

# 广东联通与英特尔合作打造 5G 至简一体机产品 加速释放 5G 专网行业价值



“随着行业价值不断凸显，5G 专网将从外围辅助向核心生产环节延伸，围绕场景逐步构筑高价值应用。网络形式也将由 To B 通用网络向至简配置、个性化定制、价值化驱动的方向演进。通过自主定制开发特性能力并采用英特尔创新的软硬件技术，中国联通在工业等应用场景中强化了 5G 专网能力，在提升性能的同时降低了成本与能耗，能够为用户的数字化转型提供强大的网络动能，加速数字经济发展。”

— 广东联通网络产品创新中心

## 概述

5G 专网是加速中国新型工业化进程的重要支撑。自 5G 网络商用以来，中国联通以“国家队、主力军、排头兵”的责任担当，协同产业各方紧密合作、积极探索，为行业用户提供 5G 虚拟专网、5G 混合专网及 5G 独立专网解决方案，共同推进 5G 加速向全方位行业渗透，实现 5G 应用从‘样板间’向‘商品房’的加速转变，并取得了阶段性成效。

中国联通高度重视 5G 专网的创新与应用。早在 2020 年，中国联通就基于 5GtoB “集中一朵云、分布一张网”的立体网络架构，针对行业客户率先发布 5G 专网 PLUS 产品，打造了网络部署快、业务开通快、网络更安全可靠等差异化竞争优势，初步实现了 5G 应用高质量创新、全国高效率推广，打通商业正循环。2022 年，中国联通 5G 专网 PLUS 全面升级到 3.0，推出十大场景化 5G 专网产品，支持局域、广域、跨域等不同场景，涵盖矿山、钢铁、装备制造、港口、电力、海洋、车联网、教育、医疗、政务等十大垂直行业，实现了专网能力纵深发展，筑牢了 5G 算网融合基座。

为了进一步推动 5G 行业价值全面惠及广大强企、微企，提供千行百业“用得上、用得起、用得好”的 5G 专网服务，中国联通针对企业应用 5G 专网的痛点和难点，持续加强核心技术能力攻关和推动产业实践落地，为加速行业数字化转型不断输出联通力量。5G 至简一体机是中国联通与英特尔深度合作，为行业客户量身打造的一款 5G 专网产品，充分发挥了中国联通在网元研发和部署以及英特尔® 至强® D 处理器在性能、稳定性等方面的优势，集“网络+算力+应用”于一身，成本更低、功耗更小、配置更简、性能更优、生态集成。为不断简化产品部署和加强产品优势，中国联通为 5G UPF 网元定制开发了软路由和软件防火墙能力，并适配自研轻量级容器底座。同时英特尔提供了 Infrastructure Power Manager (IPM)、IP Modules DNS 模块、头部增强模块 (HEM) 和应用检测模块 (ADM) 等技术，赋能 5G UPF 降低传输时延、提升传输效率，满足大带宽、低时延、数据不出本地等 5G 应用需求。

## 5G 专网部署面临的多重挑战

UPF (User Plane Function, 用户面功能) 是 5G 专网与企业内网融通的关键结合点。UPF 作为 5G 核心网的关键网元，主要负责 5G 核心网用户面数据包的路由和转发相关功能，包括无线接入网络与数据网络互联、协议数据单元会话锚点、路由与本地分流、

应用程序监测、数据流 QoS 处理、流量使用情况报告、IP 管理、移动性适配、策略控制和计费。通过将 UPF 下沉至网络边缘进行灵活部署，可以实现数据流量的本地卸载，满足客户业务需求，同时能够与 MEC 结合，实现移动接入网与互联网业务深度融合，进而协同赋能边缘异构计算、边缘场景化组网、边缘工业应用管理等创新应用，帮助行业用户充分释放 5G 潜力，提升数据价值。因此，UPF 下沉将是未来 5G 专网惠及大中小型企业的重要组网形式。

