

# 解决方案简介



## 浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 基于第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器优化多种负载性能

### 浪潮信息

“浪潮信息坚持‘以应用为导向，以系统设计为核心，提升多元异构算力融合和软硬协同能力，全力释放底层硬件算力’的技术发展路线。基础软件产品是实现这一技术路线的关键环节，浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 基于英特尔平台的硬件新特性持续深化软硬协同能力，为用户提供稳定可靠、安全易用、高性能的操作系统底座。”

— 苏志远  
浪潮信息  
系统软件产品部总经理

“在以数据为中心的数字化产业变革中，应对多元负载带来的算力挑战对于数据潜力的释放至关重要。通过与浪潮信息的持续深度合作，我们证明第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器能够高效应对数据中日趋复杂的负载，助力用户打造高性能、高扩展、高安全性的数据中心基础设施，夯实数字化转型的底座。”

— 李亚东  
英特尔数据中心和人工智能集团  
至强生态赋能事业部中国区总经理

### 概述

为了加速人工智能 (AI)、大数据分析等技术创新，用户对于服务器的性能有着更高的要求，这不仅包括 CPU 等关键硬件的创新，也包括操作系统层面的优化，两者的融合有助于解决以下挑战：

#### ● 满足日趋增长的 CPU 算力需求

在服务器中，CPU 为计算、存储、网络等应用提供了算力基础，随着需要处理的数据的不断增长，用户对于 CPU 的性能以及能效提出了更高的要求。

#### ● 多元负载可能导致 CPU 开销过大

现代数据中心的负载正在日趋复杂化，加解密、流数据移动和转换操作等负载带来较高的 CPU 资源开销，不仅导致 CPU 占用率过高，也会影响相关负载的运行效率。

#### ● 资源冲突会影响关键应用的运行

服务器的物理机上通常会部署多个虚拟机或容器，这些虚拟机与容器上运行的工作负载可能被其它租户干扰，影响服务质量 (QoS)。满足数据库等关键应用的资源需求成为用户需要面对的重要难题。

## 解决方案概述

在数字化、智慧化技术深度创新的时代背景下，算力已经成为关键生产力要素，并在变革产业、颠覆生产与生活方式等方面展现了重要价值。为了给上层业务提供强大的算力支持，并提升数据中心的安全可控能力，数据中心用户正在推动开源服务器操作系统的部署，同时加速采用搭载新一代软硬件的服务器，以满足金融、政务、能源、交通、通信、教育、医疗等关键行业的应用要求。

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 通过对于第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的支持，能够助力用户构建高性能、稳定可靠、高效软硬协同、全天候运维、全栈安全可信的基础设施平台。KeyarchOS 不仅可充分释放第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的内核性能优势，还可利用处理器内置的英特尔® 高级矩阵扩展（英特尔® AMX）、英特尔® 软件防护扩展（英特尔® SGX）、英特尔® 数据保护与压缩加速技术（英特尔® QAT）、英特尔® 内存分析加速器（英特尔® IAA）、英特尔® 数据流加速器（英特尔® DSA）等高级硬件特性，加速多元负载的运行，释放数据潜能。



## 浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 是浪潮信息基于 Linux 内核、龙蜥等开源技术自主研发的一款服务器操作系统，支持 X86 等主流架构处理器，广泛兼容传统 CentOS 生态产品和创新技术产品，可为用户提供整套可视化 CentOS 到 KeyarchOS 迁移方案，具备高稳定性、高安全性和高性能等优势，能够满足诸多行业的需求。



图 1. 浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 系统架构

<sup>1,2,3,4</sup> 数据援引自浪潮信息截至 2023 年 11 月的内部测试结果。测试配置：双路英特尔® 至强® 黄金 6554S 处理器 @ 4 GHz, 144 核, 4 NUMA 节点, 启用超线程, 启用睿频加速技术, 256 GB 总内存 (16x16 GB DDR5 4800 MT/s), BIOS 05.09.00, microcode 0x21000100, 4x1.5 TB 固态硬盘, 英特尔® 以太网网络控制器 X550。英特尔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。

