



# 青云QingCloud

## 企业核心业务数据库云化转型 解决方案



- 📞 Tel : 400 8576 886
- ✉️ E-mail : contactus@yunify.com
- 🌐 Wechat : QingCloud-IaaS
- 🌐 Weibo : 青云 QingCloud
- 🌐 Twitter : yunifytech

# CONTENTS

## 目录

数字化转型与核心业务上云趋势 ..... 01

    基于分布式存储的 Oracle 解决方案 ..... 02

        解决方案设计 ..... 02

        解决方案价值 ..... 04

        关键技术与能力 ..... 05

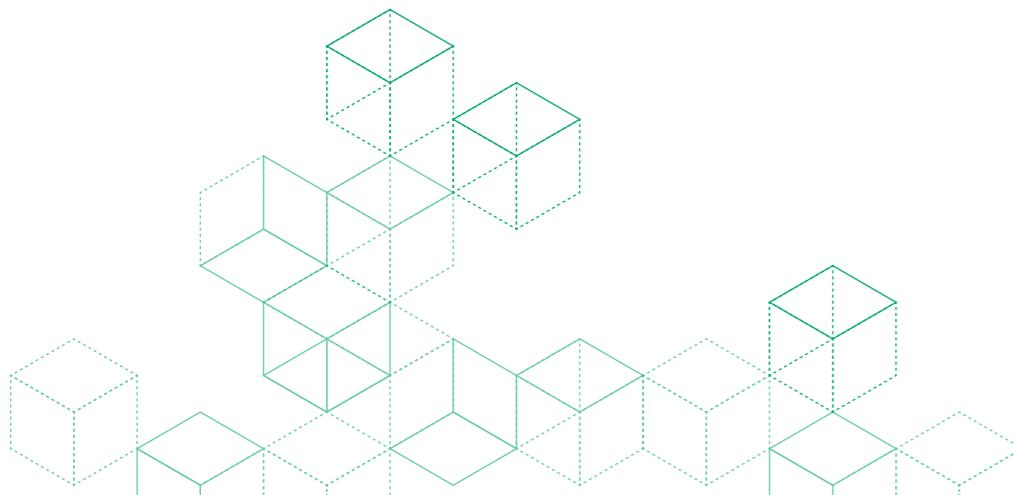
    行业客户最佳实践 ..... 06

        金融行业数据库云化解决方案 ..... 06

        电力行业 SAP 云化迁移解决方案 ..... 08

    Oracle 场景实测性能 ..... 10

    结论 ..... 12



# 数字化转型与核心业务上云趋势

在数字经济发展的背景下，数字化正在改变许多行业的运行规律，各行各业都在积极探索数字化转型。数字化转型的本质是新一代 ICT 技术驱动下的业务、管理和商业模式的重构，技术是支点，业务是内核。数字化转型的过程是利用数字化重构全部业务场景，进而通过新型应用的构建实现在传统场景难以实现的各种可能，在数据层面，则是通过数据的集中实现数据分析与挖掘的可能。

据不完全统计，企业核心业务系统中有 90% 基于数据库开发，以 Oracle 为代表的数据库系统被公认为企业 IT 系统的核心，在银行、证券、保险、能源、医疗等行业有着广泛的用户基础。企业为了实现更广泛的数据目标，要求对不断变化的数据做出实时反应的能力，要求核心业务在需求高峰期具备大规模的扩展能力，从而要求企业的核心业务数据库不断进行变革，帮助企业从数字化转型中获益。随着云计算技术的大规模应用，面对数据规模的爆炸式增长以及数据应用模式的不断丰富，基于传统集中式 IT 架构的数据库系统面临各种瓶颈。



在计算层面，经过多年发展 x86 和 ARM 芯片的计算性能和 RAS (Reliability, Availability and Serviceability，可靠性、可用性与可维护性) 都获得极高的成就，不少企业实践都证明了 x86 平台已经取代小机成为企业 IT 新的选择。在存储层面，随着基于 x86 和 ARM 平台的分布式软件定义存储 (Server SAN) 的诞生，打破了传统数据库一体机和 SAN 存储在扩展和可靠性方面的局限。在 SSD、25Gb/100Gb 以太网、Infiniband 网络技术的加持下，分布式软件定义存储在性能层面完全可以和高端存储相媲美；实时多副本机制确保数据具备极高的可靠性；同时，其开放的生态可以与分布式应用、大数据、容器与 AI 等技术架构进行对接，助力云时代核心业务的升级。

可见，企业核心数据库云化转型是企业数字化转型的必然选择。计算与存储分离的架构——“基于分布式存储的 Oracle 解决方案”或许已经成为企业核心数据库云化转型的捷径。本文将通过方案架构设计、行业用户的场景实践以及第三方研究机构评测，全方位剖析该解决方案的技术特点，研究其在业务场景中的应用实践，为行业用户提供实际的参考。

