



5G 价值面，BSS/OSS 融合的下一站

孙杰¹, 孙滔², 孙震强³, 刘云新⁴, 杨爱东¹, 王达¹, 王鹏¹, 叶晓舟¹, 欧阳晔¹

- (1. 亚信科技(中国)有限公司, 北京 100193;
2. 中国移动通信有限公司研究院, 北京 100053;
3. 中国电信股份有限公司研究院, 北京 100035;
4. 清华大学, 北京 100084)

摘要: 随着移动通信与互联网技术的发展, 传统通信业务已由单一的语音通信, 发展为多元化、个性化的融合信息服务, 通信产业价值链结构从以运营商为中心的模式向以用户体验为中心的模式转变。互联网与内容提供商以“内容驱动”为理念, 灵活快速地迭代产品并响应用户需求, 市场份额快速提升, 这导致运营商在产业价值链中逐渐被“管道化”。在数字化转型过程中, 运营商通过重构、抽象 5G 网络功能, 实现了网络按需编排、灵活适配和快速部署的能力, 并基于业务支撑系统(business support system, BSS)/运营支撑系统(operation support system, OSS)(BO)融合与以用户为中心的运营模式增强用户体验, 以期实现在产业价值链中地位和价值的提升。在回顾通信产业价值链发展的基础上, 分析了运营商价值提升所面临的挑战, 提出了一种基于 5G 网络嵌入式服务的 5G 价值面体系架构, 给出了典型应用场景, 并为运营商 5G 价值面的演进提供了路径建议, 助力运营商驶向 BO 融合的下一站。

关键词: 5G 价值面; 网络嵌入式服务; 网络数据分析; 策略控制; 融合计费系统

中图分类号: TP393

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2022081

5G value plane, the next generation of BSS/OSS consolidated architecture

SUN Jie¹, SUN Tao², SUN Zhenqiang³, LIU Yunxin⁴,
YANG Aidong¹, WANG Da¹, WANG Peng¹, YE Xiaozhou¹, OUYANG Ye¹

1. Asia Info Technologies (China) Co., Ltd., Beijing 100193, China
2. China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China
3. Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Beijing 100035, China
4. Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract: With the development of the mobile communication and Internet technology, the traditional communication business has been developed from voice communication services to diversified and personalized information services, and the value chain structure of the communication industry has been changed from the mobile network operator (MNO)-centered mode to the user experience-centered mode. With the concept of “content-driven”, Internet content providers update their products actively to satisfy the users’ needs, which results in a rapid increase in the market

share, while the MNOs are gradually being “pipelined” in the industry value chain. In the process of the digital transformation, MNOs have achieved the on-demand scheduling, flexible adaptation, and rapid deployment by reconfiguring and abstracting 5G network functions, and have enhanced the user experience using a user centric operation model based on the business support system (BSS)/operation support system(OSS)(BO) consolidation to ultimately achieve the enhancement in the value chain. On the basis of reviewing the development of the communication industry’s value chain, the challenges for MNOs to promote their values were analyzed. Meanwhile, a 5G value plane architecture based on embedded services in 5G networks was proposed, and the typical application scenarios were given. Path suggestions for the evolution of the 5G value plane were provided, which help MNOs to build the next generation of BSS/ OSS consolidation.

Key words: 5G value plane, network embedded service, network data analytics, policy control, convergent charging system

0 引言

价值链的概念是 Michael E. Porter 于 1985 年在其所著的《竞争优势》一书中提出的, 在过去近 20 年获得了很大的发展, 已经成为研究竞争优势的有效工具。Jefferey F. Rayport 和 John J. Sviokla 于 1995 年提出了虚拟价值链的观点^[1]。在虚拟价值链中, 信息可以创造价值, 使得客户从被动接受商品走到了价值链前台, 以客户为中心成为未来的趋势。通信产业价值链作为典型的虚拟价值链, 通信运营商在价值链中的定位也随着移动通信与互联网等技术的发展不断变化。

2G 时代, 通信运营商处于价值链的核心, 运营商向设备制造商购买网络设备并部署成运营的通信网络; 用户付费给运营商享受通信基础服务, 用户既是信息的生产者, 也是信息的消费者^[2]。3G 时代, 随着移动互联网技术的发展, 通信主导业务由基础的语音、短信业务向以流量为基础的增值电信业务转变^[2]。产业链的每一个环节都参与到用户价值的实现过程, 特别是应用服务商和内容服务商均通过运营商网络为用户提供 OTT (over-the-top) 业务, 建立与用户的直接联系^[3]。运营商的核心竞争力逐渐转变为对通信网络与客户资源的掌控能力。4G 时代, 通信需求由单一的语音通信向追求多元化、个性化、融合的信息服

务转变, 通信产业价值链由运营商掌控转变为以用户需求为中心。尽管通信运营商为满足用户需求, 持续业务创新, 并引入多媒体等业务; 但应用与内容服务商通过灵活且满足用户需求的应用与内容源快速抢占市场, 运营商逐步被管道化。

