



白皮书

Pivotal Greenplum 5: 新一代数据平台

开源、支持多种云的高级分析数据平台

作者：Keaton Adams、Dan Baskette、Cesar Rojas

Pivotal

目录

- 关于本白皮书3**
- 摘要3**
- Pivotal Greenplum 5：新一代数据平台3**
 - 以开源创新替代专有分析环境 4
 - 支持多种云不受限于基础架构的数据平台 4
 - 集成分析：改进后的全新分析接口 6
 - GPORCA：Pivotal 查询优化器更新7
 - Greenplum资源组和Workload Manager7
 - 架构化查询语言性能提升 8
 - 其他功能特性 9
- 总结9**

关于本白皮书

Pivotal 最近推出全球第一个开源、支持多云的高级分析数据平台——Pivotal Greenplum 5。本白皮书着眼介绍 Greenplum 5 的核心特征，及多年来围绕该平台发展出的生态系统。

摘要

Pivotal Greenplum 不受限于基础架构，这意味着它是一种可完全移植的分析数据库软件解决方案，可部署在多云环境（公有云和私有云）中，也适用不同的本地配置。其大规模并行处理 (MPP) SQL 的设计核心是一个称为 GPORCA 的新一代查询优化器。GPORCA 专为满足在多结构数据环境中进行高级分析的需求而设计，能够处理多种并发混合工作负载的复杂查询。与旧式 MPP 数据库中常用的传统 RDBMS 查询优化器相比，GPORCA 大幅度地提高了查询性能。

Pivotal Greenplum 5：新一代数据平台

作为重要的新版本，Pivotal Greenplum 5 带来了多项产品改进和新增功能，在管理数据和对数据库中存储的信息应用数据科学、分析、报告和数据洞察方法方面，这些功能对大多数客户都很有帮助。Greenplum 解决方案的架构设计目的是管理非常复杂的查询，以及为符合 ANSI 标准的 SQL 提供强有力的分析改进。通过自动对数据进行分区和并行运行查询，它让服务器群集能够以单一数据超级计算机的方式运行，且性能比传统数据库或其他同类平台高出数十甚至数百倍。其多种分析扩展功能支持 ANSI SQL，并通过封装扩展提供多种内置语言和附加功能。Greenplum 能够管理各种规模的数据卷，数据量从数 GB 到数 PB 不等。

