



中国通信学会

CHINA INSTITUTE
OF COMMUNICATIONS

5G核心网前沿报告

(2019年)

中国通信学会
2019年12月

版 权 声 明

本前沿报告版权属于中国通信学会，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国通信学会”。违反上述声明者，本学会将追究其相关法律责任。

专家组和撰写组名单

撰写组(按单位排名)

单位	姓名
中国通信学会信息网络专委会	赵慧玲
中国电信智能网络与终端研究院	蔡康
中国电信智能网络与终端研究院	王庆扬
中国电信智能网络与终端研究院	张琳峰
中国通信学会咨询工作部	完欣玥
中国电信智能网络与终端研究院	聂 衡
中国电信智能网络与终端研究院	龙 彪
中国电信智能网络与终端研究院	刘 洁
中国电信智能网络与终端研究院	何宇锋

前 言

移动核心网从 4G EPC 演进到 5GC，在网元形态、网络架构、信令协议、业务能力等方面发生了较大的变化。

在网元形态方面，4G EPC 以物理网元形态为主，通常基于专用硬件实现，模块颗粒度较大。5GC 以虚拟化网元形态为主，特别是控制面网元的虚拟化比较成熟，支持云原生部署，可以基于共享云资源池部署 5GC VNF。

在网络架构方面，4G EPC 采用的是封闭架构，拓扑和连接关系相对稳定，跨省信令通常采用汇聚转接方式实现。而 5GC 控制面采用的是基于 SBA 的开放架构，服务颗粒度较小，可以灵活增加新的服务，网络拓扑支持动态变化，跨省信令先通过 NRF 级联实现查询、然后可以直接通信。

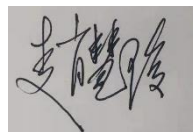
在信令协议方面，4G EPC 控制面使用的是 Diameter 协议，而 5GC 控制面使用的是 HTTPv2。

在业务能力方面，5G 支持 eMBB（增强移动宽带）、mMTC（海量大连接）、URLLC（低时延高可靠）三大应用场景，除了支持 2C 业务之外，还通过网络切片、边缘计算等能力可以更好地支持 2B 业务。相对而言，4G 虽然有不少物联网应用，网络架构主要还是面向 2C 业务设计的。

本报告主要研究 5G 核心网的新特性、以及所面临的挑战，希望抛砖引玉，共同推进我们移动通信网络从 4G 到 5G 的技术换代进程。

中国通信学会信息通信网络技术委员会

主任委员：



2019 年 12 月

目 录

一、研究概述	1
二、全球发展态势	1
三、我国发展态势	2
四、技术预见	4
(一) 5G 网络云化	5
(二) 服务化架构	7
(三) 5G 网络切片	8
(四) 5G 网络边缘计算	10
五、工程难题	15
(一) 国际工程难题	15
(二) 国内工程难题	16
1、5G 与 4G 互操作组网模式的选择	16
2、5G 云化部署的解耦模式	16
3、网络切片的端到端关联	17
六、政策建议	17
(一) 技术政策建议	17
1、坚定不移走 5G SA 目标架构的道路	17
2、推动 5G 关键核心技术的标准化工作	18
(二) 产业政策建议	19
1、加快推动 5G SA 终端产业链的繁荣	19
2、推动 5G 垂直行业应用的商业模式模式创新、融合应用创新 等	19
3、推动产业生态圈的建立，完善融合政策体系	20

一、研究概述

信息通信技术向各个领域融合渗透，经济社会向数字化转型升级的趋势愈发明显。5G 作为新一代通信技术发展的主要方向，是全球技术和产业竞争的战略高地，亦是引领科技创新、重塑传统产业发展模式、发展新经济关键动力之一。5G 网络领先是实现国家 5G 战略的基石，只有网络快速发展，5G 应用才能更好更全面地发展。针对 5G 核心网技术，网络云化、服务化架构、网络切片及网络边缘计算技术不仅是发展趋势，也是必须攻破的挑战。

二、全球发展态势

GSA 报告显示截至 2019 年 7 月，全球有 71 个国家正在积极考虑合适的 5G 频谱。目前包括中、英、美、日、韩在内的 30 多个国家已完成 5G 频谱牌照的发放。5G 发展前景广阔，5G 产业的快速增长将带动 IoT 产业万亿级的规模发展，GSMA 预测全球 2025 年 IoT 连接收入 510 亿美元，约占比 5%；其它平台、应用、云、数据分析、安全、系统集成、运维管理都达千亿级。摩根斯坦利预计到 2030 年，中美日韩四国在 5G 七方面应用的收入（固定无线接入、云游戏、车联网、智能制造、联网监控、联网无人机、远程医疗服务），将在 2018 年移动服务收入的基础上增加 1560 亿美元，提高 40%。

全球普遍看好 5G 对垂直行业的支撑和服务。爱立信针对全球 50 名大型电信企业高管的调研结果显示，媒体和娱乐、汽车、公共交通、医疗卫生以及能源和公共事业是行业专家认为的 5G 重点行业；德勤发布的 2026 年 5G 带动 8 大重点行业营收占比的结果表明，能源公共业占比 21%、制造业占比 19%、公共安全和医疗卫生分别占比 13%，

