

# 5G 网络切片服务等级协议技术增强和应用研究 \*

夏 旭

(中国电信股份有限公司研究院,北京 102209)

**摘要：**随着 5G 网络建设和业务发展的推进,尤其网络切片在面向垂直行业应用场景向融合化、多样化、智能化发展,对 5G 网络切片的服务功能提出了新的要求。为了适应 5G 时代业务需求,打造 5G 差异化服务等级(Service Level Agreement, SLA)优势,充分发挥 5G 时代的运营商价值,从 5G 网络切片、服务等级保障及应用实践等方面给出了技术研究和能力验证,同时依据 5G 独立组网(Stand Alone, SA)标准进展,讨论了网络切片关键技术,细化了 5G 业务形态,探索新型商业模式,为 5G SA 全面商业实施提供了技术优化依据和支撑。

**关键词：**网络切片;服务等级协议;服务质量保障

中图分类号：TN929.5

文献标识码：A

DOI:10.16157/j.issn.0258-7998.201010

中文引用格式：夏旭. 5G 网络切片服务等级协议技术增强和应用研究[J]. 电子技术应用, 2020, 46(11): 36-40, 44.

英文引用格式：Xia Xu. 5G network slicing SLA enhancement and scenarios[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(11): 36-40, 44.

## 5G network slicing SLA enhancement and scenarios

Xia Xu

(China Telecom Research Institute, Beijing 102209, China)

**Abstract:** With the advancement of 5G network construction and service development, especially the development of network slicing towards convergence, diversification and intelligence in vertical industry-oriented application scenarios, new requirements are placed on the service functions of 5G network slicing. In order to adapt to the business needs of the 5G era, create 5G differentiated SLA advantages, and fully leverage the value of operators in the 5G era, this paper presents technical research and capability validation on 5G network slicing, service level guarantees and application practices. At the same time, based on the progress of 5G Stand Alone(SA) standards, key network slicing technologies were discussed, 5G business forms were refined, and new business models were simultaneously explored, providing technical optimization and support for the full-scale commercial implementation of 5G SA.

**Key words:** network slicing; SLA; E2E QoS

## 0 引言

网络切片作为 5G SA 网络的重要功能,将网络的各项能力服务化,实现网络即服务的特性。面向特定业务需求的 5G 网络切片可满足构建差异化服务级别协议(Service Level Agreement, SLA)、按需构建、相互隔离的网络实例。用户通过切片订购,实现自定义移动数据网络,满足用户对移动网络在特定区域内上网(如专网、带宽保障、时延、可靠性等)的需求。

## 1 网络切片 SLA 技术综述

5G 场景和需求多种多样,不同的场景对网络的性能、功能有不同的需求。在前几代的以人为中心的的网络基础上,无法进行优化和融合,该网络已经无法满足 5G 多种多样的需求,部分优化和需求在不同的场景之间可能还存在矛盾。例如超可靠低延时业务(Ultra Reliable

and Low Latency Communication, URLLC)需要提供超实时高可靠服务,大规模机器通信场景(massive Internet of Things, mMTC)则要求海量的连接数,但是数据量比较小,增强宽带通信场景(enhanced Mobile BroadBand, eMBB)则要求超高带宽、大数据的服务。而如果为了满足每一种场景都增加建设相应的专用网络,将会增加建网和运营的成本,造成不必要的资源浪费。

网络切片是一种可以让运营商在同一物理网络上切分出多个虚拟的逻辑的端到端网络,从传输网到核心网,网络切片的每一个子域都实现了逻辑上的隔离,可以同时满足不同类型服务的不同特征需求,同时满足高容量、低时延、超大连接和多种业务支持。

### 1.1 SLA 增强的需求和定义

不同行业对 5G 网络的时延、移动性、覆盖、可靠性、速率、连接密度、连接成本等特性需求不同,这些差异化业务需求可以归结为 3 类:网络性能需求、安全可靠性

\* 基金项目:国家科技重大专项课题(2017ZX03001001)

