

Netezza 数据设备体系结构：高性能的数据仓储和分析平台



Redguide
针对企业领导人

Phil Francisco



- 发挥专为高速标准而建的设备的强大功能和简洁性
- 改进商业智能的质量和及时性
- 经济高效地飞速查询数据



执行概述

一切企业的成功都取决于能否及时获得最有效的信息以做出明智的决定。任何不足均会浪费机会、付出时间和资源，甚至将企业置于危险之境地。但是，无论是预测结果、判断趋势或是在一片模糊的海洋中标出明确航线，查找决定性信息以指导最恰当的行动意味着分析数以亿计的数据点及 PB 数量级的数据。拥有此按需智能类型的公司要比其竞争对手具备更快的响应速度，并做出更明智的决定。

分析领域的不断创新为公司提供了可惠及所有业务领域的智力财富。当您迫切需要关键信息时，提供信息的平台不应成为您要关注的问题。它应当像电灯开关一样简单、可靠、迅速，能处理几乎所有难以理解的工作负载，而不会让复杂性成为阻碍。它必须经久耐用，随着越来越多的用户日益运行复杂工作以及数据量的持续增长，其技术基础能够保持稳定的性能。并且，为使商业回报率最大化，其总体拥有成本应当实现最小化。

简洁的设备，非凡的性能

Netezza 公司隶属 **IBM®**，其平台以简洁的设备提供行业领先的非凡性价比，从而改写了数据仓库和分析平台局面。它是高级分析领域中新的排头兵，能够以炫目的速度执行巨大的处理挑战，没有任何阻挡或退让。对于用户及其组织而言，这意味着当信息需求逐步升级时，为所有需要之人提供最佳智能。

Netezza 数据仓库和分析设备的革命性设计提供了卓越的性价比。作为一款专为高速分析而建的设备，其优势并不是缘于功能强大的昂贵组件，而是源自将合适的组件组合在一起，使之配合达到最佳性能。大规模并行处理 (MPP) 数据流综合了多核 CPU 以及 **Netezza** 独特的现场可编程门阵列 (FPGA) 加速流技术 (FAST) 引擎，在许多情况下可提供超出预期的性能。该系统易于使用，无需编制索引或优化，开箱即可提供无与伦比的结果。设备的简洁性可延伸至应用程序开发，从而使组织能够快速创新，并为最广泛的用户和流程带来高性能分析。

本 **IBM Redguide™** 出版物将介绍 **Netezza** 不对称大规模并行处理 (AMPP) 体系结构，并说明系统是如何精心组织查询和分析以实现前所未有的速度。您将了解到 **Netezza** 软件和硬件是如何紧密结合以使每个关键组件达到最大利用率，以及针对查询庞大数据量的数万名用户进行了优化的系统实际上是如何运作的。这个独一无二的具超凡性价比的数据仓库和分析平台，足以担负今日之需求并应对明日之挑战。

体系结构原则

Netezza 设备将数据库、数据处理和数据存储集成到一个紧凑的系统中，该系统针对分析处理进行了优化，并可实现灵活增长。该系统体系结构基于以下核心原则，这些原则已成为 **Netezza** 行业领先地位的标志：

- 数据处理贴近数据源
- 均衡的大规模并行体系结构
- 高级分析平台
- 设备简洁化
- 加速的创新和性能改进
- 灵活的配置和非凡的可扩展性

数据处理贴近数据源

Netezza 体系结构建立在计算机科学基本原理之上：在处理大量数据集时，如非绝对必要切勿移动数据。**Netezza** 充分贯彻了此原理，采用名为现场可编程门阵列 (FPGA) 的商品组件，在数据流刚离开磁盘时尽早、尽快过滤数据流中的无关数据。这个贴近数据源的数据排除过程可消除 I/O 瓶颈，避免下游组件（如 CPU、内存和网络）处理不必要的数​​据，因而对系统性能具有显著的乘数效应。

均衡的大规模并行体系结构

Netezza 体系结构结合了对称多处理 (SMP) 与大规模并行处理 (MPP) 的长处，创建专为快速分析 PB 数量级数据而建的设备。体系结构中的每个组件，包括处理器、FPGA、内存和网络，都经过精心选择和优化，可在磁盘物理性能允许的情况下尽快处理数据，同时将成本和耗电量降至最低。**Netezza** 软件有效组织这些组件以管道的形式同时对数据流进行操作，因而可最大化利用率并使每个 MPP 节点达到最大吞吐量。除出色的原始性能之外，这个均衡的体系结构还具备线性扩展性，可并行执行一千多个处理数据流，此外其总体拥有成本也极为经济。

