网的快速发展离不开各种技术和软件的普及与应用。作为开源软件的代表，MySQL 数据库随着其功能的日益完善和可靠性的不断提高，已经成为互联网平台上应用广泛的数据库软件。网易公司成立十几年来，推出了众多网民所喜爱的产品与服务，其中 MySQL 数据库在后台也扮演了重要的角色。在应用 MySQL 的过程中，我们的工程师曾遇到了形形色色的问题，从开发技巧到管理维护，从性能问题到安全问题。本着交流和分享的精神，他们将多年实践中积累的经验 and 心得整理出来，编写了《MySQL 实用手册》，在网易公司内部进行了交流，受到很大欢迎。在此基础上，他们联系出版机构将实用手册完善后出版，希望和国内更多的 MySQL 用户分享与交流。

这本书从应用开发、管理优化、系统维护 3 个角度，由浅入深地介绍了 MySQL 数据库各方面的知识，还从应用的角度总结了网易工程师遇到的各种问题以及解决方法，对实际工作者具有一定的实践指导意义。值此新书即将出版之际，谨向此书的作者团队表示祝贺，也真诚地期待读者朋友们提出宝贵意见。我们希望“网聚人的力量”，共同为互联网的技术和应用的发展不懈努力。



网易公司总裁

序

MySQL 是由 David Axmark、Allan Larsson 和 Michael Widenius 3 个瑞典人于 20 世纪 90 年代开发的一个关系型数据库。最初，他们的目的是用自己的 ISAM (Indexed Sequential Access Method, 索引顺序存取方法) 和 mSQL (Mini SQL, 一种轻量级 SQL 数据库引擎技术) 来连接访问表格, 但后来发现 mSQL 的速度和灵活性不能满足需求, 于是他们开发了几乎与 mSQL API 接口相同的数据库引擎, 并用创始人之一 Michael Widenius 女儿 My 的名字命名, 这就是 MySQL 的来由。

说到 MySQL 就不得不提到开源软件。在 MySQL 设计之初, 就考虑了以后引入第三方代码的方便性, 并于 2000 年开始采用 GPL (GNU General Public License) 许可协议, 使自己成了开源软件的一分子。开源战略对 MySQL 的发展和广泛应用, 可以说起到了至关重要的作用。从 MySQL 的历史就可以看出, 它最早起源于开源软件 mSQL, 并从中借鉴了许多东西。不仅开发 MySQL 用到了许多开源工具, 而且 MySQL 的许多重要组件都直接来自其他第三方的贡献, 如 BDB 存储引擎来自 Berkeley DB, 其具有里程碑意义的 Innodb 数据库存储引擎也是来自芬兰 Innobase OY 公司的贡献。

进入 21 世纪, MySQL 的发展步入了快车道。MySQL 自 2001 年开始引入 InnoDB 存储引擎, 并于 2002 年正式宣布 MySQL 全面支持事务, 满足事务 ACID 属性 (Atomicity, 原子性; Consistent, 一致性; Isolation, 隔离性; Durable, 持久性), 并支持外键约束, 使 MySQL 具备了支持关键应用的最基本特性。2003 年, MySQL 4.0 发布, 开始支持集合操作 UNION。2004 年, MySQL 4.1 发布, 增加了对子查询的支持。2005 年, MySQL 5.0 发布, 增加了对视图 (View)、数据库存储过程 (Stored Procedure)、触发器 (Trigger)、服务器端游标 (Cursor), 以及分布式事务协议 XA 等高级特性的支持。再加上从 3.23.15 就开始支持的复制特性, 至此, MySQL 从

功能上已经具备了支持企业级应用的主要特性。在实际应用方面，LAMP（Linux + Apache + MySQL + Perl/PHP/Python）也逐渐成了 IT 业广泛使用的 Web 应用架构。

