

Microsoft

Microsoft SQL Server 2012
High-Performance T-SQL
Using Window Functions

T-SQL性能调优秘笈

——基于SQL Server 2012窗口函数

[美] Itzik Ben-Gan 著
林德玲 方鑫 译



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

T-SQL性能调优秘笈

——基于SQL Server 2012窗口函数

[美] Itzik Ben-Gan 著
林德玲 方鑫 译



人民邮电出版社
北京

TP311.13850
564

图书在版编目(CIP)数据

T-SQL性能调优秘笈：基于SQL Server 2012窗口函数 / (美)本-甘著；林德玲，方鑫译. — 北京：人民邮电出版社，2014.8

ISBN 978-7-115-35501-0

I. ①T… II. ①本… ②林… ③方… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第122358号

版 权 声 明

Itzik Ben-Gan, Microsoft SQL Server 2012 High-Performance T-SQL Using Window Functions (ISBN: 9780735658363)

Copyright 2014 by Posts & Telecom Press.

Original English language edition copyright ©2012 by Microsoft Corporation.

Published by arrangement with the original publisher, Microsoft Press, a division of Microsoft Corporation, Redmond, Washington, U.S.A. All rights reserved.

本书中文简体字版由美国微软出版社授权人民邮电出版社出版。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。

版权所有，侵权必究。



-
- ◆ 著 [美] Itzik Ben-Gan
 - 译 林德玲 方鑫
 - 责任编辑 傅道坤
 - 责任印制 彭志环 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>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：800×1000 1/16
印张：14.5
字数：270千字 2014年8月第1版
印数：1-2500册 2014年8月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字：01-2013-4954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

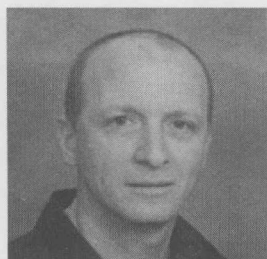
广告经营许可证：京崇工商广字第0021号

内容提要

在 Transact-SQL 中使用窗口函数，可以针对许多问题进行查询的优化，以获得简单完美的解决方案。本书基于 SQL Server 2012，讨论了 SQL 窗口、窗口函数、排序集合函数、窗口函数的优化以及利用窗口函数的 T-SQL 解决方案等内容。

通过阅读本书，你将学到如何使用灵活、清晰、高效的方法对一个集合中的多条记录进行计算。无论你是数据库管理员，还是数据库开发人员、数据分析人员等，本书都可以作为你的实践指导，帮助你掌握如何使用一系列 T-SQL 查询方案来解决常见的业务问题。

作者简介



Itzik Ben-Gan 是 SolidQ 公司的联合创始人，从 1999 年起，就成为 SQL Server 技术领域的微软 MVP (Most Valuable Person)。Itzik 曾在世界各地讲授过许多与 T-SQL 查询、查询调优和编程相关的培训课程，他还是多本 T-SQL 图书的作者，并先后为 *SQL Server Pro* 撰写了大量文章，以及为 MSDN 和 *SolidQ Journal* 撰写文章和白皮书。Itzik 还在微软 Tech-Ed、SQL PASS (SQL Server 专业协会) 以及 SQL Server Connections 等业界重要活动中，为不同的 SQL Server 用户群体发表演讲。Itzik 是 SolidQ 公司 T-SQL 相关技术的专家，他编写了 SolidQ T-SQL 高级课程和 T-SQL 基础课程，并定期在世界各地分发这些课程。

序

SQL 是一种非常有趣的编程语言。与不同用户的接触，让我经常感受到对 SQL 编程语言复杂度的两种不同看法。那些刚刚开始使用 SQL 的用户认为，SQL 是一种简单的编程语言，支持 4 种基本操作：SELECT、INSERT、UPDATE 和 DELETE。其中有些人止步于此，不会再继续深入。而其中的另一些人可能会掌握如何在查询中使用 WHERE 子句对数据进行筛选，并偶尔使用 JOIN 功能。而有些人精通 SQL，并了解其声明性、关系型和基于集合模型，他们会发现 SQL 编程语言具有丰富的功能，并且能在使用中不断发现其新的功能。