其次是媒体娱乐、运输、汽车和金融；GSMA 和中国信通院发布的中国 5G 报告指出，到 2025 年中国的 5G 连接数达到 4.28 亿，其中智能手机占比为 3/4，视频、VR/AR 等是个人消费市场重点领域，企业市场是 5G 最大的增收契机。中日韩则普遍关注汽车、运输、物流、能源、公共设施监测、医疗保健、工业和农业等领域；工信部 IMT-2020 业务推进组重点聚焦电网、公安、交通和新媒体四个行业。全球对 5G 重点支撑行业和主要创收行业看法较为一致。

三、我国发展态势

2019 年 6 月 6 日，工业和信息化部发放 5G 商用牌照，标志我国正式进入 5G 时代。5G 应用场景对通信网络产业链提出新诉求。国际标准化组织 3GPP 定义了 5G 的三大场景：eMBB 指 3D/超高清视频等大流量移动宽带业务，mMTC 指大规模物联网业务，URLLC 指如无人驾驶、工业自动化等需要低时延、高可靠连接的业务。根据不同应用场景对 5G 业务要求进行分类，大流量场景可分为 4 类：

（1）视频下载，图像上传，云端 CG/图像的渲染：如 CloudVR/AR，V2X 车载娱乐等；

（2）流量上下行解耦：如社交网络，个人 AI 辅助场景；

（3）5G 流量内容主要为流媒体：如 CloudVR/AR，FWA，社交网络；

（4）动态 BoD 大带宽：如联网无人机场景，VR 体育直播等。

低时延场景包括：（1）端到端低时延：如 CloudVR/AR 的动作云端闭环，远程医疗的力反馈信号时延；（2）确定性时延：如社交网络，个人 AI 辅助场景；（3）移动性时延：主要针对 V2X，如路况信息实时

反馈。为了满足 5G 应用场景，运营商网络业务也发生新的变化。

一是提供网络全连接，部署智能敏捷的网络架构，通过网络动态切片按需提供大带宽；

二是发展 MEC 技术，保障低时延，未来时延将成为运营商收费的新量纲；

三是推动 CDN 下沉，促进流量本地化和分层云化；

四是充分发挥平台使能，提升 NaaS、IaaS、PaaS/SaaS 云服务能力，开放 API，提供综合解决方案。

从 5G 产业链目前发展现状来看，NSA（非独立组网）和 SA（独立组网）网络侧均具备商用条件。（以下表格数据需更新）华为、中兴在 2019 年 3 月同步支持 NSA 和 SA 商用；爱立信和诺基亚 NSA 无线网支持较早，SA 进展与国内厂商基本同步进展稍晚于国内厂商。

表 1：5G 网络产业链进度

		NSA	SA
华为	无线	2019 年 3 月	2019 年 3 月
	核心网	2019 年 3 月	2019 年 3 月
中兴	无线	2019 年 3 月	2019 年 3 月
	核心网	2019 年 3 月	2019 年 3 月
爱立信	无线	2018 年 12 月	2019 年 11 月
	核心网	2019 年 3 月	2019 年 11 月
诺基亚	无线	2018 年 12 月	2019 年 11 月
	核心网	2019 年 6 月	2019 年 11 月

从终端侧来看，SA 比 NSA 终端商用时间点晚约 4~7 个月左右。

2019 年 7 月，华为发布 5G CPE Pro，搭载采用 7nm 制程工艺的巴龙

5000 芯片；8 月上市搭载麒麟 980+巴龙 5000 基带芯片的 5G 手机 Mate20X，同时支持 NSA 和 SA 组网方式。2019 年 7 月后，国内上市多款基于高通芯片的商用形态手机，仅支持 NSA 组网方式。

表 2：5G 终端侧产业链进度

	华为	中兴	VIVO	OPPO	小米	三星
NSA 预商用(商用)时间	2019 Q3 已商用	2019 Q3 已商用	2019 Q3 已商用	/	2019 Q3 已商用	2019 Q3 已商用
SA 预商用(商用)时间	19Q3 已商用 (SA 未打开)	计划 2019 年 12 月~2020 年 1 月左右商用	计划 2019 年 12 月~2020 年 1 月左右商用	计划 2019 年 12 月~2020 年 1 月左右商用	计划 2019 年 12 月~2020 年 1 月左右商用	计划 2019 年 12 月~2020 年 1 月左右商用
芯片	海思	高通				
芯片进展	NSA&SA 2019Q3 已商用 (SA 未打开)	SDX55: NSA&SA 双模，计划 2019Q4 测试，2020Q1 商用（届时如果 SA 端到端测试未完成，有可能上市时 SA 不打开）				

四、技术预见

5G 不仅是一次通信技术的演进，更将受益于通信、计算以及垂

直行业相互融合带来的爆炸效应，彻底改变无人驾驶、数字医疗、VR、智能家居等众多行业，引领全新的应用场景和商业模式。目前多家手机厂商也已推出 5G 手机，人们也逐渐感受到 5G 网络带来的新体验。但实现 5G 稳定、大范围应用仍需要攻破许多挑战大范围应用仍面临许多挑战，技术发展也有一些共同趋势需要在实践中克服规模运营所面临的难题。

(一) 5G 网络云化

5G 将为垂直行业带来基因突变式的进化，网络的虚拟化、云化转型是进化的必经之路。行业分析机构 Ovum 也指出：5G 网络的众多特性是需要虚拟化网络架构的支撑。基于 NFV（网络功能虚拟化）/SDN（软件定义网络）的云化、网络切片、MEC（边缘计算）是 5G 核心网的关键技术，5G 核心网将实现控制与承载分离，引入全面云化结构。

