

## 第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器助力 TiDB 开源分布式数据库 大幅提升性能，优化存储空间



“作为一款 PingCAP 自主研发、面向全球用户的开源数据库，TiDB 走在技术的前沿。得益于第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器卓越的代际性能提升，以及其搭载的多种硬件加速器，我们进一步提升了 TiDB 的性能表现。我们将继续坚持开源的创新理念，将 TiDB 打造成一个领先的数据库产品。”

— 黄东旭

PingCAP 联合创始人兼 CTO

### 挑战

部署新一代分布式数据库已经成为用户释放数据价值、推动数字化转型的重要方式，但随着数据的快速增长以及上层负载的日益复杂化，数据库的应用面临着以下挑战：

- **如何释放 CPU 性能：**在金融、电子商务、互联网、游戏等行业用户的数据库部署实践中，常常需要通过高性能的数据库服务，满足高读写等场景的应用需求，以提升应用体验，由此导致用户对数据库性能的要求与日俱增。长期实践已证实，CPU 性能是制约数据库性能提升的重要瓶颈。
- **如何平衡存储空间与性能：**海量数据存储与处理需求意味着大量存储空间占用，这会带来相应的存储成本压力。而通过提升数据压缩率等方式，有助于节约数据库系统的存储空间占用，降低成本压力，但数据压缩也可能导致性能开销的增长，需要在压缩率与性能方面实现最佳的平衡。
- **如何优化投资回报：**在现代化的数据中心内，激增的数据带来了数据库方面不断增长的投资需求，用户希望能够提升数据库的性能密度，通过软件优化等方式更好地激发硬件潜能，从而提升在数据库领域的投资回报。

### 解决方案概述

作为数字化体系的关键组成部分，数据库连接着应用与数据，对于数据价值的挖掘有着至关重要的意义。随着数字化转型的深入，数据库需要处理的结构化、非结构化数据出现了快速增长，用户对于数据库的性能、扩展性、服务质量提出了更高的要求，这驱动着数据库技术融合发展，云原生和多云的需求进一步增强，数据库与大数据的深度融合应用，以及存算分离也成为发展的主流。

PingCAP 推出了 TiDB 开源分布式数据库，以帮助行业客户应对数字化转型所带来的挑战。为了进一步提升数据库性能并节省存储空间，PingCAP 测试了 TiDB 在第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器平台上的性能，依托处理器的代际性能提升，数据库的读性能与读写性能分别达到基准配置的 1.62 倍与 1.43 倍<sup>1</sup>。此外，TiDB 还可以利用第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器集成的英特尔® In-Memory Analytics Accelerator

<sup>1</sup> PingCAP 截止 2023 年 8 月的内部测试结果。测试配置 — 基准配置：双路英特尔® 至强® 铂金 8380 处理器 @ 2.30 GHz，512 GB 总内存 (16x 32 GB DDR4 3200 MT/s)，9 TB 固态硬盘，两张英特尔® 以太网控制器 X710，一张英特尔® 以太网控制器 E810-C，CentOS Stream 8；新配置：双路英特尔® 至强® 铂金 8480+ 处理器 @ 2.0 GHz，512 GB 总内存 (16x 32 GB 4800 MT/s)，9 TB 固态硬盘，两张英特尔® 以太网控制器 X710，一张英特尔® 以太网控制器 E810-C，CentOS Stream 8。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® IAA), 在不影响性能的前提下, 提升了数据压缩率, 节约了大量的存储空间。

## TiDB 开源分布式数据库

TiDB 是 PingCAP 公司自主设计、研发的开源分布式数据库, 是一款同时支持在线事务处理与在线分析处理 (Hybrid

Transactional and Analytical Processing, HTAP) 的融合型分布式数据库产品, 具备水平扩容或者缩容、金融级高可用、实时 HTAP、云原生、兼容 MySQL 协议和 MySQL 生态等核心特性。TiDB 为用户提供一栈式联机事务处理过程 (OLTP)、联机分析处理 (OLAP) 和 HTAP 解决方案, 适用于高可用、强一致、数据规模较大等应用场景。