但是，结合 5G 专网在工业等先导行业的部署应用情况，当前以 UPF 下沉架构为主的 5G 混合专网在进一步规模化应用时，可能面临着以下挑战：

#### 整体部署成本高，硬件投资占比大

5GC 核心网是行业客户投建 5G 专网的主要成本源。5GC（含 UPF 网元）通常采用通用服务器，由于通用服务器并非面向 5G 专网场景进行专用设计，因此计算、存储、网络等硬件配置并非最优状态，可能存在服务器空间占用大、资源冗余等问题，进而导致高昂服务器成本。此外，通用服务器可能无法满足 5G 专网应用环境下的特定需求，如户外严苛环境下的应用等。

#### 网络能耗较高，难以满足绿色节能要求

5G 专网 UPF 设备需要承载 5G 数据流量转发、数据处理等应用，会产生较高的能耗，不仅导致服务器的能源成本居高不下，也使得服务器的供电和散热等模块的设计受到诸多限制。传统的能耗控制机制无法根据业务需求灵活调整 CPU 频率和活跃核心数量，也无法精准洞察和预测 CPU 的负载，导致服务器在业务空闲时期依然处于高能耗状态。

#### 配置较复杂，对承载环境要求高

5G 专网应用的部署通常需要交换机、防火墙、通用服务器等多种软硬件，组网配置复杂，而且要求客户提供满足要求的机房环境。这也意味着 5G 专网应用的组网将耗费大量的人力资源成本、空间资源成本、运维成本，且需要在交付上耗费较多时间。

#### 数据包转发性能要求高

5G 网络通过 UPF 在网络边缘的灵活部署，实现了数据流量本地卸载，企业业务流量直接分流至本地数据中心进行相应的业务处理。以 DNS 解析为例，DNS 解析是 5G 专网 UPF 的重要负载之一，在业务高峰期，大量的 DNS 请求可能导致 5G 应用响应缓慢。通过 DNS 条目缓存等措施，有助于降低 DNS 解析耗时，减少 DNS 请求风暴。

#### 网元与算力及应用融通要求高

主流解决方案中，UPF 网元和 MEC 算力未适配统一的虚拟化层，导致算网分离部署，网络无法无损传递算力，不利于客户高实时性的高效算力应用需求。此外，算网基于不同基础设施部署，也不利于一致性管理，增大了运维复杂度。

## 中国联通携手英特尔打造 5G 至简一体机解决方案

为了增强 5G 专网 UPF 的数据传输与处理能力、降低能耗，以及简化 5G 专网组网配置，整体减轻客户部署成本，中国联通与英特尔合作，打造了基于自研 UPF 网元和英特尔® 至强® D 处理器的 5G 至简一体机，并使用 IPM、IP Modules DNS 模块、HTTP 头部增强模块和应用检测模块进行了优化。



图 1. 中国联通 5G 至简一体机优势<sup>1</sup>

### 易部署

传统的 5G UPF 下沉部署方案需配置数通交换机、硬件防火墙、通用服务器等繁多的设备，而在 5G 至简一体机方案中，中国联通针对 UPF 定制开发了软路由组件，通过 UPF 接口实现 VRF 虚拟路由转发能力，实现免数通交换机转发。同时中国联通还研发软件防火墙能力，增强 UPF 对网络边界的安全检测与防控能力，实现部署时硬件防火墙的减配。此外，一体机中还搭载了中国联通的自研轻量级容器底座，支持网元、MEC 平台及应用共用一个 IaaS 底座进行部署，减少网元对算力资源的占用，简化部署复杂度，更好赋能企业边缘应用。

<sup>1</sup>数据援引自中国联通内部测试结果。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。

