



5G 组网方案研究

李青

(中国电信股份有限公司研究院, 上海 200122)

摘要: 主要描述了 5G 网络架构、网络特征及 5G 典型业务的网络部署要求等。同时, 研究提出了 5G 核心网、5G 承载网、5G 接入网端到端组网建议方案, 并提出了多个场景下 5G 信令网组织及路由方式等, 以期为加快电信运营商 5G 网络商用部署提供借鉴与参考。

关键词: 5G 核心网; 控制面; 用户面; 网络云; 网络运营; 信令网

中图分类号: TN915.81

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2020008

Study on 5G networking scheme

LI Qing

Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China

Abstract: 5G network architecture, network characteristics and network deployment requirements of 5G typical services were mainly described. At the same time, 5G core network, 5G bearer network, 5G access network end-to-end networking scheme suggestions were put forward, and 5G signaling network organization and routing mode in multiple scenarios were proposed, in order to provide reference for speeding up the commercial deployment of 5G network for telecom operators.

Key words: 5G core network, control plane, user plane, network cloud, network operation, signaling network

1 引言

ITU-T 确定了 IMT-2020 (5G) 网络的几大关键技术指标, 主要包括: 10 Gbit/s、20 Gbit/s 峰值速率; 100 Mbit/s、1 Gbit/s 用户体验速率; 10 Mbit/(s·m²)流量密度; 1 ms 空口时延, 端到端时延<10 ms 以及百万连接/m²等。5G 网络高速率、低时延、大连接等特点, 必将催生大量新的应用场景, 推动产业数字化转型。5G 网络实现商用化部署,

组网方案研究尤为重要。

本文面向客户、聚焦 5G 特色业务与网络特征, 针对 5G 网络集约化运营需求, 提出了 5G 网络端到端组网方案, 研究了 5G 核心网、承载网、接入网的部署策略以及 5G 信令网组织与路由方式, 以期为构建高品质 5G 网络提供借鉴。

2 5G 网络架构及部署要求

5G 网络架构采用基于 SDN (software defined

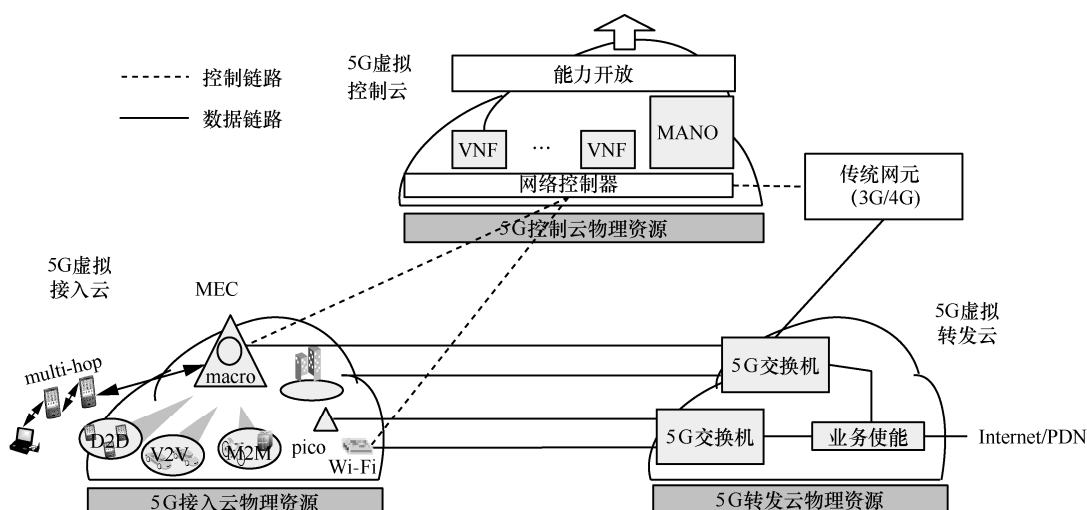


图 1 5G 网络架构示意图

network, 软件定义网络) /NFV (network function virtualization, 网络功能虚拟化) 的“三朵云”网络架构, 依据场景灵活部署, 具体如图 1 所示。

其中，控制云是 5G 核心网的集中控制核心、资源编排中心，5G 核心网功能采用模块化、虚拟化技术，在控制面集中基础上支持能力开放，并控制接入云和转发云。

转发云实现用户面功能及业务使能，聚焦数据流的高速转发与处理，由控制云控制，实现控制与承载分离，可按需部署在省核心数据中心、边缘数据中心和接入局所。

接入云实现多种类型的无线网接入，支持机器到机器（machine-to-machine，M2M）、车辆到车辆（vehicle-to-vehicle，V2V）、设备到设备（device-to-device，D2D）、多跳（multi-hop）、Wi-Fi、宏蜂窝（macro）、微蜂窝（pico）等无线网接入技术，支持无线网络虚拟化、边缘计算、与控制云和转发云配合移动网功能，支持无线网能力开放。

5G NR (5G new radio, 5G 新空口) 采用新型波形和多址、新帧结构、新信道编码等技术, 能够实现更高速率、更低时延和更高效率。新建独立的 5G NR 采用 3GPP option2 部署模式 (业界公认的 5G 目标架构), 有利于充分发挥 5G 网络能力优势,

支持 5G 核心网的网络切片、边缘计算等 5G 新功能和特性，实现所有 5G 新特性。

2.1 5G 核心网服务化架构

3GPP TS23.501 标准定义了 5G 核心网系统架构，包括基于服务的系统架构（service-based architecture, SBA）和基于参考点（reference point）系统架构。其中，基于服务的系统架构是指 5G 核心网组件以“网络功能”为单位进行模块化拆分后，成为若干个可被灵活调用的“服务”单元，“服务”单元之间使用轻量化接口进行服务调用。例如，移动性管理集中在 AMF（access and mobility management function，接入与移动性管理功能），会话管理集中在 SMF（session management function，会话管理功能）。各组件模块间 API 以 HTTP/2.0 的 RESTful API 为主。另外，为了便于描述各“服务”单元两两功能模块间的拓扑关系，3GPP 引入了基于参考点的 5G 核心网系统架构，作为 SBA 的补充。基于参考点的系统架构，明确标识了 5G 核心网解耦后任意两个网络功能模块间的逻辑连接方式及接口名称。

