

O'REILLY®

TURING

图灵程序设计丛书

第2版



PostgreSQL

即学即用

PostgreSQL: Up and Running

[美] Regina Obe Leo Hsu 著
丁奇鹏 译



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵程序设计丛书

PostgreSQL即学即用（第2版）

PostgreSQL: Up and Running
Second Edition

[美] Regina Obe, Leo Hsu 著
丁奇鹏 译



O'REILLY®

Beijing • Cambridge • Farnham • Köln • Sebastopol • Tokyo

O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

PostgreSQL即学即用 : 第2版 / (美) 奥贝
(Obe, R.), (美) 徐 (Hsu, L.) 著 ; 丁奇鹏译. — 北京:
人民邮电出版社, 2016. 1
(图灵程序设计丛书)
ISBN 978-7-115-41128-0

I. ①P… II. ①奥… ②徐… ③丁… III. ①关系数
据库系统 IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第285900号

内 容 提 要

本书将帮助你理解和使用 PostgreSQL 这一开源数据库系统。你不仅会学到版本 9.2、9.3 和 9.4 中的企业级特性, 还会发现 PostgreSQL 不只是个数据库系统, 也是一个出色的应用平台。本书通过示例展示了如何实现在其他数据库中难以或无法完成的任务。这一版内容覆盖了 LATERAL 查询、增强的 JSON 支持、物化视图和其他关键话题。

本书适合数据库管理员、后端开发人员以及其他对 PostgreSQL 感兴趣的读者。

-
- ◆ 著 [美] Regina Obe Leo Hsu
译 丁奇鹏
责任编辑 岳新欣
执行编辑 赵瑞琳
责任印制 杨林杰
- ◆ 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>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 14
字数: 330千字 2016年1月第1版
印数: 1-3 500册 2016年1月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2015-6365号
-

定价: 59.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

版权声明

© 2015 by Regina Obe and Leo Hsu.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2016. 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.

英文原版由 O'Reilly Media, Inc. 出版，2015。

简体中文版由人民邮电出版社出版，2016。英文原版的翻译得到 O'Reilly Media, Inc. 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc. 的许可。

版权所有，未得书面许可，本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

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

前言

PostgreSQL (<http://www.postgresql.org/>) 是一个开源的关系型数据库管理系统，最初源于加州大学伯克利分校的一个研究项目。该系统最早是基于 BSD 许可证发布的，但目前已改为使用 PostgreSQL 许可证（简称 TPL）发布。事实上这两种许可证无论从哪方面看都没有区别。PostgreSQL 的悠久历史可追溯到 1985 年。

PostgreSQL 拥有诸多企业级特性，比如支持窗口函数（用户可以自定义聚合函数并当作窗口函数使用）、普通 CTE 表达式、递归 CTE 表达式以及流式复制等。这些特性在 Oracle、SQL Server、DB2 等较新版本的商用数据库中很常见，但在开源数据库界却几乎没有。另外，PostgreSQL 有一点与众不同，它可以在不用重编译任何代码的情况下轻松实现系统功能的扩展。PostgreSQL 不但支持众多高级特性，而且性能也很好，在很多应用场景下其性能甚至可以超越包括商用数据库在内的大多数数据库。

本书将介绍 PostgreSQL 的诸多高级特性，其中有的特性是 ANSI SQL 标准中所规定的，而有的特性是 PostgreSQL 自己独创的。如果你当前正在使用 PostgreSQL，又或者以前曾用过但了解程度一般，那么通过本书可以学到之前可能错过的一些功能“遗珠”，还可以了解到最新几个版本中引入的新特性。本书适合对关系型数据库有一定使用经验的读者，但不要求使用过 PostgreSQL。书中将对对比 PostgreSQL 与其他数据库处理同一任务的机制，同时也将展示只有 PostgreSQL 才支持的一些“高大上”功能，这些功能在别的数据库中要么实现起来很困难，要么根本不可能实现。如果你完全未使用过数据库，通过本书也可以学到 PostgreSQL 的功能和使用方法。不过，鉴于本书的定位，书中不会过多介绍关于 SQL 或者关系型数据库理论方面的基础知识，我们建议你阅读其他相关书籍来了解这些内容。