### 高性价比

在中国联通 5G 至简一体机方案中，5G UPF 网元适配并采用基于英特尔® 至强® D 处理器的服务器进行部署。该处理器在计算密度和功率上进行了优化，以高度集成的片上系统 (SoC) 封装提供，部署简单，可降低 UPF 设备的设计与维护成本。处理器集成了以太网和英特尔® QAT 技术，无需额外添加设备即可提供更多功能，同时其内置的以太网功能可提供高达 100 Gbps 的吞吐量，连接选项覆盖 1GbE ~ 100GbE。

通过利用处理器的出色性能，中国联通进一步实现了路由器和防火墙的软件化，在支持更多工作负载的同时，提高了集成度，降低了成本。与上一代产品相比，第二代一体机产品将体积降低 70%，将成本降低了 50%，可有效满足注重成本的企业客户的需求<sup>2</sup>。

### 超低能耗

传统方案采用通用服务器，功耗较高，带来较高的能耗成本，且带来较高的碳排放。5G 至简一体机采用的处理器有着较高的能效比，能够显著节省用户在 UPF 设备的散热和供电等方面的支出。此外，该处理器可以在较宽的温度范围内运行，稳定性强、耐用性高，能够满足室内、室外部署的紧凑型 UPF 设备的要求。

5G 至简一体机 UPF 网元还采用 IPM 来进一步增强节能减排效果，简化了对处理器电源管理功能的使用，如负载遥测、精细功率控制状态和低时延频率更改等。它可以在不影响吞吐量、时延和数据包丢弃等关键性能指标的情况下，将运行时服务器功耗与数据流量动态匹配。

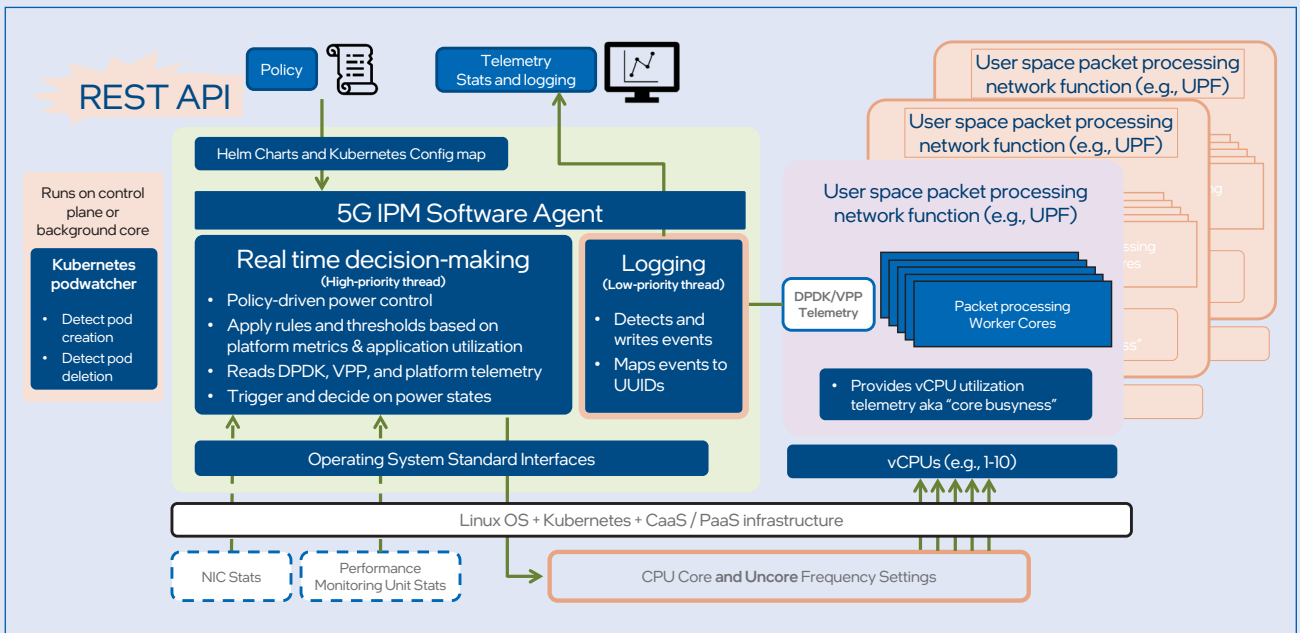


图 2. IPM 架构

<sup>2</sup> 数据援引自中国联通内部测试结果。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。

