

为您的主流和读密集应用 降低总体拥有成本

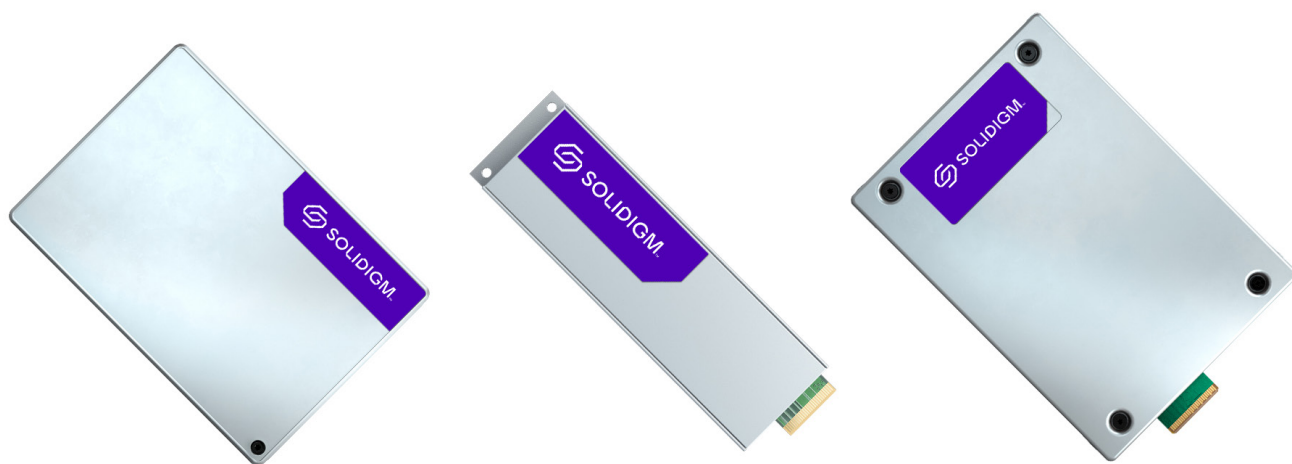
数据时代正在快速发展，不断挑战着存储扩展性的可能性。现代化的数据密集型工作负载（如人工智能、机器学习、内容分发网络 (CDN)、对象存储及数据分析）需要在高效的海量存储和快速访问。以前，我们只能在高性能或大容量中选择一种存储设备，难以兼顾。在应用程序需要高性能时选择固态硬盘，在优先考虑大容量时选择机械硬盘。

Solidigm™ D5-P5430 是兼具高密度、经济高效、高吞吐量多重优势的高密度存储解决方案，可满足众多主流和读密集型工作负载的需求。D5-P5430 采用低成本的 QLC，同时提供可媲美 TLC 的读取性能和极高的生命周期写入次数，从而降低总体拥有成本 (TCO)，提高数据中心和边缘基础设施的可持续性。D5-P5430 提供了多种外形规格容量的选择，最高容量可达 30.72 TB，可被广泛地部署于各类 1U 和 2U 的服务器中。

高效的扩展容量和提升性能

主流存储应用场景（例如通用服务器、对象存储和在线数据分析处理）通常以高读取、低写入的混合比例（例如 80/20）为主。由于写入的占比相对较低，因此具有充足写入寿命 (PBW) 的硬盘可满足这些工作负载的需求。读取密集型工作负载（例如 CDN、数据管道、VoD 服务和大型顺序数据库集群）需要频繁地进行读取，偶尔进行写入（读写比可达到 90/10，某些场景甚至更悬殊）。和主流工作负载一样，读取密集型工作负载也需要高吞吐量。

D5-P5430 不仅能提供独一无二的容量密度、效率和可维护性优势，还能确保出色的性能，即 TLC 级的读取性能和较高的写入寿命 (PBW)，从而更好的支持主流应用场景和读取密集型工作负载。



