

技术验证

思科统一计算系统 (UCS) 平台上各种超融合方法的 任务关键型工作负载性能测试

作者: Tony Palmer 和 Kerry Dolan, 高级验证分析师
2019 年 2 月

本 ESG Lab 报告由思科公司委托编写, 并经 ESG 许可发布。

目录

引言	3
背景	3
在 HCI 上支持第 1 层工作负载	3
评估 HCI 解决方案时要考虑的关键指标	4
业界提供 HCI 的方法 - 经过验证的软件与完全工程化的设备	4
HCI 分布模式	4
思科的完全工程化 HCI 方法	5
ESG 技术验证	7
任务关键型工作负载测试	7
使用 Vdbench 工具汇聚测试 IOPS	8
ESG 测试	8
更重要的事实	16

ESG 验证报告

ESG 验证报告旨在向 IT 专业人员介绍适合各种类型、各种规模的企业的信息技术解决方案。ESG 验证报告并非用于替代做出采购决定之前应执行的评估流程，而是提供对相关新兴技术的评估意见。我们的目标是探究一些更有价值的 IT 解决方案的特性和功能，展示如何利用它们来解决客户真正的问题，并确定需要改进的地方。ESG 验证团队提供的专业第三方观点来源于我们自己的实践测试，以及对在生产环境中使用这些产品的客户的采访结果。

引言

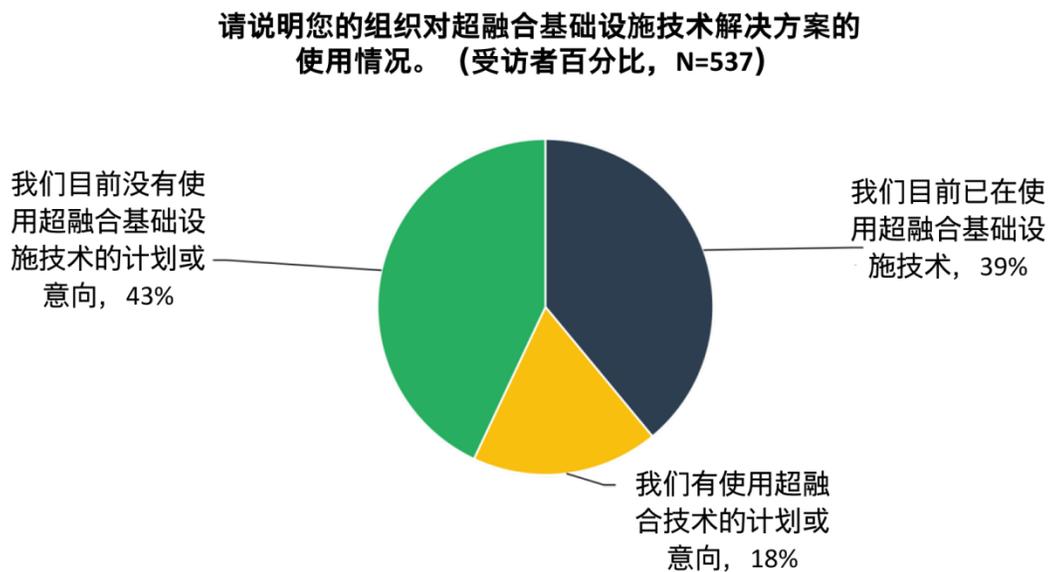
本报告记录了 ESG Lab 对思科 HyperFlex 超融合基础设施 (HCI) 性能测试的审核与验证结果。此测试的重点是比较思科 UCS 上完全工程化的思科 HyperFlex 全闪存解决方案与其他主要供应商的两款纯软件 HCI 产品（均经过独立验证，可在思科 UCS 硬件上运行，为任务关键型工作负载提供服务）。

背景

为了应对业务的迅猛发展，当今的组织必须具有极强的敏捷性和灵活性，确保能够在任务关键型生产环境中快速添加应用和虚拟机 (VM)。要达到这种级别的敏捷性，很难依靠相互孤立且需要单独管理的静态计算、网络和存储设备。因此，超融合基础设施 (HCI) 成为新的宠儿。HCI 以灵活、可扩展且易于部署的软件定义计算、网络和存储设备提供集中管理的统一解决方案。

从采用率看，HCI 自问世以来增长十分迅猛。ESG 的研究也不断证实 HCI 的受欢迎度：在 ESG 的一项研究中，57% 的受访者表示他们目前正在使用或计划使用 HCI 解决方案。¹ 考虑到促使他们选择 HCI 的因素，这样的结果不足为奇。受访者选择最多的部署驱动因素包括改善可扩展性 (31%)、优化总拥有成本 (28%)、易于部署 (26%) 和简化系统管理 (24%)。

图 1. 组织对超融合基础设施解决方案的使用情况



来源：Enterprise Strategy Group

在 HCI 上支持第 1 层工作负载

要想将过去保留给三层架构或融合基础设施 (CI) 解决方案处理的任务关键型工作负载迁移到 HCI，组织必须认真考虑他们选择的解决方案。如果 HCI 解决方案没有针对所要处理的工作负载要求进行优化，那么在支持复杂的工作负载时，就有可能出现架构上的不足。为支持第 1 层工作负载而部署的 HCI 平台不仅需要具备高 IOPS 和低读取/写

¹ 来源：ESG Master Survey Results, [Converged and Hyperconverged Infrastructure Trends](#)（融合和超融合基础设施发展趋势），2017 年 10 月。

入延迟，还应确保这些性能参数稳定不变且可以预测。这是因为，要最大限度提高整个组织的最终用户工作效率，关键在于提供可预测的性能，并减小虚拟机的性能波动。

评估 HCI 解决方案时要考虑的关键指标

简便性不再是唯一的优先考虑因素。随着越来越多的 HCI 解决方案走入市场，性能也成为关键的选购标准，但许多解决方案仍不能始终如一地提供任务关键型工作负载所需的高性能。虽然 x86 服务器上运行的第一代 HCI 架构通过商品级交换机连接，但是由于第 1 层工作负载在性质上属于任务关键型工作负载，所以纯软件 HCI 公司必须在思科 UCS 等可信任的企业级硬件上验证其软件解决方案。

每秒输入/输出操作数 (IOPS) - 采用基于闪存的存储大幅减少了传统共享存储环境中的 I/O 难题，但是在 HCI 这样的集群环境中，由于节点之间的网络连接以及为 HCI 解决方案提供支持的软件层不同，IOPS 总数可能存在极大差异。对于 HCI 部署，评估集群的 IOPS 总数及 IOPS 稳定性非常重要。自虚拟化计算出现以来，确保虚拟机性能始终如一就一直是个难题。而在 HCI 部署中，根据软件层在整个集群中写入数据的方式，虚拟机“霸占资源”的问题可能更加显著。

延迟 - 虽然 IOPS 是一项重要的性能指标，但在选购 HCI 解决方案时，还应考虑与应用相关的延迟。像 HCI 这样的集群环境可能会在存储性能、软件响应能力和网络吞吐量等方面存在多种瓶颈，这些因素都有可能造成应用延迟。延迟越高，应用对用户的响应能力就越低。

- **读取延迟** - 存储控制器查找并提供正确数据块所需的时间。对于本报告中评估的闪存存储，此延迟包括闪存子系统查找所需数据块、准备传输和进行网络传输所花费的时间。
- **写入延迟** - 这是存储控制器完成所有数据块写入相关活动所花费的时间，包括确定正确的数据位置，执行需要开销的活动（数据块擦除、复制和“垃圾回收”），然后进行写入并向主机确认写入。
- **总延迟** - 总延迟就是根据应用使用的读取和写入比率计算得出的读取延迟与写入延迟之和。例如，对于读取和写入占比分别为 70% 和 30% 的工作负载而言，总延迟是读取和写入结果（根据其各自的百分比进行加权计算）的平均值。