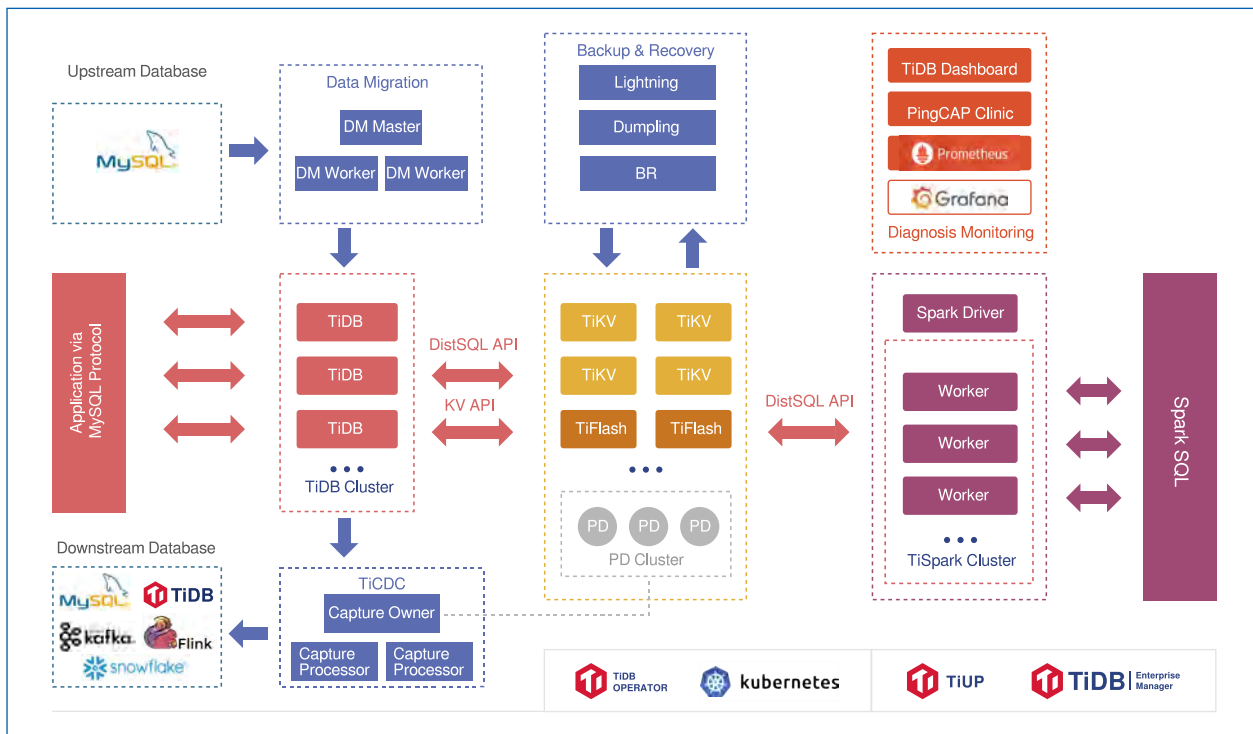


图 1. TiDB 开源分布式数据库产品架构与数据生态

TiDB 开源分布式数据库采用云原生架构, 兼容 MySQL, 能够有效减少迁移工作量。数据库同时具备交易处理与数据分析能力, 在多模态可扩展性和性能方面表现卓越。TiDB 可提供以下优势:

### 一键水平扩容或者缩容

得益于 TiDB 存储计算分离的架构设计, 可按需对计算、存储分别进行在线扩容或者缩容, 整个过程对应用运维人员透明。

### 金融级高可用

数据采用多副本存储, 数据副本通过 Multi-Raft 协议同步事务日志, 多数派写入成功事务才能提交, 确保数据强一致性且少数副本发生故障时不影响数据的可用性。可按需配置副本地理位置、副本数量等策略满足不同容灾级别的要求。

### 实时 HTAP

提供行存储引擎 TiKV、列存储引擎 TiFlash 两款存储引

擎, TiFlash 通过 Multi-Raft Learner 协议实时从 TiKV 复制数据, 确保行存储引擎 TiKV 和列存储引擎 TiFlash 之间的数据强一致。TiKV、TiFlash 可按需部署在不同的机器, 解决混合负载资源隔离的问题。

### 云原生的分布式数据库

为云设计的分布式数据库, 通过 TiDB Operator 可在公有云、私有云、混合云中实现部署工具化、自动化, 依托公有云提供开箱即用的 TiDB Cloud 服务 (DBaaS)。

### 兼容 MySQL 协议和 MySQL 生态

兼容 MySQL 协议、MySQL 常用的功能、MySQL 生态, 应用无需或者修改少量代码即可从 MySQL 迁移到 TiDB, 提供丰富的数据迁移工具帮助应用便捷完成数据迁移。

## 采用第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器优化性能并提升数据压缩率

对于现代化的数据库系统，CPU 已经成为数据库整体性能的关键影响因素。为了从 CPU 的迭代中获益，TiDB 开源分布式数据库适配了第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器。