大家知道 ANSI/ISO SQL 是公认的关系数据库标准。从 SQL 标准的符合性来说，MySQL 不仅无法跟成熟的商业数据库相比，在开源数据库中也远不是最好的，比如 PostgreSQL 就是业界公认的 ANSI/ISO SQL 标准符合性最好的开源数据库，MySQL 直到 5.0 版本才支持的一些特性，PostgreSQL 早都实现了。既然如此，为什么 MySQL 却在开源数据库中独占鳌头呢？根本的原因就是性能！

有专门机构的调查研究显示，许多数据库提供的功能特性，只有 40% 被用户经常使用，而一些复杂的高级功能特性不仅会增加系统的复杂性，而且往往还会引起性能问题。PostgreSQL 是加州大学伯克利分校以教学为目的开发的数据库系统，以追求功能实现的“完美”为首要目标，虽然在标准的遵从性上比 MySQL 领先，但性能一直是其短板，很难支持较大的应用。而 MySQL 的开发者，在性能与标准的取舍上，一直坚持性能优先的原则，从不为追求标准的符合性而牺牲性能。SQL 标准符合性差是 MySQL 的弱点，但通过上述策略保证了 MySQL 在性能方面的优势。这就是 MySQL 在互联网行业非常流行的另一个重要原因，因为 Web 应用往往需要支持大量的数据和并发请求，性能常常是首要因素。

随着 MySQL 功能不断完善，性能不断提高，可靠性不断增强，从 2005 年开始，我们陆续将一些重要数据库迁移到 MySQL。虽然相对于 Oracle 来说，MySQL 比较简单，管理维护相对容易（这也是 MySQL 的另外一个优势），但在迁移及其后的管理维护过程中，我们也经常遇到一些问题，例如，MySQL 提供了许多存储引擎，这些存储引擎各有特点，在实际应用中应该怎样来选择？MySQL 出现了性能问题，应该如何来诊断和优化？在数据安全方面，究竟需要注意些什么？MySQL 的锁机制有什么特点，如何减少锁冲突，提高并发度？

遇到诸如此类的问题，自然会想到查阅 MySQL 文档、上网搜索、到论坛找类似问题的答案或寻求帮助等。通过上述途径当然可以解决许多问题，但却需要花费大量的精力和时间，效率很低。因为，我们发现 MySQL 的文档很“精练”，也很零碎，远没有 Oracle 的文档那么详细系统；网上一搜，结果可能数以万计，面对浩如烟海的网页，要找出真正有用的信息决非易事（搜索引擎还有许多改进的余地）；至于论坛上的答案，又往往是五花八门，让人无所适从。我们作为专职 DBA 尚且如此，其他开发、维护人员可能就感到更困难了。而且，不同的 DBA 或开发人员遇到同一个问题，可能还要再次去寻求解决方案，造成不必要的重复劳动。

为改变这种状况，我们决定将 DBA 平时使用 MySQL 积累的经验，解决问题的方法和思路，以及我们对 MySQL 的认识等整理出来，编写了一本《MySQL 实用手册》，供 DBA 组及公司其他同事参考。

在编写过程中，我们根据自己的经验列出了 MySQL 开发、管理过程中可能遇到的一些问

题，收集了以前解决 MySQL 问题的方法，形成了实用手册的基本内容框架。在此基础上，我们又研究了 MySQL 官方手册，筛选比较重要、实用但 MySQL 手册讲得不够详细或内容过于零散的部分作为补充。为力求准确，我们还专门做了许多测试，比如有关 MySQL 锁的测试、事务完整性的测试等。基于实用为主的原则，《MySQL 实用手册》的第一稿篇幅不多，包括“开发篇”、“优化篇”和“管理篇”3个部分。“开发篇”主要介绍了与 MySQL 数据库开发设计相关的一些问题，包括存储引擎选择原则，如何选择合适的数据类型，不同字符集的特点及设置，索引的设计原则，以及 SQL 注入的类型，程序设计实现中如何防范 SQL 注入类安全漏洞等。“优化篇”首先介绍了 MySQL 数据库优化调整的一般步骤和方法，随后分别就索引问题、SQL 优化、数据库对象调整、锁问题、MySQL 关键性能参数设置、I/O 优化、应用程序优化等作了讨论，并介绍了两个简单实用的优化命令，特别对锁问题做了比较系统、详细的介绍和讨论。“管理篇”除备份恢复等基本内容外，还介绍了 MySQL 安全配置管理应注意的各个方面，以及管理维护中一些常用的命令和小技巧。

