

# 超聚变服务器操作系统 (FusionOS)<sup>®</sup> 释放第四代 英特尔<sup>®</sup> 至强<sup>®</sup> 可扩展 处理器算力潜能 助力打造 数字基础设施优选平台

## 挑战

从IT产业全景看，操作系统是承上启下、连接软硬件生态的桥梁，向下释放算力、向上增强应用。面对整合硬件生态的挑战和趋势，操作系统也是整个IT产业发展的关键，是计算产业的核心。作为数字化产业发展的重要环节，操作系统在快速发展的同时也伴随着巨大的挑战：

### 如何保障操作系统的稳定可靠

操作系统是保障业务稳定运行的关键、信息产业的底座。作为所有业务应用的载体，操作系统一旦出现问题，很有可能造成严重的后果，给业务带来不可估量的损失。例如，在运营商无线网络场景，设备对稳定性的要求非常高，任何问题都有可能导致出现掉话、断网等严重后果。操作系统与硬件的高效协同，为上层应用和业务创新提供稳定、可靠的运行环境，已成为操作系统发展的重点探索方向。

### 如何充分释放硬件算力，满足上层应用所需

操作系统是连接上层应用和硬件基础设施的桥梁，是算力释放的核心。随着数字化、智能化时代的到来，算力需求越来越大，硬件的更新迭代也越来越快，同时也对操作系统性能优化提出了更高要求。操作系统需要能够充分发挥出新硬件的性能潜力，满足用户在不同场景下的算力需求，为客户业务提供高效的算力引擎。

### 如何保障数据安全

数字化产品、应用和服务都在源源不断地产生海量数据，这些数据是企业的宝贵财富，数据的有效分析为企业提供核心竞争力，也是企业创新的重要基础。但是海量的数据如果没有安全的保护机制，很可能会造成核心数据丢失或泄露，从而使企业业务遭受巨大的冲击，甚至会让企业陷入生死存亡的风险境地。如何有效保护数据的安全性，是企业亟需解决的一大难题。

## 解决方案概述

数字化技术已经成为驱动经济发展的主要驱动力之一。在数字化产业生态中，操作系统(OS)是承上启下、连接软硬件生态的桥梁，它有助于屏蔽软硬件差异，实现软硬资源可调度、可协同，是构建软硬件生态与技术路线的核心。在此背景下，推动操作系统的持续创新，并推动操作系统与硬件的协同优化，成为充分释放硬件潜力，满足用户在算力、稳定性、安全性等方面需求的重要方式。

超聚变数字技术有限公司(以下简称：超聚变)在超聚变服务器操作系统(FusionOS)<sup>®</sup>的基础上，推出了融合第四代英特尔<sup>®</sup>至强<sup>®</sup>可扩展处理器的软硬协同解决方案。该方案充分利用处理器内置的英特尔<sup>®</sup>In-Memory Analytics Accelerator(英特尔<sup>®</sup>IAA)、英特尔<sup>®</sup>高级矩阵扩展(英特尔<sup>®</sup>AMX)、英特尔<sup>®</sup>Data Streaming Accelerator(英特尔<sup>®</sup>DSA)、英特尔<sup>®</sup>QuickAssist技术(英特尔<sup>®</sup>QAT)等高级硬件能力，加速AI、数据分析、数据加解密等场景下的处理能力，并通过英特尔<sup>®</sup>Software Guard Extensions(英特尔<sup>®</sup>SGX)等硬件安全特性，助力提升安全保护能力，打造数字基础设施的优选平台。

## 超聚变服务器操作系统(FusionOS)<sup>®</sup>

超聚变服务器操作系统(FusionOS)<sup>®</sup>是一款面向运营商、金融、政企等行业的关键业务而设计开发的企业级服务器操作系统软件。其在openEuler社区版的基础上，融入了众多的自研竞争力特性，完善了生态支持和专业的技术保障。超聚变服务器操作系统(FusionOS)<sup>®</sup>可广泛适用于数据库、大数据、云计算、Web服务等应用场景，支持多种安装方式，可部署在物理服务器、虚拟机和容器等环境中，同时可为客户提供灵活的部署、升级和迁移方案。