5G 核心网在部署模式上，采用基于云原生（cloud native）的服务化架构（云原生，即支持微服务/容器技术架构、支持敏捷部署、支持迭代开

发等),网络架构具有以下特征。

(1) 网络功能(network function, NF)提供原子化服务。即采用松耦合、总线型软件架构设计,基于互联网化开放 API,以轻量级“网络功能”为最小服务单元,改变传统网络,基于封闭信令网,重量级“网元设备”为最小服务单元的模式。

(2) 基于 SBA 的设计思路,使得 NF 可被进一步拆分为“服务”,支持无状态(即软件控制逻辑与运行状态数据相互分离,便于实现动态容灾、弹性扩缩容等),可独立管理各“服务”,以“服务”为粒度进行网络能力的灵活编排与组合。

(3) 基于互联网化的 HTTP 协议,采用 RESTful API 灵活调用。

(4) 采用服务注册与发现机制、动态服务、简化配置。

(5) 采用分布式的用户面功能(user plane function, UPF)。

(6) 基于虚拟化部署、自动化部署、快速弹缩。

(7) 引入网络切片技术,支持灵活部署。

(8) 支持跨域、跨系统的云基础设施统一管理,支持基于虚拟机、容器的灵活部署。

5G 核心网总体上分成两个部分:控制平面

(control plane, CP) 和用户平面(user plane, UP)。

在 SBA 中,控制平面 NF 间通信使用统一的服务化接口(service-based interface, SBI)。图 2 是基于服务化接口的 5G 非漫游系统架构示意图。

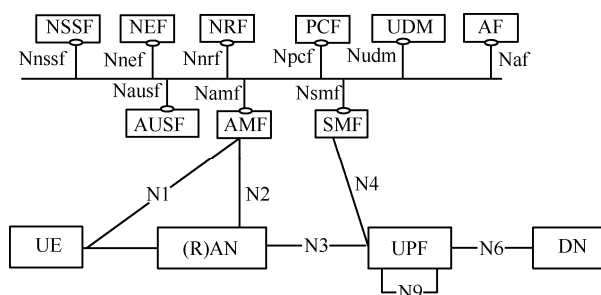


图2 基于服务化接口的5G非漫游系统架构示意图

2.2 5G 网络特征

2.2.1 5G 核心网具有的网络特征

(1) NFV 虚拟化

5G 核心网基于云原生的服务化架构,支持软硬件解耦、云基础设施跨数据中心统一管理,计算和存储资源动态分配,按需部署、灵活编排。

(2) 分布式架构

5G 核心网控制面统一部署,用户面按需集中或分布部署。5G 核心网部署原则及层次关系示意图如图 3 所示。

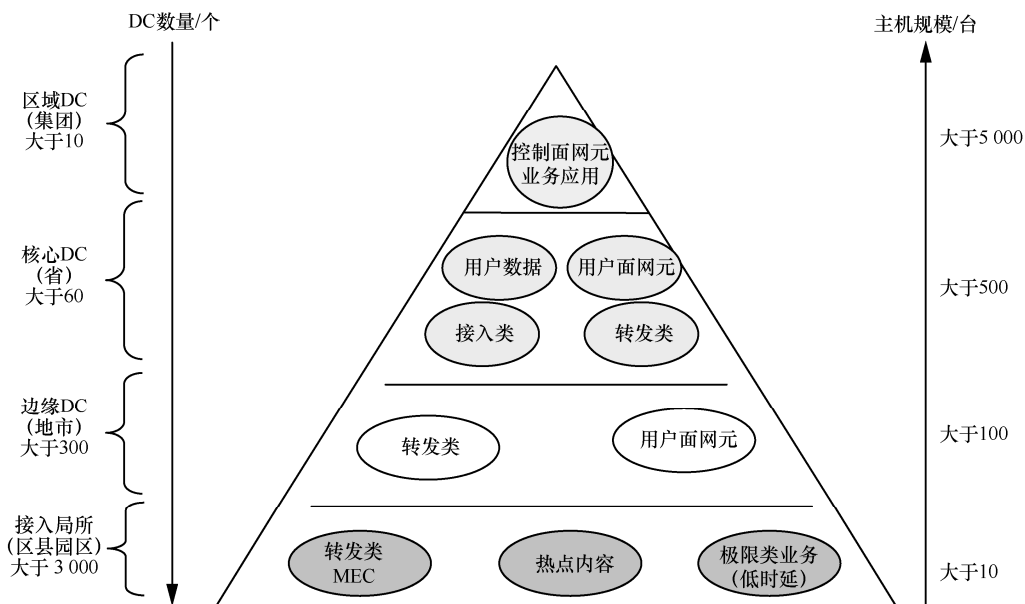


图3 5G核心网部署原则及层次关系示意图



2.2.2 5G 核心网元总体部署原则

统一业务/控制域网元，集约化原则优先。建议集中部署于区域数据中心，包括音/视频业务的 IMS（IP multimedia subsystem，IP 多媒体子系统）核心网控制面、短信、彩信、5G 核心网 NEF（network exposure function，网络开放功能）、物联网专网等网元和系统。

数据类网元，可靠性原则优先。建议在区域或省核心数据中心部署。HSS/UDM（home subscriber server/unified data management，统一数据管理/归属用户服务器）等网元，对设备可靠性要求较高，需要综合考虑所在数据中心及承载网的可靠性、容灾能力等，可选择超大容量的区域数据中心或省核心数据中心集中部署。

接入类网元，维护便捷性原则优先。建议部署在省核心数据中心，包括靠近转发面的控制类网元 MME/AMF（mobility management entity/access and mobility management function，移动性管理设备/接入与移动性管理功能）、GW-C（gateway-control plane，控制面网关）/SMF（session management function，会话管理功能）等，建议部署在省核心数据中心。

转发类网元，体验/成本原则优先。建议下沉

到地市边缘数据中心部署，包括 GW-U（gateway-userplane，用户面网关）、UPF（user plane function，用户面功能）、MEC（mobile edge computing，移动边缘计算）等，根据业务需求靠近用户面，建议尽可能部署到地市边缘数据中心和区县、园区等接入局所。

2.2.3 移动边缘计算

在接入网边缘节点部署 MEC 计算能力，可显著降低转发时延。

5G MEC 是一种可提供业务能力，满足运维需求和保障网络安全的系统性解决方案。MEC 通过集成 UPF，可提供端到端的网络安全、合法监听、计费、QoS 保障等网络功能。

