

MySQL官方专家 特邀  
杜修文 宋利兵 撰稿

周彦伟  
王竹峰  
强昌金  
著

# MySQL 运维内参

MySQL、Galera、Inception  
核心原理与最佳实践

◎ ACE Director携手数据库源码专家打造领域权威

◎ 集三大主流开源项目之源码剖析与实战历练于一身

◎ 凝聚社区力量，MySQL官方专家特供独家技术内幕



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

## / 作者介绍 /



—— 周彦伟 去哪儿网数据库总监 ——

Oracle MySQL ACE Director, ACMUG主席  
在去哪儿网负责数据库平台的管理和维护工作。工作范围包括MySQL、Redis、HBase平台的架构设计、性能调优、日常运维及自动化运维平台设计。长期奋战于互联网行业，历经酷讯网、人人网（校内网）和去哪儿网。曾经担任人人网MySQL技术主管，负责数千规模的MySQL数据库实例的运维管理。中国MySQL用户组（ACMUG）创始人兼主席，领导和组织中国MySQL社区活动。



—— 王竹峰 去哪儿网数据库专家 ——

擅长数据库开发、数据库管理及维护，一直致力于MySQL数据库源码的研究与探索，对数据库原理及实现具有深刻的理解。曾就职于达梦数据库，多年从事数据库内核开发的工作，后转战人人网，任职高级数据库工程师，目前在去哪儿网负责MySQL源码研究与运维、数据库管理和自动化运维平台设计开发及实践工作，是Inception开源项目的作者。



—— 强昌金 去哪儿网高级DBA ——

先后就职于陌陌、去哪儿网。目前担任去哪儿网DBA，主要负责去哪儿网数据库管理平台的开发、MySQL和Redis的运维。在数据库方面，具有丰富的数据库运维和性能优化经验。

# MySQL 运维内参

MySQL、Galera、Inception  
核心原理与最佳实践



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是一本介绍 MySQL 数据库知识的专业书籍，从核心原理到最佳实践，深入浅出、抽丝剥茧地进行讲解，不仅从源码和运维两个角度介绍了 MySQL 大部分重要概念和运维要点，还讲述了 MySQL 极为优秀的集群组件 Galera 的实现原理和运维经验，同时，也介绍了作者独立开发的 MySQL 审核系统 Inception 的设计、实现与功能。

本书也得到了 MySQL 官方研发团队的大力支持，两位资深专家分别介绍了 MySQL 最新的支持 NoSQL 的组件 MySQL Document Store，以及集群化组件 MySQL Group Replication 的实现原理和运维要点。

本书不仅可以作为技术管理者和架构师在设计 MySQL 相关应用和系统时的参考，还适合 MySQL 应用开发者更深入地了解和使用 MySQL。最后，作为 MySQL DBA 的必备参考，希望本书能在实际工作中对读者有所帮助。

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 运维内参: MySQL、Galera、Inception 核心原理与最佳实践 / 周彦伟, 王竹峰, 强昌金著. —北京: 电子工业出版社, 2017.6

ISBN 978-7-121-31235-9

I. ①M…II. ①周…②王…③强…III. ①SQL 语言 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 066498 号

策划编辑: 张春雨

责任编辑: 徐津平

印 刷: 北京京科印刷有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

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: 40.5 字数: 884.52 千字

版 次: 2017 年 6 月第 1 版

印 次: 2017 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 119.00 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](mailto:zltz@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式：(010) 51260888-819 [faq@phei.com.cn](mailto:faq@phei.com.cn)。

# 本书赞誉

中国君子，“穷则独善其身，达则兼善天下”。中国互联网技术从业者，也应当有这般胸怀，研习新旧技术，总结成败经验，继承开源思想，传播创新文化。很庆幸，彦伟的团队就是这样一个典型，从点滴做起，与社区共生，先做好自己，再泽被四邻。从来没有一个行业的技术趋势，如互联网这样，发展狂飙突进，门派星罗棋布，更迭日新月异。从业者要从其中海选出适合自己的方案，已是大费周章，更别说精通此道引领风尚。所以，要想跟上时代，不仅需要慧眼，更需要妙手。这本书的问世，归功于彦伟、竹峰和昌金这三位数据库老司机，不但车技娴熟，慧眼妙手，能帮他人排忧解难，而且更兼济世仁心，愿天下从业者都有医者之能。最后，衷心祝愿本书能给各位读者的职业生涯，送上一个漂亮的神助攻。