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

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。



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

对于数据库应用而言，第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器提供了更多的内核，以及更多的 Sub-NUMA Clustering (SNC) 节点，使得数据库系统能够实现明显的代际性能提升。

在 OLTP 场景中，为了验证 CPU 升级带来的性能提升，PingCAP 进行了测试，验证了在 Sysbench 基准测试中，英特尔® 至强®

铂金 8380/8480+ 处理器的只读、读写性能差异。测试数据如图 3、图 4 所示，基于英特尔® 至强® 铂金 8480+ 处理器的 TiDB 在 Sysbench 只读测试中性能达到基准配置的 1.62 倍，在 Sysbench 读写测试中性能达到后者的 1.43 倍<sup>6</sup>。

<sup>2</sup> 数据来自第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器的最大核数 (60 核) 与第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器的最大核数 (40 核) 的比较。

<sup>3</sup> 详细配置信息请访问: intel.com/processorclaims, 选择“第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器”, 查看编号“G2”。实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。

<sup>4</sup> 数据来自第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器 (80 条 PCIe 5.0 通道) 与第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器 (64 条 PCIe 4.0 通道) 的比较。

<sup>5</sup> 详细配置信息请访问: intel.com/processorclaims, 选择“第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器”, 查看编号“G1”。实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。

<sup>6</sup> PingCAP 截止 2023 年 8 月的内部测试结果。测试配置—基准配置: 双路英特尔® 至强® 铂金 8380 处理器 @ 2.30 GHz, 512 GB 总内存 (16x 32 GB DDR4 3200 MT/s), 9 TB 固态硬盘, 两张英特尔® 以太网控制器 X710, 一张英特尔® 以太网控制器 E810-C, CentOS Stream 8; 新配置: 双路英特尔® 至强® 铂金 8480+ 处理器 @ 2.0 GHz, 512 GB 总内存 (16x 32 GB DDR5 4800 MT/s), 9 TB 固态硬盘, 两张英特尔® 以太网控制器 X710, 一张英特尔® 以太网控制器 E810-C, CentOS Stream 8。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。

表 1. 测试配置

	基准配置	新配置
处理器	双路英特尔® 至强® 铂金 8380 处理器 @ 2.30 GHz	双路英特尔® 至强® 铂金 8480+ 处理器 @ 2.0 GHz
内存	512 GB 总内存 (16x 32 GB DDR4 3200 MT/s)	512 GB 总内存 (16x 32 GB 4800 MT/s)
硬盘	9 TB 固态硬盘	
网卡	两张英特尔® 以太网控制器 X710 一张英特尔® 以太网控制器 E810-C	
操作系统	CentOS Stream 8	