## 基于分布式存储的 Oracle 解决方案

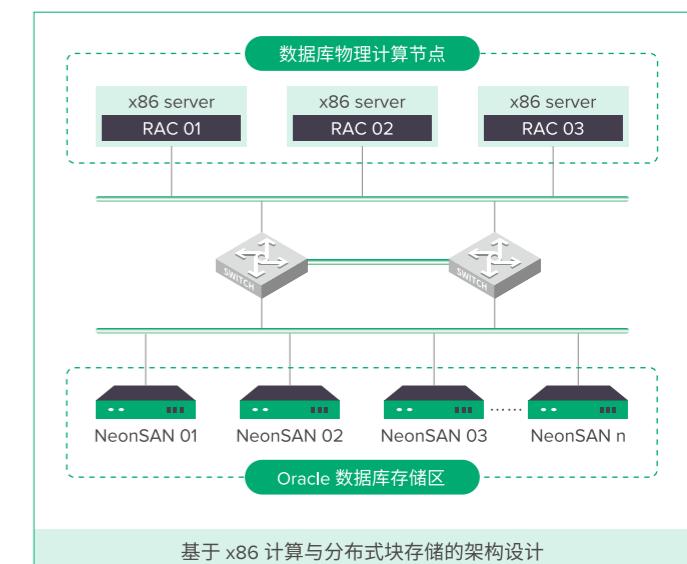


### 解决方案设计

**标准架构(一)：x86 物理服务器 + 分布式块存储 QingStor® NeonSAN**

#### 架构描述：

利用标准的 x86 物理服务器作为 Oracle RAC 的计算节点，分布式块存储 NeonSAN 作为底层的存储节点，对于高负载（并发用户数较高、IOPS 要求较高）的核心业务建议使用。此方案采用了计算与存储分离的全分布式架构，将海量数据压力分散到多个并发存储节点，系统性能（吞吐量）按照比例线性扩展，各存储节点采用 RDMA 互联，且提供负载均衡机制，有效避免单节点性能瓶颈。开放的 x86 平台取代传统数据库一体机与集中式存储设备，大幅缩短存储系统的建设和扩容周期，有效满足业务数据量激增的扩容需求，同时大幅节省采购、维保与运营成本。



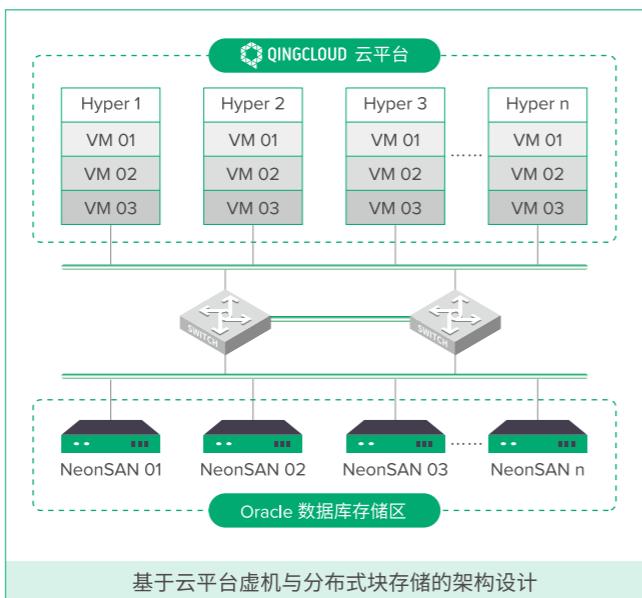
	传统数据库一体机	小型机与集中式存储
架构组成	<ul style="list-style-type: none"> <li>计算层：采用 x86 服务器作为 DB server，安装 RAC 实现负载均衡</li> <li>互联层：架构中间层，由 Infiniband 完成计算节点和存储节点的互联</li> <li>存储层：直连存储(DAS)设计</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>计算层：采用小型机作为架构中的计算节点，安装 Oracle 实例</li> <li>互联层：架构中间层，由 FC SAN 完成计算层和存储层的互联</li> <li>存储层：采用磁盘矩阵作为存储节点，配置 SAS 或 FC 磁盘</li> </ul>
业务风险	新旧模块的升级、衔接与切换等容易对业务造成影响；且无法适应新业务的需求	无法云化，难以适应新型业务的需求
扩展能力	无法实现存储的大规模扩展，只能重新购置设备	受 SAN 存储双控的限制，扩容能力有限，控制器容易成为瓶颈。
生态	封闭，无法与分布式应用、大数据、容器、AI 等技术架构对接	封闭，无法与分布式应用、大数据、容器、AI 等技术架构对接
成本	维保费用高昂，整体 CAPEX、OPEX 居高不下	维保费用高昂，整体 CAPEX、OPEX 居高不下