《MySQL 实用手册》第一稿出来后，我们发给了一些公司的同事，大家反馈内容很实用，对 MySQL 的开发管理很有帮助。得到这个评价，我们心里已经很是欣慰了，当有同事建议我们将其出版时，更是超出了我们的预期，开始只是随口答应了一下，并没敢当真。后来，热心的同事替我们与出版社取得了联系，出版社看过内容介绍和提纲后，觉得内容不错，做一些补充和修改就可以出版。

得到这个回复，我们非常高兴。但高兴之余，心里也很忐忑。在我们的概念中，出书都是作家、专家，及各类名人的“专利”，我们这些无名之辈，有这个资格吗？此时，上级领导的支持、同事的不断鼓励，给了我们信心。虽然我们不是什么专家，写不出多么高深的东西，但作为工作在数据库开发管理第一线的工程师，遇到的实际问题可能更多、更具体，写出的东西也许更实用。MySQL 是一个开源数据库，开源的精神就是分享和交流，基于这一点，我们的顾虑就少了，也更加坦然了。在《MySQL 实用手册》第一稿的基础上，根据同事和出版社的建议，对内容做了一些补充和修订，增加了“基础篇”，以利于初次接触 MySQL 的读者阅读；在“管理篇”中补充了有关复制、日志管理和 MySQL 集群的介绍，使本书的内容更加丰富，更加完善。在内容编排上，我们基本遵循由易到难、循序渐进的原则，最后就形成了《深入浅出 MySQL：数据库开发、优化与管理维护》一书。

本书第 1 版出版后，得到了不少同学的支持和肯定，这给了我们极大的鼓舞。随着 MySQL 新版本的不断推出，书中的一些内容已经过时，于是出版社的编辑建议我们对此书进行修订和升级。在编辑的支持和鼓励下，根据 MySQL 5.5 的新特性和近两年的应用实践，我们对本书内容进行了大量的修订，不但调整了本书的结构，还重新撰写了部分内容，并增加了分区、高可用架构、数据库监控等新内容，使本书的品质得到了进一步的提升。

对这本书的编写和改编过程，也是我们对 MySQL 再学习、再认识的过程。MySQL 有许

多优势，当然也还存在许多不足，但现在的 MySQL 应该说是值得信赖的，伴随着开源软件的发展，相信 MySQL 的未来也是值得期待的。这也正是我们把 MySQL 介绍给大家的原因，希望能对您有所帮助。由于我们的水平所限，书中谬误和不足可能难免，敬请广大同行批评指正！

网易公司技术部 DBA 组
2013 年 11 月于北京

前言

写作背景

最近几年，随着 IT 技术的发展，开源数据库逐渐流行起来。和传统的商业数据库相比，开源数据库具有完全免费、源码公开、随意下载等特点，可以用于各种商业目的。这使得开源数据库被广泛应用在各个行业中，大大降低了企业的开发运营成本。因此，开源数据库对传统商业数据库的市场造成了极大的冲击，使得传统商业数据库提供商不得不提供相应数据库的免费版本（并非开源），但是这些免费版本一般都具有很多的功能限制，和开源数据库相比，还是有不小的差距。MySQL 正是这些开源数据库中的杰出代表。

在此背景下，为了帮助广大 MySQL 爱好者快速掌握和使用 MySQL，我们编写了本书的第一版，全书章节按照一个 DBA 需要具备的从业素质进行布局，内容循序渐进，既可以引导初学者入门，又可以帮助具备一定基础的数据库从业人员进阶。第 1 版出版后我们收到了很多读者的反馈，既有肯定也有很多中肯的建议，这里一并进行感谢。