刘启荣 京东金融数据库总监

本书是理论和实践的完美结合，是去哪儿网 DB 团队知识和技术累积的结晶，有关键的理论知识，还有丰富的实践案例，同时还从源码角度来进行说明确认，使 MySQL 的爱好者知其然，更能知其所以然，在 MySQL 运维世界里是一本不可多得的好书。我受益匪浅，也希望广大读者有更大的收获。更实在的是，在去哪儿网 DB 团队负责人周彦伟先生的积极推动下，InceptionSQL 审核系统在去哪儿网的生产环境上得到了洗礼和考验，而且本书出版前该系统已开源多时，MySQL 爱好者亦可参考本书内容，然后根据自身实际的业务情况，更好地去建立或改善自有的 MySQL 自动化运维平台，方便数据库上线，减少出现错误的概率，提升运维与开发人员工作效率，解放出 DBA，使其做更有价值的事情。此外，近几年来，开源社区组织 ACMUG（中国 MySQL 用户组）在周彦伟先生的积极推动下，在主席团成员、各嘉宾的积极配合及 MySQL 爱好者的积极参与下，取得的成绩斐然，发展有目共睹，不忘初心、始终不渝地把全国范围内 MySQL 爱好者的知识和力量集合起来，共同创建一个开放、友好、免费的分享平台，让 MySQL 爱好者们在互相交流中共同进步、收获快乐。努力诠释利他才是生命的真正意义，欢迎加入开源世界并贡献力量！敬为书序。

田发明 央视网系统运维部高级经理

阅读完毕彦伟兄发来的全书摘选章节：InnoDB 索引实现原理、揭秘独特的两次写、Galera Cluster 的设计与实现和 Inception 诞生记，通过阅读这四个章节的部分内容，可以窥猜全书的技术文采，阅读后让人感受到作者是一位有丰富故事的 DBA，同时又是有着产品思路和源码经验之士。值得数据架构师、DBA 等仔细研读。

金官丁 热璞科技创始人兼 CTO

很高兴看见 MySQL 领域又能有一本新书发行，同样作为一名作者的我，很明白其中的艰辛与付出。多年前，我研究 MySQL 时遇到的最大问题就是市面上可参考的书籍太少。相信随着大数据与互联网 + 时代的来临，MySQL 数据库将渗透到各个领域。本书作者是我熟悉的业界资深运维与开发专家，相信本书能从全方位的角度让大家认识 MySQL 数据库。

姜承尧 网易数据库负责人

认识彦伟是三年前，在去哪儿网一间还未装修、布满网线的会议室里。第一次见面，彦伟便给我留下了敢于尝试、乐于分享的印象。过去这些年，彦伟一直在和各种不同的数据库打交道，见证了 MySQL 从一个小型的关系型数据库发展成为各大互联网企业的核心数据库的过程。他本人也一直保持着对新技术的执着。授人以鱼不如授人以渔，本着交流和分享的精神，本书作者将多年实践中积累的点滴经验整理分享出来，具有绝对的实践和指导意义。数据库的发展离不开运维的责任感，以匠心耕耘专业，这是一本有责任感、有专业精神、诚意满满之作。

阳学仕 宝存科技董事长兼首席执行官、创始人

# 推荐序 1

---

周彦伟，我们又称呼他为盐味。在浙江大学同窗七年的时间里，盐味给人的印象是聪明又很认真，幽默而又内向，专注却不失好奇。所以，在他毕业之后去了一家软件公司的时候，我们都觉得他会成为一名合格的程序员。但他却总有意外之举——先是在写了五年程序之后，改行做了 DBA；然后又以中国 MySQL 用户组主席的身份，把 MySQL 社区做得风风火火、红遍全国；紧接着又被 Oracle 授予象征 Oracle 和 MySQL DBA 至高荣誉的 ACE Director；同时，他又领导了一个关于 MySQL 审核的开源项目 Inception。作为他的大学同学和一名计算机技术教育从业者，我真心为他高兴。