本书主要介绍 PostgreSQL 9.2、9.3 和 9.4 版，但也会覆盖一些在更早版本中已支持的高级特性。

本书读者

我们希望本书对数据库行业现有从业人员以及刚刚开始从事数据库领域工作的读者能够有所帮助。具体来说，本书面向的读者群如下。

- 如果你正在学习关系型数据库，那么我们希望本书能够对你有所帮助，并希望你将在来的职业生涯中青睐于 PostgreSQL。为了降低难度，我们在本书第 2 版中对许多专题进行了拓展介绍，并尽可能提供了入门级的例子。
- 如果你当前已经是 PostgreSQL 的用户或者 DBA，那么我们希望此书能让你工作更加得心应手。书中会有你已经熟悉的内容，但也一定会有你不熟悉的一些技巧，以及新版本中引入的新特性，如果善加利用，必定会提高你的工作效率。好吧，如果你真的很出色并且对书中内容均已了解，那么本书对你来说依然有价值，为什么呢？因为它比官方的 PostgreSQL 手册要轻上 20 倍，最起码是便于携带了。
- 如果你还没接触过 PostgreSQL，那么本书除了能够向你介绍 PostgreSQL 知识外，还将扮演你身边的 PostgreSQL “布道师”的角色，这位“布道师”将向你证明：多绑在商业数据库上一天，你就会被那些厂商掏走更多的钱；多用那些“烂”数据库一天，你的系统就不得不多做一天功能上的妥协。

如果你的工作与数据库领域甚至是 IT 界毫无关系，又或者你刚刚幼儿园毕业，那么能否购买本书呢？答案依然是可以的！因为封面上可爱的象鼯鼠图片就已经让本书物有所值了。

PostgreSQL 的特别之处以及选用理由

PostgreSQL 之所以特别，是因为它不仅仅是一个数据库，还是一个功能强大的应用开发平台。

PostgreSQL 支持用多种编程语言编写存储过程和函数。除了系统自带的编程语言外，还可以通过安装语言扩展包来支持新的语言。内置的基础语言包括 SQL 和 PL/pgSQL，通过安装扩展包还可以支持 PL/Perl、PL/Python、PL/V8（又称为 PL/JavaScript）以及 PL/R 等。前述语言的安装包在 PostgreSQL 发行版中大多都已自带，需要时安装一下扩展包即可使用。这种支持多语言的能力是非常有价值的，因为每种语言的特点不同，有的语言适合解决特定领域内的问题，有的语言过程化特性更丰富，有的语言语法特性更强大，那么开发人员就可以根据待解决问题的特点来选择最合适的语言。比如可以通过使用 R 语言的统计和图形函数以及 R 语言中简洁的专业表达式来解决统计领域的问题，可以通过 Python 来调用 Web 服务，也可以编写 map reduce 函数并在 SQL 语句中调用。

用户甚至可以写一个聚合函数并嵌入到上述这些语言中，这样就可以把 SQL 语言的聚合运算能力与上述语言本身的能力相结合，从而拓展了这些语言的能力范围。此外，PostgreSQL 还支持调用 C 语言写的函数，与调用上述其他语言写的函数没有区别。可以在

同一个 SQL 语句中调用分别由不同语言编写的多个函数。甚至可以仅使用 SQL 语言（即无过程化能力的纯 SQL）来创建一个用户自定义聚合函数。在 MySQL 和 SQL Server 中，用户自定义聚合函数是需要对数据库软件本身进行重编译才能做到的，但在 PostgreSQL 中却不需要。简而言之，PostgreSQL 对多语言的支持是极其灵活和强大的，开发人员不但能够为不同任务选择不同的编程语言，也能够为同一任务的不同子任务选用不同的语言。另外，在其他绝大多数数据库都不允许使用 SQL 的场景下，PostgreSQL 也允许你使用 SQL。PostgreSQL 中不用编译任何代码就可以创建非常复杂的函数。

PostgreSQL 支持非常强大的用户自定义数据类型功能，不但使用方法简单，而且性能也超越了绝大多数其他关系型数据库。在用户自定义数据类型方面，与 PostgreSQL 实力最接近的对手只有 Oracle。用户可以在 PostgreSQL 中定义新的数据类型，然后就可以将该数据类型用作表列类型。每种数据类型都有伴随的数组类型，这样可以将某个类型的数组存储到某个数据列中，或者在 SQL 语句中使用该数组。另外还可以为新增的数据类型定义相应的运算符、函数和索引绑定来与其协同工作。很多 PostgreSQL 的第三方扩展包就利用该自定义数据类型能力来优化性能，或者通过添加支持某个领域专用的特殊 SQL 语法来让业务代码更简洁和易于维护，或者实现一些在别的数据库中完全不可能实现的功能。