该参考软件可对处理器的各种运行指标进行智能遥测，在提供可视化监视支持的同时，将遥测数据输入到闭环控制逻辑之中，在操作系统层面、处理器能效级别、处理器能级状态进行细粒度控制，以针对不同场景提供最佳的能效控制。在单节点闭环控制的基础上，IPM 能够便捷地扩展到集群闭环控制，提升 5G 核心网的整体节能水平。

在面向视频安防的 5G 专网场景中，中国联通使用 UPF 网元测试了 IPM 的节能效果。测试数据显示，在启用 IPM 之后，能够最高节省超过 50%<sup>3</sup> 的能耗。

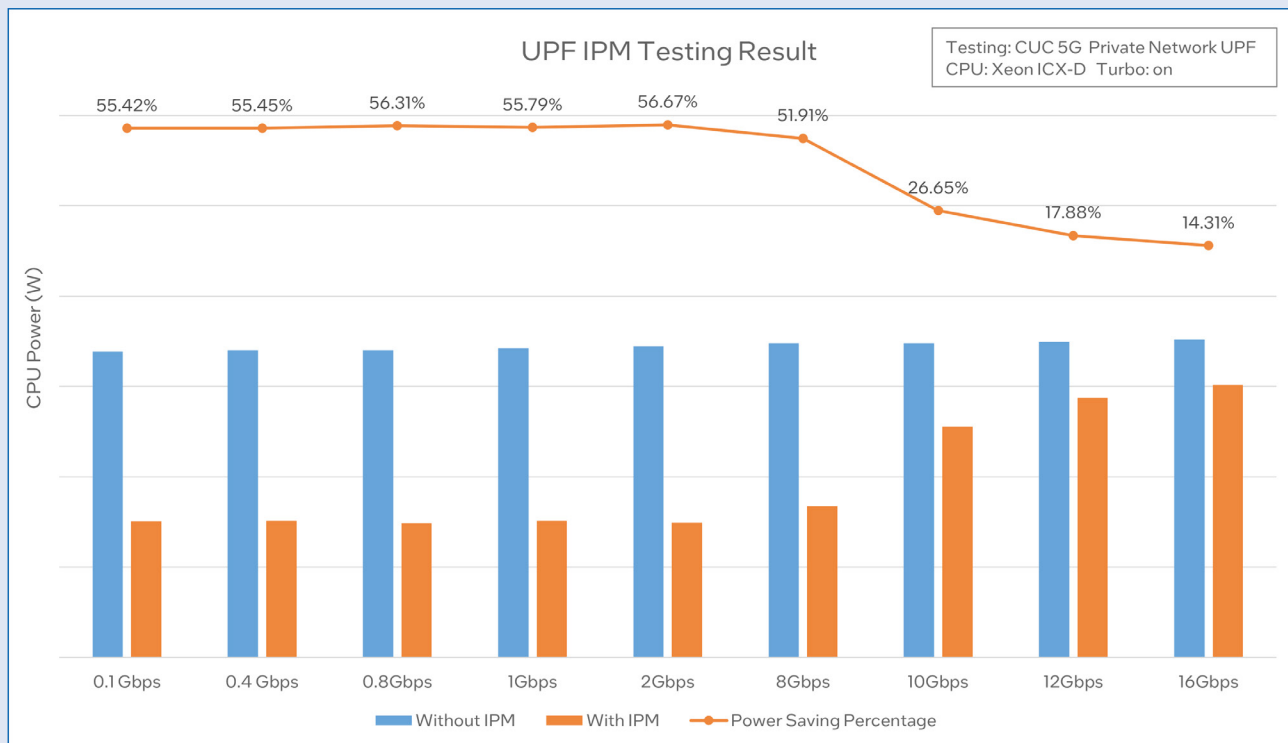


图 3. IPM 启用前后的能耗数据对比<sup>4</sup>

<sup>3,4</sup> 数据援引自中国联通内部测试结果。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。



