

# 中兴通讯高性能 5G 核心网 UPF 实现

使用搭载英特尔® Speed Select 技术 (英特尔® SST) 的第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器和搭载动态设备个性化 (DDP) 技术的英特尔® 以太网网络适配器 XXV710, 测试结果显示在某运营商标准话务测试模型下以 690 字节包长, 不带任何额外硬件加速器件的最高整机性能分别可以达到 173Gbps 和 252Gbps。



作者

- Zhang, Jerry (INTEL)
- Lou, Fangliang (ZTE)
- Ma, Jianwei (INTEL)
- Zhang, Yong (ZTE)
- Ma, Jiangying (ZTE)
- Xu, Yang (ZTE)
- Zou, Jinchun (ZTE)
- Cheng, Peng (ZTE)
- Xu, Zhou (ZTE)
- Yao, Chenghu (ZTE)
- Zhang, Haoming (ZTE)

## 目录

1. 中兴通讯 5G 核心网解决方案 .....	1
1.1. 整体解决方案介绍 .....	1
1.1.1 中兴通讯 TECS 云管平台介绍 ...	1
1.1.2 中兴通讯 5G Common Core 介绍 .....	1
1.2. 中兴通讯 NFV UPF 网元介绍 .....	2
2. 英特尔® 平台和技术的特性 .....	2
2.1. 英特尔平台介绍 .....	2
2.2. 英特尔® Speed Select 技术 - Core Power (英特尔® SST-CP) .....	2
2.3. 英特尔 DDP 技术 .....	2
3. 基于英特尔平台技术加速的 NFV UPF 解决方案 .....	2
3.1. 英特尔 SST-CP 加速技术的应用 .....	2
3.2. DDP 加速技术的应用 .....	2
4. 系统测试环境 .....	3
4.1. 某运营商话务测试模型 .....	3
4.2. 测试仪表 (IXIA) .....	3
4.3. 硬件配置 .....	3
4.4. 软件配置 .....	3
4.5. 网络拓扑 .....	4
4.6. 计算节点 BIOS 配置 .....	4
4.7. UPF 虚拟机配置 .....	4
5. 性能测试结果 .....	5
5.1. 整机转发性能 .....	5
5.2. 平均转发延迟 .....	5
5.3. 系统总体拥有成本 (TCO) 分析 .....	6
6. 总结 .....	6
7. 缩略语 .....	6

## 前言

网络功能虚拟化 (NFV) 是核心网的发展趋势, 目前 NFV 核心网已经在全世界得到了大规模商用。NFV 最重要的特点就是采用通用的硬件和虚拟层 (NFVI) 为上层各个虚拟化网元 (VNF) 提供统一的运行资源, NFV 技术为 VNF 的灵活部署、快速上线、智能及自动化运维、网络转型等提供技术基础。用户面网元 UPF 是 5G 核心网的关键网元之一, 承载 5G 用户上网数据转发功能。在虚拟化的趋势下, UPF 基于英特尔® 架构的高性能服务器部署已经是行业的广泛共识, 提升基于英特尔架构的虚拟化 UPF 的性能成为了电信运营商和设备厂商迫切需要解决的问题。

本文阐述了中兴通讯的 5G 核心网 UPF 产品基于第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器——英特尔至强金牌 6230N 处理器和英特尔至强铂金 8280 处理器以及拥有动态设备个性化技术 (DDP) 功能的英特尔以太网网络适配器 XXV710 上实现的优异性能。测试结果显示在某运营商标准话务测试模型下以 690 字节包长, 不带任何额外硬件加速器件, 最高整机性能在英特尔至强金牌 6230N 处理器上可以达到 173Gbps, 在英特尔至强铂金 8280 处理器上可以达到 252Gbps。

本次测试由中兴通讯完成于 2019 年 12 月 20 日。具体测试配置参见系统测试环境章节。关于性能和基准测试程序结果的更多信息, 请访问 [www.intel.cn/benchmarks](http://www.intel.cn/benchmarks), 并参考 <http://software.intel.com/en-us/articles/optimization-notice> 获得更多关于英特尔软件产品性能和优化选项的信息。

## 1. 中兴通讯 5G 核心网解决方案

### 1.1. 整体解决方案介绍

#### 1.1.1 中兴通讯 TECS 云管平台介绍

TECS 是中兴通讯基于 OpenStack 开源标准接口研发的一款云平台管理软件, 主要由 OpenStack 和 Extension 两大类型的组件构成, 主要负责基础设施层硬件资源、虚拟化资源的管理、监控和故障上报, 面向上层业务应用提供虚拟化资源池。TECS 支持资源全局调度、容量弹性伸缩、网络灵活调整, 全面支持上层 IT 和 CT 应用的灵活部署, 并且它提供 IaaS 业务运营能力, 包括组件化的微服务平台, 快速迭代的业务开发模式和基于大数据的智能分析, 实现业务的快速上线和创新。此外, TECS 还在性能、可靠性、架构先进性等方面进行了全面的增强, 助力运营商更好地应对 5G/IoT 时代的挑战。