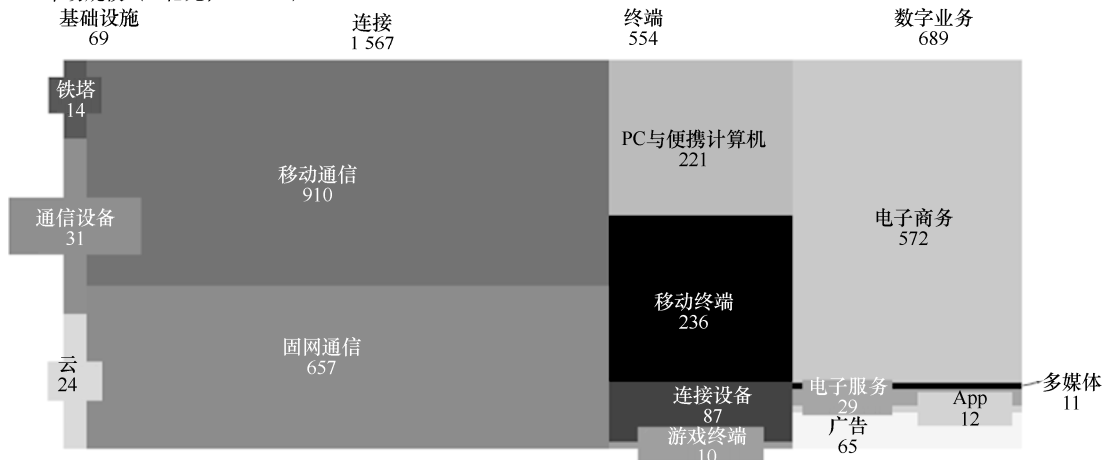
5G 时代, 全球通信运营商面临增长停滞、收入和利润下降的压力, 运营商亟须通过数字化转型实现经济效益增长。通信运营商价值演进如图 1 所示^[4], 数字经济规模由 2010 年的 2.9 万亿美元发展到 2020 年的 6.3 万亿美元, 而运营商主导的连接业务仅获得不到 2% 的收入增长, 数字服务商、OTT 厂商和云基础设施厂商受益于数字化转型, 收入增长了 5 倍, 占整个生态系统增长的近 80%^[4]。随着 5G 网络的建设与业务发展, 5G 与人工智能、多接入边缘计算 (multi-access edge computing, MEC)^[5]、大数据等技术结合将加速推动运营商数字化转型。运营商需要探索除连接和通信之外的新机遇, 通过网络能力按需灵活开放, 提升价值链中的位置与价值占比。

1 通信业数字化转型现状与挑战

数字化业务模式、客户体验和成本控制是当前电信运营商战略议事日程的首选项^[6]。对调查对象进行访谈, 过半数受访者提出 3 个重点领域: 数字化业务模式 (71%)、客户体验 (61%)、成本控制 (53%)。

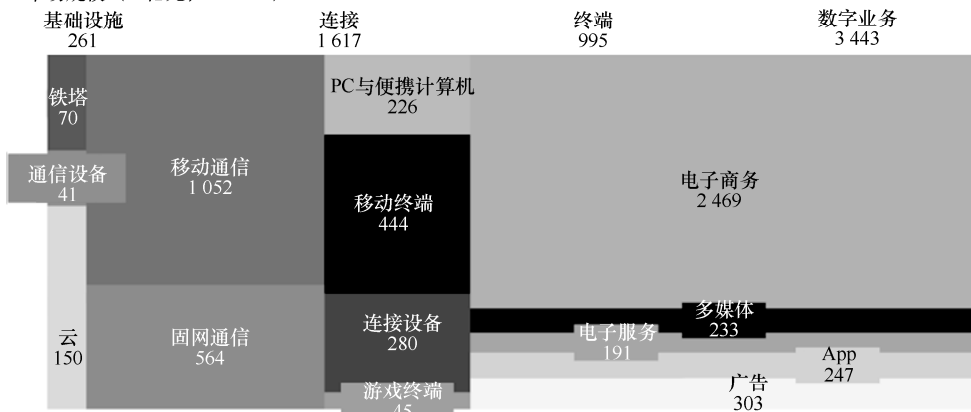


2010年：通信连接是最大的贡献者
市场规模（10亿元，FY2010）



(a) 数字经济规模（2010年）

2020年：数字业务的表现超过了其他领域，创造了新的增长渠道
市场规模（10亿元，FY2020）



(b) 数字经济规模（2020年）

图1 通信运营商价值演进^[4]

全球运营商数字化转型大致可分为经营信息数字化转换、运营流程数字化升级与建立新的数字商业模式3个阶段^[7]。国内运营商主要基于BO融合，通过中台体系、云网融合等举措开展数字化转型。中国移动提出了融合、融智、融通，打造“中国移动力量大厦”^[8]，中国移动力量大厦示意图如图2所示。中国联通围绕全面数字化转型，以信息技术（information technology, IT）规划为基础，以中台为核心，赋能全面数字化转型。中国电信提出担当落实“云网融合运营”和“数字化转型”两大使命，推进数字化转型。

