

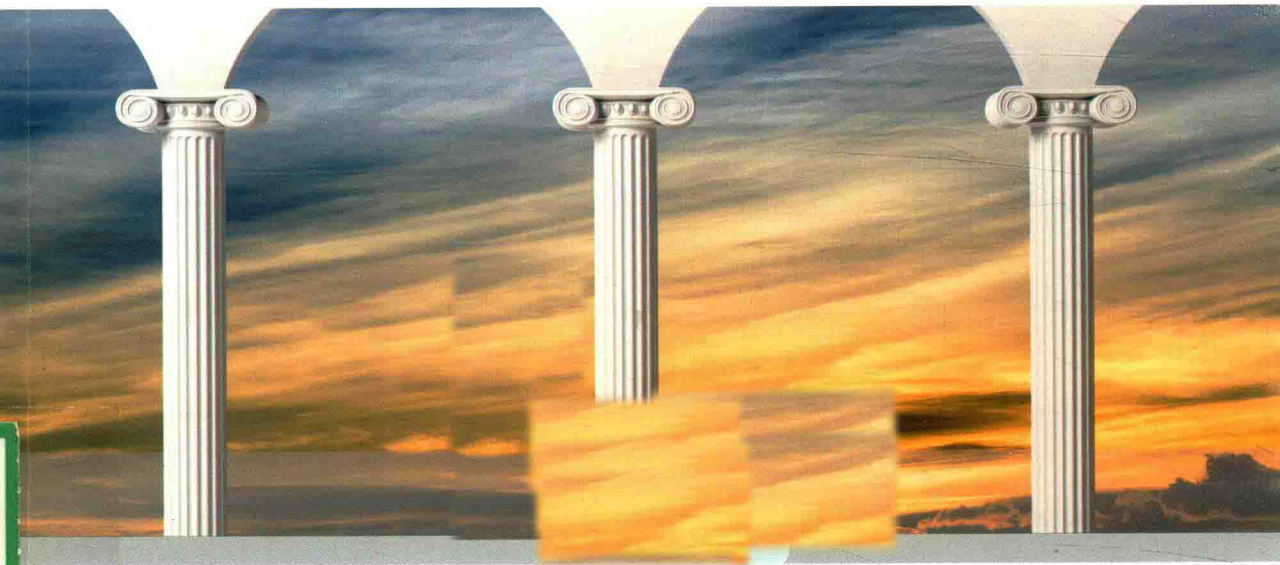
数据库领域经典著作全面升级，从实战出发，增补MySQL 5.7和MariaDB 10.1版本的全新内容

以构建高性能MySQL服务器为核心，从故障诊断与优化、性能调优、备份与恢复、高可用集群架构搭建与管理、读写分离和分布式DB架构搭建与管理、性能和服务监控等多角度深入分析管理与维护MySQL服务器的技巧和方法，是指导MySQL DBA进阶修炼的最佳实践之作