高级分析平台

MPP 和贴近数据源处理数据原则同样适用于大型数据集高级分析。**Netezza** 设备简洁地处理用 SQL 之外的语言表示的大规模并行复杂算法，毫无并行和网格编程通常所具的复杂性。对于海量数据以流水线的方式执行任何复杂性分析可避免将数据移动到单独硬件而产生的延迟和成本。它使性能呈数量级增长，令 **Netezza** 成为集数据仓储及高级分析于一体的理想平台。

设备简洁化

Netezza 体系结构通过自动化和简化日常操作，可使用户远离平台的基础复杂性。每当需要与设备的其他任何方面进行设计权衡时，应用简洁化原则。与其他解决方案不同的是，**Netezza** 体系结构运行即可，以飞快的速度处理所需的查询及混合工作负载，而无需其他系统所要求的优化。即便是通常情况下很耗时的任务，譬如安装、升级以及确保高可用性和业务连续性，也相当简单，从而可节省大量宝贵时间和资源。

加速的创新和性能改进

Netezza 体系结构的主要目标之一，便是能在长期内比竞争技术更快地提高性价比和提供创新功能。**Netezza** 体系结构采用的基于刀片的开放组件令其可迅速吸收技术改进，同时，FPGA 的强大效应、均衡的硬件配置以及紧密契合的智能软件共同提供了远比单个元件出色的综合性能增长。事实上，**Netezza** 平台自推出以来，每两年便提供了至少 4 倍性能改进（摩尔定律的两倍）。

摩尔定律：Gordon Moore，Intel® 的创始人之一，于 1965 年预言芯片中的晶体管数量将每两年增长一倍。随着时间的发展，软件应用程序往往依靠这些处理器的改进来提升性能。^a

a. “Cramming more components onto integrated circuits（让集成电路填满更多元件）”，Gordon Moore，*Electronics*（电子学）第 38 卷第 8 期，1965 年 4 月 19 日

灵活的配置和非凡的可扩展性

Netezza 平台可通过模块化方式将可查询用户数据从数百 GB 扩展到数十 PB 数量级。该系统体系结构可满足不同数据仓库和分析细分市场的需求。所采用的基于刀片的开放组件，使得磁盘-处理器-内存比很容易修改，这无论对于以性能为中心还是以存储为中心的配置均如此。该体系结构还支持基于内存的系统，此系统可为关键任务应用程序提供超快的实时分析。

以下部分将探讨 **Netezza** 解决方案是如何将这些原则贯彻到实践中的。

系统构造块

Netezza 解决方案主体部分的性能优势源自其独特的 AMPP 体系结构（如图 1 所示），该体系结构结合采用 SMP 前端与无共享 MPP 后端来处理查询。该体系结构的每个组件都经过精心挑选和集成，以形成一个均衡的综合系统。每个处理元件均对多个数据流进行操作，尽早过滤掉不相关的数据。采用一千多个定制 MPP 流来共同分担和完成工作负载。

