

## 中移动成研院采用英特尔® 技术打造 边缘融合算力网络解决方案 赋能智慧医疗转型



“在数字经济时代，数据成为生产要素，算力成为核心生产力。为了推动算力的统一编排、调度、管理和运维，中国移动将算力网络作为创新的重要方向，为千行百业的数字化转型提供新动能。

通过与英特尔的合作，我们打造了边缘融合算力网络方案，在降低复杂性、成本的同时，实现中心算力节点、网络边缘算网节点等算网基础设施的高效协同，提供了高性能、高扩展、高敏捷的边缘算力，助力各行各业的智慧化转型。”

— 中国移动（成都）产业研究院  
医疗团队

### 背景概述

在生成式人工智能（AIGC）、5G 等创新技术的驱动下，智能化应用业务、沉浸式业务和数字孪生等新应用场景快速落地，带来了强劲的算力需求。但在当前的环境中，算力供给与需求之间存在较大的缺口，不仅算力总量不足，算力在不同区域、不同端点、不同网络中也存在明显的分布不均，导致云端、边缘端、终端的算力资源难以得到充分应用。在此背景下，协调优化全国算力网络的部署和落地，全面推进算力基础设施化，实现以算力为核心的全生命周期的信息数据处理，正在成为数字经济发展的一个重要趋势。

为了助力化解算力挑战，算力网络应运而生。算力网络是以计算为中心、网络为根基，“网、云、数、智、安、边、端、链（ABCDNETS）”等深度融合、提供一体化服务的新型信息基础设施。算力网络聚焦于各行各业对数据处理的规模和实效性的需求，通过融合云网络，以及具有连接与服务能力的边缘节点，构建融合算力网络。算力网络可支持根据业务需求实施算力、通信及多样化业务的协同调度，将有助于推动业务质量保障，算力与通信的出色匹配，让算力网络服务更多经济实体。

在算力网络的整体布局中，边缘融合算力网络扮演着重要的角色。边缘融合算力网络一方面能够发挥边缘计算在算力时延、服务可及性、数据隐私安全等方面的优势，另一方面可以利用 5G 等各类网络资源，减少边缘计算节点的管控复杂度，并通过集中控制或分布式调度方法，与云计算节点的计算和存储资源、广域网的网络资源进行协同，根据业务特性提供灵活、可调度的按需服务。

在医疗行业，边缘融合算力网络有着广泛的应用前景：随着智慧医院建设的不断深入，AI 辅助诊断、智能化临床诊疗决策、智慧服务机器人、智慧导医分诊、手术机器人等应用不仅需要强大的算力，而且需要通过边缘计算加速响应、保证应用的稳定可靠。同时，智慧医院的建设意味着边缘平台负载的不断复杂化，云边协同、边边协同需求将快速增长，通过边缘融合算力网络实现算力的编排、调配和管理显得尤为重要。

医疗机构在打造边缘融合算力网络的过程中，面临着以下突出挑战：

- 网络安全风险日趋严峻，边缘计算平台需要集成越来越多的安全负载，这会带来巨大的性能消耗。传统方案通常是采用单独的服务器、防火墙等部署模式，需要购买和部署大量的设备，导致边缘平台的复杂性和成本越来越高。

- 为了满足边缘融合算力网络的构建需求，不仅需要边缘服务器等设备，还需要部署面向安全、身份认证等负载的边缘设备，这些设备的部署和运维成本高昂，医疗机构亟需降低边缘融合算力网络的总体拥有成本（TCO），以进一步实现降本增效的目标。
- 在医联体医共体广域互联场景，为了实现院间互联、打造科研大数据平台，医院需要医联体、医共体成员单位在一个算力平面上进行交互，以共享专科数据，并进行业务协同。而在很多情况下，由于算力架构不同，成员单位无法通过快速插拔式的方式接入网络，导致数据互联互通的时间成本增加。
- 伴随着智慧医院建设进程的推进，医疗机构需要部署新设备、新应用，并应对不断增长的基础资源供给压力，这就要求边缘计算平台能够快速部署，并通过高扩展性来满足动态的算力、存储、网络等资源要求。
- 在 AI 辅助诊疗等应用中，需要实现紧密的云边协同，如在云端进行 AI 模型训练、在边缘端进行 AI 模型推理，而传统的方案由于难以实现算力网络融合，因此云边协同能力不足，难以满足实际应用所需。