随着近几年 MySQL 进一步的发展，《深入浅出 MySQL：数据库开发、优化与管理维护》第 1 版中的很多内容都已经过时，于是出版社的编辑建议我们对此书进行升级改版，加入一些新内容，淘汰一些旧内容，以便分享我们最新的实战总结和经验教训。经过大家讨论，决定进行改版。新版的内容主要基于 MySQL 5.5，在保留第 1 版部分内容的基础上，增加了分区、监控、高可用架构等新内容，并对原有章节结构进行了较大的调整，全书内容也重新划分，增加了架构篇。由于时间关系，部分内容和例子还是基于 MySQL 5.0 的，但与 MySQL 5.5 差别很小，这部分内容没有做改动，希望大家谅解。希望新的结构能让大家有更多的收获。

本书特点

本书作者均为国内著名门户网站网易 (<http://www.163.com>) 技术部的 DBA 组成员, 具有丰富的数据库开发、优化和管理维护经验。本书是作者多年工作实践的积累和总结, 针对 DBA 在工作中的必备知识与技能, 作者精心安排了本书的篇章结构。本书从基础入手, 面向实际应用, 力图让读者从多个角度对 MySQL 有深入的认识和理解。

本书最大的特点就是实战性强, 通过循序渐进的内容组织, 配以深入浅出的文字论述和丰富的实例对 MySQL 进行了系统、详细的介绍。从内容上来看, 本书系统全面, 涵盖了 MySQL 开发、优化和管理维护的方方面面; 从写作风格上来看, 本书不过多讨论抽象的理论, 而是通过丰富的实例来帮助读者理解应用 MySQL 数据库时遇到的各种问题及其解决办法, 读者不但能够很容易地部署自己的测试环境, 还能掌握应用 MySQL 数据库的各种技巧。

本书结构

本书分为基础篇、开发篇、优化篇、管理维护篇、架构篇 5 个部分, 共 33 章。全书的具体章节安排如下。

● **第一部分 基础篇 (第 1 章~第 6 章):** 主要面向 MySQL 的初学者, 包括 MySQL 的安装与配置、SQL 基础、MySQL 支持的数据类型、MySQL 中的运算符、常用函数、图形化工具的使用等内容。通过这部分内容的学习, 读者可以熟悉 MySQL 基本的安装和相关使用方法。

● **第二部分 开发篇 (第 7 章~第 17 章):** 主要面向 MySQL 的设计和开发人员, 包括表类型 (存储引擎) 的选择、选择合适的数据类型、字符集、索引的设计和使用、视图、存储过程和函数、触发器、事务控制和锁定语句、SQL 中的安全问题、SQL Mode 及相关问题、分区等内容。通过这部分内容的学习, 读者可以了解 MySQL 设计和开发中需要关注的问题。

● **第三部分 优化篇 (第 18 章~第 23 章):** 主要面向开发人员和数据库管理员, 包括 SQL 优化、优化数据库对象、锁问题、优化 MySQL Server、磁盘 I/O 问题、应用优化等内容。通过这部分内容的学习, 读者可以了解 MySQL 中需要优化的对象和常用的优化方法。

● **第四部分 管理维护篇 (第 24 章~第 30 章):** 主要面向数据库管理员, 包括 MySQL 高级安装和升级、MySQL 中的常用工具、MySQL 日志、备份与恢复、MySQL 权限与安全、MySQL 监控、MySQL 常见问题和应用技巧等内容。通过这部分内容的学习, 读者可以了解在 MySQL 中常用的管理维护方法。

● **第五部分 架构篇**（第 31 章～第 33 章）：主要面向高级数据库管理人员和数据库架构设计师，包括 MySQL 复制、MySQL Cluster、高可用架构等内容。通过这部分内容的学习，读者可以了解 MySQL 的一些高级应用。