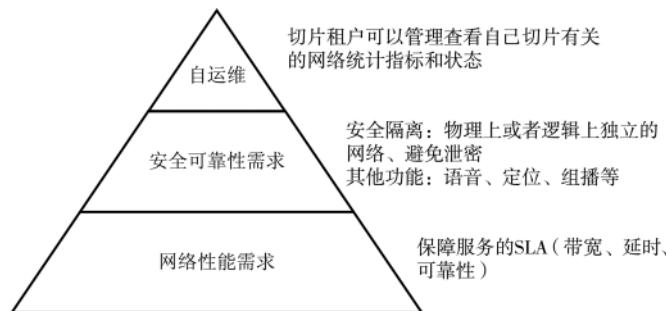
需求、网络自运维需求。

(1) 网络性能需求: 网络的上行、下行、吞吐率、时延、移动性、覆盖概率;

(2) 安全可靠性: 可用性、可快速恢复、安全、可隔离;

(3) 网络自运维需求: 用户 ID 管理、鉴权认证、位置、话单、计费、会话和业务感知等。

作为 5G 网络的关键技术的网络切片, 能灵活调度及合理分配 5G 网络资源, 满足不同行业客户的差异化需求, 网络切片需求如图 1 所示。



网络切片 SLA 是运营商与网络切片客户之间签订的业务协议中的一部分, 网络切片 SLA 中包含了网络切片客户对于运营商提供的服务及网络的相关需求。SLA 制定需要考虑以下的原则:

(1) 网络切片 SLA 由网络切片客户以及运营商协商得出;

(2) 运营商可以根据网络切片客户与运营商之间达成的网络切片 SLA 中的特定要求来定制网络切片, 以提供相应服务, 包括无线网、承载网、核心网各域, 使用共享或独享资源;

(3) 网络切片客户通过和运营商签订的网络切片 SLA 来衡量网络切片服务;

(4) 网络切片 SLA 主要通包括以下几个维度: 服务类型、资源分配、服务区域/时间、保障等级/能力等;

(5) 制定网络切片 SLA 时需要考虑到运营商的网络资源以及管理能力;

(6) 网络切片 SLA 支持根据网络切片客户需求以及运营商的能力变化进行修改。

网络切片不仅仅是运营商自身, 还更要考虑面向垂直行业客户。两者主要比较如表 1 所示。

表 1 运营商及垂直行业对切片需求差异比较

面向行业公司		面向运营商
界面	简单, 易懂	结合传统, 保持习惯
目的	SLA 协约确认	全面网络感知
呈现数据	定制的关键信息; 可变	全面的状态与统计; 固定
控制范围	限定的业务配置	全面的业务与资源配置
切片范围	切片内	跨切片

## 1.2 基于服务化的网络切片架构

相比 4G 核心网络, 5G 网络架构发生了根本性的改变。5G 核心网中融入了 SDN、NFV、云计算的设计思想, 实现了控制与承载进一步分离。控制面采用服务化架构, 以虚拟化方式实现, 能够基于统一的 NFVI 资源池, 采用虚机、虚机上的容器等方式实现云化部署、弹性扩容, 同时有利于方便灵活地提供网络切片功能; 用户面功能(UPF)可以按需下沉、支持实现边缘计算。下面是主要的网络功能(NF)实体的逻辑功能<sup>[1]</sup>:

(1) 接入和移动性管理功能(Access and Mobility Management Function, AMF)负责终结 RAN 控制平面接口、注册管理和连接管理、可达性管理和移动性管理, 还负责 UE 与 SMF 之间的消息的传递以及接入鉴权和授权等;

(2) 会话管理功能(Session Management Function, SMF)负责会话管理, 包括会话建立、修改和释放等; UE IP 地址分配和管理; 选择和控制 UPF; 终结与 PCF 的接口; 控制会话相关策略执行和服务质量(Quality of Service, QoS)控制, 以及计费相关功能等;