“围绕算力基础设施与算力服务，超聚变打造了兼容东西方产业生态、支持多样性计算、高性能、绿色低碳的产品与解决方案组合。通过超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 和第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器的高效协同，我们能够更好地满足千行百业对算力的需求，提供一体化、全场景的算力基础设施及算力服务，让用户的业务更稳健、更高效、更智能。”

郝峰

超聚变算力服务领域总经理

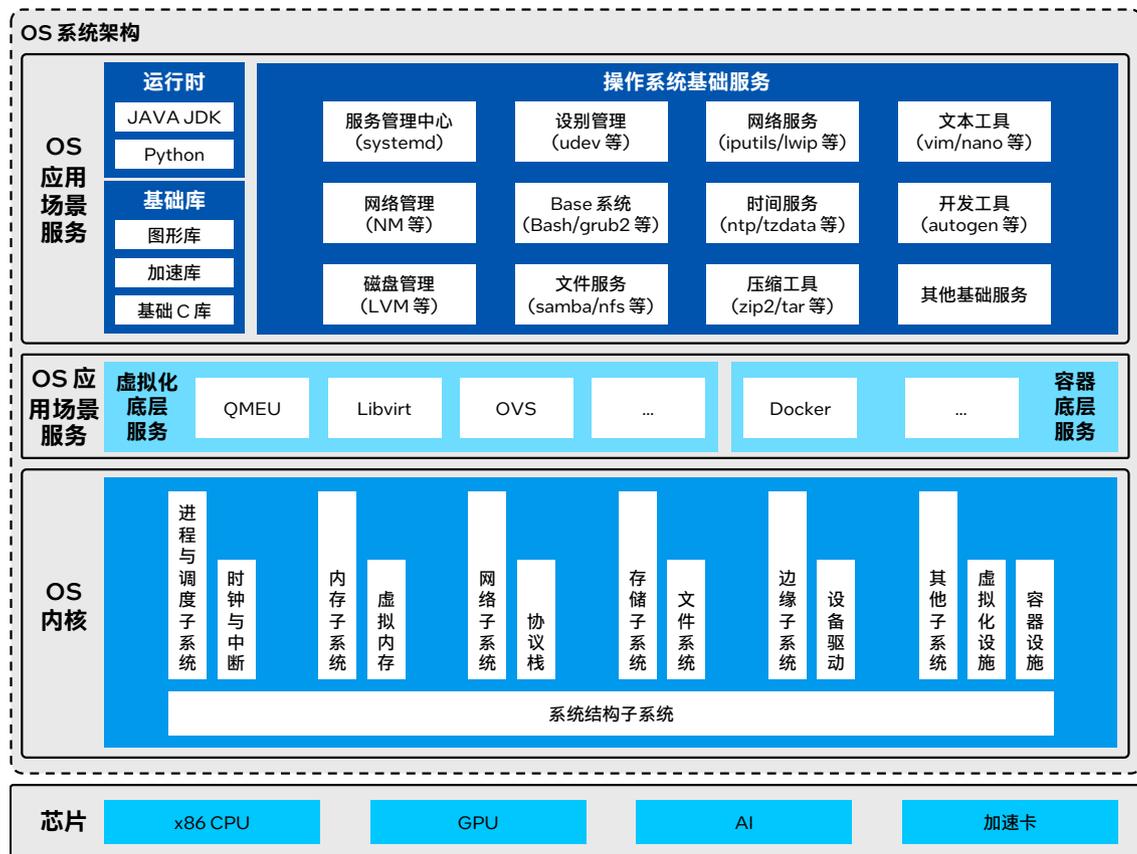
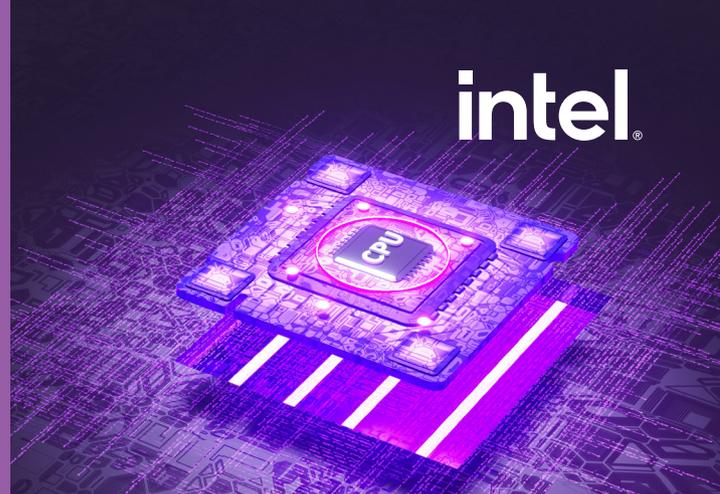


