

中国开源软件推进联盟PostgreSQL分会特聘专家撰写，国内多位开源数据库专家鼎力推荐。
基于PostgreSQL 10 编写，重点介绍SQL高级特性、并行查询、分区表、物理复制、逻辑复制、
备份恢复、高可用、性能优化、PostGIS等，涵盖大量实战用例。

PostgreSQL实战



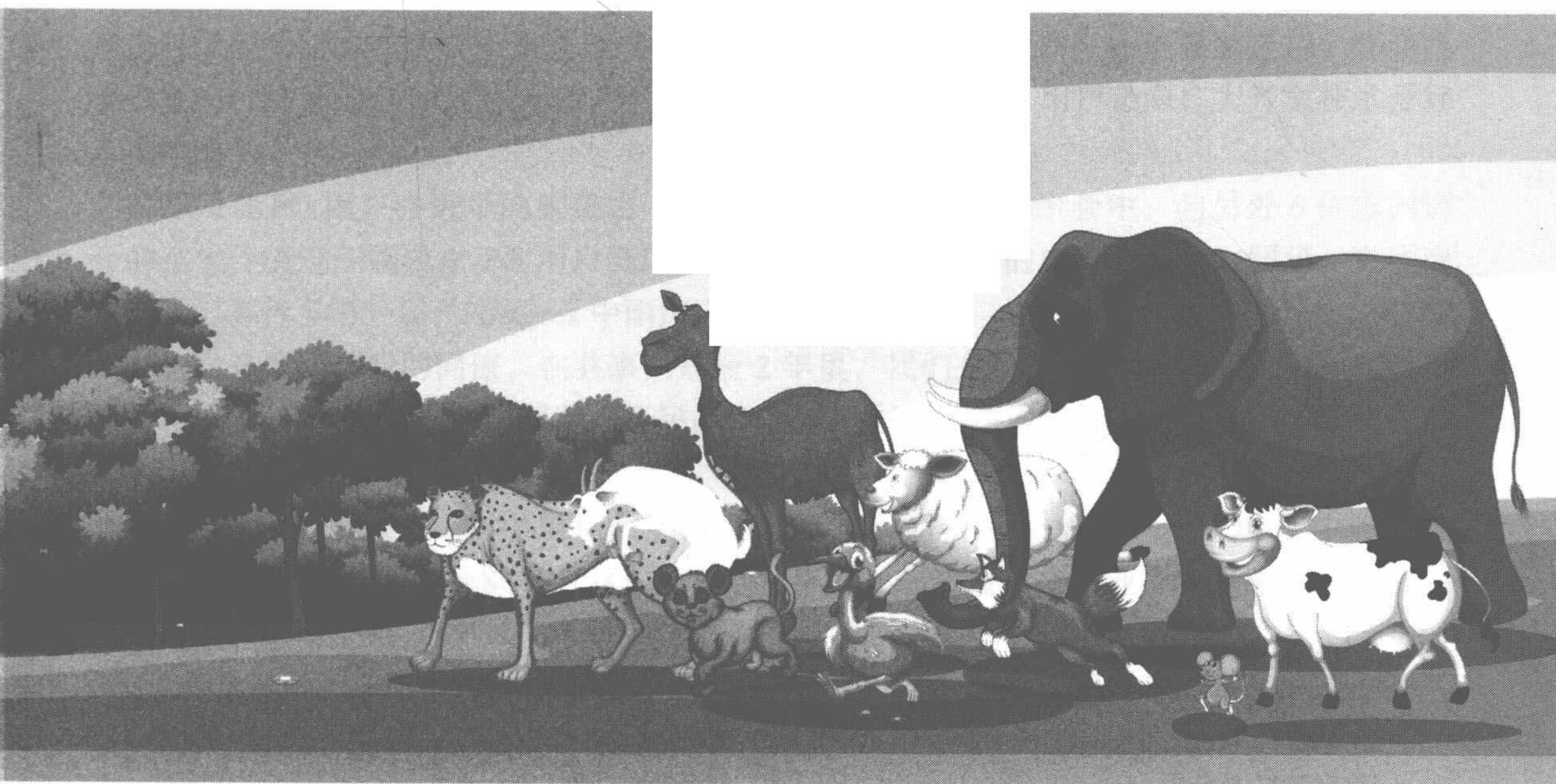
谭峰 张文升 编著



机械工业出版社
China Machine Press

数据库 技术丛书

PostgreSQL实战



谭峰 张文升 编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

PostgreSQL 实战 / 谭峰, 张文升编著. —北京: 机械工业出版社, 2018.6
(数据库技术丛书)