(3) 用户面功能(User Plane Function, UPF)是 RAT 内/间移动性锚点, 与外部数据网络互连的 PDU 会话节点, 负责数据包路由和转发、用户面策略执行, 用户面 QoS 处理等;

(4) 策略控制功能(Policy Control Function, PCF)的主要功能是支持统一的策略架构, 为控制面提供策略规则, 也负责 UE 路由选择策略等;

(5) 网络开放功能(Network Exposure Function, NEF)负责向第三方、AF 等开放能力和事件;

(6) 网络存储功能(Network Repository Function, NRF)支持服务注册/去注册和发现, NRF 接收来自 NF 实例的 NF 发现请求, 并将发现的 NF 实例的信息提供出来; 维护可用 NF 实例的 NF 配置文件及其支持的服务;

(7) 统一数据管理(Unified Data Management, UDM)负责 3GPP AKA 认证证书的生成, 用户标识处理、基于签约数据的接入授权、签约管理等;

(8) 鉴权服务器功能(Authentication Server Function, AUSF)支持 3GPP 接入和非 3GPP 接入的鉴权;

(9) 应用功能(Application Function, AF)与 3GPP 核心网交互来提供服务, 主要功能是支持应用对数据路由的影响, 与策略框架进行交互从而执行策略控制;

(10) 网络切片选择功能(Network Slice Selection Function, NSSF)网络切片实例集, 为 UE 提供服务, 在切片选择时使用, 为 UE 提供服务的 AMF 集或一组候选 AMF。

5G 端到端网络切片框架包括网络切片管理域和网络切片业务域两部分。5G 端到端网络切片管理域由如下网络功能组成<sup>[2]</sup>:

(1) 通信服务管理功能(CSMF);

(2) 网络切片管理功能(NSMF);

(3) 网络切片子网管理功能(NSSMF), 具体包括接入网切片子网管理功能(AN-NSSMF)、承载网切片子网管理功能(TN-NSSMF)和核心网切片子网管理功能(CN-NSSMF)。

网络切片端到端 SLA 可能涉及无线、承载、核心网以及管理域中的若干域的支持。5G 端到端网络切片业务域主要包含如下子域<sup>[3]</sup>:

- (1) 终端用户(UE);
- (2) 无线接入网(RAN), 本规范仅包含 5G 移动通信网络无线接入;
- (3) 承载网(TN);
- (4) 核心网(CN);
- (5) 数据网络(DN), 如:运营商服务、因特网接入服务或第三方服务。

如图 2 所示, 网络切片主要由服务实例层、网络切片实例层和资源层三层组成。每个服务实例都反映了一个垂直段、应用程序提供商或移动网络运营商提供的服务。实例表示为满足特定服务的性能要求而定制的一组资源, 可以不包含任何、一个或多个不同的子网实例, 这些子网实例被隔离或共享。子网实例可以是网络功能, 例如 IP 多媒体子系统, 或实现网络切片实例的一部分的网络功能或网络资源的子集。

### 1.3 标准进展

在国际标准方面, 5G 网络切片相关的国际标准主要由 3GPP 研究制定, 目前重点研究内容包括网络切片的管理、编排以及流程和架构, 后续研究的热点包括无线接入网切片及智能切片等。如表 2 所示, 3GPP R16 最新版 3GPP TS 23.501 定义了 4 种类型的网络切片, 即 eMBB、uRLLC、mIoT 和 V2X, 满足 4 类业务场景的客户移动网络需求。

表 2 3GPP R16 定义的切片类型

切片/业务类型	SST 值	说明
eMBB	1	支持增强型移动宽带业务, 特点是高吞吐量、高速率
uRLLC	2	支持超低时延关键业务的通信
mIoT	3	低成本、高密度的物联网应用
V2X	4	处理车联网 V2X 等应用服务