相比得到广泛使用的 PCIe TLC 固态硬盘，D5-P5430 在相同的空间内最大可将容量扩大 4 倍¹，同时提供与之相当的读取性能和高出 14% 的生命周期写入量。²

	公司 A ³ (基准)	公司 B ⁴ (相比基准)	Solidigm D5-P5430 ⁵ (相比基准)
SR 128K QD256	1 倍 最高 6800 MB/秒	1.01 倍 最高 6900 MB/秒	1.03 倍 最高 7000 MB/秒
SW 128K QD256	1 倍 最高 5600 MB/秒	0.73 倍 最高 4100 MB/秒	0.55 倍 最高 3000 MB/秒
RR 4K QD256	1 倍 最高 100 万 IOPS	1.1 倍 最高 110 万 IOPS	0.97 倍 最高 97 万 IOPS
RW 4K QD256	1 倍 最高 25 万 IOPS	0.8 倍 最高 20 万 IOPS	0.48 倍 最高 12 万 IOPS
耐久性 ⁶ DWPD 最大 PBW	1 倍 1 倍 最高 1 DWPD 28 PBW	1 倍 0.5 倍 最高 1 DWPD 14 PBW	0.58 倍 1.14 倍 最高 0.58 DWPD 32 PBW
最大容量	1 倍 15.36TB	0.5 倍 7.68TB	2 倍 30.72TB

降低总体拥有成本 (TCO)，提高存储密度，同时减少能耗

D5-P5430 可为主流应用场景和读取密集型工作负载提供高密度、高性能的独特双重优势，相比各种传统配置（例如全 TLC 固态硬盘、SSD/HDD 混合盘阵和全 HDD 阵列），D5-P5430 将有助于进一步降低总体拥有成本。

总体拥有成本 (TCO) 节省	全 TLC 阵列	混合 TLC SSD + HDD 阵列	全 HDD 阵列
	存储密度提升高达 1.5 倍	存储密度提升高达 5 倍	存储密度提升高达 5 倍
	5 年能耗成本降低高达 18%	5 年能耗成本降低高达 4.3 倍	5 年能耗成本降低高达 4 倍
	相比全 TLC 阵列对象存储， 每年的总体成本降低高达 27% ⁷	相比混合阵列对象存储， 每年的总体成本降低高达 39% ⁸	相比全 HDD 阵列对象存储， 每年的总体成本降低高达 26% ⁹

可持续性与总体拥有成本息息相关，能解决消费者、监管机构和社区的痛点。预计到 2030 年，数据中心将消耗 3-13% 的全球电力，85% 到 90% 的数据中心存储仍采用机械硬盘。因此，高密度 NAND 固态硬盘将起到至关重要的作用。^{10,11}

D5-P5430 的容量更大且性能卓越，相比混合阵列，D5-P5430 可提升 5 倍的存储密度，5 年内减少 4.3 倍的能耗，并且将生命周期结束后的废弃硬盘数量减少 3.8 倍。¹² 总之，相比低密度、低效率存储，D5-P5430 可提供更稳定的性能。

安心部署各种不同的配置

D5-P5430 在 Solidigm D5 系列固态硬盘产品线的基础上构建，提供了行业领先级的各种外形尺寸选择 (U.2、E3.S、E1.S) 和从 3.84 TB 到 30.72 TB 不等的容量支持，轻松应对广泛的配置。¹³ 对于想要保留机架基础设施，同时实现更高密度的客户，D5-P5430 提供了 U.2 外形尺寸。当然，有些客户想要更充分地利用 D5-P5430 的优势，并通过过渡到 EDSFF 固态硬盘来摆脱传统外形的限制。

在数据中心中使用其他外形规格的固态硬盘将带来一定限制。例如，U.2 的设计灵感源自机械硬盘，M.2 最初源于笔记本电脑，后来被用于数据中心。EDSFF 是第一个专为 NAND 构建与优化的存