ISBN 978-7-111-60346-7

I. P… II. ① 谭… ② 张… 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 133645 号

PostgreSQL 实战

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: 陈佳媛

责任校对: 殷 虹

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2018 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm×240mm 1/16

印 张: 26

书 号: ISBN 978-7-111-60346-7

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

Preface 序 言

很高兴看到 Postgres 中国用户会（以下简称：PG 用户会）核心组成员谭峰和张文升的新书，书名《PostgreSQL 实战》可以说是对本书最好的解读。多少次，我也试着总结经验，列出目录想要将自己所学所悟整理成书，与读者进行分享，但最终还是没能坚持。感谢两位作者为中国 PostgreSQL 技术推广所作出的贡献，谨代表 PG 用户会向广大开源技术爱好者推荐此书。

谭峰是 PG 用户会最早的成员之一，2011 年我们在一次小聚会中，与另外 6 位志同道合的小伙伴决定一同成立 PG 用户会以促进中国 PostgreSQL 的应用及发展。同年，在暨南大学我们举行了第一届“Postgres 中国用户大会（大象会）”。

张文升曾经是我的同僚，在共事的短短 2 年里，我们东征西伐，带着对 PostgreSQL 的热爱与执着，将 PostgreSQL 部署到了民航、金融、制造、交通等行业，多少个不眠之夜依然历历在目。

自 2011 年 PostgreSQL 中国用户会成立以来，我们持续推动 PostgreSQL 在中国的应用，并促进与全球 PostgreSQL 社区的互动。7 年来我们邀请了众多业界大拿来到中国进行技术分享，他们包括：

社区核心 Leader: Bruce Momjian、Oleg Bartunov、Simon Riggs、Magnus Hagander

Postgres-XC Leader: 铃木幸一

Postgres-XL Leader: Mason Sharp

PGPool Leader: 石井达夫

PGStrom Leader: 海外浩平……

同时，就职于阿里、腾讯、瀚高、探探、平安科技等企业等多位中国 PostgreSQL 专家也积极参加到海外的社区大会并进行主题分享，已经开始形成全球交流态势。我们都有一个共同的名字：PGer，我们是一群随时愿意与你进行 PostgreSQL 经验分享的志愿者，我们爱大象，我们爱 PostgreSQL。

回到本书，本书基于最新的 PostgreSQL 10 进行编写，重点在于通过实际操作作为读者全方位解读 PostgreSQL 的强大能力。从安装配置、连接使用、数据管理、体系架构，到

NoSQL 操作、性能优化、集群部署、分布式、分片、地理信息，面面俱到。

如果你是一位 PostgreSQL 的初学者，建议你可以先参考其他入门类 PostgreSQL 书籍，夯实基础；在工作过程中，按企业及业务的需求，再参考本书各个章节来解决实际问题，本书中的实际操作演示将大大缩短参考官方文档进行摸索的时间。当然在两位作者的精心编排下，本书所规划的学习路线，也正适合有一定 PostgreSQL 基础的人自行学习及提高，为日后的数据库管理工作做好准备。

本书绝对是一本值得存放于身旁的 PostgreSQL 参考书，特别是性能分析、集群、分片、地理信息等高技术含量的章节，可以作为日常工作的有效参考。

最后，在此祝愿本书读者开卷有益，也期待看到更多 PostgreSQL 作品在中国面世，PostgreSQL 的发展离不开每一位 PGer 的贡献。

中国开源软件推进联盟 Postgres 分会 会长

Postgres 中国用户会 2015-2018 届 主席

萧少聪

2018 年 4 月 25 日

PostgreSQL 拥有近三十年的历史，是目前最先进的开源数据库，PostgreSQL 具备丰富的企业级特性，尽管在欧美、日本使用非常广泛，但在国内并没有得到广泛使用，产生这种情形的原因是多样的，其中与 PostgreSQL 中文资料匮乏有较大关系，目前市场上 PostgreSQL 中文书籍非常少。

