

资深PostgreSQL数据库专家撰写，全面系统阐释PostgreSQL性能调优的各种方法、技巧及实践
结合PostgreSQL自身架构和运行环境分析性能影响因素，涵盖服务器硬件挑选、文件系统调优、数据库参数配置、查询优化等方面，并提供大量具体操作实例

PostgreSQL 9.6 High Performance
Second Edition

PostgreSQL 9X之巅

(原书第2版)



[美] 艾博拉·艾哈迈德 (Ibrar Ahmed)
格利高里·史密斯 (Gregory Smith)

著

范翊 彭煜玮 唐成 等译



机械工业出版社
China Machine Press

PostgreSQL 9.6 High Performance
Second Edition

PostgreSQL 9X之巔

(原书第2版)



[美] 艾博拉·艾哈迈德 (Ibrar Ahmed) 著
格利高里·史密斯 (Gregory Smith)

范翊 彭煜玮 唐成 等译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

PostgreSQL 9X 之巅 (原书第 2 版) / (美) 艾博拉·艾哈迈德 (Ibrar Ahmed), 格利高里·史密斯 (Gregory Smith) 著; 范翊等译. —北京: 机械工业出版社, 2018.4
(数据库技术丛书)

书名原文: PostgreSQL 9.6 High Performance, Second Edition

ISBN 978-7-111-59619-6

I. P… II. ①艾… ②格… ③范… III. 关系数据库系统 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 061021 号

本书版权登记号: 图字 01-2017-7508

Ibrar Ahmed, Gregory Smith: *PostgreSQL 9.6 High Performance* (ISBN: 978-1-78439-297-0).

Copyright © 2017 Packt Publishing. First published in the English language under the title “PostgreSQL 9.6 High Performance”.

All rights reserved.

Chinese simplified language edition published by China Machine Press.

Copyright © 2018 by China Machine Press.

本书中文简体字版由 Packt Publishing 授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

PostgreSQL 9X 之巅 (原书第 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: 缪 杰

责任校对: 李秋荣

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2018 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm×240mm 1/16

印 张: 22.5

书 号: ISBN 978-7-111-59619-6

定 价: 89.00 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

性能一直都是数据库用户关注的最核心问题，本书着眼于提高 PostgreSQL 系统的性能，全面介绍了在硬件设置、参数配置、查询优化等多个方面改善 PostgreSQL 性能的方法和技巧。不论是 DBA 还是开发人员都能从本书中有所收获和帮助。

《PostgreSQL 数据库内核分析》作者，CCF 数据库专委会副主任，武汉大学教授

彭智勇

7 年过去了，终于盼来了最新版本的《PostgreSQL 9.6 High Performance》！新版本作者阵容更加强大，除了原作者 Gregory Smith 之外，又增加了一位重量级人物 Ibrar Ahmed，两位大师级作者从性能的视角对 PostgreSQL 及其运行的环境进行了全面而深入的剖析，阅读此书，不仅可以了解 PostgreSQL 自身的架构以及影响性能的因素，而且可以学到计算机硬件知识，如 CPU、内存、磁盘等对 PostgreSQL 性能的影响，以及如何对性能进行基准评测，从而形成完整的性能优化方法论。相信通过阅读此书，大家定会获益良多！也会更加喜欢 PostgreSQL！

平安科技数据库技术部总监

汪洋

数据库性能调优从来都不是一个简单的话题。本书从操作系统到数据库实现的多个层面，讲解了 PostgreSQL 数据库进行常规性能调优的各个场景。无论是对从其他数据库转战 PostgreSQL 的 DBA，还是使用过 PostgreSQL 一段时间的 DBA，本书都是一本不可多得的参考资料。你既可以使用它解决线上系统的性能问题，也可以把它作为深入理解 PostgreSQL 性能相关的设计和实现的桥梁。

湖南红手指信息技术有限公司 CTO，《PostgreSQL 9 Administration Cookbook》译者

黄坚

一本可以最大限度地发挥 PostgreSQL 性能的调校指南，推荐给所有想用好 PostgreSQL 的人，也推荐给高校信息化院系的同仁。

西安交通大学网络信息中心教师
李飞

Foreword 推荐序

PostgreSQL 是一个优秀的开源数据库产品，其稳定性和可靠性已被广泛证明，拥有活跃的开发者和用户社区，版本持续升级迭代，新的特性和功能不断引入。近几年在国内 PostgreSQL 也呈现出蓬勃发展之势，用户涵盖了互联网、金融、政府、运营商等各行各业，每年大象会（PostgreSQL 中国用户大会）上都能看到新的使用者分享 PostgreSQL 在高负载复杂业务环境下运行的案例。

