

端到端网络切片赋能 5G+超高清媒体行业

End-to-End Network Slicing Enables 5G+ Ultra HD Media Industry

孙晓文 / SUN Xiaowen , 陆璐 / LU Lu

(中国移动通信有限公司研究院, 北京 100053)
(China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China)



摘要: 针对 5G 超高清媒体行业的高带宽等场景需求, 提出了一种端到端视频网络切片的解决方案。该方案通过打造一站式“5G 超高清行业移动网络切片”产品及服务, 解决了高清视频直播过程中传输成本高、传输稳定性低、部署周期长等媒体行业共性问题, 并基于现有网络环境进行了组网和性能测试, 精准匹配了媒体行业需求, 真正赋能泛在化富媒体应用场景。

关键词: 网络切片; 5G; 超高清媒体

Abstract: Aiming at the high-bandwidth and other scenes in the 5G ultra-high-definition media industry, a solution for end-to-end video network slicing is proposed in this paper. The media industry has common problems such as high transmission cost, low transmission stability, and long deployment period. Our end-to-end network solution solves the problems in the process of high-definition video live broadcast by creating a one-stop "5G ultra-HD industry mobile network slicing" product and service. Based on the existing network environment, the networking and performance tests are performed to accurately match the needs of the media industry, and truly enrich the rich media application scenarios.

Keywords: network slicing; 5G; ultra-high-definition media

DOI: 10.12142/ZTETJ.201906004

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20191220.1434.002.html>

网络出版日期: 2019-12-20

收稿日期: 2019-10-14

相比于 4G 以人为中心的移动宽带网络, 5G 网络将实现真正的“万物互联”, 并缔造出规模空前的新兴产业, 为移动通信带来无限生机。物联网扩展了移动通信的服务范围, 从人与人通信延伸到物与物、人与物智能互联, 使移动通信技术渗透至更加广阔的行业和领域^[1]。智能家居、智能电网、环境监测、智能农业和智能抄表等业务, 需要网络支持海量设备连接和大量小数据包频发; 视频监控控制

和移动医疗等业务对传输速率提出了很高的要求; 车联网和工业控制等业务则要求毫秒级的时延和接近 100% 的可靠性。因此为了渗透到更多的物联网业务中, 5G 应具备更强的灵活性和可扩展性, 以适应海量的设备连接和多样化的用户需求, 在满足移动宽带的基础上, 以垂直行业需求为导向, 构建灵活、动态的网络, 满足不同行业需求^[2]。垂直行业是 5G 时代重要的业务场景, 从传统以人为中心的服务拓展

至以物为中心的服务^[3]。

以媒体行业为例, 信息传播最主要的特点是快速性。只有第一时间掌握舆论热点, 第一时间发布权威优质内容, 才能更好地引导舆论、引领思想。这对媒体行业的“采、编、发”各环节的效率提出了新的要求, 传统的采集、传输等方面能力亟待提升, 这主要体现在移动性、带宽、时延、可靠性和灵活性上, 转型升级已如箭在弦。媒体采集、传输环节中的典型场景包括: 新闻现场直

播（连线）、大型活动的场馆直播、大型活动的户外直播、灾害应急直播、节目素材回传。这几类场景代表了媒体采集的几种典型的传输和处理需求。本文中我们将重点讨论在这些场景中应用端到端网络切片技术以解决传输成本高、传输稳定性低、部署周期长等媒体行业共性问题，通过打造一站式“5G 超高清行业移动网络切片”产品及服务，精准匹配行业需求，真正赋能泛在化富媒体应用场景的普及，使能媒体行业采、编、播等全流程生产方式的产业升级。

1 端到端网络切片基本概念与架构

1.1 网络切片基本概念

网络切片是提供特定网络能力的、端到端的逻辑专用网络^[4]。

网络切片从被提出至今，出现了网络切片、网络切片实例、网络切片类型等多个相关的概念，本节中我们将对这些关键概念的定义进行统一总结。

(1) 网络切片。网络切片是针对业务差异化、多租户需求提供的一类解决方案技术的统称,旨在通过功能、性能、隔离、运维等多方面的灵活设计,使得运营商能够基于垂直行业的需求创建定制化的专用网络。

