

呼和浩特 5G 承载网演进方案

郑 燕 黄建秀

中国移动通信集团内蒙古有限公司呼和浩特分公司 内蒙古呼和浩特 010000

摘 要: 目前 5G 的相关研究进展迅速, 无线技术的发展, 对 5G 承载网提出了巨大的挑战, 研究面向 5G 移动通信的承载网建设和演进思路具有广泛的应用价值。本文首先分析面向 5G 的应用场景和对承载网的需求, 用户侧接口 10GE/25GE, 前传支持 eCPRI 接口, 回传设备支持高密接口, 网络时钟同步, 三层能力下移, 都是承载网迫切需要满足和解决的问题。将来网络还需逐步支持网络切片技术、低时延技术、自动化能力; 利用时延低、高质量、高精度同步以及 FlexE 切片技术实现 5G 网络更好的业务传输和控制能力, 同时降低建设成本。研究如何在 5G 时代建设一个面向未来的灵活、高效、统一的 5G 承载网络是一个长期复杂的课题。

关键词: 5G 承载网; SPN 组网方案

Evolution plan of 5G bearer network in Hohhot

Yan Zheng, Jianxiu Huang

China Mobile Communications Group Inner Mongolia Co., LTD. Hohhot Branch, Hohhot, Inner Mongolia, 010000

Abstract: Currently, there is rapid progress in research related to 5G, and the development of wireless technology presents significant challenges for the 5G bearer network. Therefore, studying the construction and evolution of the bearer network for 5G mobile communications holds extensive application value. This paper first analyzes the application scenarios for 5G and the requirements for the bearer network. Challenges such as user-side interfaces supporting 10GE/25GE, forward transmission supporting eCPRI interfaces, high-density interfaces for feedback devices, network clock synchronization, downward migration of three-layer capabilities are urgent issues that need to be addressed and satisfied by the bearer network. In the future, the network also needs to gradually support network slicing technology, low-latency technology, and automation capabilities. Utilizing low latency, high-quality, high-precision synchronization, as well as FlexE slicing technology, can enhance the transmission and control capabilities of 5G networks, while reducing construction costs. The study of how to build a future-oriented, flexible, efficient, and unified 5G bearer network in the era of 5G is a long-term and complex task.

Keywords: 5G bearer network; SPN networking scheme

一、5G 对承载网络总体需求

5G 网络技术的发展与业务的发展互相带动, 增强型移动宽带业务是 5G 的早期主要应用, 将驱动 5G 快速发展。随着技术升级与发展, 5G 网络也将成为推动行业应用发展的平台。

5G 需要具备比 4G 更高的性能, 5G 技术能够实现连续覆盖, 能够给用户更好的使用体验, 同时也能够满足用户的更多的需求和高速率的流量要求, 同时 5G 技术的安全性更高, 为用户提供更可靠的安全保障。5G 网络支持 0.1~1Gbps 的用户体验速率, 每平方公里一百万的连接数密度, 毫秒级的端到端时延, 每平方公里数 10Tbps 的流量密度, 每小时 500Km 以上的移动性和 10Gbps 以上的峰值速率。其中, 用户体验速率、连接数密度和时延为 5G 最基本的三个性能指标。同时, 5G 还需要大幅提高网络部署和运营的效率, 相比 4G, 频谱效率提升 5~15 倍, 能效和成本效率提升百倍

以上。^[1]

极致的用户体验对传输的要求近乎苛刻, 传统网络面临架构变革, 设备升级, 性能跃升等需求, 运营商面临着巨大的挑战。

超低时延: 5G 的超低时延高可靠 (uRLLC) 应用场景, 包括工业自动化控制、自动驾驶等业务, 对业务的时延要求为端到端小于 1ms, 分配的传输网络的时延仅有 100 μ s 左右, 时延要求近乎苛刻。

超大带宽: 5G 的增强移动带宽 (eMBB) 应用场景, 涵盖高清视频、AR/VR 等业务, 5G 标准规定的用户体验带宽为 0.1~1Gbps, 峰值带宽可达 10Gbps。

网络切片: 5G 的不同业务应用对网络有不同的要求, 若为各种业务都提供面面俱到的统一服务, 网络成本太高, 利用率低。因此, 承载网络应根据业务特点提供类似定制化的网络资源, 最大化网络资源利用率, 降低成本。