○ 传统集中式 Oracle 数据库架构的局限性

### 标准架构(二): 云平台虚拟主机 + 分布式块存储 QingStor® NeonSAN

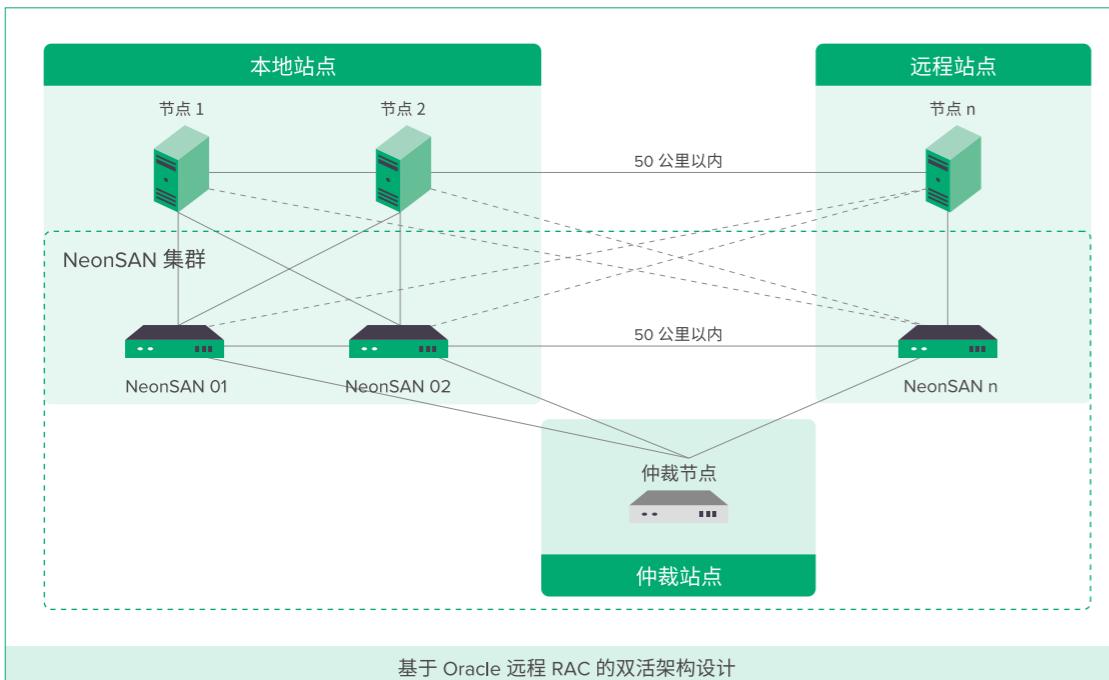
#### 架构描述

对于普通负载(并发用户数不高、IOPS 要求不高)的用户,建议采用青云 QingCloud 云平台中的虚拟主机作为 Oracle RAC 的计算节点,分布式块存储 NeonSAN 作为底层的存储系统为云平台提供高性能、大容量的共享块存储服务。在云平台虚机里运行 Oracle 实例, RAC 集群的不同实例分布在不同 hyper 的虚机上,保障高可用性。此方案是面向云计算的全分布式架构,支持业界主流的云计算平台(VMware、QingCloud、OpenStack 等),NeonSAN 在为企业核心业务提供稳定支撑的同时,也可以与大数据、容器、AI 等技术架构无缝对接,供高效、稳定的存储服务,实现所有数据的智能管理与运维,满足未来各种创新业务的需求。



基于云平台虚机与分布式块存储的架构设计

### 双活架构: Oracle 远程 RAC (Extended RAC)+ QingStor® NeonSAN 拉伸集群



基于 Oracle 远程 RAC 的双活架构设计

#### 架构描述

Oracle RAC 节点分布在不同的数据中心,通过将业务负载(包括写请求)均匀地分布到各个 RAC 节点,远程 RAC 的物理数据库被跨站点的各个 RAC 节点所共用。存储层面,NeonSAN 存储集群的节点也分布在不同的数据中心,提供存储端的数据高可用,配合远程 RAC 实现 Oracle 业务的双活。当单个站点整体故障,如发生火灾时,业务负载可以被转移到存活的其他站点,由其接管数据库,实现业务端到端的双活透明切换。

基于 NeonSAN 拉伸集群的远程 RAC 与普通 RAC 配置完全相同,没有任何的额外配置,也无须将表决盘放置在第三站点,优于传统存储的解决方案。在基于传统存储的双集群架构下,可能存在双集群脑裂驱逐不一致的风险,即本地站点的 RAC 节点和远程的存储节点被同时驱逐,导致本地站点业务无法访问,而未被驱逐的远程节点又无法访问远程站点的存储,最终导致整个 RAC 所有实例挂掉,无法继续提供服务,丧失高可用性。本架构中 NeonSAN 以整体形式对外提供服务,可有效避免类似问题的出现。

## 解决方案价值



#### 满足混合负载的高性能需求

QingStor® NeonSAN 是一款面向云时代企业关键业务的软件定义分布式 SAN 存储系统,采用全闪架构与 RDMA 网络设计,提供分布式 Active-Active 双活,时延亚毫秒的情况下可提供数百万 IOPS 的性能值,保障 Oracle RAC 等关键业务数据库(OLTP)与数据仓库(OLAP)高效稳定运行。



#### 高可靠与数据一致性保障

NeonSAN 提供数据分片及多副本策略,保障多副本间的强一致性;软、硬件架构采用多路径和冗余机制,各组件可独立完成故障检测、修复和隔离,再辅以强大的容灾能力,确保业务系统的稳定运行。



#### 按需灵活扩展

NeonSAN 基于标准的 x86 通用硬件,采用全分布式架构设计,通过横向扩展硬件节点线性增加存储集群的容量与性能,可实现以任意节点数为单位的在线平滑扩容,新增节点可立即投入业务,避免集群扩容对业务的影响。



#### 易维护,低 TCO

基于 NeonSAN 平台的数据恢复、迁移及扩容后进行容量均衡时上层业务无感知,触发时间可任意指定,新增节点可立即投入业务,减少集群扩容和故障对业务的冲击,辅以全方位的运行状态监控和智能的存储介质寿命监控,大幅度降低 TCO。

## 关键技术与能力



### 极致性能：软件和硬件的高效匹配

NeonSAN 采用最简 I/O 路径设计，直接管理裸设备，不使用文件或者对象存储作为中间格式，节省格式转换的消耗，达到效率最优。同时，NeonSAN 支持最新的 NVMe SSD 和 25Gb /100Gb RDMA 技术，通过高效率的软件架构设计，最大程度发挥硬件的潜在性能。