要推动边缘融合算力网络的发展，为医疗等领域的创新应用提供强大、敏捷的算力，同时满足安全合规、云边协同、边边协同等需求，就需要创新的解决方案。

## 面向医疗场景的中国移动边缘融合算力网络解决方案

作为算力网络赋能的践行者，中国移动敏锐把握算力时代大势，以网强算，提出“算力网络”创新理念，并围绕基础设施构建、业务融合创新和前沿技术引领三条主线，系统全面推进算力网络从概念原型走向产业实践，助力千行百业实现数字化转型升级。

中国移动通信集团有限公司成都产业研究院分公司（以下简称：中移动成研院）与英特尔合作，打造了边缘融合算力网络方案。该方案创新性地将数据安全、网络安全、软件定义广域网络（SD-WAN）等网元，转移到边缘算力卡中运行，实现网络数据面的卸载，使得各个计算资源之间的网络可以联通，并且提供关键算力网关功能。这一部署方式在 5G 网络的支撑下，可以为算力大脑提供丰富的网络实时数据和算力实时数据探针，同时提供云原生北向接口实现算力和网络的实时调度与编排。

中移动成研院正在面向医疗行业场景，打造边缘融合算力网络试点。该试点方案主要围绕中心算力节点、网络边缘算网节点、医疗边缘算网节点三类算力基础设施开展。试点场景主要包括 AI 辅助诊疗、医疗数据直报、边缘云网场景快速部署等，可帮助用户实现算力的协同调度，为行业用户提供强大的融合算力支撑，支持 AI 推理、图像数据处理、数据分析等应用的高效运行。