国外运营商主要基于网络平台化、以客户为中

心等举措推动通信业数字化转型^[9]。Vodafone提出了“数字优先，以客户为中心”的Tech2025战略，实现从通信到科技通信平台的演变^[10]。Orange提出Engage2025，从“体验为中心”转向更全面增长和持续发展。德国电信致力于实现电信运营商即平台（Telco-as-a-platform）^[11]，建立可扩展的软件集成层，通过微服务和开放式应用程序接口（application programming interface, API）有效集成合作伙伴供应商的网络与数字化服务能力，从而以数字优先的方式进行客户体验管理和运营服务，德国-电信Telco-as-a-platform示意图如图3所示。

在通信业数字化转型进程中，5G网络数字

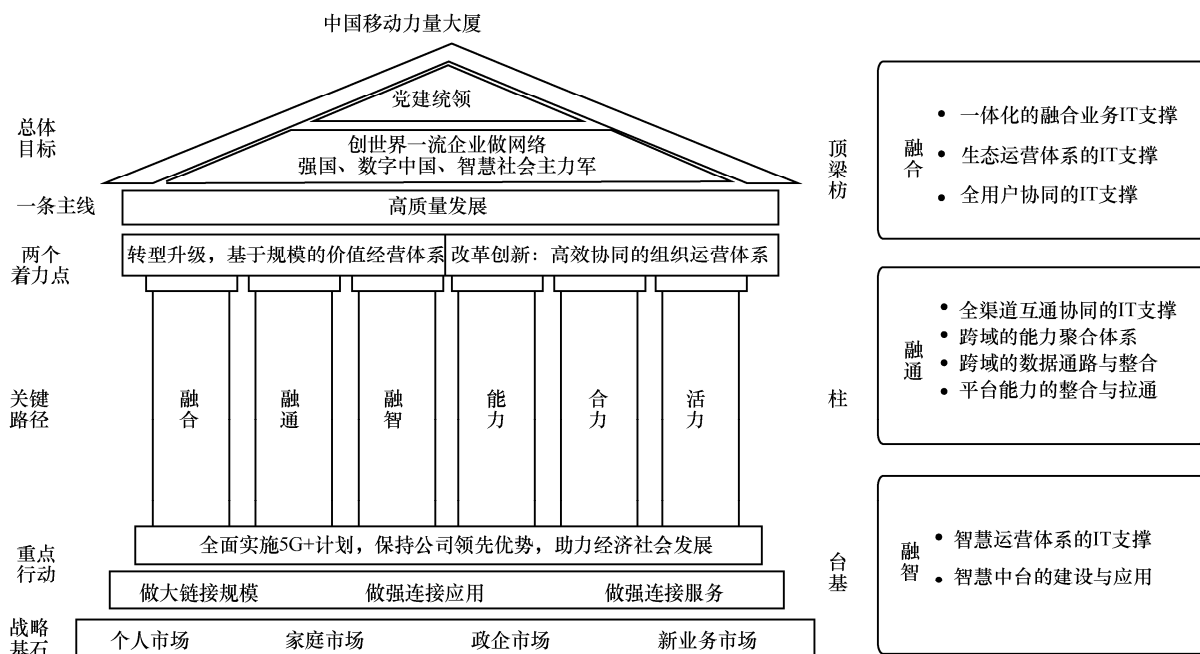


图2 中国移动力量大厦示意图

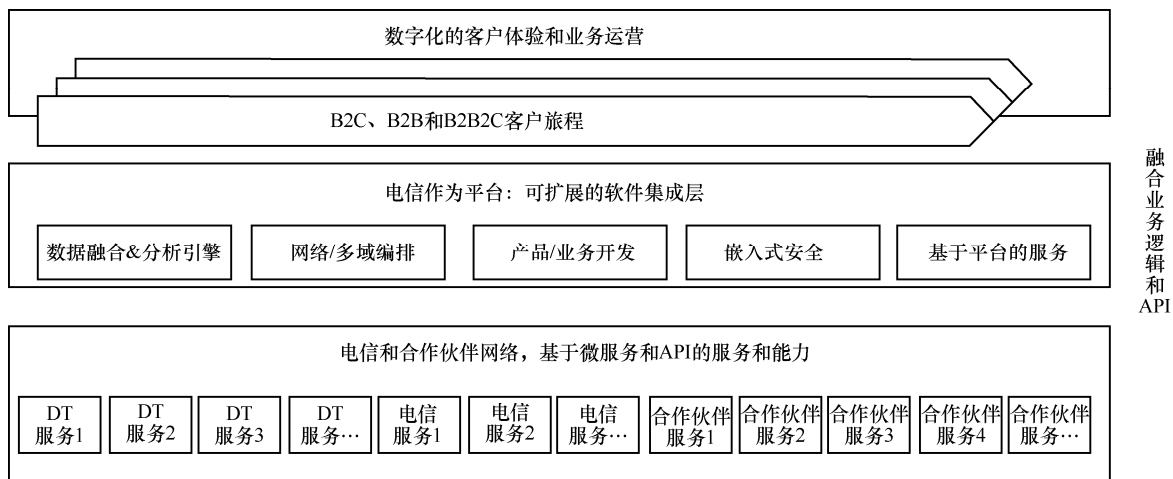


图3 德国电信 Telco-as-a-platform 示意图

化、云化、网络开放的特征将催生大量面向垂直行业的新业务，同时也带来客户业务需求的多元化、个性化及业务应用标准的提高，为运营商数字化转型与BO融合带来了新的挑战。

(1) 未形成基于网络能力的价值应用

3G/4G时代，运营商占据的价值链逐渐被上层OTT压缩，网络管道化危机日趋严重，运营商提供了网络基础设施及对应的接口、协议等，但是由于缺少基于网络能力的价值应用，网络价值

被OTT抢占。5G时代，随着网络切片、边缘计算等技术的发展，运营商基于5G网络能力对用户应用产品成为可能，运营商需要融合网络与IT的能力，构建基于网络能力的价值应用，形成网络对应用的黏性。

(2) 网络质量、性能与用户感知体验之间形成了一条“数字鸿沟”

传统的网络业务管理以网络KPI组成的服务质量(quality of service, QoS)定义网络服务质量，



无法真实体现用户在使用网络业务的体验与感知,导致基于 QoS 体系的网络性能质量和业务运营领域关注的客户满意度、感知体验之间形成了一条“数字鸿沟”^[12]。为提升网络质量与用户业务感知,目前通信运营商主要基于网络与业务融合数据,通过人工智能算法模型进行用户业务的感知评估,但是现有的融合数据主要来源于运营商的数据中台,数据中台的数据由各类原始数据(DPI、Counter、Alarm 等)在多个系统进行计算汇聚,影响数据的时效性、有效性与准确性,从而影响用户感知算法模型的准确性,导致运营商无法实时、准确地评估用户业务感知。

(3) 网络开放能力不足,无法按需动态开放网络能力