5G 边缘计算架构示意图如图 4 所示，面向 5G 的 MEC 边缘计算分流和策略功能使用了 5G 核心网架构中的 SMF（session management function，会话管理功能）、UPF（user plane function，用户面功能）和 PCF（policy control function，策略控制功能）。基于 UPF 和 SMF 实现业务计费，基于边缘 UPF 支持合法监听功能，基于网络能力感知、北向标准接口及 NEF（network exposure function，网络开放功能）提供能力开放。NEF 作为统一的能力开放节点负责外部边缘应用与

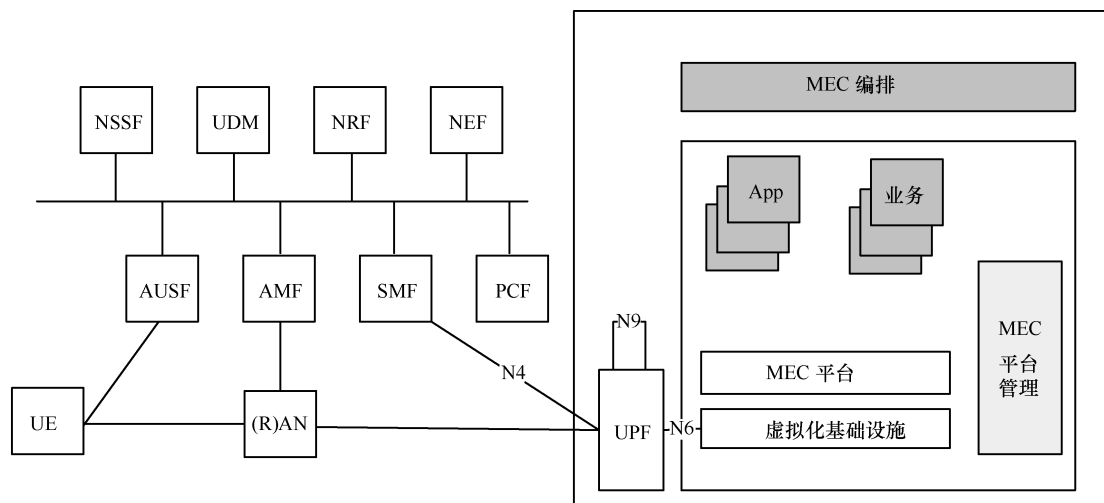


图 4 5G 边缘计算架构示意图

5G 网络的交互,通过逻辑隔离及部署安全设备实现网络安全,通过配置防火墙、IP 地址攻击防护、ACL (access control list, 访问控制列表)、HTTP 协议等手段提供安全防护。

2.2.4 控制面/用户面分离

控制面统一部署,用户面按需集中或分布部署。

2.2.5 软件定义网络

网络可编排,拓扑路由按需设计。

2.2.6 切片化管理

业务细分,按需定制网络能力。5G 核心网的网络切片示意图如图 5 所示。

逻辑隔离的网络切片能为不同应用场景提供差异化 SLA (service level agreement, 服务等级协议) 保障的连接服务,从而在同一套物理设施上支持多种垂直行业应用。

(1) 资源共享

同一套物理设施实现多种网络服务,降低运营商建网成本。

(2) 逻辑隔离

支持多级隔离与安全,具备独立全生命周期管理能力。

(3) 敏捷部署

面向服务、按需定制、实时监控、动态调度,

提供有保障的 SLA 服务。

2.3 5G 网络典型业务及网元部署要求

ITU 确定了 IMT-2020 的增强移动宽带 (enhance mobile broad band, eMBB)、低功耗大连接 (massive machine type communication, mMTC)、低时延高可靠通信 (ultra reliable low latency communication, uRLLC) 3 个典型业务场景。目前,国际优先发展 eMBB 业务, mMTC、uRLLC 业务技术标准将在 3GPP R16 中予以定义。

5G 核心网在部署上,采用以数据中心为核心进行分级部署的组网方式。

- 集团区域数据中心部署控制、管理以及集中化的媒体面网元, CDN (content delivery network, 内容分发网络) 省级节点, 全网统一云管平台、编排和管理系统。
- 省核心数据中心根据业务需求, 分布式部署本地网核心层用户面、转发面网元, 以满足用户低时延要求, 节省传输带宽。
- 地市边缘数据中心和区县园区接入局所, 分布式部署本地网汇聚层用户面、转发面网元, 云平台采用拉远管理或者独立部署轻量级云管平台, 采用计算/存储超融合方案, 支持自动化运维模式。

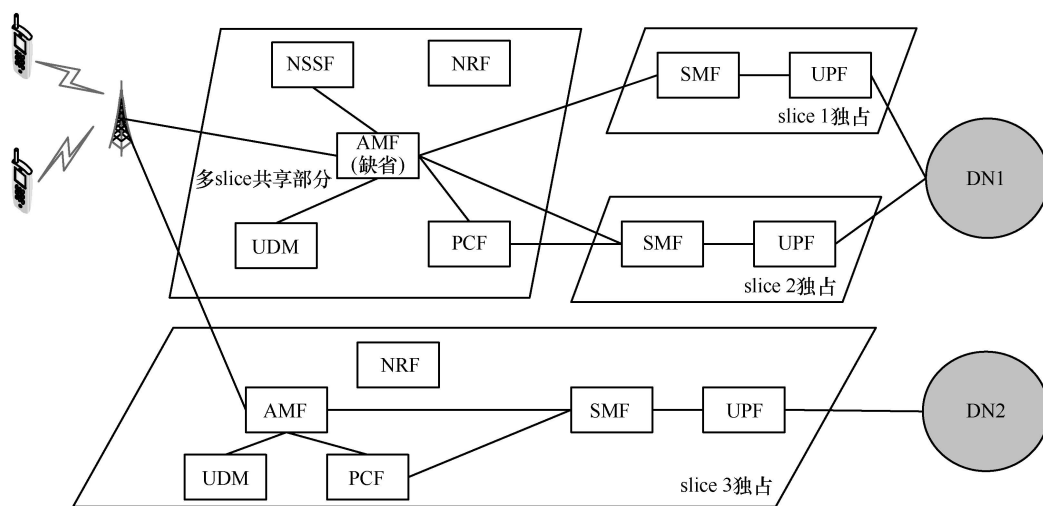


图5 5G 核心网的网络切片示意图



4G 和 5G 将在相当长的时间内共存。针对 5G 网络, 3GPP 已经明确将基于 IMS 网络提供语音业务, VoLTE (voice over long term evolution, 长期演进语音承载) 将在相当长一段时间为 5G 用户提供基础语音及国际漫游服务。5G 网络需要支持 5G 与 4G 的双向语音业务连续性。