本书的组织架构由唐汉明和翟振兴设计。参与本书编写的主要人员有唐汉明、翟振兴、关宝军、王洪权和黄潇。全书由翟振兴进行统一审稿和修改。

本书适用读者

本书适用于 MySQL 的初学者，也适用于具备一定数据库基础并打算继续深入学习 MySQL 技术的数据库从业人员，更适合于专业的 MySQL 数据库管理员（DBA）。

本书可以作为大中专院校相关专业师生的参考用书，也可以作为相关培训机构的培训教程。

目录

第一部分 基础篇

1 第1章 MySQL的安装 与配置 2

1.1 MySQL的下载 2

1.1.1 在 Windows 平台下下载
MySQL 3

1.1.2 在 Linux 平台下下载
MySQL 3

1.2 MySQL的安装 6

1.2.1 在 Windows 平台下安装
MySQL 6

1.2.2 在 Linux 平台下安装
MySQL 10

1.3 MySQL的配置 11

1.3.1 Windows 平台下配置
MySQL 12

1.3.2 Linux 平台下配置
MySQL 20

1.4 启动和关闭 MySQL 服务 20

1.4.1 在 Windows 平台下启动
和关闭 MySQL 服务 21

1.4.2 在 Linux 平台下启动和
关闭 MySQL 服务 22

1.5 小结 23

2 第2章 SQL基础 24

2.1 SQL简介 24

2.2 (My) SQL使用入门 24

2.2.1 SQL分类 24

2.2.2 DDL语句 25

2.2.3 DML语句 33

2.2.4 DCL语句 47

2.3 帮助的使用 48

2.3.1 按照层次看帮助 48

2.3.2 快速查阅帮助 49

2.3.3 常用的网络资源 50

2.4 查询元数据信息 51

2.5 小结 51

3 第3章 MySQL支持的 数据类型 52

3.1 数值类型 52

3.2 日期时间类型 58

3.3 字符串类型 65

3.3.1 CHAR和VARCHAR
类 66

3.3.2 BINARY和VARBINARY
类型 66

3.3.3 ENUM类型 67

3.3.4 SET类型 68

3.4 小结 68

4 第4章 MySQL中的运算符 69

4.1 算术运算符 69

4.2 比较运算符 70

4.3 逻辑运算符 73

- 4.4 位运算符 75
- 4.5 运算符的优先级 77
- 4.6 小结 78

5 第5章 常用函数 79

- 5.1 字符串函数 79
- 5.2 数值函数 82
- 5.3 日期和时间函数 85
- 5.4 流程函数 89
- 5.5 其他常用函数 91
- 5.6 小结 94

6 第6章 图形化工具的使用 95

- 6.1 MySQL Workbench 95
 - 6.1.1 SQL 开发 95
 - 6.1.2 数据建模 105
 - 6.1.3 服务器管理 112
 - 6.1.4 MySQL Utilities 120
- 6.2 phpMyAdmin 124
 - 6.2.1 数据库管理 124
 - 6.2.2 数据库对象管理 125
 - 6.2.3 权限管理 126
 - 6.2.4 导入导出数据 126
- 6.3 小结 129

第二部分 开发篇

7 第7章 表类型（存储引擎）的选择 131

- 7.1 MySQL 存储引擎概述 131
- 7.2 各种存储引擎的特性 133
 - 7.2.1 MyISAM 134
 - 7.2.2 InnoDB 135
 - 7.2.3 MEMORY 140
 - 7.2.4 MERGE 142
 - 7.2.5 TokuDB 145
- 7.3 如何选择合适的存储引擎 146
- 7.4 小结 146

8 第8章 选择合适的数据类型 147

- 8.1 CHAR 与 VARCHAR 147
- 8.2 TEXT 与 BLOB 148
- 8.3 浮点数与定点数 152
- 8.4 日期类型选择 154
- 8.5 小结 155