之前的 Microsoft SQL Server 2005 对 SQL 语言进行了一次重要的补充，即引入带有诸如 OVER 子句语法结构的窗口函数，及一组新的排名函数（ROW_NUMBER、RANK 等）。这些函数的补充，使得一些常见问题的解决更加简单、直观和高效。几年后，人们希望微软对 SQL 某些单一特性进行增强，最迫切的部分是窗口函数——人们希望微软提供一组新的函数，更重要的是，支持框架概念。对广大用户需求的反映是：微软决定在 SQL Server 2012 中继续对窗口函数的扩展进行投入。

今天，当跟用户谈论 SQL Server 中新的语言功能时，我总是建议他们在新的窗口函数上多花一些时间，真正理解它为 SQL 语言带来的新维度。我很高兴你能阅读这本书，利用珍贵的时间学习如何使用其丰富的功能。我相信，使用 SQL Server 2012 并结合本书，会帮助你成为更高效的 SQL Server 用户，并帮助你在解决那些简单或者复杂的问题时，较以往显著提高速度。

请尽情享受学习的快乐！

Tobias Ternström

微软 SQL Server 工程部，部门经理

前言

对我而言，窗口函数是标准 SQL 和 Microsoft SQL Server 的语言（T-SQL）所支持的最深奥的特性。它们使得我们可以针对一组数据行进行灵活、清晰而且高效的操作。窗口函数的设计极富创意，克服了传统替代方式的种种不足。窗口函数可以解决的问题非常之广，值得我们投入时间认真学习。SQL Server 2005 开始引入窗口函数，SQL Server 2012 对已有函数进行了增强，并增加了一些新的函数。本书既覆盖由 SQL Server 支持的窗口函数，也包括由标准 SQL 支持但尚未在 SQL Server 中实现的一些元素。

本书读者对象

本书针对 SQL Server 开发人员与数据库管理员（DBA），他们需要使用 T-SQL 编写查询和开发代码。本书要求读者已经具备了至少半年至一年的查询编写和优化经验。

本书结构

本书包括窗口函数的逻辑含义、优化和实际使用案例。逻辑部分包括在前 3 章内容中。第 1 章解释 SQL 窗口的概念；第 2 章提供每个窗口函数的详细说明；第 3 章则介绍排序集合函数；第 4 章涵盖 SQL Server 2012 对窗口函数的优化设计；最后，第 5 章举例说明窗口函数的实际用途。

第 1 章解释 SQL 窗口的概念。它描述窗口函数的设计、窗口函数的种类，以及窗口描述中涉及的元素，如分区、排序、框架等。

第 2 章具体介绍各种窗口函数及其特性。其中包括窗口聚合函数、窗口排名函数、窗口偏移函数和窗口分布函数。

第 3 章介绍标准 SQL 对排序集合函数的支持，包括假设集合函数、逆分布函数等。该章也介绍如何在 SQL Server 中模拟相同的功能。

第 4 章详细介绍 SQL Server 2012 对窗口函数的优化。其中提供性能优化的索引指南，解释系统的并行处理以及如何提高并行处理的速度，同时讨论新的 Window Spool 迭代器及其他内容。

第 5 章介绍窗口函数解决业务问题的实际解决方案。

系统要求

窗口函数是 Microsoft SQL Server 2012 数据引擎的部分核心功能，因此，所有版本的产品都支持这些功能。为了运行本书中的示例代码，我们需要能访问 SQL Server 2012 数据库引擎中的实例（任何版本均可），并且需要安装样本数据库。如果我们无法访问现有的数据库实例，Microsoft 提供了试用版本，我们可以在网站 <http://www.microsoft.com/sql> 中找到详细介绍。对于软件和硬件的要求，可以参考网站 [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143506\(v=sql.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143506(v=sql.110).aspx) 上的 SQL Server Books Online。

示例代码

本书有一个配套网站，其中提供书中使用的所有代码、示例数据、勘误表、额外的资源等，网址如下：

<http://www.insidetsql.com>

进入网址，找到 Books 部分，选择对书中内容有疑问的主要页。书页中有下载源代码压缩文件的链接，其中包括一个名叫 TSQL2012.sql 的文件，可以创建书中的 TSQL2012 样本数据库并填充数据。