MySQL管理之道

性能调优、高可用与监控

第2版



贺春暘 著



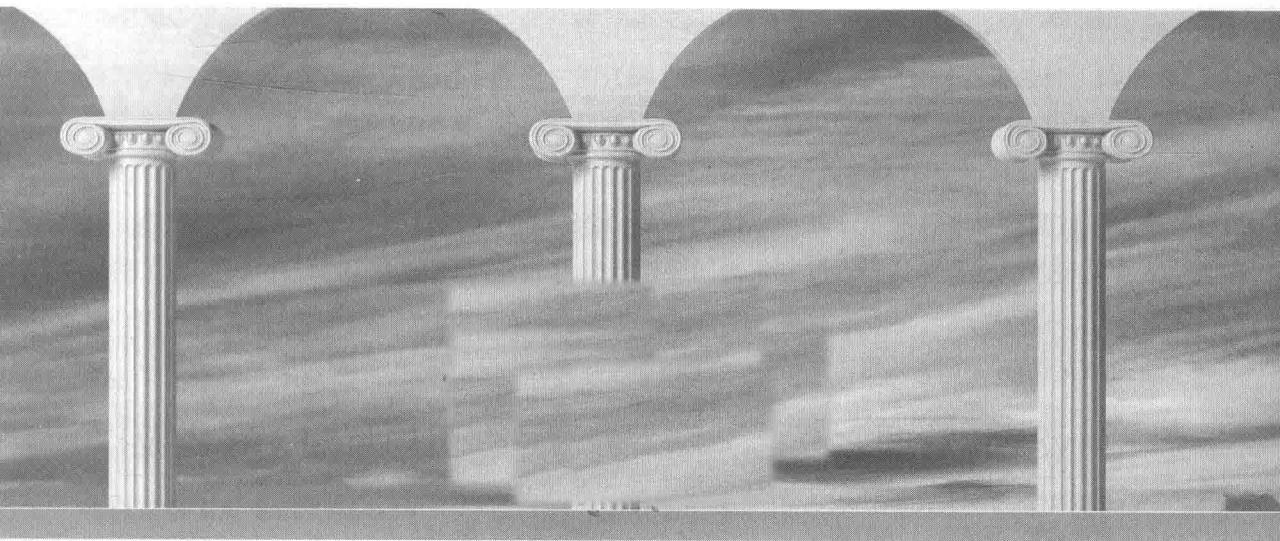
机械工业出版社
China Machine Press

数据库 技术丛书

MySQL管理之道

性能调优、高可用与监控

第2版



贺春旸 著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

MySQL 管理之道: 性能调优、高可用与监控 / 贺春暘著. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2016.8

(数据库技术丛书)

ISBN 978-7-111-54779-2

I.M… II. 贺… III. SQL 语言 IV. TP311.132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 212350 号

MySQL 管理之道: 性能调优、高可用与监控 (第 2 版)

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 杨绣国 陈佳媛

责任校对: 董纪丽

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2016 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 186mm×240mm 1/16

印 张: 24

书 号: ISBN 978-7-111-54779-2

定 价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

HZBOOKS | 华章IT | Information Technology



Foreword 推荐序：飞跃的第 2 版

MySQL 作为一个开源项目，已经有 20 年历史了，最近几年在互联网核心系统中的成功使用奠定了其在关系数据库中的地位，也成为让每一个 DBA、开发人员、架构师及 CTO 都不得不考虑的数据库基础软件。

对于数据库爱好者来讲，Oracle 是非常值得研究的数据库，因为其历史悠久、功能卓越；而 MySQL 则是非常适合研究的，因为它的代码、协议及外围配套工具具有开放性。国内有一大批在各个企业成功实施过 MySQL 的优秀工程师，在完成工作之余，他们还积累了丰富的知识和经验，并提炼总结著成书籍，以帮助其他人，本书作者就是其中之一。

本书的第 1 版帮助了不少人入门 MySQL，我在学习 MySQL 的过程中也参阅过第 1 版，以便了解不同企业使用 MySQL 的业务场景和遇到的技术难题，以及最后所用的解决方案。用心的读者是用心的作者最大的动力和回报。

最近三四年里，MySQL 发展极快，包括官方的 MySQL 版本以及 MariaDB 分支的发展，更重要的是在企业的各类系统中它的应用也越来越广泛和深入。随着它的发展，架构师及运维主管的工作也更具有挑战性，此时，作者用心编写第 2 版，不只是简单的完善和改版，还可以理解为重写和飞跃。

现在，数据库管理员已经变成了数据管理员，反映的是理念和架构的变化，第 2 版中新增的内容更多地印证了这一点，这一版对高可用、自动切换、数据保护等方案的透析更加深入，数据库中间件部分的深入分析更能拓展广大 DBA 的视野。

如果将一本书比作一个人，那么第 1 版聚焦于 DBA 工作，而第 2 版则聚焦于架构师的思考，并且还可以随时随地联系作者进行深入交流，不再只是局限于本书中的内容！