现有能力开放主要基于能力开放平台将网络与 OSS、BSS、网元管理系统(element management system, EMS) 等能力提前按行业或企业规范进行开发并开放给上层应用,导致能力开放结构相对复杂、能力开放效率低。

2 相关研究工作

近年来,为扭转价值链管道化的困境,运营商主要通过智能管道转型、IT 系统转型与数字应用转型等开展研究工作。

(1) 智能管道转型

为了积极应对移动互联网快速发展带来的运营商管道化问题,通信运营商一方面要“做宽管道”,支持移动互联网用户的快速和规模发展;另一方面要提升网络的智能性,成为“智能管道的主导者”,使网络具备“用户可识别、业务可区分、流量可调控、网络可管理”的能力,实现资源可管、可控、按照用户和业务灵活进行资源调度,通过差异化的服务和运营,摆脱“哑管道”的命运^[13]。传统智能管道主要基于 3GPP 定义的策略控制和计费(policy control and charging, PCC) 架构设计,该结构下的智能管道解决了管

道控制的下发能力,但不具备数据采集能力,不能有效实时感知网络状态以及用户面数据的特征。为解决传统智能管道无法采集数据的问题,基于大数据的智能管道技术被提出,希望利用大数据技术对大量的信令和用户面数据进行采集和分析,实现数据价值的变现,提供更好的用户感知,但是由于数据的时效性、准确性问题及缺少人工智能算法的支撑,该技术仍无法准确、实时地评估用户业务感知。

(2) IT 系统转型

在通信运营商传统业务日趋饱和、收入增长面临较大压力的形势下,通信运营商通过建设中台体系构建 BO 融合能力,加速数字化转型。运营商的中台由业务中台、数据中台和技术中台等核心部分组成,并通过中台能力运营中心,为前台应用和垂直行业提供按需定制的商业能力,实现业务的快速交付与运营,赋能“5G+”生态,助力产业升级^[14]。通过建设数据中台、AI 中台、技术中台与运营中台、网络中台、管理业务中台,构建 BO 数据融合、AI 融合、流程融合与能力融合体系,实现端到端业务支撑、客户服务体验感知、业务能力开放等,但是在运营商中台体系的建设过程中仍存在一些问題,如 BO 域数据互通不够、中台数据共享不足、技术栈不统一、未形成网络与数据能力的完全开放等问题。

(3) 数字应用转型

通信运营商为了在通信产业数字化进程中保持并提升价值链地位,利用数字技术优化效率提高利润率、降低运营成本,提出数字化、模块化和自动化是提高电信运营效率的关键,并期望在企业对企业(business to business, B2B) 市场获取新的机会^[15]。通信运营商利用其基础设施优势,将基础设施与最先进的数字技术结合,特别是围绕物联网、安全和工业 4.0 的结合。但经验表明,运营商在横向网络层产品上更容易取得成功(如安全、物联网、