储外形规格，旨在应对数据中心存储的关键挑战和需求，例如可维护性、散热、空间效率、信号完整性和可扩展性。传统尺寸将快速被 EDSFF 所取代，预计到 2026 年，近一半的数据将通过 EDSFF 传输至数据中心。¹⁴

D5-P5430 采用了 E3.S 和 E1.S 外形。E3.S 外形旨在替换 2U 密度优化型服务器中的 U.2 硬盘，以提供更强大的功能和性能，同时提高混合设备的灵活性。在 1U 性能优化型服务器中，E1.S 相比 U.2 和 M.2，具备更显著的外形优势，可在相同空间内达到更高的 IOPS，散热效率也更加出众，E1.S 还能够搭配性能更强大的处理器，并减少散热成本。

D5-P5430 还拥有一系列构建现代数据中心不可或缺的新特性，例如安全启动、Opal（静态数据安全性）、FIPS 140-3 第 2 级、行业领先的数据可靠性，在 600 万年的模拟运行时间中，D5-P5430 SDC 错误为 0。^{15,16} D5-P5430 的验证与测试远超行业标准和常规实践，并且内置了数据完整性检测和校正机制，因此您可以放心部署。¹⁷

性能和特性一览	
容量和外形尺寸	U.2 和 E3.S: 3.84 TB、7.68 TB、15.36 TB、30.72 TB; E1.S: 3.84 TB、7.68 TB、15.36 TB
接口	PCIe 4.0 x4、NVMe 1.4c
介质	192 层 3D QLC NAND
性能	随机读取/写入: 高达 97.1 万/12 万 IOPS; 顺序读取/写入: 高达 7000/3000 MB/秒
待机/使用功耗	最高 5W/25W
耐久性 (100% 随机写入)	高达 0.58 DWPD 和高达 32 PBW
FIPS 合规性	是*
保修	5 年
CPU 平台验证	英特尔、AMD、AMPERE、NVIDIA
OCP 2.0	支持 ¹⁸



1. **最大配置** 48 个 E3.S 硬盘和 24 个 U.2 硬盘（每 2U 机箱）。U.2 对比基于 U.2 的配置 — 15.36TB Micron 7450 Pro 产生 15.36TB x 24 = 368.64TB，而 30.72TB D5-P5430 产生 30.72TB x 24 = 737.28TB，因此，D5-P5430 每 2U 支持的容量比同类产品多两倍。E3.S 对比基于 U.2 的配置 — 15.36TB U.2 Micron 7450 Pro 产生 15.36TB x 24 = 368.64TB，而 30.72TB D5-P5430 产生 30.72TB x 48 = 1474.56TB，因此，D5-P5430 每 2U 支持的容量比同类产品多 4 倍。

2. 比较最大容量为 30.72TB 的 Solidigm D5-P5430（7000MB/秒 SR 带宽、934.5K RR IOPS 和 31.92PBW）与最大容量为 15.36TB 的 Micron 7450 Pro（6800MB/秒 SR 带宽、1000K RR IOPS 和预估的 28PBW）。

3. 资料来源 — Micron。性能和 PBW 来源于可用的最大容量硬盘。https://media-www.micron.com/-/media/client/global/documents/products/product-flyer/7450_nvme_ssd_product_brief.pdf

4. 资料来源 — Samsung。性能和 PBW 来源于可用的最大容量硬盘。https://image.semiconductor.samsung.com/resources/data-sheet/Samsung_SSD_PM9A3_Data_Sheet_Rev1.0.pdf

5. 资料来源 — Solidigm。D5-P5430 初步产品规格和当前的 5 季度路线图。

6. 资料来源 — Solidigm。对 D5-P5336 使用 100% 16K RW，对 D5-P5430 使用 100% 4K RW。其他配置请参见脚注 3 和 4。