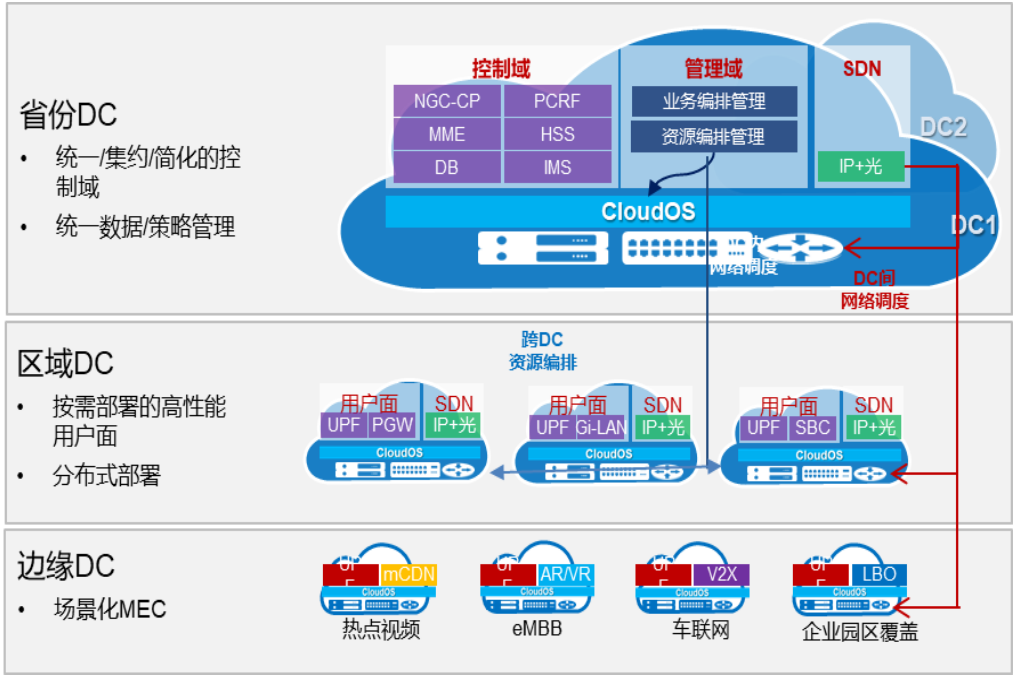


图 1：核心网云化体系

5G 核心网是以 DC（数据中心）为基础设施、Cloud Native（云原生）的网络。CCSA（中国通信标准化协会）TC3 正在制定 NFV 相关标准，其思路是抓住 DC 建设是网络演进的关键路径，聚焦基于 NFVI（网络功能虚拟化基础设施）的云化 DC 建设，构建云网融合的体系，包括：基础设施层，Cloud OS（云操作系统）对下收敛硬件，对上支持各类应用；应用层，核心网实现云化，云化是 5G 基础技术；运维管理，逐步引入下一代管理框架，实现运维的自动化。其中，Cloud Native 成为关键技术路线，包括无状态设计（垂直解耦）、模块化解耦（水平解耦）、自动化的生命周期管理、敏捷的基础设施（容器等）。云化应用层软件进一步支持 Cloud Native，长远看基础设施层需要支持虚拟机与容器混编，提升运维效率。

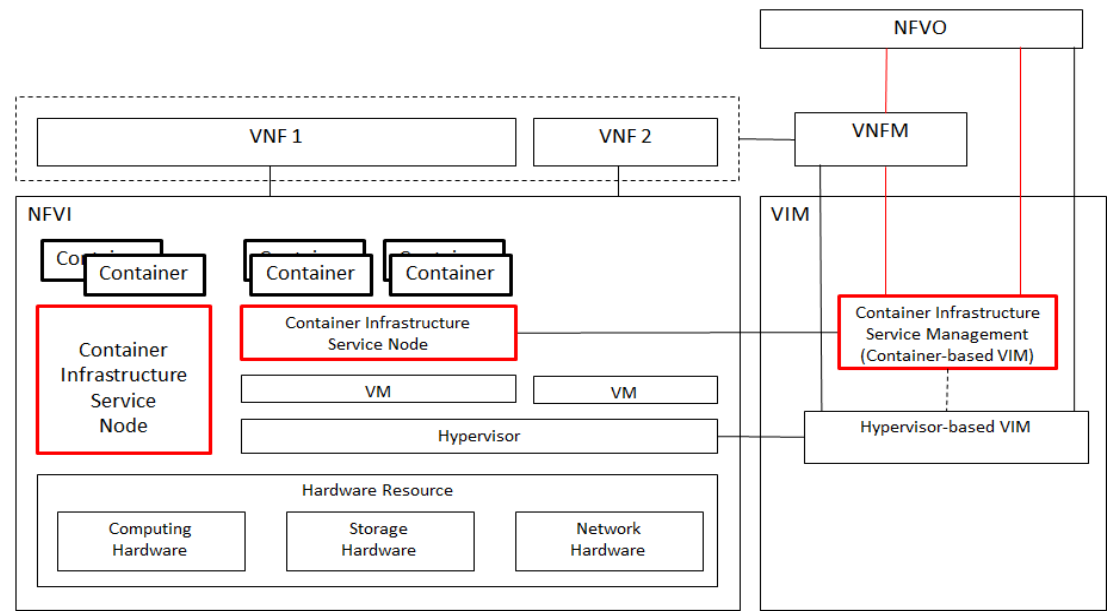


图 2：CCSA TC3 NFV 系统引入容器的技术方案示例

基于容器的虚拟化技术，也被称作操作系统级别的虚拟化技术，是一种允许在操作系统内核空间上使用多个独立的用户空间实例的方法。相比虚机虚拟化技术，容器技术在 CT 领域 NFV 架构下的应

