

Vastbase G100 V2.2

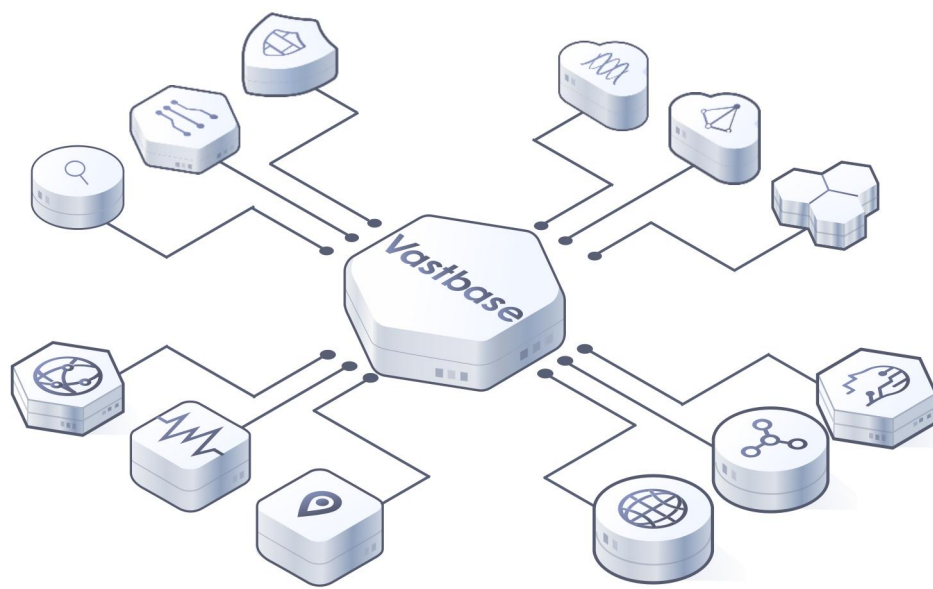
(Build 5)

产品白皮书

企业级应用系统数据库的可靠选择

北京海量数据技术股份有限公司

Briefing



Vastbase G100 是海量数据基于开源 openGauss 内核开发的企业级关系型数据库。融合了多年对各行业应用场景的深入理解，Vastbase 除了具有 openGauss 极致的性能以外，还在其原有功能基础上增加了大量对 Oracle、MySQL 与 PostgreSQL 的兼容特性，提供了极佳的业务连续性保障，并遵循 EAL4+ 标准进行了大幅度的安全增强，同时整合 GIS 空间组件等一系列专业应用领域的企业级功能。

产品特性

高性能

Vastbase G100 在基础架构上，对 SQL 引擎、存储引擎等众多方面都做了大量优化改进，具备极致的单引擎事务处理能力，其性能在同类型产品中遥遥领先。在双路国产服务器上能达到 164 万 tpmC 值，在四路国产服务器上甚至能超过 260 万 tpmC 值。



高性能的优势得益于大量深入内核的优化技术：

- NUMA-AWARE 技术实现对线程资源和数据的高效管理；
- SQL-Bypass 提供一套新型处理框架以提升简单 SQL 的执行效率；
- 针对主要的几个锁机制进行更细粒度的拆分以提升资源利用率及并发效率；

此外，CSN 事务快照、增量检查点、ARM 原子指令利用、分区优化等技术的应用，都使 Vastbase G100 具备更高的运行效率与支撑能力。

高并发

Vastbase G100 通过服务器端的线程池，可支撑超过 1W 并发链接。高性能与高并发特性相辅相成，软件内涵丰富的优化手段，比如：

- 通过线程池技术，充分发挥 ARM 处理器内核多的优势，提升整体负载能力。
- 通过 NUMA 化内核数据结构，支持线程亲核性处理，实现支持百万级 tpmC。
- 通过页面的高效冷热淘汰，支持 TB 级别大内存缓冲区管理。
- 通过 CSN 快照，去除快照瓶颈，实现多版本访问，读写互不阻塞。
- 通过增量检查点，避免全页写导致的性能波动，实现业务性能平稳运行。
- 通过日志无锁并行写入技术，避免串行加锁导致的争抢与等待，有效提升事务性能。