#### 1.1.2 中兴通讯 5G Common Core 介绍

5G 商用部署已在全球范围开启, 作为 5G 网络“大脑”的核心网, 无疑是网络建设的关键点之一。为此, 中兴通讯基于对网络设计、网络建设、网络运营的深刻理解, 率先在业界推出 5G Common Core 解决方案。5G Common Core 以云原生、网络切片、MEC、AI 等技术加持, 创造“更强大脑”, 为运营商打造极简、智能、融合、高效的网络。

中兴通讯 5G Common Core 支持 2G, 3G, 4G, 5G 和 Fixed 网络全接入, 在 5G 网络功能和服务层面实现了四融合 (数据融合、策略融合、控制融合、转发融合), 基于 SBA+, 实现功能组件跨网络共享、一网多用, 简化网络拓扑的同时, 提升业务 KPI, 为用户带来出色的体验。该方案同时支持 3GPP R15 SA 和 NSA 五种部署模式 (Option 2/3/4/5/7), 运营商可根据自身网络诉求在同一张网络中灵活部署 SA、NSA 或 SA&NSA 双模式, 架构一步到位,

资源可重用，避免网络多次升级和改造，大幅度降低网络建设成本，灵活满足运营商 5G 建设和平滑演进需求。

### 1.2. 中兴通讯 NFV UPF 网元介绍

UPF 作为 5G 核心网关键网元，承载着用户数据处理和转发的重要功能。随着 5G 的商用推进，4K/8K 高清视频、云游戏、远程驾驶、工业控制等 eMBB/URLLC 应用需求也日趋紧迫，它们对网络提出了超低时延、超大带宽的要求。而这些性能需求与 UPF 紧密相关，需要 UPF 提供高效的数据处理和转发。

中兴通讯推出的经过优化的纯软件 UPF 方案，采用基于英特尔至强处理器的通用服务器，运用了业界广泛应用的性能优化技术，例如 DPDK、NUMA 绑定、OS 优化、巨页等。除此之外，中兴通讯也对于 UPF 的软件架构和逻辑着手优化，基于 VPP (Vector Packet Processing) 原理，采用消息多队列无锁处理、业务首包 DPI、流表等技术，实现热点报文的批量处理和转发，有效地降低了业务逻辑对 CPU 的消耗，性能水准已达到业界同等条件下的非常优秀的水平。

## 2. 英特尔® 平台和技术的特性

### 2.1. 英特尔平台介绍

英特尔服务器平台提供了出色的性能和丰富的特性，拥有完善的生态系统和健壮的路标，是业界主流的 NFV 平台。为满足应用服务的灵活性、安全性和服务的可达性，英特尔不断地同生态合作伙伴一起建立基于 NFV 和 SDN 技术相关的解决方案，提供开放的网络基础架构平台。利用英特尔® 处理器，英特尔® 网络适配器，DPDK 和其他英特尔平台相关技术，可以降低设备复杂度并提高网络利用率，满足运营商对电信网络灵活性、可扩展性、可靠性和成本需求，加速产业链的技术创新和网络转型。

### 2.2. 英特尔® Speed Select 技术 - Core Power (英特尔® SST-CP)

第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器推出增强型英特尔 Speed Select 技术允许系统提供针对 CPU 性能更多的控制，从而来提高性能并优化配置成本。使用英特尔 Speed Select 技术，一台服务器可以做得更多。

第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器 N (NFV) 系列支持英特尔 Speed Select 技术中的 Core Power 功能 (英特尔 SST-CP)。英特尔 SST-CP 功能可以灵活配置和调整 CPU 核的优先级，高优先级的 CPU 核运行在更高频率上。这可以使系统关键任务运行在高优先级的 CPU 核上确保性能，并充分利用 CPU 额定功耗。

### 2.3. 英特尔 DDP 技术

DDP (Dynamic Device Personalization) 又称动态设备个性化设置，是英特尔® 以太网网络适配器 700 系列和英特尔以太网网络适配器 800 系列的一个先进功能。此功能允许通过加载固件配置文件 (profile) 动态地实现重新配置数据包处理流水线，以满足特定的场景需求。换言之，这些网卡具有部分可编程能力，通过下载特定的固件配置文件 (profile)，可以为用户提供特定通信网络协议的解析支持，结合网卡的 flow-director FDIR (流引导) 和 RSS (散列技术) 特性，实现网络报文解析和分发的硬件卸载，从而提高网络性能。英特尔以太网网络适配器 700 系列提供工业级的配置文件 (Profile)，目前已经涵盖多种协议类型，包括 PPPOE, GTP-meC, GTP-U, L2TP 等。这些配置文件可以通过通用的 ethtool 或者 DPDK 库进行便捷地加载。