致谢

我要感谢那些直接或间接地对本书的出版做出了贡献的人。

感谢 Lilach，她认为我所做的一切都是合理的，她包容我，并帮助我对本书进行审校。

感谢我的父母，Mila 和 Gabi，我的兄弟和姐妹 Mickey 与 Ina，他们始终支持我，并接受我不在身边陪伴的事实。

感谢微软 SQL Server 开发团队的成员：Tobias Ternström、Lubor Kollar、Umachandar Jayachandran、Marc Friedman、Milan Stojic 及其他伙伴，我知道，在 SQL Server 中增加对窗口函数的支持，要付出很多的努力。感谢他们的大力支持，感谢他们花了很多时间与我交谈，回复我的邮件，回答我的问题，并澄清我的一些困惑。

感谢 O'Reilly 和 MSPress 的编辑团队。Ken Jones，你在本书的编辑上花的时间最多，很高兴能和你一起共事。同时我也要感谢 Ben Ryan、Kristen Borg、Curtis Philips 和 Roger LeBlanc。

感谢 Adam Machanic，你同意担任本书的技术编辑。没有多少人像你一样精通 SQL

Server 的开发，你是作为本书技术编辑的最佳人选。

感谢“Q2”、“Q3”、和“Q4”，能与像你们这样精通 SQL Server 的人交换意见真是太好了，你们也是照亮我生活道路的好朋友。我觉得能与你们无拘无束地分享一切，不必担心任何障碍或不良后果。感谢你们早期对本书的审校。

感谢 SolidQ，我过去 10 年所任职的公司。该公司发展到今天已经成为一个强大的公司，作为一分子，我心满意足。公司的成员对我而言，远远超出同事的概念；他们是我的伙伴、朋友和家人。感谢 Fernando G. Guerrero、Douglas McDowell、Herbert Albert、Dejan Sarka、Gianluca Hotz、Jeanne Reeves、Glenn McCoin、Fritz Lechnitz、Eric Van Soldt、Joelle Budd、Jan Taylor、Marilyn Templeton、Berry Walker、Alberto Martin、Lorena Jimenez、Ron Talmage、Andy Kelly、Rushabh Mehta、Eladio Rincón、Erik Veerman、Johan Richard Waymire、Carl Rabeler、Chris Randall、Åhlén、Raoul Illyés、Peter Larsson、Peter Myers、Paul Turley 及许多其他同事。

感谢 SQL Server Pro 的编辑团队：Megan Keller、Lavon Peters、Michele Crockett、Mike Otey 和其他成员。我为杂志写稿已经超过 10 个年头了，感谢你们给我机会与杂志的读者分享我的知识。

感谢 SQL Server MVP——Alejandro Mesa、Erland Sommarskog、Aaron Bertrand、Paul White 和其他人；感谢首席 MVP——Simon Tien。这是一个伟大的项目，作为其中一员，我感激并骄傲。这个小组的专业水平令人赞叹，当我们聚在一起时，无论是分享技术，还是把酒言欢，我都异常兴奋。我相信，微软在 SQL Server 2012 中对窗口函数提供更全面支持的决定中，有 SQL Server MVP 的努力，或更广泛地说，有 SQL Server 社区的努力。看到这种协同合作能产生这样重要和意义深远的结果，真令人高兴。