最近得知，盐味的新书《MySQL 运维内参》即将完稿出版，我深知写书的艰辛与不易，这是需要巨大的恒心和毅力，付出比常人更多的心血和汗水才能完成的，非常敬佩他和他的创作团队。

我曾在同济大学计算机科学与技术系参与过数据库课程的教学工作，遍观《MySQL 运维内参》的内容，其对数据库系统原理和基础实现的讲解非常细致和认真，结合基本功能和源码实现的讲解又能让读者更清晰地理解 MySQL 技术，而理论与实践的结合更能维护论点、说明原理。相信此书能够帮助数据库特别是 MySQL 数据库学习者和使用者在学习工作中百尺竿头、更进一步。

王瀚漓

同济大学计算机科学与技术系教授、博导

## 推荐序 2

---

MySQL 是一个非常优秀的开源关系数据库管理系统。我第一次接触 MySQL 是在 2002 年，令业界称道的开源和高性能两大特性吸引我去尝试了解它。虽然后来由于种种原因没有在 MySQL 领域深耕，但一直很关注它的发展。MySQL 的快速普及，除了得益于互联网的高速发展，其支持事务和行级并发的 InnoDB 存储引擎也功不可没，InnoDB 设计上的简洁精美及其高性能令人叹服，值得数据库应用开发者、数据库管理员和数据库爱好者花时间去研读。学习它的设计思想，能帮助我们了解关系型数据库最核心的运作原理，我后来的工作深受其启发，获益良多！

《MySQL 运维内参》不仅仅是一本关于 MySQL 运维的书。在第一部分 MySQL 篇，作者介绍了 MySQL 服务器线程的启动和运行原理，并用相当大的篇幅详细介绍了 InnoDB 的数据字典对象和数据存储的细节，特别是 InnoDB 无处不在的索引和 B+ 树算法，以及保证物理文件存储结构合法性的物理事务概念，这一概念对于关系型数据库系统的 ACID 特性至关重要。此外，还介绍了基于 Binlog 的复制，可用于经典的 MySQL 高可用场景。MySQL 特有的嵌入式存储引擎架构在逻辑复制中可能引发 ROWID 问题，另外 InnoDB 半物理半逻辑的 REDO 方式，可能导致潜在的数据页断裂，因此需要引入特有的二次写入。这些 MySQL/InnoDB 深层的特性和机制，随着 MySQL 篇的展开，都一一呈现在读者面前。阅读这些章节，如同和一个在数据库实现方面有深厚功底的专家对话，能让我们了解 MySQL/InnoDB 的优势和局限，从而在实际工作中扬长避短，发挥 MySQL 及支撑它的硬件潜能。

保证数据安全有效是数据库运维的基本职责，作者以亲身经历，讲述了 MySQL 数据库在运行中可能碰到的故障和排查方式，以及如何规避可能的风险等。这些经验对于我们在实际工作中处理超长事务、死锁现象等都有很好的借鉴意义。

本书的第二篇讲述了高可用 Galera 集群的原理、实现细节，以及使用中可能碰到的问题和解决方式。Galera 是一种基于复制的允许多点读/写的高可用集群系统，而其他 MySQL 的高可用架构基本都是主从式的，这使得 Galera 在处理业务的负载均衡方面具有明显的优势。考虑到作者一手打造了国内最大的 Galera 集群，并已经投入到高并发大流量的互联网生产环境，本书关于 Galera 原理和运维的相关描述的权威性是毋庸置疑的，因此本书也是难得的 Galera 学习和使用的参考资料。