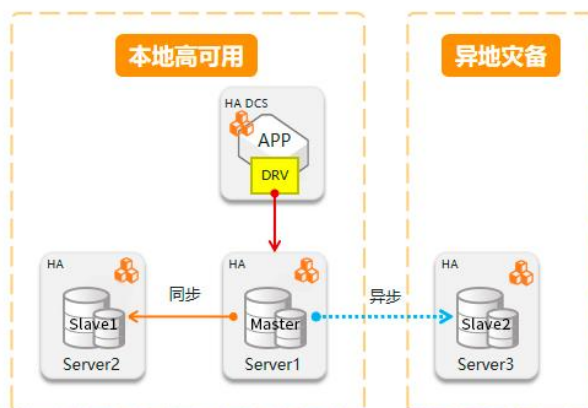


高可用

Vastbase G100 搭载配套的高可用集群组件，可根据不同的硬件环境实现业务连续性方案。包括：

- 基于日志复制技术的多副本架构, 该种方案多用于数据库服务器本机硬盘的情况, 从库可打开只读, 实现读写分离架构。

- 基于共享存储单一副本的双机热备架构, 该方案多用于外置存储, 如集中式或分布式存储方案中, 单一副本可节省硬盘成本, 无需日志复制即无性能衰减。



此外, 基于 Vastbase 内核开发的集群软件 HAS+DCS, 每隔 150~300ms 会对整体集群架构进行检测, 接管数据库的启停。一旦遇到故障即可触发故障自动修复, 当主节点切换到备用节点后, VIP 也会瞬间转移, 实现快速的自动失败转移功能。

区别于传统的日志回放技术, Vastbase G100 使用多线程并行方式回放日志、以及极致 RTO 技术, 充分利用服务器资源, 加快日志回放速度, 减少故障恢复时间。该方案在极致配置情况下可达到 $RTO \leq 10$ (Recovery Time Object)秒。

高安全

Vastbase G100拥有多重安全防护机制，能够从身份鉴别、自主访问控制、强制访问控制、数据加密和安全审计等多个维度最大程度保障数据库的访问及数据存储安全。

产品符合数据库评级 EAL4⁺最高安全标准同时支持国密算法，符合国家信息安全规范要求。



高兼容



Vastbase G100 在应用系统所涉及到的各方面功能上均实现了对 Oracle、MySQL 和 PostgreSQL 的高度兼容，如数据类型、数据对象、内置函数、系统视图、内置工具包、SQL 语法、PL/SQL 功能、操作符、标准接口，甚至开发相关等。企业现有的应用程序代码只需要做少量甚至不需要修改，即可以稳定运行在 Vastbase G100 之上，大幅降低了业务系统

数据库国产化替代的风险，同时大幅减少甚至避免了代码重写的工作，从而实现项目人力成本、时间成本和风险成本的有效控制。

多模态

Vastbase G100 内置丰富的存储引擎，其最终目标是将多个系统组合使用的解决方案下沉为数据库的内置能力，为用户带来系统性能的提升及丰富的企业级功能。



Vastbase G100 拥有空间引擎，支持国际 OpenGIS 规范，适用于各种地理信息等空间应用；同时支持行列存储引擎，可以同时为用户提供更优的数据压缩比（列存）、更好的索引性能（列存）、更好的点更新和点查询性能（行存）。此外，产品支持 MOT 内存优化表(Memory-Optimized Table, MOT)，实现高性能、高吞吐、可预测、低延迟以及对多核服务器的高利用率。

核心技术

Vastbase G100 作为关系型数据库，拥有大量的数据类型、丰富完善的 SQL 语法、强大的查询优化器、并发控制手段、存储优化手段等。其中针对 IT 系统开发与调优、数据库管理与维护过程中最常用、具有较高价值的核心技术及功能点，下文将进行简要的说明与指引。

NUMA-AWARE

NUMA-AWARE 技术应用在主流的多核服务器中，解决 NUMA 架构引起的资源消耗不均及跨 Node 之间访问资源延迟大的问题，可以有效降低访问时延，提升高并发场景下的业务处理能力。

- 线程通过 Node 分配本地内存，并且保证这个线程始终工作在这个 Node 上，从而获得最低的时延、最小的内部互联开销，进而提升数据库处理能力。
- 工作线程均匀分布在所有的 Node 节点中执行，避免出现某个节点内存耗尽而其他 Node 节点很空闲的情况，从而充分使用 CPU、内存等资源，进而提升数据库处理效率。

CSN 事务快照

普通的事务快照在高并发场景下会出现性能瓶颈甚至阻塞业务的情况。Vastbase G100 支持 CSN 事务快照，通过记录事务的 CSN，减少对全局事务数组访问，并在事务快照中使用单个 CSN 号代替活动事务列表，以降低内存的使用。同时通过对比 CSN 的大小，而不需要通过扫描大量的活跃事务列表判断数据可见，从而实现性能提升和内存资源优化。

USTORE 存储引擎

USTORE 存储引擎将最新版本的“有效数据”存储在数据页面上，并单独开辟一段 UNDO 空间，用于统一管理历史版本的“垃圾数据”，因此数据空间不会由于频繁更新而膨胀，“垃圾数据”集中回收效率更高。USTORE 存储引擎采用 NUMA-Aware 的 UNDO 子系统设计，使得 UNDO 子系统可以在多核平台上有效扩展；同时采用多版本索引技术，解决索引清理问题，有效提升了存储空间的回收复用效率。