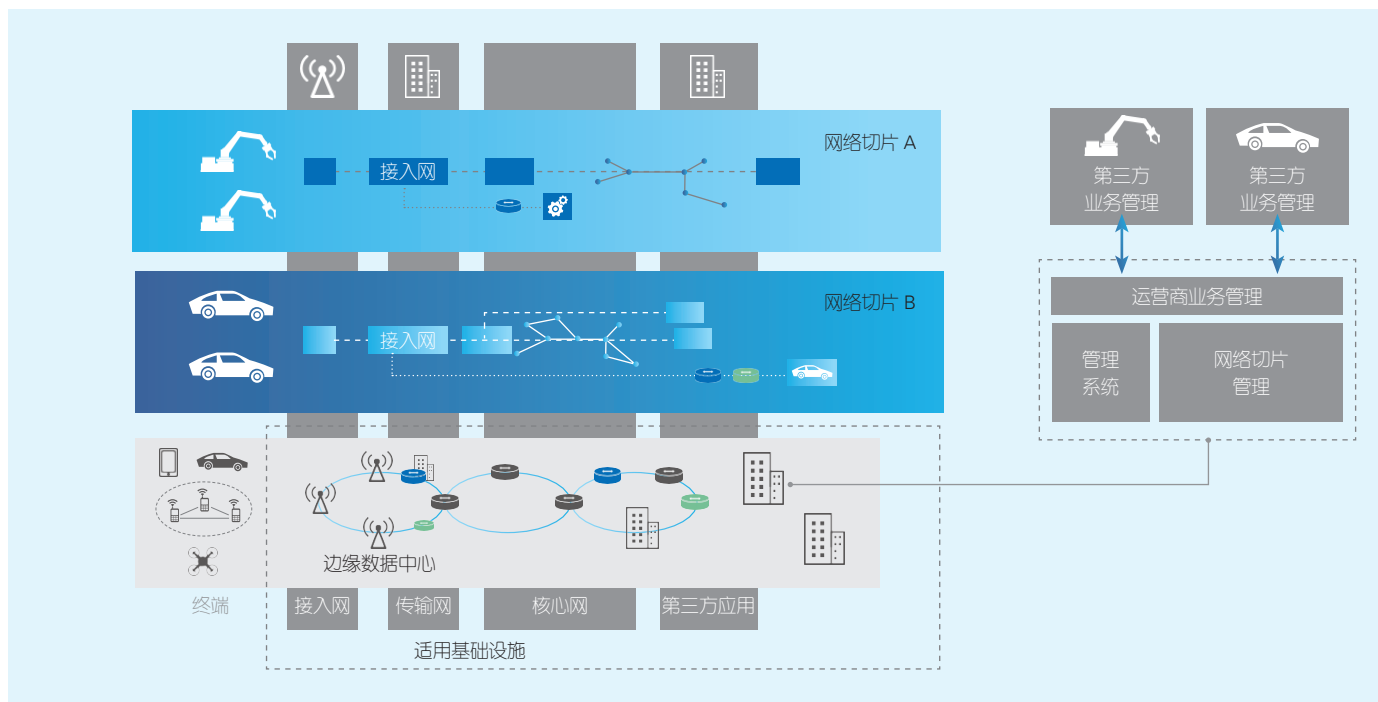
(2) 网络切片实例。网络切片实例是端到端的逻辑网络，由一组网络功能、资源及连接关系构成，具体包括接入网、核心网、承载传输网、第三方应用及公有云等多个技术领域。网络切片实例是网络运营意义上的逻辑概念。

(3) 网络切片类型。网络切片类型是用于区分网络技术的典型

差异化特征, 5G 网络定义了 4 种基础的 网络切片类型, 分别是增强移动宽带 (eMBB)、海量机器类通信 (mMTC)、高可靠低时延通信 (uRLLC) 和车联网 (V2X)^[4]。除此之外, 切片类型可以进行扩展, 适配于不同的业务需求。

1.2 端到端网络切片的整体架构

垂直行业提供各种类型的、可保证的网络连接服务，是端到端网络切片整体架构设计的目标。网络切片可基于传统的专有硬件构建，也可基于网络功能虚拟化（NFV）/软件定义网络（SDN）的通用基础设施构建。为了实现低成本、高效的运营，应尽可能采用统一基础架构。网络切片的整体架构由基础设施层、网络切片管理层及网络切片层（运行在基础设施之上的网络切片实例）3部分组成，具体如图1