用标准化尚未成熟。裸机容器承载模式是最能发挥容器整体性能、大规模资源调度以及资源挖潜超卖优势的承载模式，然而由于容器平台及容器网络、容器安全和 MANO 等标准化及周边生态仍未成熟，虚拟机与容器的多种混合承载方式仍将长期并存。

从运营商角度分析，运营商也在推进自己下一代的运营管理体系，电信运营商正在加速地向虚拟化过渡，各大运营商均参考 ONAP 架构开发下一代运营系统。

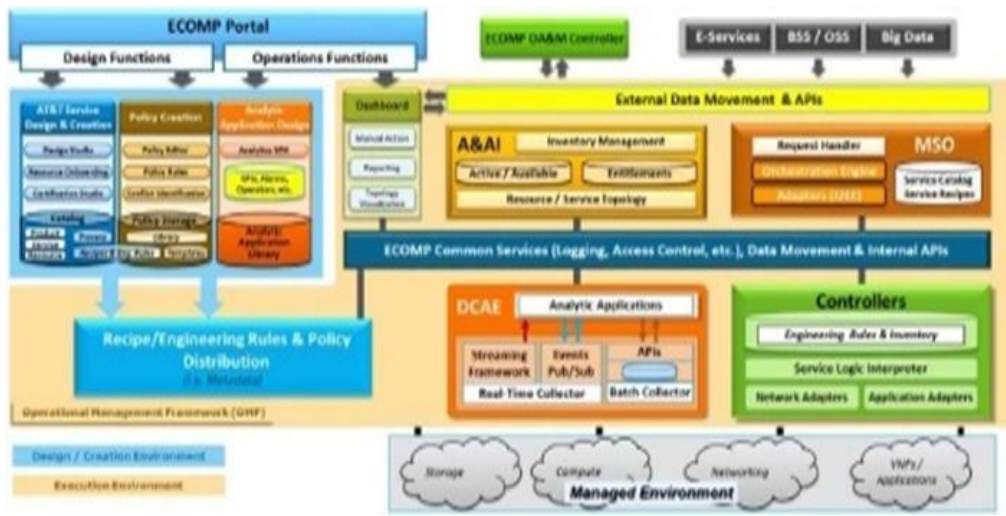


图 3: ONAP/ECOMP 的网络运营系统架构

在网络控制与采集保障基础上，通过引入面向网络服务的业务编排模块，实现一体化业务发放与网络自调整，主要面向可自动化的 SDN/NFV 网元设备。目前 AT&T 已应用，Verzion、vodafone、DT、Orange、中国移动、中国电信和中国联通等多家主流运营商跟随。

（二）服务化架构

5G 核心网采用服务化架构（SBA，Service Based Architecture）进行设计，实现了网络功能的灵活组合、业务的敏捷提供。5G 核心网借鉴了软件架构基于微服务进行组织的理念，通过模块化实现网络功能间的解耦和整合，解耦后的网络功能（服务）可以独立扩容、独

立演进、按需部署；各种服务采用服务注册、发现机制，实现了各自网络功能在 5G 核心网中的即插即用、自动化组网；同一服务可以被多种 NF 调用，提升服务的重用性，简化业务流程设计。

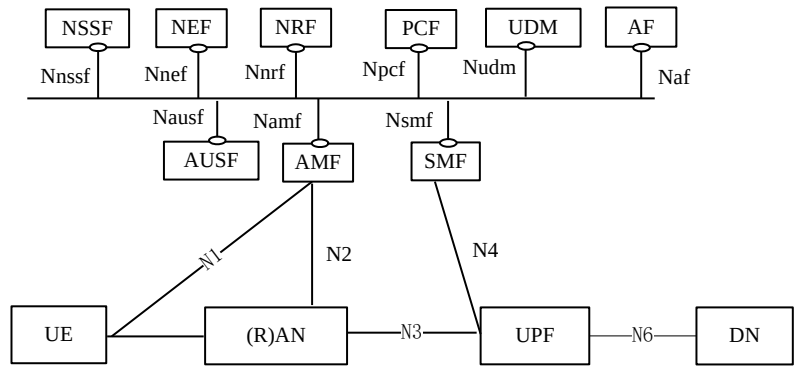


图 4：5G 核心网的服务化架构

5G 核心网服务化架构的关键技术包括：服务的提供通过生产者（Producer）与消费（Consumer）之间的消息交互来达成；实现了服务的自动化注册和发现；采用统一服务化接口协议，在应用层采用 HTTP/2.0。

目前 5G 核心网服务化架构的接口协议栈与传统移动核心网的协议相比，变得更加复杂。用同样的硬件来实现的话，其性能相对传统协议是下降的，因此需要通过高性能的云资源来抵消接口性能的损失。对于服务化架构的自动化组网能力，还有待进一步完善，在实际网络部署和运营中需要注意。

（三）5G 网络切片

在 5G 网络中，我们会面临不同的业务需求，而传统的物理设备和物理设施无法根据这些业务进行灵活配置，网络切片则是关键技术，亦是未来发展趋势。3GPP 对网络切片的定义为：一个网络切片是一张逻辑网络，提供一组特定的网络功能和特性。可编排、可隔离，在

