

白皮书

《NVMe：充分发挥新一代第 0 层存储潜能的关键》（英文版）

赞助商：Dell EMC

Eric Burgener

2018 年 4 月

IDC 观点

过去几年，持久性闪存存储已经改变了主要工作负载的局面并在这一领域占据企业存储收入的主导地位。当今基于 SAS 的全闪存阵列 (AFA) 已不能满足更高密度整合和新型工作负载的需求，这些日益提高的工作负载性能要求将推动 NVMe 技术在未来几年内渗透到主流企业存储平台。当基于 NVMe 的端到端系统在 2021 年开始主导主存储收入时，已经积累了数年生产用途使用经验的供应商将提供更加成熟的系统，这些系统更适合希望提高基础架构效率的信息技术 (IT) 组织将会追求的高密度混合工作负载整合。

未来三年，竞争将会在最近推出了端到端 NVMe 系统的初创公司和基于现有产品线提供 NVMe 选项的成熟供应商之间展开。初创企业希望增加企业存储功能，并证明更多主流用途所需的平台弹性，而现有企业将着眼于协调其客户到 NVMe 的无中断迁移，同时利用他们在企业功能和经过验证的弹性方面的优势。借助 PowerMax，Dell EMC 已将其旗舰 VMAX 阵列的全面存储功能和经过验证的弹性转移到了一个全新的第 0 层企业存储平台，该平台围绕端到端 NVMe 设计进行了重新设计。借助 PowerMax，Dell EMC 可以在一个平台上为客户提供 NVMe 的所有性能，该平台可提供高密度混合工作负载整合和下一代低延迟应用程序所需的经过检验的功能和弹性。

本白皮书内容

随着需要全新性能的下一代应用程序日益成为主流计算的一部分，企业工作负载也在挑战存储性能的极限。由于 NVMe 可帮助提高性能以应对这一挑战，它已开始出现在存储解决方案中，并将随着时间推移而迅速扩展。本白皮书讨论了不断发展的主存储市场，强调了客户的需求，这些需求将在未来 12-24 个月内推动主流存储解决方案迅速采用 NVMe。它还探讨了客户应在下一代企业存储平台中考察的设计考虑因素。然后，它回顾了 Dell EMC 的 PowerMax 阵列，讨论了 Dell EMC 将 NVMe 技术整合到此平台的策略以及它如何满足客户需求。

情形概述

大多数组织正在进行 IT 转型和数字化转型。利用移动计算、社交媒体、大数据分析和/或基于云的平台下一代工作负载正变得越来越重要，并推动对企业基础架构的新性能要求，特别是在存储领域。这些工作负载包括新的数据管理应用程序，例如金融和其他面向交易的数据库，用于数据访问、分析和交付的非结构化数据分析，以及认知和人工智能 (AI) 平台等非结构化内容分析。实际上，IDC 预测这类类型的面向实时分析的延迟敏感应用程序将成为未来五年增长迅速的存储工作负载。当今的存储平台需要性能、功能和灵活性，才能托管这些下一代工作负载以及需要更强大处理能力的传统工作负载（例如关系数据库、协作平台和企业应用程序）。

过去几年，这些性能要求已经促使 AFA 迅速发展，使其成为优选存储平台。2017 年，AFA 将创造所有主要外部存储收入的 80% 以上，并且这一比例将随着时间的推移继续增加。但随着数据管理领域要求更苛刻的下一代工作负载更频繁地出现在企业中，企业需要更高的性能，这已超出当今 AFA 的能力范围。这种不断增长的性能需求引起了人们对 NVMe 技术的极大兴趣。2016 年，几个小众存储供应商生产了基于 NVMe 的端到端系统，但 IDC 预计，随着需求的增长，更多老牌供应商将进入这一领域。2017 年，我们已经看到多家供应商发布针对通用混合工作负载整合的基于全新 NVMe 技术的 AFA。

目前市场上的大多数 AFA 都采用 SAS（基于 SCSI）协议，当企业存储系统主要由硬盘驱动器 (HDD) 构建时，该协议运行良好，但随着持久性闪存使用日益成为主流，该协议的局限性变得越来越明显，特别是在更高性能的环境中。随着多核 CPU 的激增和虚拟化带来的更高密度存储整合，SAS 缺乏并行度的特点限制了充分利用本机闪存介质性能的能力。