二、5G 网络总体方案

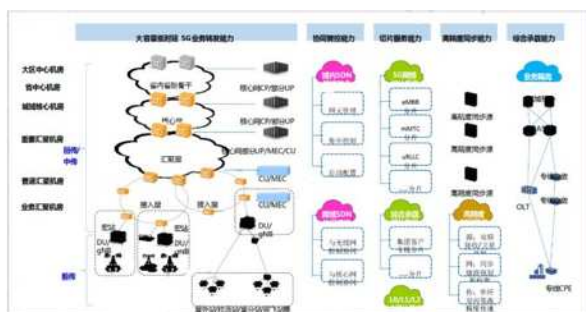


图 1 SPN 5G 承载总体组网示意图

SPN 5G 承载方案的总体组网如图 1 所示，按照承载方案将整个网络位置划分为核心层、骨干汇聚层和接入层。

SPN (Slicing Packet Network) 切片分组网，是 5G 网络切片中的关键技术。它是基于高效软硬分片、多层网络技术融合、高效以太网内核、SDN 集中管控、电信级可靠性及高精度^[2]同步 6 大核心理念，通过切片分组层 SPL、切片通道层 SCL、切片传送层 STL 的技术架构彻底解决 5G 大带宽、低成本、超低时延、业务隔离和灵活连接的网络诉求的新一代端到端分层交换网络，用其来支撑 5G 网络架构，带宽，流量模式，切片，延迟及时间同步。SPN 架构融合了 L0~L3 多层功能，L2 和 L3 的分组转发层具有保证网络灵活连接能力，采用 SDN 控制的 SR-TP (MPLS-TP 和 SR 结合) 组网，灵活支持 MPLS-TP，SR 等分组转发机制；L1 链路层基于 FlexE 技术，通过把 OIF 规范的 FlexE 增强为端到端的通道层，实现轻量级 TDM 交换，提供分组网络硬切片的同时，满足网络分片和低时延应用；L0 物理层基于 WDM 技术，实现光接口以太网化。同时兼容 PTN 网络的 MPLS-TP 技术，能够实现传统 PTN 网络向 SPN 的快速升级演进。

SPN 5G 承载整体架构示意图如下图 2 所示。核心层、汇聚层按需 100GE 或 200GE 组网，接入层按需 10GE/50GE 组网。上层部署网络管理引擎工具作为 SDN 集中管控平台，通过 Netconf、PCEP、BGP_LS 协议与南向设备连接，完成 SPN 网络的管理，业务下发和拓扑收集等工作。SPN 网络按结构分为核心层，汇聚层和接入层，通过 L3 部署到接入或 L2+L3VPN 等方式满足不同业务下沉和 5G 基站 Xn 业务转发需求。^[2]

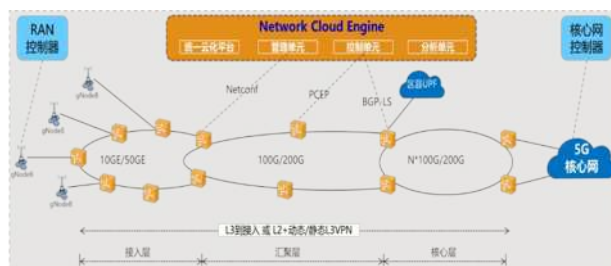


图 2 SPN 5G 承载整体架构示意图

SPN 网络采用 SR-TP 和 SR-BE 隧道技术，其中 SR-TP (Segment Routing Transport Profile) 是使用 SR 作为控制协议的一种新型的 TP 隧道技术。控制器负责计算隧道的转发路径，并将与路径严格对应的标签栈下发给转发器。在 SR-TP 隧道的入节点上，转发器根据标签栈，即可控制报文在网络中的传输路径。SR-TP 隧道用于面向连接的、点到点业务承载，提供基于连接的端到端监控运维能力。^[3]SR-TP 主要使用邻接标签 (Adjacency Segment) 和粘连标签。SR-TP 通过 BGP-LS 将分配的标签上报给控制器。其中邻接标签是人工配置的，只在本地有效，并且具有一定的方向性。粘连标签与粘连节点是指当标签栈深度超过转发器所支持的标签栈深度时，一个标签栈无法携带整条 LSP 的邻接标签，控制器需要为转发器分配多个标签栈，在合适的节点下发标签栈的同时分配一种特殊的标签，然后将这些标签栈关联起来，实现逐段转发。这种特殊的标签称为粘连标签，这个合适的节点称为粘连节点。控制器为粘连节点分配粘连标签，并将其压在标签栈底，当报文转发至粘连节点时，根据粘连标签与标签栈的关联关系，用新的标签栈交换该粘连标签，继续指导下一段转发。

SPN 方案中组网架构及业务对接互通方案

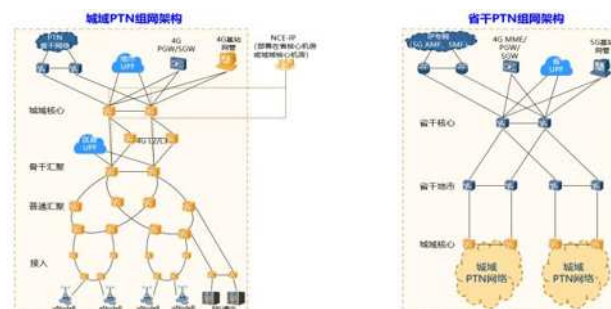
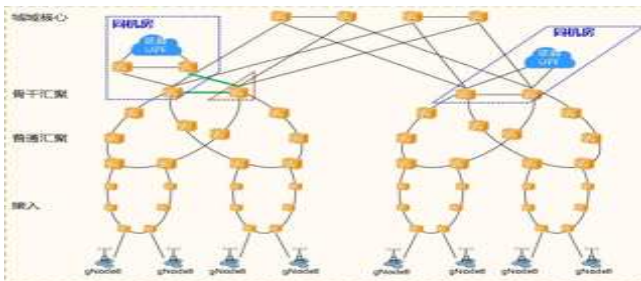