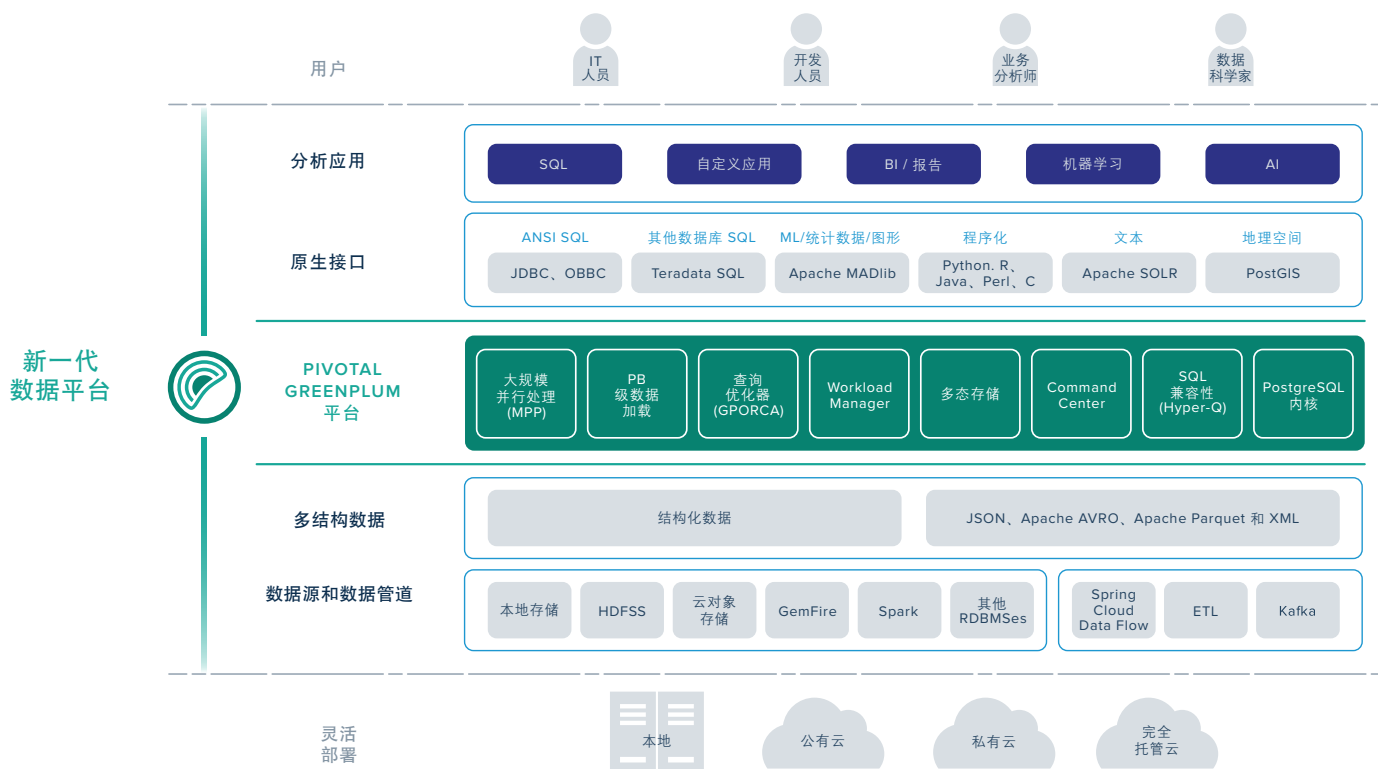


图 1：Pivotal Greenplum 5：新一代数据平台。

以开源创新替代专有分析环境

为了支持 Greenplum 的后续发展，Pivotal 于 2015 年决定将其产品 Greenplum Database 开源。由此产生的最积极结果是 Greenplum Database 社区规模迅速扩大。该社区的成员为核心组件的开发贡献了力量，并且已经受益于 Pivotal 长久以来在市场上取得的成功。从 2017 年初开始，他们每个月发布一次 Greenplum 更新，使其保有快速而可靠的创新力。此次推出的 Greenplum 5 是一个功能齐全、动态的、创新型分析数据平台，其产品路线图规划健全且充满活力，无论是短期内还是未来长期时间里，都能满足客户的需求。

支持多种云不受限于基础架构的数据平台

Pivotal Greenplum 5 是首个内核百分百基于 Greenplum Database 开源项目及其相关源代码的版本。这意味着，可以通过 greenplum.org 网站下载和编译的版本以及通过 Pivotal Network 分发的打包版本将具有相同的内核（只有个别微小差别）。这是两年来致力于与 PostgreSQL 8.3.23 集成的成果，目的在于扩展和融入以 Greenplum 为中心的生态系统和社区。为了更好地贴合 PostgreSQL 社区的模式，他们对代码库进行了重构，这样一来，便可以更轻松地从最新版本（未来的 PostgreSQL 9.X 和 10）中纳入 PostgreSQL 新增功能。

作为能够独立于专用硬件加速提供高性能的纯软件数据平台，Greenplum 可根据客户需求在任何位置运行。借助这种“不受限于基础架构”的方法，可以在本地或多云环境（私有云或公有云）中部署同一类型的分析数据库。

无论在商业化的 Pivotal Greenplum 或是开源的 Greenplum Database 中，这种不受限于基础架构的方法的大部分优势都具有同样强大的作用。在 Greenplum Database 上部署分析系统时，用户还可获得一些额外的优势：

- Greenplum Database 可消除平台 / 供应商制约。用户可通过不同供应商获得针对 Greenplum 的服务和支持。
- Greenplum Database 在开发时采用的是以社区 / 客户为焦点的开发模式。客户可通过多种开放可用的方法对总体产品方向产生影响，而这又会加快产品创新。

客户能够在群集中的一组初始服务器上部署 Pivotal Greenplum，并能在数据存储和用户需求增加时扩充配置中的服务器数量，且无需卸载再重新加载数据。随着越来越多的客户将其生产数据集迁移到公有云中，这种灵活性将成倍增长。Pivotal Greenplum 目前可在 Amazon Web Services、Microsoft Azure 和 Google 云平台上运行，并且同时支持自带使用授权 (BYOL) 配置和以小时为单位的按需配置。只需选择要在群集中调配的数据节点数量（不超过预定义的最大大小），然后选择一系列部署选项，群集便会立即启动运行，可供客户使用。