MySQL 的小巧灵活及过于快速的成长，也让它付出了代价。MySQL 擅长快速执行充分调优的相对简单的 SQL，而处理复杂 SQL 的能力很弱，因此甄别那些有可能会拖跨 MySQL 的劣质 SQL 语句（这个问题对于其他数据库系统也存在，只是程度不同）成为每一个 MySQL DBA 的重要任务，而 Inception 正是帮助 DBA 自动处理这一工作的利器，能极大提升这方面的效率。本书的作者同时也是 Inception 软件的作者，他们无私地把 Inception 这一成果贡献给了社区，并在本书中讲述了 Inception 的起源、功能特性和使用方法。Inception 的实现利用了很多编译知识，如果能结合 Inception 的源码阅读本书的相关章节，一定能收获更多。

我虽然不是 MySQL 领域的专家，但是数据库相关的很多原理知识都是相通的，有幸能在出版之前阅读到本书，我深切感受到其语言表达和技术内容之美。现在推荐给大家，希望本书能对大家的工作、学习有所帮助。

韩朱忠

达梦数据库高级副总经理

## 推荐序 3

---

在 DB-Engines 网站上，维护着一个数据库流行度积分榜，最近两年的积分榜前两位一直是 Oracle 和 MySQL，并且两者的积分已经相当接近，我查看了一下目前的分数，Oracle 是 1416，而 MySQL 是 1366，由此可见 MySQL 的流行（2017 年 1 月 17 日数据）。

一个开源的关系型数据库能够挑战 Oracle 数据库十几年来雄霸天下的位置，这本身就是开源领域的巨大成功。而一个产品的成功，不仅仅是靠技术层面的安全、稳定和高效，更重要的是要有活跃的社区和生态圈。在中国 MySQL 生态的构建过程中，彦伟的贡献有目共睹，他在完成自我的技术成长之后，又率先拉起大旗创立了 ACMUG 用户组，并且踏踏实实地在全国范围进行活动组织和技术分享，极大地活跃和带动了 MySQL 社区的发展，彦伟也因此而成为了国内第三位 MySQL 方向的 Oracle ACE 总监。

所谓同声相应、同气相求。在彦伟的影响下，一批 MySQL 俊彦汇聚到去哪儿网的数据库团队，其中就包括本书另两位作者——年轻专家竹峰和昌金。在技术上的实践和积累需要长期的底蕴和实干，彦伟的团队近年在去哪儿网的践行也尤其值得关注。现在，他们将实践多年的积累汇聚成书，与行业里的同仁分享，这对大家实在是难得而宝贵的财富。

我阅读了本书的部分章节，对比了 MySQL 的两次写与 Oracle 数据库相关实现上的异同，感觉颇为受益；而 Inception 作为 MySQL 的 SQL 审核产品，与云和恩墨的 z3 有异曲同工之妙，从 Inception 的诞生到开源，我一直都在关注，好的思路和产品，也必然是殊途同归的。我一直认为，在开发测试阶段强化 SQL 质量审核，是 DevOps 在数据库领域的最佳落地点，也是 DBA 们将踩过的坑和开发经验进行分享的最具价值的呈现，防患于未然的事前审核优化，才是对企业和业务负责任的态度。现在，作者们把 Inception 的来龙去脉呈现出来，一定会让很多 DBA 们感同身受，并开始学习和借鉴。

一本好书，十年磨砺！愿读者朋友们能够体味其中甘苦，一同尽饮 DBA 们带来的佳酿！

而至于无穷回味、激发创新、转折演绎，则要靠各位去谱写新的篇章！

盖国强

云和恩墨创始人，Oracle ACE 总监，ACOUG 主席

## 推荐序 4

---

由于 ACMUG (中国 MySQL 用户组) 的缘故, 我很早就认识了彦伟, 并且意气相投、一见如故。他是 ACMUG 的创始人兼主席, 同时也是一名运维经验丰富的 DBA, 他曾经分享过在人人网鼎盛时期以区区几名 DBA 应对 MySQL 巨大访问量的经历, 也谈起过在去哪儿网主导的针对电子商务和交易的 MySQL 运维架构的革新和 SQL 审核工具 Inception 的创作。从 UGC 类型的人人网到电商类型的去哪儿网, 这对 DBA 本身就是一个进阶。从使用开源工具到自己创作并开源工具, 这更是一个巨大的进步。