### 可靠性设计：不同维度的高可靠设计

在软件模块层面，NeonSAN 采用高度冗余的多路径机制，当某个通路发生故障的时候，可自动切换到其他通路完成 IO。在数据层面，NeonSAN 支持数据分片及多副本策略，提供多副本间的强一致性，确保数据高可靠。在硬件和网络层面，NeonSAN 采用多层次冗余硬件和网络架构，规避单点故障，各组件可独立完成故障检测、修复和隔离，确保系统稳定运行。此外，NeonSAN 提供同步复制、异步复制及两地三中心等不同的容灾方案，保证用户的数据安全和业务的延续性。



### 服务能力交付：端到端的专业服务支持

青云 QingCloud 联合国内顶尖的数据库服务领域的合作伙伴，可以为用户提供端到端的数据库相关服务，包括但不限于如下类型的服务：

领域	服务内容
数据库方案设计与实施	<ul style="list-style-type: none"> <li>数据库高可用架构设计与实施</li> <li>数据库灾备架构的设计与实施</li> <li>网络改造、存储迁移、集群扩展等方案设计与实施</li> </ul>
数据库性能优化	<ul style="list-style-type: none"> <li>数据库性能分析</li> <li>数据库与存储参数调优</li> <li>SQL 调优</li> <li>数据库优化方案的设计与实施</li> </ul>
其他专业服务	<ul style="list-style-type: none"> <li>数据库安全</li> <li>数据库运维</li> <li>数据库紧急救援等</li> </ul>

## 行业客户最佳实践



### 金融行业数据库云化解决方案

在数字经济发展的背景下，数字化正在改变许多行业的运行规律，各行各业都在积极探索数数字化浪潮中金融是最活跃的行业之一。在金融业数字化转型中，构建自主可控技术体系成为关键，金融行业逐步明确了 IT 系统国产化与自主可控的建设要求。随着云计算、AI、大数据技术的发展，软件定义存储相关技术在金融行业的应用逐步从边缘业务向核心业务升入，作为支撑业务的核心数据库系统也面临着全面向云转型的技术变革。



#### ○ 金融企业核心数据库技术架构过渡评估

目前，Oracle 等商业关系型数据库在金融行业的核心业务中还扮演着重要的角色，使用国产或者开源关系型数据库进行替代，则需要对目前的业务系统进行大范围的更新和重构，无法一蹴而就。现阶段，传统商业关系型数据库与国产分布式存储的组合逐渐成为应用的主流：一方面无需对数据库和前端业务应用做大幅改造，另一方面，国产分布式存储日渐成熟，在稳定性、可用性与性能方面已经可以与国外传统存储媲美，帮助金融企业先从基础架构设施层面减少对国外存储产品的依赖。

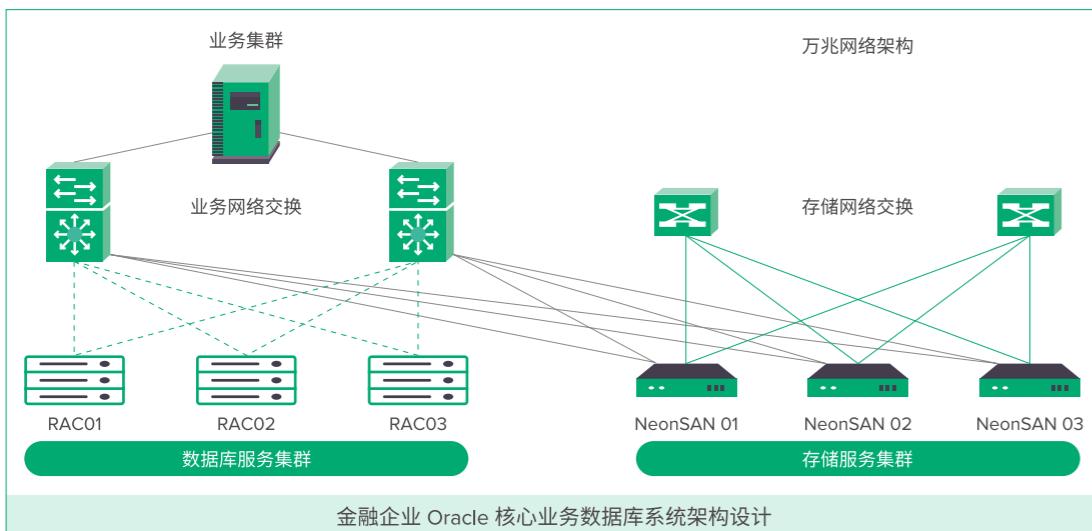
以某金融企业为例，分析其实际核心数据库场景的需求，基于 Oracle RAC 和分布式块存储 QingStor® NeonSAN，进行解决方案的构建。

解决方案	虚机运行 Oracle RAC+ 分布式块存储 QingStor® NeonSAN	X86 物理机运行 Oracle RAC+ 分布式块存储 QingStor® NeonSAN
业务场景	普通负载的业务	重负载的核心业务
数据库容量规划	小于 5T	大于 5T
预计月度数据增量	小于 20%	大于 20%
并发用户数	小于 600	大于 600
基础架构相关	基于云平台	基于小型机或数据库一体机，需要评估原有平台的数据库特性在 x86 平台是否可用
网络	10Gb/25Gb 以太网	25Gb/100Gb 以太网