笔者从 2010 年开始从事 PostgreSQL DBA 工作，在 PostgreSQL 数据库运维工程中积累了一些经验，因此想系统编写一本 PostgreSQL 书籍，一方面总结自己在 PostgreSQL 数据库运维方面的经验，另一方面希望对 PostgreSQL 从业者有所帮助，同时希望给 PostgreSQL 在国内的发展贡献一份力量；本书的另一位作者张文升拥有丰富的 PostgreSQL 运维经验，目前就职于探探科技任首席 PostgreSQL DBA，他的加入极大地丰富了此书的内容。

近几年 PostgreSQL 在国内得到较快的发展，平安科技、去哪儿网、探探科技、斯凯网络等公司都在逐步使用 PostgreSQL，目前阿里云、腾讯云、华为云等主流云服务提供商也提供了基于 PostgreSQL 数据库的云服务，相信 PostgreSQL 在国内将有更广阔的发展。

本书主要内容

本书系统介绍 PostgreSQL 的丰富特性，以及生产实践运维中的技巧，全书分为基础篇、核心篇、进阶篇。基础篇包括第 1~4 章，主要介绍 PostgreSQL 基础知识，例如安装与配置、客户端工具、数据类型、SQL 高级特性等，为读者阅读核心篇和进阶篇做好准备；核心篇包括第 5~9 章，主要介绍 PostgreSQL 核心内容，例如体系结构、并行查询、事务与并发控制、分区表等；进阶篇包括第 10~18 章，主要介绍 PostgreSQL 进阶内容，相比前两篇进阶篇的难度有一定程度增加，例如性能优化、物理复制、逻辑复制、备份与恢复、高可用、版本升级、扩展模块、Oracle 数据库迁移 PostgreSQL 实战、PostGIS 等。本书 18 章主要内容如下。

第1章：介绍 PostgreSQL 起源、安装、数据库实例创建、数据库配置、数据库的启动和停止等。

第2章：介绍 psql 命令行客户端工具的使用和特性，例如 psql 元命令、psql 导入导出数据、使用 psql 执行脚本、psql 的亮点功能等。

第3章：介绍 PostgreSQL 各种数据类型，包括字符类型、时间/日期类型、布尔类型、网络地址类型、数组类型、范围类型、json/jsonb 类型等；同时介绍了数据类型相关函数、操作符、数据类型转换。

第4章：主要介绍 PostgreSQL 支持的一些高级 SQL 特性，例如 WITH 查询、批量插入、RETURNING 返回 DML 修改的数据、UPSERT、数据抽样、聚合函数、窗口函数等。

第5章：简单介绍 PostgreSQL 的逻辑结构和物理结构，以及 PostgreSQL 的守护进程、服务进程和辅助进程。

第6章：介绍 PostgreSQL 并行查询相关配置与应用，以及多表关联中并行的使用。

第7章：介绍事务的基本概念、性质和事务隔离级别，以及 PostgreSQL 多版本并发控制的原理和机制。

第8章：介绍传统分区表和内置分区表的部署、分区维护和性能测试。

第9章：介绍 PostgreSQL 的 NoSQL 特性，以及 PostgreSQL 全文检索。

第10章：简单介绍了服务器硬件、操作系统配置对性能的影响，介绍了一些常用的 Linux 性能监控工具，并着重介绍了对性能影响较大的几个方面，以及性能优化方案。

第11章：着重介绍 PostgreSQL 内置的测试工具 pgbench，以及如何使用 pgbench 的内置脚本和自定义脚本进行基准测试。

第12章：主要介绍 PostgreSQL 物理复制和逻辑复制，并结合笔者在数据库维护过程中的实践经验分享了三个典型的流复制维护生产案例。

第13章：重点介绍 PostgreSQL 物理备份、增量备份，同时演示了数据库恢复的几种场景。

第14章：介绍两种高可用方案，一种是基于 Pgpool-II 和异步流复制的高可用方案，另一种是基于 Keepalived 和异步流复制的高可用方案。

第15章：介绍 PostgreSQL 版本命名规则、支撑策略、历史版本演进，介绍了小版本升级，最后重点介绍了大版本升级的三种方式。

第16章：主要介绍一些常见的外部扩展，例如 file_fdw、pg_stat_statements、auto_explain、postgres_fdw，并重点介绍 Citus 外部扩展。