平民软件 (<http://www.onexsoft.com>) 楼方鑫

前 言 *Preface*

为什么要写这本书

首先要感谢读者对第 1 版的认可。随着技术的更新，第 1 版的内容已逐渐变老，为了与时俱进，所以准备再写一本关于 MariaDB 10 和 MySQL 5.7 的数据库图书，把自己学到的新知识做一个系统性总结来呈现给大家。目前市面上针对相关知识进行介绍的书还寥寥无几，大多数读者只能通过阅读英文手册去获取新的知识，希望本书的出版能对大家有所帮助。

本书以构建高性能 MySQL 服务器为核心内容，介绍了 MariaDB 10 和 MySQL 5.7 的新特性，并从故障诊断与优化、性能调优、备份与恢复、MySQL 高可用集群搭建与管理、MySQL 服务器性能和服务监控等角度深入讲解了如何去管理与维护 MySQL 服务器。书中内容均来自于笔者多年实践经验的总结和新知识的拓展，同时也包含很多实用的情景模拟，并针对运维人员、DBA 等相关工作者常遇到的有代表性的疑难问题给出了解决方案。不论你目前有没有遇到过此类问题，相信都会有借鉴意义。

如何阅读本书

本书的知识结构分四部分：

第一部分（第 1 章至第 2 章）介绍 MySQL 5.7/MariaDB 10 的新特性、注意事项、安装和升级方法。

第二部分（第 3 章至第 6 章）为故障诊断与优化，涉及生产环境下 MySQL 故障处理，以及性能调优等内容，包括表设计阶段范式的理解、字段类型的选取、采用表锁还是行锁、

MySQL 默认的隔离级别与传统 SQL Server, 以及 Oracle 数据库默认的隔离级别的区别、SQL 语句的优化, 以及合理利用索引等。

第三部分 (第 7 章至第 10 章) 为架构篇, 内容包括当前互联网流行的高可用架构 MHA (Master High Availability)、分库分表中间件 Oneproxy 和读写分离中间件 MariaDB MaxScale, 以及 Percona/MariaDB Galera Cluster 集群管理。

第四部分 (第 11 章) 阐述慢 SQL 管理平台的搭建与维护, 主要介绍集中收集慢日志查询。

本书的每个部分都可以单独作为一本迷你书阅读, 如果你未接触 MySQL5.7/MariaDB 10, 建议从第一部分开始阅读。本书提供的脚本和相关软件, 请在华章网站 (www.hzbook.com) 的本书页面下载。

勘误和支持

由于作者的水平有限, 编写的时间也很仓促, 书中难免会出现一些错误或者不准确的地方, 不妥之处恳请读者批评指正。你可以将书中的错误, 发送邮件至我的邮箱 chunyang_he@139.com 或者通过 QQ 联系我: 3783414, 我很期待能够听到你们真挚的反馈。

致谢

在这里感谢沃趣科技公司高级 DBA 邱文辉提供《MariaDB 10 Hash Join 索引优化》一文。

感谢机械工业出版社华章公司的编辑杨绣国老师, 感谢你的魄力和远见, 在这一年多的时间中始终支持我的写作, 你的鼓励和帮助引导我顺利完成全部书稿。

贺春暘

2016 年 5 月于北京

目 录 *Contents*

推荐序：飞跃的第 2 版	
前 言	
第 1 章 MariaDB 架构与历史	1
1.1 MariaDB 的介绍	1
1.2 MariaDB 和 MySQL 的兼容性	2
1.3 MariaDB 10.0 新增的功能	3
1.3.1 更多的存储引擎	4
1.3.2 速度的提升	5
1.3.3 扩展和新功能	5
1.4 如何将 MySQL 迁移至 MariaDB	8
1.5 使用二进制包安装 MariaDB 10.1 企业版	10
1.6 总结	12
第 2 章 MySQL 5.7 与 MariaDB 10.1 的新特性	13
2.1 性能提升	14
2.2 安全性的提升	15
2.2.1 默认开启 SSL	15
2.2.2 不再明文显示用户密码	20
2.2.3 sql_mode 的改变	20
2.3 InnoDB 存储引擎的提升	22
2.3.1 更改索引名字时不会锁表	22
2.3.2 在线 DDL 修改 varchar 字段 属性时不锁表	23
2.3.3 InnoDB/MyisAM 存储引擎 支持中文全文索引	26
2.3.4 InnoDB Buffer Pool 预热 改进	29
2.3.5 在线调整 innodb_Buffer_Pool_ Size 不用重启 mysql 进程	31
2.3.6 回收 (收缩) undo log 回滚 日志物理文件空间	32
2.3.7 InnoDB 提供通用表空间	33
2.3.8 创建 InnoDB 独立表空间 指定存放路径	34
2.3.9 迁移单独一张 InnoDB 表到 远程服务器	35
2.3.10 修改 InnoDB redo log 事务 日志文件大小更人性化	36
2.3.11 死锁可以打印到错误 日志里	37
2.3.12 支持 InnoDB 只读事务	37