### 更高性能

中国联通 UPF 网元通过自主增强开发基于流表的转发能力，提高网络数据处理效率，满足垂直行业对网络超低时延、超高带宽的需求。方案还采用了 IP Modules DNS 模块、HTTP 头部增强模块和应用检测模块等功能，能够实现数据流的本地分流，缓解核心网的数据传输压力，降低传输时延。对于 5G 专网应用而言，这也意味着更快的服务响应速度，以及更低的基础设施压力。

其中，IP Modules DNS 模块由缓存 (Cache) 和嗅探器 (Sniffer) 两个主要组件构成。其中缓存组件能够在本地接受并存储解析的 DNS 响应，加速 DNS 响应效率。中国联通与英特尔针对 DNS 缓存前后的性能进行了测试。测试每次随机生成不同域名，分别统计首次和第二次从发起 DNS 请求到获得正确 DNS 响应的耗时，循环 1000 次，并对比未缓存条目与已缓存条目平均耗时。测试数据如图 4 显示，IP Modules DNS 的 UPF DNS 缓存条目功能可将非首次 DNS 请求的耗时时间降低约 42.9%<sup>5</sup>。

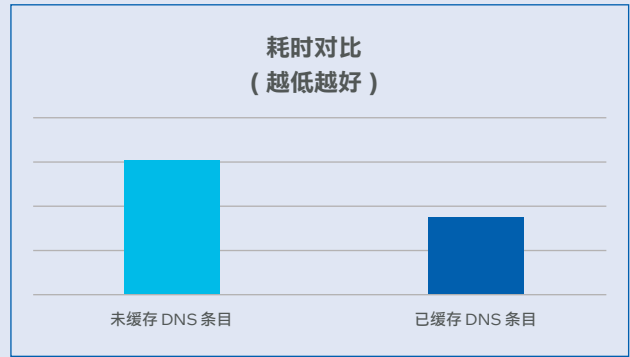


图 4. 未缓存与已缓存 DNS 条目平均耗时对比<sup>6</sup>

IP Modules 头部增强模块以符合 3GPP 规范的方式无缝地为 5G 专网 UPF 提供 HTTP 头部增强功能。应用检测模块可对数据包流进行检查，将流量按照“应用程序”级别进行分类。其主要用途为 5G 专网 UPF 提供应用检测信息供用户面的其它业务模块使用。

## 基于广东联通 5G 创新能力构建优质应用产业生态

在面向 5G 的行业解决方案中，由广东联通基于其高速 5G 网络、5G 专网、5G MEC 边缘云以及英特尔先进产品与技术助力，联合众多行业合作伙伴共同打造的优质应用产品方案，已在最终客户的多个应用场景部署落地，在为使用者带来便捷、轻松和高效的使用体验之余，如图 5 所示，也在不同层面让方案的参与者，包括电信运营商、合作伙伴以及最终客户劳有所得，各获其值。价值分析如下：