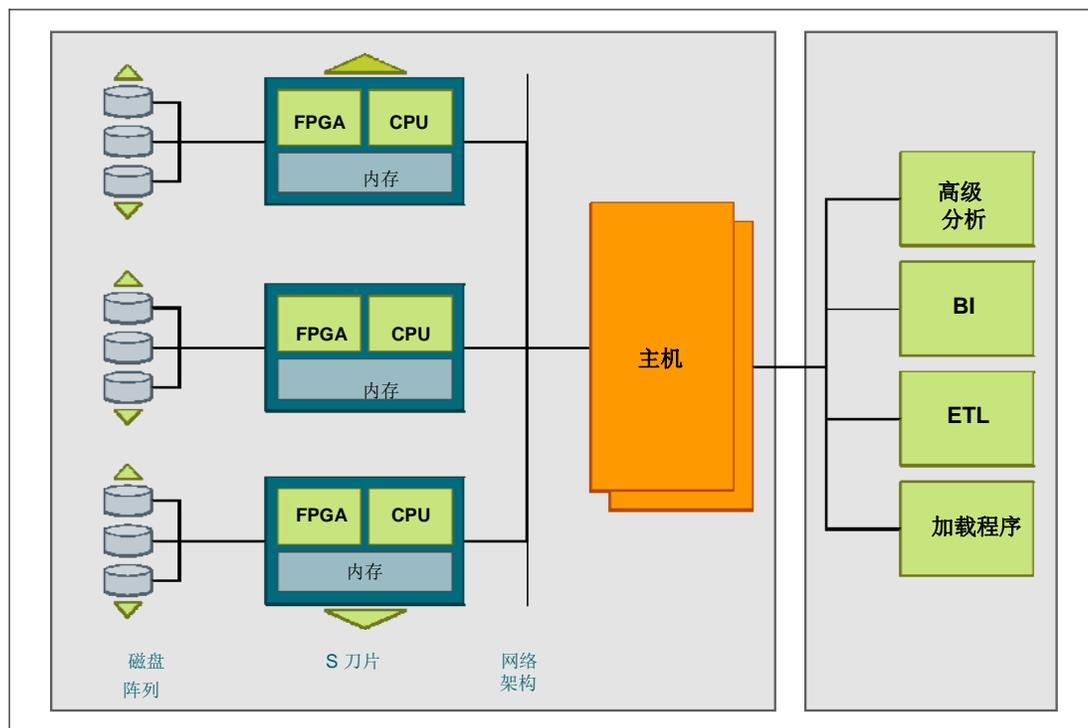


图 1 AMPP 体系结构

下面来探讨设备的主要构造块：

➤ **Netezza 主机**

SMP 主机为高性能的 Linux® 服务器，设置为可实现高可用性的主动-被动配置。主动主机可为外部工具及应用程序提供标准化接口。它将 SQL 查询编译为名为 Snippet 的可执行代码段，创建优化的查询计划，然后将 Snippet 分发给 MPP 节点执行。

➤ **Snippet 刀片（S 刀片）**

S 刀片是构成设备增强 MPP 引擎的智能处理节点。每个 S 刀片都是独立的服务器，包含功能强大的多核 CPU、多引擎 FPGA 以及 GB 级 RAM，所有这些组件经过均衡并同时工作以提供顶级性能。CPU 核心设计有足够的净空，可针对高级分析应用程序的大量数据运行复杂算法。

➤ **磁盘阵列**

磁盘阵列的高密度、高性能磁盘由 RAID 保护。每个磁盘均包含每个数据库表的一部分数据。磁盘阵列通过高速网络连接到 S 刀片，使 Netezza 中的所有磁盘能够以可能的最快速度同时将数据流向 S 刀片。

► 网络架构

高速网络架构连接起所有系统组件。Netezza 设备运行的是基于 IP 的定制协议，可充分利用网络架构的总截面带宽，即便在持续的爆炸性网络流量情况下也可消除堵塞。网络经过优化，可扩展至至少一千个节点，每个节点都可同时将大量数据传输至其他每个节点。

注：所有系统组件均为冗余设置。除主机为主动-被动模式外，设备中的其他所有组件均可热插拔。用户数据可全部镜像，从而使可用性超过 99.99%。

非凡性能起源之地：S 刀片内部

商品组件与 Netezza 软件相结合，使每个 MPP 节点达到最大吞吐量。存储阵列的专用高速相互连接以每个磁盘的最大流动速度将数据传送给内存。压缩数据采用智能算法缓存在内存中，确保最常访问的数据可以马上由内存提供，而无需磁盘访问。FPGA 内并行运行的 FAST 引擎（如图 2 所示）以物理速度解压表数据，并过滤掉 95–98% 的表数据，只保留那些回答查询所需的数据。数据流中剩下的数据由同样并行运行的 CPU 核心同时处理。Netezza 设备中运行的一千多个并行 Snippet 处理器均重复此过程。

