

MySQL Troubleshooting



MySQL 排错指南

[美] Sveta Smirnova 著

[美] Dr. Charles Bell 序

李宏哲 杨挺 译

O'REILLY®

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

O'REILLY®

MySQL 排错指南



[美] Sveta Smirnova 著

李宏哲 杨挺 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

MySQL排错指南 / (美) 斯米尔诺娃 (Smirnova, S.)
著 ; 李宏哲, 杨挺译. — 北京 : 人民邮电出版社,
2015. 8
ISBN 978-7-115-39728-7

I. ①M… II. ①斯… ②李… ③杨… III. ①关系数
据库系统—指南 IV. ①TP311.138-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第152225号

版权声明

Copyright © 2012 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2015.
Authorized translation of the English edition, 2015 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish
and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

本书中文简体字版由 O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书的
任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

-
- ◆ 著 [美] Sveta Smirnova
 - 译 李宏哲 杨挺
 - 责任编辑 傅道坤
 - 责任印制 张佳莹 焦志炜
 - ◆ 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>
 - 三河市中晟雅豪印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1000 1/16
 - 印张: 14.75
 - 字数: 297 千字 2015 年 8 月第 1 版
 - 印数: 1-2 000 册 2015 年 8 月河北第 1 次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2013-4953 号
-

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

内容提要

本书由 Oracle 公司的技术支持工程师编写，详细阐述了 MySQL 故障诊断及处理中的知识，教会读者如何深入浅出地定位错误和异常方法，分析并解决各种 MySQL 数据库的故障。

本书共分为 7 章，其内容涵盖了解决 MySQL 问题的基本技巧、MySQL 中的并发问题、服务配置的影响、MySQL 硬件和运行环境相关的问题、复制备份中的故障排除、故障排除使用的技术和工具，以及一些 MySQL 故障排除的最佳实践。此外，本书的附录中还包含了可以帮助读者解决 MySQL 疑难问题的一些有用资源。

本书适合 MySQL 数据库开发及运维人员阅读。

O'Reilly Media, Inc.介绍

O'Reilly Media 通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自 1978 年开始，O'Reilly 一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly 的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly 为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站（GNN）；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了 Make 杂志，从而成为 DIY 革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结信息与人的纽带。O'Reilly 的会议和峰会集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly 现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版，在线服务或者面授课程，每一项 O'Reilly 的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

业界评论

“O'Reilly Radar 博客有口皆碑。”

——Wired

“O'Reilly 凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——Business 2.0

“O'Reilly Conference 是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——CRN

“一本 O'Reilly 的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——Irish Times

“Tim 是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔的视野并且切实地按照 Yogi Berra 的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去 Tim 似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即逝的机会，尽管大路也不错。”

——Linux Journal

序

解决系统故障可谓是每个系统专家遭遇过的最头疼的问题之一，虽然修复问题或执行解决方案通常是比较容易的部分，但通过诊断分析找出问题的原因才是真正的挑战。

经验丰富的管理员经历过各种尝试和失败，都意识到解决问题最好的方式是通过标准化的步骤来定位问题，列出所有可能的原因，然后依次测试，直到找到解决方案。这种方式听起来初级，但很有效（尽管对于资深系统专家来说不够高效）。

MySQL 是一个专业、复杂、成熟、强大的数据库系统，可以满足大量客户的需求。MySQL 的安装和配置都很简单。事实上，大部分默认安装根本不需要任何配置。然而，MySQL 作为一个拥有众多功能层次的系统，有时也会有故障，会产生警告甚至错误。

有时候，这些警告和错误提供的信息明确（比如，你可能经历过或者在文档中有记录），足以帮助你立即解决问题。也有时候，你遭遇的问题没有已知的解决方案，或者该问题是与你的应用、数据库环境相关的特定问题。寻找这类警告、错误或者其他 MySQL 问题的解决方案可以说是一项让人望而却步的工作。

当遭遇这种问题的时候，数据库专家一般从各种各样的资料或者记录过相似问题和解决方案的文档中查找线索。大多数时候，你会发现针对问题的建议繁多且相似，或者其中给出的解决方案对你的情况并不适用。