统一的底层物理设施基础上实现多种网络服务是网络切片的关键特征，降低了运营商多个不同业务类型的建网成本。

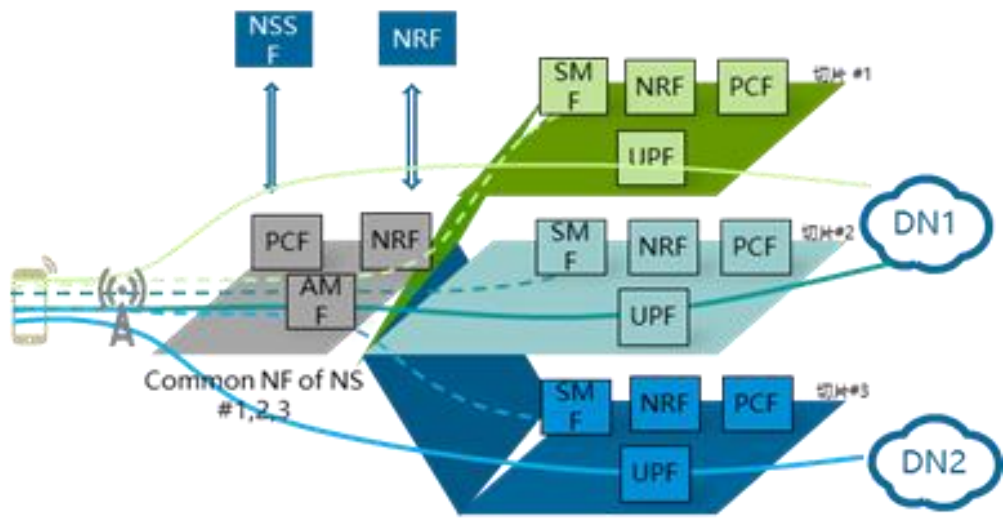


图 5：网络切片示例

网络切片逻辑隔离可以实现网络功能定制，针对不同业务场景要求，采用不同切片分别满足对应场景的技术指标要求。网络切片可以基于不同的行业用户进行定制，不同的切片分配不同的 ID 标识，网络侧签约用户所能够接入的切片，在初始接入时，网络切片服务网元协助确定用户接入哪个切片。总体来说，网络切片需支持一些业务功能和管理功能。业务功能要求包括：网络切片签约、选择、隔离、弹性（片切得有多大，大片或小片）、能力开放、计费 and 限制；管理功能要求包括：网络切片按需定制、自动化网络切片部署、业务开通与激活、网络切片生命周期管理、SLA（服务等级协议）监控和保障。

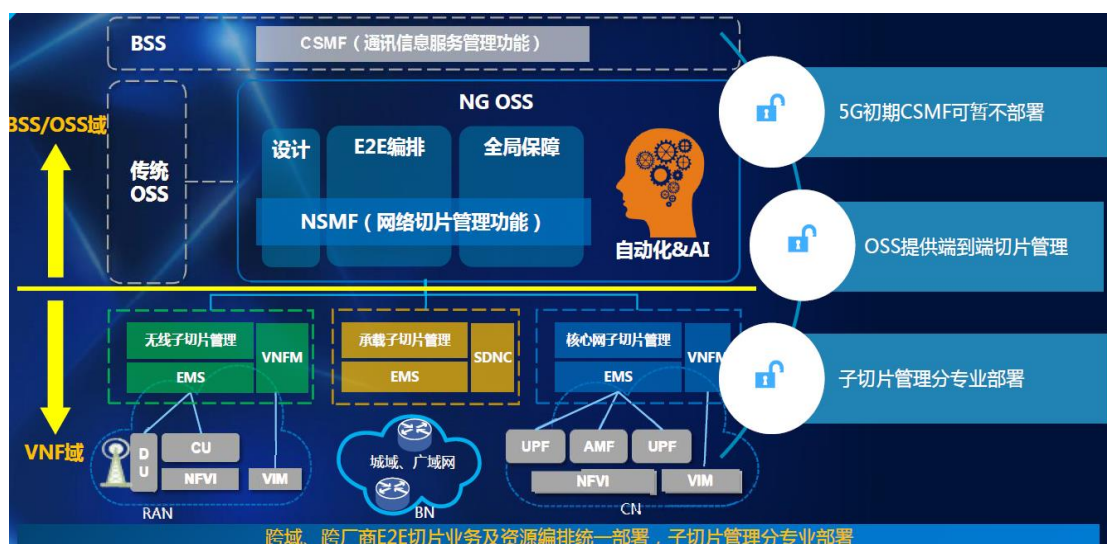


图 6：E2E 网络切片总体架构

目前 5G 核心网切片的标准已成熟，承载网切片可以支持一定颗粒度的硬切片和基于优先级的软切片，无线网切片暂无标准支持，终端目前只支持同时接入一个切片。初期 5G 网络切片重点面向对核心网、承载网有切片需求的场景及客户，需要逐步推动无线网和终端切片功能的标准化和产业成熟。对于行业客户，可以基于资源专供的方式提供端到端的切片解决方案。

（四）5G 网络边缘计算

Gartner 公布 2019 年十大技术趋势，边缘计算位列其中。并且 Gartner 预测：2017 年 10% 的企业数据产生在云和数据中心之外，到 2022 年这一比例将超过 50%。运营商利用网络和基础设施优势，构建边缘云、使能各应用场景。