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 具备以下优势：

### 安全可靠

浪潮信息高度重视产品与解决方案的安全性，为客户提供更满意的服务。服务器产品安全一直是浪潮信息关注的焦点，保障产品安全是浪潮信息的关键战略之一。KeyarchOS 服务器操作系统在 Linux 安全特性的基础上，采用 TCM/TPM 可信启动、统一 PAM 认证模块、多因子认证、国密算法、主机加固软件、CVE 漏洞发现与修复等多种安全策略和安全机制，为用户提供全方位的安全防护体系。

### 高可用性

KeyarchOS 服务器操作系统可作为数据库服务器、应用服务器、虚拟机 GuestOS 使用及数据中心建设的基础软件。KeyarchOS 提供多节点高可用部署的底层支持，可确保用户业务系统、数据中心的稳定持续运行。通过 KeyarchOS 高可用部署方案，可以实现系统自动迁移和用户多数据备份，保证用户数据的完整性，为应用程序提供连续稳定的可靠保护。

### 高可靠性

KeyarchOS 服务器操作系统历经近 10 年自主研发历史，拥有丰富的操作系统产品研发经验，在产品选型上采用稳定长期维护版本内核为基础，经过超 20 万装机量验证，能够充分保证操作系统的高可靠运行。KeyarchOS 支持内核热补丁功能，能够在不停机状态下进行内核漏洞和 BUG 的修复，提升 KeyarchOS 系统的不停机时间，有效提高了操作系统的可靠性，保证用户业务的连续性。

### 高效运维

KeyarchOS 服务器操作系统提供了系统异常定位分析、系统性能调优等工具，基于百万级服务器运维经验、结合 AI 算法和专家知识库打造的全栈式智能化、全方位的操作系统运维工具集。覆盖了日常监控、线上诊断和故障修复等常见运维场景，并为主流的操作系统提供轻量化、跨平台的一键式性能调优能力。

### 极致性能

KeyarchOS 服务器操作系统通过软硬协同、上游优秀特性回合等方式持续对性能进行优化，实现了云原生、人工智能场景的性能突破，例如，基于分层内存的优化提升了 PMEM/CXL 内存的访问性能，基于 NVME-oF 互连与 SMC-R 实现了高性能存储、高性能网络软件栈，基于透明代码大页提升数据库性能，通过优化 CPU、内存、网络、IO 的资源分配提升在线业务的抢占能力等。

## 采用第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的高级特性优化多种负载性能

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 推荐搭配基于第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的服务器。2023 年年初浪潮信息基于 KeyarchOS 服务器操作系统验证了英特尔® AMX、英特尔® SGX 等高级特性在实际场景中的表现，最终在大数据场景下数据分析、AI 深度学习场景方面性能均有显著提升，同时支持在 OpenStack、K8S 等云化场景下自动化部署英特尔® SGX 技术，部署效率得到大幅提升。在前述工作的基础上，双方围绕第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的其它硬件特性，进行了深入的合作创新与验证。

第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器为拓展 AI 应用提供了强大的性能基础。新一代处理器拥有更可靠的性能，更出色的能效。它在运行各种工作负载时均可实现显著的每瓦性能增益，在 AI、数据中心、网络 and 科学计算的性能和总体拥有成本 (TCO) 方面亦有更出色的表现。相较上一代产品，第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器可在相同功耗范围内提供更高的算力和更快的内存。此外，它与上一代产品的软件和平台兼容，因此部署新系统时可大大减少测试和验证工作。