▲ 图1 端到端网络切片整体架构

所示。

端到端网络切片整体有如下主要特点：

(1) 网络能力可按需编排，支持不同行业和场景的差异化需求。

(2) 切片间业务隔离，通过软、硬不同程度的切片，实现切片间业务的相互隔离、互不影响，满足行业对于高安全、高可靠、高隔离性的需求。

(3) 切片自动化独立运营，提供面向运营商和租户 2 个不同视角的切片管理器，实现切片端到端生命周期管理和关键性能指标（KPI）监测控制运维能力，使能行业像用水用电一样，做到简简单单购买，明明白白消费。

(4) 确定性网络服务等级协议（SLA）/服务质量（QoS）能力，面对不同行业的带宽、时延、抖动、丢包率等需求，进行差异化 +

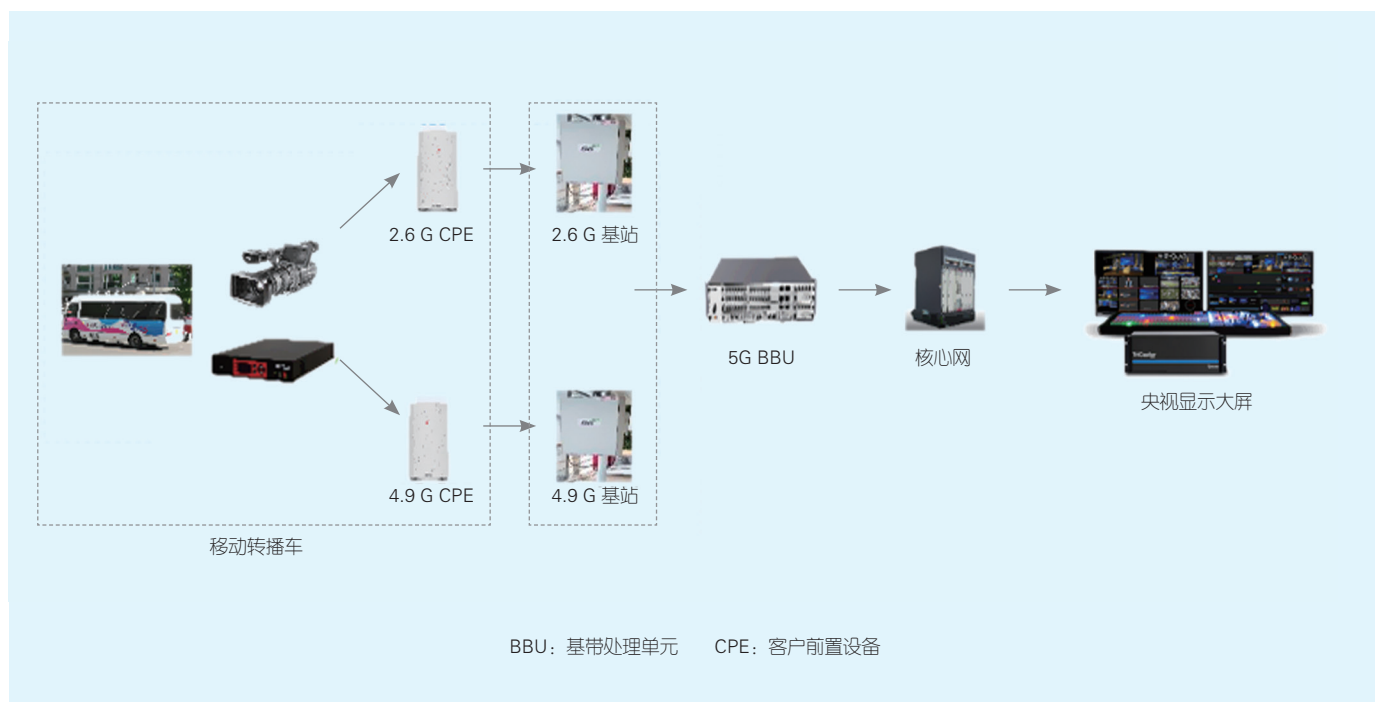
确定性的 SLA/QoS 保障，真正使得从 4G 时代的应用适应网络，转变为 5G 时代的网络适应应用。