图 7：网络边缘计算应用场景

移动边缘计算（MEC）是 5G 标志性的新能力，用来打造极致的用户体验。移动边缘计算指在网络边缘、在靠近用户的位置上，提供 IT 的服务、环境和云计算的能力。通过将业务分流到本地进行处理，进而提升网络数据处理效率，满足终端用户的极致体验；满足垂直行业对网络超低时延、超高带宽以及安全等方面的诉求。包括以下特点：支持低时延、高带宽；网络能力开放；本地寻呼和计费；本地分流和就近接入等。

移动边缘计算（MEC，mobile edge computing）已发展为多接入边缘计算（MEC，multi-access edge computing），兼容固移不同的接入方式。在操作中，MEC 平台/应用与网络应区分开，避免业务与网络绑定，MEC 部署位置取决于具体应用需求。对 5G MEC 来说，5GC（5G 核心网）通过 UPF（用户面功能）的灵活部署能力支撑 MEC 平台/应用。多接入边缘计算能带来业务体验的升级。在 5G 视频业务中，MEC 通过将网络核心功能下沉到网络边缘，在靠近移动用户端，提供 IT 的服务、环境和云计算能力，满足 5G 低延时、高带宽的业务需求。在垂直领域，MEC 可向垂直行业提供定制化、差异化服务，提升网络利用效率和价值。



图 8：多接入边缘计算典型应用

边缘计算领域有两大标准组织，一是 ETSI，定义整个边缘计算服务环境，另一个就是 3GPP，定义网络支持边缘计算的实现和服务质量保障。多接入边缘计算（MEC）端到端框架和技术实现由 ETSI 和 3GPP 共同制定：3GPP 定义了控制面和承载面分离的网络架构，UPF 是边缘计算的数据锚点；ETSI 定了 MEC 的平台系统框架，包含应用部署环境，管理软件架构、应用场景和 API 接口等。

依据 MEC 的服务群体和需求特点，MEC 部署场景可分为定制场景和通用场景，定制场景有如企业园区，部署方式需要根据客户的个性化需求进行定制；针对通用的场景，通常有下面的部署建议。

表 3: UPF 与 MEC 的协同部署

部署业务类型	说明	部署建议
5G eMBB	10ms 级的业务端到端时延,需要尽量减少传输时延	MEC 主要部署在地市核心 DC 边缘 UPF 与 MEC 部署在同一 DC
5G URLLC	ms 级别的极低时延要求	MEC 部署在地市核心或边缘接入的位置,通常边缘 UPF 与 MEC 部署在同一 DC
5G mMTC	暂认为同 LTE	视具体应用,边缘 UPF 和 MEC 部署在服务覆盖范围内

MEC 是发挥运营商网络资源优势,构建云+边缘的差异化云网融合体系的重要组成部分。电信运营商拥有丰富的“边缘”资源,包括如,智能家庭、平安城市等各种摄像头、智能家居,工业物联网网管类设备;家庭网关、企业网关、物联网关,等等。通过在边缘机房(接入局所和边缘 DC)引入 MEC,作为云服务延伸+本地就近服务的边缘计算平台,可进一步改善对传统边缘资源的要求,完善云边协同的服务环境。

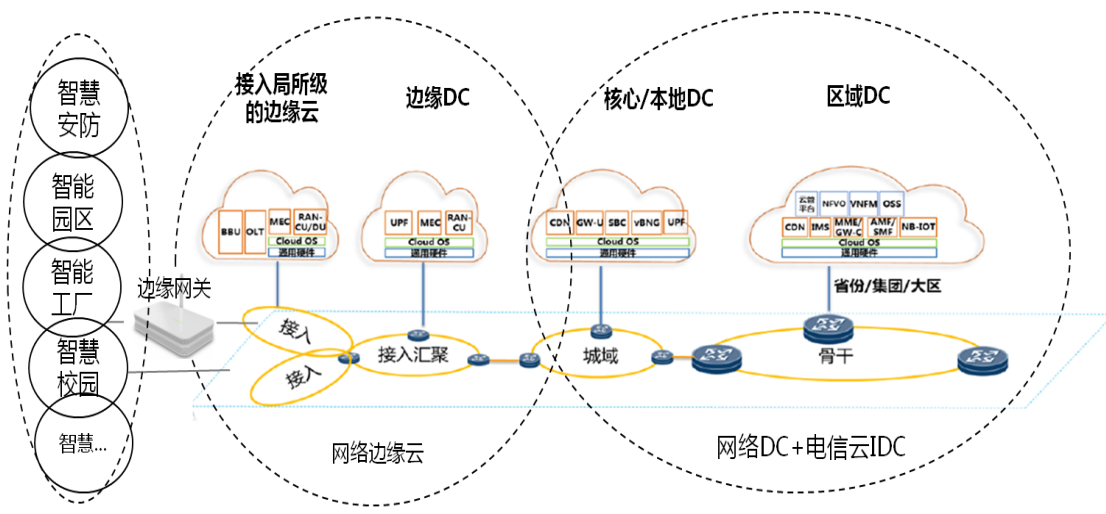


图 9：电信运营商引入 MEC

除了运营商，华为、中兴、新华三等公司也都开展边缘计算业务，但方案各有不同：华为通过自主软硬件异构平台和 AI 加速打造极致性能；新华三构造分布式边缘云平台；运营商则侧重于基于 5G 强大的网络服务能力打造云边协同的开放生态。