DDP 能够允许网卡识别特定的电信协议报文并分发到特定的队列上。这意味着应用程序不再需要用专门的接收 (RX) 或发送 (TX) 处理器核来做流量分发，这些核就能够释放用于处理应用程序本身业务。由于报文到队列的分发是由网卡硬件完成的，从 NFVI 的角度来看整个系统更具确定性：系统延迟和抖动减少了，并且随着负载平衡 RX/TX 核的释放，总吞吐量也增加了。

## 3. 基于英特尔平台技术加速的 NFV UPF 解决方案

### 3.1. 英特尔 SST-CP 加速技术的应用

在实际应用中，为了获得更高的性能，常常会启用英特尔® Turbo Boost 功能，这样 CPU 核可以运行在更高的 Turbo 频率上。Turbo Boost 技术是一种处理器热功耗余量的技术。采用英特尔 SST-CP 加速技术，可以将关键业务运行核锁定在高频率，其他业务核运行在低频率，这样能在保持 CPU 频率尽可能稳定的前提下获取最佳性能。

中兴通讯 5G NFV UPF 的方案使用了 SST-CP 技术，将处理 UPF 转发线程的 CPU 核设置为高优先级并运行在更高的频率上。如下图所示，在英特尔至强金牌 6230N 处理器平台上，将每个 CPU 的 0-7 核运行在 1.5GHz，8-19 核运行在 2.8GHz。

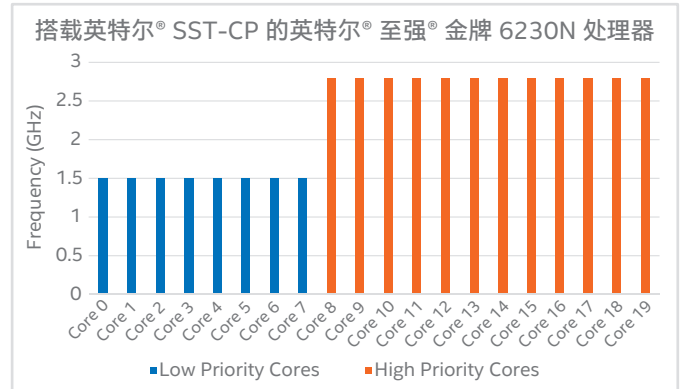


图 1. 英特尔® 至强® 金牌 6230N 处理器使用英特尔 SST-CP 设置核优先级

### 3.2. DDP 加速技术的应用

没有 DDP 特性，GTP (GPRS tunneling protocol) 的内层报文不能够被网卡解析，网卡只能缺省的认定其为普通四层报文。这样对于 5G 核心网用户面网元 UPF 而言，主要处理的报文类型是 GTP (上行) 报文和普通的 TCP/IP (下行) 报文。

GTP 报文就无法利用网卡的 FDIR 或者 RSS 分流功能散列到不同队列并绑定到不同的处理器核上做并行处理。为了解决这个问题，传统方案会额外地使用若干处理器核用软件的方式来解析 GTP 内层报文分别发到不同的处理核上。这种场景下，软件分发核的性能常常会成为整个 UPF 处理的性能瓶颈，并且软件分发增加了系统整体处理的延迟开销。

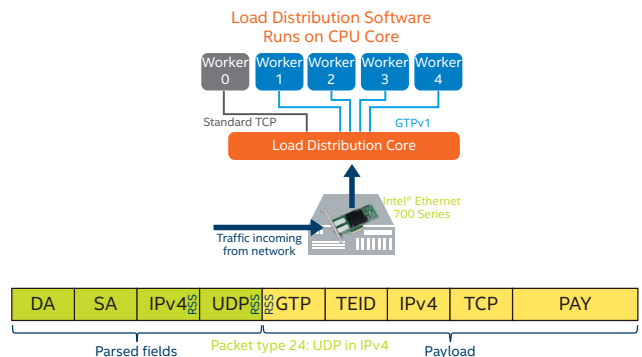


图 2. 不使用 DDP 技术的软件架构

应用了 DDP，网卡就可以扩展报文识别深度到 GTP 内层报文的传输层，这样就能够直接在 GTP 报文上针对内层报文应用 FDIR 和 RSS 分流功能，利用网卡直接将 GTP 报文散列到不同的网卡队列并绑定到不同的核上进行并行处理，实现分发功能的硬件卸载，从而大大提高了性能，同时减小了系统整体处理的延迟。

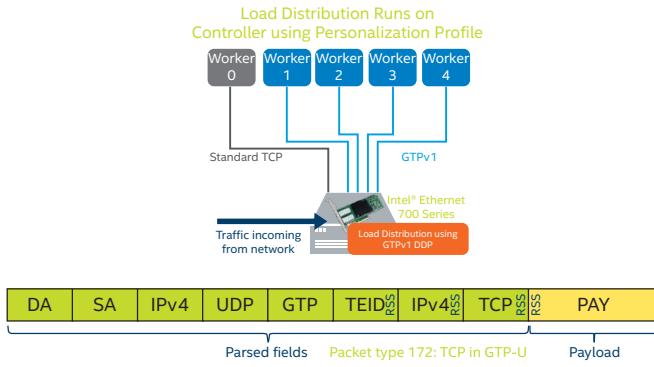


图 3. 使用 DDP 技术的软件架构

中兴通讯 5G NFV UPF 的方案就是中兴通讯和英特尔一起合作针对 DDP 功能进行了二次深度开发和优化，在英特尔以太网网络适配器 XXV710 SRIOV VF 上利用了上述 DDP 的特性进行对 GTP 报文的识别的分流。