在国内标准方面, IMT-2020(5G)推进组于 2017 年对 5G 核心网网络切片场景及关键技术开展了相关研究, 在 2019 年 7 月发布了《基于 AI 的智能切片管理和协同白皮书》。目前, IMT-2020(5G)推进组正在进行 E2E 端到端网络切片技术试验。5G 端到端网络切片技术试验由试验组、网络组、承载组联合组织。主要是验证 5G 端到端网络切片子切片间的拉动能力、终端和 5G 网络系统间的切片拉通以及 5G 网络切片端到端全自动化部署。CCSA 正在开展 5G 网络切片相关的研究, 主要涉及 TC3(承载 IP 网络切片技术研究)、TC5(核心网切片场景及关键技术研究、核心网切片的安全技术研究、核心网智能切片的应用研究)、TC6(传送网网络切片技术研究)和 TC7(通信网切片管理技术研究)。为了加快完成切片的应用部署, 完善端到端切片配套的标准, CCSA 特意组建了“5G 网络端到端切片特设项目组”, 项目组在 2019 年 12 月召开了第一次会议, 提出建立 5G 网络切片标准体系, 该标准体系主要由切片基础能力和切片 SLA(服务等级协议)保障两大部分组成。该特设项目组在 2020 年 9 月刚刚结束的会议上, 通过了“5G 网络切片端到端总体技术要求”等三项行业标准草案送审稿和“5G 网络端到端切片标识研究”研究报告, 将指导 5G 网络从终端、接入网、承载网、核心网等层次的切片构建, 有助于拉通网络各环节切片, 构成信令面、管理面的端到端全流程,

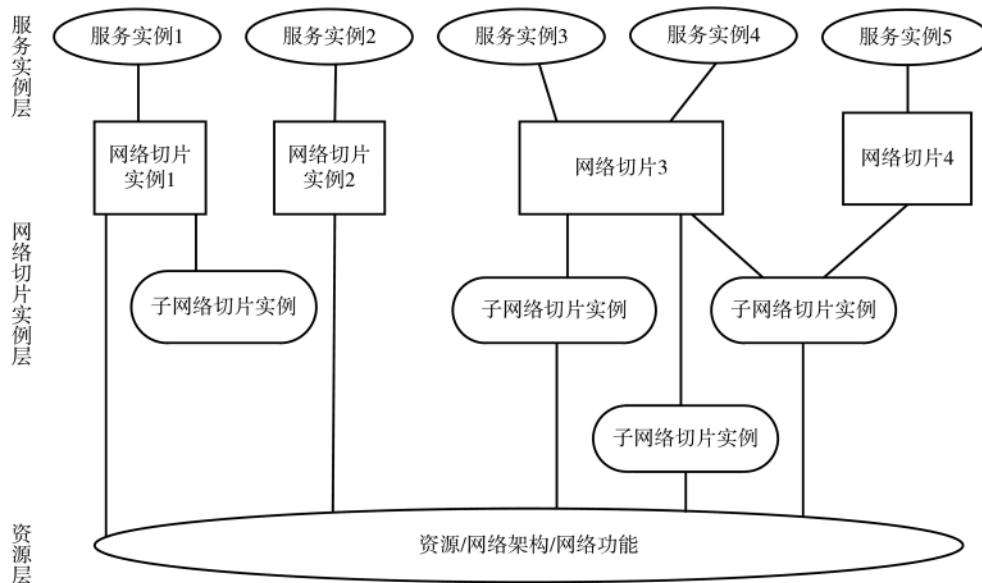


图 2 5G 端到端网络切片框架示意

## 5G R16 核心网演进技术 5G R16 Core Network Evolution Technology 特约主编 朱雪田

为相关设备的研究、开发、部署提供技术指导依据。该特设项目组将继续研制其他两项行业标准项目和两项研究课题项目,进一步完善标准体系,为5G独立组网(SA)的商用部署提供有力支撑。