2 端到端网络切片赋能 5G+ 超高清媒体行业的方案

2.1 端到端网络切片整体方案介绍

为了满足 5G+ 超高清媒体行业的场景需求，我们设计了整体端到端网络切片组网方案（如图 2 所示）。本方案通过引入 5G 网络切片技术，为新业务、新场景提供端到端质量可保证的网络通信连接，解决了超高清直播互动场景的网络通信痛点，为高体验的超高清直播业务开展提供技术支撑，后续可为基于直播的新型互动场景的研发提供技术可能。同时，网络切片可满足直播场景对网络质量的短周期、动态性要求。

在技术方案设计上，基于 5G 网络切片技术提供网络质量可保证、隔离、专用的端到端网络，并服务于此应用场景。直播录制设备的上行带宽要求多路，每路超过 50 Mbit/s 的高带宽。如果设计增加超高清直播互动，对网络下行时延的要求为 20~500 ms，现有网络带宽不足且不稳定，时延不稳定，难以满足业务场景需求。基于网络切片技术的专用网络，将构建接入网、传输网和核心网的逻辑专用网络，可保证此业务的通信质量要求，且不受其他业务的影响，有效解决了网络能力制约直播体验及业务发展的弊端。在进行端到端网络切片设计时，接入网支持 eMBB 类业务的差异化切片能力，例如，切片级优先级调度、切片级 QoS、切片级资源预留（硬隔离）、短时延切片等。未来还将根据标准进展定



▲ 图 2 端到端网络切片组网方案

义支持 mMTC 和 uRLLC 全业务切片, 进一步提升频谱效率。传输网可以提供丰富的软、硬切片类型, 包括 QoS 差异化保障、基于信道化子接口的软隔离、基于灵活以太网 (FlexE) 的硬隔离; 核心网基于服务化架构 (SBA), 灵活按需组合, 提供差异化的切片规格, 基于分布式用户面, 可以进一步使能短时延类业务。同时, 在端到端网络切片的解决方案中, 提供了移动边缘计算 (MEC) 的能力。通过边缘媒体云服务, 节目组和影视剧组可以利用 5G 的超大带宽能力将媒资上传到边缘媒资库中, 并利用超低空口时延获取边缘节点算力进行视频编辑。边缘节点也将与台内媒资库进行同步, 解决了媒体机构素材上传、存储、节目制作、备份等需求。导播系统部署在边缘节点上, 以达到充分利用空口的超低延时和超大带宽的目的, 信号制作团队可以在不影响制作质量的情况下灵活地选择其制作地点, 并且可以大幅度地降低其在导播车等设备上的投入。

在网络资源平台的搭建上, 基于电信云平台部署端到端网络切片网络与传统的光纤专网虚拟专用网络 (VPN) 相比有效降低了业务上线的周期, 达到“周”级的网络业务开通时长, 机动灵活, 可以随时随地满足各种直播场景、活动的需求。“动态切片”的实现使直播应用不再受限于专线开通的周期。另外, 直播活动时间短, 同样具有快速下线的要求, 且仅在高清直播活动举办期间申请质量可保证的网络切片, 活动结束后即可下线网络切

片并释放相关网络资源, 生命周期短, 订购灵活。

在网络信息采集侧, 5G 背包由于其便携性、强大的编码性能和网络聚合能力, 结合无线专线, 可在部分场景中替代传统的转播车方式, 实现媒体直播生产方式的跨越式升级。5G 背包可实现 4K 超高清信号的超低延时编码, 并通过 5G 网络将信号稳定传输至互动接收器并输出给台内系统, 从而代替新闻车实现外场的 4K 画面回传。同时, 背包上可接收互动接收器返送的实时音视频信号, 从而实现前方记者与后方演播厅的双向视频沟通。

本方案中, 5G 一体化背包可以支持广电级 4K 超高清编码, 将 12 Gbit/s 的 4K 原始信号进行 H.265 编码, 输出 40 Mbit/s 以上的码流, 支持 3 840 × 2 160 分辨率, 支持色度格式 4 : 2 : 2, 位深 10 bit, 帧率 60 P, 支持高动态范围图像 (HDR), 以及 BT.2020 与 BT.709 互转, 达到最高的 4K 电视信号回传标准。同时, 5G 背包采用多卡聚合传输技术, 即背包通过分流策略, 将待传输的码流分配到各个网卡上并做冗余传输和前向 / 后向纠错, 从而保障信号传输的稳定性。此外, 通过 5G 背包的双向互动功能, 一方面可以极大降低前方的压力, 让前方随时了解后方的情况, 从而做直播准备; 另一方面, 可实现问政、两地连线等视频交互类节目形式。

