



Solidigm™ D5-P5336

SOLIDIGM™ D5-P5336

存储并快速访问位于任何位置的海量数据

Solidigm™ D5-P5336 是面向数据中心的第三代 QLC 固态硬盘，它可提供业界领先的超大容量和优化的读写性能，适用于读取和数据密集型工作负载。

Solidigm™ D5-P5336 的读取性能甚至超过了某些成本优化型 TLC 固态硬盘，最大容量可达 61.44TB¹，基于行业领先的 NAND 密度构建²。D5-P5336 的架构能够高效加速与扩展不断增加的大型数据集，这些数据集常见于被广泛部署的现代读取密集型工作负载。此外，它还可以提高存储密度，降低总体拥有成本 (TCO)，构建更具可持续性的存储基础设施。

存储密度至关重要

现代工作负载被广泛部署于各种场景，对数据的需求也越来越大。许多 AI 模型的规模每两年就会增长 10 倍。³众多流媒体服务正从有限的付费容量过渡到无限的免费容量。⁴得益于 5G 的快速部署，预计到 2023 年底，物联网 (IoT) 设备数量将达到 145 亿台，⁵数据密集型服务和应用的增速并没有放缓的迹象。

伴随着这一趋势，计算和存储将从数据中心转移到边缘，以提高服务质量与敏捷性，同时降低成本。在 2018 年，企业生成的数据中，只有 10% 的数据是在传统的集中式数据中心或云端之外创建与处理的。根据 Gartner 预计，到 2025 年，将有 75% 的数据将在边缘创建、处理与存储。⁶考虑到边缘部署的地区限制，诸如空间、电力、散热和可维护性等存储挑战将变得更加严峻。

针对读取密集型工作负载优化功能

在这种环境下，对于 AI 数据管道和数据湖、机器学习 (ML)、大数据分析、内容分发网络 (CDN)、横向扩展网络附加存储 (NAS)、对象存储、边缘使用案例等现代数据密集型工作负载而言，快速、高效地存储与访问海量数据变得愈发重要。D5-P5336 凭借可媲美 TLC 固态硬盘的读取性能，以及比同类产品高两到三倍的容量，可轻松满足以上需求。

D5-P5336 能够以 TLC 级别的性能，运行读取和数据密集型工作负载。

产品	顺序读 128K	顺序写 128K	随机读 4K	随机写 4K	最大耐用性 ⁷ 生命周期写入PB数 (PBW)	最大容量
A 产品 ⁸	0.98 倍 最高 6700 MB/秒	0.73 倍 最高 4000 MB/秒	1.1 倍 最高 110 万 IOPS	0.8 倍 最高 20 万 IOPS	0.5 倍 14 PBW	0.5 倍 7.68TB
B 产品 ⁹	1 倍 最高 6800 MB/秒	1 倍 最高 5600 MB/秒	1 倍 最高 100 万 IOPS	1 倍 最高 25 万 IOPS	1 倍 28 PBW	1 倍 15.36TB
C 产品 ¹⁰	1 倍 最高 6800 MB/秒	0.89 倍 最高 5000 MB/秒	1 倍 最高 100 万 IOPS	0.8 倍 最高 20 万 IOPS	0.6 倍 16.8 PBW	2 倍 30.72TB
Solidigm™ D5-P5336 ⁷	1.03 倍 最高 7000 MB/秒	0.59 倍 最高 3300 MB/秒	1 倍 最高 100.5 万 IOPS	0.15 倍 最高 3.8 万 IOPS	2.3 倍 65 PBW	4 倍 61.44TB
D 产品 ¹¹	0.97 倍 最高 6600 MB/秒	1.07 倍 最高 6000 MB/秒	1 倍 最高 100 万 IOPS	0.78 倍 最高 19.5 万 IOPS	1 倍 28 PBW	1 倍 15.36TB

D5-P5336 提供了丰富的外形和容量选择，适用于各种 1U 和 2U 服务器配置，并且有助于降低总体拥有成本。				
外形	D5-P5316 ¹²	C 产品 ¹⁰	D5-P5336 ⁷	D5-P5336 的优势
U.2/U.3 15 毫米	U.2 15.36–30.72TB	U.3 30.72TB	U.2 7.68–61.44TB	支持应用较为广泛的 U.2; 扩大容量范围
E3.S 7.5 毫米	不适用 (N/A)	不适用	7.68–30.72TB	支持 E3.S， 以提高运营效率
E1.L 9.5 毫米	15.36–30.72TB	30.72TB	15.36–61.44TB	扩大容量范围