第17章：从实际案例出发，分享了一个 Oracle 数据库迁移到 PostgreSQL 数据库的实际项目。

第18章：简单介绍 PostGIS 部署、几何对象的输入、输出、存储、运算，最后介绍了 PostGIS 的一个典型应用场景：圈人与地理围栏。

本书特点

本书不是 PostgreSQL 入门书籍，不会介绍 PostgreSQL 每个基础知识点，本书从 PostgreSQL 生产实践运维出发，对 PostgreSQL 重点内容进行详细讲解并给出演示示例，是一本 PostgreSQL 数据库运维实战书籍。

本书基于 PostgreSQL 10 编写，书中涵盖了大量 PostgreSQL 10 重量级新特性，例如内置分区表、逻辑复制、并行查询增强、同步复制优选提交等，通过阅读此书，读者能够学习到 PostgreSQL 10 重量级新特性。

本书共 18 章，如果你对 PostgreSQL 有一定的运维经验，完全可以不按章节顺序，而是选择比较关注的章节进行阅读。如果你完全没有 PostgreSQL 数据库基础，建议先通过其他资料大致掌握 PostgreSQL 基础知识，再来阅读本书，相信你在此书的阅读过程中能有收获。

读者对象

本书适合有一定 PostgreSQL 数据库基础的人员阅读，特别适合以下读者：

- ❑ PostgreSQL 初、中级 DBA：初、中级 PostgreSQL DBA 通过阅读此书能够提升 PostgreSQL 运维经验。
- ❑ 非 PostgreSQL DBA：有 Oracle、MySQL 或其他关系型数据库经验的 DBA，并且对 PostgreSQL 有一定程度的了解，通过阅读此书很容易上手 PostgreSQL。
- ❑ 开发人员：以 PostgreSQL 为后端数据库的开发者，通过阅读本书能够了解 PostgreSQL 的丰富特性，提升 PostgreSQL 数据库应用水平。
- ❑ 云数据库从业人员：私有云、公有云数据库从业人员通过阅读此书能够更深入了解 PostgreSQL 特性，并提升 PostgreSQL 数据库运维能力。

勘误和支持

由于作者水平有限，编写时间仓促，书中难免出现错误，欢迎广大读者批评指正，读者可将书中的错误或疑问发送到 francs.tan@postgres.cn，我将尽量及时给出回复，最后，衷心地希望此书能够给大家带来帮助。

致谢

首先要感谢本书另一作者张文升，他的加入极大地丰富了本书的内容，并提升了质量，我们在完成此书的全部内容后互相校对彼此编写的章节，校对过程中对有争议的内容反复

交流讨论。感谢本书的策划编辑吴怡老师，她在审稿过程中提出了很多宝贵的意见。

感谢萧少聪、周正中、李海翔、周彦伟、赵振平、唐成、彭煜玮先生推荐此书。

最后感谢我的妻子，计划编写此书时妻子刚怀孕不久，当我把编写此书的想法和她沟通时她毫不犹豫地支持我，写作过程中占用了较多的家庭时间，她的支持与鼓励使我能够长期沉下心来编写直至此书完稿。

谭峰 (francs)

2018 年 4 月于杭州

序言
前言

基础篇

第 1 章 安装与配置基础	2
1.1 初识 PostgreSQL	2
1.1.1 PostgreSQL 的特点	3
1.1.2 许可	3
1.1.3 邮件列表和讨论区	3
1.2 安装 PostgreSQL	3
1.2.1 通过 yum 源安装	4
1.2.2 通过源码编译安装	5
1.2.3 设置一个软链接	7
1.3 客户端程序和服务器程序	8
1.3.1 客户端程序	8
1.3.2 服务器程序	11
1.4 创建数据库实例	11
1.4.1 创建操作系统用户	11
1.4.2 创建数据目录	12
1.4.3 初始化数据目录	13
1.5 启动和停止数据库服务器	14

1.5.1 使用 service 方式	15
1.5.2 使用 pg_ctl 进行管理	15
1.5.3 其他启动和关闭数据库服务器的方式	16
1.5.4 配置开机启动	16
1.6 数据库配置基础	17
1.6.1 配置文件的位置	17
1.6.2 pg_hba.conf	17
1.6.3 postgresql.conf	19
1.6.4 允许远程访问数据库	20
1.7 本章小结	22

第 2 章 客户端工具	23
2.1 pgAdmin 4 简介	23
2.1.1 pgAdmin 4 安装	23
2.1.2 pgAdmin 4 使用	23
2.2 psql 功能及应用	26
2.2.1 使用 psql 连接数据库	26
2.2.2 psql 元命令介绍	28
2.2.3 psql 导入、导出表数据	31
2.2.4 psql 的语法和选项介绍	34
2.2.5 psql 执行 sql 脚本	36