9 第9章 字符集 156

- 9.1 字符集概述 156

- 9.2 Unicode 简述 156

- 9.3 汉字及一些常见字符集 158

- 9.4 怎样选择合适的字符集 159

- 9.5 MySQL 支持的字符集简介 160

- 9.6 MySQL 字符集的设置 161

- 9.6.1 服务器字符集和校对规则 162

- 9.6.2 数据库字符集和校对规则 162

- 9.6.3 表字符集和校对规则 163

- 9.6.4 列字符集和校对规则 164

- 9.6.5 连接字符集和校对规则 164

- 9.7 字符集的修改步骤 164

- 9.8 小结 165

10 第10章 索引的设计和使用 166

- 10.1 索引概述 166

- 10.2 设计索引的原则 167

- 10.3 BTREE 索引与 HASH 索引 168

- 10.4 小结 170

- 11 第 11 章 视图 171
- 11.1 什么是视图 171
 - 11.2 视图操作 171
 - 11.2.1 创建或者修改视图 171
 - 11.2.2 删除视图 173
 - 11.2.3 查看视图 174
 - 11.3 小结 175
- 12 第 12 章 存储过程和函数 176
- 12.1 什么是存储过程和函数 176
 - 12.2 存储过程和函数的相关操作 176
 - 12.2.1 创建、修改存储过程或者函数 176
 - 12.2.2 删除存储过程或者函数 180
 - 12.2.3 查看存储过程或者函数 181
 - 12.2.4 变量的使用 182
 - 12.2.5 定义条件和处理 183
 - 12.2.6 光标的使用 186
 - 12.2.7 流程控制 187
 - 12.2.8 事件调度器 191
 - 12.3 小结 193
- 13 第 13 章 触发器 195
- 13.1 创建触发器 195
 - 13.2 删除触发器 198
 - 13.3 查看触发器 198
 - 13.4 触发器的使用 200
 - 13.5 小结 200
- 14 第 14 章 事务控制和锁定语句 201
- 14.1 LOCK TABLE 和 UNLOCK TABLE 201
 - 14.2 事务控制 202
 - 14.3 分布式事务的使用 208
 - 14.3.1 分布式事务的原理 208
 - 14.3.2 分布式事务的语法 208
 - 14.3.3 存在的问题 210
 - 14.4 小结 213
- 15 第 15 章 SQL 中的安全问题 214
- 15.1 SQL 注入简介 214
 - 15.2 应用开发中可以采取的应对措施 215
 - 15.2.1 PreparedStatement+ Bind-Variable 215
 - 15.2.2 使用应用程序提供的转换函数 217
 - 15.2.3 自己定义函数进行校验 217
 - 15.3 小结 218
- 16 第 16 章 SQL Mode 及相关问题 219
- 16.1 MySQL SQL Mode 简介 219
 - 16.2 SQL Mode 的常见功能 221
 - 16.3 常用的 SQL Mode 224
 - 16.4 SQL Mode 在迁移中如何使用 224
 - 16.5 小结 225
- 17 第 17 章 MySQL 分区 226
- 17.1 分区概述 226
 - 17.2 分区类型 227
 - 17.2.1 Range 分区 229
 - 17.2.2 List 分区 231
 - 17.2.3 Columns 分区 232
 - 17.2.4 Hash 分区 235
 - 17.2.5 Key 分区 239
 - 17.2.6 子分区 240
 - 17.2.7 MySQL 分区处理 NULL 值的方式 241
 - 17.3 分区管理 243
 - 17.3.1 RANGE&LIST 分区管理 244
 - 17.3.2 HASH&KEY 分区管理 251
 - 17.4 小结 252

第三部分 优化篇

18

第 18 章 SQL 优化 254

18.1 优化 SQL 语句的一般步骤 254

- 18.1.1 通过 show status 命令了解各种 SQL 的执行频率 254
- 18.1.2 定位执行效率较低的 SQL 语句 255
- 18.1.3 通过 EXPLAIN 分析低效 SQL 的执行计划 256
- 18.1.4 通过 show profile 分析 SQL 262
- 18.1.5 通过 trace 分析优化器如何选择执行计划 266
- 18.1.6 确定问题并采取相应的优化措施 271