区域中小企业的云服务),在其他领域则相对困难。

基于以上分析,为加速通信业数字化转型、助力运营商构建基于网络黏性的价值应用、提升用户业务感知,并按需动态开放网络价值能力、实现网络即服务(network as a service, NaaS),需要基于5G网络嵌入式服务(network embedded service, NES)^[16]建立5G IT基础设施与网络基础设施之间的连接面,称为5G价值面,从而形成基于5G NES的5G网络能力开放体系,满足通信用户个性化、多样化的业务需求,助力运营商BO融合,提升通信运营商在产业价值链中的位置与价值占比。

3 5G 价值面

3.1 5G 网络嵌入式服务

从2G、3G到4G,不同技术带来的最大差异依然是网速的差异,但从4G到5G,网络功能虚拟化(network function virtualization, NFV)^[17]、软件定义网络(software defined network, SDN)等网络技术的演进促使网络架构不断创新变革。基于服务化架构(service-based architecture, SBA)设计的5G网络如图4所示,将5G网络各功能进行重构、抽象、开放,实现了网络能力的按需编排与开放。

在基于SBA架构的5G网络中,OSS系统中心的设计与编排中心可通过调用通信服务管理功能(communication service management function, CSMF)^[18]、网络切片管理功能(network slice management function, NSMF)^[19]与网络切片选择功能(network slice selection function, NSSF)^[20]等网络功能实现5G网络切片的定制、开通及相关能力的开放;客户体验管理(customer experience management, CEM)系统可通过调用网络数据分析功能(network data analytics function, NWDAF)^[21]获取终端用户的实时业务感知,进行业务质差原因定界、定位,并生成对应的网络策略并下发至策略控制功能(policy control function, PCF)^[22],实现用户业务感知的提升。

以上如切片、业务策略、业务感知等可直接开放给运营商OSS、BSS或第三方IT调用的网络能力定义为5G NES。将提供5G网络嵌入式服务的网络功能定义为NES提供者(provider),将调用NES的OSS、BSS等IT系统或网络功能定义为NES消费者(consumer)。

随着边缘计算、网络智能化等技术的发展,越来越多的5G NES提供者出现在5G网络中,为满足5G个人、家庭与政企用户灵活、个性化的业务需求,需明确5G网络典型网络嵌入式服务提供

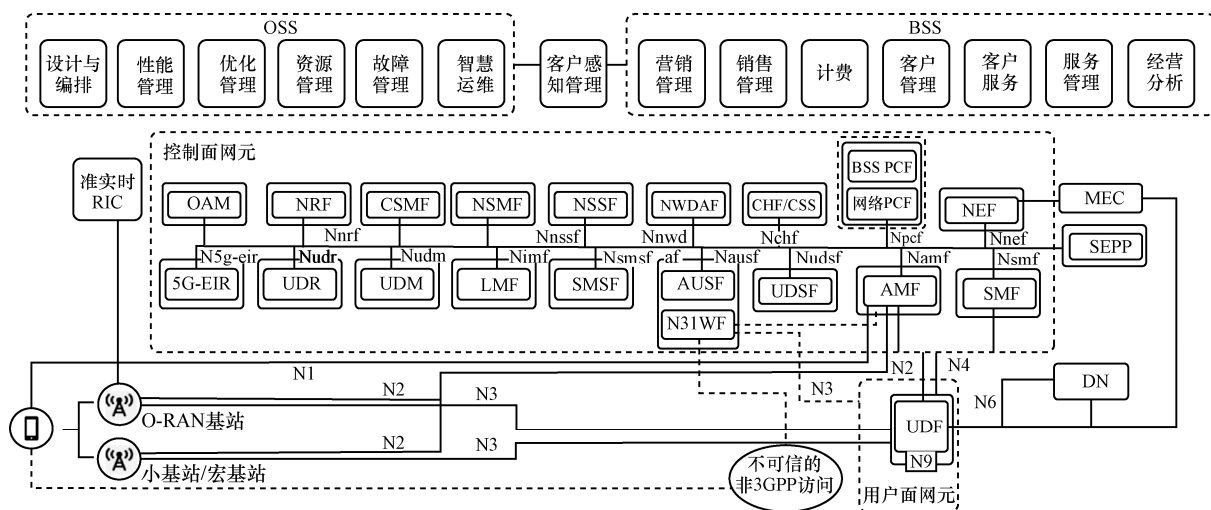


图4 基于SBA设计的5G网络



者与消费者, 5G NES 列表见表 1, 并建立 5G 网络嵌入式服务提供者与消费者价值全连接, 构建 5G NES 能力开放体系。

基于 5G 网络嵌入式服务调用关系, 建立 5G NES 提供者与消费者全连接, 5G 网络价值连接如图 5 所示。

3.2 5G 价值面定义

由 5G NES 提供者与消费者建立 5G 价值全连接构建而成的 5G NES 能力开放体系定义为 5G 价值面, 5G 价值面示意图如图 6 所示。通过 5G 价值面, 通信运营商可根据个人、家庭、政企用户的业务需求快速组装 5G NES, 构建 5G 价值应用,