图1: 超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 系统架构

超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 凭借丰富的服务器领域研发和维护经验，在操作系统中做了大量针对性的优化和增强，满足服务器用户对系统稳定、安全、高效等方面的诉求。超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 一直致力于打造成为一款高可靠、易维护、强性能的服务器操作系统，为企业用户提供一个值得信赖的 IT 基础设施平台，从容面对业务的快速增长，迎接未来的挑战。其主要特点如下：

- **高可靠**：超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 积累了多年的可靠性增强经验，研发了高危操作控制、故障预测和隔离，故障的分级自愈以及核心资源过载控制等关键功能，通过一系列的增强措施帮助用户降低系统宕机风险，全方位保障操作系统的可靠性。
- **易维护**：超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 针对操作系统全生命周期的管理、部署、迁移、故障运维以及故障修复等流程，提供了丰富的解决方案，具备一键收集关键日志、快速系统部署升级以及关键资源监控告警等，旨在提升用户在操作系统运维过程中的自动化和智能化，减少运维成本，带来良好的使用感受。

“要构建现代化的云与数据中心，挖掘数据价值，推动处理器、服务器操作系统等关键软硬件的协同优化至关重要。英特尔与超聚变的合作以第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器和英特尔® Open Cloud 方案为基础，通过充分利用英特尔® AMX 和英特尔® SGX 等处理器的高级硬件能力，有效发挥了超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 产品的优势，在性能、稳定性和安全性等关键指标上均有卓越提升，高效助力用户构建领先的云基础设施，加速数字化转型之旅，充分释放数据潜能。”

## 李亚东

英特尔中国政企及全球 OEM 解决方案事业部总经理



- **高性能：**超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 通过软硬件分层垂直优化的手段，针对应用接口、系统服务和底层微架构分别进行了大量的深度优化，包含 CPU 调度、IO 驱动、网络协议、文件系统、内存管理以及基础软件库等多个方面，可为客户的业务带来出色的性能体验。