该引擎具备高性能、高效存储以及细粒度资源控制等核心优势。可以保证数据频繁更新场景下，性能依旧稳如泰山，使业务系统运行更加平稳，来适应更多业务场景和工作负载，特别是对性能和稳定性有更高要求的金融核心业务场景。

日志无锁并行写入

日志无锁并行写入技术在写入 WAL 日志时通过原子 CAS（Compare And Swap）操作计算 WAL 写入的位置而无需对共享数据进行加锁，从而避免了加锁导致的锁争抢等待等问题。

- 每个事务写入 WAL 日志时判断当前分组是否存在 Leader，若不存在则自身成为 Leader，否则成为 Follower
- 若为 Leader 则按照事务加入分组的顺序将所有事务的 WAL 写入缓冲区；若为 Follower，则陷入休眠等待 Leader 将其唤醒

分组批量虽然写入增加了事务提交的延迟，但是有效提升了系统的吞吐量。

增量检查点技术

对数据库进行 DML 操作时，缓存中的脏数据在累积到一定量时会集中写入磁盘，届时检查点会触发刷脏数据的动作。

在系统负载重，脏页多的情况下，全量检查点在集中持久化的过程中会非常耗时，导致系统性能抖动、业务处理能力下降。

Vastbase G100 通过增量检查点，小批量、分阶段、滚筒式持久化脏页，使系统持续平稳运行：

- 维护一个脏页队列，脏页按 LSN（日志序列号）递增的顺序进入队列
- 后台刷脏工作线程持久化脏页队列中的数据页
- 记录 Checkpoint 日志，REDO 点是脏页队列中已持久化数据页的 LSN

SQL-Bypass

Vastbase G100 优化器是典型的基于代价的优化（CBO），在复杂查询的业务场景中，依据代价选出最高效的执行计划，最大限度的满足客户业务要求。

然而，该机制在处理高并发的简单 SQL 时会遇到性能瓶颈，影响执行效率。因此，Vastbase G100 中 SQL-Bypass 提供了一套新的 SQL 处理框架，对于简单 SQL，该技术在查询优化阶段和执行计划阶段进行优化：

- 查询优化阶段，针对简单 SQL 如单表上基于索引或某些列进行查询、修改、删除操作，直接跳过原有的优化器框架产生执行计划
- 执行阶段，简化执行流程，直接打开表，完成执行计划后关闭表。跳过原有迭代器模型操作流程，更快地完成执行计划。

Benefits

用户收益

自主可控

Vastbase G100 拥有完全自主知识产权，其开源内核遵循中国 Mulan PSL V2 协议，社区在国内独立运营及发展，具备独立演进的能力，为数据库国产化建设赋能。

技术路线

openGauss 是集合全球智慧打造的企业级开源数据库。从研发、商业、人才、生态等方面得到国家及各行业头部用户的高度认可和支持，是最具发展前景的技术路线。

迁移无忧

Vastbase G100 具备良好的兼容性、强大的迁移工具和专业的服务团队，在数据库迁移项目中为项目全生命周期提供解决方案，有效提高交付效率及质量。

质量保障

Vastbase G100 核心代码完全自主，海量数据持续投入专业团队参与内核研发，充分掌握体系架构与实现原理，有效保障产品质量。配套覆盖全国的售后服务网络，为用户使用提供高效支撑。

业务连续性

Vastbase G100 提供成熟、可靠的高可用集群解决方案，实现主备秒级自动切换（RTO $\leq$ 10s）；

人才保障

海量数据联合 openGauss 开展全方位的产业布局工作，产品技术现已进入多所重点高校、列入计算机等级考试体系，已然发展成最大规模的人才池，为行业提供高质量人才保障。

Scenarios

应用场景

事务型应用

产品内置成熟的关系型内核，具有良好的通用性，因此 Vastbase G100 广泛适用于各行各业的事务型业务场景，包括金融交易、电子政务、制造业生产线等。



空间数据

现在社会上、生活中处处应用着空间数据，如国土规划、地理信息、导航定位、地形勘测、3D 模型、管线管理等。Vastbase G100 提供了原生的点、线、面和多面体等多种几何数据类型，大量的几何运算函数，并对 OpenGIS 提供良好支持，适用于各种空间应用领域。



时序数据

在互联网、金融、电力、化工、机械制造等行业，存在各类型实时监测、检查与设备所采集、产生的数据。Vastbase G100 在此类场景中，提供时序数据库功能，为时序数据提供高效的采集、处理和存储能力。





电话: 010-82838118

地址: 北京市海淀区学院路 30 号科大天工大厦 B 座 6 层

官网: www.vastdata.com.cn