2.2.6	psql 如何传递变量到 SQL	37	3.7.3	范围类型操作符	62
2.2.7	使用 psql 定制日常维护脚本	38	3.7.4	范围类型函数	62
2.2.8	psql 亮点功能	39	3.7.5	给范围类型创建索引	63
2.3	本章小结	43	3.8	json/jsonb 类型	63
第 3 章 数据类型	44		3.8.1	json 类型简介	63
3.1	数字类型	44	3.8.2	查询 json 数据	64
3.1.1	数字类型列表	44	3.8.3	jsonb 与 json 差异	64
3.1.2	数字类型操作符和数学函数	46	3.8.4	jsonb 与 json 操作符	65
3.2	字符类型	47	3.8.5	jsonb 与 json 函数	66
3.2.1	字符类型列表	47	3.8.6	jsonb 键 / 值的追加、删除、更新	66
3.2.2	字符类型函数	48	3.9	数据类型转换	68
3.3	时间 / 日期类型	49	3.9.1	通过格式化函数进行转换	68
3.3.1	时间 / 日期类型列表	49	3.9.2	通过 CAST 函数进行转换	68
3.3.2	时间 / 日期类型操作符	50	3.9.3	通过 :: 操作符进行转换	69
3.3.3	时间 / 日期类型常用函数	51	3.10	本章小结	70
3.4	布尔类型	52	第 4 章 SQL 高级特性	71	
3.5	网络地址类型	53	4.1	WITH 查询	71
3.5.1	网络地址类型列表	54	4.1.1	复杂查询使用 CTE	71
3.5.2	网络地址操作符	55	4.1.2	递归查询使用 CTE	72
3.5.3	网络地址函数	56	4.2	批量插入	74
3.6	数组类型	56	4.2.1	方式一: INSERT INTO... SELECT...	74
3.6.1	数组类型定义	56	4.2.2	方式二: INSERT INTO VALUES (),(),...()	75
3.6.2	数组类型值输入	56	4.2.3	方式三: COPY 或 \COPY 元 命令	75
3.6.3	查询数组元素	57	4.3	RETURNING 返回修改的数据	76
3.6.4	数组元素的追加、删除、更新	58	4.3.1	RETURNING 返回插入的数据	76
3.6.5	数组操作符	58	4.3.2	RETURNING 返回更新后数据	77
3.6.6	数组函数	59			
3.7	范围类型	60			
3.7.1	范围类型列表	60			
3.7.2	范围类型边界	61			

4.3.3	RETURNING 返回删除的数据	77
4.4	UPSERT	78
4.4.1	UPSERT 场景演示	78
4.4.2	UPSERT 语法	79
4.5	数据抽样	80
4.5.1	SYSTEM 抽样方式	81
4.5.2	BERNOULLI 抽样方式	82
4.6	聚合函数	84
4.6.1	string_agg 函数	84
4.6.2	array_agg 函数	85
4.7	窗口函数	86
4.7.1	窗口函数语法	86
4.7.2	avg() OVER()	87
4.7.3	row_number()	88
4.7.4	rank()	89
4.7.5	dense_rank()	89
4.7.6	lag()	90
4.7.7	first_value()	91
4.7.8	last_value()	91
4.7.9	nth_value()	92
4.7.10	窗口函数别名的使用	92
4.8	本章小结	93

核 心 篇

第 5 章	体系结构	96
5.1	逻辑和物理存储结构	96
5.1.1	逻辑存储结构	96
5.1.2	物理存储结构	97
5.2	进程结构	105
5.2.1	守护进程与服务进程	105

5.2.2	辅助进程	105
5.3	内存结构	106
5.3.1	本地内存	106
5.3.2	共享内存	107
5.4	本章小结	107

第 6 章 并行查询 109

6.1	并行查询相关配置参数	109
6.2	并行扫描	111
6.2.1	并行顺序扫描	111
6.2.2	并行索引扫描	112
6.2.3	并行 index-only 扫描	114
6.2.4	并行 bitmap heap 扫描	115
6.3	并行聚合	117
6.4	多表关联	119
6.4.1	Nested loop 多表关联	120
6.4.2	Merge join 多表关联	121
6.4.3	Hash join 多表关联	122
6.5	本章小结	124