王竹峰就是 Inception 的主要开发者, 他的数据库理论和源码功底非常深厚, 而他边运维边进行源码开发和研究的工作方式更加促进了他对 MySQL 整个体系架构原理的理解, 带着问题看源码, 装着源码解决问题, 通过源码解读 MySQL 的各种特性, 这已经成了竹峰的标签。

我是以运维 DBA 的角色开始我的职业生涯的, 经历了长期一线实战的积累和锻炼, 随后才慢慢转为数据库内核开发。即便是现在, 我跟阿里云的其他同事也会经常处理一线运维问题, 通过对这些问题的处理, 我们积累了经验和需求, 再反馈到数据库源码中去, 这是我们不断前进的原动力。一线运维经验与数据库理论和源码相结合的重要性, 我有深刻的体会。

得知彦伟愿意牵头把他和团队这几年的经验和技能通过书的形式写出来分享, 我非常欣喜并期待, 这是对广大 MySQL DBA 最好的礼物。

彭立勋

MariaDB 基金会成员, ORACLE MySQL ACE

# 推荐序 5

---

自从 2015 年 10 月 MySQL 5.7 GA，以及 2016 年 9 月 8.0 DMR 版本启动后，我们可以看到 Oracle 官方明显加大了对 MySQL 的开发力度，努力把 MySQL 打造成一个全明星产品，让我们对 MySQL 未来的发展更加坚定了信心。

作为一个从业多年的 MySQL DBA，我从未停止探索理解 MySQL 中各方面的技术实现细节，包括最重要的 Server 层及 InnoDB 存储引擎。此外，我也关注 MySQL 的各种高可用实现方案，以及作为 DBA 非常迫切需要的自动化管理平台。

2016 年 12 月，MySQL 5.7 正式发布了 MySQL Group Replication，我们终于可以用上这个官方的多节点同时写入高性能架构的方案了。当然，新事物总是需要有一个阶段才能完善，还不能大规模上线使用。那么，现阶段如果有这样的需求怎么办呢？毫无疑问，肯定是选择 Galera Cluster 方案。

如果有这样一个工具，能帮助 DBA 完成 SQL 上线前的审核，审核通过后能自动上线，万一反悔或误操作还能“倒带”（回滚），相信您一定会很期待吧！如果这个工具还开源了，是不是更兴奋了呢？没错，这就是 Inception！它完全可以帮您实现这些梦想，让 DBA 无须再痛苦地做 SQL 审计和上线执行。

在过去的几年里，周彦伟先生、吴炳锡先生和我一起打造了国内最有影响力的 MySQL 用户组织 ACMUG。从和周彦伟的协作中能感受到他对技术细节的拿捏把控。因此我们也有理由相信，由周彦伟先生、王竹峰先生等人主导编写的这本 MySQL 大作将会引爆今年的 MySQL 技术圈。同时我们也要感谢本书所有作者的辛苦编撰和无私的经验分享。

叶金荣

知数堂培训联合创始人，ORACLE MySQL ACE

## 推荐序 6

---

我和彦伟是老朋友了。最近得知彦伟在写一本叫作《MySQL 运维内参》的书籍，感到若合一契。

互联网刚开始进入中国的时候，国内数据库市场一直被昂贵的商业数据库统治，在一些大型企业、机构尤为明显。但最近几年，以 MySQL 为代表的一批开源数据库已经在慢慢成长，足以应付复杂的使用场景，也足以在那些要求高可用、高一致性、高安全性的领域施展拳脚。国内在 MySQL 方面的人才也快速涌现。这个时候，我们都感到需要一些有行业经验的人站出来，把成熟的 MySQL 使用经验分享给大家，让 MySQL 能够真正独当一面，发挥更大的价值，成为众多企业的选择。