通过 PCIe 互连运行的 NVMe 通过多种方式克服了这些缺点。NVMe 协议栈专为闪存和新兴下一代介质（存储类内存 [SCM]）高得多的性能而开发，因此在读/写操作方面效率更高。用于相同的闪存介质时，更精简的 NVMe 协议可以提供比 SAS 低得多的延迟和更高的吞吐量。由于 NVMe 支持大规模并行处理，因此可以充分利用多核 CPU 架构和现代介质，从而消除存储阵列的瓶颈。因此，借助 NVMe，存储系统可以提供更好的性能，并支持传统和许多下一代工作负载的更多整合。

NVMe 的使用为构建更高效的企业存储系统提供了机会，这些系统可以更好地利用计算和容量等 IT 资源。然而，随着存储供应商更广泛地使用 NVMe，需要进行其他体系结构更改才能充分利用更高性能的介质类型（闪存、SCM 等）。为了充分利用 NVMe 的性能和效率，供应商需要优化阵列的硬件和软件。首先，硬件必须升级到基于 NVMe 的控制器、底板和设备。然后，应该针对基于 NVMe 的硬件优化存储操作系统，这些硬件目前包括 NVMe 固态硬盘 (SSD)，但不久将包括基于 NVMe 的 SCM 设备，如英特尔傲腾。最后，系统还应该支持 NVMe over Fabric (NVMeoF)，以实现以太网和/或光纤通道 (FC) 主机连接选项。

与最初的 AFA 产品类似，早期基于 NVMe 的端到端系统完全专注于性能，不包括许多基本数据服务，如快照和复制或多方面弹性和数据保护功能。许多这些系统的容量可扩展性也非常有限，从而使得这些小众系统只局限于相对较小的市场。与此同时，我们也看到 NVMe 出现在更为成熟的企业阵列中——最初的部署目的是实现高速缓存层的高性能路径。但是，我们已经到了一个转折点，我们看到企业存储平台中更广泛地使用 NVMe 技术作为永久性存储和主机连接的网络结构。

随着成熟的企业存储供应商将 NVMe 技术引入其旗舰平台，数据服务、弹性、可用性和多租户管理功能将使这些产品与初创供应商提供的早期 NVMe 系统区分开来。随着企业越来越多地将 NVMe 用于主流工作负载，这些企业级功能的可扩展性和成熟度将成为存储平台类型之间的主要差异。早期基于 NVMe 的系统通常用于面向实时大数据分析的定制工作负载和/或极高性能的数据库，但它们缺乏可扩展性、可用性和管理功能，无法用作通用整合平台。随着老牌供应商将 NVMe 技术融入其经过检验的成熟平台，他们显然在追求同时包括传统工作负载和下一代工作负载的整合计划。这种关注很大程度上依赖于处理至少包含一些任务关键型应用程序的混合工作负载所需的可用性和管理功能。老牌供应商取得成功的关键将是不会中断应用程序工作负载的迁移策略。

NVMe 更高的基础架构密度也存在一些不足之处。对于更高性能的设备 and 控制器，故障可能会产生更大的影响。开始将更多工作负载整合到单个存储平台上可能会提供成本和效率优势，但也会增加故障域风险。对于至少包含一些任务关键型应用程序的主流工作负载，当客户增加每个平台的工作负载密度时，平台弹性变得更加重要。99.999% 以上的可用性需要经过深思熟虑的弹性策略，其中包括集成数据完整性检查、双奇偶校验 RAID、快照和高级复制等功能。更高整合程度将推动容量方面更大的平均配置，这可能在性能、管理和其他领域带来“规模”挑战。平台成熟度是一个重要的考虑因素，与专门解决高密度多租户管理问题的增强功能一样，如按应用程序选择数据服务的能力、服务质量 (QoS) 控制和大规模可预测的性能。

