



十年磨一剑，汇集作者多年MySQL数据库领域的一线实战与教学经验

由浅入深地剖析MySQL的体系结构、备份恢复、复制、高可用集群架构、优化、
故障排查、新版本特性、监控、升级及技术面试等知识点

MySQL

王者晋级之路

张甦 / 著



中国工信出版集团



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

MySQL

王者晋级之路

张甦 / 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

目前大部分软件开发平台都基于 Linux，很多互联网公司都把 MySQL 作为后端数据存储的数据库。如果把 MySQL 比喻成数据库界的一条巨龙，则本书涵盖的所有知识点就是这条巨龙的组成部分。

本书深入剖析 MySQL 数据库体系结构，实战演练备份恢复、主从复制，详解高可用集群架构的设计与实践过程，详细梳理优化思路，展现新版本的特性，并与真实生产案例相结合，通过核心原理到“王者”实战，全面覆盖 MySQL 数据库的知识点。

本书适合熟悉 Linux 系统且想提升 MySQL 水平的读者。

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

MySQL 王者晋级之路 / 张甦著. —北京：电子工业出版社，2018.3
ISBN 978-7-121-33679-9

I. ①M… II. ①张… III. ①SQL 语言—程序设计 IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 028134 号

责任编辑：陈晓猛

印 刷：三河市双峰印刷装订有限公司

装 订：三河市双峰印刷装订有限公司

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

开 本：787×980 1/16 印张：21.5

字数：412.9 千字

版 次：2018 年 3 月第 1 版

印 次：2018 年 3 月第 1 次印刷

定 价：79.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

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。

本书咨询联系方式：010-51260888-819，faq@phei.com.cn。

专家评语

在这个时代，能安安静静去读一本书的机会越来越少，能踏踏实实去深入研究技术的人也越来越少，这就越发显出可以忍耐孤独寂寞、倾心写作的人的难能可贵。在亲身经历过艰苦而漫长的实践之后，我也越来越敬仰那些笔耕不辍、钟情翰墨的作者们。

初识张甦，我就有一见如故的亲切感。当知道他已经在 MySQL 领域默默耕耘多年，自己培养出了一批又一批的学生的时候，我更是敬佩不已。在繁忙的工作中，还能抽出时间完成本书的编写，这是需要勇气和毅力的。

本书是对 MySQL 基础知识的全面解析，也是他多年工作和教学经验的结晶，其内容几乎涵盖了初学者对 MySQL 知识需求的方方面面，是一本非常值得学习的 MySQL 著作，本书将会带你进入 MySQL 的神奇殿堂。在我看来本书更是拙作《MySQL 运维内参》的黄金搭档，一个用于知识点的全面普及，一个用于深入了解 MySQL 的内参指导，但愿二者结合，能够帮助所有愿意学习和使用 MySQL 的人。

周彦伟

《MySQL 运维内参》作者、中国 MySQL 用户组主席

总体来说，市面上 MySQL 类的经典书不多，其中一个重要原因就是 MySQL DBA 的工作内容大而全，充分享受了开源红利，理论学习和工作实践还是存在差别的。无论是学习 MySQL，还是学习 Oracle，数据库体系结构都是重中之重，需要在实践中不断总结，这一点我和作者的观点吻合。

作者收集整理了自己多年的一线经验，以一种轻松明快的文风来讲述 MySQL 体系结构和

运维相关知识。通过本书，不仅能对 MySQL 知识体系有一个全面的了解，还能够一窥一线 DBA 的工作内容和技巧，相信会带给你一些新的思考和方向。

杨建荣

DBAplus 社群发起人，Oracle ACE，《Oracle DBA 工作笔记》作者

感谢张甦邀请，在拿到这本书大纲的时候，我问了张甦一个问题：“你写这本书的初心是什么？”答曰：“我想将自己近十年的数据库运维经验和授课感悟写给那些刚跨入此领域的学生们。”对此，我深有同感，从业十余年，我发现数据库 DBA 这个圈子大部分都是半路出家的，很少有人在学校里面就决定了自己要做 DBA，要从事数据库相关领域的工作，更多的是随着工作职责的变更，通过自学从而走上这条路的。我认识的朋友中有从开发转 DBA 的，也有从运维转 DBA 的，大部分的情况都是数据库没有专人管理，开始是兼顾，后期慢慢就转型成了专职的 DBA 了。