图 3 SPN 方案中组网架构及业务对接互通方案

网络位置	互通设备类型 (按需)	PTN设备角色
省干核心	5G基站网管 (含DHCP Server)	省干核心L3
	4G核心网 (MME、SGW、PGW)	省干核心L3
	5G UPF	省干核心L3
	IP专网	省干核心L3
城域核心	4G基站网管 (含DHCP Server)	城域核心L3
	4G核心网 (SGW、PGW)	城域核心L3
	5G核心网 (UPF)	城域核心L3
	NCE-IP	城域核心L3
	PTN省干网络	城域核心L3
	4G与5G互通	城域核心L3
地市骨干汇聚	NCE-IP控制面	骨干汇聚
	区县UPF	骨干汇聚
	4G与5G互通	骨干汇聚
地市综合接入机房	BBU集中	接入点
地市接入机房	gNodeB, eNodeB	接入点

PTN 与区县 UPF 互通组网

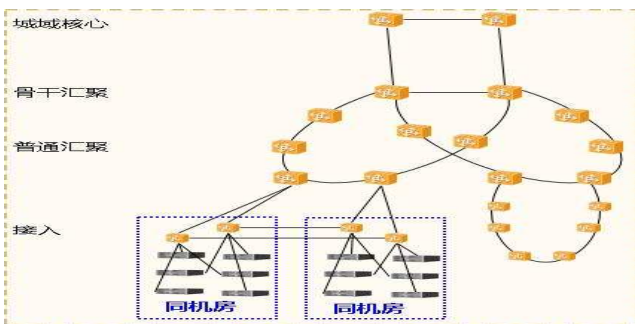


•部署区县 UPF 的骨干汇聚机房,需部署两台 PTN 设备用于业务落地。如果骨干汇聚对跨机房部署,则在区县 UPF 机房增加部署 1 对业务落地设备,便于日常维护且光缆不易被挖断,业务稳定,要求图示绿色光纤不共缆;

•两台 PTN 设备与区县 UPF 三角形或口字型对接,形成双归保护;

•对接端口的速率由核心网提供,基于 N3 (5G 基站与 UPF 之间)、N4 (UPF 与 SMF 之间) 和 N9 (区县 UPF 与其它 UPF 之间) 流量需求进行规划。

PTN 与 BBU 集中互通组网



•将覆盖范围相邻的 BBU,通过不同的设备接入,降低

单接入设备故障的业务实际覆盖范围;

•方案要求:承载网需要知道集中部署的每 BBU 的覆盖信息与相邻关系;

•因 BBU 集中业务接入流量大,建议部署单独的接入环,每环约 1—2 个 BBU 集中站点,接入集中式 BBU 业务,每站点部署两台 PTN7900E-12/PTN7900-12/PTN990/PTN980 设备,两台设备之间无保护关系;

•接入设备通过 n*10GE 或 n*25GE 接口与集中式 BBU 对接;

•接入节点的 L3UNI 主流是 N 个独立的物理接口,如果需要部署 LAG 进行负载分担或提升可靠性。

三、结论与展望

网络自动控制,自我学习,故障智能定位,隐患预判是未来网络管理的发展方向,实现网络的自智是未来几年网络的研究方向。正如《自智网络白皮书(4.0)》里面写到:自智网络从 L3 到 L4 的演进将是一个巨大的飞跃,价值极高,同时挑战极大。建议产业各方聚焦“商业和业务需求、目标架构、关键技术和核心能力(包括 API)、演进路径、产品和方案创新”等方面,共同定义 L4 目标画像,联合攻关“复杂场景的精确实时感知、基于数字孪生的实时仿真、用户-业务-资源相关性 AO 模型”等难题,支撑 L4 自智网络目标达成。

参考文献:

[1]晏国辉.试论现代通信新技术的应用与发展[J]. 中国新通信,2016-06-05

[2]罗海龙;王英豪;赵宇东,内蒙移动 5G 承载网的演进策略探讨[J]. 长江信息通信,2021-05-15.

[3]汪琰. 基于 SPN 与 MEC 融合的组网应用研究[J]. 长江信息通信,2021-05-15

作者简介:郑燕(1987 年),女(汉族),内蒙古巴彦淖尔人,内蒙古农业大学计算机科学与技术教育,学士,就职于内蒙古移动呼和浩特分公司网络部,在中国移动通信集团内蒙古有限公司呼和浩特分公司主要从事呼和浩特传输系统维护及传送网网络规划。