生产环境中，一旦数据库出现性能问题，用户和 DBA 都会承受非常大的压力，因此数据库优化是 DBA 的必备技能。本书主要讲述的就是如何对 PostgreSQL 数据库进行性能优化，希望读者是具备一定 PostgreSQL 基础的中高级 PostgreSQL 用户、开发者或数据库管理员。对于初学者而言，可以与 PostgreSQL 手册结合学习，从而能够对手册中的一些概念有更深入的理解。另外，书中有很多实用的例子，也可以帮助读者更好地学习。

目前，开源产品升级迭代普遍较快，这给专业书籍的编写出版带来了一定难度。往往一本书开始构思时，新版本刚刚发布，经过漫长的编写、校对后，下一个版本又发布了，这对“时效性”要求非常高，也给作者和出版社带来了很大的压力。既然开源产品是以社区的方式开发，集广大开发者之力，那么书籍是不是也可以用这种模式？本书的翻译就是在这样的思路下启动的。本书的译者既包含彭煜玮、唐成、黄坚等具备 PostgreSQL 书籍编纂经验的资深专家，也有周宝峰、范翊等具有海外工作经验的高级工程师，还有具有翻译组织经验的 PostgreSQL 官方文档翻译人员。此次翻译的所有参与者都非常热情和专业，大家为同一件事情而努力，共同保证了翻译工作按时高质量完成，可以说本书的翻译是群体智慧的结晶。

这次团队合作成功的价值远大于翻译这本书本身，通过这次探索，PostgreSQL 协会有了一种新的凝聚模式，希望这种模式能进一步完善，让更多的人参与进来，让 PostgreSQL 相关书籍能更多更快地呈现给广大爱好者，“千人同心，则得千人之力”，为协会的蓬勃发展贡献力量。



译者序 *The Translator's Words*

《PostgreSQL 9.6 High Performance》的中文版出版在即，作为这部优秀作品的译者之一，我深感荣幸。在中文版的翻译过程中我们得到了很多朋友的帮助。本书中文版能够及时出版是国内众多 PostgreSQL（可简称为 PG）志愿者共同努力的成果，在此先向志愿者及出版社表示诚挚的谢意，有你们的付出与协助，PostgreSQL 在中国一定能发展壮大，越来越好。

在国内，关于其他商业数据库的书籍应有尽有，从初级入门到深入提高，各个级别的工具书籍琳琅满目，而关于 PostgreSQL 的书籍，则是少之又少。专业书籍除了选择不多，内容要么太过浅显要么太过深入，PGer 大都经历过无从选择的迷茫。本书则比较适中，将对 PGer 了解、学习 PG 起到非常重要的帮助作用。

PG 从 1996 年开始流行，它的先天优势在于它具有和商业数据库一样的架构，但却是一个开源的项目，这使得它迅速地在开发人员之间流行起来。也正是由于它这种“自由”生长的状态，使得有关 PG 方面的专业资料都比较零散，且以英文资料为主。对于我们国内的开发人员来说，阅读并参透这些资料，无疑是一个不小的挑战。近年来，随着 PG 在国内的影响力加深，从事 PG 开发的公司也如雨后春笋般地逐渐增加，越来越多的开发运维人员迫切希望能有更多系统化的资料，帮助他们提高学习 PG 的效率。

2017 年 6 月，中国开源软件推进联盟 PostgreSQL 协会成立，并将翻译英文文献及资料的工作列入重点率先启动，协会联系到《PostgreSQL 9.6 High Performance》的原作者 Ibrar Ahmed 及原书出版社，在获取双方的同意后，以协会为主导，启动了本书的翻译工作，期望通过这本书的翻译服务于更多的 PG 爱好者，及从事 PG 开发工作的广大工程师。

本书可以说是一本 PG 的百科全书，从各个版本的特点，到硬件的选择，甚至细致到具体每个参数的配置、取值范围，以及推荐的设置。本书由浅入深，包罗了 PG 的各个方面。同时作者理论结合实践，列举大量具体的实际操作演示，结果也有具体的输出，还有一些图