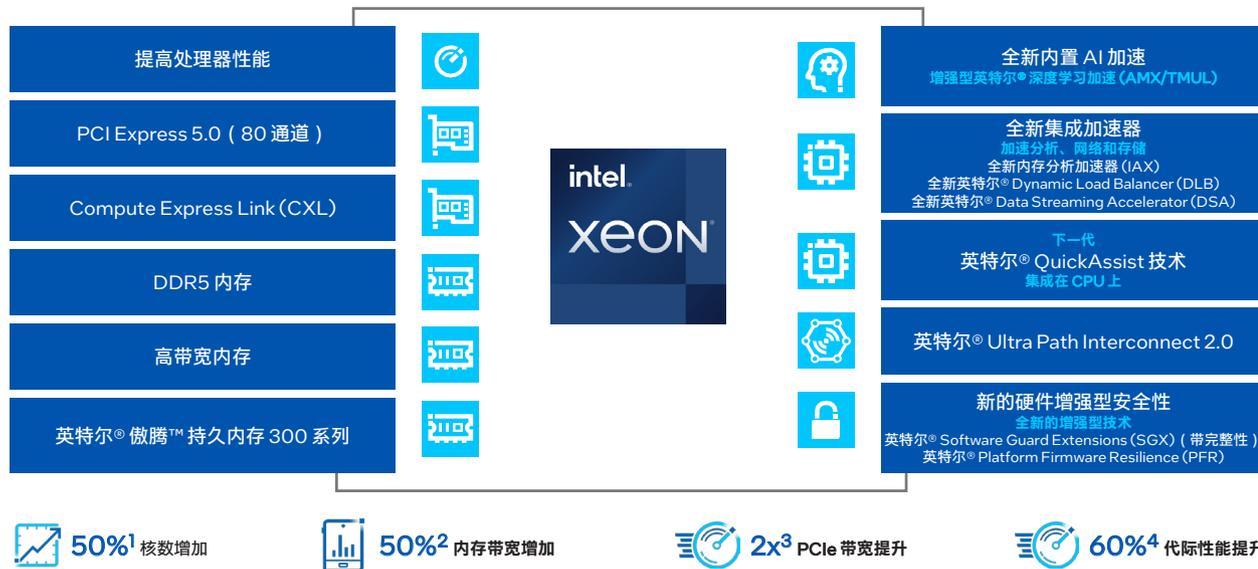


图 2：第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器为数据中心提供多种优势

<sup>1,2,3,4</sup> 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](http://www.Intel.com/PerformanceIndex)

## 基于第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器和超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 的软硬协同解决方案

为了给用户提供依托于操作系统的数字基础设施优选平台，超聚变打造了基于第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器和超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 的软硬协同解决方案。该方案聚集全产业链的力量，可充分释放第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器在性能、稳定性、扩展性、安全性等方面的潜力，铸就卓越基础设施平台。

第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器通过创新架构增加了每个时钟周期的指令，每个插槽多达 60 个核心，支持 8 通道 DDR5 内存，有效提升了内存带宽与速度，并通过每 PCIe 5.0 (80 个通道) 实现了更高的 PCIe 带宽提升。第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器提供了现代性能和安全性，可根据用户的业务需求进行扩展。借助内置的加速器，用户可以在 AI、分析、云和微服务、网络、数据库、存储等类型的工作负载中获得优化的性能。通过与强大的生态系统相结合，第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器能够帮助用户构建更加高效、安全的基础设施。

第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器内置了多种高级硬件特性，这使得其能够满足用户的多样化算力需求。其中，英特尔® AMX 针对广泛的硬件和软件优化，通过提供矩阵类型的运算，显著增加了人工智能应用程序的每时钟指令数 (IPC)，可为深度学习推理和训练提供显著的性能提升；英特尔® QAT 面向高性能安全性、私钥保护和压缩/解压缩等场景，能够将相关负载从 CPU 卸载到 QAT 中，有效提升应用程序和平台的性能；英特尔® DSA 优化存储、网络和分析中常见的流数据移动和转换操作；英特尔® SGX 能够更有效地抵御多种类型的攻击，显著加强数据安全，满足对于机密计算的广泛需求。

超聚变与英特尔重点从以下几个方面入手，打造软硬件协同解决方案：

● 超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 为服务器提供可靠基础设施支撑

超聚变联合英特尔推出了基于第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器的超聚变 FusionServer V7 服务器，和自身服务器操作系统进行了深度耦合，在可靠性、易运维和兼容性等方面实现了显著提升。



图 3: 超聚变 FusionServer V7 服务器 + 超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 优势

超聚变始终坚持操作系统和服务器深度的协同优化，基于超聚变 FusionServer V7 服务器在故障预测、自愈、诊断等方面大量的技术创新，超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 支持包括一体化 RAS、日志“黑匣子”、复位数据保护等一系列可靠性增强特性。

- 针对硬件故障率频发的部件提供隔离自愈功能，可以使系统年宕机率下降 50%<sup>5</sup>；
- 通过联创的日志“黑匣子”工具，可实时记录操作系统关键故障的日志信息，同时优化系统宕机流程，使宕机中断恢复时长缩短 30%<sup>6</sup>；
- 可标记复位不擦除数据，确保关键数据复位时不清空，业务数据 100% 不丢失<sup>7</sup>。

在实际的业务测试中，超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 平均故障间隔时间超过 20000 小时<sup>8</sup>，能够出色满足行业对操作系统的高可靠要求，支持客户业务持续稳定运行。

<sup>5,6,7,8</sup> 数据援引自超聚变内部测试结果。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。