## 客户价值

- 完成核心业务数据库系统从传统数据库一体机向 x86 平台的迁移，有效解决原有平台的升级与扩容问题，为云计算时代的业务提供强劲与敏捷的支撑。
- 更快的查询速度和更快的报表运行速度，推动业务决策的快速制定。经过业务场景实测，基于新架构的复杂视图查询响应时间从 20 分钟以上缩小到 2 分钟，复杂 SQL 执行效率从分钟级缩小到秒级，实现效率 100% 的提升。
- 全分布式架构使得数据库的扩容时间从几个月提升至几天，提升速度高达 10 倍，有效满足业务数据量激增的扩容需求，助力业务平滑快速地发展。

## 电力行业ERP云化迁移解决方案

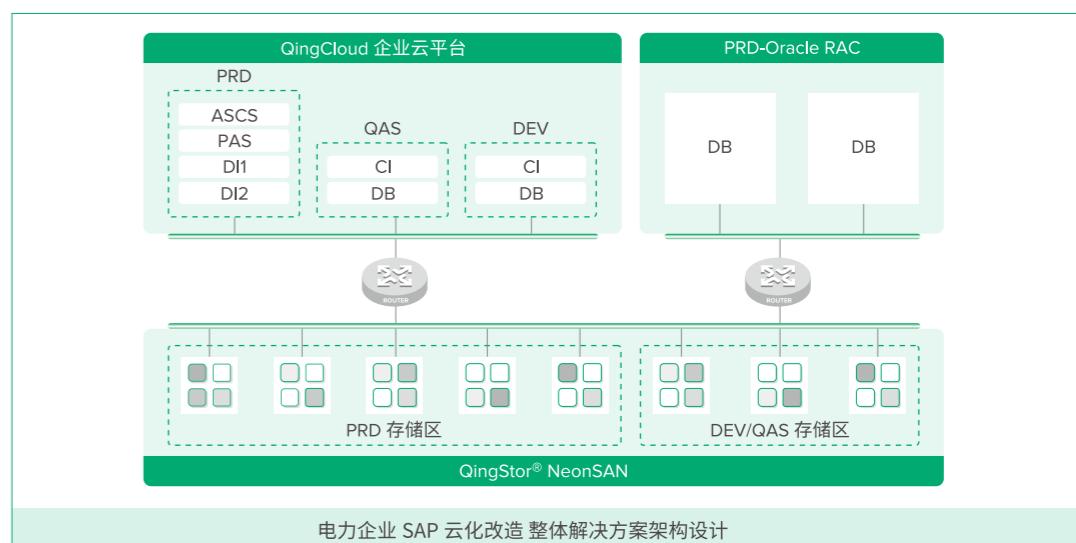


核心业务数据库 Oracle RAC 运行在 x86 物理机上，采用 NeonSAN 构建分布式存储服务集群，将 NeonSAN 大容量高性能共享盘做为 RAC 节点 Oracle 数据库的数据盘使用，支持 Oracle ASM 进行管理。

NeonSAN 面向闪存的系统架构设计，提供分布式 Active-Active 双活，具备业界领先的高性能与低延时能力，保障 Oracle RAC 等关键业务数据库(OLTP)与数据仓库(OLAP)高效稳定运行。NeonSAN 可有效避免传统数据库一体机升级重启与扩容问题，任何网络与组件故障上层业务无感知，在提供出色性能的同时保障了 Oracle 关键业务的连续性。此外，凭借领先的全栈云计算解决方案能力，青云 QingCloud 在业务连续性解决方案领域耕耘多年，提供完备的小型机、Oracle 一体机的异构迁移方案的咨询与实施服务，帮助各行业客户的 IT 系统持续稳定地创造价值。

随着国家“互联网+”行动计划、云计算和大数据战略深入推进，互联网、电信等行业已经广泛采用 x86 环境构建大规模 IT 基础平台，基于 x86 环境的系统软件和应用软件也更加成熟可靠，同时 x86 平台下的自动化运维带来运维的极大便利。在建设一体化“国网云”平台等行业纲领的指引下，电力企业也希望能够把握云计算与数字化转型潮流的契机，以分布式系统为核心实现 IT 基础资源的标准化封装和按需供应。

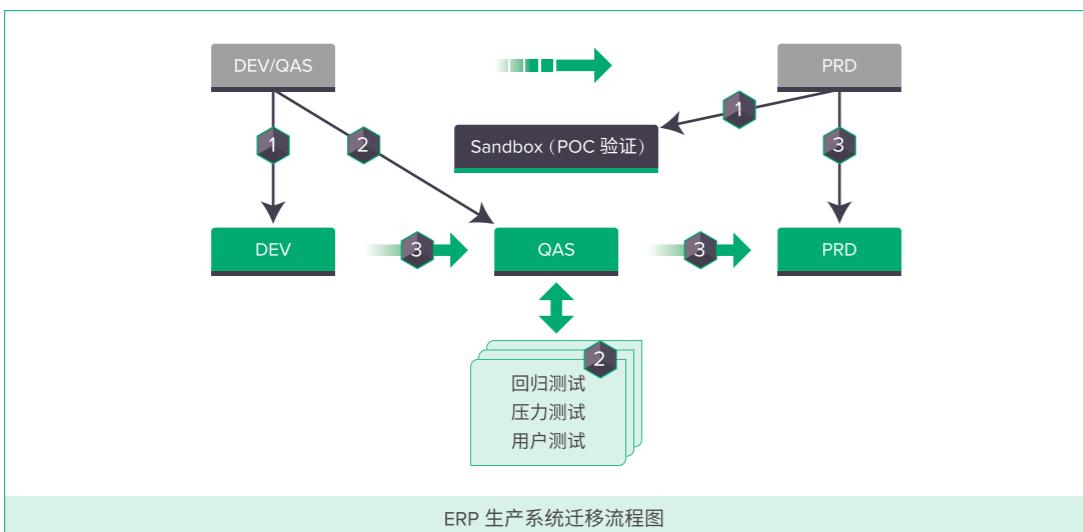
电力企业核心 ERP 生产环境普遍采用 SAP，后端是定制版本的 Oracle 数据库，由小型机提供计算服务，由传统集中存储 FC-SAN 提供存储服务。这套架构已累计运行多年，普遍存在系统设备老化、性能低下，系统集成复杂度高，无法扩展等问题，迫切需要转型升级，确保 ERP 核心业务稳定运行的基础上，还能支撑“互联网+”创新业务发展。