图 2：Pivotal Greenplum 5：不受限于基础架构的软件架构。

集成分析：改进后的全新分析接口

一直以来，客户都能在 Pivotal Greenplum 中做高级分析，无论是提供将应用逻辑向下推送至数据所在位置的方法，执行分析功能，还是以大规模并行方式构建数据模型，都可以实现。Greenplum 5 支持适用于数据挖掘和数据科学工作的最全面、最先进的分析程序包和扩展。

Greenplum 5 还针对最受欢迎的 Python 和 R 语言算法库提供简单易用的安装程序。

- Greenplum 5 中支持的 Python 语言算法库和程序包有：Tensorflow、NumPy、SciPy、scikit-learn、Pandas、NLTK、Pattern-en、Statsmodels、gensim、pyldavis、lifelines、spaCy、XGBoost、BeautifulSoup、lxml、Keras 和 PyMC3（Tensorflow 和 Keras 需要使用 RHEL 7 作为主机操作系统）。
- Greenplum 5 中支持的 R 语言算法库和程序包有：BH、DBI、MASS、MCMCpack、Matrix、R2jags、R6、RColorBrewer、ROCR、RPostgreSQL、Rcpp、RcppEigen、RobustRankAggreg、SparseM、abind、adabag、arm、assertthat、bitops、caTools、car、caret、coda、colorspace、compHclust、curl、data.table、dichromat、digest、dplyr、e1071、flashClust、forecast、foreign、gdata、ggplot2、glmnet、gplots、gtable、gtools、hms、hybridHclust、igraph、labeling、lattice、lazyeval、lme4、lmtest、magrittr、minqa、MTS、munsell、neuralnet、nloptr、nnet、pbkrtest、plyr、quantreg、randomForest、readr、reshape2、rjags、rpart、sandwich、scales、stringi、stringr、survival、tibble、tseries 和 zoo。

此外，Greenplum 5 还支持最新版 Apache MADlib（可用 SQL 进行机器学习和图分析），支持在 Apache Solr 数据库内实施 GPText 完成索引和搜索功能，其中包含用于国际文本和社交媒体文本的自定义分词器和一个通用查询处理器（可接受来自支持的 Solr 查询处理器的采用混合语法的查询）。PostGIS 程序包是 PostgreSQL 的空间数据库扩展，可让地理信息系统 (GIS) 对象存储在数据库中。Pivotal Greenplum PostGIS 扩展包括支持使用基于 GiST 的 R 树空间索引和函数分析和处理 GIS 对象。