针对这种情形，人们普遍的做法是在互联网上搜索错误消息。通常，你会搜索到各种各样的信息，包括从电子邮件的归档到个人博客，甚至是一些可能与错误消息相关或者不相关的评论。这往往很浪费时间而且容易造成困惑。你需要的其实是一个可以告诉你如何解决 MySQL 问题的参考指南。

这本书不仅仅满足上述需求，还建立了一种几乎适用于解决所有系统问题的方式、方法。书中展示出的方法结构清晰、周密并且可重复运用。结合现实工作中的示例，本书定义了一种合理地分析和修复 MySQL 问题的方法，这是一个标志性的成果。

Sveta 用第一手的经验、丰富的 MySQL 知识与诊断技巧为读者讲解诊断和修复几乎所有可能遇到的 MySQL 问题的基本技能——这也使本书成为 MySQL 专家的必备书籍。

我自认为是一个 MySQL 专家，我的技术来自于丰富的经验。我不敢说我知道 MySQL 的所有细节。读完这本书，我可以说它提升了我的技能。如果一个像我这样经验丰富

的专家都能从此书获益，那么每个 MySQL 用户都应该阅读此书。特别是所有 MySQL 数据库管理员、顾问以及数据库开发人员都应该阅读本书。

Charles Bell 博士，Oracle 公司

MySQL High Availability (O' Reilly) 和 *Expert MySQL* (Apress) 图书的作者

前言

我从 2006 年 5 月开始,作为首席技术支持工程师在 MySQL AB 公司 MySQL 支持团队的 bug 校验组工作,然后我到了 Sun 公司,最后是在 Oracle 公司。在日常工作中,我经常遇到用户受困于某个问题而不知所措的情况。虽然有已经被证实可用的方法去定位并快速修复问题,但是用户往往很难从大量的信息中筛选出这些可用的信息。尽管有数以千百计的著名书籍、博文和网页都详细介绍了 MySQL 服务器方方面面的问题,但这正是我感觉困难的地方:这些信息都关注于如何让 MySQL 服务器正常地工作,而忽略了定位错误和异常的方法。

当这些信息综合到一起的时候,它们能够详细解释 MySQL 操作的每个方面。但是,如果你不知道问题是如何发生的,你可能会从文档中提到的大量建议中忽略掉真正的原因。即使你向专家咨询问题产生的原因,他们也可能只会给出很多的建议,你仍需要找出真正的原因。否则,你做出的任何修改可能只是临时解决了问题,甚至反而使问题更糟。

了解问题的来源非常重要,有时对 SQL 语句或者配置选项的一个修改就可以解决问题。掌握错误的原因可以让你永久地修复它并保证以后不再发生。

我写这本书的目的是告诉读者我经常使用什么方法来确定导致 SQL 应用程序或 MySQL 配置错误的原因,以及如何解决这些问题。

本书读者对象

本书是写给具有一定 MySQL 知识基础的读者的。我会尽量使书中的内容对初学者和高级用户都有帮助。读者需要知道 SQL 语句并且简单了解 MySQL 服务器是如何工作的,至少从用户手册或者初学者指南中了解一二。最好读者有实际的使用经验或者已经遇到了难以解决的问题。

我不想重复介绍其他资料中已有的内容,我会更偏重于补充定位错误和异常行为的方法。因此,在本书中你将获得的是如何修复应用程序的指导,而不是有关应用程序和服务器行为的细节介绍。想了解更多信息,可阅读 MySQL Reference Manual (<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/index.html>)。

如何解决问题

本书将围绕着帮助读者定位问题和寻找原因的目标进行组织。我会介绍我逐步解决问

题的经过，而不会罗列出一大堆不相关的信息或者空想出的方法。



提示：弄清问题是什么非常重要。

例如，当解释 MySQL 安装缓慢的时候，你需要确认哪里缓慢：是仅应用程序相关的部分缓慢，还是所有发送到 MySQL 服务器的查询运行缓慢？你也最好知道，是否同样的安装以前也缓慢，并且该问题是一直存在还是周期性地重现。

另一个例子是关于错误的行为。你需要知道什么是错误的操作，产生了什么结果和你预期的结果是什么。

我现在已经很擅长介绍解决问题的方法。很多问题都有不同的解决方式，最佳的解决方案取决于应用程序和用户的需求。如果我面面俱到地介绍各种解决问题的方法，那么本书的篇幅可能是现在的 10 倍，这可能让你忽略了适合自己的方法。我的目标是使读者从起步就处于正确的道路上，以便可以快速解决各种问题。而修正问题的其他细节可以在各种资料中查到，其中许多资料都会在我们学习的过程中被引用和提及。