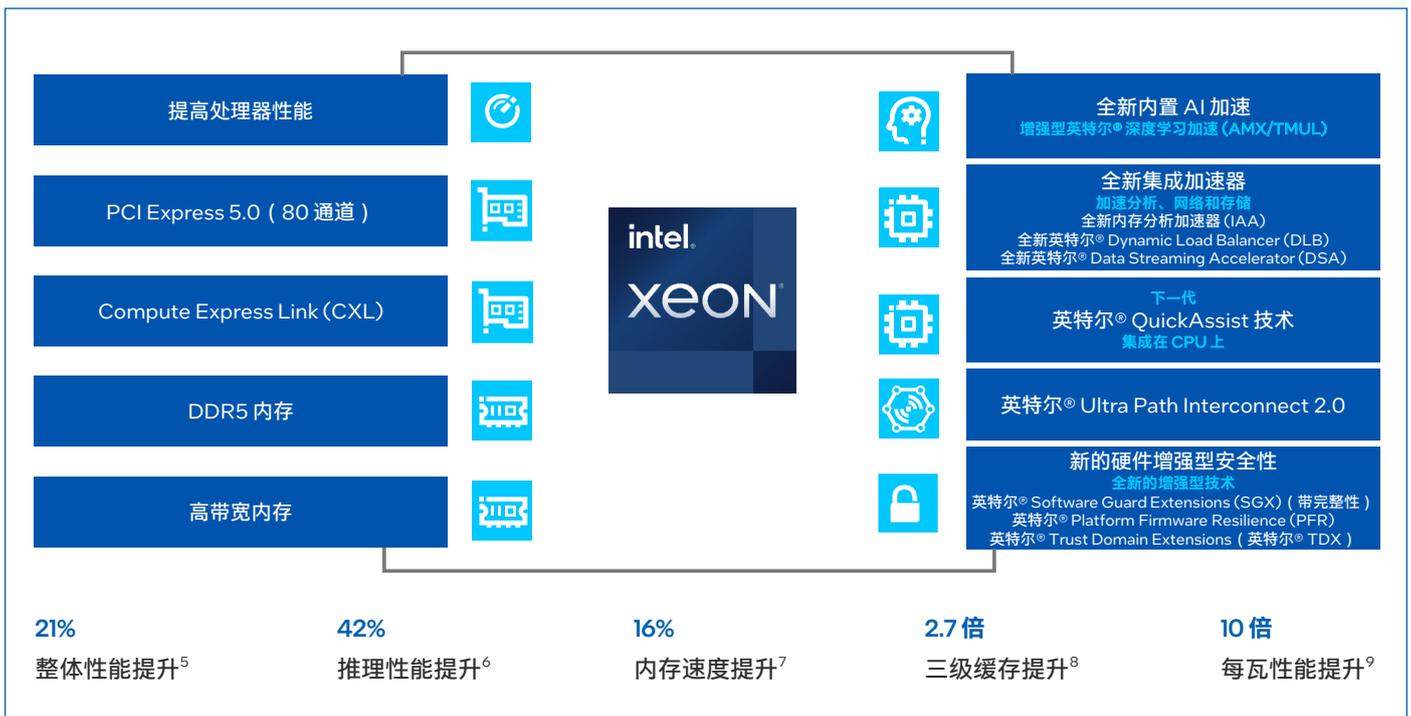


图 2. 第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器具备更强大性能

<sup>5</sup> 与第四代英特尔® 至强® 处理器相比的平均性能提升，以 SPEC CPU rate、STREAM Triad 和 LINPACK 的几何平均值为衡量标准。请参阅 intel.com/processorclaims 上的 [G1]：第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器。结果可能有所差异。

<sup>6</sup> 与第四代英特尔® 至强® 处理器相比，取得 1.19 倍到 1.42 倍的性能提升 ( ResNet50v1.5、BERT-Large、SSD-ResNet34、RNN-T ( 仅 BF16 )、Resnext101 32x16d、MaskRCNN ( 仅 BF16 )、DistilBERT )。请参阅 intel.com/processorclaims 上的 [A15-A16]：第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器。结果可能有所差异。

<sup>7</sup> 请参阅 intel.com/processorclaims 上的 [G12]：第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器。结果可能有所差异。

<sup>8</sup> 请参阅 intel.com/processorclaims 上的 [G11]：第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器。结果可能有所差异。