UPF 中的 CPU 核包含两个角色：接收 (RX) 核或工作核，其中：接收核负责从网卡 RX ring 队列获取数据包，数据包分类和数据包分发到特定的工作核；还包括工作核之间的工作负载平衡。工作核实现用户平面栈功能并且处理上行链路 (UL, 从 UE/eNB 到 PDN) 和下行链路 (DL, 从 PDN 到 eNB/UE) 流量；工作核以运行到完成 (RTC) 模式处理数据包。

UPF 对每个接收的数据包进行分类并分发到工作核上进行处理。为了获得更好的高速缓存利用率并提高性能，UPF 将来自相同 UE IP 的所有数据流量绑定到固定的工作核上。

为了将 UE IP 固定到相同的工作核上，UPF 使用 UE IP 地址作为工作核识别的 key。上行链路流量为 GTP-U 封装的 IP 报文，因此从封装的 IP 报文中提取源地址作为 UE IP 地址。下行链路流量为普通 IP 报文，因此 UE IP 地址为报文的目的地 IP 地址。通过 DDP 技术，修改 GTP-U 协议和普通 IP 报文类型的匹配关键字，UPF 将来自相同 UE IP 的所有数据流量绑定到固定的工作核上；实现了非对称报文的对称 hash、双向流的亲和性，节省了接收核，提高了系统性能。

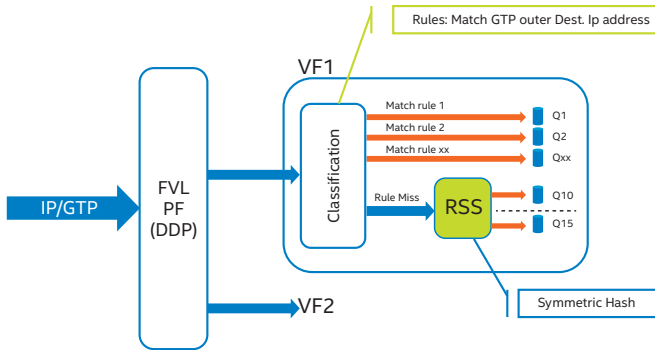


图 4. 中兴通讯 UPF 方案中 DDP 的应用

## 4. 系统测试环境

### 4.1. 某运营商话务测试模型

采用某移动运营商标准话务测试模型，其主要配置选项如下：

用户数 <sup>1</sup>	接入用户 600,000 流量用户 6,000
内容计费配置规则 (DPI)	七层: 40,000 条 三四层: 10,000 条
PCC 策略	静态: 45, 动态: 5
流量比例	HTTP: 85% UDP: 15%
平均包长 <sup>2</sup>	690 字节

### 4.2. 测试仪表 (IXIA)

中兴通讯在 2019 年 12 月 20 日进行的测试使用了 IXIA 测试仪 IxNetworks-XGS2 模拟 5G 移动用户通过运营商基站接入时的控制面和数据面业务。

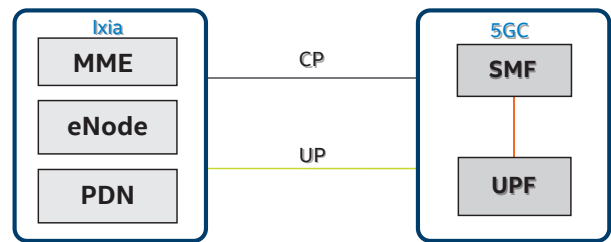


图 5. 中兴通讯 UPF 测试仪表

### 4.3. 硬件配置

服务器采用了中兴自研的 R5300-G4，可提供 2 路 CPU，每个 socket 连接 2 块英特尔以太网网络适配器 XXV710-DA2 网卡。

SERVER	ZTE R5300-G4
CPU	Intel® Xeon® Gold 6230N processor Intel® Xeon® Platinum 8280 processor
Number of CPU	2
MEMORY	384G DDR4@2666MHZ
NIC	Intel® Ethernet Network Adapters XXV710-DA2 * 4 on Intel® Xeon® Gold 6230N CPU-based server Intel® Ethernet Network Adapters XXV710-DA2 * 6 on Intel® Xeon® Platinum 8280 CPU-based server
TOR	ZTE 5960-4M