本书组织结构

本书包括 7 章和 1 个附录。

第 1 章，“基础”，介绍解决问题的基本技巧，你几乎会在任何场合使用到这些技巧。本章仅覆盖单线程问题，即在隔离条件下，独立连接产生的问题。之所以我从这种隔离的甚至有些理想化的条件下开始介绍，是因为你需要掌握这些在多线程应用中隔离问题的技术。

第 2 章，“你不孤单：并发问题”，介绍应用在线程环境下运行或者应用与其他应用中的事务有交互的情况下产生的问题。

第 3 章，“配置选项对服务器的影响”，包括两部分内容。第一部分是调试和修复由配置项产生的问题的参考指南。第二部分是关于重要配置项的索引。也就是说，这部分可以根据需要查阅而不用通篇阅读。第二部分也包括解决由于特定配置引发的问题的推荐方法，以及如何测试你是否真正解决了问题。我会尽可能介绍其他参考中没有的技术，并且尽量把所有常见配置项问题集中在一起。我还把它们进行分组，便于你方便地检索到产生问题的原因。

第 4 章，“MySQL 环境”，介绍其他关于硬件和服务器运行环境方面的问题。这是一个大话题，不过大部分的信息是针对操作系统的，而且通常只能由操作系统管理员解决。因此，本章列出了一些 MySQL 数据库管理员 (DBA) 必须关注的要点。阅读完该章后，你应该知道什么时候是你的环境的问题，以及如何向系统管理员清楚地解释问题。

第 5 章，“复制故障诊断”，本章侧重于复制场景下产生的问题。事实上，本书通篇都在

讨论复制的问题，不过其他章节阐述的是复制和其他问题的关系，本章仅仅针对复制问题。

第 6 章，“故障排查技术与工具”，本章补充介绍在之前解决问题的过程中略过的或者无法详细介绍的故障排除技术和工具。本章的目的是补充前几章遗漏的一些细节，你也可以把它作为参考索引。我先给出原则，然后列出可用工具。我不会列出没有使用过的工具，我列出的都是我自己每天使用的工具，也就是 MySQL 项目组开发的工具（当然现在属于 Oracle 公司）。我也使用第三方工具来帮助我每天处理 bug 和进行服务支持。

第 7 章，“最佳实践”，本章主要介绍安全、高效地解决问题的习惯和方法。本章不会介绍用于设计 MySQL 应用程序的最佳实践，因为这在其他资料中有详细的介绍，而是重点讲述有助于定位问题和避免问题发生的最佳实践。

附录，“资源信息”，本附录包含我日常工作中用到的可以帮助解决疑难问题的资源。当然，本书也用到了其中一部分资源，我已在相应的位置添加了参考信息。

本书的一些选择

在过去的几年，诞生了很多 MySQL 分支，其中最重要的莫过于 Percona 服务器和 MariaDB。但本书不会介绍它们，因为在日常工作中我主要用的都是 MySQL，我无法介绍平常不使用的数据库。然而，由于它们是 MySQL 的分支，因此你也可以使用本书介绍的方法。只有当你用到了分支版本中特有的功能时，你才需要了解针对该产品的内容。

为了节约篇幅，同时也避免介绍一个全新领域的知识，我略过了 MySQL 群集相关的问题。如果你在使用 MySQL 群集的过程中遇到了 SQL 或者应用程序相关的问题，那么你可以采用解决其他存储引擎问题的方式去解决该问题。也就是说，本书也适用于发生在群集环境上的类似问题。但是，解决 MySQL 群集特有的问题需要用到 MySQL 群集的知识，在这里我并没有介绍它们。

不过，本书用大量篇幅介绍与 MyISAM 和 InnoDB 引擎相关的问题。因为它们是目前最受欢迎的存储引擎，安装量巨大。它们分别是过去和现在默认的存储引擎：5.5 版本之前是 MyISAM；5.5 版开始是 InnoDB。

