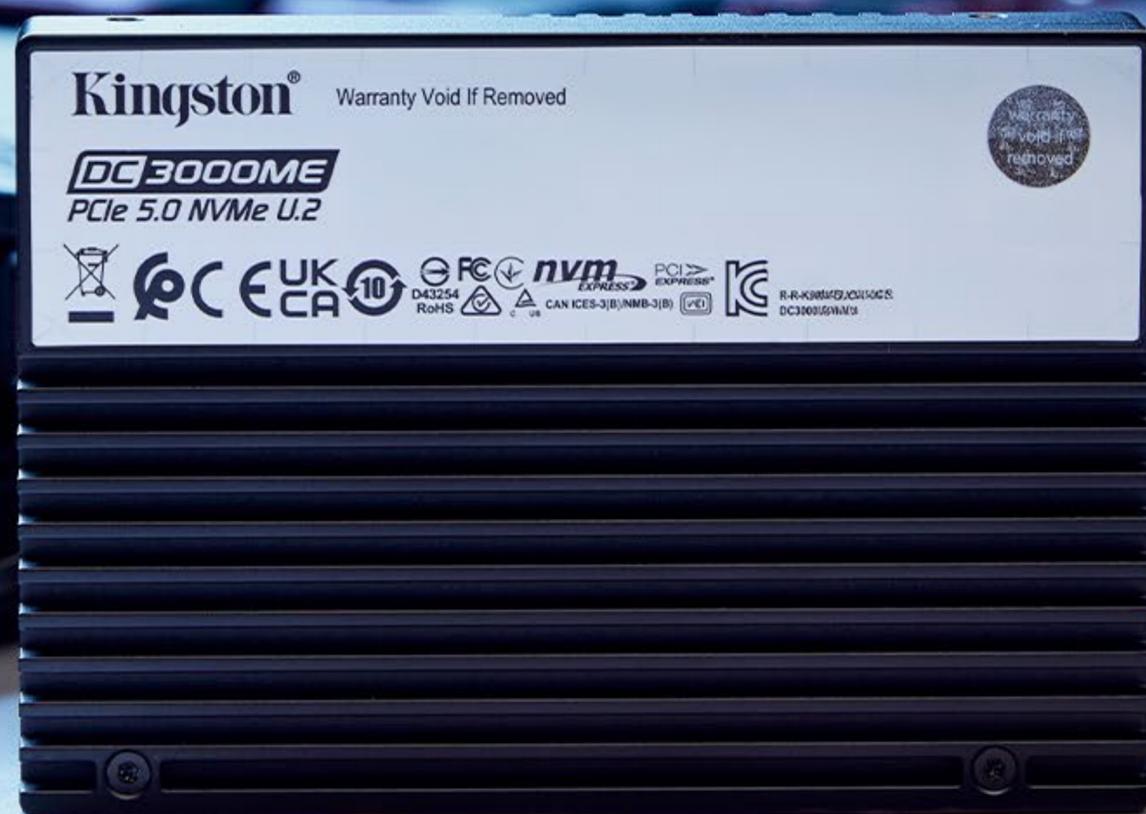


使用 PCIe GEN5 固态硬盘优化 数据中心 存储

赋能 AI 与
大数据应用

 **Kingston**[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT



前言与目录

随着世界加速迈向由数据定义的未来，人们的目光逐渐聚焦到支撑这一进程的基础设施之上。从生成式 AI 到实时分析，对速度、可靠性和效率的需求正不断攀升，人们对下一代数据中心存储的需求也日益迫切。因此，固态硬盘（SSD），尤其是基于 PCIe Gen5 构建的固态硬盘，正迅速成为现代 IT 环境的基石。

但究竟是什么推动了这一转变呢？性能瓶颈是如何影响 GPU 利用率的？为何节能型的企业级存储与 IOPS 同等关键？IT 领导者又该如何在保障数据完整性的同时，为未来的基础设施发展做好前瞻性布局，以应对后续挑战呢？

本电子书将解答这些问题，并探讨如何提升数据中心存储性能以及关键的行业趋势，内容涵盖从停机成本不断攀升到可持续基础设施前景展望等多个方面。通过 Kingston 闪存存储专家的深刻见解，您将了解到先进的固态硬盘如何为 AI 时代及之后的数据中心带来变革。

目录	页码
撰稿人	3
数据浪潮奔涌而来	4
性能瓶颈与速度之需	5
停机与延迟的成本代价	6
可靠性与数据完整性	7
能耗管理与可持续发展	8
打造前瞻性数据中心基础设施	9
Kingston 赋能数据中心	10-12
总结与 Kingston 简介	13