第 7 章 事务与并发控制 125

7.1	事务和并发控制的概念	125
7.1.1	事务的基本概念和性质	125
7.1.2	并发引发的现象	126
7.1.3	ANSI SQL 标准的事务隔离级别	129
7.2	PostgreSQL 的事务隔离级别	130
7.2.1	查看和设置数据库的事务隔离级别	131
7.2.2	修改全局的事务隔离级别	132
7.2.3	查看当前会话的事务隔离级别	132
7.2.4	设置当前会话的事务隔离级别	132

7.2.5 设置当前事务的事务隔离级别	133
7.3 PostgreSQL 的并发控制	133
7.3.1 基于锁的并发控制	134
7.3.2 基于多版本的并发控制	134
7.3.3 通过 pageinspect 观察 MVCC	137
7.3.4 使用 pg_repack 解决表膨胀问题	140
7.3.5 支持事务的 DDL	140
7.4 本章小结	141
第 8 章 分区表	142
8.1 分区表的意义	142
8.2 传统分区表	143
8.2.1 继承表	143
8.2.2 创建分区表	145
8.2.3 使用分区表	146
8.2.4 查询父表还是子表	147
8.2.5 constraint_exclusion 参数	148
8.2.6 添加分区	150
8.2.7 删除分区	150
8.2.8 分区表相关查询	151
8.2.9 性能测试	152
8.2.10 传统分区表注意事项	155
8.3 内置分区表	155
8.3.1 创建分区表	155
8.3.2 使用分区表	157
8.3.3 内置分区表原理探索	157
8.3.4 添加分区	158
8.3.5 删除分区	158
8.3.6 性能测试	159
8.3.7 constraint_exclusion 参数	161

8.3.8 更新分区数据	162
8.3.9 内置分区表注意事项	162
8.4 本章小结	163

第 9 章 PostgreSQL 的 NoSQL 特性

9.1 为 jsonb 类型创建索引	164
9.2 json、jsonb 读写性能测试	165
9.2.1 创建 json、jsonb 测试表	165
9.2.2 json、jsonb 表写性能测试	166
9.2.3 json、jsonb 表读性能测试	166
9.3 全文检索对 json 和 jsonb 数据类型的支持	169
9.3.1 PostgreSQL 全文检索简介	170
9.3.2 json、jsonb 全文检索实践	173
9.4 本章小结	176

进 阶 篇

第 10 章 性能优化

10.1 服务器硬件	180
10.2 操作系统优化	181
10.2.1 常用 Linux 性能工具	181
10.2.2 Linux 系统的 I/O 调度算法	189
10.2.3 预读参数调整	190
10.2.4 内存的优化	190
10.3 数据库调优	193
10.3.1 全局参数调整	193
10.3.2 统计信息和查询计划	194
10.3.3 索引管理与维护	201
10.4 本章小结	203