业界提供 HCI 的方法 - 经过验证的软件与完全工程化的设备

HCI 已被公认为模块化数据中心概念发展过程的下一阶段。其目标是将机架级融合基础设施 (CI) 简化为节点级部署。HCI 并非通过通用软件平台管理的三层基础设施，而是结合使用虚拟化计算和软件定义的存储（通过软件层集成并部署在单个机箱中）来创建节点。节点通过网络交换机连接，形成一个共享资源池，可以通过向集群中添加新节点来按需扩展。需要注意的是，供应商在市场上推出的 HCI 解决方案采用了不同的方法。

HCI 分布模式:

纯软件 HCI: 此模式侧重于使用软件层将计算和存储集成到单一节点。用户购买 HCI 软件后，可将其安装在内部服务器上，或由第三方安装在行业标准服务器上。由于初始 HCI 部署通常是为了支持第 2 层或第 3 层工作负载，因此为了保持低成本，这些软件通常部署在现成的服务器上，并通过商品级交换机连接。随着 HCI 日趋成熟且部署的关键工作负载日益增多，组织已经开始要求 HCI 在可信任的硬件平台上运行。必须注意的是，并非所有硬件制

造商都进行了相同的验证，因此建议潜在用户仔细阅读此类部署的细则。在未经过所有相关方验证的硬件平台上部署软件可能会导致责任推诿并增加风险，其风险程度可能超过了一些组织愿意承受的范围。

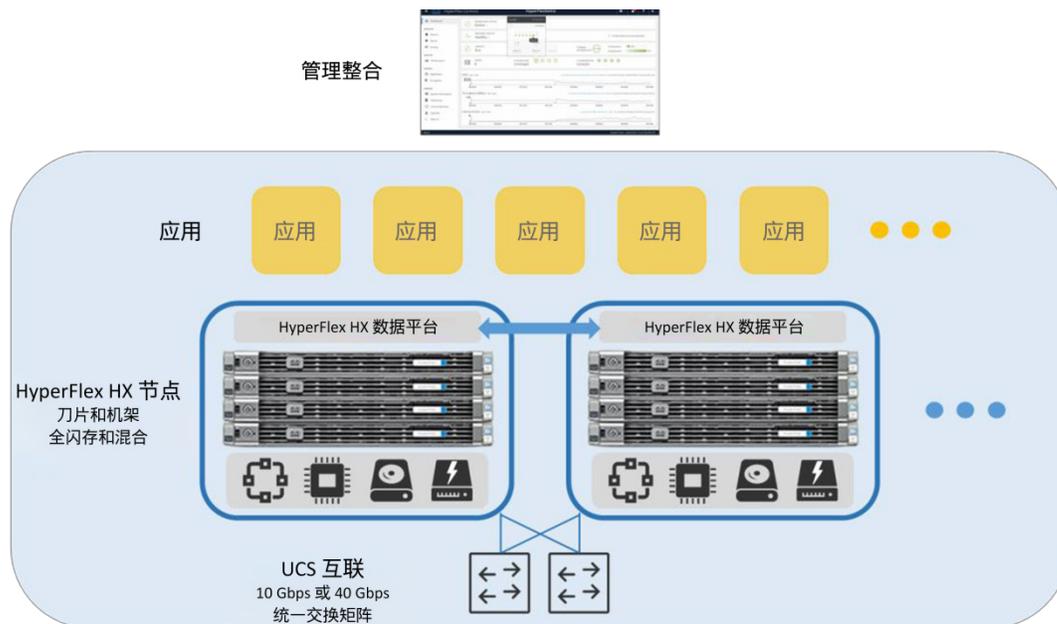
完全工程化 HCI：此模式旨在提供最简单的 HCI 解决方案部署方法。这种方法主要由第 1 层供应商销售，选择此方法的用户可获得构建于可信任的硬件平台之上，并在出厂时已预装软件的设备。供应商之所以采用这种方法，是因为这使他们可以在一个简单的设备中，跨计算、网络和存储资源设计并优化每个 HCI 组件。完全工程化 HCI 解决方案可确保向用户交付经过厂家验证的配置，其操作和支持由单一的计算、网络和存储软件来源提供保证，从而消除了一定程度的风险。必须注意的是，有些设备是硬件供应商和软件供应商合作制造的，硬件层与软件层之间的优化程度不尽相同，可能会因而影响整体性能。

思科的完全工程化 HCI 方法

思科 HyperFlex 是完全工程化的超融合系统，它集计算和软件定义存储于一身，并且完全集成了专门针对 HCI 平台上的东西流量而优化的网络功能。这个全面集成的平台经过精心设计，不仅支持单独扩展资源，而且能够提供始终如一的出色性能。思科 HyperFlex 的设计开发依托于思科 UCS，不仅具备 HX 数据平台分布式文件系统在超融合方面的优势，而且兼具 UCS 平台的优势（例如基于策略的服务器和网络自动化）。

对于从任务关键型核心数据中心应用到远程位置的边缘到边缘工作负载，它也能提供支持。最新的 HX 3.0 版更新在 VMware ESXi 的基础上，增加了对 Microsoft Hyper-V 以及多云和容器化环境的支持。要实现高可用性配置，HyperFlex 部署必须使用至少包含三个节点的集群：其中至少两个节点用于进行数据复制，第三个节点则用于防止单节点故障。

图 2. 思科 HyperFlex 超融合基础设施



来源：Enterprise Strategy Group

HyperFlex HX 系列节点的设计依托于思科 UCS 平台，除了采用最新一代 Intel Xeon 处理器，还包括以下组件：

- **思科 HyperFlex HX 数据平台。** 任何 HCI 解决方案的核心都是软件平台，HX 数据平台就是专为 HCI 软件定义存储设计开发的平台。HX 数据平台在每个节点上作为控制器运行，是高性能的分布式文件系统。它将整个集群中的所有 SSD 和 HDD 容量组合成基于对象的分布式多层数据存储，在整个集群中均匀地进行数据条带化。它还可提供快照、精简配置和即时克隆等企业数据服务。它通过在整个集群中根据策略复制数据，来确保高可用性。它还能通过在内存、缓存和容量层中动态放置数据来优化应用性能，并利用无间断线内重复数据删除和压缩技术来优化容量。
 - 与虚拟机监控程序访问的卷相关的读取和写入请求，也全部由 HX 数据平台处理。通过在整个集群中均匀地进行数据条带化，可以避免网络和存储资源的使用过于集中，并确保虚拟机无论位于何处都能实现最佳的 I/O 性能。在执行写入时，系统会先写入本地 SSD 缓存并同步复制到远程 SSD，然后确认写入。在执行读取时，系统会尽可能先从本地 SSD 读取，再从远程 SSD 中检索。
 - HX 数据平台的日志结构文件系统是分布式对象存储，采用可配置的 SSD 缓存来加快读写速度，并在 HDD（混合）或 SSD（全闪存）持久层部署容量。当数据转发到持久层后，系统会通过一次连续的操作来写入数据，以提高性能。在数据转发过程中，系统会进行线内重复数据删除和压缩；只有在确认写入后才开始移动数据，因此性能不会受到影响。
- **思科 UCS 纯计算节点。** 集群中可以结合使用 UCS 刀片服务器和机架式服务器，使任意两个节点之间只有一个网络跃点，以实现最大东-西带宽和低延迟。HyperFlex 允许修改 CPU 密集型刀片服务器（计算节点）与存储密集型容量节点（HX 节点）的比率，因此用户可以随着应用需求的变化而优化系统。节点可以是全闪存节点或混合节点。
- **思科统一交换矩阵 - UCS 6200/6300 交换矩阵互联（支持软件定义网络）。** 交换矩阵中的高带宽、低延迟 40 Gbps 和 10 Gbps 连接可确保在整个集群中安全地分布和复制数据，从而实现高可用性配置。这种网络设计可确保 HX 集群能够轻松安全地实现扩展。单跳架构旨在最大限度提高存储软件的效率，以便增强整体集群性能。
- **思科以应用为中心的基础设施 (ACI)（支持自动调配）。** ACI 可使网络部署、应用服务和安全策略任务实现自动化，并按定义的服务配置文件自动分配工作负载。这有助于在提高部署速度、准确性和安全性的同时，降低部署成本。ACI 会自动路由流量来优化性能和资源利用情况，并绕过资源使用过于集中的位置重新路由流量，以实现最佳性能。
- **精选的行业领先虚拟机监控程序，包括 VMware ESXi 和 vCenter 以及 Microsoft Hyper-V。** 虚拟机监控程序和管理应用已预先安装，可提供涵盖所有硬件和软件且令人熟悉的管理界面。