搭建 QingCloud 企业云平台, SAP 中间件部署在云平台上, 关键实例基于功能低耦合设计, 将不同功能实例拆分部署利于后期扩展, 通过云的自动化调度及管理能力, 有效降低因硬件失效而导致的应用停机的风险。将 ASCS 和 ERS 独立部署并配置 HA 主备模式, 以便管理 SAP 应用集群。SAP 后端的 Oracle 数据库采用 x86 集群部署, 可显著降低小型机与集中式存储高昂的采购费用与维保费用。

在存储架构层面, 采用全 x86 分布式存储 QingStor® NeonSAN 作为核心的存储平台, 其基于全闪存的系统架构可实现单卷 10 万 IOPS, 打破目前数据库的性能瓶颈, 可通过增加节点数量即实现性能及容量的双重扩展。NeonSAN 的多副本且强一致性机制可整体提高数据可靠性, 同时可避免节点硬盘故障而导致的读写性能下降甚至不可用状况发生。

青云QingCloud 与合作伙伴一起提供一整套完善的 ERP 迁移与测试方案, 先通过搭建沙箱环境, 进行 POC 环境的模拟, 完成软件版本与内核的验证, 然后将开放测试架构拆分和复制, 在 QAS 质量保证系统中进行回归测试、压力测试与用户测试, 并将 DEV 开发系统的程序在原始与新环境之间做同步调试, 标记将来生产系统迁移后需要补传的请求。在进行生产环境的迁移之前, 使用沙箱环境进行迁移的模拟, 记录迁移的步骤、耗时、突发问题等, 进行风险的把控与调整。最后, 按照设定的顺序和步骤, 标记生产偏移量, 进行 DEV 开发系统环境的切换和生产系统 PRD 环境的迁移, 从而完成整个 ERP 生产环境的迁移。



#### 客户价值

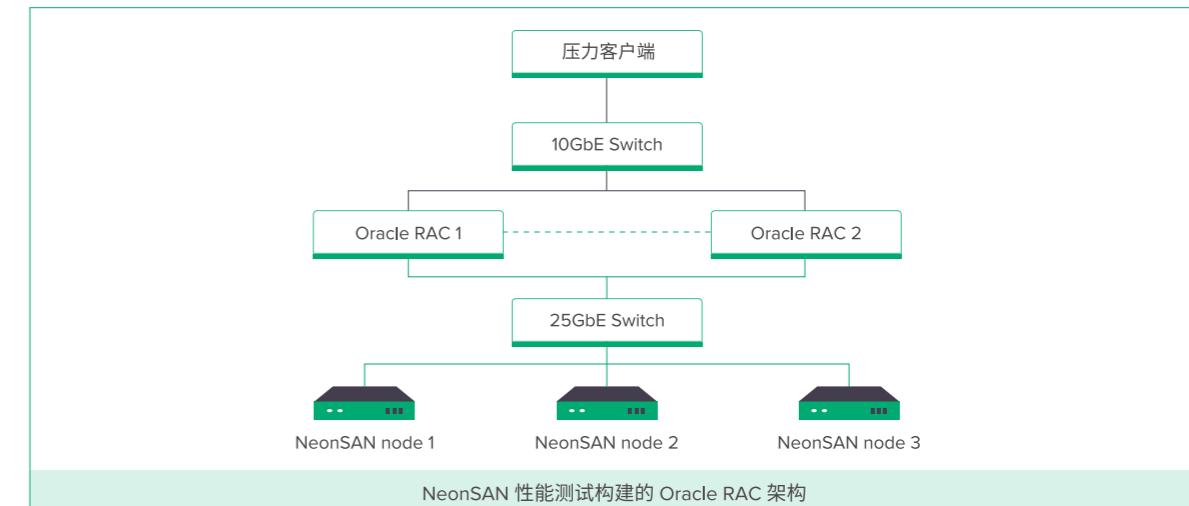
- 实现 ERP 系统的升级改造, 将新一代数据架构从小型机迁移 x86 的开放平台, 大幅提升电力企业核心业务系统的运维体验与持续运营能力。
- 依托云平台实现资源调配更弹性灵活, 数据利用更集中智能, 服务集成更统一高效, 应用开发更快速便捷的目标, 全面提升 IT 架构在数字化转型阶段对各类业务的支撑能力。
- 构建区别与传统 SAN 模式的高可用、高冗余、高性能的分布式数据存储平台, 数据库性能较以前架构多个维度指标提升 10 倍以上的响应速度提升。