<sup>9</sup> 使用内置加速器在 AI、数据和网络工作负载上进行测量，取得 1.46 到 10.6 倍的每瓦性能提升。请参阅 intel.com/processorclaims 上的 [A19-A25]、[D1]、[D2]、[D5] 和 [N16]：第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器。结果可能有所差异。

在本次合作中，浪潮信息与英特尔重点从以下几个方面入手，挖掘第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的性能潜力：

### 利用英特尔® QAT 提升 Nginx 服务性能

Nginx 是一款基于类 BSD 许可证的高性能 HTTP 和反向代理 Web 服务器。Nginx 服务器在进行加密数据的处理操作时，通常需要调用 OpenSSL 库对数据进行加密处理。在传统方案中，Nginx 服务器的加密负载由 CPU 核心进行软加速，常会占用大

量的 CPU 资源，影响加密效率的同时，也会影响其它业务的运行。为了加速 Nginx 服务中的加解密操作，浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 尝试将加解密操作卸载到第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器集成的英特尔® QAT 加速器中，提高加密处理的效率。英特尔® QAT 能够将加密负载从 CPU 卸载到 QAT 中，从而提高数据中心和网络安全性能。

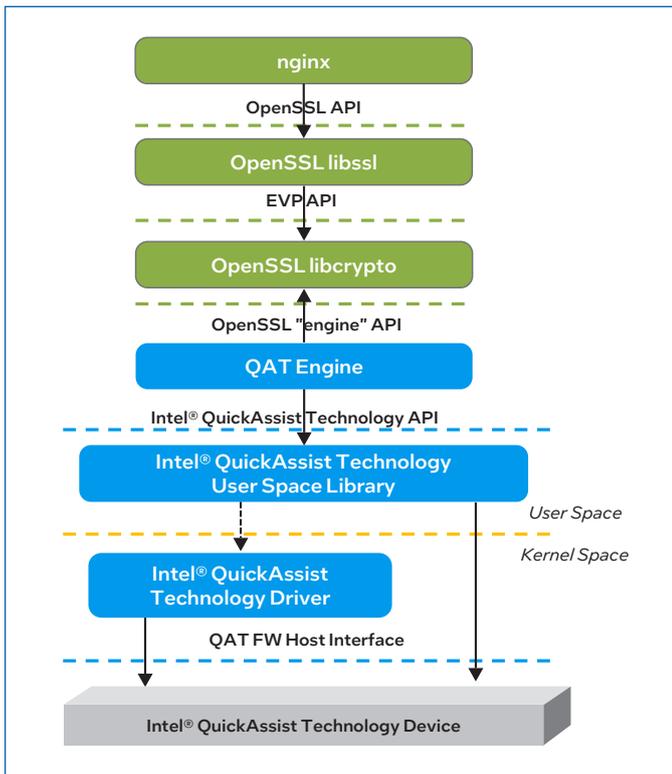


图 3. 利用英特尔® QAT 提升 Nginx 服务

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 在 Nginx 服务中验证了英特尔® QAT 网络加速效果，测试环境为单个 QAT PF 节点（直通模式），Nginx worker\_processes 设置为 2。测试工具使用 wrk 进行 HTTPs 基准测试，选取每秒网络请求数量为评价参数。测试数据如图 4 所示，在启用英特尔® QAT 之后，Nginx 服务性能提升到超过 15 倍，SIOV 上的 Nginx 性能提升超过 7 倍<sup>10</sup>。