思科 HyperFlex 可提供诸多优势，包括：

- **出色的性能。** 除了上述有助于优化性能的功能外，HyperFlex 的动态数据分布功能可确保在所有集群节点之间安全、均匀地分布数据，以减少瓶颈。
- **快速、轻松的部署。** 作为预先集成的集群，HyperFlex 只需连接到网络并接通电源，即可完成部署。节点配置和连接通过思科 UCS 服务配置文件来处理。据思科表示，从客户报告来看，部署时间一般不会超过一个小时。

- **管理整合。** 通过思科 HyperFlex Connect 或思科 Intersight 对系统进行监控和管理，消除了计算和存储管理彼此孤立的现象。组织可以通过 HyperFlex Connect 使用指标和趋势随时随地管理并监控集群，从而顺利完成整个管理生命周期内各个阶段的工作。Intersight 是基于云的可选平台，可以让用户通过单个基于云的图形用户界面管理所有思科 HyperFlex 和思科统一计算系统（思科 UCS）基础设施，包括传统、超融合、边缘和远程/分支机构基础设施。
- **独立扩展。** 与其他 HCI 系统不同，HyperFlex 可以独立扩展计算和存储资源，而无需向集群添加完整节点。用户可以通过交换矩阵互联轻松整合基于 UCS 裸机服务器的纯计算节点，从而为集群增加额外的计算能力。如果用户需要更多存储，还可以将单个驱动器添加到每个节点。在这两种情况下，数据都会自动重新平衡。这可以确保为不同的应用需求提供正确的资源，而不是按照预定义的节点增量进行扩展，并因此而增加额外的软件许可成本。

ESG 技术验证

我们采用行业标准工具和方法执行测试，重点是在性能上比较思科完全工程化 HCI 解决方案 HyperFlex 与其他主要供应商的两款纯软件 HCI 产品（这两款产品经过验证，可在硬件兼容性指南中列出的思科 UCS 硬件上运行）。大多数测试步骤使用了 HCIBench 和 HXBench，这两款工具专门设计用于测试运行虚拟机的 HCI 集群的性能。这两款工具都使用 Oracle 的 Vdbench 工具，并能自动完成端到端流程，包括部署测试虚拟机、协调工作负载运行、汇总测试结果，以及收集数据。

这项全面测试使用极为严格的方法执行，仅建立基准和迭代测试就经历了数月时间。虽然通过短期测试往往更容易获得理想的性能数据，但在这项测试中，我们仍然进行了较长时间的基准测试来观察客户环境的性能表现。此外，各项测试均重复执行多次，但每次测试并非接连进行，而是相隔数天乃至数周。测试结果为每次测试结果的平均值。这种测试方式可降低结果受偶然情况影响的几率，从而增加可信度。此外，测试所使用的数据集也足够大，可确保数据不会保留在缓存中，而是保存到每个集群中的后端存储。²

任务关键型工作负载测试

测试平台包括一个四节点 HyperFlex HX220c 2.6 版集群。用于比较的纯软件 HCI 解决方案运行采用类似配置的 UCS C220 和 C240 四节点系统。配置详细信息参见表 1。

² 评估技术解决方案时，客户了解供应商测试背后所隐藏的细节不失为明智之举。测试运行的时间、数据量和其他细节都会影响性能结果；这些结果可能与客户环境相关，也可能无关。

表 1. 测试 HCI 配置

平台	节点	每个节点的处理器/ 核心数	每个节点的 RAM	每个节点的 缓存	每个节点的 存储容量	虚拟机监控 程序
思科 HyperFlex - 使用思科 UCS 的完全工程化 HCI	四个	双 E5-2680, 28 核	512GB	800GB 性能	6 个 960GB SSD 值	VMware vSphere 6.5
在思科 UCS 上验证的 供应商 A 纯软件 HCI	四个	双 E5-2695, 36 核	512GB	说明 ³	6 个 1.6 TB 性能	VMware vSphere 6.5
在思科 UCS 上验证的 供应商 B 纯软件 HCI	四个	双 E5-2680, 28 核	256GB ⁴	800GB 性能	6 个 960GB SSD 值	VMware vSphere 6.5

来源：Enterprise Strategy Group

OLTP 测试使用了四台虚拟机和一个 3.2TB 工作集。混合工作负载测试则使用了 140 台虚拟机（每个节点 35 台虚拟机），每台虚拟机配备 4 个虚拟 CPU、4 GB RAM 和 1 个 40GB 磁盘，并运行 RHEL 7.2 版系统；工作集大小为 5.6 TB。测试至少进行一小时，最多五小时，每次测试开始前有五分钟的启动时间，两次测试之间至少预留一小时的冷却时间。每次进行测试之前，我们都会事先用测试工具向每台虚拟机中写入数据。这可以确保测试会读取“真实”数据，并在现有数据块上写入数据，而不是直接从内存返回空值或零值。如果不事先写入数据，就会发生这种情况。因此，确保测试准确反映数据在应用环境中的读取和写入方式是一个重要步骤。事先写入这种大型工作集可能需要花费数个小时的时间，但是为了获得更准确的性能测试结果，这样做是绝对值得的。

测试采用 I/O 配置文件进行。这些配置文件经过专门设计，用于模拟复杂的任务关键型工作负载，包括使用 Oracle 和 SQL 服务器后端的 OLTP，以及虚拟应用服务器和桌面活动。块大小根据所要模拟的应用分配，并支持百分之百随机数据存取。虚拟机本身通过组合来自多个应用和工作负载的 I/O 来生成随机 I/O。需要特别指出的是，我们在进行所有测试时，都在思科 HX 集群上启用了压缩和重复数据删除功能。而其他两家供应商的解决方案能够禁用压缩和重复数据删除功能，因此，我们分别在启用和禁用这些功能的情况下对这些系统进行了测试。

使用 Vdbench 工具汇聚测试 IOPS

Vdbench 工具使用特定方法在基准测试期间获取汇聚 IOPS 结果。汇聚测试 IOPS 的计算方法是，取不同工作负载级别（从 20% 到 100% 负载的 12 条曲线）上提供用于测试虚拟机 (VM) 的平均 IOPS。然后汇聚每台测试虚拟机的平均 IOPS 以获取每次测试的汇聚测试 IOPS，例如，来自四台测试虚拟机及其 12 条负载曲线中每一条的汇聚 IOPS。

注意：汇聚测试 IOPS 不能用于确定特定应用的工作负载大小。

ESG 测试

首先，ESG Lab 测试的是用于模拟 Oracle 环境的 OLTP 工作负载。⁵ 我们使用 Vdbench 创建了一种需要运用不同传输块大小和读/写比率的工作负载。在 Vdbench 配置文件中将重复数据删除比率设定为 3，单位块大小为 4 KB，并将数据压缩比率也设定为 3。然后再对这四台虚拟机进行了测试。