表，可以使读者更清楚地了解某一个功能或者命令的实际运行情况。在本书的第 17 章，作者总结出了一些常见问题，基本都是使用 PG 的时候经常会遇到的。其中有些问题只有在实际的生产环境中才会凸显出严重性，作者根据自己的实践经验，为我们总结出这些问题，并提示出需要注意的地方。书中还有很多内容，尤其是一些参数的设置，作者根据自身经验给出一个经验值，这通常是需要我们在生产环境中测试很多遍才能得到的。当然，实际环境千差万别，我们要根据实际情况去判断使用。

通过翻译本书，译者对 PG 有了更深入的认识，也希望广大读者能够通过这个译本，重新认识 PG，并从中汲取养分，转化到具体的生产实践中。本书的翻译从众邀专家、征集志愿者开始，历经多次审核、校正，最终呈现出这个版本，虽然每位参与者都付出了百分百的热情与专注，但是由于时间仓促，书中难免有一些翻译不当的地方，希望广大读者能够予以指正。同时，也期望越来越多的 PG 使用者和爱好者加入到翻译国外文献及资料的志愿活动中，愿 PostgreSQL 发展得越来越好！

——范翊

在翻译本书的过程中，译者也学到了很多，尤其是结合以往所学所想，很多以前比较模糊的问题都得到了澄清，让人有豁然开朗的感觉。在此，向每一位对 PostgreSQL 感兴趣的读者郑重推荐此书。

最后，感谢协助译者翻译第 10 章的邢艳女士，也感谢家人对我的支持和谅解，本书的翻译工作占用了大量本应该陪同她们的时间。由于译者水平有限，译文中难免出现疏漏，请读者海涵。

——彭煜玮

译者原本就是 PostgreSQL 的忠实用户，翻译的过程也是学习的过程，在本书的翻译过程中在 PostgreSQL 高性能方面受益良多。同时，也把本书献给所有 PostgreSQL 的使用者。

本书的翻译出版是团体协作的成果，在此感谢所有参与本书翻译出版的朋友们。另外，还要感谢我的家人，感谢你们对我翻译工作的大力支持和理解，并对一些翻译和行文问题提供了良好的建议。

——唐成

致谢

如果没有中国开源软件推进联盟 PostgreSQL 协会发起此次翻译项目，并将大家凝聚到一起，本书中文版是不会如此快速地问世的。我们首先要感谢 PostgreSQL 协会，更要感谢

本书的全体翻译者和审校者，还有对翻译过程进行统筹管理的刘媛媛女士，以及对翻译任务进行监督调配的冯春晖女士。另外，我们还要特别感谢机械工业出版社华章公司的王春华和缪杰编辑，感谢你们深思熟虑的意见、对书籍编辑和完善持有的锐利眼光。

译文之中难免出现疏漏，欢迎读者朋友们提出宝贵建议，我们的联系邮箱是：book@postgresqlchina.com。

感谢所有关注本书以及热爱 PostgreSQL 技术的朋友们！

About the Translator's 译者简介

范翊，先后供职于海信、朗讯等公司，现任瀚高软件产品开发中心总经理。2005年毕业于英国伯明翰大学，获硕士学位，后于英国从事软件开发工作，具有丰富的项目经验。2015年回国后加入瀚高，带领研发团队从事瀚高数据库及其相关工具的研发工作。主要负责前言、第1～5章的翻译。

彭煜玮，武汉大学副教授、硕士生导师，长期从事数据管理技术的教学和研究。著有《PostgreSQL数据库内核分析》一书。独立完成了PostgreSQL 9.3.4、9.4.4、9.5.0、9.6.0的文档翻译工作，并无偿捐献给社区。现任PostgreSQL中国用户协会常务委员、中国计算机学会数据库专业委员会委员、ACM SIGMOD中国分部委员。主要负责第9、10、12章的翻译。

唐成，杭州乘数科技有限公司CTO，《PostgreSQL修炼之道：从小工到专家》作者，专注于PostgreSQL数据库和Greenplum数据库领域，历任网易开发专家、阿里巴巴高级数据库专家。主要负责第6～8章和第15章的翻译。