### 4.4. 软件配置

OS	ZTE CGSL 3.10.0-693.21.1.el7.x86_64
OpenStack Platform	ZTE TECS 3.0 (Openstack 3.8.1)
QEMU	QEMU 2.5.0
UPF VNF	ZXUN-xGW(GUL)V7.19.13
i40e Driver	Driver Version: 2.7.29 Firmware Version: 6.02 0x80003620 1.1747.0
DPDK	18.11

### 4.5. 网络拓扑

测试使用了中兴的 TECS 作为云管理平台，2 台中兴 R5300-G4 服务器，一台作为控制节点，另外一台作为计算节点。UPF 部署在计算节点上，UPF 网元通过 5960-4M 交换机连接 IXIA 测试仪。

采用英特尔至强金牌 6230N 处理器的服务器和英特尔至强铂金 8280 处理器的服务器的测试拓扑请分别参考图 6 和图 7。

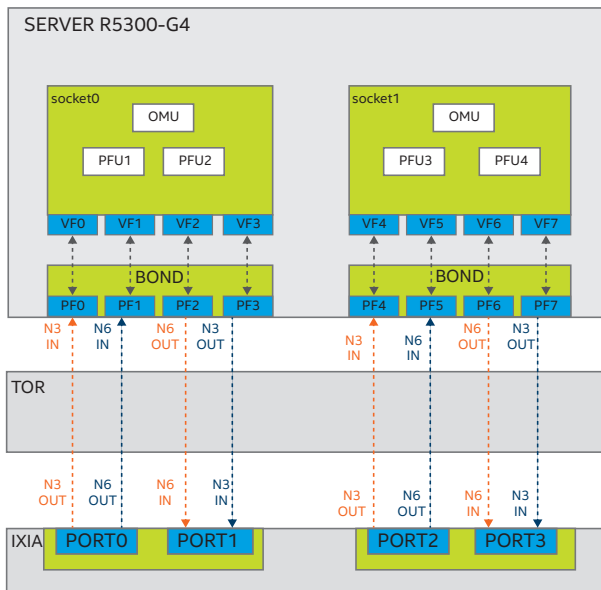


图 6. 英特尔® 至强® 金牌 6230N 处理器服务器的测试拓扑

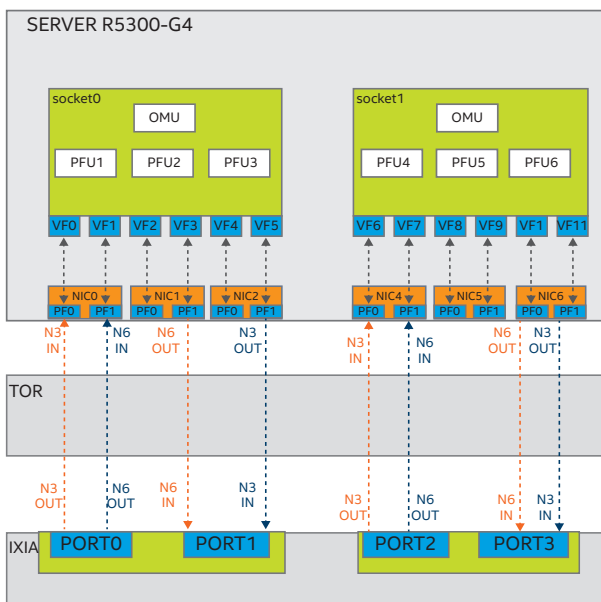


图 7. 英特尔® 至强® 铂金 8280 处理器服务器的测试拓扑

### 4.6. 计算节点 BIOS 配置

计算节点服务器上 BIOS 配置如下：

Menu	Path to BIOS Setting	Bios Setting	Required Settings
CPU CONFIGURATION	ADVANCED -> PROCESSOR CONFIGURATION	INTEL® HYPER THREADING TECHNOLOGY	ENABLED
		INTEL® VIRTUALIZATION TECHNOLOGY	ENABLED
POWER CONFIGURATION	ADVANCED -> POWER & PERFORMANCE	CPU POWER & PERFORMANCE POLICY	PERFORMANCE
	ADVANCED -> POWER & PERFORMANCE -> CPU P STATE CONTROL	ENHANCED INTEL® SPEEDSTEP TECH	ENABLED
		INTEL® TURBO BOOST TECHNOLOGY	ENABLED
	ADVANCED -> POWER & PERFORMANCE -> HARDWARE P STATES	HARDWARE P-STATES	DISABLED
	ADVANCED -> POWER & PERFORMANCE -> CPU C STATE CONTROL	PACKAGE C-STATE	CO/C1 STATE
CIE		DISABLED	
		PROCESSOR C6	DISABLED
IO CONFIGURATION	ADVANCED -> INTEGRATED IO CONFIGURATION	INTEL VT FOR DIRECTED I/O	ENABLED