腾讯云在金融、保险、工业、政府、游戏互联网应用等多个领域和从业人员有过一些交流，他们也感觉缺乏运维方面的书籍来培训和指导他们的员工。彦伟这次的专著应运而生，既是行业的需要，也是他作为 ACMUG 创始人的责任。

彦伟书中内容翔实，不仅介绍了使用方法，也对 InnoDB 的原理、主从复制，以及业界内的一些不同做法做了介绍。文中介绍的 Inception，与腾讯云的备份审计系统颇有相似之处。我们也经常在一起探讨云数据库的架构与实现，希望本书能给读者带来新的启发，为 MySQL 带来新的动力。

祝百万  
腾讯云数据库技术负责人

# 自序 1

---

十年前，我有幸加入了陈华、吴世春创办的酷讯网，开启了我的互联网职业生涯，同时也让我开始接触到开源世界的件件瑰宝，尤其是 MySQL。终于，两年后，我正式成为了一名 MySQL DBA。这要感谢当时如日中天、被誉为中国 Facebook 的校内网和我的良师益友刘启荣先生，让我有机会和空间，在 MySQL 的世界里自由翱翔并得其所哉。

从事 MySQL DBA 工作是我一直以来引以为豪的事情。我一向认为 DBA 是一个与众不同的职业，如果要把人分成两类的话，那么有一种分法就是，一类是 DBA，另一类是非 DBA。

DBA 是什么？

- 有点像 SA。但在业务层面上比 SA 事多，主要是牵扯的人多，嬉笑怒骂，皆成文章。
- 有点像 DEV。但总是会有冲突，多数情况下发生在双方对数据库使用的看法和优化上。我们只好自己开发一个 Inception 给 DEV 用。
- 有点像 PM。设计库，优化表，处处都是艺术。
- 有点像 CTO。你以为我说的是首席建表官？DBA 不过是操着鸡毛蒜皮的心啊。
- 有点像出租车司机。一向不待见那种不等改完表甩手就走的人，等待是一种美德，善始善终方显英雄本色。
- 有点像消防队员。网站挂了，可能跟 DB 没关系，但 DBA 一定要出现；DB 挂了，一定跟网站有关系，DBA 也一定要出现。
- 有点像银行点钞员。数据就是钱啊，只是都不是自己的，但职业道德最为重要。
- 有点像养孩子。当爹又当妈，哪个实例伺候不好，都会出乱子。

DBA 是服务型职业，服务好了，没你什么事；服务不好，事情就大了。

DBA 承载着一个重要的角色，有着特殊的职责和使命，一个优秀的 DBA 其实是非常难得的。DBA 应该具备怎样的能力呢？我曾经提出过“DBA 精神”：责任心、服务心、沟通心、学习心、进取心和分享心。

### DBA 精神是责任心的体现

维护数据库数据的安全和完整是管理员的首要责任。作为一个 DBA，在管理数据库的过程中，要把数据库看作自己的财产、儿女和身体的一部分。此种职责，需要你像呵护自己的眼睛一样去照顾你所维护的数据库。时刻去想，有没有做应该有的备份，有没有加应该有的监控，有没有做必须要做的安全权限限制。一旦出了问题，有没有第一时间去分析和解决问题。这就像自己的眼睛，一旦出现红肿病态，怎会有人视而不见？

### DBA 精神是服务心的体现

现代互联网对 DB 的需求，需要支撑业务持续稳定的运行和源源不断的变更，这要求 DBA 有 7×24 小时的服务精神。这是一个服务性职业，需要随时随地响应来自各方面的各种需求。其一，人的需求，业务要发展，DB 就会有变更，只有 DBA 与开发人员紧密配合，才能顺畅高效地完成工作。其二，事的需求，DB 是一个动态的系统，不断地运转就会不断地面临新问题，机器故障、磁盘报警、内存不足、CPU 过载等。这是一个脆弱的系统，它不会对 DBA 的迟钝有半点仁慈，一旦有问题，任性的宕机是必然的结果。其三，心的需求，DBA 应该发自内心地主动去对 DB 不断地做优化，这种优化，可以在结构上，可以在架构上，可以在业务逻辑上，关键在于有没有用心。说得通俗一点，“没事找事”。