## ● 提升在多种场景下的性能表现

面向 AI、网络 and 存储等场景，超聚变优化了服务器操作系统，使其能够充分使能第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器内置的英特尔® AMX、英特尔® QAT、英特尔® DLB 和英特尔® SGX 等硬件特性，提升系统在不同场景下的性能表现。

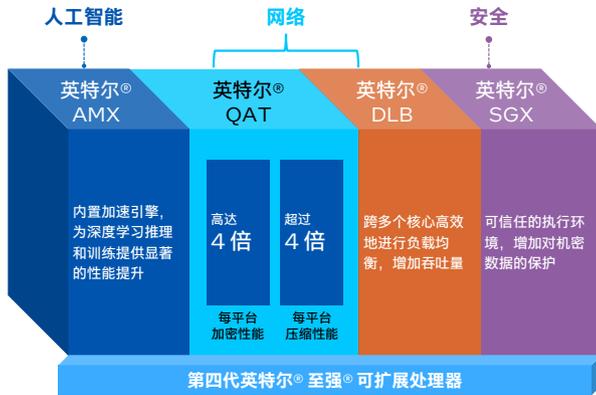


图 4: 超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 可充分使能第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器内置的高级硬件特性<sup>9</sup>

英特尔® QAT 能够有效提升应用程序和平台的性能。在数据路径中，英特尔® QAT 带来的高压比特特性，能够广泛用于存储、高性能计算和大数据、文件系统、数据库、下一代防火墙、应用程序交付控制器、无线核心网和边缘、内容交付控制器等场景。

英特尔® DLB 能够在第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器上提高处理网络数据的系统性能。测试数据显示，英特尔® DLB 能够显著提升每秒负载均衡决策性能。

## ● 提供强大的 AI 算力支持

第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器内置英特尔® AMX，无需配置额外的硬件即可加速深度学习推理和训练。英特尔® AMX 针对广泛的硬件和软件优化，进一步增强了前代技术—矢量神经网络指令 (VNNI) 和 BF16，从一维向量发展为二维矩阵，以便最大限度地利用计算资源，提高高速缓存利用率，避免潜在的带宽瓶颈。

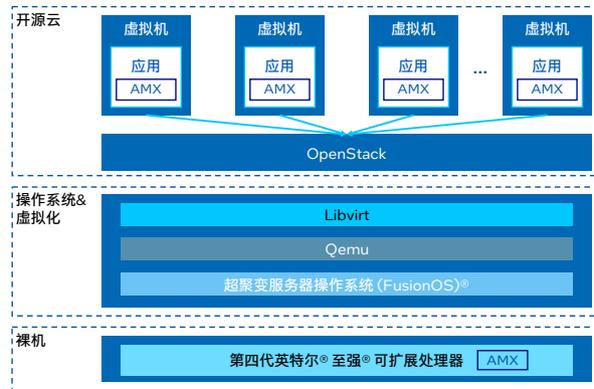


图 5: 超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 可支持采用英特尔® AMX 加速 AI 应用

超聚变基于英特尔® Open Cloud 方案提供的参考设计，对超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 进行了优化，使其能够充分利用第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器内置的英特尔® AMX 加速引擎。为了验证优化所能够提供的性能优势，超聚变对比了 AVX512 和英特尔® AMX 两种加速技术的性能表现。其中 AVX512 选择的是 FP32 的数据类型，AMX 选择的是 INT8 的数据类型。测试数据如图 6 和图 7 所示，在使用英特尔® AMX 加速引擎并将数据类型转化为 INT8 之后，性能可有超过 9.5 倍的提升<sup>10</sup>。

<sup>9</sup> 数据援引自超聚变内部测试结果。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>10</sup> 数据援引自超聚变于 2022 年 12 月开展的测试。测试配置：双路英特尔® 至强® 铂金 8480+ @ 2.00 GHz, 56 核, 关闭超线程, 启用睿频加速技术, 1024 GB 总内存 (16 插槽/64 GB/4800 MHz), BIOS: 2.00.31 (U6216), FusionOS-22\_22.0.4.B002\_5.10\_x86\_64, 5.10.0-129.0.0.69.u9.fos22.x86\_64 内核, QEMU-6.2.0 with AMX patches, libvirt-6.2.0.