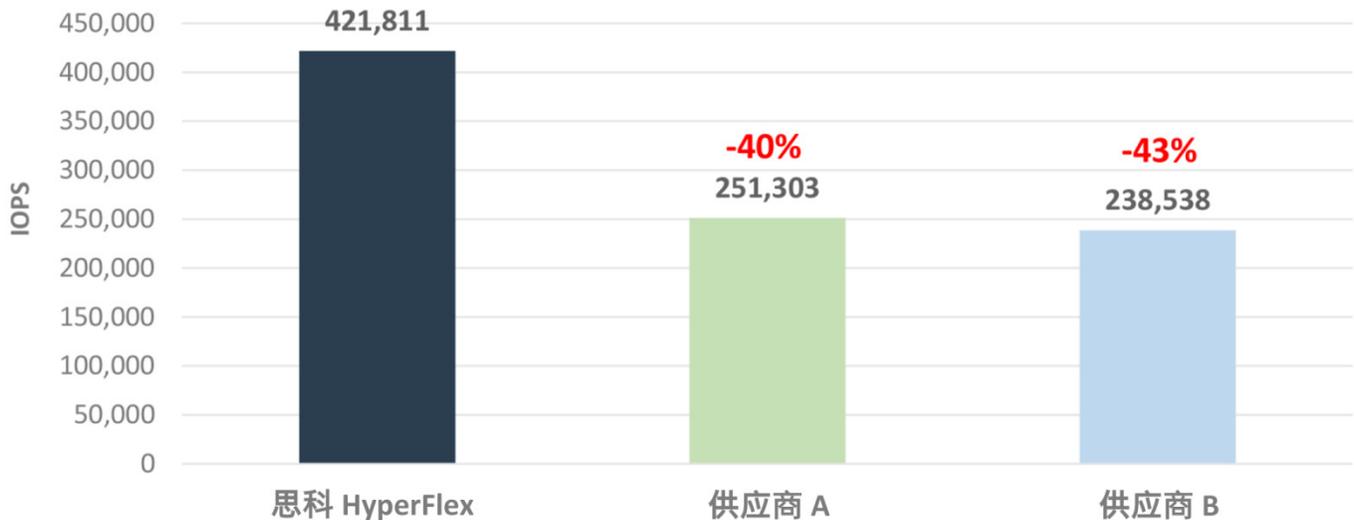
³ 注意：供应商验证配置仅需要所有企业级性能 SSD，无需缓存。

⁴ 可用 CPU 资源和内存量对各供应商的性能无明显影响。所有供应商的每节点 CPU 和内存资源利用率远远低于可用容量。

⁵ 公开的 Vdbench 配置文件用于模拟 Oracle 生成的 I/O 和数据模式，这些结果不应解释为 Oracle 应用测量结果。

在 4 小时的测试过程中，HyperFlex 能够汇聚 Vdbench 中的 420,000 多个测试 IOPS，总响应时间仅为 447 微秒，如图 3 所示。纯软件 HCI 供应商 A 和 B 分别仅可支持 238,000 个和 251,000 个测试 IOPS。