第 11 章 基准测试与 pgbench.....204

11.1 关于基准测试.....204

11.1.1 基准测试的常见使用场景.....205

11.1.2 基准测试衡量指标.....205

11.1.3 基准测试的原则.....205

11.2 使用 pgbench 进行测试.....206

11.2.1 pgbench 的测试结果报告.....206

11.2.2 通过内置脚本进行测试.....207

11.2.3 使用自定义脚本进行测试.....210

11.2.4 其他选项.....212

11.3 本章小结.....214

第 12 章 物理复制和逻辑复制.....215

12.1 异步流复制.....216

12.1.1 以拷贝数据文件方式部署流复制.....216

12.1.2 以 pg_basebackup 方式部署流复制.....222

12.1.3 查看流复制同步方式.....223

12.2 同步流复制.....224

12.2.1 synchronous_commit 参数详解.....224

12.2.2 配置同步流复制.....225

12.2.3 同步流复制的典型“陷阱”.....226

12.3 单实例、异步流复制、同步流复制性能测试.....227

12.3.1 读性能测试.....228

12.3.2 写性能测试.....230

12.4 流复制监控.....231

12.4.1 pg_stat_replication.....231

12.4.2 监控主备延迟.....233

12.4.3 pg_stat_wal_receiver.....234

12.4.4 相关系统函数.....235

12.5 流复制主备切换.....236

12.5.1 判断主备角色的五种方法.....236

12.5.2 主备切换之文件触发方式.....238

12.5.3 主备切换之 pg_ctl promote 方式.....240

12.5.4 pg_rewind.....241

12.6 延迟备库.....244

12.6.1 延迟备库的意义.....244

12.6.2 延迟备库部署.....244

12.6.3 recovery_min_apply_delay 参数对同步复制的影响.....246

12.7 同步复制优选提交.....247

12.7.1 synchronous_standby_names 参数详解.....248

12.7.2 基于优先级的同步备库.....249

12.7.3 基于 Quorum 的同步备库.....250

12.8 级联复制.....251

12.8.1 级联复制物理架构.....252

12.8.2 级联复制部署.....253

12.9 流复制维护生产案例.....255

12.9.1 案例一：主库上创建表空间时备库宕机.....255

12.9.2 案例二：备库查询被中止.....257

12.9.3 案例三：主库上的 WAL 被覆盖导致备库不可用.....259

12.10 逻辑复制.....265

12.10.1 逻辑解析.....265

12.10.2 逻辑复制架构.....267

12.10.3 逻辑复制部署.....268

12.10.4	逻辑复制 DML 数据验证	273	14.1.5	pgpool 方案常见错误处理	318
12.10.5	逻辑复制添加表、删除表	274	14.2	基于 Keepalived+ 异步流复制实现高可用	321
12.10.6	逻辑复制启动、停止	276	14.2.1	Keepalived+ 异步流复制部署架构图	321
12.10.7	逻辑复制配置注意事项和限制	277	14.2.2	Keepalived+ 异步流复制高可用方案部署	322
12.10.8	逻辑复制延迟测试	278	14.2.3	Keepalived 配置	324
12.11	本章小结	280	14.2.4	Keepalived 方案高可用测试	329
第 13 章	备份与恢复	281	14.3	本章小结	333
13.1	备份与恢复概述	281	第 15 章	版本升级	334
13.2	增量备份	283	15.1	版本介绍	334
13.2.1	开启 WAL 归档	284	15.2	小版本升级	335
13.2.2	创建基础备份	285	15.3	大版本升级	336
13.3	指定时间和还原点的恢复	288	15.3.1	通过 pg_dumpall 进行大版本升级	336
13.3.1	恢复到最近时间点	289	15.3.2	通过 pg_upgrade 进行大版本升级	339
13.3.2	恢复到指定时间点	291	15.3.3	使用 pglogical 升级大版本	346
13.3.3	恢复到指定还原点	292	15.4	本章小结	350
13.3.4	恢复到指定事务	294	第 16 章	扩展模块	351
13.3.5	恢复到指定时间线	296	16.1	CREATE EXTENSION	351
13.4	SQL 转储和文件系统级别的备份	298	16.2	pg_stat_statements	353
13.4.1	SQL 转储	298	16.3	auto_explain	356
13.4.2	文件系统级别的备份	301	16.4	pg_prewarm	357
13.5	本章小结	301	16.5	file_fdw	359
第 14 章	高可用	302	16.5.1	SQL/MED 简介	359
14.1	Pgpool-II+ 异步流复制实现高可用	303	16.5.2	file_fdw 部署	360
14.1.1	pgpool 部署架构图	304	16.5.3	使用 file_fdw 分析数据库日志	362
14.1.2	pgpool 部署	305			
14.1.3	PCP 管理接口配置	312			
14.1.4	pgpool 方案高可用测试	313			

16.6	postgres_fdw	364
16.6.1	postgres_fdw 部署	364
16.6.2	postgres_fdw 外部表支持写 操作	366
16.6.3	postgres_fdw 支持聚合函数 下推	367
16.7	Citus	369
16.7.1	Citus 特性	370
16.7.2	Citus 安装	370
16.7.3	Citus 管理	372
16.7.4	创建分布表	373
16.7.5	Citus 参数配置	373
16.7.6	Citus 常用功能	374
16.8	本章小结	377