而在这个过程中，不免会走很多的弯路，尤其是在十年前那个信息匮乏、交流不便的年代，出了问题不知道是什么原因导致的，面对需求没有什么相关的解决方案可以参考，他人的经验更是寥寥无几。目前这个时代正是信息大爆炸的时代，数据库也不再那么神秘，我们可以从各个渠道获取相关的知识，可以看同样的 case 别人是怎么解决的，相同的问题别的公司是怎么处理的，那么我们为什么还需要 MySQL 类的书籍呢？这也是我的第二个疑问，我同样问了张甦，他是这么回答的：“这本书包含了我近十年的工作经验总结，涵盖了我能想到的 MySQL 的各个方面，对于初学者来说是很好的入门书籍。”

我翻阅了大纲，这本书从安装下载、部署启动，到参数、索引、锁、事务等 MySQL 常用和不常用的知识点都有详细介绍，描述得非常直白，并配有详细的案例，确实非常适合入门级读者进行学习。我们从业者常见的分享经常会忽略一些基础概念的解释和介绍，默认受众已经知道了这部分内容，而张甦这本书完全假设受众为零基础的读者，深入浅出地介绍了 MySQL 的相关知识，建议作为 MySQL 的入门书籍。

最后，数据库 DBA 在人数上属于较为小众的职业，但是选择了这个职业的人都是比较有趣的，如果你也选择了这个职业，希望我们共同将其发扬光大，让更多的人理解这个职业。

肖鹏

微博研发中心 技术副总监

随着互联网时代的兴起，MySQL 在数据库领域日益显现出举足轻重的地位，它不断扩大的用户群体就是很好的证明。在这样的背景下，需要越来越多的人在知识资源方面为之付出，将自己对 MySQL 数据库的学习过程、运维经验、个人理解等记录下来，为行业中的后来者燃起一盏明灯，让他们少走一些弯路。

这正是本书写作的初衷。书中汇集了作者多年来在 MySQL 运维及教学过程中不断总结、不断思考的成果，内容丰富、体例清晰。不仅有对基础知识的阐述，比如 MySQL 作为一个关系型通用数据库所具备的模块、组织架构、功能及特点等，还有对实操操作的指导，比如告诉你在运维中应该重点关注什么，如何控制数据库的行为，如何解决问题等，旨在让读者对数据库有一个更深入的理解。本书深入浅出，语言平实又不乏幽默，轻快又不失严谨，是一本值得学习的好书。相信开卷有益，每位读者都能在轻松畅快的阅读中有意外的收获。

王竹峰

去哪儿网数据库总监 Oracle MySQL ACE

前言

找到一份合适的工作，就像在工作的八小时之内有了一个心仪的恋人——MySQL 数据库就是我的甜蜜爱恋。

我上学时特别不爱学习，也从来没有想过，也不敢想，有一天自己会写本书。作为一个在数据库领域摸爬滚打近十年的“老司机”，从一个什么都不会的菜鸟，做到公司的高管兼资深数据库讲师，我很希望把自己这些年积累下来的实战经验和一些学习 MySQL 数据库的心得体会分享给大家。我很能理解那些刚进入数据库领域的同学的困惑，因为自己刚学习 MySQL 的时候，就跟无头苍蝇一样，遇到报错后在网上到处找资料，关键是看完资料后有些问题可能还是解决不了，因为不知道哪种处理方法是对的。当时很崩溃，真心不知道该从哪里下手学习才好。别人还经常推荐一些过于偏向概念性叙述的数据库书籍，越看越晕。我当时就想为什么非要把数据库的知识点说得这么烦琐、深奥，让别人看不懂、理解不了呢？