7. 比较 30.72TB Solidigm™ D5-P5430（7000MBs 吞吐量、25W 平均使用功耗、5W 待机功耗）与 15.36TB（可用的最大容量）Micron 7450（[数据表](#)）（6800 MB/秒吞吐量、20W 平均写入功耗、5W 待机功耗）的总体拥有成本。假设 42U 机架容量，34U 用于存储，2U 服务器 @ 每服务器 24 个 U.3 TLC 和 24 块 U.2 P5430 硬盘。计算占比，使每 TB 提供相等的吞吐量：TLC 阵列 20%，P5430 解决方案为 38.9%。两者均使用 RAID1 镜像并支持 5 年更新周期。关键的成本普遍假设：电力成本 = 0.15 美元/KWhr，PUE 系数 = 1.60，空机架购买成本 = 1,200 美元，系统成本 = 10,000 美元，部署时期的机架成本 = 171,200 美元。使用内部 Solidigm 总体拥有成本预估工具，根据截至 2023 年 3 月的 Solidigm 总体拥有成本估算结果计算得出。

8. 比较 30.72TB Solidigm™ D5-P5430（7000MBs 吞吐量、25W 平均使用功耗、5W 待机功耗）和混合系统的总体拥有成本，后者使用的硬盘为 Seagate EXOS X20 18TB HDD ST18000NM003D（[数据表](#)）（18TB、500 MB/秒吞吐量；9.4W 平均使用功耗、5.4W 待机功耗）；高速缓存 — 15.36TB Micron 7450（[数据表](#)）（6800 MB/秒吞吐量、20W 平均活动写入功耗、5W 待机功耗）。假设 42U 机架容量，34U 用于存储，2U 服务器 @ 每服务器 22 块 2.5 英寸 HDD（容量）与两块 U.2 固态硬盘（高速缓存）对比 36 块 E3.S P5430 固态硬盘（容量）。混合解决方案的预留空间设置为 70% 容量利用率，以满足客户 SLA 要求。混合更新周期 = 4 年。计算占比，使每 TB 提供相等的吞吐量：14% 用于混合阵列，3.5% 用于 P5430 解决方案。P5430 使用 RAID 1 镜像；混合设置为 Hadoop 三重复制。关键的成本普遍假设：电力成本 = 0.15 美元/KWhr，PUE 系数 = 1.60，空机架购买成本 = 1,200 美元，系统成本 = 10,000 美元，部署时期的机架成本 = 171,200 美元。使用内部 Solidigm 总体拥有成本预估工具，根据截至 2023 年 3 月的 Solidigm 总体拥有成本估算结果计算得出。

9. 比较 30.72TB Solidigm™ D5-P5430（7000MBs 吞吐量、25W 平均使用功耗、5W 待机功耗）与 Seagate EXOS X20 18TB HDD ST18000NM003D（[数据表](#)）（18TB、500 MB/秒吞吐量；9.4W 平均使用功耗，5.4W 待机功耗）的总体拥有成本；假设 42U 机架容量，34U 用于存储，2U 服务器，每服务器分别配备 24 块 2.5 英寸机械硬盘和 36 块 E3.S P5430 固态硬盘。全 HDD 解决方案的预留空间设置为 70% 容量利用率，以满足客户 SLA 要求。HDD 更新周期 = 4 年。计算占比，使每 TB 提供相等的吞吐量：14% 用于 HDD 阵列，3.5% 用于 P5430 解决方案。P5430 使用 RAID 1 镜像；HDD 设置为 Hadoop 三重复制。关键的成本普遍假设：电力成本 = 0.15 美元/KWhr，PUE 系数 = 1.60，空机架购买成本 = 1,200 美元，系统成本 = 10,000 美元，部署时期的机架成本 = 171,200 美元。使用内部 Solidigm 总体拥有成本预估工具，根据截至 2023 年 3 月的 Solidigm 总体拥有成本估算结果计算得出。