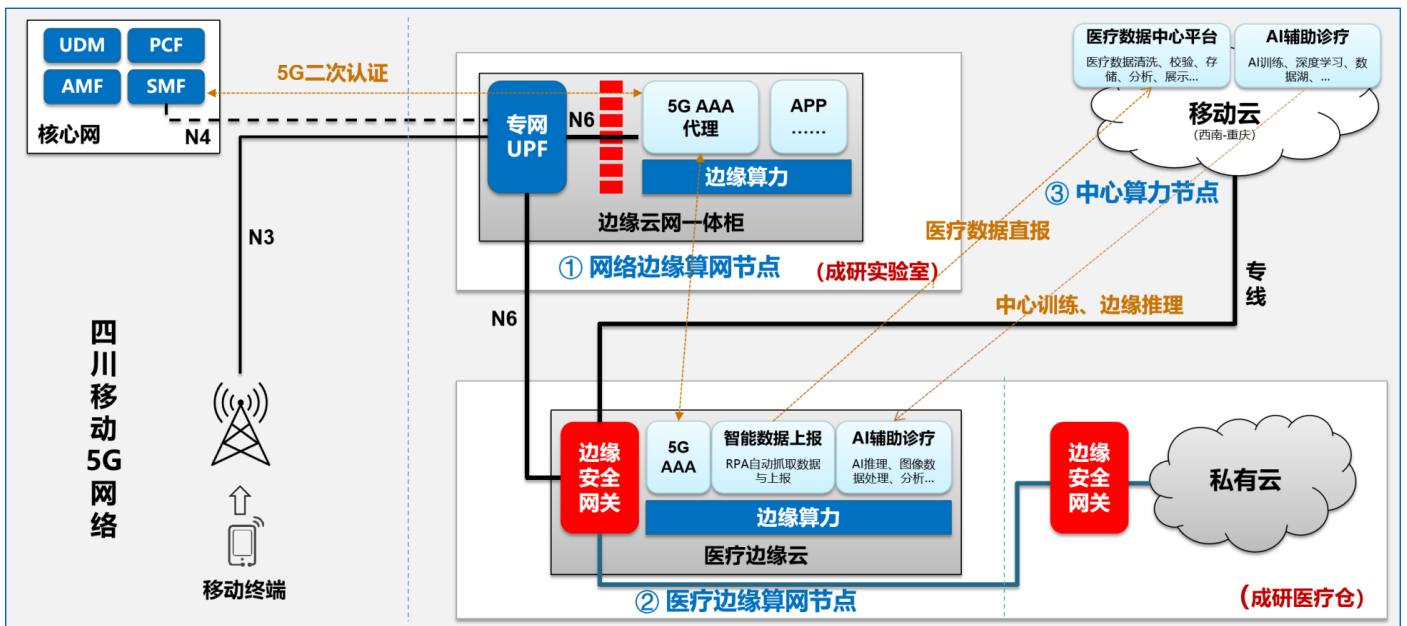


图 1. 面向行业场景的中国移动边缘融合算力网络试点

### 中心算力节点

中心算力节点主要面向外部客户提供服务。移动云中心算力节点支持提供分布式算力资源、全局资源统一管理和调度、以及统一运营和运维。在医疗行业，中心算力节点作为医疗数据中心平台，可支持医疗数据清洗、校验、存储、分析、展示，并为 AI 模型训练提供强大算力支撑。

### 网络边缘算网节点

网络边缘算网节点依托于边缘云网一体柜，支持通过网络域能力网关、算力域能力网关等接入标准化算网能力，对接各类算网管控系统，进行算网资源的统一编排、统一管理、智能调度和全局优化，实现对底层算网资源及各要素的管理调度。这一节点能够助力医疗机构部署简化、智能的 5G 边缘算网，满足行业用户大带宽、低时延、数据不出本地的需求。

### 医疗边缘算网节点

医疗边缘算网节点以医疗边缘云的形式提供算力支持，其能够方便地连接到多接入边缘计算 (MEC) 机柜，并和医疗私有云、移动公有云等实现云边协同，可满足医疗数据直报、医疗 AI 模型辅助诊疗、边缘云网场景快速部署等场景的应用需求。通过将负载转移到设备边缘与网络边缘就近处理，医疗边缘算网节点能够有效缩短网络路由、大幅降低网络时延，辅以 5G 专网高可靠的连接保障能力，让远程手术、远程会诊、AI 辅助诊疗、移动医疗、手术示教等创新医疗应用能更加快捷地来到人们身边。

通过云边协同、边边协同，医疗边缘算网节点不仅能够提供边缘安全网关功能，实现硬件级别的广域互联及应用加固，还可支持数据直报、AI 等应用。例如，在数据直报中，用户可以通过边缘设备中集成的 RPA 等应用，采集医疗设备、应用中的数据，并将其传输给云端的医疗数据中心平台，从而实现医疗数据智能上报；在 AI 应用中，在云端完成模型训练后，可将模型下发到边缘算网节点，依托节点的边缘算力，支撑 AI 推理等负载。该节点还能够对于 SRv6 技术提供支持，通过对网络进行切片，从而提供不同的网络服务等级，通过网络切片的方式简化网络配置，提高网络治理的能力。同时，它还具有更好的可扩展性，并且支持紧急情况下产品的快速部署和服务的动态重定向。

为了提升医疗边缘算网节点的灵活性、扩展性，中移动成研院携手英特尔，探索通过边缘算力卡来进行方案创新。

中移动成研院边缘算力卡方案采用了英特尔® NetSec 加速卡参考设计，能够便捷地集成到行业用户现有的边缘服务器中，并将安全加密、认证、虚拟网络等负载卸载到该算力卡上。通过这种方式，用户无需改变现有网络结构、也无需增加额外的服务器或防火墙，从而简化了边缘算力节点的部署。

中移动成研院边缘算力卡具备处理网络和安全的计算能力，采用了英特尔® 至强® D 处理器，支持加解密新指令并且内建 QAT 加速器，可以为客户提供强大的算力以及灵活的加解密方案。此边缘算力卡可提供一个或多个单独的物理执行环境，其可以作为一个增强的计算资源，超越主机服务器本身所提供的能力，能够在最大程度满足软件定义、自动化和弹性扩展的同时，让客户享受到更安全、更可靠、更灵活及更高效的智能计算体验。