最后，感谢我的学生：教授 SQL 是我前进的动力，是我的热情所在。感谢你们让我得以实现我的愿望，也感谢你们的那些疑问，促使我探寻更多的知识。

勘误和支持

我们已尽了最大努力来保证本书及其配套内容的正确性，自本书出版以来收到的错误报告都列在 O'Reilly.com 的 Microsoft Press 网址内：

<http://go.microsoft.com/fwlink/?Linkid=246707>

如果你发现了尚未列出的错误，请通过以上网址进行反馈。

如果你需要更多的支持，请发邮件给 Microsoft Press Book Support，邮箱是 mspinput@microsoft.com。

请注意，上述地址并不对 Microsoft 软件产品提供支持。

希望得到你的反馈

对于 Microsoft Press，你的满意是我们的首要追求，你的反馈对我们弥足珍贵，请通过以下网址告诉我们你对本书的意见：

<http://www.microsoft.com/learning/booksurvey>

问卷很短，对您的每条意见，我们都会仔细阅读，感谢您的宝贵意见！

如果您对本书的意见、问题或想法在网址中找不到答案，请发邮件给我：

itzik@SolidQ.com

保持联系

希望你保持联系！我们的 Twitter 网址是 <http://twitter.com/MicrosoftPress>。

目 录

第 1 章 SQL 窗口函数.....	1
1.1 窗口函数的背景.....	2
1.1.1 窗口函数的描述.....	2
1.1.2 基于集合与基于迭代 / 游标的编程.....	6
1.1.3 窗口函数替代方案的不足之处.....	11
1.2 使用窗口函数的解决方案简介.....	16
1.3 窗口函数中的元素.....	20
1.3.1 分区.....	21
1.3.2 排序.....	22
1.3.3 框架.....	23
1.4 支持窗口函数的查询元素.....	24
1.4.1 查询逻辑处理.....	24
1.4.2 支持窗口函数的子句.....	26
1.4.3 避开限制.....	29
1.5 潜在的额外筛选器.....	31
1.6 窗口定义的重复使用.....	32
1.7 小结.....	33
第 2 章 窗口函数详述.....	34
2.1 窗口聚合函数.....	34
2.1.1 窗口聚合函数描述.....	34
2.1.2 支持的窗口元素.....	35
2.1.3 对进一步筛选的一些想法.....	51
2.1.4 DISTINCT 聚合.....	53
2.1.5 嵌套聚合.....	55
2.2 排名函数.....	60
2.2.1 支持的窗口元素.....	60
2.2.2 ROW_NUMBER.....	60
2.2.3 NTILE.....	65
2.2.4 RANK 和 DENSE_RANK.....	69
2.3 分布函数.....	71
2.3.1 支持的窗口元素.....	71

2.3.2	排名分布函数	71
2.3.3	逆分布函数	74
2.4	偏移函数	77
2.4.1	支持的窗口元素	77
2.4.2	LAG 和 LEAD	78
2.4.3	FIRST_VALUE、LAST_VALUE 和 NTH_VALUE	80
2.5	小结	83
第 3 章	排序集合函数	84
3.1	假设集合函数	85
3.1.1	RANK	85
3.1.2	DENSE_RANK	87
3.1.3	PERCENT_RANK	88
3.1.4	CUME_DIST	89
3.1.5	通用的解决方法	90
3.2	逆分布函数	93
3.3	偏移函数	97
3.4	字符串连接	102
3.5	小结	103
第 4 章	窗口函数的优化	104
4.1	样本数据	104
4.2	索引指南	106
4.2.1	POC 索引	107
4.2.2	反向扫描	108
4.2.3	列存储索引	111
4.3	排名函数	112
4.3.1	ROW_NUMBER	112
4.3.2	NTILE	114
4.3.3	RANK 和 DENSE_RANK	115
4.4	利用 APPLY 提高并行度	116
4.5	聚合和偏移函数	119
4.5.1	没有排序和框架	119
4.5.2	有排序和框架	122
4.6	分布函数	133
4.6.1	排名分布函数	133
4.6.2	逆分布函数	134

4.7	小结	137
第 5 章	利用窗口函数的 T-SQL 解决方案.....	138
5.1	虚拟数字辅助表	138
5.2	日期和时间值序列	142
5.3	序列键	143
5.3.1	更新列的值为唯一值	143
5.3.2	数字序列的应用	145
5.4	分页	148
5.5	删除重复	151
5.6	数据透视	154
5.7	每组前 N 行	157
5.8	模式	160
5.9	统计总和	164
5.9.1	利用窗口函数的基于集合的解决方案	167
5.9.2	利用子查询或联接且基于集合的解决方案	168
5.9.3	基于游标的解决方案	169
5.9.4	基于 CLR 的解决方案	171
5.9.5	嵌套迭代	173
5.9.6	带变量的多行 UPDATE	174
5.9.7	性能基准	176
5.10	最大并发间隔	178
5.10.1	传统的基于集合的解决方案	180
5.10.2	基于游标的解决方案	182
5.10.3	基于窗口函数的解决方案	185
5.10.4	性能基准	187
5.11	包装间隔	188
5.11.1	传统的基于集合的解决方案	191
5.11.2	基于窗口函数的解决方案	192
5.12	数据差距和数据岛	201
5.12.1	数据差距	202
5.12.2	数据岛	204
5.12.3	中位数	210
5.13	条件聚合	213
5.14	层次结构排序	215
5.15	小结	219