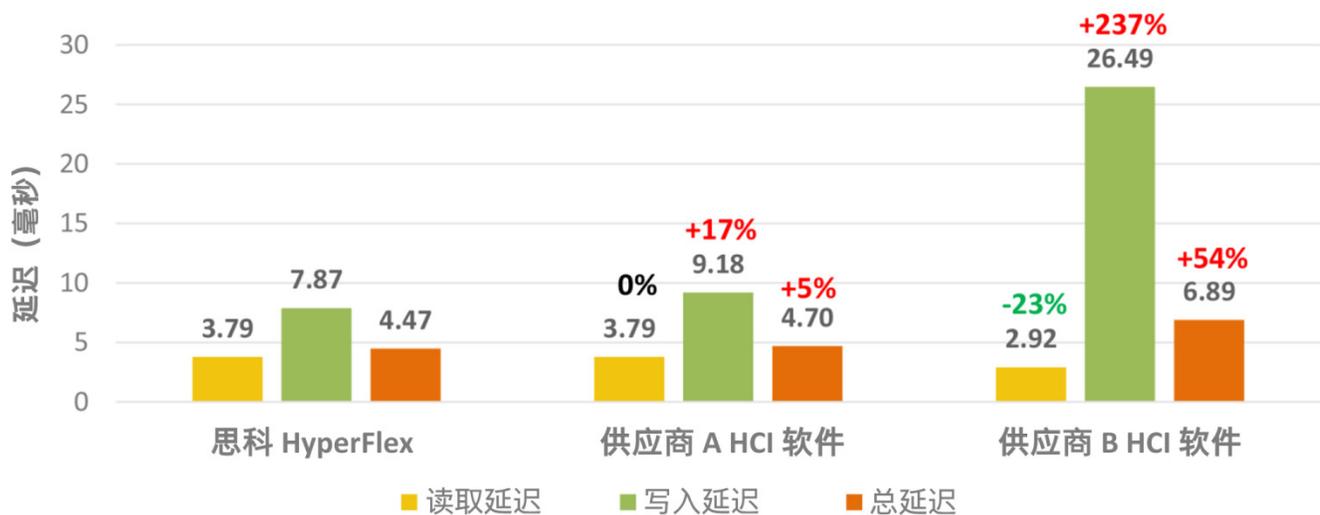
图 3. Oracle OLTP 工作负载 - 汇聚测试 IOPS



来源: Enterprise Strategy Group

各个系统之间的响应时间基本上相当，但明显可以看出供应商 B 的写入延迟（平均为 26.49 毫秒）异常高。压缩和重复数据删除功能在所有系统上都处于启用状态。

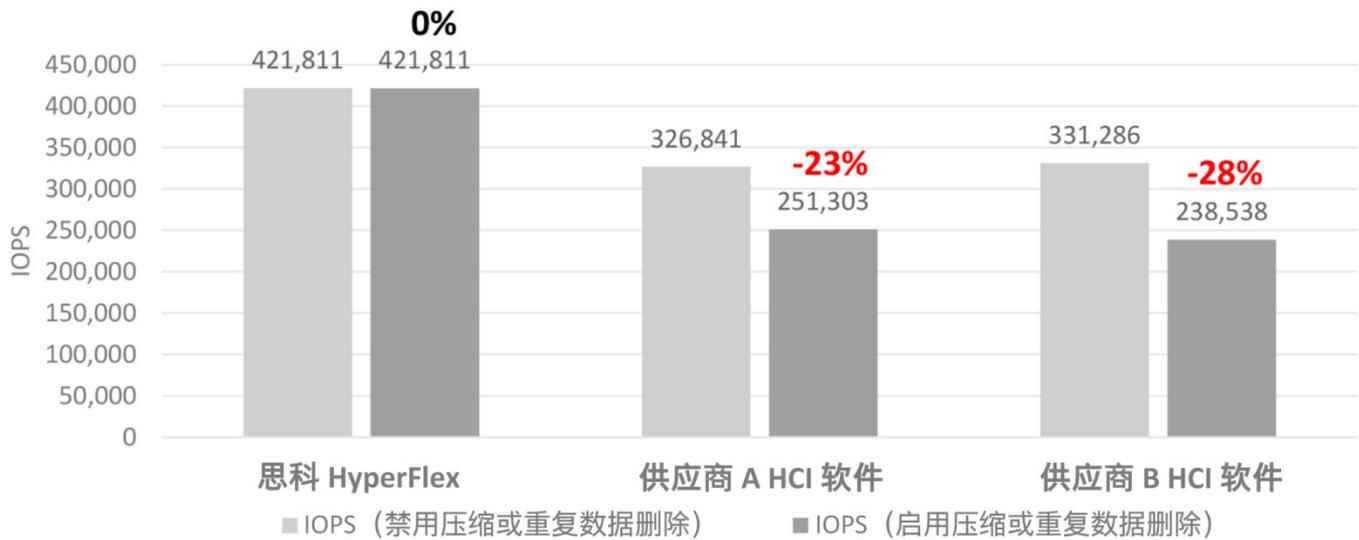
图 4. Oracle OLTP 工作负载 - 响应时间



来源: Enterprise Strategy Group

ESG Lab 还在禁用重复数据删除和压缩功能的两个备用系统上测试了相同工作负载，以确定运行 Oracle 工作负载的这些技术的潜在影响。

图 5. 压缩和重复数据删除功能的影响 - Oracle OLTP

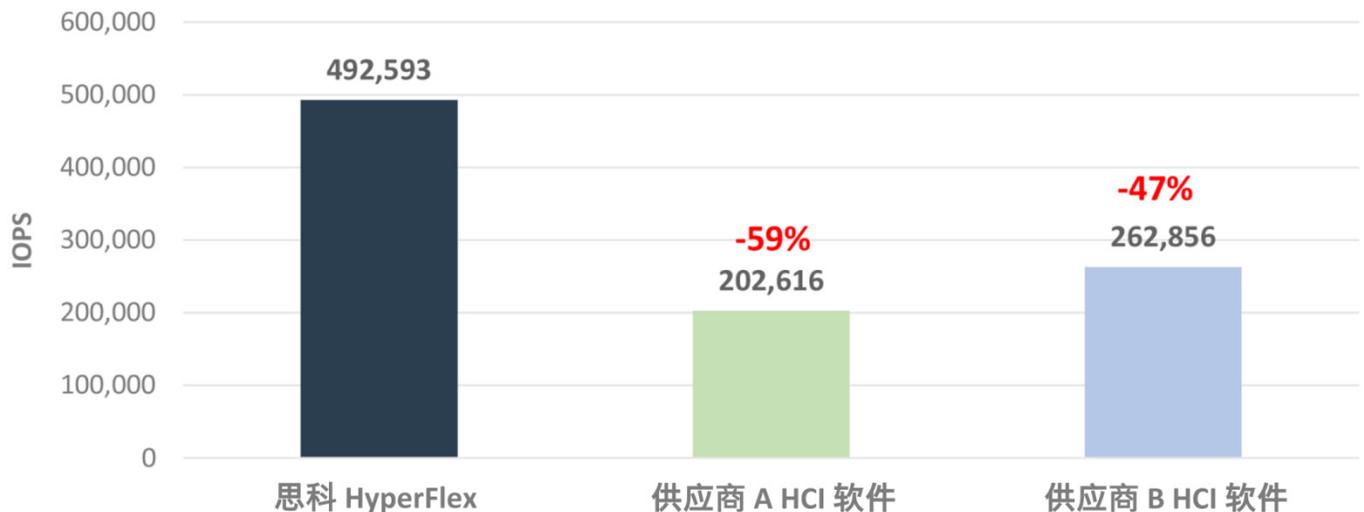


来源: Enterprise Strategy Group

如图 5 所示，对于纯软件 HCI 供应商，压缩和重复数据删除功能的禁用致使性能降低高达 28%。思科 HyperFlex 内置有压缩和重复数据删除功能且始终处于启用状态，因此两个结果都是启用压缩和重复数据删除功能情况下的结果。

接下来，我们测试了用于模拟 Microsoft SQL 服务器环境的 OLTP 工作负载。⁶ 对于 Oracle 和 SQL 工作负载测试，我们可以保证的是存在一些微妙但可能重大的差异。我们同样使用 Vdbench 创建了一种需要运用不同传输块大小和读/写比率的工作负载。在 Vdbench 配置文件中，将重复数据删除比率设为 2，单位大小为 4 KB，并将压缩比率也设为 2。然后再次对这四台虚拟机进行了测试。

图 6. SQL 服务器 OLTP 工作负载 - 汇聚测试 IOPS

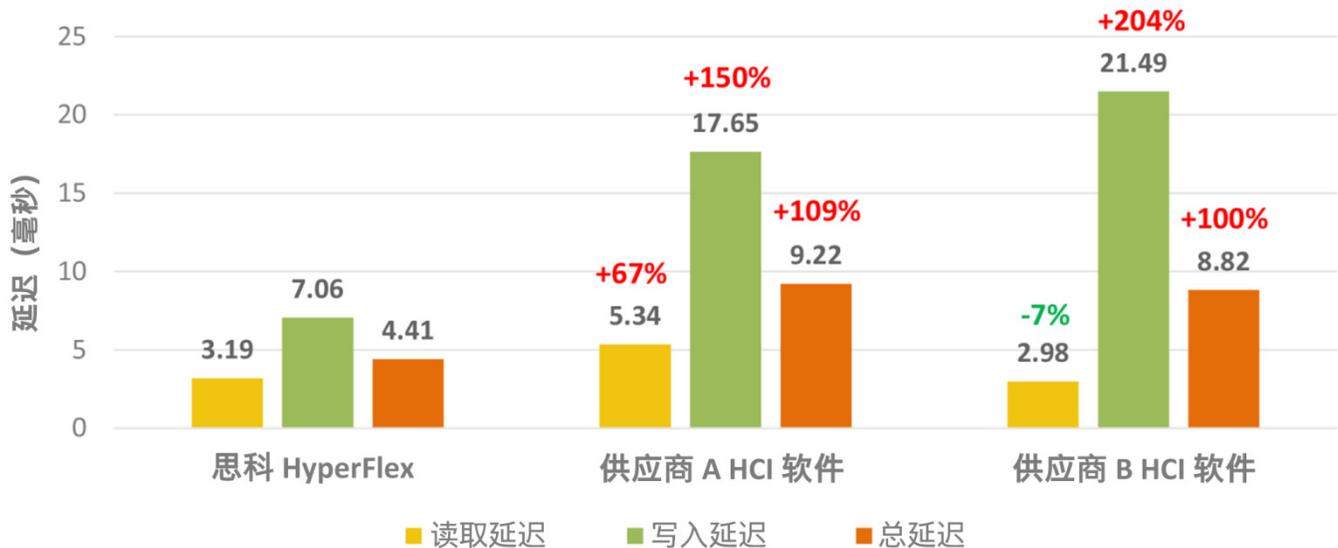


来源: Enterprise Strategy Group

⁶ 我们使用了公开的 Vdbench 配置文件来模拟 SQL 服务器生成的 I/O 和数据模式，这些结果不应解释为 SQL 应用测量结果。

如图 6 所示，思科 HyperFlex 集群的 IOPS 超出纯软件 HCI 供应商 A 的测试 IOPS 的两倍，而且几乎是供应商 B 的 IOPS 的两倍。