撰稿人

本电子书由 Kingston 的两位存储技术专家编写。



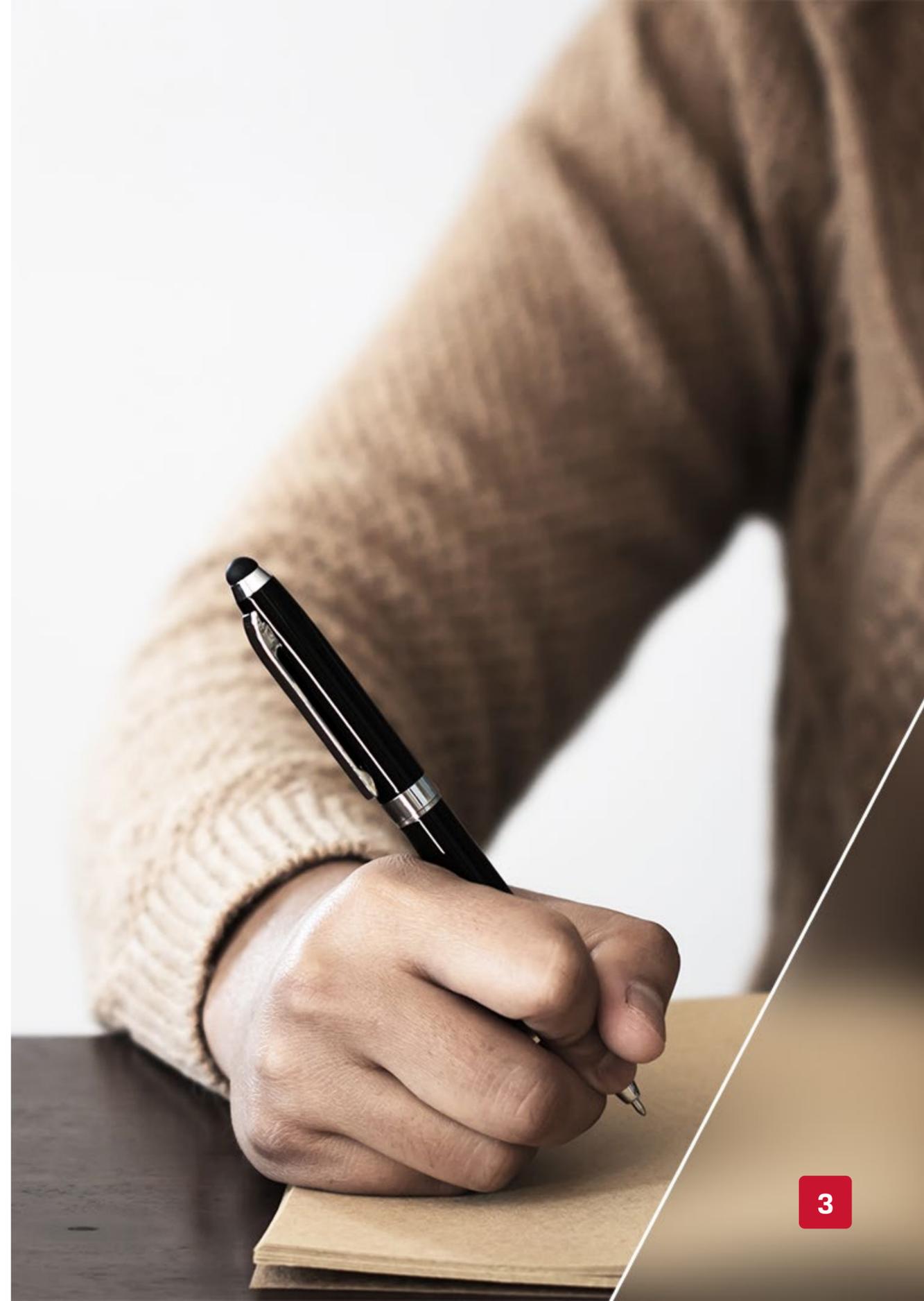
Louis Kaneshiro | Kingston Technology

Louis Kaneshiro 是 Kingston Technology 的高级技术经理。他在 Kingston 任职的 30 年间，过去 15 年专注于固态硬盘领域。在创立固态硬盘产品工程部 (SPED) 之前，他曾领导技术资源团队，如今该团队已发展成为一个全球性团队。在担任现职之前，Louis 曾在 Kingston 的 OEM 部门担任技术支持工作，并担任过 FAE。



Tony Hollingsbee | Kingston Technology Europe

Tony 已在 Kingston Technology 供职 23 年，期间担任过多个销售岗位，包括公司闪存和固态硬盘产品线内部销售经理一职。过去 12 年里，他一直担任欧洲、中东和非洲 (EMEA) 地区的固态硬盘业务经理，与销售和营销团队紧密合作，为业务拓展提供支持，推动该区域业务增长。