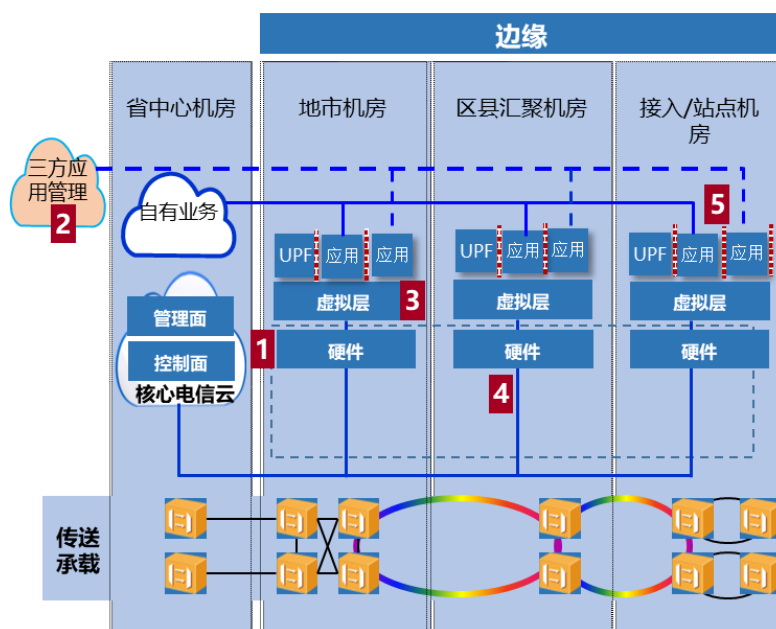


图 10：边缘计算部署

边缘计算在部署时将面临机房/硬件、管理/编排、资源、运维和安全等众多层面问题，需要根据边缘计算业务需求进行适配和增强。

机房和硬件方面：边缘机房环境差异较大，如使用 NFV 架构下通用硬件，部分边缘机房场景需按条件改造风火水电和承重；管理/编排方面：存在 CT 网元和第三方 IT 应用等多种业务，需要规范第三方 IT 应用编排管理统一流程和接口；资源受限/单位量产：NFV 中虚拟层占用资源比例较多，边缘节点为网元和应用提供的资源受限。边缘是资源稀缺型，这点和中心机房完全不一样；运营/维护方面：如在边缘采用 NFV 架构，边缘节点海量部署会导致运维难度加大；安全/开放方面：边缘机房相对开放，安全防护措施需加强。

另外，在网络保障方面，虽然 5GC 定义了支持边缘计算的各种实现，但对具体实现如何和具体场景需求相结合、以及如何规范网络与应用业务逻辑相关的实现，还有待进一步完善；再加上 5G 网络商用设备的相关设计尚处于不太成熟的状态，某些场景下的网络实现还待验证和规范。

五、工程难题

今年是 5G 预商用元年，在工程实施中可能会遇到较多问题，本文重点讨论运营商可能遇到的几个共性的难题，后续不排除还有更多的难题暴露出来。

（一）国际工程难题

在工程上，5G 核心网主要面临的是规划建设和维护优化两个方面的挑战在国外运营商，国外运营商初期采用 NSA 组网架构，将面临如何平滑向 SA 目标演进的挑战。

(二) 国内工程难题

1、5G 与 4G 互操作组网模式的选择

3GPP 提出了多种 5G 与 4G 互操作方案,包括 5G SA 组网和 NSA 组网两类互操作方案。SA 方案是 5G NR 直接接入 5GC,控制信令完全不依赖 4G 网络,通过核心网互操作实现 5G 网络与 4G 网络的协同。采用 SA 方案,5G 网络可支持网络切片、MEC 等新特性,4G 核心网 MME 和 4G 基站需要升级,终端不需要双连接。

NSA 是将 5G 的控制信令锚定在 4G 基站上,通过 4G 基站接入 EPC 或 5GC,NSA 方案要求 4G/5G 基站同厂家,终端支持双连接。采用这种方案,不支持网络切片、MEC 等新特性,EPC 和 4G 基站需要较大的升级。

互操作方案的选择应综合考虑建网时间、业务体验、业务能力、终端产业链支持情况、组网复杂度以及网络演进来选择。SA 是业务公认的目标架构方案。目前国外运营商倾向于初期采用 NSA 方案、然后再向 SA 过渡,而国内运营商更倾向于直接采用 SA 目标架构。

2、5G 云化部署的解耦模式

5GC 云化部署在工程实施时面临分层解耦和集成模式的选择问题。分层解耦有二层解耦和三层解耦多种模式,二层模式指软硬件解耦,即物理资源、NFVI+VNF 独立部署,三层解耦指在二层解耦的基础之上,进一步把 NFVI 和 VNF 解耦,从而形成物理资源、NFVI、VNF 三层独立部署。这里主要指的是业务平面的分层,当然管理平面 MANO 也可以自上而下分为 NFVO、VNFM、VIM。

三层解耦在共享基础资源、开放网络能力、实现自动化部署和网

络弹性伸缩方面具备好处，长远看符合虚拟化演进的目标，但是系统集成难度较大，对运营能力要求较高。而二层解耦容易集成、部署快，对运营商来说增加了对设备厂家的依赖性。对于具备运营开发一体化能力的运营商，通常会选择三层解耦的目标架构。