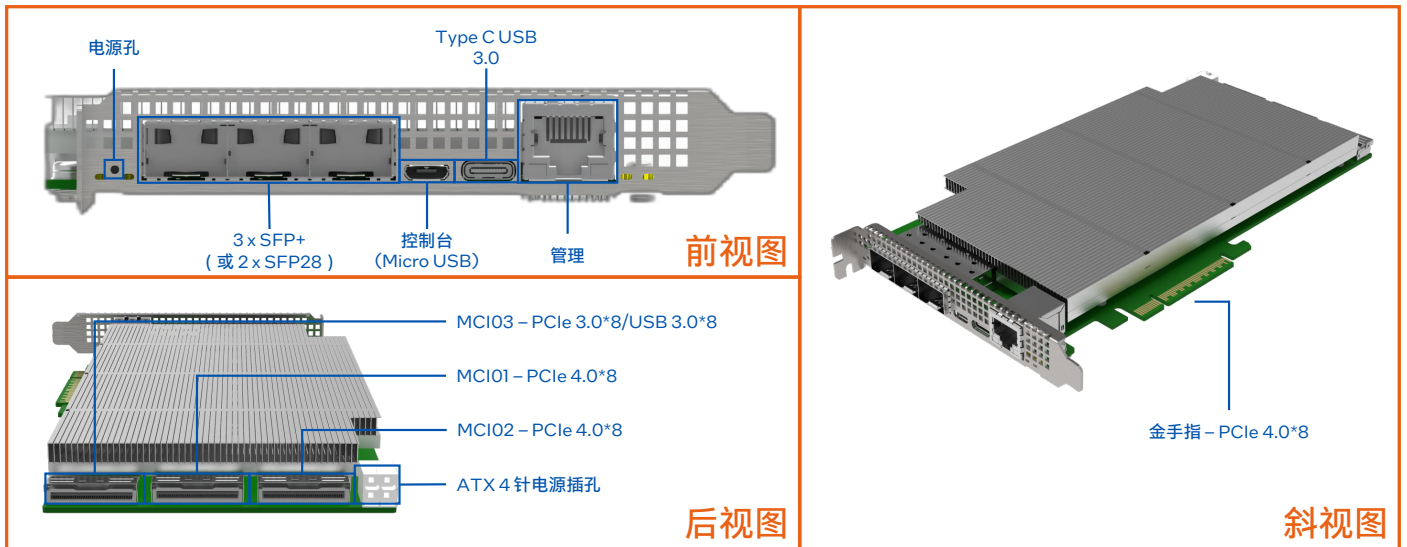


图 2. 英特尔® NetSec 加速卡硬件参考设计

中移动成研院边缘算力卡部署拓扑如图 3 所示。中国移动边缘算网将网络数据面、安全服务、中间件等负载卸载到边缘算力卡中，提供软硬一体的安全边缘服务。

安全边缘服务为医疗站点提供了即插即用的安全接入能力，通过边缘算力卡提供的 SD-WAN 数据面和高性能 OVS 网桥，将所有零散的边缘算力资源以 IPSec 隧道连接成可调度的安全域。通过对 VxLAN 等隧道协议的支持，对安全域进行二次划分，为边

缘提供灵活的 VPC 接入能力，打通了云边协同和边边协同的网络。基于跨云边的互通网络和边缘算力卡上集成的探针，可以实时将算力和网络负载信息以自定的北向接口上报算力大脑，最终将算力以全局统筹的方式调度在云边网络中任意位置。