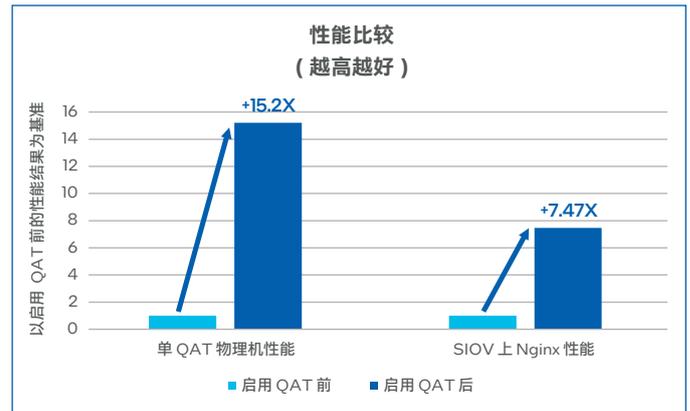


图 4. 启用 QAT 前后的性能比较

<sup>10</sup> 数据援引自浪潮信息截至 2023 年 11 月的内部测试结果。测试配置：双路英特尔® 至强® 黄金 6554S 处理器 @ 4 GHz，144 核，4 NUMA 节点，启用超线程，启用睿频加速技术，256 GB 总内存 (16x16 GB DDR5 4800 MT/s)，BIOS 05.09.00，microcode 0x21000100，4x1.5 TB 固态硬盘，英特尔® 以太网网络控制器 X550。英特尔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。

## 基于英特尔® IAA 加速 zRAM

zRAM 为 Linux 内核的一项内存压缩功能，可以和其他块设备一样使用，zRAM 可以通过英特尔® IAA 实现压缩加速。英特尔® IAA 是英特尔® 至强® 可扩展处理器中的一项硬件加速器技术，它提供了压缩、解压缩、分析能力，可用于内存 I/O 加速。

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 利用 IAA 设备通过执行 dd 命令向 zRAM 进行数据写。测试结果如图 5 所示，在同样数据集的条件下，基于 IAA 加速后数据写操作带宽提高到约 3.3 倍<sup>11</sup>。

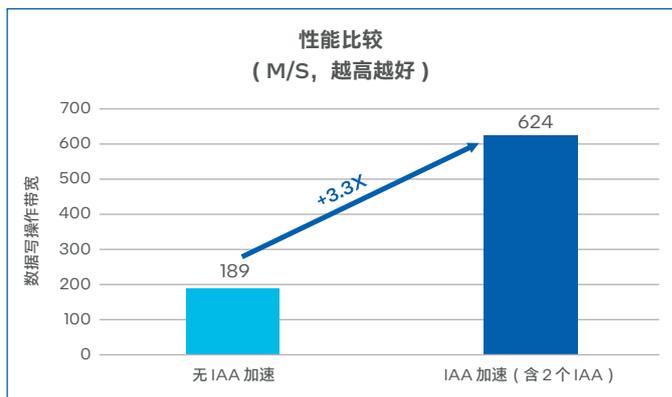


图 5. 启用 IAA 前后 zRAM 性能对比

## 基于英特尔® DSA 加速大内存虚拟机启动

虚拟机在使用透传设备，特别是为虚拟机配置大内存时，虚拟机启动会每一个内存页进行清零操作，此时内存清零耗时较长可能会导致虚拟机启动时间较慢。为了解决该问题，浪潮信息云峦服

务器操作系统 KeyarchOS 基于英特尔® DSA，将内存页清零负载从 CPU 卸载到 DSA 中，有效提升了应用程序和平台的性能。DSA 提供了高性能数据移动、数据转换能力，可用于优化高性能存储、网络、持久内存和各种数据处理应用常见的流数据移动和转换操作。

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 利用 DSA 加速内核内存预清零方案，以加速虚拟机启动。测试数据如图 7 所示，在启动 DSA 之后，虚拟机启动速度可提升 3~4 倍<sup>12</sup>。