如果不需要自定义数据类型和相应的函数，那么系统自带的数据类型也是种类繁多的，比如 json（在 9.2 版中引入），另外还有很多数据类型扩展包可供选择。很多这类扩展包是 PostgreSQL 发行版中自带的。从 PostgreSQL 9.1 开始引入了一种新的语法：CREATE EXTENSION。该语法仅通过一条 SQL 语句就实现了扩展包的安装。如果需要在某个数据库中使用某个扩展包的功能，则在该数据库中安装该扩展包即可。通过 CREATE EXTENSION 语法，可以安装前述任何一种过程式语言（简称 PL），以及使用比较广泛的数据类型及其相应的函数和运算符，比如 hstore 键-值存储、ltree 层次化存储、PostGIS 地理空间扩展以及数不胜数的其他扩展。举个例子，如果想加载 hstore，只需执行下面这个命令即可：

```
CREATE EXTENSION hstore;
```

此外，有一条 SQL 命令可以列出所有可用的以及已安装的扩展包（详见 2.6 节）。

前面提到了 PostgreSQL 支持各种扩展，也提到了它对多种编程语言的支持，但你可能对这些都不感兴趣。你可能觉得：“哦，支持 Python，还支持 Perl……可那又怎么样？能不能说点我不知道的？”别着急，当我们继续往后深入学习的时候，你一定能够不时地体会到“哇，这个功能太牛了！”这样的惊喜，而这样的惊喜在我们多年使用 PostgreSQL 的过程中已经体会过太多次。PostgreSQL 的每次升级都会为用户提供新的特性，这些特性包括易用性的升级、性能的提升，以及对于关系型数据库功能极限的不断超越。到最后你会发现：我为什么还要使用别家的数据库？PostgreSQL 已经提供了我所需要的一切功能了啊，而且还是免费的！你不再需要去阅读那些商业数据库附带的密密麻麻的授权条款，来了解

在一个 8 核服务器上支持甲特性、乙特性和丙特性所需要的费用是多少，也不需要了解如果服务器 CPU 从 8 核升级到 16 核后要再为许可证加多少钱。

此外，PostgreSQL 在其支持的所有平台上的功能表现都很一致。因此你根本不需要担心你的客户要求支持哪种操作系统，Unix、Linux、Mac OS X、Windows，PostgreSQL 全都支持。PostgreSQL 官方站点提供各种操作系统下的二进制安装包下载，当然你也可以自行编译安装。

不适用 PostgreSQL 的场景

PostgreSQL 从一开始就被设计为一个通用的事务型数据库。很多人把它用在小型的桌面应用程序中，就类似一个 SQL Server Express 免费版或者是 Oracle Express 免费版。但这种用法存在的问题是：作为一个独立的数据库系统，PostgreSQL 自身会进行全面的安全管理（比如用户登录机制，这个机制在嵌入式场景下是不需要的），这些都是要耗费性能的，但 PostgreSQL 又无法取消安全机制并将其交由上层应用去管理，因此单用户应用场景下 PostgreSQL 可能不是最好的选择。此种场景下 SQLite 或者 Firebird 是更合适的选择，因为用户权限管理、安全检查和 DB 操作日志功能都是由上层应用自己完成的。

令人遗憾的一个事实是，很多共享主机（多个租户共享同一个操作系统）供应商并不支持预安装 PostgreSQL，或者只支持安装一个很陈旧的版本。因此，如果在使用共享主机服务，你可能就不得不使用 MySQL。本书第 1 版出版以后，这个情况有了很大改善。目前虚拟专用主机和云服务器（每个租户独享一个操作系统，多租户之间互不干扰）的租用价格已经趋于合理，而且会越来越便宜。与共享主机相比，其价格不会高出很多，而且可以在上面安装任何你希望安装的软件。因此选择专用的云主机服务会是比较明智的做法，因为你可以安装 PostgreSQL 的最新稳定版，而无需受制于与其他租户共享主机时的种种限制。此外，主流的 PaaS 平台均已支持 PostgreSQL，而且一般都支持最新的发行版。这些主流平台包括：SalesForce Heroku PostgreSQL、Engine Yard、Red Hat OpenShift，以及 Amazon RDS for PostgreSQL。

PostgreSQL 的功能极其强大，强大到“令人生畏”。它绝对不是一套仅仅能做些数据存储的小软件，它是如同一只聪慧的大象般智能又强大的大型系统。如果你所需要的仅仅是一个键-值存储，或者一个只要能装数据就行的小软件，那么 PostgreSQL 必定会远比你的期望强大百倍。