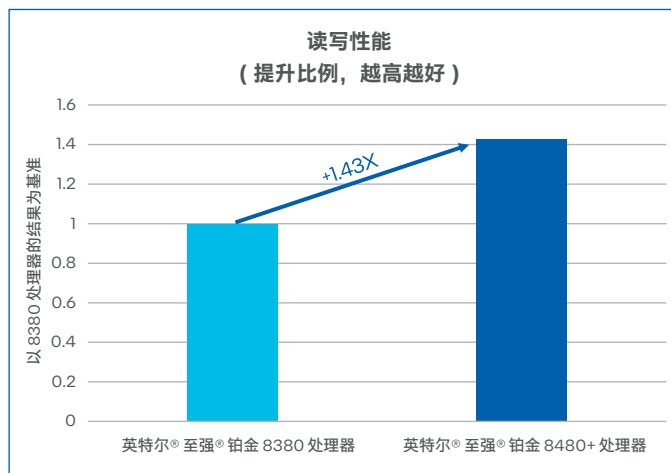


图 4. 读写测试性能

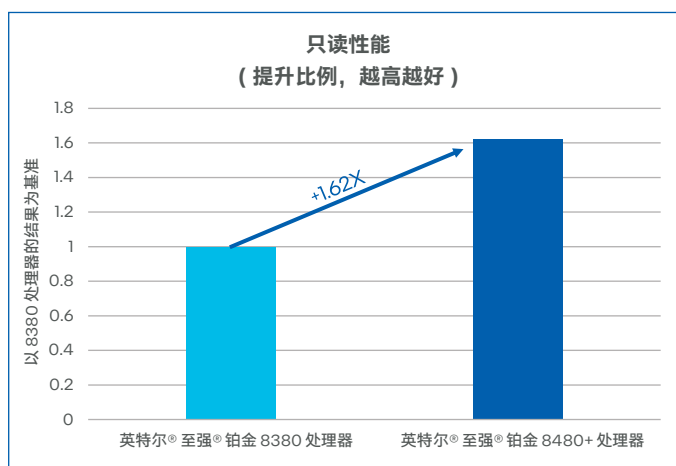


图 3. 只读测试性能

在 OLAP 场景中，PingCAP 还希望能够提升 TiDB 的海量数据压缩存储能力，从而减少存储数据所需的存储空间，降低相应的成本投入。为此，TiDB 采用了第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器集成的英特尔® IAA 加速器。

英特尔® IAA 是一款硬件加速器，结合分析原始函数，能够提供出色的吞吐量压缩和解压缩性能。英特尔® IAA 主要针对大数据和内存分析数据库等应用程序，以及内存页压缩等应用程序透明用途，能够在分析查询处理期间过滤数据。英特尔® IAA 支持零压缩等轻量级压缩方案以及霍夫曼编码和 Deflate 等较重的压缩算法。对于 Deflate 格式，它支持对压缩流进行索引，以实现高效的随机访问。

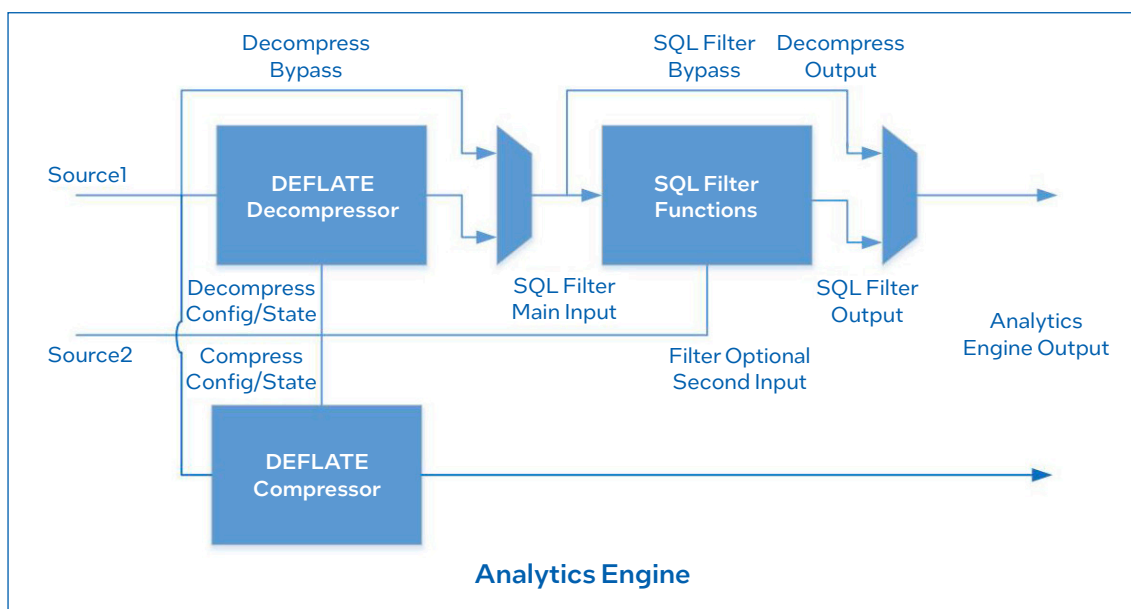


图 5. 英特尔® IAA 加速流程

PingCAP 对比了在不同处理器配置下，英特尔® IAA 以及 LZ4 无损压缩算法的压缩率差异。测试数据如图 6 所示，采用英特尔® IAA 替代 LZ4 之后，TiDB 压缩率达到 LZ4 压缩算法的 1.4 倍，主要针对列存储引擎 TiFlash 的使用场景，能够大幅节省存储空间<sup>7</sup>。

此外，PingCAP 还测试了在不同的处理器与压缩算法的组合下，数据库的性能差异。测试数据如图 7 所示，在采用英特尔® IAA 替代 LZ4 进行压缩之后，数据库的性能不仅没有降低，还实现了一定的提升。