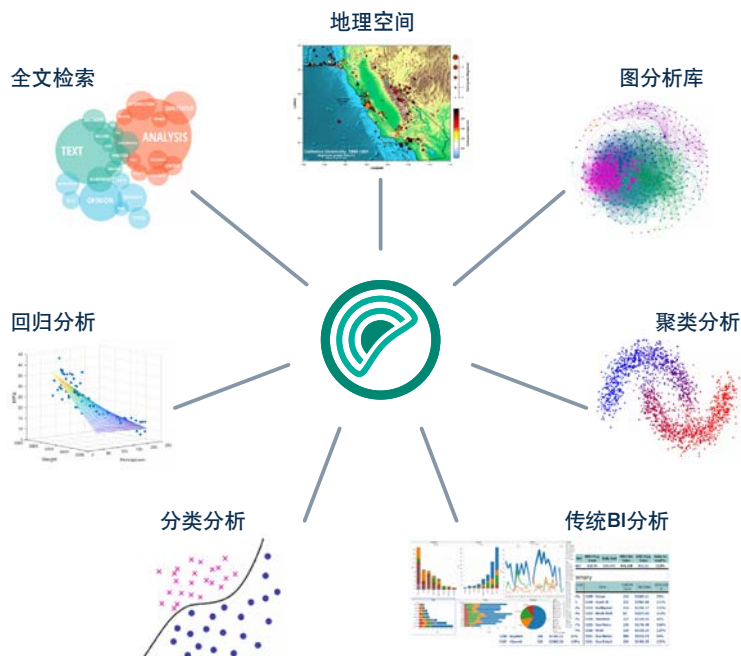


图 3：Pivotal Greenplum 5：集成的分析。

GPORCA：Pivotal 查询优化器更新

对直到最近，Greenplum 一直采用传统查询优化器 (LQO)。这是适用于 Greenplum 代码库的原始 PostgreSQL 规划器的衍生产品。PostgreSQL 规划器最初是为单节点 PostgreSQL 设计的，更适用于 OLTP 查询，而不是分析数据平台中长时间运行的查询。尽管具有精心设计的连接排序之类的功能，但架构和设计选项导致维护和添加新功能变得越来越难。¹

2010 年底，Greenplum 开始在内部开发一款新型查询优化器，并在 Greenplum 4.3.5 版中首次推出，名为 GPORCA。GPORCA 能够针对分析数据仓库中常见的一些复杂情况生成更高效的代码，因而非常实用。过去，系统默认使用传统查询优化器，但自 Greenplum 5 起，GPORCA 将成为默认查询优化器。它能够通过并发的混合工作负载处理多种复杂查询，并可提高查询性能。²

这样一来，大型团队就可以利用高级分析和多元化工作负载并行处理多个分析用例，针对大型数据卷实现较高的分析查询性能。GPORCA 的强大之处在于

能够以并行方式针对提交的 SQL 语句计算大量可能的查询计划。为了生成最快的计划，GPORCA 会计算数千种备选查询执行计划，并根据成本做出决策。它还能免去不必要的剖析步骤，从而缩短优化时间。与传统查询优化器相比，GPORCA 可以计算更多备选计划，因此能够优化更多查询。³

现代数据分析和商业智能 (BI) 生成的 SQL 查询往往带有相关子查询，内部子查询需要外部查询的相关知识。GPORCA 可以生成不相关的计划，这种计划只需查询一次。随后，系统将中间结果与主表结合，生成符合用户条件的结果集。借助上述及其他优化方法，经过 GPORCA 优化的 SQL 查询可实现 10 倍甚至更大幅度的速度提升。但是，也有其他一些查询（尽管数量不多）尚且无法通过 GPORCA 实现性能提升。随着 GPORCA 的功能逐渐增多，传统查询优化器能够在性能上胜出情况将变得极为罕见。⁴

Greenplum 资源组和 Workload Manager

管理并发性能和用户资源分配是 Greenplum 的主要功能之一。这一版本不仅增强了 Workload Manager 的功能，还引入了一种管理数据库查询的新方法——资源组，可让数据库管理员更好地控制用户活动，尤其是在 CPU 和内存管理方面。资源组一经定义，便会将所有用户活动纳入管理范围，包括超级用户。某个超级用户执行的所有语句都会路由至一个默认资源组，管理员可以根据需要调整该资源组，增加或减少其系统资源。如果队列中没有可用于某个查询的空位，或者内存不足以运行该查询，它会自动排队，直到有能够成功执行的资源为止。

1. Marshall Presser, *Data Warehousing with Greenplum: Open Source Massively Parallel Data Analytics* (美国加利福尼亚州塞瓦斯托波尔：O'Reilly Media, 2017年), 71-76。

2. 同上, 71-76。

3. 同上, 71-76。

4. 同上, 71-76。

在 Greenplum 5 中，Workload Manager 的功能有所增强，提高了规则创建的可自定义程度，并改进了监控查询活动及其所用资源的方式。它可在查询运行过程中监控并检测内存、CPU 和磁盘 I/O 偏差。随后，Workload Manager 会在查询使用的某项资源超过已定义阈值时记录日志，并可根据规则定义在必要时终止超过规定资源限额的查询。规则可按一天中的时间和一周中的日期编写，这样各种不同类型的工作负载（例如 ETL 和报告处理）都能不间断运行。

架构化查询语言性能提升

Pivotal Greenplum 5 对 SQL 查询处理进行了多项改进。广受欢迎的 SQL 结构——相关子查询（即嵌套在另一查询内的查询）可使用来自外部查询的值。鉴于业界各大 BI/ 报告工具对子查询的广泛使用，这可以说是 GPORCA 中最重要的一项改进了。在一些大型数据集中，对于外部查询所处理的每一行，系统都要对子查询进行一次计算，因此执行过程可能极为漫长。GPORCA 的架构设计使其能够以高效得多的方式处理此类复杂查询，因为它可以去掉不必要的嵌套，通过提出子查询谓词来取消子查询的关联，并将子查询转换为更高效的表连接。⁵