### 4.7. UPF 虚拟机配置

英特尔至强金牌 6230N 处理器服务器每个 socket 上部署了 1 个 OMU 虚拟机和 2 个 PFU 虚拟机。OMU 占用 4 个 vCPU，每个 PFU 占用 16 个 vCPU ( 12 个 Vcpu 运行 worker 转发线程 )。并且运用了英特尔 SST-CP 技术将 worker 线程运行的核频率设置为 2.8Ghz，其余的核频设置为 1.5Ghz。

英特尔至强铂金 8280 处理器服务器每个 socket 上部署了 1 个 OMU 虚拟机和 3 个 PFU 虚拟机。OMU 占用 4 个 vCPU，每个 PFU 占用 16 个 vCPU ( 14 个 vCPU 运行 worker 转发线程 )。

## 5. 性能测试结果

### 5.1. 整机转发性能

性能测试分别验证了 UPF 基本转发能力以及带计费 and DPI 业务处理的转发能力。测试结果如下：

- 1) 基于英特尔至强金牌 6230N 处理器的整机基本转发性能：
  - a) 每个英特尔至强金牌 6230N CPU 上共有 12 core (24HT) 运行转发 WORKER 线程
  - b) 不使能离线计费和 DPI 等业务处理能力达到 173Gbps (30.6MPPS)，WORKER 线程平均 CPU 利用率 83%
  - c) 使能离线计费和 DPI 等业务处理能力达到 132Gbps (23.4MPPS)，WORKER 线程平均 CPU 利用率 85%

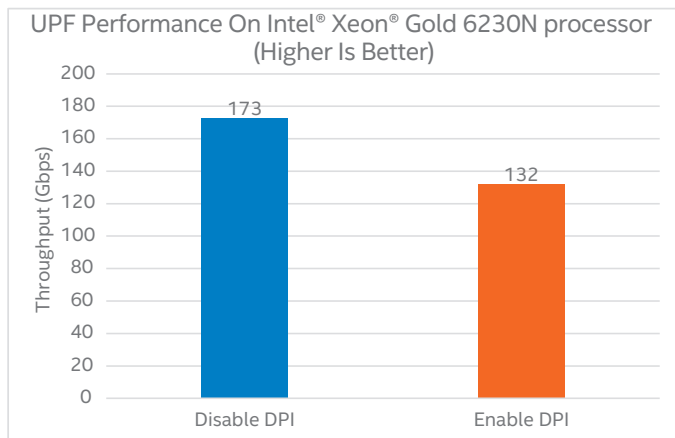


图 8. 中兴 UPF 在英特尔® 至强® 金牌 6230N 处理器上的性能结果 (关于性能和基准测试程序的更多信息, 请访问 [www.intel.cn/benchmarks](http://www.intel.cn/benchmarks), 并参考 <http://software.intel.com/en-us/articles/optimization-notice> 获得更多关于英特尔软件产品性能和优化选项的信息)

- 2) 基于英特尔至强铂金 8280 处理器的整机基本转发性能：
  - a) 每个英特尔至强铂金 8280 CPU 上共有 21 core (42HT) 运行转发 WORKER 线程
  - b) 不使能离线计费和 DPI 等业务处理能力达到 252Gbps (44.5MPPS)，WORKER 线程平均 CPU 利用率 53%
  - c) 使能离线计费和 DPI 等业务处理能力达到 201Gbps (35.3MPPS)，WORKER 线程平均 CPU 利用率 85%

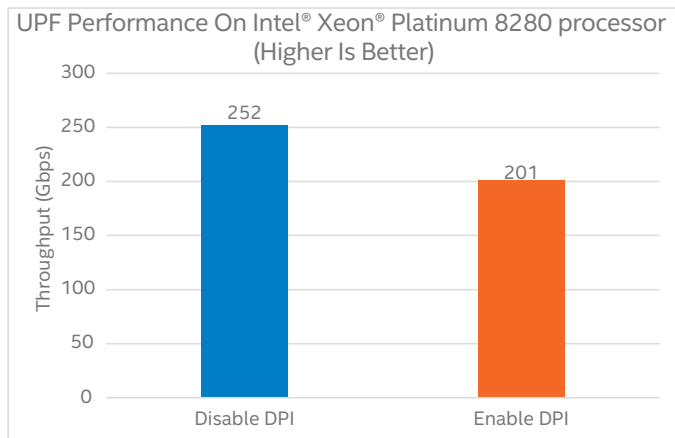


图 9. 中兴 UPF 在英特尔® 至强® 铂金 8280 处理器上的性能结果

- 3) 相比在英特尔至强金牌 6138<sup>3</sup> 处理器上不使用英特尔 SST 和 DDP 的方案, 采用了英特尔 SST 和 DDP 加速技术后, UPF 转发性能有了大幅提升。