5G切片服务保障的推进是切片从技术标准发展走向商用的关键一环。切片控制管理与大数据分析有机结合的SLA保障架构是5G网络切片SLA发展的一个重要方向。

## 2 网络切片 SLA 保障技术增强

网络切片是面向5G移动通信用户和垂直行业的定制化专用通信服务。作为运营商与切片用户之间的服务约定,SLA是保障5G切片部署和商用的基础。网络切片SLA是运营商与网络切片客户之间签订的业务协议中的一部分,网络切片SLA中包含了网络切片客户对于运营商提供的服务及网络的相关需求。端到端(E2E)网络切片SLA质量保障需要3GPP管理系统、核心网和接入网协同。3GPP管理系统基于所收集的管理数据从管理面提供闭环保障,核心网(CN)、接入网(RAN)从控制面和用户面进行闭环保障。基于切片管理策略和方案,从空口侧资源分配、传输通道隔离、核心网切片等维度,开展不同场景网络切片的业务隔离性及SLA和QoS保障能力增强研究<sup>[4]</sup>。

5G网络切片分配资源的情况主要受到网络切片类型以及其所提供的服务影响,网络切片管理过程中需要通过参数表明切片性能指标,以指导切片资源分配的过程。

单个切片的管理参数可以分为3种类型:描述其所支持业务类型的业务参数、描述切片服务能力的容量参数和描述切片服务质量的QoS参数。在切片管理过程中,切片管理系统需要将切片参数依据实际需求分解至各个子网。表3展示了网络切片管理所需参数及将其分

解至子切片的一种分解方式。

### 3 网络切片 SLA 在电力场景应用

智能电网中日益增加的连接正在带来新的通信挑战,它需要一个足够灵活的网络来处理电网服务的多样化并满足所要求的可靠性。5G提供一个统一的网络,通过网络切片来处理这些要求,使得全面提高智能电网的性能成为可能。从电流流向的角度,电网的生产可以分为5个环节:发电、输电、变电、配电以及用电。结合5个环节的特点和对无线通信控制的需求以及未来5G网络切片能被利用的业务场景,可以总结得到智能电网未来4个主要应用领域,即智能分布式配电自动化、毫秒级精准负荷控制、低压用电信息采集、分布式电源。分析4个典型场景,均与电力调度控制业务有关。针对不同的电力应用场景不同的用户服务质量(QoS),设计出适合不同电力调控场景的端到端网络切片控制以及分配资源的策略,分析不同业务场景对应的网络切片服务级别协议(SLA)和QoS的限制,并分析网络切片的业务隔离性。

电力场景中SLA分级可分为三大类:基于高清视频的巡检类切片,该类切片包括输电线移动巡检、配电房综合视频监控、变电站机器人巡检、AR/VR智能巡检等应用场景,主要传输大视频类业务;基于低时延的电网控制类切片,该类切片包括智能分布式配电自动化、用电负荷需求侧响应、分布式能源调控等;基于无线采集的监测类切片,该类切片包括用电信息采集、配网状态监测等场景,采集内容当前主要以基础数据、图像为主,主要需求为大连接类<sup>[5]</sup>。

与其他系统相比较,电力系统是一张典型的“网”,它需要准确地对各种资源进行协调,实时跟踪各类的测量检测数据,保证这张网的正常运行。

(1)电力系统中有一些系统专门是用来在线监控数

表3 切片 SLA 管理参数

参数类别	参数	分解至子切片的参数		
		无线网切片	传输网切片	核心网切片
QoS 参数	端到端时延	时延	时延	时延
	速率	平均/峰值速率	峰值带宽/保障带宽	平均速率
	抖动	抖动	抖动	抖动
容量参数	丢包率	丢包率	丢包率	/
	用户数	/	/	用户数
	激活用户数	/	/	激活用户数
	区域容量	最大/平均容量	/	/
业务参数	用户密度	最大/平均密度	/	/
	接入类型	接入类型	/	接入类型
	计费需求	/	/	计费策略
	覆盖区域	覆盖区域	/	覆盖区域控制
	隔离性	资源隔离参数	资源隔离参数	资源隔离参数
	移动性支持	移动性支持	/	移动性支持
	可靠性指标	可靠性参数	可靠性参数	可靠性参数
	安全性	鉴权、认证、加密	加密传输	鉴权、认证、加密