18.2 索引问题 272

- 18.2.1 索引的存储分类 272
- 18.2.2 MySQL 如何使用索引 273
- 18.2.3 查看索引使用情况 284

18.3 两个简单实用的优化方法 284

- 18.3.1 定期分析表和检查表 284
- 18.3.2 定期优化表 286

18.4 常用 SQL 的优化 287

- 18.4.1 大批量插入数据 287
- 18.4.2 优化 INSERT 语句 288
- 18.4.3 优化 ORDER BY 语句 289
- 18.4.4 优化 GROUP BY 语句 293
- 18.4.5 优化嵌套查询 294
- 18.4.6 MySQL 如何优化 OR 条件 295
- 18.4.7 优化分页查询 297
- 18.4.8 使用 SQL 提示 299

18.5 常用 SQL 技巧 301

- 18.5.1 正则表达式的使用 301
- 18.5.2 巧用 RAND() 提取随机行 304

- 18.5.3 利用 GROUP BY 的 WITH ROLLUP 子句 305
- 18.5.4 用 BIT GROUP FUNCTIONS 做统计 306
- 18.5.5 数据库名、表名大小写问题 308
- 18.5.6 使用外键需要注意的问题 309

18.6 小结 310

19

第 19 章 优化数据库对象 311

19.1 优化表的数据类型 311

19.2 通过拆分提高表的访问效率 313

19.3 逆规范化 314

19.4 使用中间表提高统计查询速度 315

19.5 小结 316

20

第 20 章 锁问题 317

20.1 MySQL 锁概述 317

20.2 MyISAM 表锁 318

- 20.2.1 查询表级锁争用情况 318
- 20.2.2 MySQL 表级锁的锁模式 318
- 20.2.3 如何加表锁 319
- 20.2.4 并发插入 (Concurrent Inserts) 322
- 20.2.5 MyISAM 的锁调度 323

20.3 InnoDB 锁问题 324

- 20.3.1 背景知识 324
- 20.3.2 获取 InnoDB 行锁争用情况 326
- 20.3.3 InnoDB 的行锁模式及加锁方法 328
- 20.3.4 InnoDB 行锁实现方式 331
- 20.3.5 Next-Key 锁 335
- 20.3.6 恢复和复制的需要, 对 InnoDB 锁机制的影响 337

- 20.3.7 InnoDB 在不同隔离级别下的一致性读及锁的差异 341
- 20.3.8 什么时候使用表锁 343
- 20.3.9 关于死锁 343
- 20.4 小结 349

21 第 21 章 优化 MySQL Server 351

- 21.1 MySQL 体系结构概览 351
- 21.2 MySQL 内存管理及优化 352
 - 21.2.1 内存优化原则 353
 - 21.2.2 MyISAM 内存优化 353
 - 21.2.3 InnoDB 内存优化 356
 - 21.2.4 调整用户服务线程排序缓存区 359
- 21.2 InnoDB log 机制及优化 360
 - 21.3.1 InnoDB 重做日志 360
 - 21.3.2 innodb_flush_log_at_trx_commit 的设置 361
 - 21.3.3 设置 log file size, 控制检查点 362
 - 21.3.4 调整 innodb_log_buffer_size 363
- 21.2 调整 MySQL 并发相关的参数 364
 - 21.4.1 调整 max_connections, 提高并发连接 364
 - 21.4.2 调整 back_log 364
 - 21.4.3 调整 table_open_cache 364
 - 21.4.4 调整 thread_cache_size 365
 - 21.4.5 innodb_lock_wait_timeout 的设置 365
- 21.5 小结 365