图 7. SQL 服务器 OLTP 工作负载 - 响应时间

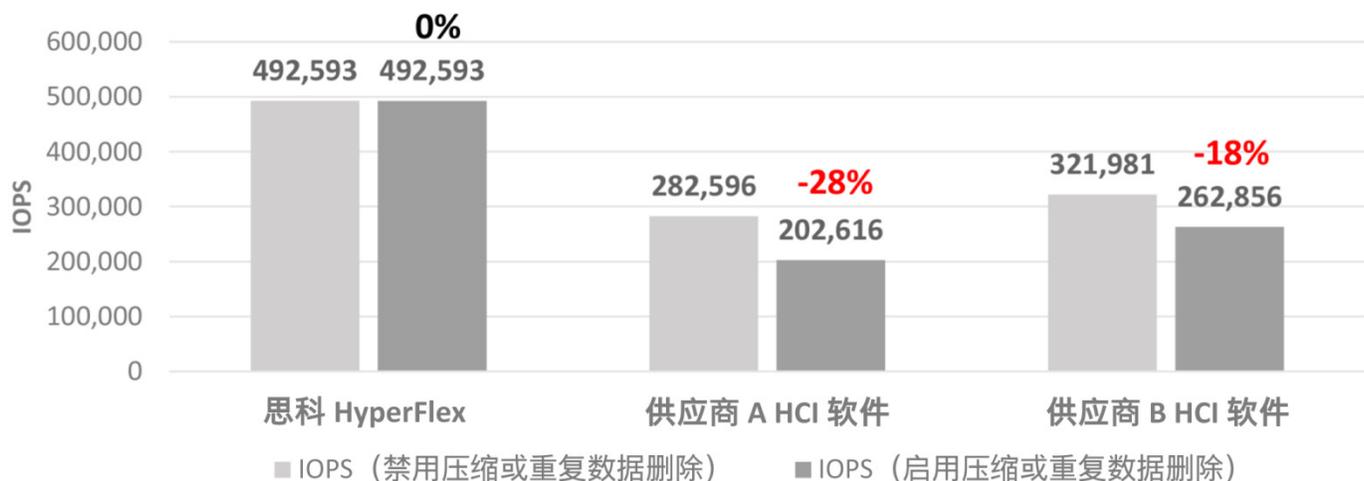


来源: Enterprise Strategy Group

思科 HyperFlex 的平均响应时间仅为 4.41 毫秒。相比之下，纯软件 HCI 供应商 A 的平均响应时间为 9.22 毫秒，供应商 B 的平均响应时间为 8.82 毫秒。这次，供应商 A 和供应商 B 的全闪存系统延迟均非常高，平均分别为 17.65 毫秒和 21.49 毫秒。

同样，我们在禁用重复数据删除和压缩功能的两个备用系统上测试检查了相同工作负载，以确定运行 SQL 服务器工作负载的这些技术的潜在影响。如图 8 所示，压缩和重复数据删除功能的禁用再次致使性能降低高达 28%。思科 HyperFlex 内置有压缩和重复数据删除功能且始终处于启用状态，因此两个结果都是启用压缩和重复数据删除功能情况下的结果。

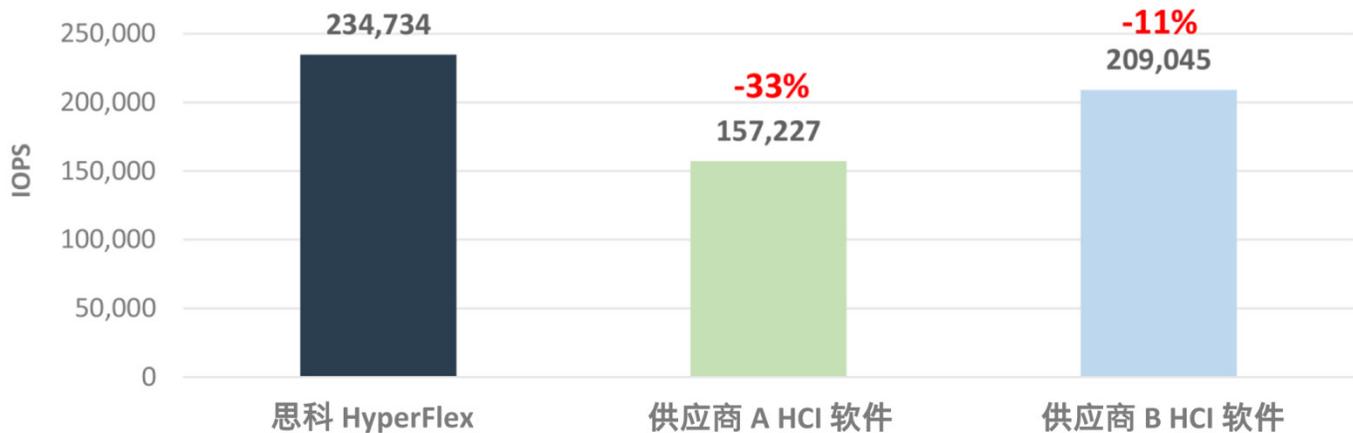
图 8. 压缩和重复数据删除功能的影响 - SQL 服务器 OLTP



来源: Enterprise Strategy Group

接下来，我们测试的是用于模拟具有多个运行不同应用的虚拟机的虚拟化环境。我们使用 Vdbench 创建了一种需要运用从 4 KB 到 64 KB 的不同传输块大小的工作负载。我们运行两组测试，读/写比率分别为 70/30 和 50/50。这些测试使用 HClBench 对每个集群中的 140 台虚拟机（每个节点 35 台虚拟机）进行，模拟混合工作负载环境，其中许多虚拟机运行各种应用。在 Vdbench 配置文件中，将重复数据删除比率设为 2，单位大小为 4 KB，并将压缩比率也设为 2。