在未来几年，业界将会看到企业级存储平台从 SAS 向 NVMe 缓慢迁移。2021 年，基于 NVMe 的系统将推动超过 50% 的主存储销售，标志着基于 NVMe 的系统在这些工作负载中占据主导地位。CIO 们已经在围绕基础架构密度进行技术更新评估，而更好地利用闪存和 SCM 的新系统将全部基于 NVMe 技术。这种更高的基础架构密度已经成为服务提供商客户关注的重点，但在企业中它也将变得越来越重要。

全新 Dell EMC PowerMax：采用端到端 NVMe 的第 0 层存储

15 年来 Dell EMC 始终是企业存储市场中市场份额排名靠前者（按收入）。过去几年中，Dell EMC 构建了强大的全闪存存储产品组合，其中 VMAX 作为旗舰产品，可满足大中型企业的需求。VMAX 与众不同的功能包括在各种范围内独立扩展性能和容量的能力；其全面而成熟的企业级数据服务集，甚至包括经过验证的可靠复制选项；以及提供 99.9999% 可用性的能力。

随着 PowerMax 的推出，Dell EMC 已经创建了第一款基于 NVMe 的主流阵列，它专为通用型混合工作负载而设计。PowerMax 建立在 VMAX 经过检验的核心企业功能基础上，并结合全新的端到端 NVMe 硬件和大量软件创新，从而提供 Tier 0 存储。

凭借高达 1000 万 IOPS 和 150 GBps 带宽，PowerMax 提供卓越的性能，使其速度比 VMAX 全闪存快 50%，性能密度是 VMAX 全闪存的大约 3 倍。PowerMax 的构造块是一个 NVMe 优化型 PowerBrick，其中包括一个带冗余控制器和磁盘阵列盘柜 (DAE) 的引擎。每个 PowerBrick 利用 NVMe 从引擎连接到 DAE，每个都在 2U 外形规格中支持多达 24 个驱动器。该阵列可从单个 PowerBrick 扩展为最多八个 PowerBrick，提供 4 PB 有效容量（基于 3:1 数据减少）。此外，PowerMax 将存储密度提高了一倍，使客户能够在单个机架单元上获得高达 2 PB 的有效存储容量。

PowerMax 提供了多种行业标准 NVMe SSD 驱动器选项。该系统最初出厂时将附带基于 NVMe 的闪存驱动器，并且在 2019 年初，它还将支持基于 NVMe 的 SCM 驱动器（具体说就是英特尔傲腾）。VMAX 全闪存已经提供小于 500 微秒的延迟，而 PowerMax 将使用基于 NVMe 的闪存驱动器将响应时间缩短多达 25%，并使用 SCM 驱动器将响应时间缩短多达 50%。

NVMe 闪存和 SCM 驱动器可以混合在一个系统中，Dell EMC 已经采用了机器学习 (ML) 算法来优化数据放置。内置的 ML 引擎会自动识别 I/O 特征，并将数据实时移到合适的介质类型。这种设计方法可确保 PowerMax 能够提供超快的性能，而无需任何存储管理开销，随着时间推移轻松适应各种不断变化的工作负载组合，并为客户提供多种选择，以经济高效地在一个 PowerMax 阵列中支持具有不同 I/O 要求的各种混合工作负载。

PowerMax 支持 NVMeoF，并提供到新的 NVMeoF I/O 模块的无中断升级，该模块在 2019 年初发货时将支持 16/32 Gb FC 主机连接。NVMeoF 选项将允许客户创建基于 NVMe 的端到端阵列，以提供本地 NVMe 存储的低延迟以及 Dell EMC 旗舰企业级存储平台的所有效率、可扩展性和经过检验的存储管理功能。NVMeoF 与旧协议之间的差异反映了之前讨论的 NVMe 和 SAS 协议栈之间的差异。NVMeoF 更加高效，支持更低的延迟和更高的吞吐量。IDC 认为，NVMeoF 是未来企业存储的主机连接协议，而 NVMeoF for FC 将使客户能够在其当前基础架构中快速利用该协议。