2.3.1 语音业务

3GPP R15 语音业务解决方案包括 VoNR (voice over new radio, 新空口承载语音) 和 4G/EPS (evolved packet system, 演进的分组系统) 回退两种方式。后一种方式的组网如图 6 所示。

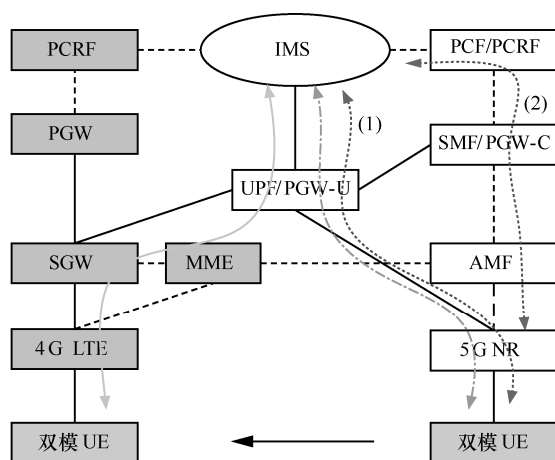


图 6 5G 语音业务组网方案 (4G/EPS 回退)

其主要的业务控制过程如下。

(1) 用户注册

用户创建 IMS PDU (packet data unit, 分组数据单元) 会话和 IMS 信令。

(2) 用户呼叫

- IMS 通过 Rx 接口发送消息, 请求建立语音承载。
- 查询 BSF (binding support function, 绑定支持功能) 获得 “PCF (policy control function, 策略控制功能)+PCRF (policy and charging rules function”, 策略与计费规则功能) 地址。
- “PCF+PCRF” 通知 5G 核心网创建语音流, 5G 核心网通知无线 NR 创建语音流。

- NR 判断不支持创建语音, 拒绝创建, 发起切换, 并通知 UE 回落 LTE。
- 用户回落 4G, 在 4G 创建数据承载和 IMS 信令承载。
- PGW 继续发起创建语音专有承载, 通道建立。

2.3.2 短信业务

5G 短信业务有两种可选方案, 如图 7 所示。

(1) SMS (short message service) over IMS

与 VoLTE 短信方案相同。通过部署 IP-SM-GW 连接短信中心和 IMS 核心网, 实现传统电路域短消息与 SIP 消息间的转换, 为用户提供短信业务。

为支持 5G 用户短信业务, IMS 域的 IP-SM-GW 设备需增加对 5G 接入信息的被叫域选支持。

(2) SMS over NAS (non access stratum, 非接入层)

通过引入 SMSF (short message service function, 短消息服务功能) 为 5G 核心网与短信业务系统提供消息交互。短消息通过 UE (user equipment, 用户设备) 与 AMF 间的 NAS 信令传送。AMF 与 UDM 设备需支持终端与 SMSF 的注册选择、相关用户数据信息管理能力等。

对于支持 IMS 的 UE, 需要在 UE 侧配置归属运营商的 MO (mobile original, 移动终端源请求) 进行 SMS 策略: 如果网络没有部署 VoLTE/IMS, 则 UE 使用 SMS over NAS; 如果网络部署了 VoLTE/IMS, 并且优先使用, UE 需要在 VoLTE/IMS 上发送 SMS, 如果无法发送, 再回退使用 SMS over NAS。

3 5G 云组网方案

5G 核心网将采用全面云化部署模式, 控制面整体向集团/省集中设置, 用户面根据不同业务需求, 按需部署; NRF (network repository

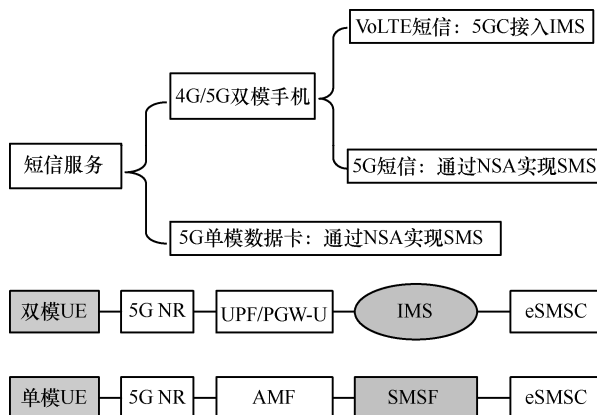


图7 5G核心网短消息业务实现方案

function, 网络存储功能)分集团和省两级部署。建议优选采用 SA (stand alone, 独立组网) 方案。初期 5G 独立组网, 未来采用融合核心网组网模式。

5G 核心网架构演进上, 可分以下 3 个实施步骤。

(1) 初期: EPC (evolved packet core, 演进的分组核心网) 和 5G 核心网协同组网, 共同支持 4G 和 5G 接入, 支持 4G/5G 互操作。

(2) 中期: 随着 4G 用户逐步迁移至 5G, EPC 设备随生命期逐步退网, 业务由 5G 承载。

(3) 远期: EPC 设备全部退网, 采用融合 5G 核心网承载全部 4G 和 5G 业务。

初期 5G 核心网部署后, 移动核心网体系架构如图 8 所示。

(1) 原有 4G 网络保持不动, 继续为纯 4G 用户提供服务。

(2) 新建 4G 和 5G 融合网络, 为 5G 用户提供服务

- 用户签约数据库 (unified data management/home subscriber server, UDM/HSS) 和用户策略 (PCF/PCRF) 统一, 保障用户数据一致性。
- 网关合设 (SMF/PGW-C, UPF/PGW-U), 保障用户数据的连续性。