写作本书的目的

我平常喜欢写一些技术博客，在 51CTO 上面写了一篇“青铜到王者，快速提高 MySQL 数据库段位”的文章，这篇文章指明了 MySQL 数据库的一个学习方向，但没有深入展开讲解里面的核心知识点。有读者发私信和留言说，能不能更具体地展开讲解呢。所以我决定把里面所有核心的技术干货写成书，毫无保留地分享给大家。希望本书对大家在生产中实践 MySQL 时有帮助，可以让有一定基础的、有工作经验的运维人员和 DBA 更加深入地了解 MySQL，使用和维护起来更加得心应手，更希望可以让刚踏入数据库领域的读者快速掌握 MySQL 数据库的核心知识体系，给那些想学习 MySQL 数据库的入门者指明一个正确方向，少走一些弯路。让我们一起朝着技术领域金字塔的塔尖大步前行。

如何阅读本书

本书在知识结构上分为 7 部分。

第 1 部分 倔强青铜篇（第 1~8 章）。包括 MySQL 简介、主流分支版本、数据库安装/启动/关闭、权限管理、MySQL 数据库的内存池结构、存储引擎、线程作用、刷新机制、数据库文件、表管理、字符集、统计信息与数据碎片整理的方法。还包括对索引的详细解读，执行计划的分析、压力测试的展现、事务的介绍，以及对隔离级别的深度讲解，并结合锁一起展开学习。

第 2 部分 秩序白银篇（第 9 章）。介绍生产环境中常用的备份方法、逻辑备份和裸文件备份。针对 mysqldump、select...into outfile、mydumper 和 xtrabackup 等备份恢复工具的原理展开详解及实践演练。

第 3 部分 荣耀黄金篇（第 10~11 章）。介绍主从复制的原理，对复制参数进行详细讲解，对半同步复制、多源复制、GTID 复制进行全面解读与实践，对复制数据一致性的校验和复制管理技巧进行介绍，并解读主从复制中的各种报错故障。

第 4 部分 尊贵铂金篇（第 12~15 章）。介绍互联网主流的 MySQL 高可用集群架构，对 MHA、Keepalived、PXC 原理的解析、维护管理与实践，最后介绍 ProxySQL 这个强大的 MySQL 中间代理层的应用。

第 5 部分 永恒钻石篇（第 16~17 章）。介绍 MySQL 5.7 版本的新特性，以及通过硬件、操作系统、数据库、程序设计这四个维度来全面介绍 MySQL 数据库的优化。

第 6 部分 至尊星耀篇（第 18~19 章）。学习部署 Lepus，监控 MySQL 与版本升级。

第 7 部分 最强王者篇 第 20 章。MySQL 面试总结。

致谢

在我从事数据库工作近十年的道路上，我要感谢那些曾经帮助过我的前辈们，当我遇到困难想要放弃这个行业时，是你们耐心的开导与指引，才使我没有失去方向，一直坚持到今天。我也要感谢 51CTO 这个平台，让我可以把自己工作中的经验分享给大家，感谢 51CTO 的运营经理高阳，不厌其烦地帮我整理博客中的一些素材，才能让我的文章以很好的方式呈现给大家。最后还要感谢电子工业出版社的陈晓猛编辑，感谢你的独具慧眼和对我无条件的支持与鼓励，让我可以非常顺利地完成写作。

技术无国界，让我们一起热爱技术、分享知识，打造出属于自己的一片广阔天空。此书献给所有喜欢技术的朋友们！

联系方式

欢迎大家与我互动，联系方式如下。

博客：sumongodb.blog.51cto.com。

张甦

读者服务

轻松注册成为博文视点社区用户（www.broadview.com.cn），扫码直达本书页面。

- **提交勘误：**您对书中内容的修改意见可在[提交勘误处](#)提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- **交流互动：**在页面下方[读者评论处](#)留下您的疑问或观点，与我们和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/33679>