如何获取本书使用的数据和示例代码

可从本书的官方链接 (http://www.postgresonline.com/downloads/postgresql_book_2e.zip) 获取。如果发现所提供的数据有误，请将相关信息发布到本书的勘误页面 (<http://www.oreilly.com/catalog/errata.csp?isbn=0636920032144>)。

关于PostgreSQL的更多信息

本书致力于展示 PostgreSQL 区别于其他数据库的独特功能，以及如何使用这些功能来解决现实世界的问题。你将学到如何使用一些你在数据库领域前所未见的方法来解决问题。除了那些“高大上”的内容，我们也会向你展示如何处理一些基本的任务，比如数据库管理、权限设置、性能问题定位、性能调优、使用不同的桌面工具连接到数据库、命令行操作以及开发工具的使用，等等。

PostgreSQL 有一套内容丰富的在线文档。本书不会重复这些文档中已提供的信息，而是会鼓励你去探索博大精深的 PostgreSQL 中的未知领域。官方手册 (<http://www.postgresql.org/docs/manuals>) 目前包含 2250 多页的内容，同时提供 HTML 和 PDF 两种格式。此外，如果你需要的话，最近几个版本的官方手册还提供纸质印刷版。由于其规模庞大，内容丰富，纸质版通常是分成 3 到 4 册提供的。

其他可用的 PostgreSQL 资源还包括：

- Planet PostgreSQL (<http://planet.postgresql.org>) 是 PostgreSQL 技术博客文章的汇聚站点，其中包含从 PostgreSQL 核心开发人员到普通用户编写的各类文章，包括新特性演示以及对现有功能的使用说明；
- PostgreSQL Wiki (<https://wiki.postgresql.org>) 提供对 PostgreSQL 各个方面的使用技巧说明，以及从其他数据库移植到 PostgreSQL 的方法；
- PostgreSQL Books (<http://www.postgresql.org/docs/books/>) 提供有关 PostgreSQL 的书籍列表信息；
- PostGIS in Action Books (<http://www.postgis.us/>) 是我们已出版的关于 PostGIS 的书籍的官方站点。

代码与输出格式

对于括号中的内容，我们一般会将左括号与之前的内容放置于同一行，右括号单独放置一行，以便于纵栏印刷。格式如下：

```
function ( Welcome to PostgreSQL
);
```

为节省版面，我们还移除了命令执行执行输出结果中无意义的空格，因此如果发现实际输出结果的格式与书中提供的不一致，请不用担心，这是正常的。

请注意，虽然我们建议在编码时逗号后要加一个空格，但本书中的确有些地方因版面宽度的关系而去掉了这种空格。

PostgreSQL 的 SQL 解释器会将语句中的制表符、换行符和回车符当作空格处理。在我们

提供的示例代码中，一般会使用空格而不是制表符作为缩进符。请确保使用的代码编辑器不会自动将制表符、换行符和回车符删除，或者把它们转换为空格以外的什么字符，否则会导致问题。

如果在执行示例代码时遇到了问题，请检查确认你复制过来的代码与我们提供的原始代码是否一致。

注意有些示例适用于 Linux，而有些适用于 Windows。例如某些关于外部数据封装器的例子中要求使用带完整路径的文件名，你会看到示例代码中有类似于 `/postgresql_book/somefile.csv` 这样的路径，这指的是 Linux 服务器根目录下的路径。如果使用的是 Windows 环境，那么需要加上驱动器符，因此路径要改为：`C:/postgresql_book/somefile.csv`。请注意：即使是在 Windows 上，路径中也应该使用 Linux 的路径分隔符 `/`，而不是 Windows 传统的 `\`。

排版约定

本书使用了下列排版约定。

- 楷体
表示新术语。
- 等宽字体 (`constant width`)
表示程序片段，以及正文中出现的变量、函数名、数据库、数据类型、环境变量、语句和关键字等。
- 加粗等宽字体 (**`constant width bold`**)
表示应该由用户输入的命令或其他文本。
- 斜体等宽字体 (*`constant width bold`*)
表示应替换成用户提供的值或由上下文决定的值。



该图标表示提示或建议。



该图标表示警告或警示。

使用代码示例

补充材料（代码示例、练习等）可以从 http://www.postgresql.com/downloads/postgresql-book_2e.zip 下载。

本书是要帮你完成工作的。一般来说，如果本书提供了示例代码，你可以把它用在你的程序或文档中。除非你使用了很大一部分代码，否则无需联系我们获得许可。比如，用本书的几个代码片段写一个程序就无需获得许可，销售或分发 O'Reilly 图书的示例光盘则需要获得许可；引用本书中的示例代码回答问题无需获得许可，将书中大量的代码放到你的产品文档中则需要获得许可。

我们很希望但并不强制要求你在引用本书内容时加上引用说明。引用说明一般包括书名、作者、出版社和 ISBN。比如：“*PostgreSQL: Up and Running, Second Edition* by Regina Obe and Leo Hsu (O'Reilly). Copyright 2015 Regina Obe and Leo Hsu, 978-1-4493-7319-1.”