22 第 22 章 磁盘 I/O 问题 366

- 22.1 使用磁盘阵列 366

- 22.1.1 常见 RAID 级别及其特性 366
- 22.1.2 如何选择 RAID 级别 367
- 22.2 虚拟文件卷或软 RAID 367
- 22.3 使用 Symbolic Links 分布 I/O 368
- 22.4 禁止操作系统更新文件的 atime 属性 369
- 22.5 用裸设备 (Raw Device) 存放 InnoDB 的共享表空间 369
- 22.6 调整 I/O 调度算法 370
- 22.7 RAID 卡电池充放电问题 372
 - 22.7.1 什么是 RAID 卡电池充放电 372
 - 22.7.2 RAID 卡缓存策略 373
 - 22.7.3 如何应对 RAID 卡电池充放电带来的 I/O 性能波动 375
- 22.8 NUMA 架构优化 376
- 22.9 小结 380

23 第 23 章 应用优化 381

- 23.1 使用连接池 381
- 23.2 减少对 MySQL 的访问 381
 - 23.2.1 避免对同一数据做重复检索 381
 - 23.2.2 使用查询缓存 382
 - 23.2.3 增加 CACHE 层 383
- 23.3 负载均衡 383
 - 23.3.1 利用 MySQL 复制分流查询操作 383
 - 23.3.2 采用分布式数据库架构 384
- 23.4 其他优化措施 384
- 23.5 小结 384

第四部分 管理维护篇

24

第 24 章 MySQL 高级安装和升级 386

- 24.1 Linux/UNIX 平台下的安装 386
 - 24.1.1 安装包比较 386
 - 24.1.2 安装 RPM 包 387
 - 24.1.3 安装二进制包 387
 - 24.1.4 安装源码包 388
 - 24.1.5 参数设置方法 389
- 24.2 源码包安装的性能考虑 390
 - 24.2.1 去掉不需要的模块 390
 - 24.2.2 只选择要使用的字符集 391
 - 24.2.3 使用静态编译以提高性能 391
- 24.3 升级 MySQL 391
- 24.4 MySQL 降级 393
- 24.5 小结 393

25

第 25 章 MySQL 中的常用工具 394

- 25.1 mysql (客户端连接工具) 394
 - 25.1.1 连接选项 395
 - 25.1.2 客户端字符集选项 397
 - 25.1.3 执行选项 398
 - 25.1.4 格式化选项 399
 - 25.1.5 错误处理选项 399
- 25.2 myisampack (MyISAM 表压缩工具) 402
- 25.3 mysqladmin (MySQL 管理工具) 404
- 25.4 mysqlbinlog (日志管理工具) 405
- 25.5 mysqlcheck (MyISAM 表维护工具) 410

25.6 mysqldump (数据导出工具) 411

- 25.6.1 连接选项 411
- 25.6.2 输出内容选项 411
- 25.6.3 输出格式选项 412
- 25.6.4 字符集选项 414
- 25.6.5 其他常用选项 415
- 25.7 mysqlhotcopy (MyISAM 表热备份工具) 415
- 25.8 mysqlimport (数据导入工具) 417
- 25.9 mysqlshow (数据库对象查看工具) 417
- 25.10 perror (错误代码查看工具) 420
- 25.11 replace (文本替换工具) 420
- 25.12 小结 421

26

第 26 章 MySQL 日志 422

- 26.1 错误日志 422
- 26.2 二进制日志 423
 - 26.2.1 日志的位置和格式 423
 - 26.2.2 日志的读取 424
 - 26.2.3 日志的删除 425
 - 26.2.4 其他选项 428
- 26.3 查询日志 428
 - 26.3.1 日志的位置和格式 428
 - 26.3.2 日志的读取 429
- 26.4 慢查询日志 430
 - 26.4.1 文件位置和格式 430
 - 26.4.2 日志的读取 430
- 26.5 mysqlsla 简介 433
- 26.6 小结 435

27

第 27 章 备份与恢复 436

- 27.1 备份/恢复策略 436