2.2 网络切片的生命周期

图 3 给出了端到端网络切片从

需求输入到最终部署实现的全生命周期流程。

(1) 准备阶段: 网络切片实例尚不存在, 运营商根据规划和需求进行准备工作。针对高清直播的业务特点, 通过 Portal 界面, 并通过多个维度 (SLA、时延、带宽、容量等) 定义高清直播业务需求, 同时根据业务特点进行网络原子化功能编排, 完成模板设计。

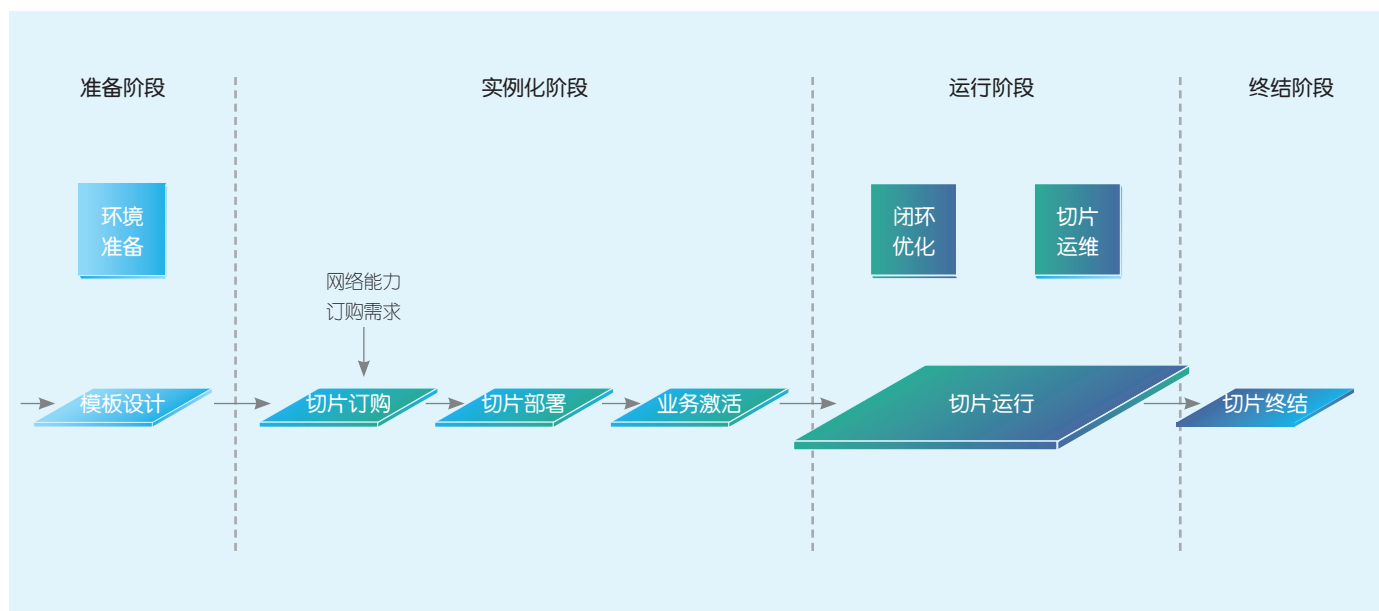
(2) 实例化阶段: 客户订购 5G 超高清直播网络切片, 选择所需服务和该网络切片所覆盖的区域, 然后根据需求选择基础设施的 SLA, 付费完成网络切片的订单, 切片管理中心启动切片实例化过程, 完成部署和数据配置。

(3) 运行阶段: 网络切片开始提供网络服务, 租户或运营商可以监测控制网络切片的实时运行状态; 基于超高清直播的网络切片是临时性的, 生命周期包含直播活动前调试阶段和整个赛事直播期间。

(4) 终结阶段: 当租户不再需要此网络切片时 (活动结束后), 可以发起停止流程, 删除网络切片并回收资源。直播业务结束后, 网络切片管理功能可以快速地终结高清切片回收资源, 以降低租户使用成本。