(3) 网元部署方案, 具体如下。

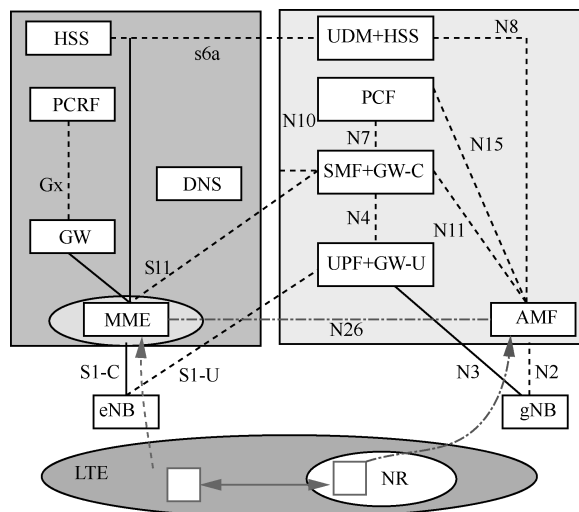


图8 移动核心网体系架构

- 初期: 功能集包括 AMF (接入与移动性管理功能)、SMF (会话管理功能)、UDM (统一数据管理)、UDR (用户数据寄存器)、AUSF (鉴权服务器功能)、UDSF (非结构化数据存储功能)、NRF (网络存储功能)、PCF (策略控制功能)、BSF (绑定支持功能)、CHF (计费功能)、NSSF (网络切片选择) (初期以 eMBB 业务为主, 短信采用 VoLTE 短信, 暂不考虑能力开放)。
- 中期: 根据国际标准进展情况, 逐步增加 SMSF (为 5G 单模终端/物联网终端提供 NAS 的短信服务)、NWDAF (网络大数据分析)、NEF (统一的能力开放)、N3IWF (非 3GPP 接入互操作网关) 等。

3.1 5G 端到端组网方案

5G 端到端组网目标架构如图 9 所示, IMS 语音及物联网平台、行业应用平台在集团级大区数据中心集中化建设; 核心网控制面网元在各省核心数据中心部署; 用户面 UPF/MEC、无线、传输下沉到地市或边缘数据中心部署。

- 无线网: 以新空口用户为中心的超密集无线网, 多站点协同灵活调度。
- 承载网: 集中管控灵活调度的承载网络, SDN 集中管控, 超灵活调度, 大带宽、低

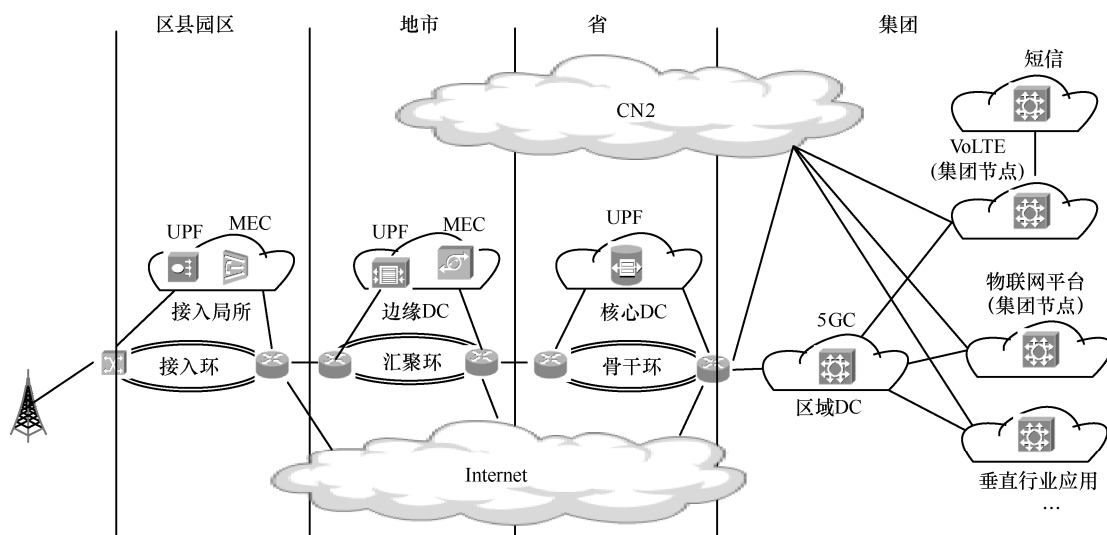


图9 5G核心网端到端组网目标架构

时延。

- 核心网：多级数据中心分布的核心网，全云化架构（NFV 云化、微服务化）。信令面在省级/大区，用户面按需下沉至地市或边缘。

3.2 5G 核心网组网（控制云）

3.2.1 控制面

5G 核心网控制面组网方案建议如图 10 所示。

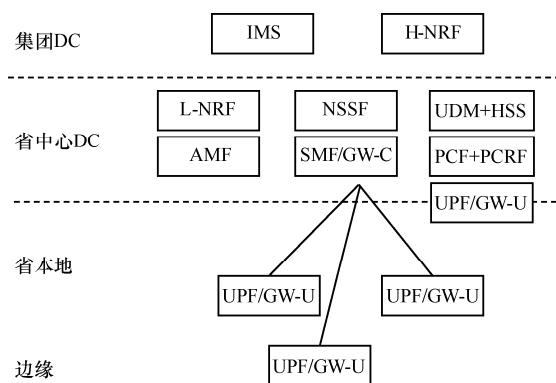


图10 5G核心网控制面组网方案建议

业务类：建议 IMS 控制面、短信、彩信、能力开放、物联网专网、5G 核心网的 AF 等全网性统一业务优先部署在大区数据中心。

数据类：建议 HSS/UDM, PCRF/PCF 等网元，集中部署到大区/省数据中心。5G 核心网部署方式如图 11 所示。

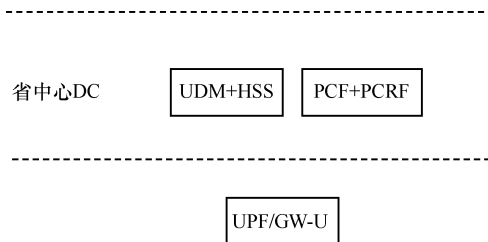


图11 5G核心网部署方式

接入类：建议控制面 AMF、SMF/GW-C、NRF、NSSF、SMF/GW-C 等，以省为单位部署在多个数据中心，实现备份容灾。

(1) AMF

AMF 建议在省数据中心建设，独立组 pool，如图 12 所示，AMF 为相同的服务区的 gNB（generation NodeB，5G 基站）服务，包含多个 TA（tracking area，跟踪区域）。初期可每省部署一个 AMF pool，后续按扩容门限扩容。