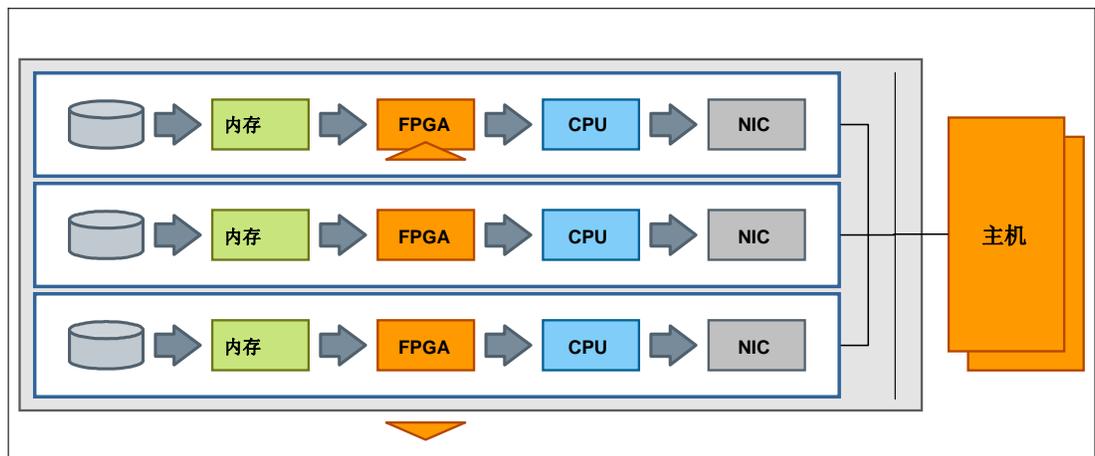


图2 S 刀片内部

增强的 S 刀片：Netezza FAST 引擎之动力

FPGA 是 Netezza 平台性价比优势的关键性决定因素。每个 FPGA 均包含嵌入式引擎，对数据流执行过滤和转换功能。FAST 引擎（如图 3 所示）可动态重新配置，因而可通过软件进行更改或扩展。它们可通过查询执行过程中提供的参数针对每个 Snippet 进行定制，并以极高速度对直接内存存取 (DMA) 模块提供的数据流进行操作。

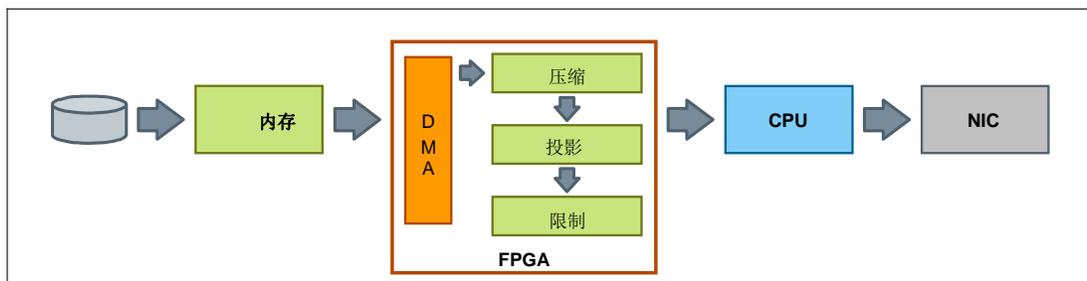


图3 Netezza FAST 引擎

FAST 引擎包括：

- 压缩引擎，Netezza 的创新技术，可推动系统性能提高 4 到 8 倍。该引擎以线速解压数据，将磁盘上的每个块即时转换为内存中的 4 到 8 块。这使得任何数据仓库中最慢的组件，即磁盘的速度得以显著提升。
- 投影和限制引擎，根据 SQL 查询的 SELECT 和 WHERE 子句中的参数分别过滤列和行，以进一步提高性能。
- 可见性引擎，在 Netezza 平台中以流动速度保持原子性、一致性、不相关性和持久性 (ACID) 的遵从性方面起着重要作用。它过滤掉查询不应当看见的行，例如，属于交易但尚未提交的行。

Netezza FAST 引擎为将来借由更新添加到 Netezza 软件中的创新功能提供了可扩充的框架。这些新功能有望进一步改善系统性能、安全性和可靠性。

在 Netezza 平台中有效组织查询

Netezza 硬件组件和智能系统软件紧密契合。软件（如图 4 所示）的设计宗旨在于充分发挥设备的硬件功能。无论对于简单查询、复杂的即席查询或是深入分析，软件中均综合了多项创新技术以实现指数级的性能增长。本部分将逐步探讨系统中内置的智能。