SQL 窗口函数

窗口函数是这样一种函数：它们的作用域是由 OVER 子句定义的数据行集合。窗口函数主要用于分析目的，可以用它们进行汇总计算、移动平均值计算、找出数据之间的差距与发现数据岛，以及进行许多其他计算。这些函数都基于标准 SQL（也是 ISO 和 ANSI 标准）中的奇思妙想——窗口的概念。其概念的精髓在于可以通过对数据行集合或对数据行窗口进行多种计算，最后得到单个值。窗口函数可以让我们以更轻松、直观和高效的方式，来解决以前给我们带来很大困扰的数据行集合计算和分析的问题。

在 Microsoft SQL Server 支持窗口函数的进化过程中，有两个重要的里程碑：SQL Server 2005 引入了对部分标准功能的支持，SQL Server 2012 则增加了更多。虽然仍有一些标准功能不被 SQL Server 2012 所支持，但 SQL Server 2012 所进行的增强，已经相当广泛和全面了。本书将涵盖 SQL Server 已经支持和尚未支持的那些标准功能，当某个功能第一次在本书中提及时，我会指出，SQL Server 是否支持它，如果支持，从哪个版本开始支持。

自从 SQL Server 2005 开始支持窗口函数以来，我就越来越多地利用这些函数对解决方案进行优化，用这些窗口函数来取代那些依赖更古老的、传统的语言结构的解决方案，结果是：更加简单和高效。效果是如此之明显，所以我现在的大部分查询解决方案，都用窗口函数来完成。同样，标准 SQL 和关系数据库管理系统（RDBMS）的总趋势是提供更多的分析型解决方案，窗口函数的使用是这个趋势的重要部分。我认为，窗口函数是 SQL 查询的未来方向，因此值得我们花时间好好学习。

本书对窗口函数提供全面的介绍，包括它们的优化和实现窗口函数的查询解决方案。本节从概念讲解开始，介绍窗口函数的背景、简单的使用示例、窗口说明涉及的元素、支持窗口函数的查询语句组成元素，以及窗口定义复用的标准解决方案的说明。

1.1 窗口函数的背景

在开始学习具体的窗口函数之前，先了解其背景和内涵，会对后续的学习有所帮助。本节先谈谈窗口函数的背景，解释基于集合方式和基于游标/迭代方式进行查询的不同，以及窗口函数如何对二者的差异进行弥补。最后，本节也提到了窗口函数的替代方法，以及为什么窗口函数会优于其替代方法。注意，尽管窗口函数能非常高效地解决很多问题，但在某些案例中，替代方法会好于窗口函数。第4章会具体谈论对窗口函数的优化，解释在什么情况下，计算可以得到优化，而在什么情况下，不能得到优化。

1.1.1 窗口函数的描述

窗口函数作用于一个数据行集合。窗口是标准 SQL 术语，用来描述 SQL 语句内用 OVER 子句划定的内容，这个内容就是窗口函数的作用域。以下面的查询为例：

参见文档 对示例数据库 TSQL2012 及相关内容的介绍请参见本书的前言。

```
USE TSQL2012;

SELECT orderid, orderdate, val,
       RANK() OVER(ORDER BY val DESC) AS rnk
FROM Sales.OrderValues
ORDER BY rnk;
```

下面是该查询的删减版输出：

orderid	orderdate	val	rnk
10865	2008-02-02 00:00:00.000	16387.50	1
10981	2008-03-27 00:00:00.000	15810.00	2
11030	2008-04-17 00:00:00.000	12615.05	3
10889	2008-02-16 00:00:00.000	11380.00	4
10417	2007-01-16 00:00:00.000	11188.40	5
10817	2008-01-06 00:00:00.000	10952.85	6
10897	2008-02-19 00:00:00.000	10835.24	7
10479	2007-03-19 00:00:00.000	10495.60	8
10540	2007-05-19 00:00:00.000	10191.70	9
10691	2007-10-03 00:00:00.000	10164.80	10
...			