数据浪潮奔涌而来

据预测，到 2028 年，全球范围内创建和消耗的数据量将呈指数级增长，总量预计超过 394 泽字节¹（ZB）。这场数据爆炸式增长，很大程度上是由人工智能（AI）、物联网（IoT）的进步以及数字媒体消费的激增所推动的。AI 和机器学习应用会生成并消耗海量数据集。与此同时，自动驾驶汽车和智慧城市等新兴技术正以前所未有的规模推动实时数据的产生。

这些趋势要求存储系统具备低延迟、高吞吐量的特性。企业级工作负载、云原生应用以及合规监管要求，也进一步加剧了对可扩展、安全存储的需求。为应对这一数据激增的局面，数据中心正在对其存储基础设施进行升级改造。企业级和数据中心标准外形规格（EDSFF）应运而生，并逐渐获得广泛关注。同时，为满足长期数据保存的需求，一些创新的存储技术也在研发之中，例如基于陶瓷材料的归档解决方案，其数据保留能力可长达 5000 年以上。

尽管当前数据中心存储的外形规格种类繁多，但像 U.2 固态硬盘这类传统外形规格，因其采用 PCIe 接口且适用于对性能要求苛刻的环境，已被广泛采用。尤其是在服务器 OEM 和服务器机箱制造商群体中，U.2 固态硬盘的普及程度更高。这些技术进步和发展举措，旨在共同应对数据持续激增带来的挑战，为现代数据中心日益增长的存储需求提供有力支撑。

“

尽管 E1.x 和 E3.x 固态硬盘获得的支持正不断增加，但 U.2 外形规格在服务器存储领域可谓一骑绝尘、占据主导地位——服务器中超过 60% 的拍字节（PB）级存储容量都存储在 U.2 固态硬盘里。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology

”

“
像 DC3000ME 这类固态硬盘，在应对新兴计算趋势方面发挥着关键作用，尤其是在 AI、机器学习以及边缘计算领域。我们的设计充分考虑到了市场对更高带宽、更低延迟以及更具能效的存储解决方案的需求。

Tony Hollingsbee | Kingston Technology Europe

”

1. 2010 年至 2023 年全球创建、捕获、复制和消费的数据/信息量，以及 2024 年至 2028 年的预测（以 ZB 为单位）。
<https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>



“

如今，AI 已然站在科技前沿，在此背景下，为充分发挥 GPU 效能，对高性能存储的需求比以往任何时候都更为迫切。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology

”

性能瓶颈与速度之需

随着数据量急剧增长以及应用程序愈发复杂，数据中心管理人员正面临日益严峻的挑战。其中最为顽固的问题之一便是性能波动。许多企业级数据中心存储解决方案无法提供稳定的吞吐量和低延迟，这导致应用程序性能和资源利用率低下。

复杂的部署进一步加剧了这一局面，往往需要定制化配置、固件调优以及精细的编排调度，才能满足特定工作负载的需求。此外，驱动器寿命管理也成为日益突出的担忧。尤其是日志记录、缓存以及 AI 训练等高写入量工作负载，会给固态硬盘带来巨大压力，加速其磨损，甚至引发停机风险。

AI 工作负载严重依赖 GPU 进行计算，但如果底层存储无法跟上计算节奏，GPU 的利用率就会大幅下降，导致投资浪费且无法达成预期性能目标。对于 AI 工作负载而言，配备超低延迟和高吞吐量的高性能固态硬盘，对于维持向 GPU 实时输送数据的数据管道而言至关重要。

除了上述挑战，数据中心对速度的需求也达到了前所未有的程度。现代工作负载，特别是 AI、机器学习和实时分析，都要求能够即时访问海量数据。存储层的任何延迟都可能导致处理停滞、洞察延迟，并降低整个系统的效率。高速存储已不再是奢侈品，而是对于 GPU 和 TPU 等高性能计算资源而言不可或缺的元素。

停机与延迟的成本代价

停机和延迟问题也是 IT 领导者们格外关注的方面，因为这些问题可能会导致企业遭受重大经济损失并扰乱业务运营。近期的研究报告显示，90% 的企业每小时停机成本超过 30 万美元，其中 41% 的企业表示每小时停机成本在 100 万至 500 多万美元之间²。

延迟问题会进一步加剧这些挑战，因为它会阻碍数据访问速度，在数据密集型环境中，这种阻碍带来的负面影响尤为显著。数据检索延迟会降低用户体验、降低工作效率并导致收入损失。例如，在高频交易领域，延迟是一个关键因素，哪怕仅是几毫秒的延迟，都可能决定数百万美元的盈亏。

先进的固态硬盘为解决这些问题提供了一个极具吸引力的方案。借助 PCIe Gen5 和先进的 3D NAND 架构等技术，现代固态硬盘与传统机械硬盘（HDD）及 SATA 固态硬盘相比，读写速度明显更快。