覆盖从核心到边缘的出色价值

D5-P5336 具有读取速度快、容量大、经济实惠等优势。相比其他解决方案，D5-P5336 在运行读取密集型工作负载时能够降低总体拥有成本，并且实现可持续发展。下表展示了在理论上的 100 PB 对象存储解决方案中，D5-P5336 与传统产品之间的对比。

D5-P5336 节省的 总体拥有成本 ¹³	全 TLC 固态硬盘阵列 ¹⁴	混合 TLC 固态硬盘 + HDD 阵列 ¹⁵	全近线 SAS/SATA HDD 阵列 ¹⁶
	服务器数量减少高达两倍	服务器数量减少高达 15 倍	服务器数量减少高达 12.5 倍
	5 年能源成本节省高达 20%	5 年能源成本节省高达 6 倍	5 年能源成本节省高达 4.9 倍
	总体拥有成本降低高达 17%	总体拥有成本降低高达 61%	总体拥有成本降低高达 47%

如前所述，D5-P5336 的功能还可以扩展到边缘，为其带来显著的优势。

D5-P5336 容量	相比 HDD 和 TLC 固态硬盘的边缘优势
最高 61.44TB	在边缘服务器上存储的数据量增加 2–3 倍 ¹⁷
灵活的 EDSFF 产品组合	在更少的空间内存储更多数据，以提高运营效率
重量效率	相比 TLC 固态硬盘和 HDD，每克容量分别增加 3.4 倍到 13.7 倍， 从而显著提高了便携性 ¹⁸
较高的 PBW	更长的使用寿命

放心部署

Solidigm 坚信任何存储设备都必须满足两个最基本的要求：始终可用和永不返回错误数据。尽管没有任何存储设备能够提供绝对的保证来满足这两个需求，我们仍运用数十年积攒的经验和在全行业开展深入的技术合作，不懈地追求这些目标。首先，在设计阶段，我们将多项检查融入到断电保护中，以确保准确保存数据，使用覆盖 99% 的 SRAM 的纠错码 (ECC) 提供超强大的全数据路径保护。¹⁹其次，我们的测试和验证程序远超行业规范和惯例，举例而言，我们的不可纠正误码率 (UBER) 测试比 JEDEC 规范要严格 10 倍。²⁰对品质的极致追求使我们受益匪浅，比如说，大批量制造的年故障率 (AFR) 常年优于我们设立的 $\leq 0.44\%$ 的目标，²¹我们在洛斯阿拉莫斯国家实验室对 5 代产品执行了防止静默数据损坏 (SDC) 测试，在超过 600 万年的硬盘模拟运行寿命期间，没有发现任何 SDC 错误。²²

Solidigm D5-P5336 关键特性一览表⁷

产品名称	Solidigm D5-P5336			
介质	192 层 QLC NAND			
断电保留	3 个月 @40 °C			
间接单元	16 KB			
用户容量	7.68TB	15.36TB	30.72TB	61.44TB
耐用性 (5 年 DWPD) ²³	0.42	0.51	0.56	0.58
耐用性 (PBW) ²³	5.9	14.1	31.5	65.2
最大功耗	25 W			
待机功耗	<5 W			
UBER	< 1 个扇区/ 10^{17} 位读取			
MTBF	200 万小时			
特性	OCP 2.0 支持， ²⁴ NVMe 1.4 合规性， ²⁵ FIPS 140-3 2 级			



1. 15.36TB 和 30.72TB 容量的 Solidigm D5-P5336 U.2 和 E1.L 现已出货。其他容量和外形规格将于 2023 年晚些时候出货。
2. 在密度方面，Solidigm D5-P5336 的密度为 18.6 Gb/mm²，Micron 当前支持的最高密度为 14.55 Gb/mm²，Samsung 当前支持的最高密度为 10.59 Gb/mm²，KIOXIA 宣称的最高密度为 10.4 Gb/mm²，该产品尚未出货。
3. Towards Data Science。“机器学习中的参数数量”2021 年 7 月。<https://towardsdatascience.com/parameter-counts-in-machine-learning-a312dc4753d0>
4. 基于随处可见的流媒体服务研究，例如 Netflix、Hulu、Amazon Prime 和 Spotify。
5. Orion Talent。“数据中心行业的未来：2022 年及以后的趋势与分析。”2022 年 5 月。www.oriontalent.com/recruiting-resources/blog/575/data-center-trends
6. Gartner。“边缘计算对基础设施和运营领导者的意义”。2018 年 10 月。www.gartner.com/smarterwithgartner/what-edge-computing-means-for-infrastructure-and-operations-leaders
7. Solidigm D5-P5336 产品规格和最新的五季度路线图。针对 61.44TB 的 100% 16K 读/写 (RW) 耐用性。
8. Samsung PM9A3。性能和 PBW 基于市场上容量最高的硬盘。https://image.semiconductor.samsung.com/resources/data-sheet/Samsung_SSD_PM9A3_Data_Sheet_Rev1.0.pdf
9. Micron 7450。性能和 PBW 基于市场上容量最高的硬盘。https://media-www.micron.com/-/media/client/global/documents/products/product-flyer/7450_nvme_ssd_product_brief.pdf
10. Micron 6500 ION。性能和 PBW 详情请访问：www.micron.com/products/ssd/product-lines/6500-ion
11. KIOXIA CD8-R。性能和 PBW 基于市场上容量最高的硬盘。