## Oracle 场景实测性能



E 企研究院根据企业关键应用的特点, 使用 x86 服务器、Intel NVMe SSD 和 25GbE 构建了 Oracle RAC 数据库环境, 用以评估 NeonSAN 在 OLTP 中的性能表现。

测试环境构成如下:



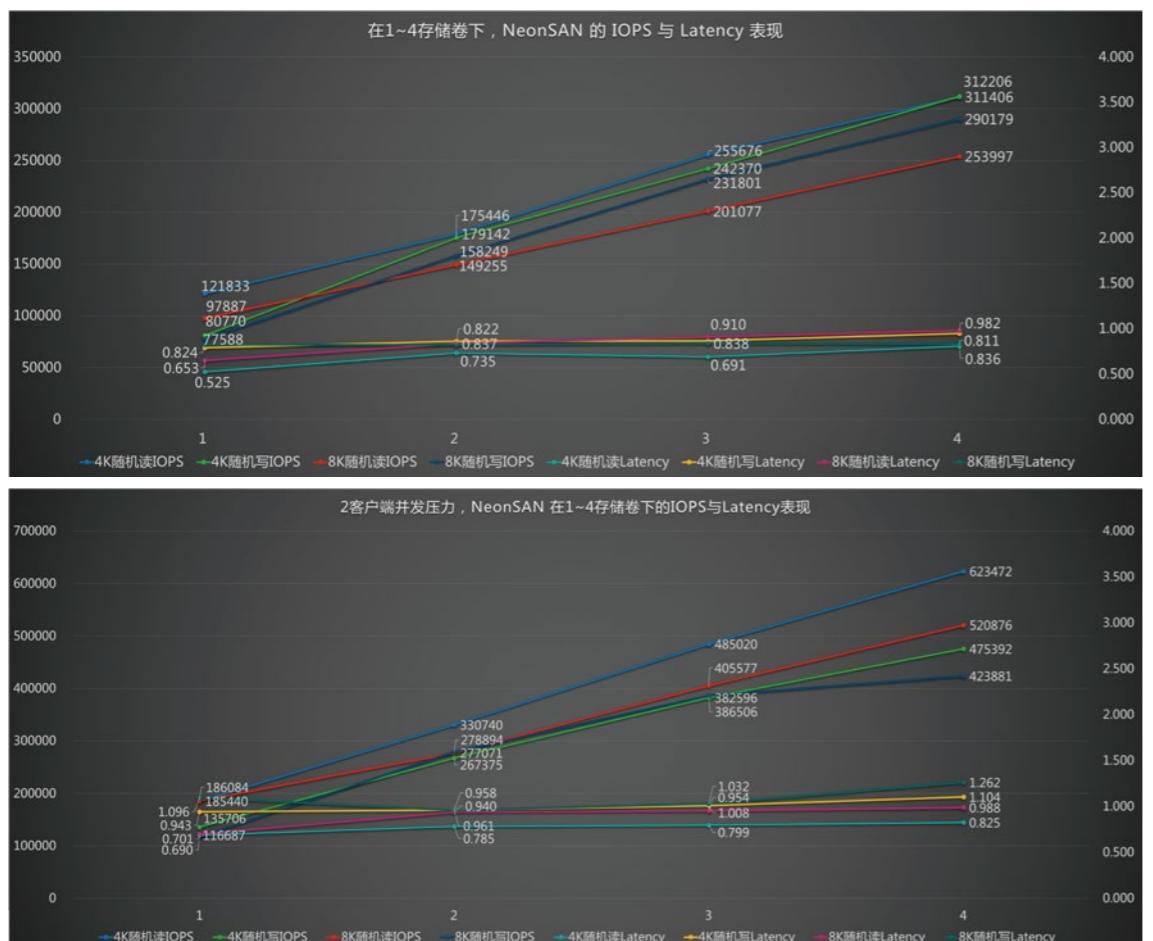
压力客户端	Oracle RAC 节点配置	NeonSAN 节点配置
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intel(R) Xeon CPU E5-2630 v4 @ 2.20GHz x 2</li> <li>Samsung DDR4 2400MHz 16G x 4</li> <li>Mellanox CX4 10G x 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intel(R) Xeon CPU E5-2698 v4 @ 2.40GHz x 2</li> <li>Micron 2133MHz 32G x 4</li> <li>Mellanox CX4 25G x 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intel(R) Xeon SP Gold 6140 CPU @ 2.30GHz x 2</li> <li>Samsung DDR4 2666 MHz 16G x 4</li> <li>Mellanox CX4 25G x 2</li> <li>Intel P4510 8T x 4</li> </ul>

#### 基准性能测试(NeonSAN 单卷)

	IOPS	延时		IOPS	延时
4K 随机读	121,833	0.525	8K 随机读	97,887	0.653
4K 随机读 (2 客户端)	185,440	0.690	8K 随机读 (2 客户端)	186,084	0.701
4K 随机写	80,770	0.791	8K 随机写	77,588	0.824
4K 随机写 (2 客户端)	135,706	0.943	8K 随机写 (2 客户端)	116,687	1.096