PowerMax 还包含重要的新软件创新。Dell EMC 增加了硬件辅助的线内重复数据消除，运行在处理线内压缩的同一卡上。这些数据减少技术可以在存储组级别一起选择，以实现更大的灵活性，并与包括加密在内的所有数据服务的使用完全兼容（在执行数据减少后在存储控制器级别实施，并且数据将写入永久存储器）。PowerMax 还增加了 QoS 功能，允许客户使用延迟限制按工作负载对性能进行细分。同时使用这三种数据服务技术（压缩、重复数据消除和加密）不会影响阵列大规模持续提供低于 500 微秒延迟的能力。结合 PowerMax 提供 99.9999% 可用性的能力，所有这些功能都为高密度、经济高效的工作负载整合提供了坚实的基础。与 Dell EMC 的企业存储产品中的其他全闪存平台一样，PowerMax 全面涵盖在 Dell EMC 的未来无忧存储保障计划中，其中包括三年满意保障、4:1 存储效率保障、统包式软件捆绑（数据服务）、数据迁移保障、硬件投资保护以及阵列使用寿命期内有保障的固定维保价格（在组件级别）。

全新 PowerMax 系列包括 PowerMax 2000 和 PowerMax 8000。PowerMax 系统随捆绑软件在基于应用装置的软件包中销售。包含基本系统的 Essentials 软件包包括带 SnapVX 的 PowerMaxOS、线内压缩和重复数据消除、无中断迁移、QoS 和 iCDM Basic。附带的迁移工具使客户可以无中断地从任何 VMAX 迁移，或直接将数据从大多数第三方阵列迁移到 PowerMax。Pro 软件包扩展了平台的高级功能，包括 SRDF、加密和 eNAS（用于统一存储解决方案）以及主机多路径和 iCDM Advanced（通过 AppSync）。PowerMax 8000 还支持大型机和 IBM i 存储工作负载。这一新产品在一个主流平台上提供了 NVMe 的性能、可扩展性和效率，该平台包括 Dell EMC 在企业存储领域众所周知的可用性、可靠性、安全性、数据保护和可管理性。

展望未来

目前基于 12 Gb SAS 的企业阵列为大多数主流工作负载提供了足够的性能，但如今有些应用程序需要 NVMe 的性能，尤其是在对延迟极其敏感的数据库领域。然而，随着更多基于实时分析的下一代工作负载（微秒延迟转化为额外收入或竞争优势）投入生产，NVMe 将变得越来越重要。IDC 预测，到 2020 年，60–70% 的财富 2000 强企业将至少拥有一个利用实时（而不是批量）大数据分析的任务关键型工作负载，其中许多企业将拥有多个这样的工作负载。NVMe 将能够在 IT 部门的主存储平台上运行这些要求极高的工作负载，从而消除对高性能存储孤岛的需求。然而，采用此方法的高密度整合强调了拥有可靠平台的重要性。随着客户考虑朝着这个方向发展以提高运营效率，他们应该关注平台的可用性和可恢复性。

NVMe 是未来企业存储的推动因素，IDC 预计到 2021 年，基于 NVMe 的阵列将开始主导主存储平台的收入。供应商应该已经与客户讨论了如何不仅支持 NVMe SSD，还支持下一代 SCM 技术和 NVMeoF 选项。一旦 NVMe 使用成为主流，先前推出 NVMe 支持的供应商将拥有更成熟的平台，这是供应商尽早开始提供这些系统，同时保持基于 SCSI 的选项的一个很好理由。在接下来的一两年里，基于 SCSI 的系统可能会提供一些成本优势，但随着 IT 组织适应更高密度的整合，基于 NVMe 的系统的基础架构密度将最终提供更好的经济模型。

挑战/机遇

客户需要仔细考虑哪种选项更适合其主存储平台的下一次技术更新 — SAS 或 NVMe。特定客户的高密度存储整合以及向主流工作负载组合添加更多下一代应用程序的策略将成为此决策的关键因素。客户还可以考虑除了低延迟和高效率之外，NVMe 的其他优势如何帮助他们实现其总体目标。例如，NVMe 的更高带宽可以实现更大的数据移动性，提供更多数据保护、数据迁移以及潜在的可组合性选项，这些选项可以让客户根据其战略朝着理想的方向发展。推出基于 NVMe 的系统的供应商需要证明为什么客户需要立即迁移到这些系统，而不是购买另一个基于 SCSI 的系统。至少在可预见的将来，能够负担得起的供应商的理想选择是提供两种类型的系统，让客户做出选择。