此外，边缘算力卡上集成的安全网关通过 ARP 代理、NAT 和负载均衡能力将边缘服务开放给指定的终端用户实现了全链路的安全调度和编排。

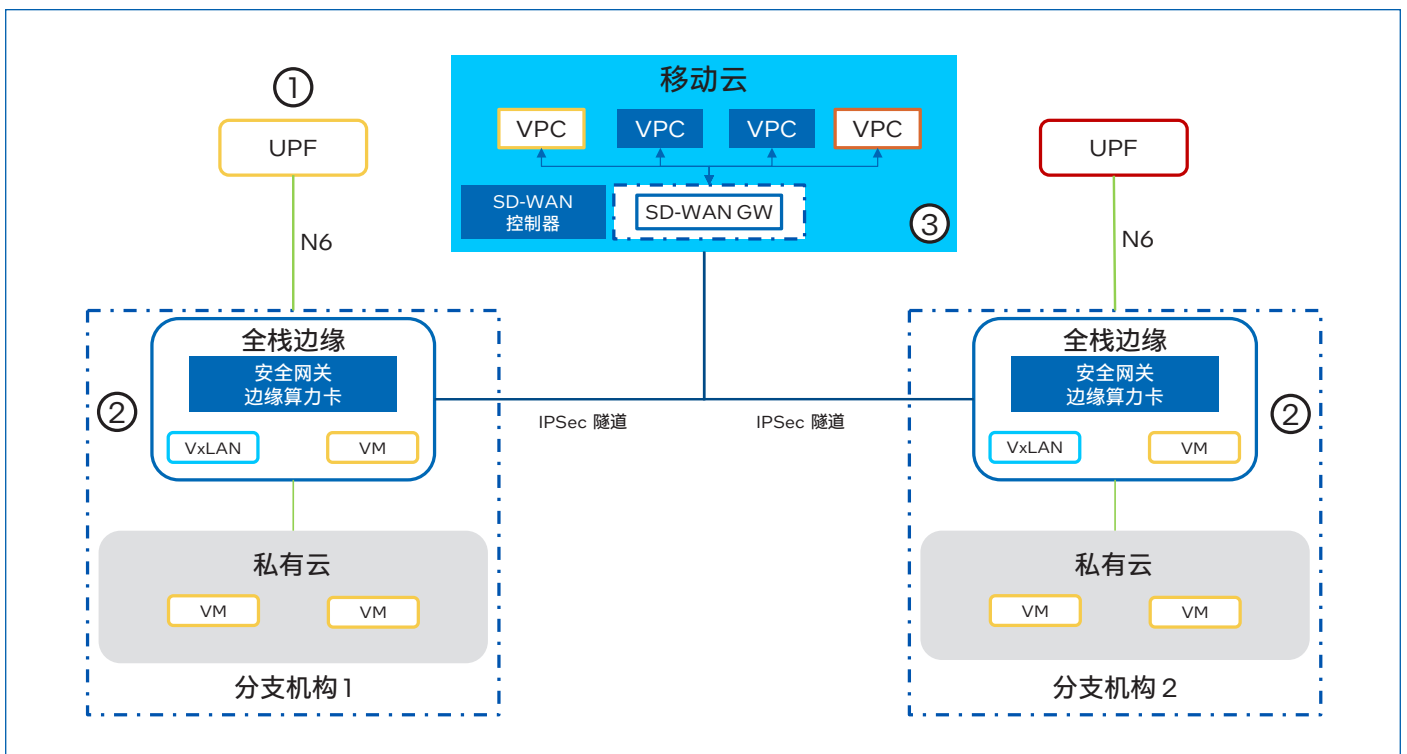


图 3. 中国移动边缘算力卡部署拓扑



图 4 是边缘算力卡卸载的架构图。边缘算力卡与宿主机通过英特尔® 以太网控制器 E810 进行通信。英特尔® 以太网控制器 E810 以 VF 的方式为宿主机的虚拟机提供网络设备，与传统的网桥方式相比，VF 绕过了内核的网络协议栈，能够减少网络数据包的拷贝次数，提升性能。下一代防火墙(NGFW)作为所有对外出口统一入口，为所有流量提供丰富的网络安全能力。

除网络外，算力编排和管理集成也集成在边缘算力卡。边缘算力卡作为云管代理辅助算力大脑对边缘站点进行探测和管理。边缘算力卡通过英特尔® 以太网控制器 E810 提供的 PF 口管理宿主机上的算力资源，同时将算力通过自定义的北向接口同步到不同的管理模块（如算力大脑）和其他对等算力节点（如邻居站点）。