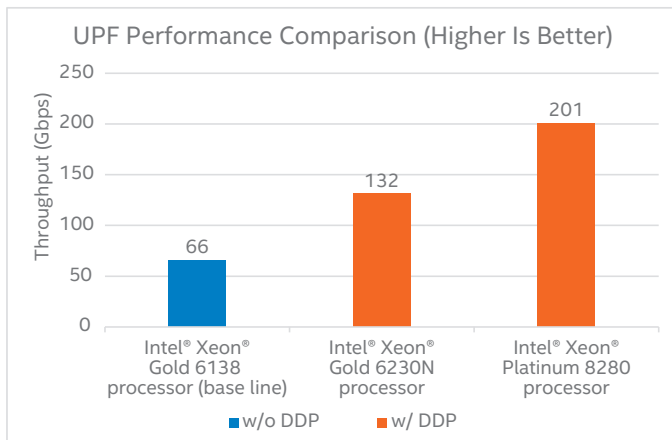


图 10. 中兴通讯 UPF 性能比较

### 5.2. 平均转发延迟

应用 DDP 加速技术后报文不需要通过软件进行核间分发, 可以极大地减少转发延迟。测试结果显示, UDP 报文平均转发延迟从 150us 下降到了 74us。

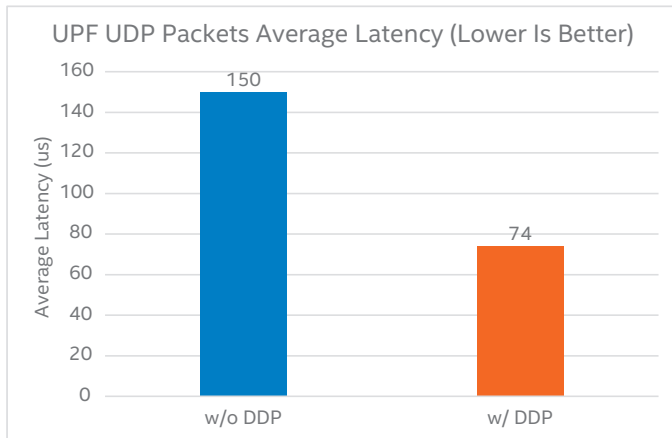


图 11. 中兴通讯 UPF UDP 报文平均转发延迟

### 5.3. 系统总体拥有成本 (TCO) 分析

SST 和 DDP 技术给 UPF 带来的不仅仅是性能的提升和延迟的减少。下面的图表分别估算了三种不同方案在不同性能要求下的设备成本和十年期电费开销。可以看到，在同等处理能力要求下，基于英特尔至强金牌 6230N 处理器和英特尔至强铂金 8280 处理器 SST 和 DDP 技术的 UPF 方案相比基于英特尔至强金牌 6138 处理器不使用英特尔 SST 和 DDP 技术的 UPF 方案在系统总体成本上更具优势。而且随着时间的推移，基于英特尔 SST 和 DDP 技术的 UPF 方案的系统总体拥有成本优势会越来越明显。

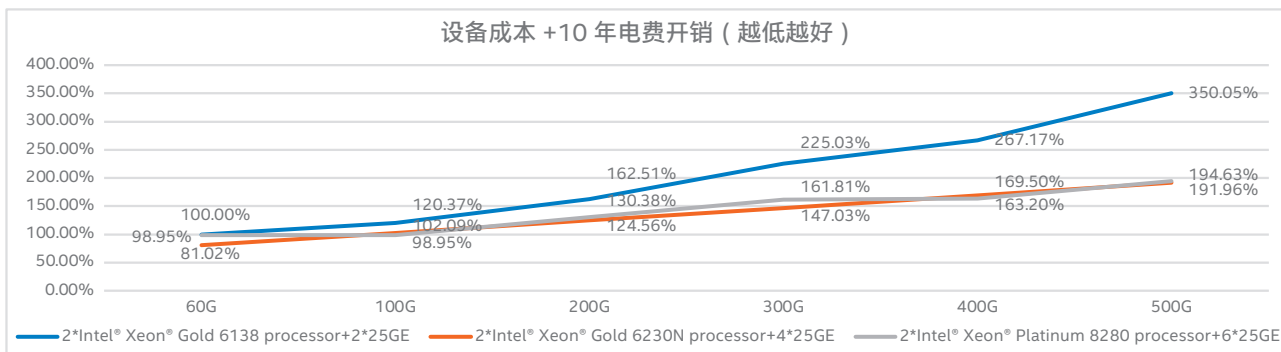


图 12. 设备成本和十年电费支出 (关于性能和基准测试程序的更多信息, 请访问 [www.intel.cn/benchmarks](http://www.intel.cn/benchmarks), 并参考 <http://software.intel.com/en-us/articles/optimization-notice> 获得更多关于英特尔软件产品性能和优化选项的信息)

此外, 根据运营商对单个 UPF 网元的性能要求, 需要考虑到设备数量向上取整的问题。下表列出了在不同的单个 UPF 网元性能要求下需要的服务器数量 (不含 N+1 冗余及控制节点等)。可以看到, 利用英特尔 SST 和 DDP 技术提升系统整体性能后, 相同网元性能要求下减少了所需服务器的数量, 这同样表明 UPF 方案的系统总体拥有成本得到了优化。