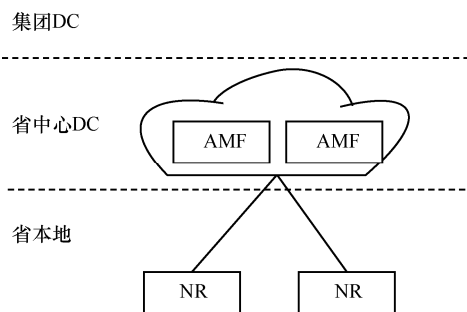


图12 5G核心网控制面组网：AMF示意图

(2) SMF

SMF 建议在省数据中心建设。3GPP R15 中定义全网一个服务区(如图 13 所示), 3GPP R16 考虑增加 SMF 服务区, 通过 TAI (tracking area indicator, 跟踪区域指示器) 来寻址。SMF 服务区并没有基站接入数量的限制, 为便于管理, 建议每省部署一个 SMF 服务区。

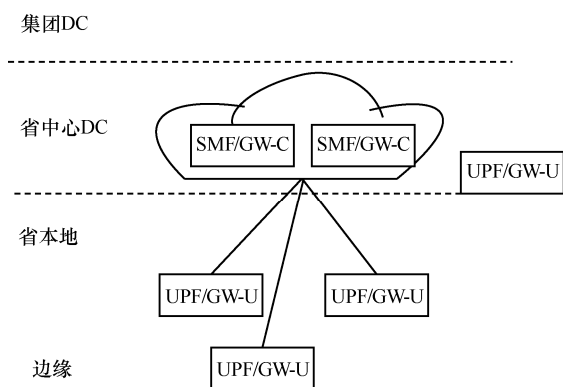


图 13 5G 核心网控制面组网：SMF 示意图

(3) NRF

NRF 建议初期部署在省中心, NRF 采用两层架构: 大区 H-NRF (high-network repository function, 高级网络存储功能), 全互联模式、南向寻址 L-NRF (low-network repository function, 低级网络存储功能); 后续可兼做 I-NRF (interworking-network repository function, 互通网络存储功能); 省级 L-NRF, 南向直接管理各 NF, 北向上送 H-NRF 实现跨区域发现。如图 14 所示。

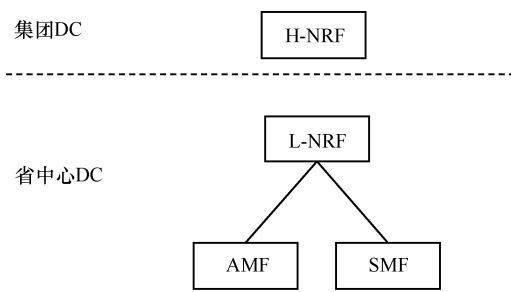


图 14 5G 核心网控制面组网：省 NRF/L-NRF 示意图

(4) NSSF

建议初期部署在省数据中心, 如图 15 所示,

NSSF (network slice selection function, 网络切片选功能) 根据用户订阅的 subscribed NSSAI (network slice selection assistance information, 网络切片选择辅助信息), 运营商配置策略等信息, 决策允许用户接入的 allowed NSSAI (许可的网络切片选择辅助信息) 和 configured NSSAI (配置的网络切片选择辅助信息)。

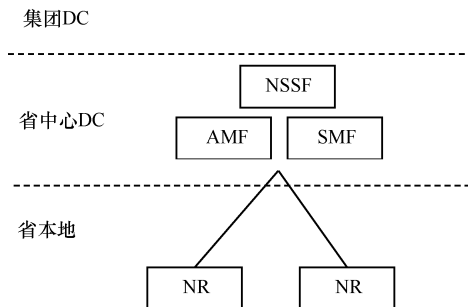


图 15 5G 核心网控制面组网：NSSF 示意图

3.2.2 用户面

5G 转发面包括 UPF 和 MEC。转发面对网元主要完成报文转发和用户数据解析, 对转发性能要求高。转发面网元离内容、无线接入越近, 用户业务体验越好, 需要根据业务的诉求按需下沉到地市或者边缘数据中心。初步建议 10 ms 以下需求, 部署在汇聚机房; 50 ~100 ms 范围的需求, 网元部署在地市数据中心机房, 100 ms 以上需求, 可以部署在省份/大区数据中心。

5G 核心网初期商用的 MEC 边缘计算, UPF 及 MEC 平台主要部署在区县(管理面部署在省中心/大区, 组网方式如图 16 所示), 建议区县准备不少于 5 个机架资源。鉴于区县接入局所可用空间有限, 部分老旧机房电力不足, 需同时考虑空调散热能力。转发面下沉到接入机房需优先考虑采纳集成度高, 功耗低的硬件, 权衡成本、性能、部署位置、组网等因素, 必要时分层部署, 按需选择多种部署形态。

3.3 5G 承载网组网(转发云)

5G 承载网可根据不同组网方案来灵活高效部署。

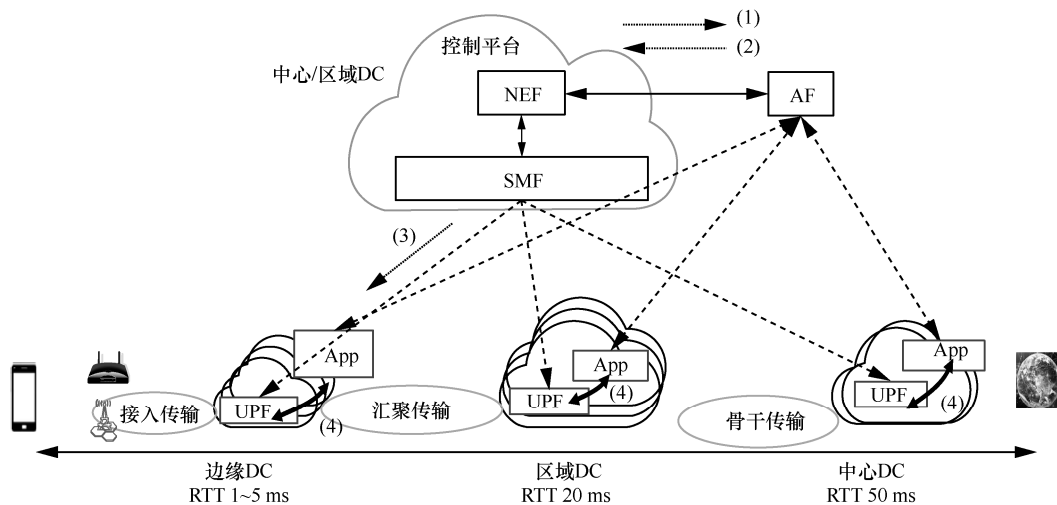


图 16 5G 核心网 MEC 组网示意图

3.3.1 前传承载

目前主要存在 CPRI (common public radio interface, 通用公共无线电接口) 和 eCPRI 方案。光纤资源充足时, 5G 前传方案以光纤直连为主 (应采用 Bi-Di 单纤双向技术, 节约 50% 的光纤资源); 光纤资源不足时, 综合考虑光纤布防难度、工期和成本 (100 Gbit/s+CPRI 光模块成本高) 可采用设备承载方案。例如, 有源 WDM (wavelength division multiplexing, 波分复用) /OTN (optical transport network, 光传送网), 无源 WDM、WDM PON (passive optical network, 无源光纤网络) 等。前传接口采用 eCPRI 方案为主, CPRI 为辅。