- 2.3.13 支持 InnoDB 表空间数据碎片整理 38
- 2.4 JSON 格式的支持 39
 - 2.4.1 支持用 JSON 格式存储数据 39
 - 2.4.2 动态列支持用 JSON 格式存储数据 41
- 2.5 支持虚拟列 (函数索引) 44
 - 2.5.1 MySQL 5.7 支持函数索引 44
 - 2.5.2 MariaDB 10.0/10.1 支持函数索引 45
- 2.6 功能提升 46
 - 2.6.1 支持杀死慢的 SQL 语句 46
 - 2.6.2 支持一张表有多个 INSERT/DELETE/UPDATE 触发器 48
 - 2.6.3 引入线程池 (Thread Pool) 技术 49
 - 2.6.4 提供审计日志功能 52
 - 2.6.5 支持 explain update 53
 - 2.6.6 在 MySQL 5.7 中按 Ctrl+C 组合键不会退出客户端 54
 - 2.6.7 可将错误日志打印到系统日志文件中 54
 - 2.6.8 支持创建角色 55
 - 2.6.9 支持 TokuDB 存储引擎 56
- 2.7 优化器改进 59
 - 2.7.1 针对子查询 select 采用半连接优化 59
 - 2.7.2 优化派生子查询 62
 - 2.7.3 优化排序 limit 65
 - 2.7.4 优化 IN 条件表达式 66
 - 2.7.5 优化 union all 69
 - 2.7.6 支持索引下推优化 70
 - 2.7.7 支持 Multi Range Read 索引优化 72
 - 2.7.8 支持 Batched Key Access (BKA) 索引优化 75
 - 2.7.9 支持 Hash Join 索引优化 77
- 2.8 半同步复制改进 78
 - 2.8.1 半同步复制简介 78
 - 2.8.2 半同步复制的安装配置 79
 - 2.8.3 参数说明 79
 - 2.8.4 功能测试 80
 - 2.8.5 性能测试 84
- 2.9 GTID 复制改进 87
 - 2.9.1 GTID 复制概述 87
 - 2.9.2 在 MySQL 5.6 的 GTID 模式下同步复制报错不能跳过的解决方法 90
 - 2.9.3 MySQL 5.7 中 GTID 复制的改进 93
 - 2.9.4 GTID 复制的陷阱 95
 - 2.9.5 MariaDB 10.1 中 GTID 复制的改进 96
 - 2.9.6 GTID 的使用方式不同 97
- 2.10 MySQL 5.6/5.7 从库崩溃安全恢复 98
- 2.11 MariaDB 10.0/10.1 从库崩溃安全恢复 99
- 2.12 slave 从库多线程复制 99
- 2.13 slave 支持多源复制 101
- 2.14 MySQL 5.7 设置同步复制过滤不用重启 mysql 服务进程 103