### DBA 精神是沟通心的体现

DBA 的工作，不是封闭的科学研究和孤傲的英雄主义，不管是主动地优化，还是被动地接受任务，都需要与人做不断的沟通与交流。如果不懂业务流程，不知道数据的来龙去脉、轻重缓急，那就谈不上数据库表的设计和优化。而数据库的优化，最大的进展往往来自对业务逻辑的优化。这需要运用良好的沟通心态和技巧，深入了解业务流程和架构。与人沟通，是 DBA 获取知识和信息的主要途径，需要做到能与人沟通和会与人沟通。在生活工作中，人的个性是千差万别的，面对形形色色的沟通对象，充分调动对方的积极性，进行愉快有效的交流，也是 DBA 需要掌握的一门技术。

### DBA 精神是学习心的体现

DB 在技术体系中是一个承上启下的中间环节，它运行在物理硬件和操作系统之上，同时承载着上层各种各样的业务逻辑的调用。对 DB 的运维和管理，不仅仅需要掌握数据库自身的基础知识，还需要知己知彼，去了解它上下游的知识和特性，才能保证这个系统的稳定和优化。所以，一个优秀的 DBA 需要了解你所使用的硬件，这包括磁盘的特性、网络的布局、内存的使用和 CPU 的处理能力等；需要了解 DB 所运行的操作系统的知识，它是怎样调度 I/O 的，怎样管理内存的，怎样优化文件的；需要了解上层业务是怎样调用数据库的，SQL 是怎样写的，看懂了业务逻辑的程序才能明白某些 SQL 是不是多余的，某些 SQL 是不是可以优化。MySQL 官方和 MariaDB 官方，都已经针对硬件开始在官方源码的基础上做自动优化了，同时 MySQL 官方还提供了自己集成于业务端的高可用方案，这都是开源数据库进步

发展的必然结果。同时，由于开源数据库的盛行，针对数据库自身代码的学习和研究，也逐渐成为优秀 DBA 的必修课了。

### DBA 精神是进取心的体现

随时发现问题、分析问题、解决问题。通过问题现象，依赖自己的经验和知识，同时探索未知的知识去解决现实中的问题，在这个过程中，也是自己积累经验和不断成长的过程。相对而言，解决问题本身并不重要，重要的是在此过程中探索解决问题的方法并总结所获取的经验，DBA 的职业优势也在于此，同时，主动花费心思与精力去不断追求问题的优解和技术的极致，也是 DBA 应尽的职责。

### DBA 精神是分享心的体现

这些年，我们一直在倡导做一件事情，那就是提倡 DBA 在开源社区持续做技术分享。我们做了 ACMUG，全称是 China MySQL User Group。A 可以认为是 All、About，或者是 Active，它代表了所有关心 MySQL 及其相关技术的积极参与分享活动的人。在过去的数年里，ACMUG 已经组织了上百场技术分享，分享者都是工作在一线的 DBA 或数据库技术爱好者，通过参与这个活动，大家都切切实实地得到收益，个人在技术上也取得了巨大的进步。通过分享，大家学到了技术、开拓了视野、展开了思路，当然也交到了朋友。我们希望能通过这样的活动，将 DBA 精神延续下去，让更多人受益，让更多技术普及。

本书的写作，正是出于分享的目的。我们依靠开源软件和技术实现了自己的职业理想和人生价值。饮水思源，投桃报李，我们愿意把自己在工作中的点滴积累分享出来，以期能帮助到更多的人。

写书，其实并不是那么轻松。周围的好多朋友都有这样的想法，甚至已经付出了巨大的努力与心血，但最终并未能如愿，非常地遗憾。一方面，互联网是一个以快为王道的行业，大家平时的工作并不轻松，尤其是 DBA，7×24 小时的服务要求你要时刻准备着投入工作。另一方面，开源社区也是日新月异、一日千里，稍一迁延，所述的题材和内容也就落伍了。