关于本书的示例，我还要多说几句。它们有的是专门为本书设计的，有的是为了讨论我提到过的问题而构造的。尽管有些示例来自于实际支持的案例和 bug 报告，但是所有的代码都是全新的并且不会涉及任何机密。有些地方介绍了一些客户需求，那也不是真实的。不过，这里描述的问题都是真实的，且会多次遇到，只是改用了不同的代码、名称和环境。

我尽可能地使所有示例简单、通用、易懂。因此大部分示例中都使用了 MySQL 命令行客户端。在 MySQL 安装包中，始终都含有此客户端。

这也解释了为何本书不介绍每个安装版本的所有问题；那不可能在一本书中完全涵盖。相反，本书会尽量给出一些引子，你可以在此基础上进行扩展。

我准备用 C 语言 API 去举例说明本书中讨论的功能。做出这种选择并不容易，因为各种语言的 MySQL API。我不可能在本书中全部使用它们，也不想去猜测哪种语言的 API 更流行。我发现它们中的大部分看起来和 C 的 API 很相似（有很多甚至是在 C 的 API 上进行封装），因此我认为这会是最佳选择。即使你使用完全不同语法的 API，比如 ODBC，这部分也会很有帮助，因为你会知道应该搜索什么。

有些示例使用 PHP。我这么做是因为我日常使用的语言是 PHP，这样做可以展示我实际的代码示例。真实的示例往往更适用于展示，因为它们反映了现实生活中读者最可能遭遇的问题。并且，MySQL PHP API 也是基于 C 的 API 封装的，而且使用了同样的名字，因此读者可以很容易与本书中讨论的 C 的函数进行比较¹。

我没有使用 JDBC 和 ODBC 的示例，因为这些 API 都太特殊。同时，它们的调试技术又很雷同，尽管不是完全一致。它们主要是语法有所不同。我觉得详细介绍这两种连接方式不但不会教会读者更多解决问题的技巧，反而会给读者造成困扰²。

本书约定



提示

这个图标用来强调一个提示、建议或一般说明。



警告

这个图标用来说明一个警告或注意事项。

代码示例的使用

本书的目的是为了帮助读者完成工作。一般而言，你可以在你的程序和文档中使用本书中的代码，而且也没有必要取得我们的许可。但是，如果你要复制的是核心代码，则需要和我们打个招呼。例如，你可以在无须获取我们许可的情况下，在程序中使用本书中的多个代码块。但是，销售或分发 O'Reilly 图书中的代码光盘则需要取得我们的许可。通过引用本书中的示例代码来回答问题时，不需要事先获得我们的许可。但

1: mysqlnd 使用它自己实现的客户端协议，但是函数名称仍然使用跟 C API 一样的命名方式。

2: 你可以从 <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/connector-j-reference.html> 获取更多的关于 Connector/J (JDBC) 的详细信息，从 <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/connector-odbc-reference.html> 获取关于 Connector/ODBC 的信息。

是，如果你的产品文档中融合了本书中的大量示例代码，则需要取得我们的许可。

在引用本书中的代码示例时，如果能列出本书的属性信息是最好不过。一个属性信息通常包括书名、作者、出版社和 ISBN。例如：“*MySQL Troubleshooting by Sveta Smirnova* (O’Reilly). Copyright 2012 Sveta Smirnova, 978-1-449-31200-8.”