2.15	小结	104	4.1.1	在 master 上删除一条记录时出现的故障	146
第 3 章	故障诊断	105	4.1.2	主键重复	147
3.1	影响 MySQL 性能的因素	105	4.1.3	在 master 上更新一条记录, 而 slave 上却找不到	148
3.2	系统性能评估标准	106	4.2	特殊情况: slave 的中继日志 relay-log 损坏	149
3.2.1	影响 Linux 服务器性能的因素	106	4.3	人为失误	151
3.2.2	系统性能评估指标	107	4.4	避免在 master 上执行大事务	152
3.2.3	开源监控和评估工具介绍	109	4.5	slave_exec_mode 参数可自动处理同步复制错误	153
3.3	故障与处理	112	4.6	如何验证主从数据一致	154
3.3.1	连接数过多导致程序连接报错的原因	112	4.7	binlog_ignore_db 引起的同步复制故障	156
3.3.2	记录子查询引起的宕机	117	4.8	MySQL5.5.19/20 同步一个 Bug	157
3.3.3	诊断事务量突高的原因	120	4.9	恢复 slave 从机上的某几张表的简要方法	159
3.3.4	谨慎设置 binlog_format=MIXED	123	4.10	如何干净地清除 slave 同步信息	160
3.3.5	未设置 swap 分区导致内存耗尽, 主机死机	127	第 5 章	性能调优	162
3.3.6	MySQL 故障切换之事件调度器注意事项	128	5.1	表设计	162
3.3.7	人工误删除 InnoDB ibdata 数据文件, 如何恢复	130	5.2	字段类型的选取	166
3.3.8	update 忘加 where 条件误操作恢复 (模拟 Oracle 闪回功能)	132	5.2.1	数值类型	167
3.3.9	delete 忘加 where 条件误操作恢复 (模拟 Oracle 闪回功能)	141	5.2.2	字符类型	172
第 4 章	同步复制报错故障处理	145	5.2.3	时间类型	174
4.1	最常见的 3 种故障	145	5.2.4	小技巧: 快速修改表结构	181
			5.2.5	pt-online-schema-change 在线更改表结构	185
			5.2.6	MySQL5.6 在线 DDL 更改表测试	191

8.4.1	配置环境及安装介绍	307
8.4.2	基于 connect 方式的测试	311
8.4.3	基于 statement 方式 (SQL 解析) 的测试	312
8.4.4	MaxScale 延迟检测	313
8.5	读 / 写分离 OneProxy 介绍及 架构搭建演示	315
8.5.1	OneProxy 简介	316
8.5.2	OneProxy 的功能及安装 介绍	316
8.5.3	OneProxy 读 / 写分离接入 限制	320
第 9 章 Codership Galera Cluster 集群架构搭建与管理 322		
9.1	Codership Galera Cluster 的特性 和优缺点	323
9.2	Codership Galera Cluster 的 局限性	323
9.3	Codership Galera Cluster 的 工作原理	324
9.4	Codership Galera Cluster 的 配置	328
9.4.1	Codership Galera Cluster 的 配置环境及安装	328
9.4.2	功能测试	332
9.5	HAProxy 结合 Galera Cluster 实现无单点秒级故障切换	337
第 10 章 OneProxy 分库分表的 搭建与管理 345		
10.1	OneProxy 分库分表的搭建	346
10.1.1	配置与安装	346
10.1.2	前端 PHP/Java 程序接入 事项	349
10.2	OneProxy 分库分表接入限制	349
10.3	OneProxy 分库分表基本测试	351
10.3.1	分库分表的功能测试	351
10.3.2	分库分表的二级分区 测试	354
10.3.3	分库分表的聚合测试	358
10.3.4	分库分表的插入测试	359
10.3.5	分库分表不支持跨库 join 的测试	360
10.3.6	分库分表不支持分布式 事务的测试	361
10.3.7	分库分表不支持存储过程的 测试	361
10.4	搭建 OneProxy 高可用故障 切换 HA	362
10.5	OneProxy 黑名单 SQL 防火墙 搭建测试	363
第 11 章 Lepus 慢日志分析平台搭建 与维护 367		
11.1	Lepus 基础组件的安装	367
11.2	安装 percona-toolkit 工具	370