10. 如 2022 年 OCP 全球峰会的 Meta 主题演讲中所述。<https://www.youtube.com/watch?v=11M1Dvsg29I&list=PLAG-eekRQBSieDnzJb-dfJ6uXMYcPHQEv&index=4>

11. 资料来源 — Solidigm 内部分析和行业分析师预测的共识。

12. 比较 30.72TB Solidigm™ D5-P5430（7000MBs 吞吐量、25W 平均使用功耗、5W 待机功耗）和混合系统的总体拥有成本，后者使用的硬盘为 Seagate EXOS X20 18TB HDD ST18000NM003D（[数据表](#)）（18TB、500 MB/秒吞吐量；9.4W 平均使用功耗、5.4W 待机功耗）；高速缓存 — 15.36TB Micron 7450（[数据表](#)）（6800 MB/秒吞吐量、20W 平均活动写入功耗、5W 待机功耗）。假设 42U 机架容量，34U 用于存储，2U 服务器 @ 每服务器 22 块 HDD（容量）与两块固态硬盘（高速缓存）对比 36 块 P5430 固态硬盘（容量）。机架空间：混合 = 总共 5 个机架，P5430 = 总共 1 个机架。混合解决方案的 5 年能源成本 = 91,178 美元，P5430 = 22,986 美元。每服务器的硬盘：混合 = 1819 块硬盘，QLC = 480。混合解决方案的预留空间设置为 70% 容量利用率，以满足客户 SLA 要求。混合更新周期 = 4 年。计算占比，使每 TB 提供相等的吞吐量：14% 用于混合阵列，3.5% 用于 P5430 解决方案。P5430 使用 RAID 1 镜像；混合设置为 Hadoop 三重复制。关键的成本普遍假设：电力成本 = 0.15 美元/KWhr，PUE 系数 = 1.60，空机架购买成本 = 1,200 美元，系统成本 = 10,000 美元，部署时期的机架成本 = 171,200 美元。使用内部 Solidigm 总体拥有成本预估工具，根据截至 2023 年 3 月的 Solidigm 总体拥有成本估算结果计算得出。

13. 比较可用容量为 U.2 960GB 到 15.36TB 的 Kioxia CD6-R、可用容量为 U.2 960GB 到 15.36TB 与 E1.S 960GB 到 7.68TB 的 Micron 7450 Pro、可用容量为 U.2 960GB 到 7.68TB 的 Samsung PM9A3 以及可用或即将支持 U.2 7.68 到 30.72TB、E1.S 3.84TB 到 15.36TB 和 E3.S 3.84 到 30.72TB 的 Solidigm D5-P5430。Solidigm D5-P5430 有更高的 U.2 和 E1.S 最大容量，是唯一一款支持 E3.S 外形的产品。

14. 资料来源 — <https://www.storagereview.com/news/the-future-of-ssd-form-factors>

15. 增强的断电应急 — 内置固件检查，以验证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 — 内置冗余特性，可同时启动 ECC 和 RC。保护控制器内的所有重要存储阵列 — 指令缓存、数据缓存、间接缓冲区和 phy 缓冲区。SRAM 的 ECC 覆盖超过 99% 的阵列，在业内遥遥领先。

16. 在洛斯阿拉莫斯国家实验室的中子源中对 Solidigm 硬盘进行测试，以依照 1E-23 测量静默数据损坏敏感性，并依照 1E-25 进行建模。测试首先在硬盘中预填充特定数据模式。接下来将中子束对准硬盘控制器的中心，同时持续发出 IO 命令并查看准确性。如果硬盘出现故障并挂起/brick，测试脚本将断开硬盘和中子束的电源。随后重启硬盘，并查看数据完整性，以分析故障原因。可在运行时检测到导致断电命令的 SDC，或在重启后，如果动态数据损坏导致中子束击中控制逻辑并挂起硬盘，也可以检测到 SDC。由于硬盘会在无法保证数据完整性时进入禁用逻辑 (brick) 状态，因此可以使用 brick AFR 来测量错误处理的有效性。4 代 Solidigm 硬盘均使用这一测试流程。4 代累计的测试时间相当于超过 600 万年的运行时间，检测到的 SDC 错误为零。最近的测试使用 Solidigm D5-P5520 硬盘，该型号可代表 Solidigm D5-P5430 硬盘的性能，因为它们具有相同的控制器和相似的固件。接受测试的同类硬盘包括 Samsung 983 ZET、Samsung PM9A3、Samsung PM1733、Micron 7400、Micron 7450、Kioxia XD6、Toshiba XD5 和 WD SN840。