在使用书中的代码时，如果不确定是否属于正常使用，或是否超出了我们的许可，请通过 permissions@oreilly.com 与我们联系。

联系方式

如果你想就本书发表评论或有任何疑问，敬请联系出版社。

美国：

O’Reilly Media Inc.
1005 Gravenstein Highway North
Sebastopol, CA 95472

中国：

北京市西城区西直门南大街 2 号成铭大厦 C 座 807 室（100035）
奥莱利技术咨询（北京）有限公司

我们还为本书建立了一个网页，其中包含了勘误表、示例和其他额外的信息。你可以通过如下地址访问该网页：

<http://www.oreilly.com/catalog/9781449312008>

关于本书的技术性问题或建议，请发邮件到：

bookquestions@oreilly.com

欢迎登录我们的网站（<http://www.oreilly.com>），查看更多我们的书籍、课程、会议和最新动态等信息。

Facebook: <http://facebook.com/oreilly>

Twitter: <http://twitter.com/oreillymedia>

YouTube: <http://www.youtube.com/oreillymedia>

致谢

我要感谢所有帮助完成本书的人，没有他们的帮助，本书将无法完成。

首先，我要感谢 Andy Oram 编辑，他给了我很大的帮助，使本书更加具有可读性。他

给我指出了本书中介绍不够细致的地方。他还帮我深入分析了潜在读者的技能储备，建议我增加针对初学者的介绍，同时删除了人人皆知的冗余细节。

我也要感谢整个 MySQL 支持团队。他们将专业知识同团队的每个成员分享，我从中学到了很多很多。这里我不一一列举他们的名字，我想说的是感谢我从 2006 年加入 MySQL 支持团队以来共事过的所有同事，包括那些已经离职的、跳到开发部门的，或者跳到其他公司的同事。

感谢 Charles Bell，是他督促我撰写本书。他对本书进行了审校并提出了很多改进意见。Charls 在 Oracle 公司的 MySQL 复制与备份团队工作，并且是两本 MySQL 专著的作者。他对于本书内容和版式的建议都非常有用。

我要感谢本书所有的审校人员。

- Shane Bester，我在 MySQL 支持团队的同事，他审校了 Gypsy 程序相关的部分并告诉我如何改进示例。
- Alexander (Salle) Keremedarski，他完成了全书的审校并给出了很多非常好的建议。Salle 从 MySQL 支持团队起步，在早期从事 MySQL 支持工作，现在担任 SkySQL EMEA 支持团队的主管。他非常了解普通用户理解上的一些误区，这些经验帮助我弥补了在解释某些问题时细节上的缺陷。这使得每个解决问题的情形读起来就好像是“最佳实践”一样，哪怕有时候它可能并不是。
- Tonci Grgin，审校了关于 MySQL Connector 的部分，建议我补充解释它们的行为。Tonci 曾经跟我在一个组共事，现在就职于 MySQL Connectors 团队。他是我咨询任何 MySQL Connector 问题的首选之人。
- Sinisa Milivojevic，审校了第 3 章和第 4 章以及一部分与 MyISAM 检查、修复工具相关的内容。Sinisa 是另一位从一开始就在 MySQL 支持团队工作的审校人。他是 MySQL 的 2 号雇员，并且目前仍在 Oracle 的 MySQL 支持团队工作。他丰富的经验令人赞叹，让人不禁觉得他了解 MySQL 的每个细节。Sinisa 帮我深入了解了书中所讨论的问题，并且给出很多简洁却非常重要的改进建议。
- Valeriy Kravchuk，他审校了第 2 章和第 4 章以及 6.5.3 节。他也在 MySQL 支持团队工作。Valeriy 在审校中发现了很多不足。他的鞭策促使我努力完善这些内容，当然现在仍有很大的改进空间。
- Mark Callaghan，他在 Facebook 从事数据库服务器运维工作。他审校了整本书。Mark 建议我在解释不清楚的地方增加示例和深入的分析。他给出了第 4 章的示例建议，并指出我之前给出的建议在某些特定的安装包下可能会出现错误，他建议我解释清楚两种场景：我之前给出的建议什么时候适用，什么时候不适用。感谢 Mark，我追加了许多关于这些争议主题的细节信息。

- Alexey Kopytov, 他也审校了整本书。他是 SysBench 工具的作者 (我在本书中介绍过), 曾经在 MySQL 开发部门工作, 现就职于 Percona 公司。Alexey 针对 SysBench 部分给出了很改进建议。
- Dimitri (dim) Kravtchuk, Oracle 的首席基准工程师, 也审校了全书。他也是我在本书中提到的 dim_STAT 监控解决方案和 db_STRESS 数据库基准测试工具包的作者。他也在一个著名的博客上发表关于 InnoDB 性能和 MySQL 基准测试的文章。他给了我很多关于 InnoDB 介绍、性能架构 (schema) 和硬件影响部分的改进建议。

最后, 感谢我的家人。

- 我的母亲 Yulia Ivanovna, 告诉我作为工程师会多么有趣。
- 我的公公 Valentina Alekseevna Lasunova 和婆婆 Nikolay Nikolayevich Lasunov, 他们总是在我们需要的时候给予帮助。
- 最后, 重点感谢我的丈夫 Sergey Lasunov, 他在我的创作中一直给予我支持。