3.3.2 回传承载

初期业务量不大, 可采用比较成熟的 IP RAN (radio access network, 无线接入网)。根据业务发展情况, 在业务量大而集中的区域可采用 OTN (optical transport network, 光传送网) 方案, PON (passive optical network, 无源光网络) 技术在部分场景可作为补充。

(1) IP RAN 方案

- IP RAN 方案可支持 4G/5G 业务统一承载, 支持完善的二、三层灵活组网功能, 产业链成熟, 具备跨厂商设备组网能力。

- 接入层按需引入长距离速率即可 (如 25GE/50GE/100GE 等) 满足带宽需求, 可选择引入 FlexE 接口、EVPN (ethernet VPN, 以太网 VPN) 和 SR (segment routing, 分段路由) 优化技术, 进一步简化控制协议, 增强业务和灵活调度能力。

(2) PON 方案

适用于 CU/DU (control unit/data unit, 控制单元/数据单元) 同站址部署在基站机房, 或者 CU/DU/AAU (active antenna unit, 有源天线单元) 一体化小站部署时的回传需求。需要支持 10 Gbit/s 及以上的速率, 可利用 FTTH (fiber to the home, 光纤到户) 网络的 ODN (optical distribution network, 光分配网) 及 OLT (optical line terminal, 光线路终端) 设备, 实现低成本快速部署。

3.3.3 核心网承载

由于网络云化及 MEC 的引入, 5G 核心网的控制面网元, 主要部署与集团/省区域/核心数据中心, 用户面网元功能下沉在地市边缘数据中心, 甚至区县接入局所。因此, 需要为 5G 承载网提供更为灵活的组网功能。

5G 核心网在省内互联由回传网络统一提供, 省际互联网方式需与数据中心互联网网络统筹考虑。承载网组织形式如图 17 所示。

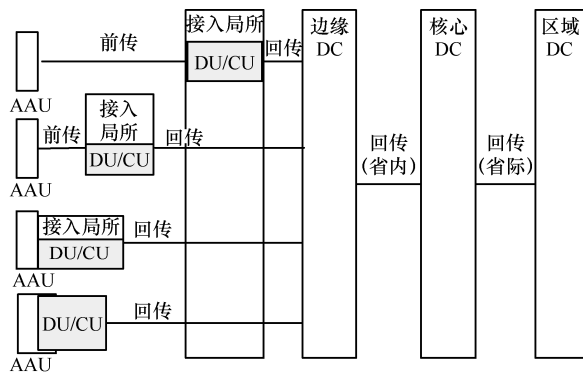


图 17 承载网组织形式示意图

3.4 5G 接入网组网（接入云）

当前，无线网络 CU 虚拟化在功耗成本和体积方面仍处于劣势，DU 难以虚拟化，初期建议采用 CU/DU 合设部署，有利于减少网元数量和传输时延，有利于降低规划复杂度，降低部署成本缩短建设周期，降低运维复杂度，后期可按需逐步分离部署。

4 信令网组织及路由方案

4.1 网元间通信模式

随着 3GPP R16 引入 SCP（service communication proxy，服务通信代理）提供间接通信、代理服务发现、消息路由等功能，3GPP 网元间的通信目前有了直接通信（direct communication）和间接通信（indirect communication）两种模式。

（1）直接通信

指服务消费者网元（service consumer NF）通过 NRF 服务发现，得到可用的服务提供者网元（service producer NF）列表，根据本地策略选择一个网元，直接向其发出服务请求消息。直接通信模式是纯 NRF 组网，在 3GPP R15 定义。

（2）间接通信

指服务消费者网元将服务请求消息发送给 SCP（service communication proxy，服务通信代理），由 SCP 将服务请求消息转发给合适的服务提供者网元。间接通信模式是 NRF 和 SCP 协同组网，在 3GPP R16 引入。

建议 5G 核心网采用 NRF 和 SCP 协同完成 5G 核心网的信令路由功能。

- 具有用户号码归属关系的 NF 采用 SCP 寻址，如 AMF 寻址 UDM/PCF、SMF 寻址 UDM/PCF。
- 无用户号码归属关系的 NF 采用 NRF 寻址，如 AMF 寻址 SMF。
- 各省内 SCP 预先配置省内用户号段的路由数据（号段与 UDM/PCF ID 对应关系），省间 SCP 预先配置全国用户号段的路由数据（号段与省份 SCP 对应关系）。

4.2 纯 NRF 寻址

纯 NRF（network repository function，网络存储功能）寻址的组网如图 18 所示。NRF 分为两级，LNRF（low network repository function，低级 NRF）负责本省内网元的服务注册/服务发现，HNRF（high network repository function，高级 NRF）负责根据全国号段路由跨省的服务发现请求消息。

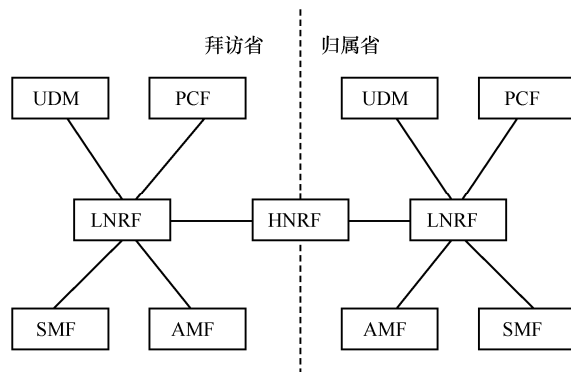


图 18 纯 NRF 寻址的组网示意图

（1）省内消息路由

- AMF 向本省 LNRF 发起服务发现流程，携带用户标识、本 NF 类型，请求访问 NF 类型 UDM 等信息。
- LNRF 根据服务发现请求消息携带的参数，查询数据库，返回可用的 UDM 实例对应的 NF Profile（属性）列表。
- AMF 从 NRF 返回的 UDM 实例列表中，根