MariaDB 架构与历史

本书以 MariaDB 10.1 和 MySQL 5.7 为主要介绍对象，为了让广大读者了解什么是 MariaDB，首先对其进行介绍。

1.1 MariaDB 的介绍

MariaDB 是 MySQL 源代码的一个分支，主要由开源社区在维护，采用 GPL 授权许可。开发这个分支的原因之一：甲骨文公司收购了 MySQL 后，有将 MySQL 闭源的潜在风险，因此社区采用分支的方式来避开这个风险。MariaDB 是完全兼容 MySQL 的，包括 API 和命令行，使之能轻松成为 MySQL 的替代品。在存储引擎方面，使用 XtraDB 来代替 MySQL 的 InnoDB，XtraDB 完全兼容 InnoDB。创建一个 InnoDB 表，内部默认会转换成 XtraDB，如图 1-1 所示。

```
MariaDB [(none)]> show engines;
```

Engine	Support	Comment	Transactions	XA	Savepoints
MRG_MyISAM	YES	Collection of identical MyISAM tables	NO	NO	NO
CSV	YES	CSV storage engine	NO	NO	NO
Aria	YES	Crash-safe tables with MyISAM heritage	NO	NO	NO
MyISAM	YES	MyISAM storage engine	NO	NO	NO
MEMORY	YES	Hash based, stored in memory, useful for temporary tables	NO	NO	NO
InnoDB	DEFAULT	Percona XtraDB, Supports transactions, row-level locking, foreign keys and encryption for tables	YES	YES	YES
SEQUENCE	YES	Generated tables filled with sequential values	YES	NO	YES
PERFORMANCE_SCHEMA	YES	Performance Schema	NO	NO	NO

```
8 rows in set (0.06 sec)
```

```
MariaDB [(none)]> select version();
```

version()
10.1.10-MariaDB-enterprise-log

```
1 row in set (0.10 sec)
```

图 1-1 默认 XtraDB 存储引擎

Percona XtraDB 是 InnoDB 存储引擎的增强版，可用来更好地发挥最新的计算机硬件系

统性能，同时还包含一些在高性能环境下的新特性。XtraDB 存储引擎是完全向下兼容的，在 MariaDB 中，XtraDB 存储引擎被标识为 "ENGINE=InnoDB"，这与 InnoDB 是一样的，所以可以直接用 XtraDB 替换掉 InnoDB，而不会产生任何问题。XtraDB 在 InnoDB 的基础上构建，使 XtraDB 具有更多的特性、更多的参数指标和更多的扩展。从实践的角度来看，XtraDB 在 CPU 多核的条件下会更有效地使用内存，并且性能更高。从 MariaDB 5.1 开始就默认使用 XtraDB 存储引擎。

MariaDB 由 MySQL 的创始人 Michael (Monty) Widenius 主导开发，早前他曾以 10 亿美元的价格将自己创建的公司 MySQL AB 卖给了 Sun 公司，此后，随着 Sun 公司被甲骨文公司收购，MySQL 的所有权也落入 Oracle 公司的手中。MariaDB 名称来自 Michael (Monty) Widenius 的女儿 Maria 的名字。

MariaDB 10.0 和 MySQL 5.6 的不同之处

MySQL 5.6 的代码库的文件结构已经被改动。比如单个代码文件已经被分成多个，又或者某些代码已经被重新归类到不同的文件内。所以要 MariaDB 去配合现在这个文件结构，一定是一个非常消耗时间的过程。

MariaDB 5.5 已经有大量的代码不同于 MySQL 5.5 的版本，而且也有很多新的特征被整合到 MariaDB 5.5 中，而这些特征直到 MariaDB 5.6 才出现在 MySQL 中。所以，在比较同样功能的 MySQL 和 MariaDB 的版本，同时在完成设计和 QA 方面的审核后，一个很明显的结论为 MariaDB 是一个更好的产品。大多数情况下，当选择 MariaDB 的时候，人们会更多地考虑功能方面的偏好。

MariaDB 不仅仅是 MySQL 的一个替代品。它的主要目的是创新和提高 MySQL 的技术，MySQL 5.6 不是一个合适的创新基础平台，所以 MariaDB 团队做了下面的事情。

- 引入了一些新功能（像 Multi-source Replication 多源复制、基于表的并行复制、Galera Cluster 集群、Spider 水平分片存储引擎、TokuDB 存储引擎等），所以需要一个新版本。
- 下一个版本称为“MariaDB 5.6”是不准确的，因为它不是基于 MySQL 5.6 的，取而代之，MariaDB 团队决定版本号调为 10.0。