表 1 5G NES 列表

对象	说明	类型
NWDAF	利用 AI 和大数据技术提供网络业务智能化分析 NES, 如用户业务体验实时感知、服务等级协定 (service level agreement, SLA) 保障、用户行为分析、无线网络性能优化与网元性能保障等	NES 提供者/ NES 消费者
CHF ^[23] /CCS ^[24]	提供 5G 网络业务在线、离线、融合计费与实时结算 NES	NES 提供者
PCF for BSS PCF for network	PCF for BSS 提供 BO 域事件网络感知 NES, 如网络性能劣化、客户感知、用户套餐变更等 PCF for network 提供 5G 网络配置管理 NES, 支持与 PCF for BSS 联动, 实现实时网络策略管理配置	NES 提供者/ NES 消费者
网络开放功能 (network exposure function, NEF) ^[20]	提供 5G 网络功能开放 NES	NES 提供者
NSSF	提供 5G 网络切片选择与管理 NES	NES 提供者
MEC	提供面向用户的 IT 与 CT 类 NES, 如基站位置信息、各类边缘 App 等	NES 提供者/ NES 消费者
NSMF	提供切片端到端设计、开通管理 NES, 通过调用 NSSF NES, 实现满足用户业务需求的切片端到端管理	NES 提供者/ NES 消费者
CSMF	负责将用户的业务需求转化为网络切片需求, 提供切片商品的定义、订购、变更和退订 NES, 并通过自服务 Portal、RESTful API 等方式, 将能力开放给垂直行业客户	NES 提供者/ NES 消费者
设计与编排	通过调用 CSMF、NSMF、NSSF 等 NES 实现 5G 网络切片的设计与编排	NES 消费者
计费	通过调用 CHF/CCSNES, 采集用户业务实时、离线与在线计费数据, 支持用户及时、准确掌握业务套餐使用情况	NES 消费者
CEM	监测用户的网络与业务感知体验, 并向用户提供个性化服务	NES 消费者