据本地策略选择一个 UDM 实例，如果无可用链路，则先建链再向其发出服务请求消息。

- UDM 返回服务响应消息。

(2) 省间消息路由（以拜访省 AMF 访问归属省 UDM 为例说明）

- 拜访省 AMF 向本省 LNRf 服务发现，寻找用户所在 PCF 地址。
- LNRf 发现用户号码不属于本省，将服务发现请求消息转发给本省所属大区的 HNRf。
- HNRf 根据用户号码，将该服务发现请求消息路由到用户归属省 LNRf。
- 归属省 LNRf 根据用户号码和本地记录的服务信息，找到用户所在 PCF，返回服务发现响应消息。
- HNRf 向拜访省返回服务发现响应消息。
- 拜访省 LNRf 向 AMF 返回服务发现响应消息。
- 拜访省 AMF 从响应消息中选择一个归属省 UDM 实例，如果无可用链路，则先建链再向其发出服务请求消息。

4.3 NRF 和 SCP 协同

NRF 和 SCP 协同的信令网，SCP 和 NRF 均分为两级，如图 19 所示。

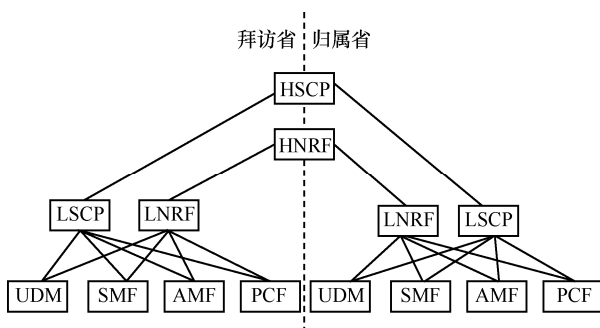


图 19 NRF 和 SCP 协同组网示意图

- LNRf（low network repository function，低级网络存储功能）负责本省内服务注册/服

务发现，HNRf 负责 AMF/SMF 之间跨省的服务发现请求消息。

- LSCP（low service communication proxy，低级服务通信代理）负责本省内 AMF/SMF 到 UDM/PCF/CHF 服务的寻址，HSCP 负责跨省间 AMF/SMF 到 UDM/PCF/CHF 服务的寻址。

LSCP 上配置省内用户号段的路由，即号段与 UDM/PCF/CHF Group ID 的对应关系，而 HSCP（high service communication proxy，高级服务通信代理）上配置全国用户号段的路由，即号段与省 LSCP 的对应关系。

各 NF 上配置 SCP 地址以及哪些接口通过 SCP 通信。

目前 3GPP 协议对 SCP 组网下消息路由的流程还未明确定义，本文给出了一种可能的方式——省内消息路由。

AMF/SMF 之间的通信通过 NRF 服务发现，直接建链通信。

AMF/SMF 与 UDM/PCF/CHF 之间的通信，通过 SCP 完成基于用户号段的寻址，如图 20 所示。下面以 AMF 访问 UDM 为例说明。

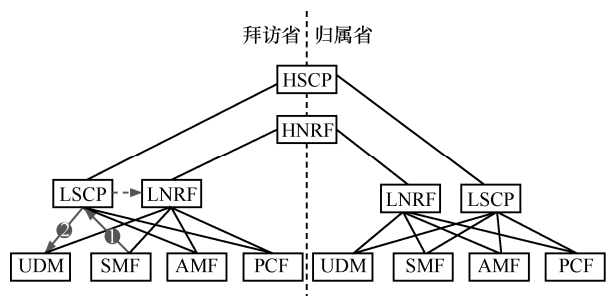


图 20 5GC 控制面组网示意图

- AMF 根据本地配置，将申请用户数据的服务请求消息发给本省 LSCP。
- LSCP 根据本地配置的号段数据找到用户归属的 UDM 实例，将服务请求消息转发给该 UDM 实例。作为可选流程，如果 LSCP 上无该 UDM 实例的 IP 地址信息，LSCP

向本省 LNRF 服务发现获取该 UDM 的地址信息, 从而完成建链。

5 结束语

5G 网络标准正在逐步制定中, 相关网元成熟度、组网及运营方案、端到端一体化运维组织体系建设等均有待进一步完善。本文提供了一种建议的 5G 组网方案及相关运营策略。未来, 将重点研究面向 5G 核心网的智慧运营系统, 以“事先化、自动化、主动化”的视角, 分析 5G 核心网智慧运营系统的核心功能、关键算法等, 以期为实现 5G 网络智慧化运营提供进一步的解决方案借鉴。

参考文献:

- [1] 3GPP. System architecture for the 5G System: TS23. 501[S]. 2018.
- [2] 3GPP. Procedures for the 5G System: TS23.502[S]. 2018.
- [3] 3GPP. Policy and charging control framework for the 5G system: TS503[S]. 2018.
- [4] 3GPP. Interface between the control plane and the user plane notes: TS29.244[S]. 2018.
- [5] 3GPP. Technical implementation of 3GPP short message service; stage 2: TS23. 040[S]. 2018.
- [6] 3GPP. Policy and billing control architecture; Phase II: TS23.203[S]. 2018.
- [7] 3GPP. Peer-to-peer end message service support on mobile radio interface: TS24.011[S]. 2018.
- [8] 马洪源, 肖子玉, 卜忠贵, 等. 面向 5G 的核心网演进[J]. 电信科学, 2019, 35(9): 135-143.
MA H Y, XIAO Z Y, BU Z G, et al. Evolution of core network oriented to 5G[J]. Telecommunications Science, 2019, 35(9): 135-143.
- [9] 马涛. 5G 网络共享共建方案[J]. 电信科学, 2019, 35(9): 153-157.
MA T. 5G RAN sharing & co-construction scheme[J]. Telecommunications Science, 2019, 35(9): 153-157.
- [10] 王丽莉, 姚军. 5G 传输网络承载方案分析[J]. 电信科学, 2019, 35(7): 145-151.
WANG L L, YAO J. Scheme analysis of transmission network for 5G mobile communication system[J]. Telecommunications Science, 2019, 35(7): 145-151.

[作者简介]



李青 (1973—), 男, 中国电信股份有限公司研究院高级工程师, 中国电信平台与核心网专业领域高级专家, 中国电信集团 B 级人才, 主要从事电信增值业务平台及产品开发、网络演进、云计算/大数据等方面的运营技术工作。