2.3 端到端网络切片业务保障

通过网络切片技术, 普通用户上网的业务流和视频直播业务流运行在不同的切片通道里面, 上网业务流出现拥塞时, 不会影响到超高清直播用户的业务体验。5G 核心网基于 NFV/ 容器技术实现高清直



▲ 图 3 网络切片生命周期

播数据转发面和其他业务的转发面隔离，也实现核心网转发的 QoS 保障；无线接入网基于切片化的资源管理和调度实现无线侧的超高清视频直播业务 QoS 保障；传输网当前可以切片分组网（SPN）构建硬隔离管道方式实现业务高速稳定传输的隔离保障。

2.4 应用测试结果

在外场试验测试中，真实试验环境采用了 2.6 G+4.9 G 双频组网，通过 4K 码流负载分担的方式实现高码率稳定上行，解决单频网络下基站切换期间速率下降导致的直播花屏问题。在平均上行速率 60 Mbit/s 的情况下，测试过程通过多次基站切换，验证切换过程中 4K 信号稳定、流畅。最终测试全程站间切换成功，期间无明显掉坑现象（但有抖动现象），总体满足 5G 超高清视频直播对上行速率的要求。

此次测试仅基于第三代合作伙伴计划（3GPP）R15 规范定义的端到端网络切片能力进行组网，验证了端到端网络切片的隔离性和 QoS 能力保障验证。后续的测试中，我们将在无线侧增强区别于 QoS 特性的资源调度机制，在端到端网络切片管理系统中也会提供网络服务质量保障增强的方案，以验证在移动场景下的多种直播场景和网络切片类型。

3 商业模式可行性探讨

5G 端到端网络切片在多媒体领域的部署为电信运营商创造了新的商业模式。运营商可以通过多种商对商（B2B）和商对客（B2C）商业模式将网络切片变现。

B2B 商业模式主要通过价值链上移来提供管理服务。在这种模式下，运营商不是简单地提供服务质量有保证的网络接入，而是在传送、托管和管理内容交付方面发挥更积

极的作用。这种网络即服务（NaaS）的业务会为内容公司提供更多的附加值。

B2C 商业模式则增强对传统网络服务以上的新兴优质服务的收费，运营商和内容公司都可以利用这种方式直接从 5G 网络切片支持的新兴多媒体业务中获取收入。在这种模式下，运营商可以利用 5G 网络切片支持的服务，提升 5G 网络的整体吸引力，从而吸引和留住用户。运营商和第三方之间合作也将在已有订阅的基础上增加优质多媒体服务，并通过更高层级的服务或增加整体订阅来获取收入。

在 5G 背包的使用上，其可以作为独立产品直接面向行业客户进行销售；对于成本敏感型客户，也可以采取独立产品租赁模式。此外，运营商也可以推出 5G 背包+5G 网络差异化服务+5G 网络定向流量套餐包的一揽子打包解决方案，按

下转第 33 页 ➡

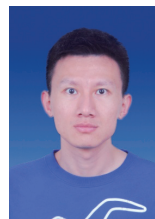
景下,从 5G 在能源互联网实践中的分析可见:各种场景的业务差异体现在不同的 5G 网络指标要求上。运营商和设备商应针对行业客户的特定指标要求,进一步量化 5G 网络的技术指标和架构设计,包括使用确定化的高质量 5G 行业网络解决方案来进一步增强 5G 网络切片,以满足安全性、业务隔离、端到端业务时延的严格要求,提供以能源电力行业为代表的完整 5G 网络解决方案。通过进行联合 5G 技术验证和示范,在可信的 5G 网络(切片)安全、行业模组、安全卡等实现关键技术突破,通过建设 5G 应用示范区共同探讨商业模式,充分释放 5G 及网络切片的盈利能