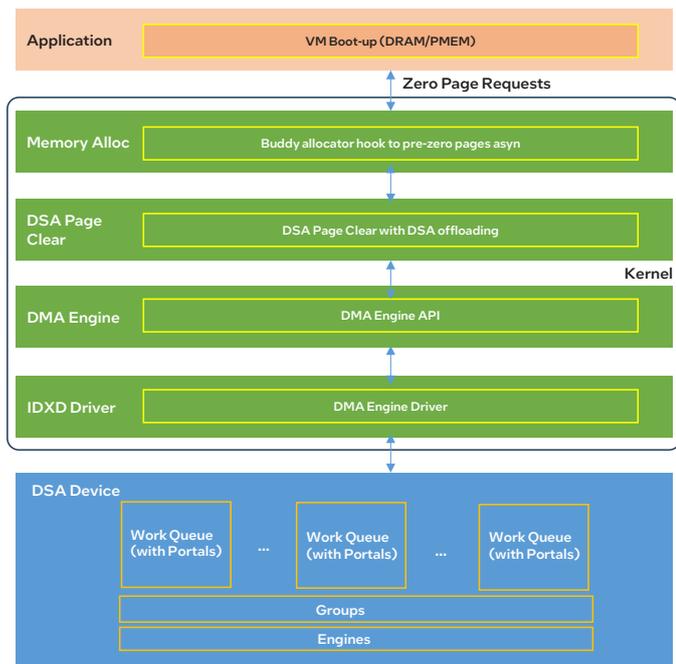


图 6. 英特尔® DSA 架构

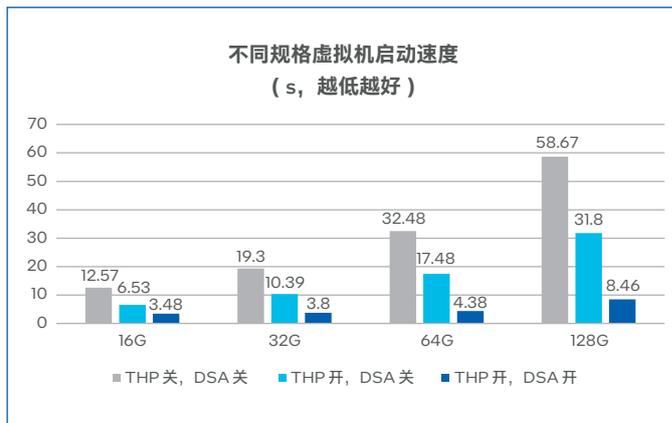


图 7. 不同内存规格的虚拟机加速启动测试

<sup>11,12</sup> 数据援引自浪潮信息截至 2023 年 11 月的内部测试结果。测试配置：双路英特尔® 至强® 黄金 6554S 处理器 @ 4 GHz, 144 核, 4 NUMA 节点, 启用超线程, 启用睿频加速技术, 256 GB 总内存 (16x16 GB DDR5 4800 MT/s), BIOS 05.09.00, microcode 0x21000100, 4x1.5 TB 固态硬盘, 英特尔® 以太网网络控制器 X550。英特尔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。

## 基于英特尔® RDT 保护数据库应用

在 K8S 场景中，K8S 上的工作负载可能被其它租户运行的容器干扰。为了保护数据库等关键应用的 QoS，浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 利用英特尔® RDT 优化资源调配。英特尔® RDT 用于缓存和内存监控及分配功能，它使得应用程序、虚拟机和容器使用共享资源的方式的可见性和可控性达到全新水平。

浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 主要从以下两对服务入手，测试结果如图 8 所示，在存在“吵闹的邻居”干扰的情况下，关闭 RDT 之后 Redis 性能下降约 21.59%；开启 RDT 保护后，Redis 性能可基本恢复到原来的水平，仅略微下降 4.55%<sup>13</sup>。同时，RDT 对应用的保护能力几乎不受“吵闹的邻居”数量干扰。

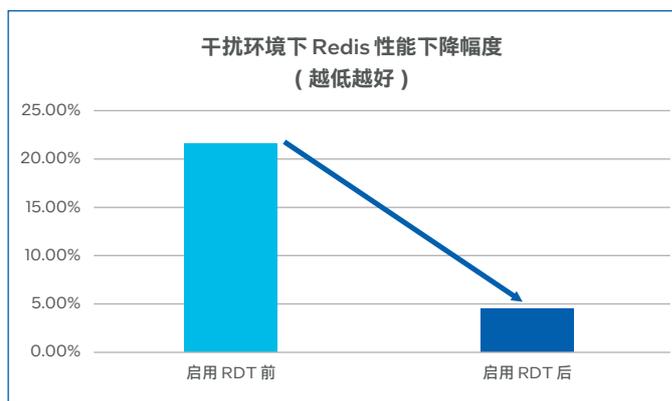


图 8. 英特尔® RDT 启用前后 Redis 性能下降幅度比较

## 收益

通过采用第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器搭载的高级硬件特性，浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 显著提升了多种负载下的性能表现，可为客户带来以下收益：