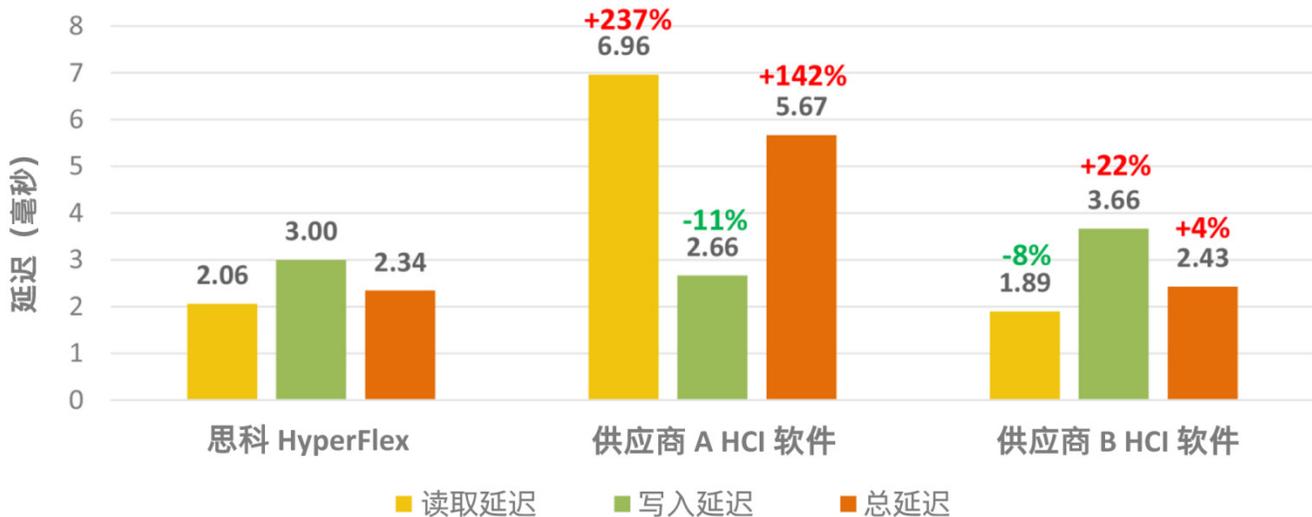
图 9. 70/30 混合工作负载 - 汇聚测试 IOPS



来源：Enterprise Strategy Group

如图 9 所示，与纯软件 HCI 供应商 A 或供应商 B 相比，思科 HyperFlex 集群在 5 小时测试内保持更高的汇聚测试 IOPS。

图 10. 70/30 混合工作负载 - 响应时间



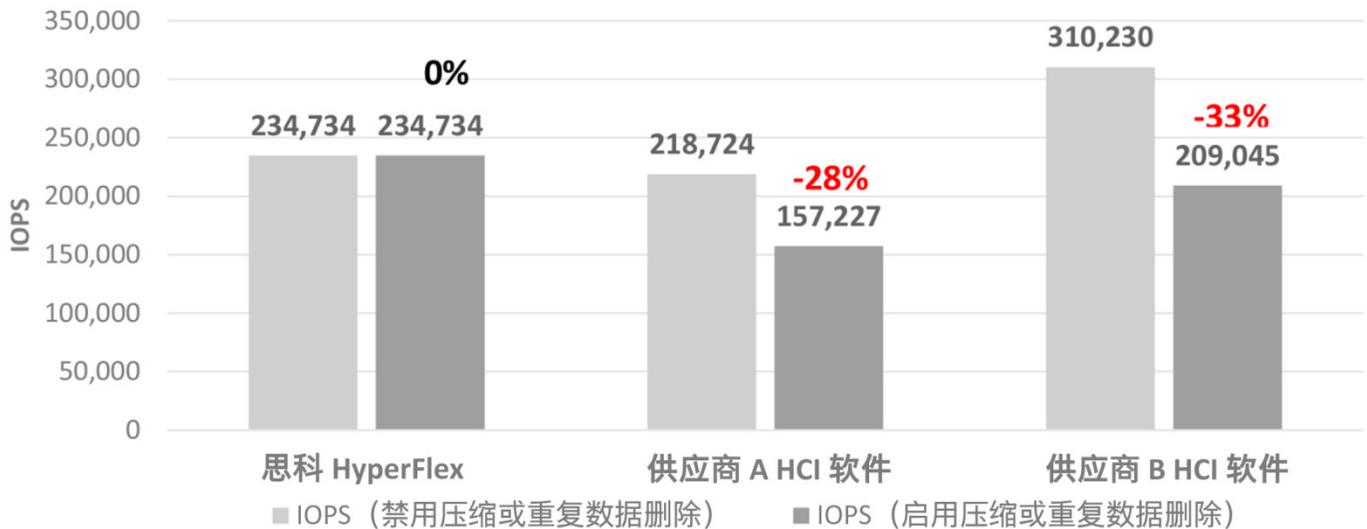
来源：Enterprise Strategy Group

思科 HyperFlex 的平均响应时间为 2.34 毫秒。相比之下，纯软件 HCI 供应商 A 的平均响应时间为 5.67 毫秒，供应商 B 的平均响应时间为 2.43 毫秒。

同样，我们在禁用重复数据删除和压缩功能的两个备用系统上测试检查了相同工作负载，以确定运行混合工作负载的这些技术的潜在影响。如图 11 所示，压缩和重复数据删除功能的禁用再次致使性能降低高达 33%。思科

HyperFlex 内置有压缩和重复数据删除功能且始终处于启用状态, 因此两个结果都是启用压缩和重复数据删除功能情况下的结果。

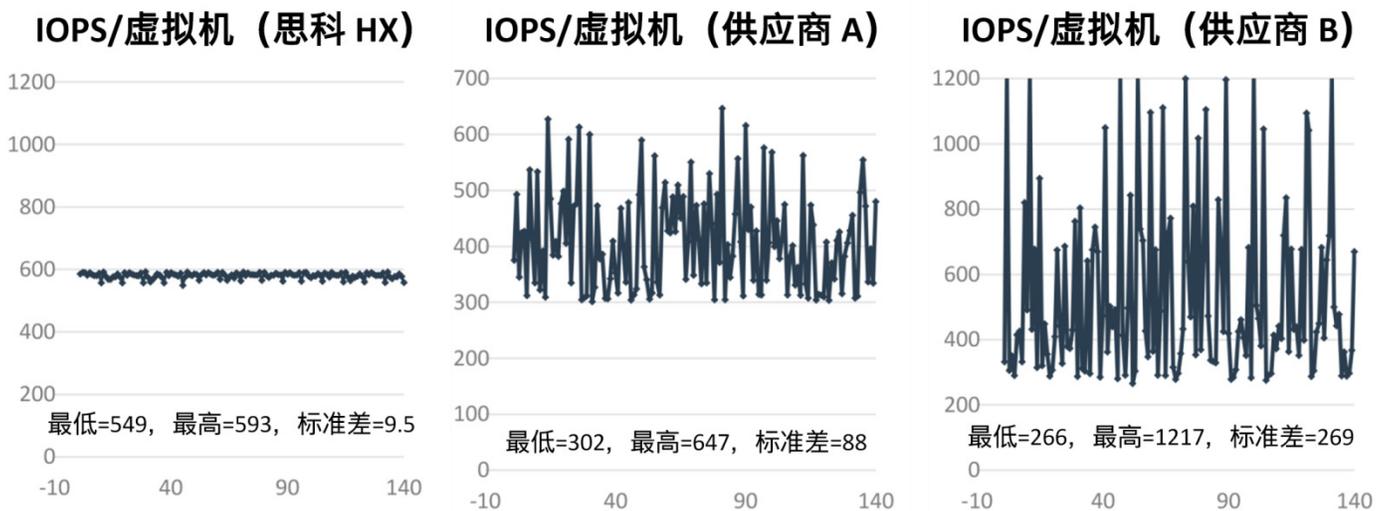
图 11. 压缩和重复数据删除功能的影响 - 混合工作负载 70/30



来源: Enterprise Strategy Group

在混合工作负载测试过程中, ESG Lab 发现了一项有趣的观察结果。在纯软件 HCI 供应商 A 和供应商 B 解决方案中, 不同的虚拟机在性能方面展现出很大差异。思科 HyperFlex 的 140 台虚拟机之间的性能表现差异不大 (汇聚测试 IOPS 非常接近目标 600), 但是供应商 A 的测试 IOPS (参见图 12) 却是介于 302 (最低) 到 647 (最高) 之间, 差异很大, 而供应商 B 则表现出更大的可变性, 介于 266 和 1207 之间。我们在 50/50 测试中观察到相同水平的可变性。

图 12. 混合工作负载, 70% 读取, 100% 随机 - 140 台虚拟机



来源: Enterprise Strategy Group

必须要注意的是，在每一次重复测试中都观察到了这种可变性，而且在这些测试运行期间，未曾在任何集群上采用任何形式的存储 QoS。所有系统都采用了网络 QoS。

对于管理员来说，类似这样的不一致会让他们非常头疼，因为他们可能需要采用某种形式的 QoS（如果 HCI 供应商可提供），来尝试控制那些资源消耗量超出自身份额的虚拟机，以便确保其他虚拟机不会遭受资源极度匮乏。

这些结果促使重新使用大量虚拟机进行 Oracle 和 SQL 测试。随着运行 SQL 和 Oracle 工作负载的虚拟机数量的增加，首先增加到 8 个，然后增加到 16 个（保持线程数和工作集大小与原始测试相同）。对于供应商 A 和供应商 B 而言，随着虚拟机之间展现出很大差异，性能变得不可预测；而 Hyperflex 在不同虚拟机之间仍保持着我们在混合工作负载测试中观察到的性能和一致性。

HCI 性能的差异直接影响解决方案的成本

实现高水平的性能对于满足希望采用 HCI 技术的组织的要求非常重要。而且，组织必须以经济高效的方式实现这种性能。HCI 解决方案所提供的性能不仅会影响应用的响应速度和最终用户体验，还会对所部署解决方案的总成本产生显著影响。HCI 采用基于节点的架构，这意味着它可以通过添加额外节点轻松实现扩展，从而满足性能需求。但是受硬件平台、HCI 软件和虚拟机监控程序的许可成本，以及持续维护和支持计划成本影响，每个节点的前期资本支出 (CapEx) 比较高。

图 13. HCI 节点成本



在传统的 IT 基础设施中，平台性能越高，所需的成本也越高。在 HCI 解决方案中，每个节点的性能将决定达到定义的工作负载性能要求所需的节点总数，所需的节点数越少，前期总成本就越低。