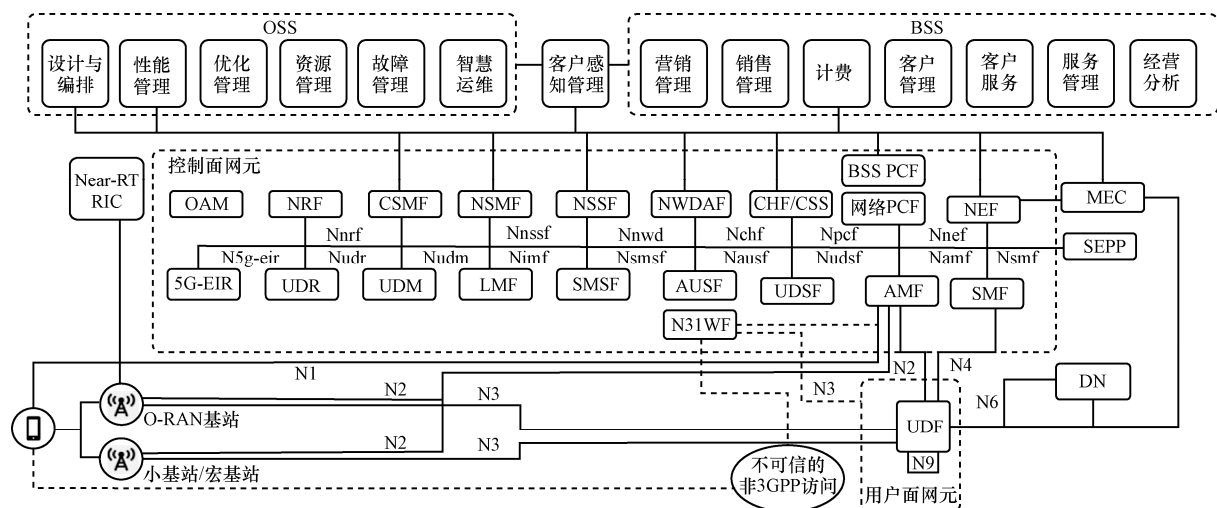


图 5 5G 网络价值连接

支持用户通过 5G NES 实现业务自定义、业务快 过 MEC 应用调用 MEC NES 直接进行业务相关网

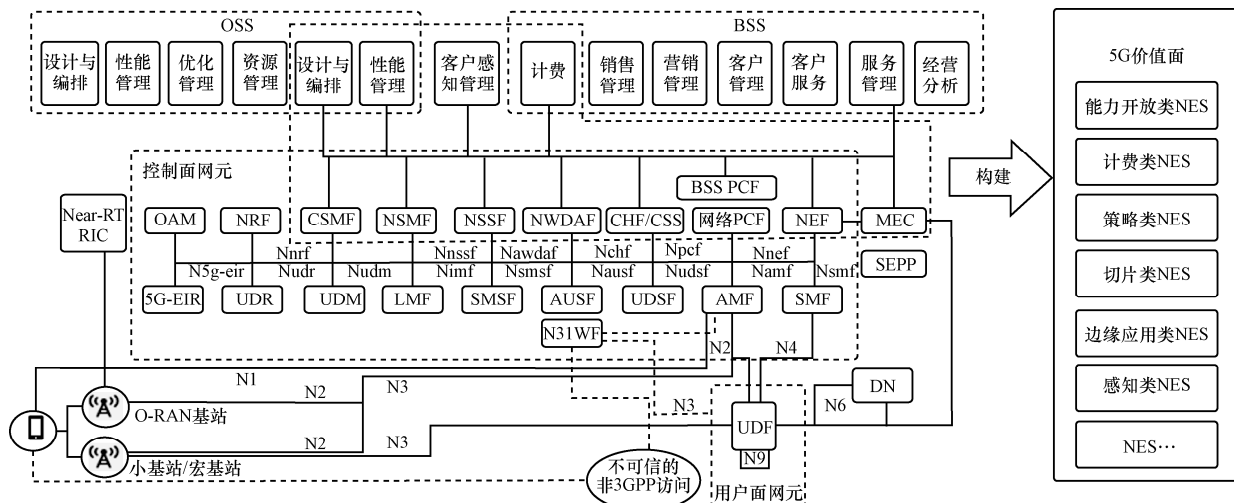


图6 5G价值面示意图

速开通、业务自运营与自运维,提升客户业务感知,建立运营商、合作伙伴IT系统与5G网络的连接融合,实现运营商在产业价值链中的位置与价值提升。

3.3 5G价值面的核心价值

3.3.1 构建5G价值应用

运营商可基于5G价值面的5G网络切片、边缘计算等5G NES构建价值应用,支撑用户直接使用5G NES,实现网络配置按照用户需求与应用进行联动配置。以边缘应用为例,基于MEC NES构建网络价值应用示意图如图7所示,基于5G价值面MEC NES,通信运营商可通过开发或引入合作方 MEC App构建5G价值应用,同时用户可通

络配置参数(如带宽、QoS等)的调整,提升用户业务感知,最终形成网络对应用的黏性,帮助运营商从网络连接提供商的角色转变为基于MEC的连接与应用提供商。

3.3.2 端到端实时、准确用户感知管理

通信运营商可通过5G价值面中的智能用户感知、网络策略配置等NES,实现实时5G个人用户业务感知,形成用户端到端业务旅程感知,对感知较差的用户进行问题定界、定位,并进行网络策略配置调整,实现用户业务感知的实时、准确提升。5G NWDAF架构如图8所示,NWDAF作为价值面重要的NES提供者,是5G核心网中具备AI能力的网络功能,NWDAF具备增强的

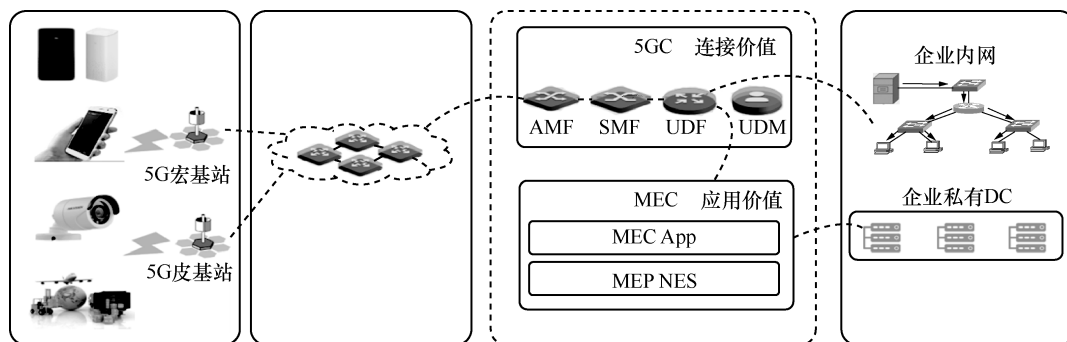


图7 基于MEC NES构建网络价值应用示意图

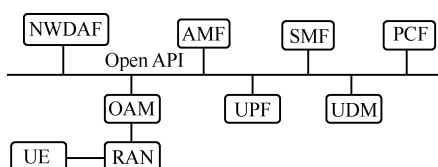


图 8 5G NWDAF 架构

网络性能优化与用户体验优化能力，在域内实现自治和智能化服务。随着与核心网周边网元接口全面互通，如其他网络功能（network function, NF）、应用功能（application function, AF）和操作维护管理（operation administration and maintenance, OAM）等，以及数据软采集能力实现，NWDAF 可以全面、实时地参与核心网控制面的决策控制。例如，NWDAF 与 NSSF 和 PCF 协同，PCF 可根据 NWDAF 的切片级分析结果做出策略性决策，NSSF 可根据 NWDAF 的负载分析做出切片选择，这些 NES 能力可直接开放给用户确认后实时进行网络业务配置的变更，提升用户业务体验感知与网络价值化。

5G 价值面 BSS PCF 与网络 PCF 示意图如图 9 所示，5G 价值面中的 BSS PCF 提供的策略类 NES 支持获取业务领域的用户属性特征或事件信息，并与网络 PCF 联动实现网络的策略控制，支撑通信运营商既具备对网络资源的使用和控制