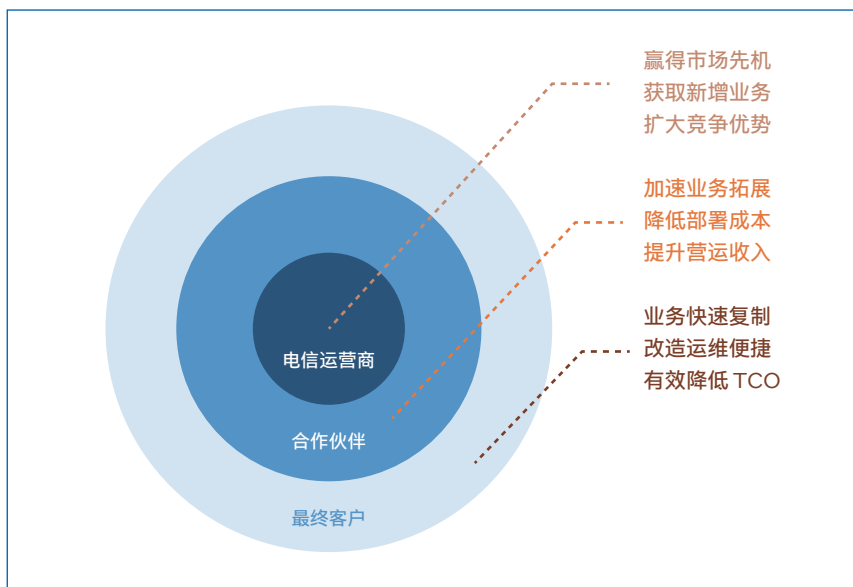


图 5. 广东联通 5G 创新能力优质应用生态为不同参与者带来的价值

<sup>5,6</sup> 数据援引自中国联通内部测试结果。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。

## ● 电信服务提供商

依托 5G 强大带宽和低时延优势，通过基于 5G 专网构建的应用在一系列场景中的部署实践，证明中国联通这样的电信服务提供商能够面向最终客户，提供行业应用所需的更佳云网融合底座，为其在 5G 时代垂直行业市场获得快速发展奠定坚实基础，并经由赢得先机带来新的增值业务。

同时，与传统行业解决方案部署相比，5G 专网和 5G MEC 边缘云在技术上的优势互补，以及对上层行业应用的有效整合，为电信运营商带来新的差异化竞争优势，即带宽更大、业务响应速度更快，以及全程全网的快速开通和运维能力，并可满足数据不出园区的安全性需求，进而为不同行业客户提供全新的体验与选择。

## ● 合作伙伴

从技术角度而言，包括独立软件开发商 (Independent Software Vendors, ISV) 和服务集成商 (Service Integration, SI) 在内的一系列合作伙伴，可以利用中国联通 5G MEC 边缘云的“一点创新，全国复制”特性，快速实现业务开通和部署。这不仅可以帮助合作伙伴大幅提升效率及其软硬件研发和部署落地能力，也能显著缩短项目开发周期和降低成本。

从市场角度来说，合作伙伴可以通过相互间的深度合作，从电信运营商遍及全国的政企行业销售和支持团队中借力。尤其对

于细分行业，中小规模且方案优秀的合作伙伴，可以通过电信运营商更快实施业务拓展。

而从收费模式角度来看，合作伙伴可以选择与电信运营商进行收入分成，也即由电信运营商作为收费接口，并根据具体服务类型进行分成，来有效提升营运效率和收入水平。

## ● 最终客户

中国联通基于 5G MEC 边缘云构建的生态应用，让最终客户无需再自行建设和维护 IT 基础设施，尤其是对于一些 IT 储备薄弱，不具备成熟网络和 IT 基础设施的客户来说，基于 5G MEC 边缘云开通各项业务，不仅前期建设、改造成本低，后期运维也更为简单便捷。

而从降本增效的角度出发，各项应用服务的收费模式可以从传统的固定资产投资转变为服务费形式，既减少了一次性资金投入，也令客户可根据使用时间计费，且缴费形式简单（例如可直接使用 SIM 月费形式），这又有效提升了应用的经济性。

同时，基于中国联通 5G MEC 边缘云的“一点创新，全国复制”特性，客户的不同分支机构可以在类似使用场景中快速开通已成功部署成功试点的各项业务（如 AR/通用型 AI 类等），且多个分支机构之间可享用电信级互连网络。