据、各站点、办公场所等的视频监控,这些系统包括一次系统、二次系统、信息系统、计量系统等,它们的监控数据等大数据的应用场景是智能电网存在的物质基础,5G的高速率可以为这些系统的运行提供强有力的支撑。

(2)数字化电网中将产生海量智能电力设备、穿戴设备等,5G的一个基础能力即是广连接,它在每平方公里可以支撑100万个移动终端,这种能力为实现万物信息互联提供了有力的支撑。

(3)5G技术具有很高的可靠性,因为在通信过程中,它的丢包率极低,该性能可以有效提升电力系统本身的可靠性。

(上接第35页)

了端到端的公网专用或专网独享网络架构,可实现一网两用。通过独立部署模式或者公网集成模式创建专有网络(非公共用途的网络),基于用户群组划分,控制专用网络只为授权的行业用户提供服务<sup>[2]</sup>。

如图13所示,NPN网络主要分为两种形式:独立非公共网络(Stand-alone Non-Public Network,SNPN)和公网集成的非公共网络(Public Network Integrated Non-Public Network,PNI-NPN)。SNPN独立于运营商网络的专用网络,适合具有专有频谱的行业用户或高度隔离、隐私保密性高的行业用户;PNI-NPN(公网专用)基于网络切片+闭合接入组(Cell Access Group,CAG)的专用网络,适合低隔离度、广覆盖的行业用户。

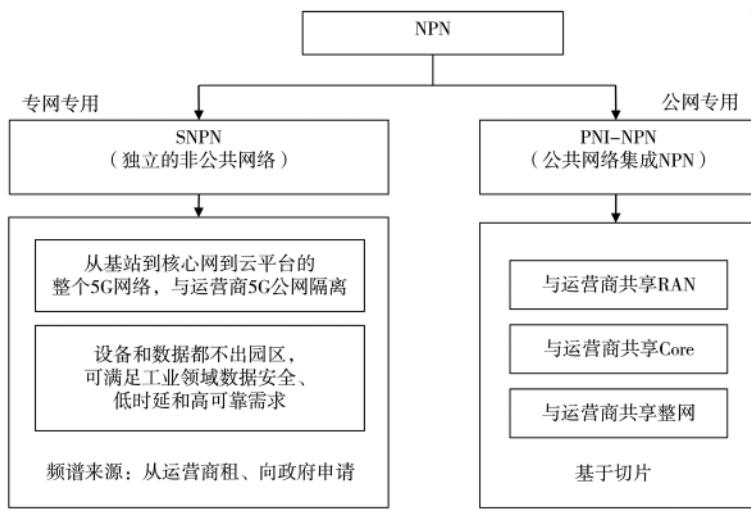


图13 NPN分类模式图

### 3 结论

3GPP R16版本将成为未来运营商5G SA建设的主流版本和重要能力参考标杆,随着基于R15版本的SA架构在2020年Q4全面商用,未来2~3年全产业链将围绕R16标准开展能力升级和业务融合创新。特别在面向

(4)电力系统中的智能设备多种多样,错综复杂,需要各个子系统协同控制、快速反应,5G空口时延为1 ms,端到端的时延小于10 ms,可以快速灵活地应对电力系统各种变化。具有高密度连接特性的配电物联网是基于5G技术建立的,它可以实现大量智能测量元件的部署,开展多元数据采集,例如,在配电网的节点大规模部署电压、相角信息和功率的测量,利用收集的数据辨识配电网拓扑,分辨分布式能源的接入点,生成电网潮流模型,实现系统的可视化,同时实现对用户使用的各种能源负荷进行精确预测。基于5G高带宽技术的配电物