黄坚，湖南红手指信息技术有限公司CTO，从2011年开始，积极参与PostgreSQL数据库在国内的推广，是pgpool-II中文手册的维护者之一，《PostgreSQL 9 Administration Cookbook》的主要译者，常用网名：洞庭湖的泥鳅和Bambo。主要负责第11、16章的翻译。

郭凯，PostgreSQL社区志愿者，硕士期间曾从事PostgreSQL内核代码分析与研究。主要负责第13章的翻译。

王鹏，2013年6月毕业于南京大学，现就职于核工业北京地质研究院，主要从事多源地理学信息数据集成与开发工作。主要负责第17章的翻译。

李飞，西安交通大学网络信息中心教师、资深软件工程师，热爱编程，自2003年开始使用PostgreSQL，JFinal、Zbus等项目的贡献者。主要负责第14章的翻译。

杜金房，系统管理员/DBA/架构师、FreeSWITCH中文社区创始人、《FreeSWITCH权威指南》作者、FreeSWITCH开源项目核心贡献者（Committer），精通PostgreSQL架构设计

和优化技术。主要负责第 18 章的翻译。

周宝峰，瀚高软件北美研发中心总经理，致力于国际合作。与本书作者进行了深入的沟通，并在翻译的整体审校方面付出了极大心血。

王硕，专注于 PostgreSQL 内核开发 7 年，致力于成为 PostgreSQL 数据库知识的布道者，并为国产基础软件添砖加瓦。

田兵，数据库内核开发工程师，长期从事 PostgreSQL 内核开发工作。

韩悦悦，文档工程师，PostgreSQL 官方文档多个版本的中文翻译者。

李晓飞，测试工程师，电信行业外企工作 10 年，现就职于瀚高软件。

孙彪，数据库开发新生力量，目前正在系统学习 PostgreSQL 相关知识。

李鹏，数据库内核开发工程师，任何与 PG 内核开发相关的话题，欢迎与我交流讨论：
sirlipeng@gmail.com。

王明军，开发工程师，喜欢编程和猫，希望世界和平。

贺冬，数据库 DBA。每个人对原文的理解可能都不太相同，欢迎给我发邮件一起探讨：
hedongfrank@163.com。

王刚，研究生接触到数据库底层知识，后参与数据库内核开发，喜欢探究底层机制，喜欢自由。

李冉，新晋开发工程师，协助此次翻译的审校工作。

Preface 中文版序

When I decided to write the second edition of this book, the soul purpose was to target the middle to experience level users, developers and database administrator of PostgreSQL. As the title suggest, this book is about performance tuning and database optimization therefore some PostgreSQL knowledge is required to understand the book. I have tried to cover the basic to advance level concept of database and database performance. It also includes the very new PostgreSQL performance features.

After getting the very good response from the readers, I have enhanced the second edition by adding more practical oriented examples. This edition is getting very good response from the readers.

A really good response from readers in terms of revenue, sale and Chinese translation the major goal is met. The book laves in way that it is hard for basic users, but no book is good for everyone. This is my second book, my first book *PostgreSQL Developer's Guide* covers the basics concepts of PostgreSQL, therefore this make a really good combo.

The book is also written by Gregory Smith, and he did really tremendous job to make that book a success. This is his effort, that this book will get very huge audience in China. As I have mentioned, this is my second book and both the books are with Packt publications. I really want to acknowledge the Packt publication for their reviewers, which were part of that project.

I am really happy for the translation of the book in China, and hope it will help the Chinese people to understand the mid to advance level concepts of PostgreSQL optimizations.

I don't know about anything about the Chinese language, therefore without PostgreSQL association who initiated this project and the China's PostgreSQL community; it won't be possible. Hope this will be a good contribution of PostgreSQL association for the Chinese people.