## 英特尔产品与技术带来的收益

在电信运营商、合作伙伴和最终客户之外，英特尔作为产业生态的重要参与者和技术引领者，也在面向 5G 的各项行业解决方案构建过程中，对一系列英特尔® 架构软硬件产品与技术进行 5G MEC 以及视觉 AI、AR 应用中的运用进行了充分的验证。来自一系列应用落地实践结果表明，英特尔产品与技术可以为客户带来以下显著收益：

- 强劲的通用处理器为 5G + AR 应用提供全方位的数据处理和 AI 加速能力；
- 面向视频处理的软件调优能力，让客户获得最佳的 AR 产品使用体验；
- OpenNESS 软件平台为 5G MEC 云平台的快捷高效构建提供有效助力。

## 应用实践

目前，融合英特尔® 技术的 5G 至简一体机解决方案已经在多个行业场景中得到成功应用。

以某世界 500 强家电制造企业为例，该企业利用 5G 技术整合、改造现有资源，规划、建设企业工业互联网，搭建该企业的智能制造网络，实现生产装备、仪器仪表、传感器、控制系统、管理系统的互联互通。通过采用 5G 网络技术连接人、机、物，打通产品生命周期，重构价值生态，打造家电产业 5G 智慧工厂示范区。

该企业面临的痛点包括：固定连接成本高、干扰源多、施工难度大、部署时间窗短；目视检测工序和物料运输工序多，生产效率亟待提升；家电整机外观质量由质量检验员人工识别把控，存在视觉疲劳，漏检率高；车间巡检及设备运维主要由人工负责完成，车间巡检效率低；人员的操作规范、行为管理等得不到实时监控和管理，容易造成安全隐患和质量隐患。

基于 5G 至简一体机，中国联通帮助该企业将工厂环境中的人、机、物、测等全面联网，对研发数据、生产数据、运维、管理等数据进行采集，通过 5G 网络传输到 MEC 平台进行处理，支持工厂的远程检测、智能化管理和工业质检等服务，加速部署和适配进度。

目前，该方案已经在 5G 无纸化首检、5G+AI 整机外观视觉检测、设备监控、产线工艺动作识别等项目中得到成功应用。以 5G+AI 机器视觉检测为例，该项目开发整机外观视觉检测设备，设备搭配多个工业相机联动拍照，对调整整机多个可视面的印刷

品正确性、粘贴位置进行自动比对防错，检验结果自动分析判定，代替人工检验，提高检验可靠性，提升产品检测精度、准度和速度，实现质量问题全面受控。

## 展望

5G 专网具有大带宽、广连接、低时延、安全性高等诸多优势，同时具备适用部署区域化、网络需求个性化、行业应用场景化等特点，未来将会得到更加广泛的应用。中国联通立足于在 5G 专网上的创新技术与优势能力，结合广泛合作伙伴共同打造的 5G 融合生态应用，正在推动 5G 专网在更多垂直行业场景中的应用实践，为客户专网部署成本和运维复杂度“做减法”，为专网性能和价值“做加法”。

中国联通与英特尔的本轮合作证明，通过优化 5G 专网能力，能够降低基础设施成本，提升 5G 核心网的支持能力，缩短时延并缓解基础设施压力，同时降低 5G 专网能耗。中国联通与英特尔还在探索利用英特尔® Software Guard Extensions (英特尔® SGX) 技术，帮助用户构建基于硬件的数据中心可信执行环境 (TEE)，抵御多种类型的攻击，解决 5G 专网 UPF 面临的潜在安全风险，满足多种形态的专网安全需求。

未来，双方还将围绕 5G 专网的行业化落地，结合 5G 生态融合性应用进行更多合作，包括利用新一代英特尔® 至强® 可扩展处理器的高级硬件特性和优化软件工具等，打造高效的 5G 专网综合性解决方案，使其成为数字化转型的新引擎，持续赋能千行百业的数智化转型升级、拓展生产效能。



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。