(下转第44页)

垂直行业层面,5G SA提供了原生切片、边缘计算、行业专网、时延敏感网络、天地一体化通信、差异化服务、高可靠确定性等一揽子基础能力工具,以上能力必将加速5G与行业的聚变反应和融合,促进全行业的数字化转型。

### 参考文献

- [1] 3GPP TS 23.501 : System architecture for the 5G system (5GS)(release 16)[S/OL].(2020-06-xx)[2020-10-10].  
[https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23\\_series/23501g51.zip](https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23_series/23501g51.zip).
- [2] 3GPP TS 23.502 : Procedures for the 5G system(5GS) (release 16)[S/OL].(2020-06-xx)[2020-10-10].  
[https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23\\_series/23502-g51.zip](https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23_series/23502-g51.zip).
- [3] 3GPP TS 29.500 : 5G system; technical realization of service based architecture(release 16)[S/OL].(2020-06-xx)[2020-10-10].  
[https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/29\\_series/29500-g40.zip](https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/29_series/29500-g40.zip).
- [4] 3GPP TS 23.503 : Policy and charging control framework for the 5G system(5GS)(release 16)[S/OL].(2020-06-xx)[2020-10-10].  
[https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23\\_series/23503g51.zip](https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23_series/23503g51.zip).
- [5] 3GPP TS 23.316 : 5G system; technical specification group services and system aspects; wireless and wireline convergence access support(release 16)[S/OL].(2020-06-xx)[2020-10-10].  
[https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23\\_series/23316-g40.zip](https://www.3gpp.org/ftp/Specs/2020-06/Rel-16/23_series/23316-g40.zip).

(收稿日期:2020-10-10)

### 作者简介:

马瑞涛(1982-),男,硕士研究生,高级工程师,主要研究方向:移动/固定核心网标准、方案、试验、业务创新等。

王光全(1968-),男,本科,教授级高工,主要研究方向:光通信及核心网技术。

任驰(1986-),男,本科,工程师,主要研究方向:移动核心网系统架构和关键技术的研究及标准化。

## 5G R16 核心网演进技术 5G R16 Core Network Evolution Technology 特约主编 朱雪田

上述的互通架构实现在 SNPN 或 PLMN 网络覆盖下都能同时访问专网和公网的业务，并且实现业务连续性。

### 6 NPN 的网络部署探讨

NPN 是满足企业需求的专用 5G 网络，可以和工业互联网进行很好的融合。不管是 SNPN 还是 PNI-NPN，都可以实现端到端的资源隔离，为垂直行业提供专属接入网络，保障垂直行业客户资源独享<sup>[1]</sup>。它的出现使得垂直行业参与并定制的移动通信网络的组网模式成为可能。

除了上述的两种 NPN 方式之外，还可以通过切片方式来实现企业专网。网络切片作为 5G 网络的基础能力，在 R15 阶段就已经引入。可以在 PLMN 网络中用不同切片来实现不同企业专网的区隔，实现网络资源的专用。表 1 对 3 种技术进行了比较。

表 1 3 种技术的比较

项目	SNPN	PNI-NPN	切片专网
核心网	所有网元都需升级	AMF/UDM 需升级	无需升级
NG-RAN	升级支持 NID	升级支持 CAG	无需升级
UE	升级支持 NID 选网	升级支持 CAG 选网	无需升级
隔离能力	隔离程度最高	隔离程度较高	隔离程度一般
4G 互通	不支持	支持	支持
紧急服务	不支持	支持	支持
漫游切换	不支持 SNPN 间漫游和切换	支持	支持
标准	完善中	完善中	成熟