当我决定写作本书第2版时，主要目标是面向中高级的 PostgreSQL 用户、开发人员和 DBA。正如这本书的英文版书名，这本书是关于性能调优和数据库优化的，因此读者需要具备一些 PostgreSQL 知识才能理解。我努力在书中涵盖数据库及其性能从初级到高级的内容。同时本书也包含了新引入的 PostgreSQL 性能相关特性。

在得到读者的反馈后，我加入了更多实用的例子来加强第2版。这个版本在读者中日益收到良好的回应。

读者的好评体现在书的收益、销售和中文版翻译方面，主要目标得以实现。本书的内容对初级用户来说是有难度的，但没有一本书能够适合所有不同水平的读者。这是我的第二本书，我的第一本书《PostgreSQL Developer's Guide》涵盖了 PostgreSQL 的基本概念，两本书一起结合阅读应该是一个非常好的组合。

这本书是由我和 Gregory Smith 共同编写的，他做了很多非比寻常的工作来使这本书获得成功。也正是他的努力，这本书会在中国有非常多的读者。正如我所提到的，这是我的第二本书，这两本书都是在 Packt 出版的。我非常感激 Packt 出版社的审校人员，本书的成功也有他们的一份功劳。

我非常高兴这本书能在中国翻译出版，并且希望它能帮助中国的读者理解 PostgreSQL 优化的中高级概念。

我本人是丝毫不懂中文的，没有发起翻译工作的中国 PostgreSQL 协会以及中国的 PostgreSQL 社区，本书的中文版是不可能发行的，也希望本书中文版能成为 PostgreSQL 协会对中文读者做出的一个很好的贡献。

——Ibrar Ahmed

About the Author's 关于作者

艾博拉·艾哈迈德 (Ibrar Ahmed) 是一家企业级 PostgreSQL 公司的高级数据库系统架构师。在从事开源开发之前，主要从事软件和嵌入式系统的开发工作，他也拥有大量的开源软件的开发经验。他是 PostgreSQL 社区的贡献者之一，同时也是其他开源社区的贡献者，比如谷歌的 Chromium 项目。他是一位开源软件的传播者，对开源开发的热情使得他为不同的开源社区贡献了数个意义非凡的特性。

艾博拉为了使 PostgreSQL 成为一个复合的关系型数据库做出了重要的贡献。他开发维护了多个 PostgreSQL 的扩展，用于与其他关系数据库交换数据，例如：MySQL、NoSQL 数据库、MongoDB 和并行文件系统存储（如 HDFS）。他还出版了另外一本书《PostgreSQL Developer's Guide》，由 Packt Publishing 出版。

格利高里·史密斯 (Gregory Smith) 是南卡罗来纳州查尔斯顿的一位主要的 PostgreSQL 传播者，就职于 Crunchy Data Solutions 公司。他为制造业、金融和网络开发等行业的客户提供数据库咨询服务已经有 20 年之久了。

撰写本书是他讲授数据库性能调优方面的第二次尝试。他曾在 1995 年撰写了一本叫作《Progress Performance FAQ》的小型免费电子书，内容涵盖了如何使 Progress 4GL 及其相关的数据库运行得更快。在 2001 年，他转而专门使用 PostgreSQL 7.0 开发项目，从那时候起，他就开始关注 PostgreSQL 每个发行版本所能解决问题的复杂程度。

从 PostgreSQL 8.3 开始，Gregory 对每个后来发行的 PostgreSQL 版本都做出了贡献，增加了一些额外功能。他同时为 PostgreSQL 编写了一系列附加工具集，这些工具包括 pgtune、pgbench-tools、peg 和 2warm 等。

关于审校者 *About the Reviewer*

丹尼尔·杜兰特 (Daniel Durante) 在不写程序的时候热衷于烘焙、品尝咖啡、骑摩托车、射箭、焊接和做木工。他从 12 岁就开始使用 PHP、Node.js、Golang、Rust 和 C 语言来编写网络和嵌入式程序。

他曾经开发了一款基于文本的浏览器游戏，已经有 1 000 000 个活跃玩家，为 CNC 机床开发一个装箱问题 (Bin-Packing) 算法，并贡献了一个最古老的 Node.js 的 ORM——Sequelize.js。

他还帮助审阅了 Packt 出版社出版的《PostgreSQL Developer's Guide》一书。

在此我还想感谢我的父母、兄弟和朋友们，他们对我日夜守在电脑前的疯狂给予了最大限度的容忍。如果没有他们的耐心、指导和爱，就不会有今天这本书。

无论是传统的企业型应用，还是当下的 Web 应用，作为一种数据库平台，PostgreSQL 在为这些应用程序提供数据存储服务方面的可行性日趋成熟。不过，要想获取 PostgreSQL 的最佳性能，一直以来都并非易事。用户需遵循适宜的经验法则，需持续监控和维护以保障数据库系统健康运行，需以合理化建议定位和处理当前问题，需对数据库相关的附件工具有所涉猎，以便遇到核心数据库无法解决的问题时，可以为其进行功能扩展。