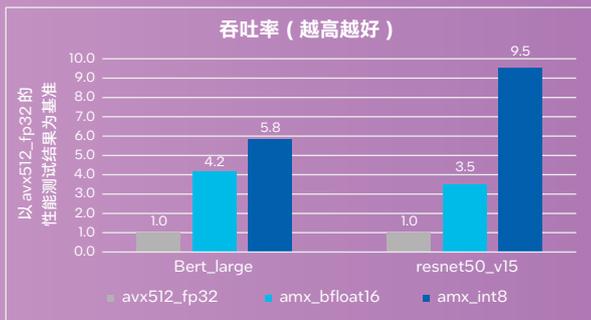


图 6: TensorFlow 性能测试结果

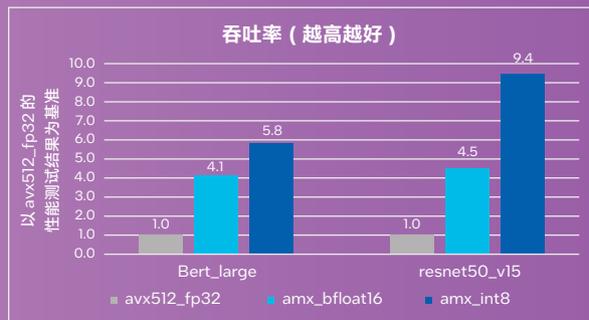


图 7: PyTorch 性能测试结果



### ● 提供强大的安全管理能力

云租户在使用云计算服务时，广泛面临着病毒、木马、网络攻击、数据窃取等安全威胁，大部分传统的安全方案主要依赖于特权代码来实现工作负载的隔离和数据的保护，难以防范利用特权代码漏洞的攻击，在安全防护能力方面亟待进一步提升。与此同时，机密计算在云端集群环境下的部署非常复杂，涉及业务迁移时需要大量手动部署和配置，迁移代价高昂。此外，机密计算应用开发门槛较高，各机密计算平台间缺乏兼容性，导致较高的后期维护成本。为了应对这些挑战，超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 充分利用了第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器中集成的英特尔® SGX 技术，推出了基于英特尔® SGX 的安全管理解决方案。

英特尔® SGX 能够帮助用户构建基于硬件的数据中心可信执行环境 (TEE)。通过将特权代码排除在受信任的范围之外，英特尔® SGX 能够更有效地抵御多种类型的攻击。它可显著加强数据安全，满足对于机密计算的广泛需求。英特尔® SGX 提供了一种基于硬件的内存加密机制，将内存中的特定应用代码和数据隔离开来。英特尔® SGX 允许为用户级代码分配专用内存区域——飞地 (Enclave)，以免受到拥有更高权限的进程的影响。