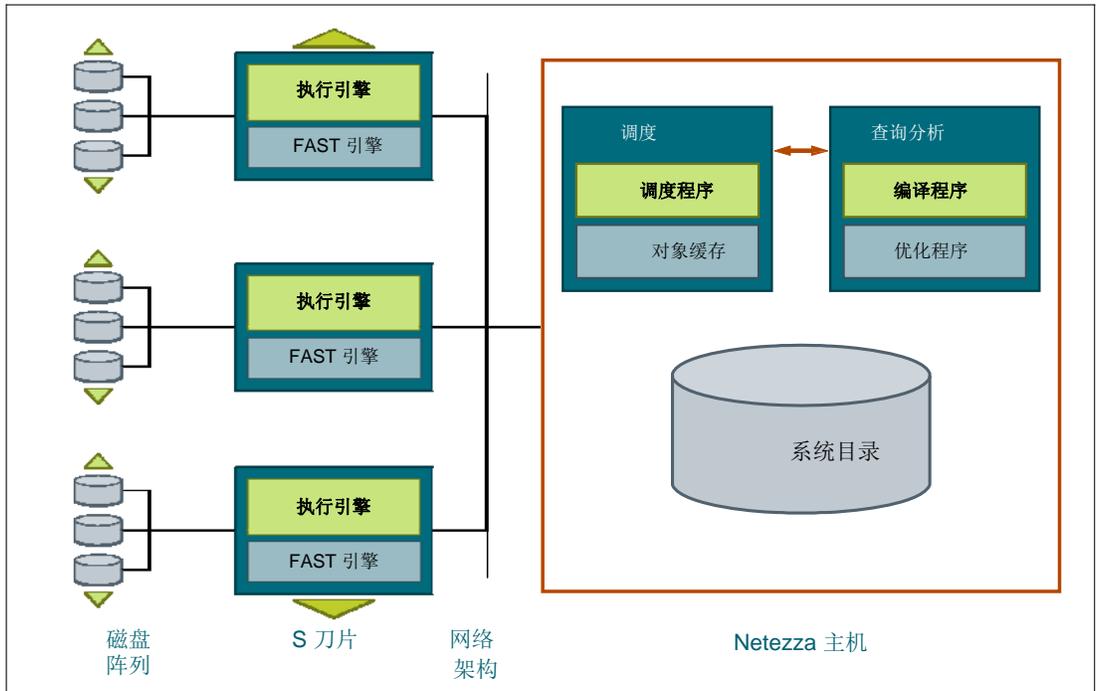


图 4 软件体系结构

Netezza 软件组件包括：

- 复杂的并行优化程序，转换查询以更有效地运行，并确保每个处理节点中的每个组件均得以充分利用
- 智能调度程序，使系统运行时无论工作负载多少均保持最高吞吐量
- 增强的 Snippet 处理器，同时高效执行多个查询和复杂分析功能
- 智能网络，在 Netezza 系统中轻松移动大量数据

下面从用户提交查询时入手，了解这些元素是如何协同工作的。有技术背景的读者会看到 Netezza 处理查询的方式与其他数据仓库系统截然不同。

制定优化的查询计划

主机对查询进行编译，并创建一个针对 Netezza AMPP 体系结构进行优化的查询执行计划。Netezza 优化程序的智能是系统的最大优势之一。优化程序利用系统中的所有 MPP 节点来收集查询中提及的每个数据库表的最新详细统计信息。其中大部分数据于查询执行期间以极低的开销捕获，以生成因查询而异的即时统计信息。Netezza 系统的设备特性以及能相互通信的集成组件，令基于成本的优化程序能更准确地估量与操作有关的磁盘成本、处理成本和网络成本。依赖于准确数据而非仅仅借助试探方法，优化程序可以生成高效利用所有组件的查询计划。

优化程序中的智能（计算连接顺序）：优化程序智能的一个示例是可以确定复杂连接中的最佳连接顺序。例如，在将多个小数据表连接为一个大型事实表时，优化程序可选择将小数据表全部广播到每个 S 刀片，同时将大数据表分布到所有 Snippet 处理器。此方法不仅可使数据移动最少化，而且可利用 AMPP 体系结构来并行处理连接。

优化程序通过在开始处理之前利用这些统计信息来转换查询，将磁盘 I/O 及数据移动减少到最低，而这两个因素往往会降低数据仓库系统的性能。优化程序执行的转换操作包括：

- 确定正确的连接顺序
- 重新编写表达式
- 删除冗余的 SQL 操作

将查询转换为 Snippet

编译程序将查询计划转换为称为 Snippet 的可执行代码段，即 Snippet 处理器在设备的所有数据流中并行执行的查询段。每个 Snippet 包含两个元素：由各个 CPU 核心执行的已编译代码，以及为特定 Snippet 定制 FAST 引擎过滤功能的 FPGA 参数集。通过这种逐个 Snippet 定制，Netezza 平台事实上提供了针对各个查询实时优化的硬件配置。

编译程序中的智能（对象缓存）：主机使用对象缓存功能来进一步加速查询性能。它是之前编译的 Snippet 代码的大型缓存，支持参数变体。例如，包含子句“where name = 'bob'”的 Snippet 可能与包含子句“where name = 'jim'”的 Snippet 采用同样的编译代码，但包含表示不同名称的设置。此方法可避免至少 99% 的 Snippet 编译步骤。