目录

第 1 章 基础	1
1.1 语法错误	1
1.2 SELECT 返回错误结果	5
1.3 当错误可能由之前的更新引起时	10
1.4 获取查询信息	15
1.5 追踪数据中的错误	18
1.6 慢查询	23
1.6.1 通过 EXPLAIN 的信息调优查询	23
1.6.2 表调优和索引	29
1.6.3 何时停止调优	33
1.6.4 配置选项的影响	33
1.6.5 修改数据的查询	35
1.6.6 没有高招	37
1.7 当服务器无响应的时候	37
1.8 特定于存储引擎的问题及解决方案	42
1.8.1 MyISAM 损坏	43
1.8.2 InnoDB 数据损坏	45
1.9 许可问题	47
第 2 章 你不孤单：并发问题	50
2.1 锁和事务	50
2.2 锁	51
2.2.1 表锁	52
2.2.2 行锁	54
2.3 事务	59
2.3.1 隐藏查询	60
2.3.2 死锁	65
2.3.3 隐式提交	68
2.4 元数据锁	69
2.5 并发如何影响性能	72
2.5.1 为并发问题监控 InnoDB 事务	73
2.5.2 为并发问题监控其他资源	73
2.6 其他锁问题	74

2.7	复制和并发	82
2.7.1	基于语句的复制问题	82
2.7.2	混合事务和无事务表	86
2.7.3	从服务器上的问题	87
2.8	高效地使用 MySQL 问题排查工具	89
2.8.1	SHOW PROCESSLIST 和 INFORMATION_SCHEMA. PROCESSLIST 表	89
2.8.2	SHOW ENGINE INNODB STATUS 和 InnoDB 监控器	91
2.8.3	INFORMATION_SCHEMA 中的表	93
2.8.4	PERFORMANCE_SCHEMA 中的表	94
2.8.5	日志文件	97
第 3 章	配置选项对服务器的影响	100
3.1	服务器选项	101
3.2	可更改服务器运行方式的变量	104
3.3	有关硬件资源限制的选项	105
3.4	使用--no-defaults 选项	106
3.5	性能选项	107
3.6	欲速则不达	107
3.7	SET 语句	108
3.8	如何检查变更是否存在一些影响	108
3.9	变量介绍	109
3.9.1	影响服务器与客户端行为的选项	110
3.9.2	与性能相关的选项	124
3.9.3	计算选项的安全值	133
第 4 章	MySQL 环境	138
4.1	物理硬件限制	138
4.1.1	内存	138
4.1.2	处理器与内核	139
4.1.3	磁盘 I/O	140
4.1.4	网络带宽	141
4.1.5	延迟效应的例子	142
4.2	操作系统限制	142
4.3	其他软件影响	144
第 5 章	复制故障诊断	145
5.1	查看从服务器状态	146
5.2	与 I/O 线程有关的复制错误	148
5.3	与 SQL 线程有关的问题	155

5.3.1	当主从服务器上数据不同的时候	156
5.3.2	从服务器上的循环复制以及无复制写入	157
5.3.3	不完整或被改变的 SQL 语句	158
5.3.4	主从服务器上出现的不同错误	159
5.3.5	配置	159
5.3.6	当从服务器远远落后主服务器时	159
第 6 章	问题排查技术与工具	161
6.1	查询	161
6.1.1	慢查询日志	162
6.1.2	可定制的工具	163
6.1.3	MySQL 命令行接口	165
6.2	环境的影响	169
6.3	沙箱	169
6.4	错误与日志	173
6.4.1	再论错误信息	173
6.4.2	崩溃	173
6.5	收集信息的工具	177
6.5.1	Information Schema	177
6.5.2	InnoDB 信息概要表	178
6.5.3	InnoDB 监控器	180
6.5.4	Performance Schema	187
6.5.5	Show [GLOBAL] STATUS	190
6.6	本地化问题 (最小化测试用例)	191
6.7	故障排除的一般步骤	192
6.8	测试方法	195
6.8.1	在新版本中尝试查询	195
6.8.2	检查已知的 bug	195
6.8.3	变通方法	196
6.9	专用的测试工具	198
6.9.1	基准工具	198
6.9.2	Gypsy	201
6.9.3	MySQL 测试框架	202
6.10	维护工具	204
第 7 章	最佳实践	207
7.1	备份	207
7.1.1	计划备份	208
7.1.2	备份类型	208