目 录

第 1 部分 倔强青铜篇

第 1 章	MySQL 简介与主流分支版本.....	2
1.1	MySQL 简介	2
1.2	MySQL 主流的分支版本	3
1.2.1	官方版本的 MySQL	3
1.2.2	Percona Server	4
1.2.3	MariaDB	5
第 2 章	MySQL 数据库的安装、启动和关闭.....	6
2.1	下载 MySQL 二进制软件包.....	6
2.2	安装前系统环境检测.....	7
2.3	MySQL 5.6 版本的安装过程.....	10
2.4	创建密码	14
2.5	关闭 MySQL 数据库	14
2.6	基础数据库的名称.....	14
2.7	MySQL 5.7 版本的安装.....	15
2.8	MySQL 数据库 root 密码丢失的问题	19
2.9	MySQL 数据库的连接方式	21
2.10	用户权限管理	21
第 3 章	MySQL 体系结构与存储引擎.....	24
3.1	MySQL 体系结构	24
3.2	Query Cache 详解.....	25

3.3 存储引擎	28
3.4 InnoDB 体系结构	29
3.4.1 数据库和数据库实例	29
3.4.2 InnoDB 存储结构	30
3.4.3 内存结构	36
3.4.4 Buffer 状态及其链表结构	39
3.4.5 各大刷新线程及其作用	40
3.4.6 内存刷新机制	41
3.4.7 InnoDB 的三大特性	45
第 4 章 数据库文件	49
4.1 参数文件	49
4.2 参数类型	57
4.3 错误日志文件 (error log)	57
4.4 二进制日志文件 (binary log)	61
4.5 慢查询日志 (slow log)	67
4.6 全量日志 (general log)	70
4.7 审计日志 (audit log)	71
4.8 中继日志 (relay log)	72
4.9 Pid 文件	72
4.10 Socket 文件	72
4.11 表结构文件	72
4.12 InnoDB 存储引擎文件	73
第 5 章 表	75
5.1 整型	75
5.2 浮点型	77
5.3 时间类型	79
5.4 字符串类型	80
5.5 字符集	81
5.6 表碎片产生的原因	83
5.7 碎片计算方法及整理过程	84
5.8 表统计信息	85

5.9 统计信息的收集方法.....	86
5.10 MySQL 库表常用命令总结.....	87
第 6 章 索引	88
6.1 二叉树结构	88
6.2 平衡二叉树结构	89
6.3 B-tree 结构	90
6.4 B+tree	90
6.4.1 聚集索引和普通索引.....	91
6.4.2 ICP、MRR 和 BKA	95
6.4.3 主键索引和唯一索引.....	98
6.4.4 覆盖索引	99
6.4.5 前缀索引	100
6.4.6 联合索引	100
6.5 哈希索引	101
6.6 索引的总结	101
第 7 章 事务	103
7.1 事务的特性	103
7.2 事务语句	104
7.3 truncate 和 delete 的区别	107
7.4 事务的隔离级别	109
7.5 细说脏读、不可重复读、幻读、可重复读现象.....	110
7.5.1 脏读	110
7.5.2 不可重复读与幻读.....	111
7.5.3 可重复读	112
第 8 章 锁.....	114
8.1 InnoDB 的锁类型.....	114
8.1.1 读锁	114
8.1.2 写锁	115
8.1.3 MDL 锁.....	115
8.1.4 意向锁	116

8.2 InnoDB 行锁种类.....	116
8.2.1 单个行记录的锁.....	116
8.2.2 间隙锁 (GAP lock)	119
8.2.3 Next-key Locks.....	121
8.3 锁等待和死锁	122
8.4 锁问题的监控	125