安排合适的运行时间

Netezza 调度程序（如图 5 所示）在复杂的工作负载之间均衡执行过程，以满足不同用户的目标，同时保持最大利用率及吞吐量。它在确定何时在 S 刀片中执行 Snippet 时，会考虑诸多因素，包括查询优先级、大小和资源可用性等。调度程序借助设备体系结构，从系统的各个组件中收集有关资源可用性的最新确切信息。调度程序采用复杂的算法，通过利用将近 100% 的磁盘带宽，并确保内存和网络资源不过载（这是拖累其他组件，导致系统效率低下的一个常见原因），来最大化系统吞吐量。这是 Netezza 平台的一个重要特征，可确保系统即使在非常重的负载情况下也可保持最大吞吐量。

调度程序放行后，Snippet 通过智能网络架构广播到所有 Snippet 处理器。

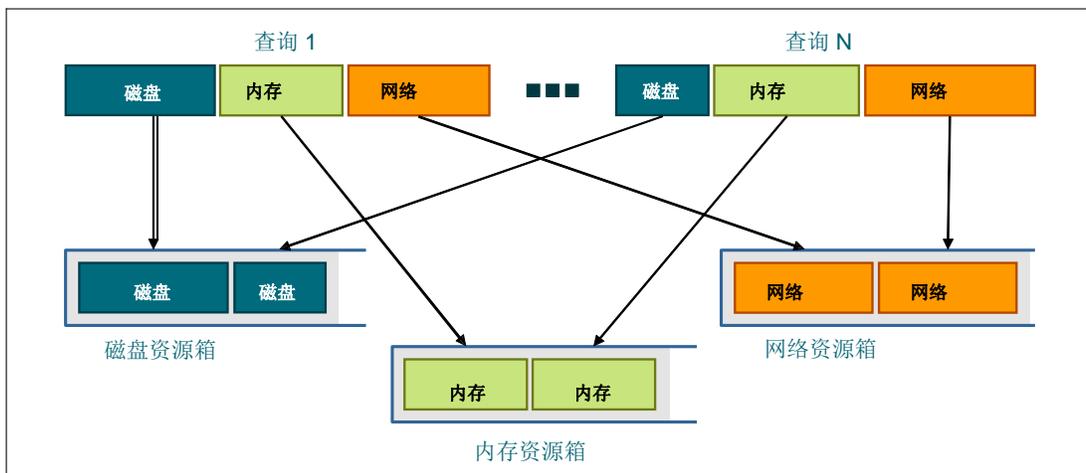


图5 调度程序中的智能：无过载资源

并行执行

现在，每个 S 刀片上的每个 Snippet 处理器都有执行其 Snippet 部分所需的指令。除主机调度程序之外，Snippet 处理器有自己的智能调度程序，允许同时执行来自多个查询的 Snippet。该调度程序会考量查询优先级以及为发出查询的用户或组预留的资源，以确定何时安排特定 Snippet 执行以及执行的时间长短。当此刻来临，演出开始了：

1. 每个 Snippet 处理器的核心采用查询 Snippet 中包含的参数配置 FAST 引擎，并设置数据流。
2. Snippet 处理器将表数据从磁盘阵列读入内存中，利用名为“ZoneMap™ 加速”的 Netezza 创新技术减少磁盘扫描。Snippet 处理器在查找数据块时先询问缓存再访问磁盘，如果数据已经在内存中则可避免扫描磁盘。
3. 然后 FPGA 对数据流进行操作。它首先通过以线速解压数据流，使数据流最高加速 4 到 8 倍。
4. 随后 FAST 引擎过滤掉与查询无关的任何数据。剩下的数据流返回内存，由 CPU 核心同时处理。这部分数据通常只占原始数据流的极小部分 (2–5%)，因而大幅缩短了处理器核心所需的执行时间。
5. 处理器核心接过数据流后，执行核心数据库操作，如排序、连接和聚合。它还会将 Snippet 处理器中内嵌的复杂算法用于高级分析处理。
6. 每个 Snippet 处理器的结果在内存中汇编，以生成整个 Snippet 的子结果。此过程在一千多个 Snippet 处理器中同时重复，并行执行数百或数千个查询 Snippet。