这种性能提升不仅加快了数据访问速度，还提高了系统可靠性，降低了停机的可能性和影响。企业将这些先进的固态硬盘整合到自身基础设施中，就能够实现更高的运营效率和更强的业务韧性。



新一代面向边缘计算场景的固态硬盘具备低延迟、高速数据处理能力，可为分布式系统所依赖的实时操作提供有力支撑。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology



2. 90% 的企业每小时停机成本超过 30 万美元；41% 的企业表示，每小时停机成本在 100 多万美元至 500 多万美元之间。
<https://itic-corp.com/itic-2024-hourly-cost-of-downtime-report/><https://itic-corp.com/itic-2024-hourly-cost-of-downtime-report/>

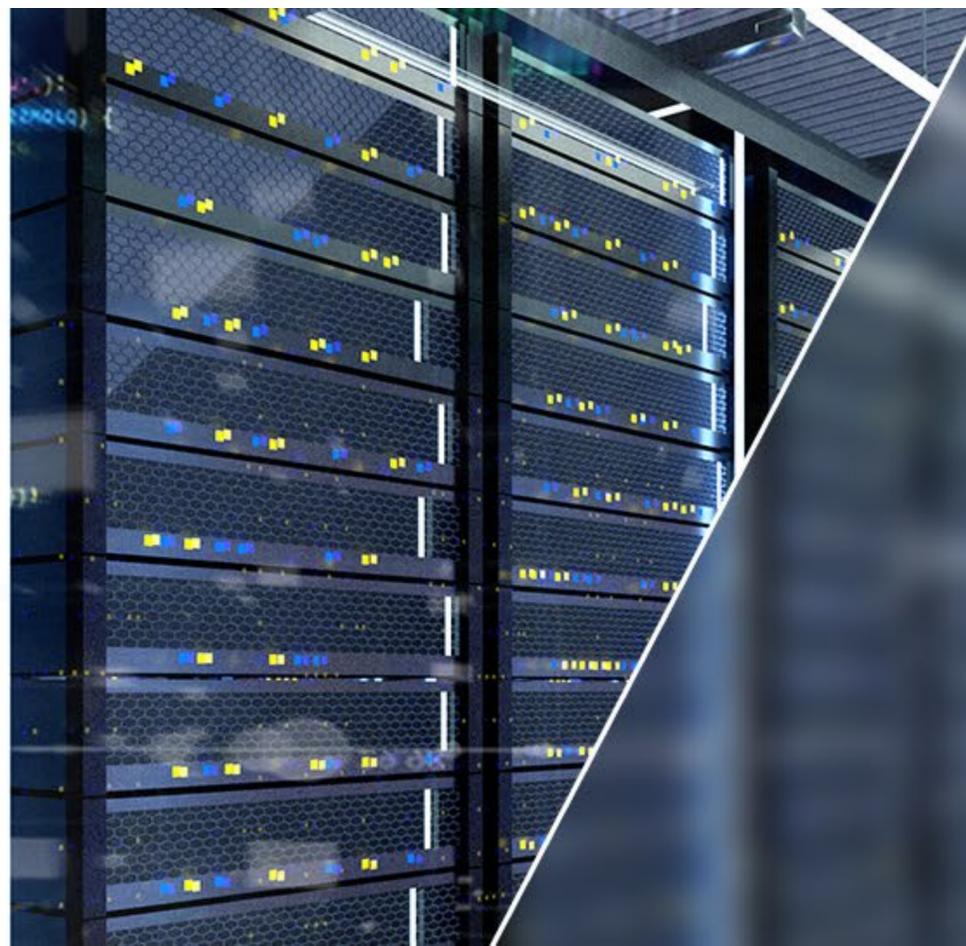
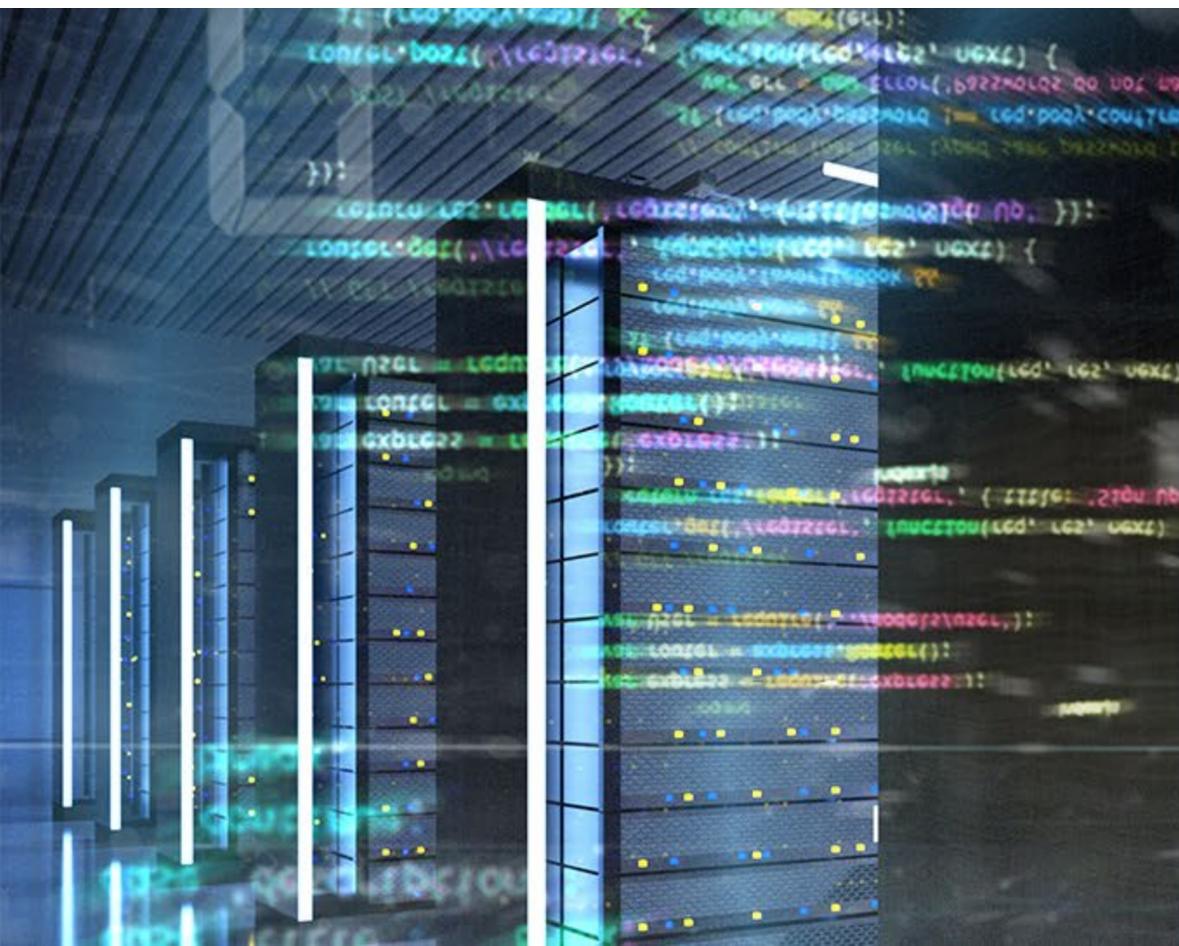