在 OVER 子句中，定义了窗口所覆盖的与当前行相关的数据行集、行的排序及其他相关元素。如果没有对窗口内的数据行进一步限定——如示例中的情形——则窗口内的数据行集就是查询的最终结果。



注意：更准确地说，根据窗口函数作为输入出现在查询逻辑处理阶段的位置，窗口可以是一个数据行集或一个关系。现在解释这些可能还不够清楚，所以，为了简单化，暂时就指查询的最终结果集，以后会提供更准确的说法。

为达到排名目的，排序是必需的。在本示例中，基于 val 字段降序排序。

本示例中用到的函数是 RANK。此函数对一组特定的数据行集，按照规定的排序，计算当前行的排名。当使用降序（如本例）时，某一数据行的排名是这样计算的：相关数据集中所有排序值大于当前行的记录数加 1。在本示例查询中找一条记录做说明，如排名第 5 的记录。其之所以排名第 5，因为基于指定的排序（根据 val 字段降序排序），在最终结果中有 4 条记录的 val 特性值比当前行的 val 特性值（11188.40）大，所以排名是 4 加 1 等于 5。

尤其需要注意的是，从概念上来说，OVER 子句定义了跟当前行相关的窗口，并贯穿查询结果集的所有记录。换句话说，对于每一行，OVER 子句都定义一个针对于它的独立窗口。这个概念含义重大，我们需要一些时间来适应。一旦我们掌握了，就离真正了解窗口化概念、其重要性及深度不远了。如果你暂时还体会不到它有多重要，也没关系，这里只是埋一个伏笔，将来还会反复提到。

标准 SQL 对窗口函数的第一次支持是在 SQL:1999 的扩展文档里，当时，它们称为“OLAP”函数。从那以后，每次标准版本的修订都会增强对窗口函数的支持，直到现在的 SQL:2003、SQL:2008 和 SQL:2011。最新的 SQL 标准版本，已经有了非常丰富和全面的窗口函数，显示出标准委员会对这一概念的坚定，以及从更多窗口函数和更多功能两个方面持续增强支持标准。



注意：我们可以从 ISO 或 ANSI 购买标准文档。例如，从下面的链接，可以购买到 ANSI 针对 SQL:2011 标准的基础文档，其中涵盖函数的语法构造。<http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=ISO%2fIEC+9075-2%3a2011>

标准 SQL 支持几种窗口函数类型：集合、排序、分布和偏移。记住，窗口是一个概念；所以在标准 SQL 将来的修订版本中，我们可能会看到新类型的窗口函数。

聚合窗口函数就是那些我们早已熟悉的聚合函数——如 SUM、COUNT、MIN、MAX 以及其他函数，我们已经在分组查询的上下文中很习惯地使用它们。一个聚合函数的作用域是一个记录集，这个记录集由一个分组查询或一个窗口描述来定义。SQL Server 2005 开始部分支持窗口聚合函数，SQL Server 2012 增加了更多的支持。

排名函数有 RANK、DENSE_RANK、ROW_NUMBER 和 NTILE。SQL 标准把前两个和后两个函数归于不同类别，稍后会解释为什么如此。为简单起见，这里把这 4 个函数归为一类，有些官方 SQL Server 文档也是如此。SQL Server 2005 引入了这 4 个排名函数，并提供了全面的功能支持。

分布函数有 PERCENT_RANK、CUME_DIST、PERCENTILE_CONT 和 PERCENTILE_DISC。这 4 个函数是从 SQL Server 2012 开始引入的。

偏移函数是 LAG、LEAD、FIRST_VALUE、LAST_VALUE 和 NTH_VALUE。SQL Server 2012 开始支持前 4 个函数，但尚未支持 NTH_VALUE 函数。

第 2 章提供了各个函数的含义、目的及其他详细说明。

任何一个新的想法、设备、工具出现时，即使它们功能更强，操作更简单，也会遇到阻碍。因为新鲜事物往往难被接受。所以如果窗口函数对你而言是新事物，你找到理由说服自己去学习、去使用，下面是我的经验之谈。

■ 窗口函数有助于完成很多查询工作，我已经一再强调了这一点。时至今日，我在自己编写的大部分查询解决方案中，都使用了窗口函数。在学习了本书的窗口函数概念和优化之后，最后一章（第 5 章）展示了窗口函数的一些应用案例，其目的是让你有一个概念，了解如何使用窗口函数来完成查询任务。

- 分页
- 去重（去除重复数据）
- 返回每组前 n 条记录
- 计算累积合计
- 对时间间隔进行操作（如包装间隔），统计最大的并发会话数
- 找出数据差距（gap）和数据岛（island）
- 计算百分比