ZoneMap 加速 (Netezza 反索引)： ZoneMap 加速利用数据仓库中行的自然顺序关系，使性能呈数量级增长。该技术可避免扫描列值不在查询开始和结束范围内的行。例如，如果表中包含两年的周记录（约 100 周），而查询仅查找一周的数据，那么 ZoneMap 加速可将性能提高 100 倍。ZoneMap 与索引不同，会自动创建并更新每个数据库表，却不会产生任何管理开销。

返回结果！

现在所有 Snippet 处理器都生成了必须进行汇编的 Snippet 结果。Snippet 处理器通过智能网络架构与主机以及相互之间灵活通信，来执行中间计算和聚合。

网络中的智能 (可预测的性能和可扩展性)： Netezza 定制的网络协议专为与大量数据仓储有关的数据量和流量模式而设计。Netezza 协议可确保在不使网络带宽过载的情况下最大限度地利用带宽，从而使可预测性能接近线速。

数据流沿三个不同方向平稳流动：

- 从主机到 Snippet 处理器 (1 至 1000+)，广播模式
- 从 Snippet 处理器到主机 (1000+ 至 1)，在 S 刀片中及系统机架级别聚合
- 在 Snippet 处理器之间 (1000+ 至 1000+)，数据大规模自由流动以进行中间处理

主机汇编从 Snippet 处理器收到的中间结果，编译最终结果集，然后将其返回用户应用程序。与此同时，处于各个完成阶段的其他查询在系统中流动。

小结

最佳解决方案不一定是最大或最昂贵的，而应当具有最智能的设计。Netezza 团队认识到并充分发挥了流动处理相对其他分析和数据仓储系统所采用的传统计算体系结构所具有的内在优势。其成果便是紧凑的设备，足以傲视较大得多的系统的性能，以及面对数千名用户同时产生的海量数据和混合作负载，运行复杂算法时令人叹为观止的速度。处理性能还需辅以其他功能，正是这些功能令 Netezza 解决方案成为协助事业成功的独一无二的平台：

- 使用简洁化

Netezza 平台可自我管理（作为设备应当如此），并可始终运行于最高吞吐量下。系统软件确保无需人力干预。

- 企业内更好的决策

嵌入式功能只需最少的开发工作，即可将新一代分析功能融入数据库中。在传输大量数据时既无需单独的服务器硬件，也不会有时间损失——只有闪电般快速获得的结果，以及将至关重要的商业智能带给组织内各个部门中每个可受益人员的能力。

- 以备未来扩展的灵活性

系统的建立不仅仅为了今天的挑战，也为了明天的发展。系统可线性扩展到数十 PB 数量级的用户数据，且性能加速远远超越了摩尔定律所预言的传统加速。

如将性能视为必须考虑之因素，Netezza 平台可让您和您的公司在决策时保持最清晰的认知。不过您不必听信于我们，体会 Netezza 解决方案的最佳方式是考察其实际行动。我们相信，您会同意没有其他任何系统能像它一样充分利用您的数据。

提供更多信息的其他资源

有关其他信息，请参阅 **Netezza** 网站：

<http://www.netezza.com/>

本指南作者

本指南由效力于国际技术支持组织 (International Technical Support Organization, ITSO) 的一名专家编写。

Phil Francisco 是 IBM 公司在美国针对 **Netezza** 的产品管理和产品市场营销副总裁。他在开发和全球技术营销方面具有 20 多年的经验。**Phil** 拥有宾夕法尼亚大学摩尔电子工程学院电子工程和计算机专业学士学位、斯坦福大学电子工程专业硕士学位，并完成了杜克大学福库商学院的高级管理课程。

感谢以下人员对本文的贡献：**Stephanie Caputo**
IBM 软件集团信息管理部

David Carter
IBM 软件集团信息管理部

LindaMay Patterson
国际技术支持组织罗彻斯特中心

现在您也能成为出版作者！

我们为您提供了一个展现才能，发展职业生涯，并成为出版作者的机会 — 所有这一切同步进行！加入 **ITSO** 客座学者计划，帮助编写您专业领域的书籍，同时使用领先的前沿技术磨砺您的经验。随着您技术联络人和关系网的不断扩大，您的努力将有助于提高产品认可度和客户满意度。客座学者计划持续两到六周的时间，您可以亲身参与或从家中远程参与客座学者工作。

如需查找有关客座学者计划的详细信息，请浏览客座学者指导并在线提出申请：

ibm.com/redbooks/residencies.html

与 IBM Redbooks 保持联系

我们的 Facebook:

<http://www.facebook.com/IBMRedbooks>

我们的 Twitter:

<http://twitter.com/ibmredbooks>

我们的 LinkedIn:

<http://www.linkedin.com/groups?home=&gid=2130806>

通过 IBM Redbooks 周报了解新的 Redbooks® 出版物、客座学者计划或研讨会:

<https://www.redbooks.ibm.com/Redbooks.nsf/subscribe?OpenForm>

通过 RSS Feeds 实时了解最近的 Redbooks 出版物:

<http://www.redbooks.ibm.com/rss.html>

声明

此信息仅针对在美国提供的产品和服务。

IBM 在其他国家/地区可能未提供本文中所述的产品、服务或功能。有关您所在地区当前提供的产品和服务，请咨询当地的 IBM 销售代表。对 IBM 产品、程序或服务的任何引用不得声明或暗示只能使用 IBM 产品、程序或服务。可以使用未侵犯任何 IBM 知识产权的任何功能相当的产品、程序或服务。不过，用户有责任评估和验证任何非 IBM 产品、程序或服务的操作。

IBM 对本文档所述主题可能拥有专利权或待决的专利申请。提供本文档并不授予您对这些专利的任何许可。您可以写信至以下地址询问有关许可事宜：

IBM Director of Licensing, IBM Corporation, North Castle Drive, Armonk, NY 10504-1785 U.S.A.

以下段落不适用于英国或此类条款不符合当地法律的其他任何国家/地区：INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION 按“原样”提供本出版物，无任何形式的明示或暗示担保，包括但不限于对不侵权、适销性或针对特定用途的适用性的暗示担保。某些州/省不允许某些事务中明示或暗示担保的免责声明，因此本声明可能不适用于您。

此信息可能包括技术误差或印刷错误。其中的信息会定期更改，这些更改将包含在本出版物的新版本中。IBM 可能在不另行通知的情况下随时改进和/或更改本出版物中所述的产品和/或程序。

此信息中对非 IBM 网站的任何引用仅为方便之目的，并不以任何方式表示 IBM 对这些网站的认可。这些网站中的材料不属于本 IBM 产品的材料，使用这些网站的风险由您自己承担。

IBM 可能会以自认为不会给您带来任何责任的任何恰当方式使用或分发您提供的任何信息。

非 IBM 产品的有关信息从这些产品的供应商、他们所发布的声明或其他公开披露的来源处获得。IBM 未对这些产品进行测试，无法确保性能准确性、兼容性或非 IBM 产品有关的其他任何诉求。有关非 IBM 产品功能的问题应当联系这些产品的供应商。

此信息包含日常业务运营中所使用的数据和报告示例。为了尽可能全面地阐释，这些示例中包括个人、公司、品牌和产品的名称。所有这些名称均为虚构，如与实际企业所用名称及地址类似，纯属巧合。

版权许可：

此信息包含源语言形式的应用程序示例，用以说明在各种操作平台上的编程技巧。您无需向 IBM 支付任何费用，可以以任何形式复制、修改和分发这些程序示例，以用于开发、使用、营销或经销与为其编写程序示例的操作平台应用程序编程接口一致的应用程序。这些示例未在所有条件下进行全面测试。因此，IBM 无法保证或暗示这些程序的可靠性、适用性或功能。

本文档 REDP-4725-00 于 2011 年 1 月 14 日创建或更新。

商标

IBM、IBM 徽标和 [ibm.com](http://www.ibm.com) 是 International Business Machines Corporation 在美国和/或其他国家/地区的商标或注册商标。在此信息中，以上商标及其他 IBM 商标第一次出现时标记有相应符号 (® 或 ™)，表示是在此信息出版时 IBM 所拥有的美国注册商标或普通法商标。此类商标还可能是在其他国家/地区的注册商标或普通法商标。以下网站提供了 IBM 商标最新列表：<http://www.ibm.com/legal/copytrade.shtml>



以下各项是 International Business Machines Corporation 在美国和/或其他国家/地区的商标：

以下各项是其他公司的商标：

IBM®

Redbooks®

Redguide™

Redbooks 徽标 ®

Intel、Intel 徽标、Intel Inside 徽标和 Intel Centrino 徽标是 Intel Corporation 或其子公司在美国和其他国家/地区的商标或注册商标。

Linux 是 Linus Torvalds 在美国和/或其他国家/地区的商标。

其他公司名称、产品名称或服务名称可能是其他公司的商标或服务标识。