可靠性与数据完整性

在当今数字经济时代，对于负责管理关键任务工作负载的数据中心而言，可靠性和数据完整性是绝无商量余地的硬性要求。随着企业日益依赖实时分析、云原生应用以及 AI 驱动的系统，哪怕出现微小的数据丢失或损坏，都可能导致业务受阻、声誉受损。

数据可靠性在很大程度上取决于存储基础设施的稳健性。驱动器耐久性、纠错机制以及故障转移能力等因素，对于维持系统持续稳定运行和数据健康状态而言至关重要。存储介质不仅要能够抵御物理磨损，还必须在错误影响到应用程序之前，检测并纠正位级错误。

企业级固态硬盘集成了端到端数据保护、断电保护以及先进纠错（例如 LDPC）等技术，旨在即使面对极端工作负载，也能确保数据安全无虞。此外，随着勒索软件和网络攻击威胁日益猖獗，在遭受攻击期间保护数据完整性同样至关重要。专为耐久性、一致性和韧性而打造的新一代固态硬盘，为现代数据中心提供了所需的信任基石。通过将可靠性和数据完整性置于首位，企业能够保护其最宝贵的资产——数据。



“随着计算需求不断攀升，Gen5 固态硬盘的可扩展性让数据中心能够灵活调整，从容应对未来的需求。其具备的硬件辅助断电保护等特性，可切实保障数据完整性；对于那些以数据保存为重中之重的关键任务应用而言，这一特性至关重要。”

Louis Kaneshiro | Kingston Technology



能耗管理与可持续发展

除了确保可靠性和数据完整性，降低数据中心能耗已成为 IT 领导者们的首要任务之一。随着可持续发展目标与运营效率需求日益趋同，以及全球数据量呈爆炸式增长，数据处理、存储和传输所需的能源也随之水涨船高。

2023 年，全球数据中心用电需求徘徊在 340 TWh 左右，约占全球电力使用量的 1.3%。多方信息来源预测，到 2030 年，这一需求将出现大幅激增，进一步加大电力基础设施和可持续发展工作的压力³。