从测试结果来看，在单台客户端下发压力情况下，4K 与 8K 随机读写性能都能接近或超过 10 万 IOPS，且平均响应时间在 0.5~0.8ms 之间；在 2 台客户端并发压力下，相对于单一压力客户端，其有超过 50% 的总体性能提升，而延迟增加则并不明显。

### 基准性能测试(NeonSAN 多个存储卷)



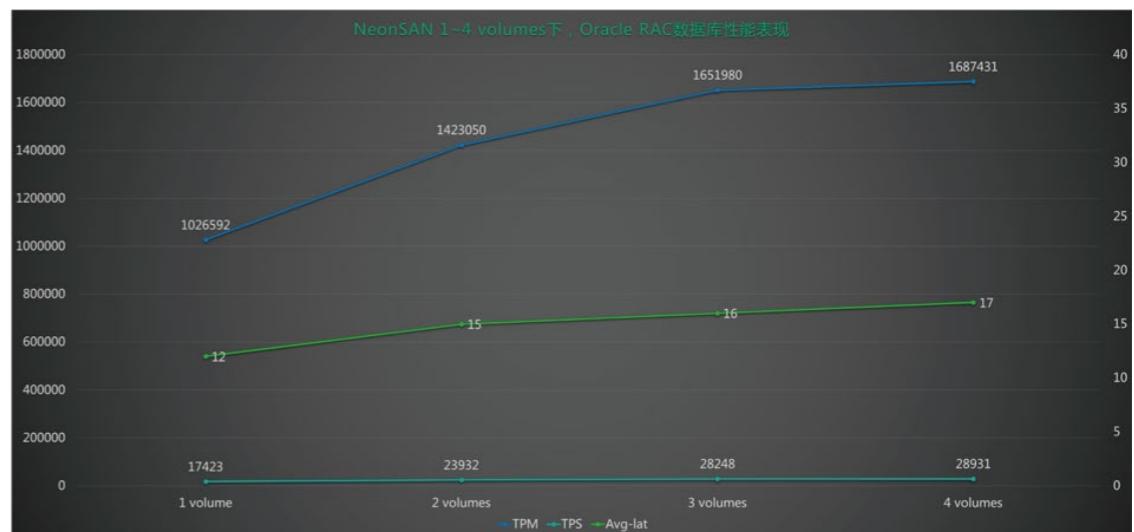
- 逐步增加 NeonSAN 存储卷后，在单一压力客户端和 2 台并发压力客户端下，NeonSAN 存储性能都能实现线性增长

随着 NeonSAN 卷数量的增加，其性能线性增长，而平均响应时间的增长幅度并不明显。在单台客户端性能测试中，在配置 4 个 NeonSAN 卷时，4K 随机读写和 8K 随机读性能均在 30 万 IOPS 左右，8K 随机写性能则能超过 25 万 IOPS，平均响应时间则均控制在 1ms 以内。

相比于单台压力客户端，在 2 台客户端并发压力下，NeonSAN 在多个存储卷下均有 50% 的总体性能提升。这意味着 NeonSAN 能够更好地支持分布式应用环境。

### Oracle RAC 场景性能测试

E 企研究院为 Oracle RAC 数据库环境共分配 4 个 1TB 容量的存储卷，分别测试其在 1~4 个卷下的 Oracle 数据库性能表现。Oracle RAC 数据库测试配置：SGA=50G，测试数据量 =200GB；数据库行为权重：用户注册 =15，信息更新 =15，浏览查询 =90，采购订单 =40，处理订单 =5，查询订单 =5。具体表现如下图：



在 Oracle RAC 测试中，在配置 3 个卷作为 Oracle 数据库存储时，获得超过 165 万 TPM (Transactions Per Minute, 每分钟事务处理数)。通过监控画面可以看到，Oracle 服务器的 CPU 平均利用率已经超过 75%。结合以往 E 企研究院的测试经验来看，通常情况下，服务器 CPU 利用率超过 70% 就意味着已经达到最佳计算性能，即使再增加负载，CPU 占用率可能会进一步提升，但就应用来看，其性能并没有增加，反而延迟可能会出现不利影响。

从测试结果来看，在配备 3 个 NeonSAN 卷做 Oracle 数据库存储时，整个 Oracle RAC 环境就已经达到最高性能。即使受到 Oracle 数据库服务器计算性能的影响，在此 Oracle RAC 数据库环境中，也取得了超过 165 万 TPM 的性能，平均 TPS (Transactions Per Second, 每秒事务处理数) 接近 3 万，且完成每个事务处理的平均响应时间在 15ms 左右，能够支撑绝大多数的企业关键应用负载。

测试表明，NeonSAN 分布式存储解决方案不仅是一款优秀的 Server SAN 产品，具备高可用、可扩展性以及无锁定等特点，同时借助 NVMe SSD+25GbE 网络技术，能够提供极高的性能和极低的 I/O 响应时间，完全有能力满足企业关键应用负载提出的苛刻性能需求，助力企业向混合云迈进，为数字化转型奠定坚实基础。

## 结论

数字化转型时代业务与技术变得更加密不可分，作为驱动业务发展引擎的企业核心数据库迫切需要向云转型。以 QingStor® NeonSAN 为代表的“基于分布式存储的 Oracle 解决方案”不仅打破了传统数据库系统在性能、稳定性与扩展性方面的瓶颈，还可以与云时代分布式应用、大数据、容器、AI 等技术架构无缝对接，成为企业核心数据库云化转型的理想捷径。