- 通过将负载从 CPU 卸载到各种加速器，能够有效降低 CPU 资源开销，推动 CPU 资源的合理配置，同时显著提升相关应用的运行效率。
- 进一步释放了第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的算力优势，有助于帮助用户降低硬件采购、运维等方面的成本，提升投资收益。
- 通过资源调度的优化，有助于保护关键应用的 QoS，降低干扰对于性能带来的影响。
- 提供了更高的算力密度与能效，有助于实现绿色发展。

## 展望

快速发展的数字经济凸显了在算力方面的挑战与契机，《2022-2023 全球算力指数评估报告》认为，加大算力投资可能带来稳态经济增长率的跃升，算力指数平均每提高 1 点，国家的数字经济和 GDP 将分别增长 3.6‰ 和 1.7‰<sup>14</sup>，但同时，算力的供给存在着巨大的缺口。采用新一代硬件，并通过高级硬件特性与软件优化、加速多元负载，成为化解算力供给与需求之间矛盾的重要方式。

基于第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的浪潮信息云峦服务器操作系统 KeyarchOS 实现了软硬件的高效协同，充分释放了第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器及内置加速器的性能潜力，能够帮助用户在加速多元负载运行的同时，降低数据中心基础设施的总体拥有成本 (TCO)。英特尔与浪潮信息还将不断优化该方案的性能表现，以助力用户构建新一代基础设施平台，满足云计算、大数据、海量存储、人工智能、边缘计算等应用场景需求，为数字经济发展提供可靠基石。

<sup>13</sup> 数据援引自浪潮信息截至 2023 年 11 月的内部测试结果。测试配置：双路英特尔® 至强® 黄金 6554S 处理器 @ 4 GHz，144 核，4 NUMA 节点，启用超线程，启用睿频加速技术，256 GB 总内存 (16x16 GB DDR5 4800 MT/s)，BIOS 05.09.00，microcode 0x21000100，4x1.5 TB 固态硬盘，英特尔® 以太网网络控制器 X550。英特尔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。

<sup>14</sup> 数据援引自：国际数据公司 IDC、浪潮信息、清华大学全球产业研究院《2022-2023 全球算力指数评估报告》。

## 关于浪潮信息

浪潮信息是全球领先的 IT 基础设施产品、方案和服务提供商，拥有 8 个研发中心、14 个生产基地、26 个分支机构。秉承“算力就是生产力，智算力就是创新力”的理念，致力于推动智慧计算技术创新和应用，加速数实相融。多年来，浪潮信息始终践行开源开放的技术路线，引领开放计算标准，是全球唯一的四大开放组织发起成员或白金会员，持续定义领先的开放计算产品。

## 关于英特尔

英特尔 (NASDAQ: INTC) 作为行业引领者，创造改变世界的技术，推动全球进步并让生活丰富多彩。在摩尔定律的启迪下，我们不断致力于推进半导体设计与制造，帮助我们的客户应对最重大的挑战。通过将智能融入云、网络、边缘和各种计算设备，我们释放数据潜能，助力商业和社会变得更美好。如需了解英特尔创新的更多信息，请访问英特尔中国新闻中心 [newsroom.intel.cn](https://newsroom.intel.cn) 以及官方网站 [intel.cn](https://intel.cn)。



实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。更多信息请见 [www.intel.com/PerformanceIndex](https://www.intel.com/PerformanceIndex)

性能测试结果基于配置信息中显示的日期进行测试，且可能并未反映所有公开可用的安全更新。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。

具体成本和结果可能不同。

英特尔技术可能需要启用硬件、软件或激活服务。

英特尔未做出任何明示和默示的保证，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。

英特尔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。