降低能耗不仅关乎是否符合环境法规以及达成企业环境、社会和公司治理（ESG）目标，更是降低水电费成本、确保数据中心持续可行运营的关键。因此，存储优化成为当今数据中心管理者重点关注的核心领域之一。

相较于 SATA 固态硬盘，传统的机械硬盘不仅功耗更高，而且产生的热量也更多。相比之下，虽然下一代 PCIe 固态硬盘在功耗和发热量方面与传统机械硬盘相近，但从每瓦特性能表现来看，其能源效率明显更高。得益于 PCIe NVMe SSD 能够处理的 IOPS 数量，主机系统可以快速访问和处理数据，从而缩短操作时间，并对整体能源使用产生积极影响。

大容量 PCIe NVMe SSD 还能够在更小的空间内实现更高密度的存储。这一特性不仅支持数据中心实现更环保的运营，还增强了数据基础设施的可扩展性。由此可见，先进的固态硬盘对于打造可持续、高性能的数据中心而言至关重要。

固态硬盘的能源效率优势尤为突出，因为其在保持高性能的同时，能够有效降低功耗并减少整体碳足迹——对于那些极有可能部署在中端或高端数据中心环境中的设备而言，这无疑是一个至关重要的考量因素。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology

3. 2024 年，全球能源需求增长势头迅猛，涨幅几乎达到近期平均水平的两倍。
<https://www.iea.org/news/growth-in-global-energy-demand-surged-in-2024-to-almost-twice-its-recent-average>

打造前瞻性数据中心基础设施

随着工作负载日益复杂且数据量急剧增长，采用具备可扩展性、高性能的技术变得至关重要。PCIe 5.0 固态硬盘在这一领域堪称变革者，其带宽达到 Gen 4 的两倍，且显著降低了延迟。它能够实现更快的数据访问，提升 AI 工作负载下的 GPU 利用率，并支持更密集的存储部署。

集成兼容 Gen 5 标准的固态硬盘和服务器架构，可确保基础设施能够从容应对未来的需求，无论是实时分析、机器学习还是边缘计算，都无需频繁且昂贵地全面更换硬件。

企业在考虑采用 Gen 5 数据中心固态硬盘时，应首先评估自身的应用程序和存储需求，以确定是否需要这种级别的性能。这一评估过程应由存储架构师牵头，对未来一年、两年或五年的性能要求展开分析。

在此过程中，需考虑不同的数据中心环境以及存储增长的规模扩展/横向扩展预测，同时对 ROI 进行测算与评估。为实现这一目标，应用程序遥测技术有助于收集关键的性能指标数据，并预测存储容量的增长趋势。

此外，还应将现有的硬件基础设施纳入考量范围，评估现有硬件与 PCIe 5.0 基础设施的兼容性，以便了解供电需求，并验证热管理解决方案的有效性。

“

在评估总体拥有成本时，不能仅仅着眼于初始采购价格，还应综合考虑每瓦特性能、可靠性指标以及整体运营效率。

Tony Hollingsbee | Kingston Technology Europe

”

“

通过深入剖析这些因素，并制定具有前瞻性的战略规划/规避潜在风险与陷阱，企业能够做出明智的决策，确保自身具备恰当的能力来应对当下的问题以及未来的技术发展变革。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology

”



Kingston 赋能数据中心

Kingston DC3000ME 等固态硬盘堪称提升服务器与 GPU 性能的核心所在。它们具备降低系统停机时间的能力，并能轻松应对边缘计算、AI 基础设施以及高强度计算流程等复杂任务场景。

DC3000ME 实现了数据中心存储性能的巨大飞跃，它专为应对下一代 AI 和高性能计算工作负载呈指数级增长的需求而设计。

我们的关键工程创新包括采用革命性的 PCIe 5.0 接口，并搭配先进的控制器技术。这一特性带来了前所未有的读写速度，集成了智能热管理功能，且其外形规格专为高密度服务器环境进行了优化。这些技术突破彰显了我们致力于构建一个强大且灵活的技术生态体系的决心，让未来各代数据中心都能从中受益。以下是操作说明：

专为高负载工作场景打造

针对 AI 和 ML 工作负载，配备 Gen5 接口的 DC3000ME 固态硬盘具备卓越的读取吞吐量和读取 IOPS。这意味着，仅需单块 DC3000ME 固态硬盘，就能高效地向多块 GPU 输送 IO 数据，充分释放性能潜力。如此一来，训练时间得以大幅缩短，尤其是在与 Gen4 固态硬盘对比时，为适配多块 GPU 所需的固态硬盘数量显著减少，在保持高性能的同时有效降低了基础设施成本。

DC3000ME 以其高带宽特性为 AI 基础设施提供有力支持，能够轻松应对数据密集型工作负载，实现 GPU 的无缝高效利用。其同时为多块 GPU 提供数据服务的能力，加速了 AI 训练与推理