如果你觉得自己对示例代码的用法超出了上述许可的范围，欢迎你通过 permissions@oreilly.com 与我们联系。

Safari® Books Online



Safari Books Online (<http://www.safaribooksonline.com>) 是应运而生的数字图书馆。它同时以图书和视频的形式出版世界顶级技术和商务作家的专业作品。技术专家、软件开发人员、Web 设计师、商务人士和创意专家等，在开展调研、解决问题、学习和认证培训时，都将 Safari Books Online 视作获取资料的首选渠道。

对于组织团体、政府机构和个人，Safari Books Online 提供各种产品组合和灵活的价格策略。用户可通过一个功能完备的数据库检索系统访问 O'Reilly Media、Prentice Hall Professional、Addison-Wesley Professional、Microsoft Press、Sams、Que、Peachpit Press、Focal Press、Cisco Press、John Wiley & Sons、Syngress、Morgan Kaufmann、IBM Redbooks、Packt、Adobe Press、FT Press、Apress、Manning、New Riders、McGraw-Hill、Jones & Bartlett、Course Technology 以及其他几十家出版社的上千种图书、培训视频和正式出版之前的书稿。要了解 Safari Books Online 的更多信息，我们网上见。

联系我们

请把对本书的评价和问题发给出版社。

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

O'Reilly 的每一本书都有专属网页，你可以在那儿找到本书的相关信息，包括勘误表、示例代码以及其他信息。本书的网站地址是：

<http://shop.oreilly.com/product/0636920032144.do>

对于本书的评论和技术性问题，请发送电子邮件到：bookquestions@oreilly.com

要了解更多 O'Reilly 图书、培训课程、会议和新闻的信息，请访问以下网站：

<http://www.oreilly.com>

我们在 Facebook 的地址如下：<http://facebook.com/oreilly>

请关注我们的 Twitter 动态：<http://twitter.com/oreilymedia>

我们的 YouTube 视频地址如下：<http://www.youtube.com/oreilymedia>

目录

前言	xi
第 1 章 基础知识	1
1.1 如何获得 PostgreSQL	1
1.2 管理工具	1
1.2.1 psql	2
1.2.2 pgAdmin	2
1.2.3 phpPgAdmin	3
1.2.4 Adminer	3
1.3 PostgreSQL 数据库对象	4
1.4 最新版本的 PostgreSQL 中引入的新特性	9
1.4.1 为什么要升级	10
1.4.2 PostgreSQL 9.4 版中引入的新特性	10
1.4.3 PostgreSQL 9.3 版新特性列表	12
1.4.4 PostgreSQL 9.2 版新特性列表	13
1.4.5 PostgreSQL 9.1 版新特性列表	14
1.5 数据库驱动程序	14
1.6 如何获得帮助	15
1.7 PostgreSQL 的主要衍生版本	15
第 2 章 数据库管理	17
2.1 配置文件	17
2.1.1 postgresql.conf	18
2.1.2 pg_hba.conf	21
2.1.3 配置文件的重新加载	23