<https://americas.kioxia.com/content/dam/kioxia/shared/business/ssd/data-center-ssd/asset/productbrief/dSSD-CD8-R-U2-product-brief.pdf>

12. Solidigm D5-P5316 [产品简介](#)

13. 使用内部 Solidigm 总体拥有成本预估工具，计算总体拥有成本。公开工具请参见：<https://estimator.solidigm.com/ssdtco/index.htm>，在 Solidigm D5-P5336 发布后，该工具将支持计算该产品的总体拥有成本。所有比较的关键常见消耗量：电力成本 = 0.15 美元/kWh；PUE 系数 = 1.60；空机架购买成本 = 1,200 美元；系统成本 = 10,000 美元；部署期的机架成本 = 171,200 美元。
14. **全 QLC 配置：**容量：Solidigm D5-P5336, 61.44TB, E1.L 9.5 毫米, 7,000 MB/秒吞吐量, 25 瓦平均使用写入功耗, 5 瓦待机功耗, 95% 容量利用率, RAID 1 镜像。**全 TLC 配置：**容量：Micron 6500 ION, 30.72TB, E1.L 9.5 毫米, 6,800 MB/秒吞吐量, 20 瓦平均使用写入功耗, 5 瓦待机功耗, 95% 容量利用率, RAID 1 镜像；www.micron.com/products/ssd/product-lines/6500-ion
15. **全 QLC 配置：**单层容量：Solidigm D5-P5336, 61.44TB, U.2, 7,000 MB/秒吞吐量, 16 瓦平均使用写入功耗, 5 瓦待机功耗, 95% 容量利用率, RAID 1 镜像, 8.9% 占空比。**混合配置：**容量：Seagate EXOS X20 20TB SAS HDD ST18000NM007D ([数据集](#))，70% 短击 (short-stroked) 吞吐量为 500 MB/秒；9.4 瓦平均使用功耗, 5.4 瓦待机功耗, Hadoop 三重复制, 20% 占空比。**高速缓存：**Micron 7450 15.36TB, 6,800 MB/秒吞吐量, 16.6 瓦平均使用写入功耗, 5 瓦待机功耗, 推荐 7% 的高速缓存与容量比, 以满足客户的服务水平协议 (SLA)；www.micron.com/products/ssd/product-lines/7450
16. **全 QLC 配置：**容量：Solidigm D5-P5336, 61.44TB, U.2, 7,000 MB/秒吞吐量, 25 瓦平均使用写入功耗, 5 瓦待机功耗, 95% 容量利用率, RAID 1 镜像, 8.9% 占空比。**全 HDD 配置：**容量：Seagate EXOS X20 20TB SAS HDD ST18000NM007D ([数据集](#))，9.8 瓦平均写入功耗, 5.8 瓦待机功耗, 70% 短击 (short-stroked) 吞吐量为 500 MB/秒；Hadoop 三重复制, 20% 占空比。
17. 17 相较于 HDD 的边缘密度优势，比较了 61.44TB D5-P5336 与最大容量为 20TB 的常用硬盘（以 20TB Seagate EXOS 20 为代表）。HDD 容量未考虑到为满足存储性能需求所需的预留空间。最多 4 块 3.5 英寸 HDD 或 U.2 硬盘的灵感来源于 [Open19 1U 半砖服务器配置](#)。相较于 TLC 固态硬盘的边缘密度优势，比较了 61.44TB D5-P5336 和 30.72TB Micron 6500 ION。最多 4 块 U.2 或 U.3 硬盘的灵感来源于 Open19 1U 半砖服务器配置。