过程，显著提升了整体效率与产出效益。随着计算需求不断攀升，Gen5 固态硬盘的可扩展性让数据中心能够灵活调整，从容应对未来的需求。

“

DC3000ME 的性能指标表现极为出色，其顺序读取速度最高可达 14,000 MB/s，顺序写入速度最高可达 10,000 MB/s。它具备多种功率阶段，可在确保性能可按需扩展的同时，灵活控制功耗。

Tony Hollingsbee | Kingston Technology Europe

”

“

DC3000ME 固态硬盘采用了最新的 PCIe NVMe Gen5 技术，并搭载了优化精良的固件服务质量实现方案。基于此，它在每个硬盘插槽上都能提供极高的带宽与 IOPS，同时还能保持并持续稳定低延迟状态。这两大特性正是企业级存储在可靠性与可预测性方面的重要基石。这确保其可以从容应对前沿数据中心工作负载提出的严苛需求。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology

”



Kingston 赋能数据中心

卓越性能

数据中心管理人员常常面临性能波动、部署复杂以及硬盘寿命管理等诸多难题。

DC3000ME 固态硬盘按照高可靠性规格制造，能够提供稳定一致的性能，确保设备达到最佳运行时间。它借助主机发起和控制器发起的遥测功能来应对这些挑战，可实现实时健康状态监测与故障预测分析。

此外，它还采用了坚固耐用的企业级设计，提供 5 年质保以及 200 万小时 MTBF，从而避免停机，提供卓越性能。

增强的安全性

DC3000ME 符合 TCG Opal 2.0 标准，并采用 256 位 AES 加密技术，具备强大的安全保障能力。这一特性可确保未经授权的用户无法访问设备，即便硬盘被物理移除，其中的数据也不会被盗取。除了强化安全功能外，DC3000ME 还具备以下特性：

- » 基于硬件的断电保护功能：即使遭遇意外断电，数据完整性也能得到保障。
- » NVMe 端到端数据保护：在整个存储路径上为数据提供端到端的保护。
- » 无需重置即可更新固件：可在不重置设备的情况下，实现固件的持续更新。

长期成本节约

作为一项投资，DC3000ME 在高性能数据中心边缘部署以及实时 QoS 控制的 AI 训练应用场景中，能立即带来回报。这两种场景对于应用程序支持、可扩展性以及高速数据处理都至关重要。

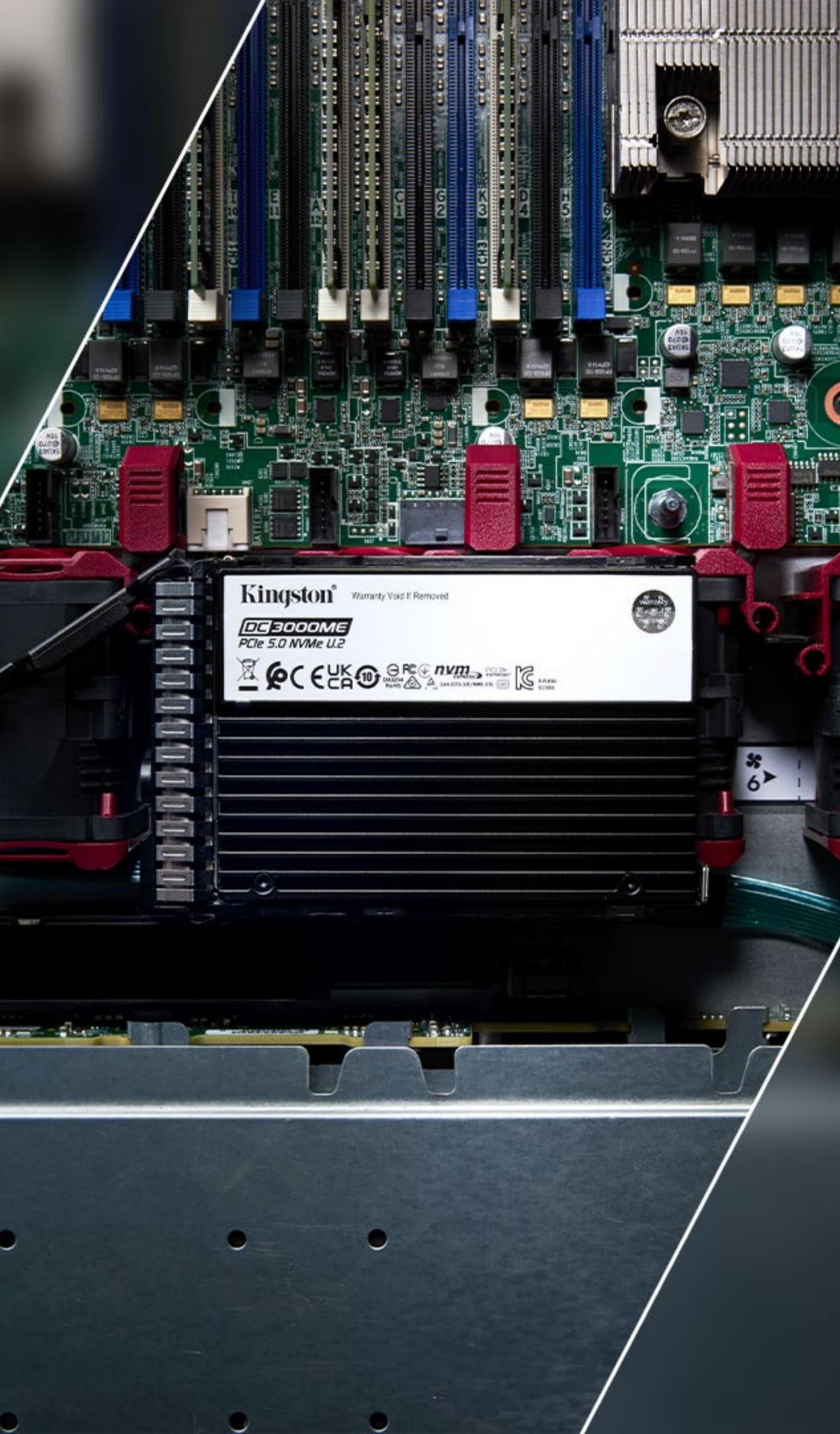
尽管初期投资较高，但由于其性能提升、功耗降低以及停机减少，从长期来看，总体成本能够得到节约，这使得 DC3000ME 成为一项具有战略意义的、经济实惠的选择。