另一个有所改进的部分是公共表表达式 (CTE)，这指的是仅用于一个查询的临时表，通常在分析工作负载中十分常用。例如，在 TPC-DS 中，111 个查询中有 46 个使用了 CTE。GPORCA 为 WITH 子句引入了一种新的生成者 - 使用者模式。利用该模式，只需计算一个复杂表达式一次，便可由多个操作符使用其计算输出。这就使得 Pivotal Greenplum 能够处理复杂得多的 CTE，因为它不必将其完全展开，只需对其进行动态处理即可。GPORCA 生成 CTE 计划的速度比传统规划器优化器平均要快 7 倍。⁶

要整理大型表中的数据，一种常见方法就是使用分区。Greenplum 5 采用 GPORCA 作为默认查询优化器，可确定消除与结果无关的分区的方式，从而改进动态分区消除。这是通过引入以下三个新的查询操作符实现的，这三个操作符在生成者 / 使用者模式下配合使用以便对分区表执行扫描：PartitionSelector、DynamicScan 和 Sequence。通过在查询计划中放置这些 PartitionSelector，GPORCA 可以支持更复杂的模式，例如基于相等和范围谓词的分区选择，以及动态分区消除。⁷

Greenplum 5 中的 ANALYZE 命令使用更快速的 PostgreSQL 实施来收集表统计数据，从而针对堆积优化表和附加优化表提高其性能。系统会在单个查询中收集行示例，并在内存中执行每列统计数据的计算。而在过去，则会针对每列运行单独的查询。在分析操作执行过程中，不会再创建用于保存示例的表。这些改进可以针对涉及大型表的查询生成更好的总体统计数据，并大幅提高对数据库中较小的表运行 ANALYZE 的效率。

5. <https://content.pivotal.io/blog/greenplum-database-adds-the-pivotal-query-optimizer>

6. <https://content.pivotal.io/blog/greenplum-database-adds-the-pivotal-query-optimizer>

7. <https://content.pivotal.io/blog/greenplum-database-adds-the-pivotal-query-optimizer>

其他功能特性

Pivotal Greenplum 5 支持多种新的内置数据类型，并针对现有数据类型进行了改进。新增的类型包括符合 RFC 4122 和 ISO/IEC 9834-8:2005 标准的通用唯一标识符 (UUID)。JSON 类型可用于存储和处理不限长度的可变 JSON 数据，新增了用于查询和解析 JSON 记录的内置函数。与 JSON 类似，HSTORE 可用于在数据库中存储和查询半结构化数据。Greenplum 中添加的全新 PostgreSQL 9.1 函数和 SQL 命令增强了对 XML 的支持。这些新数据类型及相关函数有助于打造一个没有孤岛的环境，结构化、半结构化和非结构化数据均可在一个位置进行存储和分析。其他功能还有 dblink，这是一个用于与其他数据库（无论在同一数据库主机还是远程主机上）建立连接的新模块。Pivotal Greenplum 支持数据库用户使用 dblink 在其他数据库中执行简短的临时查询。最后，Greenplum 5 将已安装的 Python 版本升级为 2.7。PL/Python 和 Python 管理实用程序现在均以版本 2.7 为基础。

总结

Greenplum 5 是 Pivotal 推出的新一代数据平台，在对经过十几年工程设计投入的产品进行改进的同时带来了多项新功能，可以帮助组织满足其企业数据仓库和高级分析需求。这个新版本扩充了客户的部署选项，除了目前支持的本地平台以外，还获得了其他几种云平台的认证。它提供了一个同时支持传统和新型分析工作负载的环境，可帮助客户消除分析孤岛。此外，它通过有助于加快创新的集成环境，为数据科学家和业务分析师提供多种分析功能。通过新型开发实践、持续交付和开源软件分发方法，Pivotal Greenplum 5 带来了最新一代的数据管理和数据分析功能，这有助于其实现长远成功。

pivotal.io/cn

售前咨询：400-135-8900



关注 Pivotal 官方微信号



关注 Pivotal 官方微博