18. 相较于 HDD 的重量效率，比较了 D5-P5336 61.44TB U.2: 61,440 GB (共 150 克) = 409.6 GB/克，以及 Seagate EXOS X20 20TB HDD SAS 3.5 英寸: 20,000 GB (共 670 克) = 29.9 GB/克。HDD 容量未考虑到为满足存储性能需求所需的预留空间。相较于 TLC 固态硬盘的重量效率，比较了 D5-P5336 61.44TB U.2: 61,440 GB (共 150 克) = 409.6 GB/克，以及 [KIOXIA CD6-R](#) 15.36TB U.3: 15,360 GB (共 130 克) = 118.1 GB/克。
19. **增强型断电应急技术：**额外的固件检查，用于验证在恢复供电后是否准确保存数据。不确定其他厂商是否提供这种额外的固件检查。**强大的端到端数据保护：**内置冗余功能，ECC 和 CRC 可以同时处于活动状态保护控制器内所有重要的存储阵列，包括指令缓存、数据缓存、间接缓冲区和物理缓冲区。将 SRAM 的 ECC 覆盖率扩展到 99% 以上，我们认为这是业内最高的。
20. 经过测试，不可纠正误码率 (UBER) 比 JEDEC 规范高 10 倍。Solidigm 在各种条件下以及硬盘使用寿命的所有循环次数中执行 1E-17 测试，比 JEDEC “[固态硬盘要求和耐用性测试方法 \(JESD218\)](#)” 中规定的 1E-16 高 10 倍。www.jedec.org/standards-documents/focus/flash/solid-state-drives。静默数据损坏 (SDC) 模拟为 1E-25。典型的可靠性演示测试，对 1000 块固态硬盘执行 1000 小时测试，以模拟 1E-18。使用洛斯阿拉莫斯国家实验室的中子源对 Solidigm 硬盘进行测试，以测量针对 1E-23 的 SDC 敏感性，并模拟为 1E-25。
21. 截至 2023 年 3 月的年故障率 (AFR) 数据。根据 Solidigm 的定义，AFR 是指客户退回的少量设备，经评估发现，这些设备功能齐全且可以立即使用。
22. 使用洛斯阿拉莫斯国家实验室的中子源对 Solidigm 硬盘进行测试，以测量针对 1E-23 的静默数据损坏 (SDC) 敏感性，并模拟为 1E-25。在测试过程中，首先在硬盘内预填充特定的数据模式。然后，将中子束对准硬盘控制器的中心，持续发出输入/输出 (I/O) 命令，并检查准确性。如果硬盘出现故障，挂起或变砖，测试脚本将切断硬盘和中子束的电源。随后重启硬盘，检查数据完整性，以分析故障原因。我们可以观察到，SDC 在运行时引发了断电命令，或者在重启后，如果中子束击中控制逻辑，传输中的数据损坏将导致硬盘挂起。由于硬盘会在无法保证数据完整性时进入禁用逻辑 (砖) 状态，因此 brick AFR 被用作测量错误处理有效性的一项指标。Solidigm 在四代硬盘产品中均使用了该测试流程。多代的累计测试时间相当于超过 600 万年的使用寿命，期间检测到的 SDC 错误为零。最近的测试使用 Solidigm D5-P5520 硬盘，D5-P5520 可用作 Solidigm D5-P5430 硬盘的替代品，因为它们具有相同的控制器和相似的固件。对以下竞争对手硬盘进行测试：Samsung 983 ZET、Samsung PM9A3、Samsung PM1733、Micron 7400、Micron 7450、KIOXIA XD6、Toshiba XD5 和 WD SN840。
23. 符合 IU 标准的耐用性，基于 100% RW 16 KB 工作负载计算。
24. 请查看 D5-P5336 产品规格了解例外情况，以及有关合规性/支持详情的修改。
25. 一季度 SKU 符合 NVMe 版本 1.4 和 NVMe MI 1.1。PRQ2 以及后续版本将会支持 NVMe 2.0 和 NVMe-MI 1.2。

您可以请求获得最新的勘误表备索。

在发出订单之前，请联系您的 Solidigm 代表或分销商以获取最新的产品规格。

如欲获取本文的副本、内部引用的文件或其他 Solidigm 文献，请联系您的 Solidigm 代表。

此处涉及的所有产品、计算机系统、日期和数字信息均为依据当前期望得出的初步结果，可随时更改，恕不另行通知。

© Solidigm。“Solidigm”是 SK hynix NAND Product Solutions Corp 的商标 (d/b/a Solidigm)。其他名称和品牌可能是其他公司的财产。