DC3000ME 通过降低功耗、最大程度减少性能衰减以及延长运行使用寿命，为用户带来了显著的长期价值。

Tony Hollingsbee | Kingston Technology Europe





Kingston 赋能数据中心

卓越能效表现

DC3000ME 具备独特的电源管理功能，可让用户灵活地控制每瓦功耗下驱动器的性能利用率，在降低运营成本的同时，还能减少碳排放量，契合可持续发展的目标要求。

断电保护功能可确保即便在驱动器层面遭遇突发断电状况，数据也能得到妥善保存。



战略优势为高带宽多任务处理提供支持，确保任务运行无卡顿故障，同时降低功耗，为环保相关事业助力。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology



DC3000ME 系列固态硬盘具备卓越的能效表现，每瓦功耗下可提供高达 970MB/s 的顺序读取性能。通过全面的硬件设计和固件优化，DC3000ME 系列实现了更高的硬件资源利用率，同时最大程度降低了对服务器散热产生的影响。

Louis Kaneshiro | Kingston Technology



广泛兼容性

DC3000ME 系列与不同服务器以及 OEM HBA 均具备兼容性，支持 PCIe Gen5 标准，且符合 NVMe 2.0 规范。

它支持 NVMe-MI 2.0 等关键特性。NVMe-MI 2.0 是一项行业标准协议，能够让服务器的带外管理平台在不同运行环境下，对 NVMe 设备进行发现、监控、配置以及更新操作。

举例而言，Dell iDRAC 9 以及最新的 Supermicro BMC 严格遵循 NVMe MI 2.0 规范，这使得它们能够无缝集成 DC3000ME 这样支持 NVMe-MI 协议的固态硬盘。

面向未来构建

为确保投资具备未来适应性，各组织必须为数据中心选择可扩展固态硬盘解决方案，不仅满足当下及未来的性能需求，亦要避免硬盘插槽出现资源利用不足或过度利用的情况。

Kingston 凭借专业能力，可为您提供决策指导。随着 AI、ML 以及新兴技术的不断发展，我们的解决方案始终聚焦于助力这些强大技术进步实现增长并提升效能。

凭借我们在行业内的领先专业经验以及专为快速变革而设计的存储解决方案，我们携手共进，定能加速推动您数据中心的技術转型。

Built on Commitment

从大数据到物联网设备，包括笔记本电脑、个人电脑和可穿戴技术，Kingston Technology 致力于提供顶级的产品解决方案、服务与支持。我们深受领先的 PC 制造商和全球云服务供应商的信赖，珍视那些助力我们不断发展和创新的长期合作伙伴关系。我们始终将质量和客户服务放在首位，确保每一项解决方案都符合最高标准。在每一个环节，我们都将倾听、学习并与客户和合作伙伴紧密合作，共同打造出长期有效的解决方案。

©2025 Kingston Technology Far East Corp. (Asia Headquarters), No. 1-5, Li-Hsin Rd. 1, Science Park, Hsin Chu, Taiwan
保留所有权利。所有商标和注册商标均为各所有人之财产。