选择基于 NVMe 的阵列时，客户应询问特定的存储操作系统增强功能，这些增强功能可针对现代介质优化系统，包括闪存和 SCM，而不是旋转磁盘介质。在接下来的一两年里，系统针对 NVMe 的优化程度如何可能会成为性能、效率和成本方面一个重要差异 — 这对于大多数企业而言都非常重要。在客户的生产用途中拥有更长 NVMe 使用经验的供应商可能会在这一指标上做得更好。

管理转型带来的既有挑战也有机遇。客户应该要求他们通向 NVMe 的任何路径都不会对其应用程序环境和最终用户造成干扰。旨在最终端到端支持 NVMe 的系统是行业发展的方向，但通过遵循允许客户根据需要逐步迁移到 NVMeoF 或 SCM 技术的策略，供应商可提供更大的灵活性。随着时间的推移有效地完成 NVMe 迁移是供应商能够从竞争对手中脱颖而出的一种方式。

过去，Dell EMC 全闪存产品组合的广度使得公司能够为其客户提供广泛的选择。新增的企业阵列完全围绕 NVMe 重新设计架构，其支持新兴闪存和 SCM 技术的能力是对该产品组合的强大补充。这对 Dell EMC 来说显然是一个机会，使它能够与具有更有限的全闪存产品的供应商区分开来。

结论

下一代工作负载将越来越需要 NVMe 提供的性能水平。客户应该熟悉他们的企业存储供应商将 NVMe 技术整合到他们产品中的战略。将他们自己围绕存储整合和下一代工作负载部署的战略与他们对供应商的 NVMe 方向的理解相结合，将使他们能够对企业存储平台做出明智的选择。

希望利用基于 NVMe 的基础架构密度进一步整合存储的客户将专注于关键问题，如存储解决方案弹性、多租户管理功能、平台成熟度和供应商迁移策略。如果具有可靠的规模弹性和广泛的综合存储功能的现有供应商将 NVMe 技术智能地集成到他们的平台中，为其客户保留无中断的迁移策略，那么他们可能在这方面具有优势。工作负载要求将决定客户在其下一次技术更新时是选择基于 SAS 的阵列还是基于 NVMe 的阵列，同时具有这两种选项的供应商将为他们的客户提供更好的选择。

随着 PowerMax 的推出，Dell EMC 向其已经很强大的全闪存产品组合中添加了一个重要的前瞻性平台。NVMe 技术智能地融合到提供全套企业级数据服务和经过验证的 99.9999% 可用性的平台中，显著提高了系统的存储性能、基础架构密度和效率。凭借其性能特征，PowerMax 不仅与 2016 年推出的小众 NVMe 系统进行竞争，以承载对延迟极其敏感的下一代工作负载，而且还通过经过验证的企业存储功能超越这些系统，使其成为高密度混合工作负载整合的首选替代方案。

关于 IDC

国际数据公司 (IDC) 是全球著名的信息技术、电信行业和消费科技咨询、顾问和活动服务专业提供商。IDC 帮助 IT 专业人士、业务主管和投资机构制定以事实为基础的技术采购决策和业务发展战略。IDC 在全球拥有超过 1100 名分析师，他们具有全球化、区域性和本地化的专业视角，对 110 多个国家/地区的技术发展趋势和行业机会进行深入分析。在 IDC 超过 50 年的发展历史中，众多企业客户借助 IDC 的战略分析而取得关键业务目标的成功。IDC 是 IDG 旗下子公司，IDG 是全球卓越的技术媒体、研究咨询及会展服务公司。

全球总部

5 Speen Street
Framingham, MA 01701
USA
508.872.8200
Twitter: @IDC
idc-community.com
www.idc.com

Copyright Notice

External Publication of IDC Information and Data — Any IDC information that is to be used in advertising, press releases, or promotional materials requires prior written approval from the appropriate IDC Vice President or Country Manager. A draft of the proposed document should accompany any such request. IDC reserves the right to deny approval of external usage for any reason.

Copyright 2018 IDC. Reproduction without written permission is completely forbidden.