17. 经测试，不可纠正的误码率 (UBER) 比 JEDEC 规范高 10 倍。在硬盘的整个使用寿命内，基于各种条件和循环计数，依照 1E-17 对 Solidigm 硬盘的测试结果比 JEDEC 固态硬盘要求和耐用性测试方法 (JESD218) 中指定的 1E-16 高出 10 倍。<https://www.jedec.org/standards-documents/focus/flash/solid-state-drives>。静默数据损坏 (SDC) — 建模为 1E-25。典型的可靠性演示测试包括，依照降至 1E-18 的级别对 1000 个硬盘测试 1000 小时。在洛斯阿拉莫斯国家实验室的中子源中对 Solidigm 硬盘进行了测试，以依照 1E-23 测量 SDC 敏感性，并依照 1E-25 进行建模。

18. D5-P5430 支持大多数 OCP 2.0 要求和特性。例外情况和修改请参见 D5-P5430 数据表。

此处提供的所有信息可随时更改，恕不另行通知。Solidigm™ 可以随时在不发通知的情况下修改制造生命周期、规格和产品说明。此处的信息以“概不保证”的方式提供，Solidigm 不对信息的准确性或所列产品的特性、可用性、功能或兼容性做出任何陈述或保证。请联系系统厂商，了解特定产品或系统的更多信息。

性能结果基于截至配置中所示日期的测试，可能不会反映所有公开可用的更新。详情请参阅配置信息披露。没有任何产品或组件是绝对安全的。

性能因使用情况、配置和其他因素而异。

有关产品属性和特性的正式定义，请参阅规格表。本文未做出任何明示或默示的保证，包括但不限于，关于适销性、适合特定目的及不侵权的默示保证，以及在履约过程、交易过程或贸易惯例中引起的任何保证。

在特定系统中通过特殊测试对组件的文档性能进行测试。硬件、软件或配置的差异将影响实际性能。当您考虑采购时，请查阅其他信息来源评估性能。

针对 Solidigm 编译器或其他产品的 Solidigm 优化可能无法为非 Solidigm 产品提供相同程度的优化性能。Solidigm 技术可能需要启用硬件、软件或服务激活。



您的成本和结果可能会有所不同。

Solidigm 并不控制或审计第三方数据。请您审查该内容，咨询其他来源，并确认提及数据是否准确。

预测或模拟结果使用 Solidigm 内部分析或架构模拟或建模，该等结果仅供您参考。系统硬件、软件或配置中的任何差异将可能影响您的实际性能。所有产品计划、路线图、规格和产品描述或有所更改，恕不另行通知。

文中所述产品可能包含设计缺陷或错误，已在“勘误表”中注明，这可能会使产品与已经发布的技术规格有所偏差。有 Solidigm “勘误表” 备案。

在提交任何产品订单前，请先联系您的 Solidigm 相关代表或分销商以获取最新的产品规格。

如欲获取或引用任何 Solidigm 的文件副本及其他相关文献，请联系您的 Solidigm 代表。

所有明确列出的产品、计算机系统、日期和数字都是基于当前预期的初步设计，如有更改，恕不另行通知。

产品标签可能有所不同。

*23 年第四季度广泛供应。

**正在进行认证。

© 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。