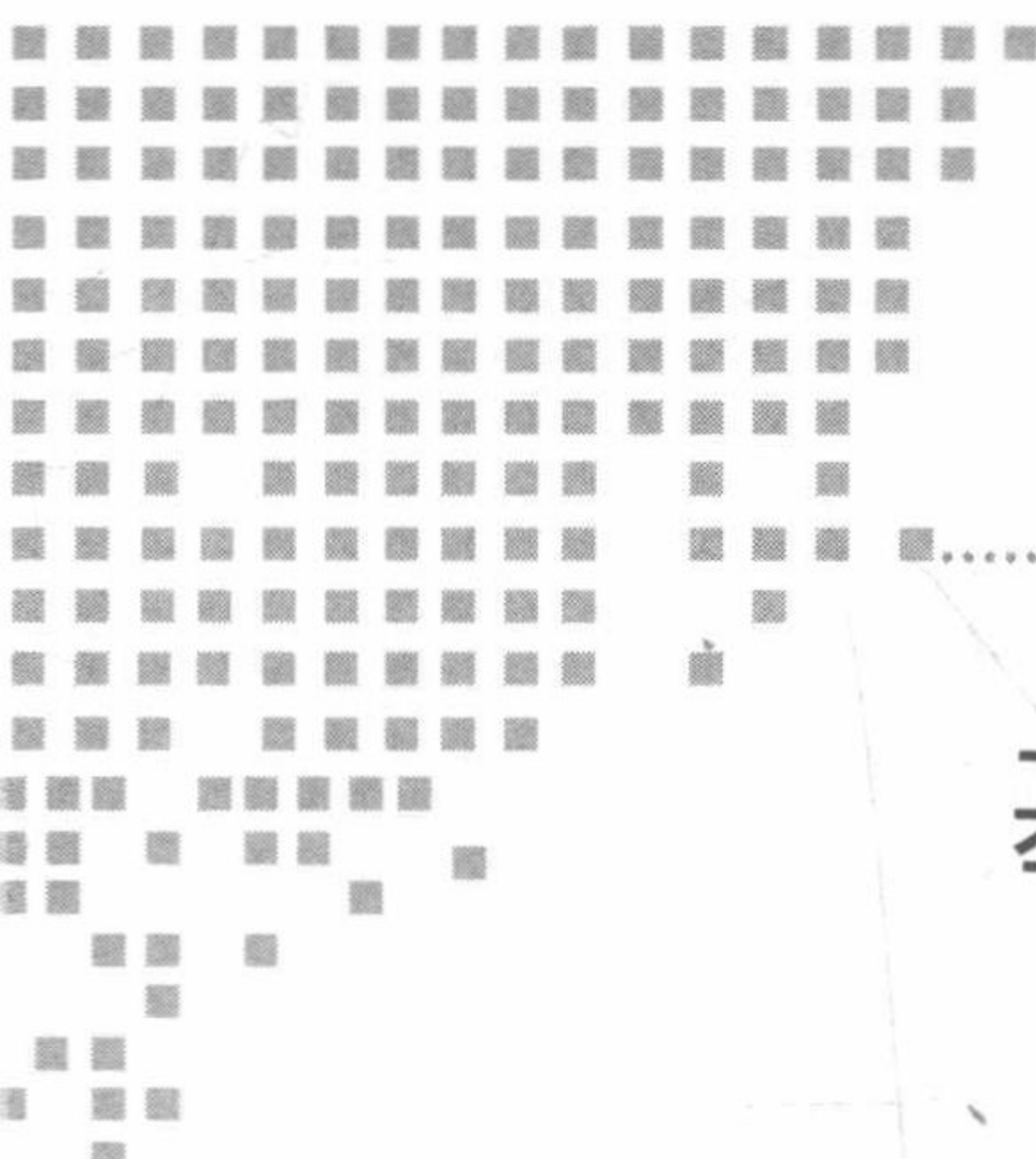
第 17 章 Oracle 数据库迁移 PostgreSQL 实践

17.1	项目准备	378
17.2	数据库对象迁移	379
17.3	应用代码改造	380

17.4	数据迁移测试	384
17.5	功能测试和性能测试	388
17.6	生产割接	389
17.7	oracle_fdw 部署过程中的常见 错误	389
17.8	本章小结	391

第 18 章 PostGIS

18.1	安装与配置	392
18.2	创建 GIS 数据库	393
18.3	几何对象	393
18.3.1	几何对象的输入	394
18.3.2	几何对象的存储	394
18.3.3	几何对象的输出	395
18.3.4	几何对象的运算	395
18.4	应用场景：圈人与地理围栏	397
18.4.1	空间索引	398
18.4.2	地理围栏	399
18.5	本章小结	399



基础篇

- 第 1 章 安装与配置基础
- 第 2 章 客户端工具
- 第 3 章 数据类型
- 第 4 章 SQL 高级特性