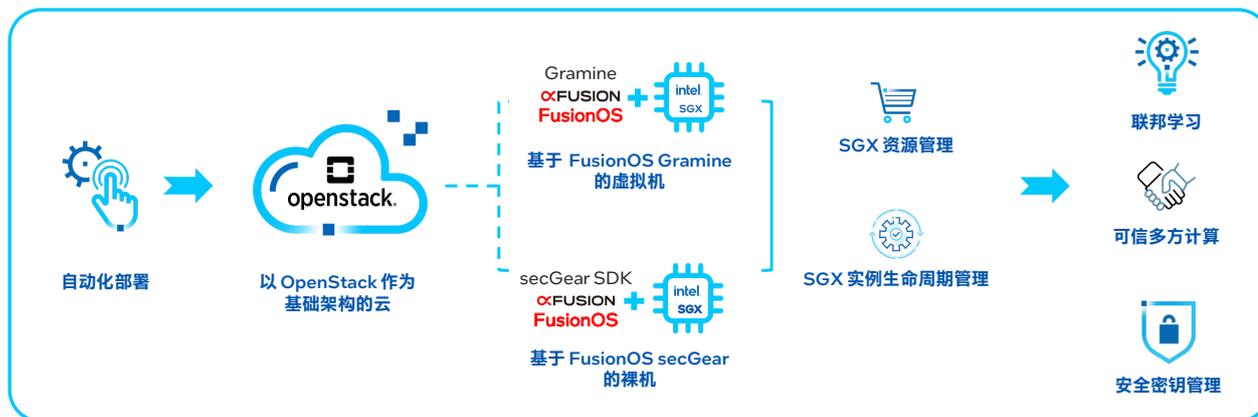


图 8: 英特尔® SGX 在超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 的应用

基于英特尔® SGX 的安全管理解决方案，超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 提供了机密计算集群部署平台 SCM，支持在 OpenStack、K8S 等云化场景下自动化部署英特尔® SGX，可将平台部署效率提升 50%<sup>11</sup>。此外，超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 还提供了统一机密计算开发平台，并联合英特尔部署了基于 LibOS 的机密计算开发平台 Gramine，提升了开发者的研发效率和易用性，在开发和迁移机密计算应用时能够将效率提升 90%<sup>12</sup>。

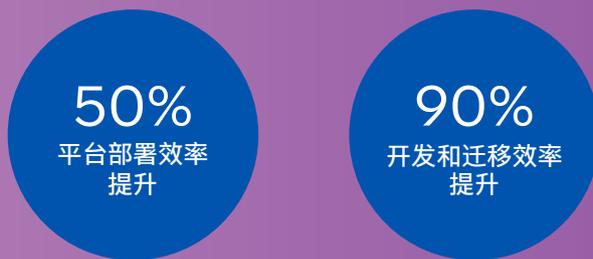
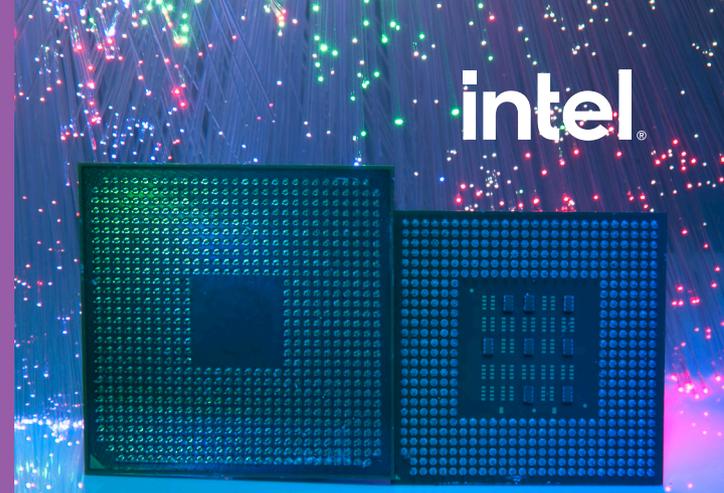


图 9：英特尔® SGX 助力超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 显著提升效率



## 展望

超聚变服务器操作系统 (FusionOS)® 充分发挥软硬件协同优势，结合关键技术上的深厚积累，铸就了高可靠、高性能、高可用的服务器操作系统。

未来，超聚变将与英特尔深化合作，面向政府、运营商、金融等行业合作伙伴，进一步针对云计算、隐私计算、数据库、大数据、AI 等具体场景推动软硬件协同优化，释放第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器的潜能，为各行业的不同应用提供专业稳定的系统支撑。

## 关于超聚变

超聚变数字技术有限公司致力成为全球领先的算力基础设施与服务提供者。我们坚持“以客户为中心，以奋斗者为本，长期坚持艰苦奋斗，合作共赢”的核心价值观，持续为客户和伙伴创造价值，加速行业数字化转型。超聚变在全球设立 11 个研究中心和 7 个地区部、5 大供应中心，目前服务于全球 130 个国家和地区客户，包括全球 211 家财富 500 强企业，覆盖运营商、金融、互联网、政企等行业。

## 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](http://newsroom.intel.cn) 以及官方网站 [intel.cn](http://intel.cn)。

<sup>11,12</sup> 数据援引自超聚变内部测试结果。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。

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](http://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。

© 英特尔公司版权所有。英特尔、英特尔标识以及其他英特尔商标是英特尔公司或其子公司在美国和/或其他国家的商标。其他的名称和品牌可能是其他所有者的资产。