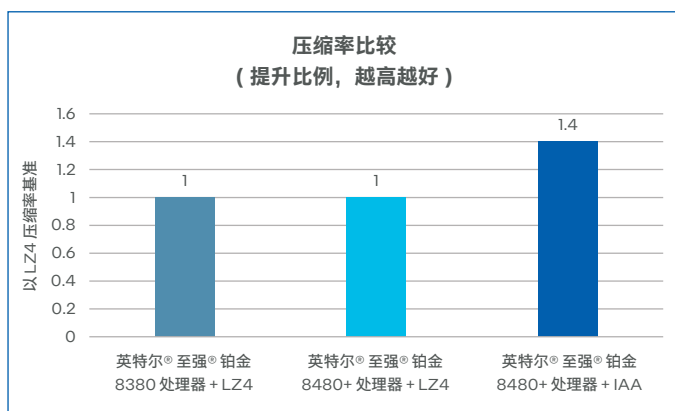


图 6. 不同处理器与压缩算法下的压缩率

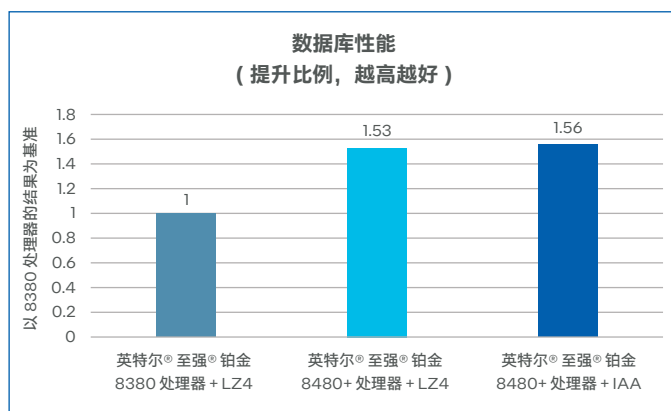


图 7. 不同处理器与压缩算法下的性能差异

## 收益

在将 CPU 升级为第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器之后，TiDB 开源分布式数据库提升了性能，节约了存储空间，为客户带来了以下收益：

- 数据库的只读和读写性能分别达到基准配置的 1.62 倍和 1.43 倍，结合 TiDB 自身的性能优势，能够帮助客户加速数据处理与分析效率，应对大规模数据带来的冲击<sup>8</sup>。
- 英特尔® IAA 压缩算法的压缩率达到传统压缩算法的 1.4 倍，为用户节省了大量的硬盘空间，降低成本；结合 CPU 的迭代，性能提升可达到原配置的 1.56 倍，有助于客户化解数据压缩所带来的性能困扰<sup>9</sup>。
- 结合软硬件创新，TiDB 能够有效提高数据库系统的性能/成本比，帮助用户节省在数据库上的投资。

<sup>7,8,9</sup> PingCAP 截止 2023 年 8 月的内部测试结果。测试配置 — 基准配置：双路英特尔® 至强® 铂金 8380 处理器 @ 2.30 GHz，512 GB 总内存 (16x 32 GB DDR4 3200 MT/s)，9 TB 固态硬盘，两张英特尔® 以太网控制器 X710，一张英特尔® 以太网控制器 E810-C，Red Hat Enterprise Linux 8.7；新配置：双路英特尔® 至强® 铂金 8480+ 处理器 @ 2.0 GHz，512 GB 总内存 (16x 32 GB 4800 MT/s)，9 TB 固态硬盘，两张英特尔® 以太网控制器 X710，一张英特尔® 以太网控制器 E810-C，Red Hat Enterprise Linux 8.7。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。

## 展望

移动互联网、物联网、人工智能等技术的快速发展推动了数据的爆发式增长, 要求企业数据库必须能应对海量数据和对瞬间的超大网络请求, 迫使传统的 IT 架构必须提升其灵活性、可靠性、流动性、安全性。基于第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器 TiDB 具备高并发、高可用、热分表等特性, 并可同时处理交易类业务和分析类业务, 有望为企业的数字化转型进程注入充沛的动力。

PingCAP 与英特尔的合作验证了第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器在加速数据库负载方面的卓越潜力。除了当前的合作成果之外, 双方还将进一步加速软硬件融合领域的合作, 为用户提供安全可靠、海量数据超高性能支持、弹性扩展能力、HTAP 混合负载、资源灵活管控和共享等数据库能力支撑, 构建基于创新技术的基础设施。

## 关于 PingCAP

PingCAP 成立于 2015 年, 是一家企业分布式数据库厂商, 提供包括开源分布式数据库产品、解决方案与咨询、技术支持与培训认证服务, 致力于为行业用户提供稳定高效、安全可靠、开放兼容的新型数据基础设施, 解放企业生产力, 加速企业数字化转型升级。

## 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://www.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。

© 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。