下面一段引文是我在 2015 年 7 月为将要开始写作的这本书写的一篇自序，这是当时要写的内容的一个轮廓，现在看来已经大相径庭了。

去哪儿网是一个做线上旅游产品的网站，主营线上机票和酒店，以及其他旅游相关的产品，例如火车票，度假线路和旅游攻略，目的地生活，接送机场、景点、火车站的专车，景点门票等。发展到现在，去哪儿网已经算是一个纯粹的电子商务网站了，而在网上的各种业务逻辑和操作，大部分都是用 MySQL 作为后台数据库支撑的，这也包括交易的支付业务和账务系统。要完成这些，除了依靠强大的前端业务逻辑及丰富的流水日志外，对 MySQL 运维管理也是极大的挑战，这也使得去哪儿网的 MySQL DBA 得到了极大的历练。

在工作过程中，为了支撑业务的发展，围绕着 MySQL 运维这个主题思想做了很多事情，大致来说，可以分为以下几个方面。

其一，定义《去哪儿网 MySQL 数据库开发规范》。这主要是针对开发人员的数据库操作规范，定义这个规范的主要目的是为了更方便我们规范地使用 MySQL 数据库，在可知的前提下，充分利用数据库的优点去解决我们的业务需求，同时最大可能地规避已知 MySQL 的不足之处。另外还有一些约定俗成的规范，例如表名、字段名要用小写字母，这完全是使用习惯的规范，大家完全不必太在意，可以根据自己的习惯调整，但我建议，如果在同一家公司内部，还是统一起来比较好。

其二，开发《InceptionSQL 审核系统》。为了最大程度地保障线上数据库安全，我们规定，所有的线上 SQL 必须通过 DBA 的审核之后，才能上线执行，因为在高并发、高负载的系统中，任何一条不优化的 SQL 都有可能引起数据库负载过高，从而导致数据库实例挂掉。去哪儿网是一个快速发展的公司，各种业务需求变化多端，平时 DBA 审核 SQL 的压力非常大，再加上我们定义了自己的开发规范，这在人工审核的过程中很可能出现一些问题，例如审核不全面，尺度不统一，判断不正确等。为了改善这一状况，提高 DBA 的工作效率，加快项目上线的速度，我们花大力气开发了一套 InceptionSQL 审核系统，这套系统能完成 DBA 平时审核过程中的大部分人工工作，极大地提升了工作效率，也大大提高了审核的正确性，目前已经是 DBA 工作过程中不可或缺的有力帮手了。

其三，优化数据库架构，提升数据库的可用性。去哪儿网是实时的在线交易网站，它对交易数据的一致性和可用性要求非常高，在这个目标上，我们付出了极大的努力。长期以来，去哪儿网的 MySQL 架构是 MMM，MMM 是一个比较实用的 MySQL 集群方案，在早期的 MySQL 运维中，一度被很多人采用，在 MySQL 领域是一个使用比较广泛的架构。但是随着技术的发展和业务对数据库服务能力需求的提升，MMM 已经渐渐不能满足我们的需要了，特别地，它有一些致命的缺陷，可能会导致业务完全无法使用。我们花费了巨大的精力去探索什么才是适合自身的 MySQL 架构方案。最终，我们选定了基于 Galera 同步的 Percona XtraDB Cluster (PXC) 方案。在此方案中，我们选定了 PXC 为底层数据库存储架构，同时加上自主开发的分布式哨兵监控系统及连接池管理模块，形成了一套完整的数据库高可用架构方案，这套方案在线上运行良好，极大地满足了线上业务的高可用和高一致性的需求。

另外，由于基于 PXC 的数据库方案是高一致性的，它对可用性做了必要的牺牲，但在业务中，有些地方是不太计较一致性的，或者可以接受相当程度的延时。为了满足此类业务的需求，我们在保留 PXC 的同时，另起了一个新的方案 QMHA，它起源于 MHA，但我们不满足 MHA 的监控方式及线上切换的缺陷，同时，觉得自己的分布式哨兵监控系统工作得实在太好了，所以决定在 MHA 的思路，用组件来完善这