本书内容概述

第 1 章介绍了 PostgreSQL 最近几个版本的性能改进情况。通常，人们认为所有软件的新版本会问题百出，而且会比以前的版本运行得更慢，但 PostgreSQL 不存在这个问题。

第 2 章讨论了如何仔细挑选服务器硬件中的主要部件，包括处理器、内存以及磁盘等，在预算允许的情况下如何组建一个稳定可靠的数据库存储服务器。特别是在磁盘控制器和驱动器方面，如果误用了易失性回写缓存，很容易导致数据库损坏。

第 3 章讨论了不同数据库硬件性能方面的量化标准。比如在你的系统当中，内存读取到底有多快？磁盘的原始性能有多强？在添加更多的磁盘后，数据库性能是否能正常按比例提升？

第 4 章研究现行文件系统的可选方案，并就如何权衡硬盘中数据库的不同布局提出建议。同时也讨论了一些常见的有效文件系统的调优问题。

第 5 章深入研究了数据库在磁盘、内存中的存储机制，并解释了 checkpoint 进程是如何协调这两种存储机制以保证数据安全的。此外，该章还讨论了如何深入查看数据库所缓存的数据，以及在此基础上，确认当下存储在系统内存里的数据与你的预期数据是否一致。

第 6 章涵盖了 `postgresql.conf` 文件中的最重要的一些设置选项，介绍了这些选项的含义以及如何设置这些选项。此外，也指出了可能会引起问题的设置。

第 7 章首先阐释了 PostgreSQL 如何判定哪些行数据对哪些用户可见。这些可见性信息的存储方法需要一个名为 `VACUUM` 的清理进程来正常地重新使用剩余空间。此外，该章也涉及了一些常见问题以及针对这些问题的调节方式，也涵盖了一直运行的 `autovacuum`。最后，该章介绍了数据库日志的数据量调节方式，以及如何使用查询日志分析器对结果进行分析，从而帮助用户找出查询瓶颈。

第 8 章研究如何使用 PostgreSQL 自带的 `pgbench` 测试程序来获取有用的基准评测结果。

第 9 章介绍索引在响应查询时是如何减少数据块的读取量的。这种方法可以彻底探索一些常见问题，比如为什么一个查询会使用顺序扫描而不是使用强大的索引扫描。

第 10 章是 PostgreSQL optimizer（优化器）指南，根据一些查询例子的不同执行方式以及数据库参数的不同设置，来说明数据库的不同优化方式。

第 11 章介绍了数据库内部所收集的统计信息，以及哪些信息有助于查找问题。同时，也介绍了能够让你看到查询活动以及锁行为的一些视图。

第 12 章先介绍了如何使用操作系统所提供的基本监视工具以确定数据库的当前动作。然后，该章针对可按照时间对信息趋势进行图形化表示的软件给出了建议。

第 13 章对在同一时间内对数据库进行大量连接时所遇到的困难进行了说明。同时，建议使用两种软件包——连接池（以更好地对请求进行排序）和缓存（在不连接数据库的情况下响应用户请求）——来帮助解决这些问题。

第 14 章讲述了如何通过跨节点复制数据来减轻数据库的负载压力，典型的解决方式是，多个同步只读的从节点搭配一个可读写的主节点。

第 15 章探讨如何有效地将数据划分为子集，这样可以在数据库的一小部分上执行查询。所讨论的方法包括单节点数据库表分区和使用 PL/Proxy 及其相关工具集来构建跨多节点的共享数据库。

第 16 章探讨那些在 PostgreSQL 中看起来阻碍初学者使用的部分。重点是如何找到代码不工作的原因，以及有哪些现有工具可以帮助诊断问题。

第 17 章以统计记录数和外键处理作为例子，涵盖了所有批量导入部分。同时，该章还包括人们使用 PostgreSQL 时所遇到的常见问题。

第 18 章详细介绍了从 PostgreSQL 8.1 到 9.6 各个版本中与性能相关的功能变化情况。有时，避免常见问题并获得更好性能的最佳方式就是升级到不再存在问题的新版本。