MariaDB 和 Percona 有什么不同呢？Percona 是仅针对 InnoDB 引擎做了性能上的改善（称为 XtraDB），而 MariaDB 在集成了 XtraDB 存储引擎之外，还集成了更多的存储引擎，包括 Aria、SphinxSE、TokuDB、Cassandra、CONNECT、SEQUENCE 及 Spider 存储引擎等，并且在服务器层上做了大量改进，增加了多源复制和基于表的并行复制等。

1.2 MariaDB 和 MySQL 的兼容性

MariaDB 和 MySQL 在绝大多数方面是兼容的，对于前端应用（比如 PHP、Perl、Python、Java、.NET、MyODBC、Ruby、MySQL C connector）来说，几乎感觉不到任何不同。目前 MariaDB 是发展最快的 MySQL 分支版本，新版本的发布速度已经超过了 Oracle 公司官方的 MySQL 版本。

注意 MariaDB 10.0/10.1 的 GTID 复制与 MySQL 5.6 不兼容。

在 Oracle 公司控制下的 MySQL 开发有以下两个主要问题。

- ❑ MySQL 核心开发团队是封闭的，完全没有 Oracle 公司之外的成员参加。很多高手即使有心做贡献，也没办法做到。
- ❑ MySQL 新版本的发布速度在 Oracle 公司收购 Sun 公司之后大大减缓。

Michael (Monty) Widenius 用数据比较了收购之前和之后新版本的发布速度，并表示有很多 bugfix 和新的 feature 都没有及时加入发布版本中。

以上这两个问题，导致了各大公司都开发了自己定制的 MySQL 版本，包括 Yahoo、Facebook、Google、阿里巴巴和淘宝网等。MySQL 是开源社区的资产，任何个人 / 组织都无权据为己有。为了更快速地发展 MySQL，另外开分支是必须的。

1.3 MariaDB 10.0 新增的功能

通过下面官网的对比图（见图 1-2 ~ 图 1-5），可以清晰地看到 MariaDB 10 新增加的功能。

Compare Products	MySQL 5.6	MariaDB 10
What is it?	MySQL 5.6 is a popular choice of database for use in web applications, and is a central component of the widely used LAMP web application software stack.	MariaDB 10 is an enhanced, high performance, free and open source alternative to MySQL that helps the world's busiest websites deliver more content faster.
SCALABILITY		
Parallel Slave Replication [more]	Single threaded per database	✓
Multi-source Replication [more]		✓
Global Transaction ID [more]	Limited	✓
Sharding - Spider Storage Engine [more]	3rd party	✓
Table Partitioning: improvements [more]	✓	✓

图 1-2 可伸缩性和可扩展性的对比

PERFORMANCE		
TokuDB Storage Engine [more]	3rd party	✓
Improved InnoDB storage engine [more]	✓	✓
Performance Schema [more]	✓	✓
Improved thread pool [more]	MySQL Enterprise only	✓
Fusion-io specific enhancements [more]		✓
Engine Independent Table Statistics [more]		✓
Subquery Optimizations [more]		✓
Histogram Stats for Non-Indexed Columns [more]		✓

图 1-3 性能对比

NOSQL CAPABILITIES		
CONNECT storage engine [more]		✓
Sequence storage engine [more]		✓
NoSQL Cassandra Storage Engine [more]		✓
Dynamic Columns [more]		✓
NoSQL Handiersocket interface [more]		✓
NoSQL memcache interface [more]	✓	

图 1-4 NoSQL 支持对比

OPERATIONS		
Improved table discovery [more]		✓
SHOW PLUGINS SIONAME [more]		✓
SHUTDOWN Command [more]		✓
Kill query by query ID [more]		✓
SHOW EXPLAIN Command [more]		✓
Per-thread Memory Statistics [more]		✓
Improved Error Messages [more]		✓
Online ALTER TABLE [more]	✓	✓
SECURITY & COMPLIANCE		
Role-based access control [more]		✓
Audit Plugin [more]	MySQL Enterprise only	✓
PAM Authentication Plugin [more]	MySQL Enterprise only	✓