力,让运营商和诸多行业都能够从 5G 中受益。

参考文献

- [1] 张蓓. 当能源互联网遇上 5G 技术 [J]. 上海节能, 2019(5): 342. DOI:10.13770/j.cnki.issn2095-705x.2019.05.005
- [2] 夏旭, 朱雪田, 梅承力, 等. 5G 切片在电力物联网中的研究和实践 [J]. 移动通信, 2019, 43(1): 63-69
- [3] 杨德龙, 孟萨出拉, 丁慧霞, 等. 5G 网络切片技术能源互联网应用分析 [J]. 无线通信, 2018, 8(6): 252-257
- [4] 3GPP. Technical Specification Group Services and System Aspects; Study on Enhancement of Network Slicing (Rel16): 3GPP TR 23.740V0.5.0[S]. 2018
- [5] 3GPP. Technical Specification Group Services and System Aspects; Specification on System Architecture for the 5G System (5GS) (Rel16): 3GPP TS 23.501V16.2.0[S]. 2019
- [6] 3GPP. Technical Specification Group Services and System Aspects; Specification on Procedures for the 5G System (5GS) (Rel16): 3GPP TS 23.502V16.2.0[S]. 2019
- [7] 程琳琳. 中国电信夏旭: 用比特驱动瓦特 电力切片成 5G 行业应用突破口 [J]. 通信世界, 2018, 779(21): 36. DOI:10.13571/j.cnki.cww.2018.21.024

作者简介



夏旭, 中国电信研究院标准副总监、3GPP SA1 副主席、中国 IMT-2020 5G 应用组组长、中国通信学会 TC5 移动核心网组组长; 长期从事 4G/5G 移动通信技术标准、网络演进策略研究和业务创新工作; 获中国通信学会科学技术奖二等奖、中国电信集团标准优秀奖、首届中国 5G 绽放杯应用大赛一等奖(5G 网络切片使能智能电网)等。



朱雪田, 教授级高级工程师, 中关村国家自主创新示范区高端领军人才, 北京邮电大学通信与信息工程专业工程硕士导师, 现任中国电信北京研究院网络技术与规划部主任; 长期从事 4G/5G 移动通信和互联网技术创新与研发工作, 作为项目组长先后负责多个 4G/5G 领域的移动通信国家重大项目; 发表论文 50 余篇, 专利 20 余篇, 出版个人专著 2 本。

← 上接第 28 页
月/年租模式收费。

4 结束语

4G 改变生活, 5G 改变社会。5G 发展的关键在于提供差异化和定制网络服务的能力。在 4G 时代, 所有的业务都部署运行在同一个通信大管道内, 网络只能提供“一条赛道、尽力而为”的业务体验。所有的业务都一视同仁地行驶在同一条道路上, 如果遇上网络拥塞, 即使是高优先级保障的服务也无法脱颖而出, 业务同样被迫受损。5G 时代, 得益于端到端网络切片在差异化组网、可保障 QoS/SLA、业务隔离以及独立运维等能力上的革命性提升, 使得我们真正能够从 4G 时代的“应用适配网络”, 演进到 5G

时代的“应用定义网络”, 为行业提供差异化+确定性的网络服务能力。基于本次 5G+ 超高清媒体行业应用的测试验证, 在 5G 时代移动运营商可以为媒体行业提供连接能力, 通过 5G 网络实现随时随地直播, 并实现视频流快速回传; 使用 5G 网络切片功能, 确保视频传输质量; 通过运营商边缘计算能力, 实现视频流在本地快速渲染、处理。5G 除了可以帮助垂直行业帮助实现更多新业务场景外, 5G 网络切片在多媒体领域的部署方面为电信运营商创造了新的商业模式。

参考文献

- [1] 魏军. 5G 通信技术推动物联网产业链发展 [J]. 集成电路应用, 2017(1): 75-79. DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2017.01.019

- [2] 侯建星, 李少盈, 祝宁. 网络切片在 5G 中应用分析 [C]// 中国通信学会信息通信网络技术委员会 2015 年年会论文集. 2015: 71-72
- [3] 陆平, 李建华, 赵维铎. 5G 在垂直行业中的应用 [J]. 中兴通讯技术, 2019, 25(1): 67-74. DOI: 10.12142/ZTETJ.201901011
- [4] 3GPP. System Architecture for the 5G system: TS 23.501[S]. 2018

作者简介



孙晓文, 中国移动通信有限公司研究院网络与 IT 技术研究所项目经理; 主要从事端到端网络切片标准化及关键技术研究、行业解决方案制定等。



陆璐, 中国移动通信有限公司研究院网络与 IT 技术研究所副所长; 长期从事移动核心网策略、演进、标准和技术研究工作, 主要涉及未来网络架构、智能管道、NFV/SDN、网络能力开放等领域。