总体上看：切片专网部署成本低，并且目前技术成熟，但是无法直接控制 UE 在无线专网的接入，需要 UE 接入后再控制。PNI-NPN 可基于运营商大网部署，成本不高，但是目前还在逐步完善之中，需要对现网 5G 网络进行升级。SNPN 需要独立部署完整的 5G 网络，成本

(上接第 40 页)

联网因其拥有的高单位面积容量可以令 PMU 数据无损传输，系统可以全面掌握配电电力系统的安全稳定信息，这个过程只需要分析 PMU 时序数据即可。通过 5G 技术采集细粒度数据，电力系统可以对电力用户行为、用电大数据进行建模分析，为用户提供可视化的服务。

### 4 结论

网络切片已成为使能垂直行业数字化转型的关键能力和焦点，一方面产业仍面临终端支持差、多厂家互通能力弱等问题；另一方面面临垂直行业预期过高，能否达到外界期望存在很大挑战。SLA 作为切片服务提供商和切片用户之间的业务保障协议，将在 5G 行业应用拓展和商业化中发挥关键作用。

为解决以上问题，应积极推动 3GPP、CCSA 等在 5G 端到端切片服务等级保障等现阶段关注点上达成共识，制定无线和终端实现方案；后续在产业推进方面，应争取尽快获得行业认可并达成共识。

最高，未来可能是企业/行业独立建网的选择。

当前 5G 网络主要由运营商来部署，从运营商现实角度看，当面临为客户提供 5G 专网服务时可优先考虑选择切片专网，例如：可以通过独立的切片、独立的频谱、独立的局部无线网络来适配客户的需求。其次可以考虑 PNI-NPN，通过 CAG 方式结合网络切片来实现对 UE 接入专网的控制。

### 7 结论

NPN 作为 5G 新的研究方向之一，可以按需部署，满足不同行业的专网需求，未来会广泛应用于各个垂直场景中。在实际的部署中，需要根据网络和终端能力、产业发展情况、网络成本等因素综合来考虑企业专网的技术选择。

### 参考文献

- [1] 孙悦, 龙彪, 王庆扬. 非公用网络在工业互联网中的部署方案探讨[J]. 移动通信, 2020, 44(1): 33-37.
- [2] 蒋峰, 刘胜楠, 田树一, 等. 5G 非公共网络技术分析[J]. 移动通信, 2020, 14(4): 42-46.
- [3] 3GPP TS 23.502.V16.5.0. Procedures for the 5G system; stage 2 (release 16)[S]. 3GPP. 2020.
- [4] 3GPP TS 23.501 V16.5.0. System architecture for the 5G system; stage 2 (release 16)[S]. 3GPP. 2020.

(收稿日期：2020-10-10)

### 作者简介：

聂衡(1976-)，男，硕士，高级工程师，主要研究方向：移动通信网络架构与技术及其标准化、网络发展规划。

邢燕霞(1972-)，女，硕士，高级工程师，主要研究方向：移动通信网络架构与关键技术、网络运营与管理。

### 参考文献

- [1] YD/T 3615-2019.5G 移动通信网核心网总体技术要求[S]. 2019.
- [2] 3GPP TS 23.501 V16.2.0. Technical specification group services and system aspects; specification on system architecture for the 5G system(5GS)(Rel16)[S]. 3GPP. 2019.
- [3] 3GPP TS 23.502 V16.2.0. Technical specification group services and system aspects; specification on procedures for the 5G system(5GS)(Rel16)[S]. 3GPP. 2019.
- [4] 3GPP TR 23.740 V0.5.0. Technical specification group services and system aspects; study on enhancement of network slicing(Rel16)[S]. 3GPP. 2018.
- [5] 夏旭, 朱雪田, 邢燕霞, 等. 网络切片让 5G 多场景应用成为可能[J]. 通信世界, 2017(27): 48-49.

(收稿日期：2020-10-14)

### 作者简介：

夏旭(1980-)，男，硕士，主要研究方向：移动通信网络技术、标准和行业方案。

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所