图 1-5 操作和安全上的对比

从图 1-2 ~ 图 1-5 可以看到，在功能上，MariaDB 10.0 已经完胜 MySQL 5.6，MySQL 5.7 才慢慢将缺失的功能追补上来，并且线程池、审计日志等功能是出现在 MySQL 企业版里的，需要付费。

1.3.1 更多的存储引擎

除了包含标准的 MyISAM、BLACKHOLE、CSV、MEMORY、ARCHIVE 和 MERGE 等存储引擎外，MariaDB 的源代码包和二进制包还包含以下额外的存储引擎。

- ❑ Aria (增强版的 MyISAM)
- ❑ XtraDB (增强版的 InnoDB)
- ❑ FederatedX
- ❑ OQGRAPH
- ❑ SphinxSE[⊖]

⊖ SphinxSE 是一个可以编译进 MySQL 5.x 版本的 MySQL 存储引擎，它利用了该版本 MySQL 的插件式体系结构。尽管 SphinxSE 被称为“存储引擎”，但其自身并不存储任何数据。它其实是一个允许 MySQL 服务器与 searched 交互并获取搜索结果的嵌入式客户端。所有的索引和搜索都发生在 MySQL 之外。

- ❑ IBMDB2I
- ❑ TokuDB[⊖]
- ❑ Cassandra
- ❑ CONNECT
- ❑ SEQUENCE
- ❑ Spider[⊖]
- ❑ PBXT

1.3.2 速度的提升

在 MariaDB 5.3 版本里，就已经对子查询进行了优化，并采用 semi join 半连接方式将 SQL 改写为表关联 join，从而提高了查询速度。

在 MariaDB 5.3 版本里引入 group commit for the binary log 组提交技术，简单来说，将多个并发提交的事务加入一个队列里，再将这个队列里的事务利用一次 I/O 合并提交，从而解决写日志时频繁刷磁盘的问题。

在 MariaDB 10.0 版本里引入基于表的多线程并行复制技术，如果主库上 1 秒内有 10 个事务，那么合并一个 I/O 提交一次，并在 binlog 里增加一个 cid = XX 标记，当 cid 的值一样时，Slave 就可以进行并行复制，通过设置多个 sql_thread 线程实现。在 MySQL 5.5 版本里是单进程串行复制，通过 sql_thread 线程来恢复主库推送过来的 binlog，这样会产生一个问题，主库上有大量的写操作，从库就有可能会出现延迟。MySQL 5.6 是基于库级别的并行复制，MySQL 5.7 是基于表级别的并行复制。

在 MariaDB 5.5 版本里引入线程池 thread pool 技术，线程池的连接复用减少了建立连接的开销，减少了 CPU 上下文切换，非常适合高并发 php 短连接应用场景（如使用开源电商平台 ECSHOP 秒杀业务场景）。

处理内部的临时表时，MariaDB 用 Aria 引擎代替了 MyISAM 引擎，这会使某些 GROUP BY 和 DISTINCT 请求速度更快，因为 Aria 有比 MyISAM 更好的缓存机制。

1.3.3 扩展和新功能

MariaDB 对服务层做了大量改善，增加了很多新的特性，如果一个补丁或功能是有用的、安全的、稳定的，那么 MariaDB 官方会尽一切努力在 MariaDB 发行版包括它。MariaDB 5.3 版本里最显著的特点如下。

-
- ⊖ 可以把 TokuDB 看成是 ARCHIVE 存储引擎的升级版，典型特征：插入速度快、压缩效率高、支持事务和 MVCC 版本控制。可以试图把一些 LOG 日志表改为 TokuDB 引擎，这样在性能和磁盘空间使用率上都有较大幅度的提升。此外，该引擎的备份工具是收费，所以备份的时候可以采取冷备份。
 - ⊖ Spider 为分库、分表存储引擎，腾讯的 Tspider 是基于 MariaDB 官方 Spider 引擎二次研发的，性能提高了 30%，官方原版 Spider 目前还不稳定，性能有待加强。