ESG 使用从混合工作负载、70% 读取、100% 随机测试中收集的每个节点的 IOPS 性能数据（参见图 9-12）来推断每个集群需要多少个节点来支持更高级别的汇聚 IOPS。我们的目标是确定单个集群支持各级别性能所需的相对资本支出成本。

为此，我们做了两个假设：第一，每个集群进行线性扩展；第二，每个解决方案每个节点的成本相同。如表 2 所示，为了支持给定的混合工作负载，与思科 HyperFlex 相比，两个纯软件解决方案在 50 万 IOPS 性能类别下所需的节点数最少多一个、最多多四个，在 100 万 IOPS 性能类别下最多多八个。

在所示例中，这意味着最高可以节省 30% 的成本，但随着集群的扩展，节省的成本可能会更高，因为并非所有 HCI 系统均能够理想地进行线性扩展，而且并非所有解决方案每个节点的价格都相同。

表 2. 增加 IOPS 水平所需的外推节点 - 70% 读取混合工作负载

平台	500,000 汇聚 IOPS		750,000 汇聚 IOPS		1,000,000 汇聚 IOPS	
	计算的节点数	需要的总节点数	计算的节点数	需要的总节点数	计算的节点数	需要的总节点数
思科 HyperFlex - 使用思科 UCS 的完全工程化 HCI	8.52	9	12.78	13	17.04	18
在思科 UCS 上验证的供应商 A 纯软件 HCI	12.72	13	19.08	20	25.44	26
在思科 UCS 上验证的供应商 B 纯软件 HCI	9.57	10	14.35	15	19.13	20

来源：Enterprise Strategy Group

虽然能够节省 30% 的资本支出十分难能可贵，但也要注意，满足这些性能要求需要额外的节点，这会增加运营成本 (OpEx)，还会增加员工管理更多节点所需付出的时间。如果集群处于托管环境中，还会增加维护、额外电源和冷却、潜在机架空间的成本，而且按核心数量授予许可的应用还需要额外的软件许可。本报告中未对这些方面进行分析，但需要注意，实际节省的总拥有成本会超出节点的前期成本。



为什么这个问题很重要？

ESG 研究中向 306 名 IT 经理和高管询问了其所在组织部署超融合基础设施技术解决方案实现了哪些优势，结果显示，最主要的两项优势是改善了可扩展性和节省了总拥有成本。⁷ 高管希望 IT 部门购买新技术来实现其基础设施现代化并满足业务需求，但他们更希望以较低的成本实现这样的目的。

经 ESG Lab 验证，思科 HyperFlex 全闪存系统与其他采用模拟性 OLTP、SQL 和混合工作负载，并具有类似配置的 HCI 解决方案相比，其展现出来的性能更高。HyperFlex 不仅在 IOPS 和延迟方面领跑其他竞争对手，而且较之两种基于软件的系统，还能够为每台虚拟机和每个节点提供更一致的可预测性能。这直接降低了前期成本和后续成本，因为给定的工作负载可能由较少数量的思科 HyperFlex 节点提供服务。

⁷ 来源：ESG Master Survey Results, [Converged and Hyperconverged Infrastructure Trends](#) (融合和超融合基础设施发展趋势)，2017 年 10 月。

更重要的事实

虽然超融合基础设施正日益成为市场主流，但长期以来，它一直被视为更适用于第 2 层工作负载的解决方案。在 2016 年当被问及为什么选择融合式基础设施而放弃超融合，参与 ESG 调研的受访者最常 (54%) 给出的回答即“它的性能更好”。此外，32% 的受访者认为，融合式基础设施，也就是将松散集成的独立组件打包在一起，这种基础设施更适合任务关键型工作负载。⁸

到了 2018 年，情况发生了变化，仅 24% 的受访者将性能作为选择融合基础设施的理由，而仅 22% 的受访者认为融合基础设施更适合于第 1 层工作负载。⁹

思科对这些假设给出了答案。HyperFlex 具备 HCI 的基本优点，包括具成本效益、管理简单，而且便于企业组织从小规模着手，随增长随扩展。但除此之外，它还具备任务关键型、虚拟化工作负载所要求的一切性能。无论时间过去多久，无论是集群中的哪台虚拟机，性能都能始终保持一致，这是一项尤为突出的优势。另外，它独立的资源可扩展性，让企业能够根据不断变化的需求快速做出调整，而这也是当下环境所需要的。

思科 HyperFlex HCI 解决方案是由最新一代 Intel Xeon 处理器提供支持的高度集成、完全工程化的系统，而且它们所提供的预整合集群包含能帮助用户加快部署速度的网络交换矩阵、数据优化、统一服务器以及虚拟机监控程序选择（包括 ESXi/vSphere 和 Microsoft Hyper-V）。这也让系统的管理和扩展变得非常简单。经 ESG Lab 验证，HyperFlex 能够在运行任务关键型工作负载的 VMware 环境下保持一致的高性能。凭借更高的 IOPS、更低的延迟，以及跨所有虚拟机的持久稳定的性能一致性，让 HyperFlex 成功跃居多个（不具名）竞争性解决方案之上。

本报告中提供的测试结果基于使用行业标准测试工具在受控环境中部署的应用和基准。由于每个生产数据中心环境中存在诸多变数，因此建议在您自己的环境中进行容量规划和测试。虽然这些测试中采用的方法比大多数方法更为严格，但仍建议客户务必深入探究不同供应商测试背后所隐藏的详细信息，以了解与自身环境的相关性。

当市场的演变改变了一个行业的购买标准后，客户想要得到的产品与客户实际得到的产品之间往往会出现矛盾。方案供应商如果能够看到市场上缺少什么并填补这块空白，势必能够夺得先机。思科提供的 HCI 解决方案不仅具备 HCI 简单划算的主要特征，还具备市场上大部分解决方案都缺少的一致性高性能 - 而这也是有大量任务关键型工作负载的客户所需要的。HyperFlex 支持 VMware 和 Microsoft 本地虚拟化环境，并可向裸机、容器化环境和多云环境扩展。

HCI 解决方案主要被应用于支持第二层工作负载，然而当其被思科 HyperFlex 赋予了持久稳定的高性能后，我们没有理由不相信，HCI 也非常适用于支持第一层生产型工作负载。如果您所在的组织正在苦于寻求一种用于任务关键型工作负载的成本效益高、可扩展、高性能的基础设施解决方案，那么思科 HyperFlex 将是您理想的选择。

⁸ 来源：ESG 研究报告，[The Cloud Computing Spectrum, from Private to Hybrid](#)（从私有云到混合云的云计算技术概况），2016 年 3 月。

⁹ 来源：ESG Master Survey Results，[Converged and Hyperconverged Infrastructure Trends](#)（融合和超融合基础设施发展趋势），2017 年 10 月。

所有商标名称均为其各自所有者的财产。本出版物中包含的信息均通过 Enterprise Strategy Group (ESG) 认为可靠的来源获得，但 ESG 并不为此提供担保。本出版物可能包含 ESG 的观点，并随时可能这些观点可能随着时间的推移而发生变化。本出版物的版权归 Enterprise Strategy Group, Inc. 所有。未经 Enterprise Strategy Group, Inc. 明确同意，任何向未获授权人员复制或分发本出版物全部或部分内容的行为（无论采用印刷、电子形式还是其他形式）均违反美国版权法，并将受到民事损害赔偿和刑事检控（如果适用）的制裁。如有任何疑问，请致电 508.482.0188 联系 ESG 客户关系部门。



Enterprise Strategy Group 是一家集 IT 分析、调查研究、验证和战略顾问于一体的公司，致力于为全球 IT 行业提供市场情报和切实可行的见解。

© 2019 Enterprise Strategy Group, Inc. 保留所有权利。