2.2	连接管理	24
2.3	角色	25
2.3.1	创建可登录角色	26
2.3.2	创建组角色	26
2.4	创建 database	28
2.4.1	模板数据库	28
2.4.2	schema 的使用	29
2.5	权限管理	31
2.5.1	权限的类型	31
2.5.2	入门介绍	31
2.5.3	GRANT	32
2.5.4	默认权限	33
2.5.5	PostgreSQL 权限体系中一些与众不同的特点	34
2.6	扩展包机制	34
2.6.1	扩展包的安装	36
2.6.2	通用扩展包	38
2.7	备份与恢复	40
2.7.1	使用 pg_dump 进行有选择性的备份	41
2.7.2	使用 pg_dumpall 进行全库备份	42
2.7.3	数据恢复	43
2.8	基于表空间机制进行存储管理	45
2.8.1	表空间的创建	45
2.8.2	在表空间之间迁移对象	45
2.9	禁止的行为	46
2.9.1	切记不要删除 PostgreSQL 系统文件	46
2.9.2	不要把操作系统管理员权限授予 PostgreSQL 的系统账号 (postgres)	47
2.9.3	不要把 shared_buffers 缓存区设置得过大	47
2.9.4	不要将 PostgreSQL 服务器的侦听端口设为一个已被其他程序占用的端口	47
第 3 章	psql 工具	49
3.1	环境变量	49
3.2	psql 的两种操作模式: 交互模式与非交互模式	50
3.3	定制 psql 操作环境	51
3.3.1	自定义 psql 界面提示符	52
3.3.2	语句执行时间统计	53
3.3.3	事务自动提交	53
3.3.4	命令别名	54
3.3.5	取出前面执行过的命令行	54
3.4	psql 使用技巧	55
3.4.1	执行 shell 命令	55
3.4.2	用 watch 命令重复执行语句	55

3.4.3	显示对象信息	55
3.5	使用 psql 实现数据的导入和导出	56
3.5.1	使用 psql 进行数据导入	56
3.5.2	使用 psql 进行数据导出	58
3.5.3	从外部程序复制数据以及将数据复制到外部程序	58
3.6	使用 psql 制作简单的报表	58
第 4 章	pgAdmin 的使用	61
4.1	pgAdmin 入门	61
4.1.1	功能概览	61
4.1.2	如何连接到 PostgreSQL 服务器	63
4.1.3	pgAdmin 界面导航	63
4.2	pgAdmin 功能特性介绍	64
4.2.1	在 pgAdmin 中调用 psql	65
4.2.2	在 pgAdmin 中编辑 postgresql.conf 和 pg_hba.conf 文件	65
4.2.3	创建数据库资产并设置权限	66
4.2.4	数据导入和导出	68
4.2.5	备份与恢复	69
4.3	pgScript 脚本机制	72
4.4	以图形化方式解释执行计划	75
4.5	使用 pgAgent 执行定时任务	75
4.5.1	安装 pgAgent	76
4.5.2	规划定时任务	76
4.5.3	一些有用的 pgAgent 相关查询语句	78
第 5 章	数据类型	80
5.1	数值类型	80
5.1.1	serial 类型	81
5.1.2	生成数组序列的函数	81
5.2	字符和字符串	82
5.2.1	字符串函数	83
5.2.2	将字符串拆分为数组、表或者子字符串	83
5.2.3	正则表达式和模式匹配	84
5.3	时间类型	85
5.3.1	时区详解	87
5.3.2	日期时间类型的运算符和函数	89
5.4	数组类型	91
5.4.1	数组构造函数	92
5.4.2	引用数组中的元素	93
5.4.3	数组的拆分与连接	93
5.4.4	将数组元素展开为记录行	93

5.5	区间类型	94
5.5.1	离散区间和连续区间	95
5.5.2	原生支持的区间类型	95
5.5.3	定义区间的方法	96
5.5.4	定义含区间类型字段的表	97
5.5.5	适用于区间类型的运算符	97
5.6	JSON 数据类型	98
5.6.1	插入 JSON 数据	98
5.6.2	查询 JSON 数据	99
5.6.3	输出 JSON 数据	101
5.6.4	JSON 类型的二进制版本: jsonb	101
5.7	XML 数据类型	103
5.7.1	插入 XML 数据	103
5.7.2	查询 XML 数据	104
5.8	自定义数据类型和复合数据类型	105
5.8.1	所有表都有一个对应的自定义数据类型	105
5.8.2	构建自定义数据类型	107
5.8.3	为自定义数据类型构建运算符和函数	107
第 6 章	表、约束和索引	109
6.1	表	109
6.1.1	基本的建表操作	109
6.1.2	继承表	110
6.1.3	无日志表	110
6.1.4	TYPE OF	111
6.2	约束机制	112
6.2.1	外键约束	112
6.2.2	唯一性约束	113
6.2.3	check 约束	113
6.2.4	排他性约束	113
6.3	索引	114
6.3.1	PostgreSQL 原生支持的索引类型	115
6.3.2	运算符类	116
6.3.3	函数索引	118
6.3.4	基于部分记录的索引	118
6.3.5	多列索引	119
第 7 章	PostgreSQL 的特色 SQL 语法	121
7.1	视图	121
7.1.1	单表视图	122
7.1.2	使用触发器来更新视图	123