3、网络切片的端到端关联

5G 网络切片是提供特定网络能力和特性的逻辑网络，通过网络切片技术，可以实现业务需求和网络资源的灵活匹配，虚拟出多张满足不同业务应用场景差异化需求的 5G 切片网络，并能充分共享物理网络资源。

目前，5G 核心网切片的标准相对完善，承载网切片可支持 FlexE 物理时隙级隔离、队列级隔离、队列内调度等多种能力，但是底层的承载网切片无法看到 5G 核心网的切片标识，导致上层 5G 核心网的切片无法直接映射到承载网切片，导致两者无法自动关联。另外，无线网目前只能为切片用户提供优先级调度，没有无线网切片的标准，而终端能力目前只支持同时接入一个切片。因此要实现端到端的网络切片难度非常大，运营商需要根据客户需求提供一定限定条件下的网络切片服务，联合行业客户共同探索商业模式的创新。

六、政策建议

为推动 5G 网络的规模部署与发展，建议政府重点关注以下几个方面：

（一）技术政策建议

1、坚定不移走 5G SA 目标架构的道路

5G SA 作为公认的目标架构，具备业务能力更强、对现网改造小、

以及终端成本低的优势。国外运营商和设备商为了延长 4G 技术优势，选择初期建设 NSA，中长期再向 SA 目标演进的二步走策略，虽然短期看有利于快速推出商用，但长期看，一是用 4G 核心网承载 5G 大流量将面临力不从心的窘迫，二是影响业务能力，无法发挥网络切片和边缘计算等 5G 新特性的能力，三是后续从 NSA 演进到 SA 将面临更多不可知的问题。在国内运营商和设备商的积极推动下，目前 SA 无线网和核心网的产品已成熟，而芯片和终端已经具备 SA 能力，不存在技术障碍。

如果政府层面明确表态，支持加快 SA 组网，同时尽可能缩短 NSA 过渡期，无疑会让我国的 5G 网络部署的先发优势得到确认和加强，同时也会拉动相关信息产业的繁荣。

2、推动 5G 关键核心技术的标准化工作

当前 3GPP 已完成了 R15/R16 的 5G 网络功能的冻结，5G 基础功能已实现。后续建议结合 R17 的 5G 热点关键技术，以解决 5G 网络在支持新应用面临的问题及相关方向的增强研究为导向，重点推进以下标准化工作：

- 5G 行业技术研究：结合 5G 在工业制造、智能电网、新能源等典型场景，开展 5G 技术和策略研究。
- 5G 边缘计算增强（MEC）研究：研究 5G 网络支持 MEC 的增强方案，解决 MEC 落地面临的网络和应用联动的难题。
- 5G 网络切片增强：研究网络切片模板及网络实现的相关配合，同时重点研究如何实现对网络切片的容量进行限制。
- 5G 网络智能化及架构增强：研究基于网络数据分析的网络节能相关的 KPI 保障、基于业务体验及节能的数据分析实现多

频段、多接入的协同、以及网络分析功能与 AI 能力平台的融合与互操作。

- 非公众网络的增强研究 (eNPN): 关注定制化 NPN 等与运营商运营相关问题以及独立 NPN 与 PLMN 无线网络等关键问题。

(二) 产业政策建议

1、加快推动 5G SA 终端产业链的繁荣

5G SA 是目标架构，网络切片、边缘计算等 5GC 特色功能无法在 NSA 网络中发挥作用。国内的三大运营商都在加快 SA 核心网的部署准备，政府应积极引导，加快推动终端产业链对 SA 的支持。

2、推动 5G 垂直行业应用的商业模式模式创新、融合应用创新等

5G 应用渗透到社会的各行各业，鉴于不同行业需求的差异化，运营商应积极和垂直行业合作并建立稳健、双赢的合作模式，政府应为运营商和垂直行业的合作渠道或载体提供便利，打破行业壁垒，鼓励联合实验室的建设。

5G 应用渗透到社会的各个角落，5G 应用涉及技术领域多，单纯网络技术驱动的发展态势对整个生态的推进作用有限，需鼓励 5G 应用跨界创新，强化跨行业、跨学科的交叉融合，充分协同 5G、云计算、边缘计算、AI、区块链、全息技术、人机交互等一系列新技术，系统地解决联网和应用自身的薄弱和瓶颈问题（包括业务逻辑、应用体验等）。

3、推动产业生态圈的建立，完善融合政策体系

业界对 MEC 有不同理解，不代表对错，只代表不同的利益群体和视角。MEC 是技术和市场双驱动的产物，应允许 MEC 相关的产品和服务以多样化、定制化的形式存在，允许 MEC 的产业生态下面存在多个产业链和小生态；应鼓励细分领域的产业联盟从不同视角和侧重点优化生态环境，如 5GAA、IIC 等产业联盟聚焦于提升优质连接及高效计算能力，GSMA、Edge Computing consortium 等聚焦于构建领域大环境，等等；应鼓励多个小生态以发展、多赢为主题打造博弈、合作的大生态。

5G 改变社会，政府应从一开始就将 5G 纳入社会发展规划的蓝图中，促使 5G 应用的建设和行业规划、城乡规划的协同、和“互联网+”、“中国制造 2025”等社会发展目标有机衔接。政府应不断完善融合政策体系，扶持 5G 在各行各业的应用试点，推进 5G 创新应用对经济的增强效应。