第 2 部分 秩序白银篇

第 9 章 备份恢复.....	130
9.1 MySQL 的备份方式	130
9.2 冷备及恢复	131
9.3 热备及恢复	131
9.3.1 mysqldump 的备份与恢复.....	131
9.3.2 select ...into outfile.....	135
9.3.3 load data 与 insert 的插入速度对比	137
9.3.4 mydumper	139
9.3.5 裸文件备份 XtraBackup	143
9.4 流式化备份	153
9.4.1 非压缩模式的备份.....	153
9.4.2 压缩模式的备份.....	154
9.4.3 远程备份	155
9.5 表空间传输	155
9.6 利用 binlog2sql 进行闪回.....	158
9.7 binlog server	161
9.8 总结	162

第 3 部分 荣耀黄金篇

第 10 章 主从复制概述	164
10.1 常见的几种主从架构模式图.....	164
10.2 主从复制功能	165

10.3 主从复制原理	166
10.4 复制中的重点参数详解	166
第 11 章 复制原理及实战演练	169
11.1 异步复制	169
11.2 主从复制故障处理	174
11.3 半同步复制	178
11.4 半同步复制和异步复制模式的切换	182
11.5 GTID 复制	184
11.5.1 GTID 原理介绍	184
11.5.2 GTID 存在的价值	185
11.5.3 主从复制中 GTID 的管理与维护	185
11.5.4 GTID 复制与传统复制的切换	187
11.5.5 GTID 使用中的限制条件	191
11.6 多源复制	192
11.7 主从延迟的解决方案及并行复制	196
11.8 主从复制的数据校验	198
11.9 总结	202
 第 4 部分 尊贵铂金篇	
第 12 章 MHA	205
12.1 MHA 简介	205
12.1.1 MHA 部署	205
12.1.2 MHA 原理	206
12.1.3 MHA 的优缺点	206
12.1.4 MHA 工具包的功能	206
12.2 实战演练	207
第 13 章 Keepalived+双主架构	224
13.1 Keepalived 介绍	224
13.2 集群搭建思路及建议	225
13.3 实验部署演练	226

第 14 章 PXC.....	238
14.1 PXC 原理.....	239
14.2 PXC 架构的优缺点.....	240
14.3 PXC 中重要概念和重点参数.....	240
14.4 PXC 架构搭建实战.....	242
14.5 PXC 集群状态的监控.....	246
14.6 从节点在线转化为 PXC 节点.....	247

第 15 章 ProxySQL.....	253
15.1 ProxySQL 的安装与启动.....	254
15.2 配置 ProxySQL 监控.....	256
15.3 ProxySQL 的多层配置系统.....	257
15.4 配置 ProxySQL 主从分组信息.....	259
15.5 配置读写分离策略.....	261
15.6 测试读写分离.....	261
15.7 总结.....	263

第 5 部分 永恒钻石篇

第 16 章 MySQL 5.7 新特性.....	266
16.1 InnoDB 存储引擎的增强.....	266
16.2 其他方面的增强.....	270
第 17 章 MySQL 全面优化.....	275
17.1 硬件优化.....	277
17.2 配置参数优化.....	278
17.3 从 Linux 操作系统层面来谈对 MySQL 的优化.....	279
17.4 表设计及其他优化.....	280
17.5 整体管理优化总结.....	288

第 6 部分 至尊星耀篇

第 18 章 Lepus 之 MySQL 监控.....	290
18.1 Lepus 简介.....	290

18.2 实战部署	292
18.3 监控 MySQL 服务器	300
18.4 部署 Lepus 慢查询分析平台实战	302
18.5 监控总结	307
第 19 章 MySQL 版本升级	308
19.1 升级方式	308
19.2 实战演练	309

第 7 部分 最强王者篇

第 20 章 MySQL 面试宝典	318
20.1 自我介绍	318
20.2 技术问答	319



第 1 部分 倔强青铜篇

本部分主要介绍 MySQL 的体系结构，因为要想学好数据库，首先要把基础打牢。跟玩游戏一样，我们先来看看 MySQL 数据库是什么样子的。