网元容量 (Gbps)	100	200	300
66 (英特尔至强金牌 6138 CPU)	2 台	4 台	5 台
132 (英特尔至强金牌 6230N CPU)	1 台	2 台	3 台
201 (英特尔至强铂金 8280 CPU)	1 台	1 台	2 台

### 6. 总结

中兴通讯基于英特尔平台加速技术的 NFV UPF 解决方案在第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器 (英特尔至强金牌 6230N 处理器和英特尔至强铂金 8280 处理器) 上针对运营商真实业务测试模型都实现了超过 100Gbps 转发能力, 达到了非常出色的性能, 完全能够满足运营商实际 5G UPF 部署的需求。在提升性能的同时, 极大地降低了系统转发延迟, 满足 5G 业务场景下端到端低延迟的要求<sup>4</sup>。

这也表明, 不使用任何额外的硬件加速器件, 利用最新的英特尔通用处理器, 低成本低功耗的英特尔以太网网络适配器 700 系列和数据

面开发套件 (DPDK) 等相关技术, 能够充分发挥基于英特尔® 技术的平台的强大性能优势, 提升虚拟化网元 (VNF) 的处理能力, 有助于满足电信运营商和设备厂商在网络功能虚拟化场景下的性能诉求。

### 7. 缩略语

- eNB eNodeB
- FDIR Fault Detection, Isolation, and Recovery
- GPRS General Packet Radio Service
- GTP GPRC Tunneling Protocol
- IMIX Internet Mix
- IP Internet Protocol
- L2TP Layer Two Tunneling Protocol
- OEMs Original Equipment Manufacturers
- OMU Operations Manager (Unix)
- PDN Packet Data Network
- PFU Packet Forwarding Unit
- PPPOE Point-to-Point Protocol Over Ethernet
- RSS Receive Side Scaling
- SR-IOV Single Root I/O Virtualization
- TCP Transmission Control Protocol
- UE User Equipment



<sup>1</sup> 接入用户是 UPF 系统支持的最大用户数, 流量用户是测试时实际的用户数  
<sup>2</sup> 混合平均增长  
<sup>3</sup> 中兴通讯于 2019 年 12 月 20 日完成测试。配置: 除处理器与英特尔至强金牌 6230N 处理器和英特尔至强铂金 8280 处理器不同, 且不使用英特尔 SST 和 DDP 技术, 其余配置与英特尔至强金牌 6138 处理器和英特尔至强铂金 8280 处理器相同 (参见系统测试环境章节)。  
<sup>4</sup> 参见 3GPP 23.501 chapter 5.7.4  
 性能测试中使用的软件和工作负荷可能仅在英特尔微处理器上进行了性能优化。  
 性能测试中使用的软件和工作负荷可能仅在英特尔微处理器上进行了性能优化。诸如 SYSmark 和 MobileMark 等测试均系基于特定计算机系统、硬件、软件、操作系统及功能。上述任何要素的变动都有可能对测试结果产生影响。请参考其他信息及性能测试 (包括结合其他产品使用时的运行性能) 以对目标产品进行全面评估。关于性能和基准测试程序结果的更多信息, 请访问 [www.intel.com/benchmarks](http://www.intel.com/benchmarks)。  
 性能测试结果基于截至到 2019 年 12 月 20 日进行的测试, 可能未包含所有公开发布的安全更新。请参阅配置披露信息了解详情。没有产品或组件是绝对安全的。  
 描述的成本降低情景均旨在特定情况和配置中举例说明特定英特尔产品如何影响未来成本并提供成本节约。情况均不同。英特尔不保证任何成本或成本降低。  
 优化声明: 英特尔编译器针对英特尔微处理器的优化程度可能与针对非英特尔微处理器的优化程度不同。这些优化包括 SSE2、SSE3 和 SSSE3 指令集和其他优化。对于非英特尔微处理器上的任何优化是否存在、其功能或效力, 英特尔不做任何保证。本产品中取决于微处理器的优化是针对英特尔微处理器。不具体针对英特尔微架构的特定优化为英特尔微处理器保留。请参考适用的产品用户与参考指南, 获取有关本声明中具体指令集的更多信息。  
 声明版本: #20110804  
 英特尔不控制或审计本文提及的第三方基准测试数据或网址。请访问提及的网站, 以确认提及的数据是否准确。  
 英特尔技术特性和优势取决于系统配置, 并可能需要支持的硬件、软件或服务得以激活。产品性能会基于系统配置有所变化。没有计算机系统是绝对安全的。更多信息, 请见 [intel.cn](http://intel.cn), 或从原始设备制造商或零售商处获得更多信息。  
 英特尔、英特尔标识和其他英特尔商标是英特尔公司或其子公司在美国和获其他国家的商标。  
 其它名称和品牌可能是其他所有者的资产。  
 © 英特尔公司版权所有 Q220/DO/TAG/PDF 请回收利用