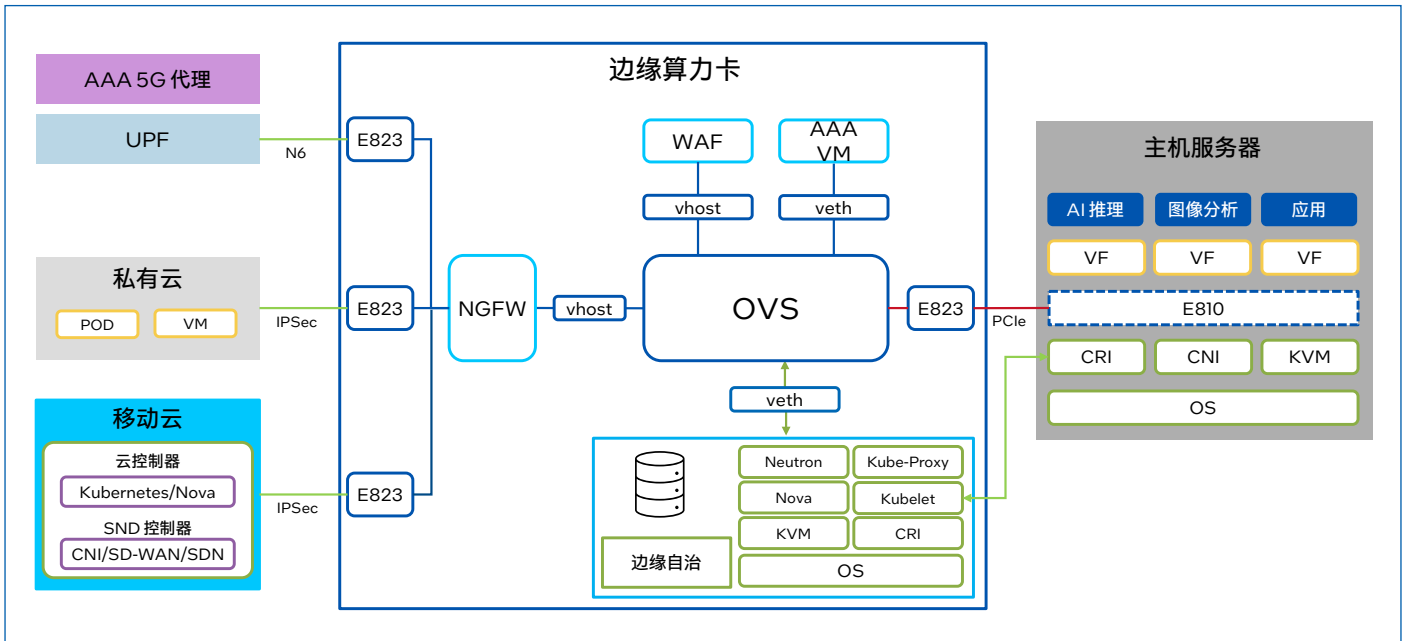


图 4. 中国移动边缘算力卡架构图

## 中国移动边缘融合算力网络方案在医疗行业的应用价值

在中国移动边缘融合算力网络方案的整体布局中，采用英特尔® NetSec 加速卡参考设计的中移动成研院边缘算力卡，能够给医疗机构提供即插即用的算网安全边缘网关，为用户带来以下重要价值：

- 降低医疗业务的部署成本。
- 通过将网络安全等非业务负载卸载到专用的边缘算力卡，有助于减少组网使用的交换机、防火墙等硬件设备，优化网络结构，降低部署难度和成本。
- 边缘融合算力网络通过边缘算力卡集成的算力编排、调度软件，以及高性能网络数据面，为边缘站点提供了云边、边边协同调度能力。通过算力网络感知软件实时同步算力网络信息到算力大脑，实现了跨地域的算力服务调度。

## 展望

通过构建面向医疗场景的边缘融合算力网络，中移动成研院可帮助医疗机构有效实现医疗健康大数据管理。部署在边缘云的各类医疗应用系统之间可快速实现数据互联互通，并根据使用需求，灵活地对数据进行计算、存储和管理，在实现数据安全、足不出院的同时更有效构建健康大数据。中移动成研院还将加速新一代5G智慧医院解决方案的规模应用，推动医疗行业新型信息通信基础设施建设进程，助力医疗信息化产业的升级发展。

采用英特尔® NetSec 加速卡参考设计的中移动成研院边缘算力卡提供了服务器级别的性能、可靠性，同时能够显著简化用户在边缘算力节点方面的部署与运维工作。在医疗行业的应用实践中，该算力卡结合中国移动边缘服务器、5G 专网能力以及中心算力节点，能够在确保数据安全的前提下，提供强大的算力，助力用户构建全栈专属边缘云，从而支撑 AI 辅助诊疗等应用的运行。除了在医疗行业的应用之后，该方案还能够便捷地扩展到其他行业的应用场景之中，助力千行百业的智慧化变革。

## 关于中国移动通信集团有限公司成都产业研究院分公司

中国移动通信集团有限公司成都产业研究院分公司是中国移动通信集团有限公司组建的全资子公司，面向5G、AI和下一代网络，引领教育、医疗、农业等垂直领域数字化发展。公司将依托中国移动强大的网络规模、连接规模和用户规模优势，锻造国际最高标准、最好水平、最优技术、以5G为引领的新一代信息通信产品，同时与垂直领域合作伙伴一道，全面建设数据信息化高地和行业解决方案中心。

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