能力，同时又具备更细致的业务策略分析能力，从而实现基于 BO 融合的网络策略控制，提供全新的服务模式、业务场景或者商业模式。

3.3.3 网络即服务，网络能力按需、灵活开放

基于 5G 价值面中 NEF 提供的能力开放 NES，可实现 5G 网络能力的按需、灵活、快速开放。3GPP Release 16 (Rel-16) 规范定义的 NEF^[20]作为 5G 价值面中 5G 网络能力开放 NES 的提供者，面向 AF 提供 8 个标准能力开放服务，通过这 8 个服务可提供 QoS 能力、事件监控、参数配置、设备触发、包流描述(packet flow description, PFD)管理、流量引导、背景流量以及策略计费等服务能力。

除 3GPP NEF 定义的服务能力之外，随着网络切片、边缘计算、大数据、AI 等技术在 5G 网络的应用发展，5G 网络将抽象出更多的 NES 提供给业务应用层，这包括网络切片、边缘计算、位置、5G 语音及消息、数据分析 NES 等。5G 网络切片 NES 如图 10 所示，通过 5G 网络切片 NES，运营商可开放切片订购、切片创建、切片签约以及切片监控等能力，使得用户能够通过能力调用的方式完成切片的快速定义、创建以及面向终端用户的切片动态签约和使用。

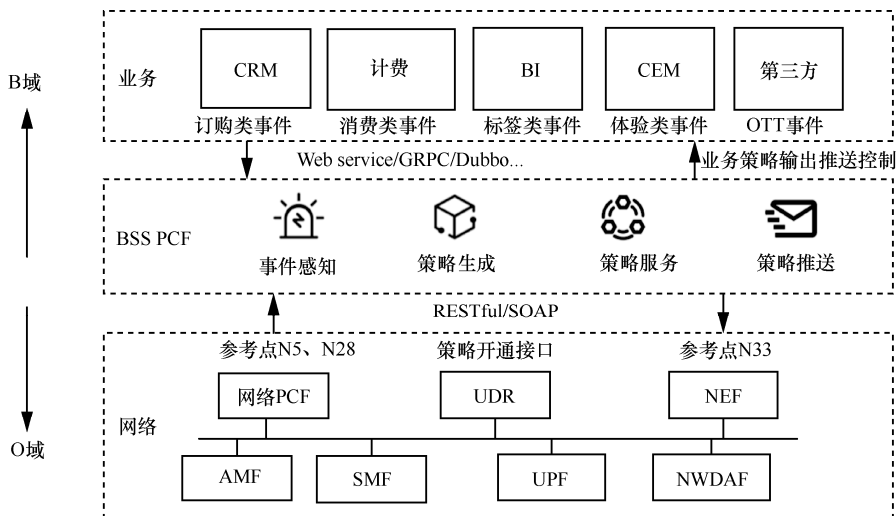


图 9 5G 价值面 BSS PCF 与网络 PCF 示意图

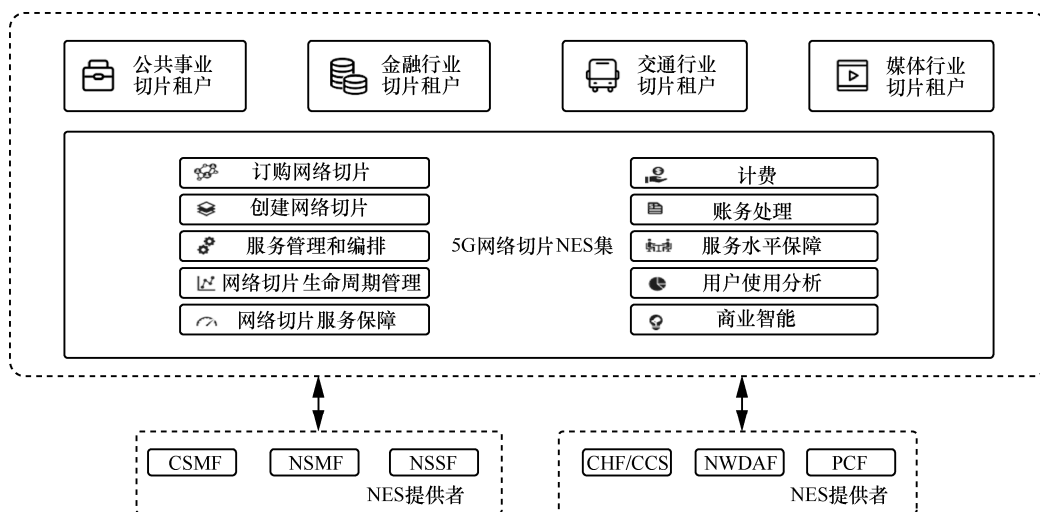


图 10 5G 网络切片 NES

3.4 5G 价值面典型场景

3.4.1 用户业务智能感知评估与提升

(1) 用户业务智能感知评估与提升场景概述

5G 个人用户在使用业务时，基于网络与业务数据，通过价值面 NWDAF、BSS PCF、网络 PCF、CEM 及 BSS 等系统，实现用户业务的实时感知评估与用户自助智能策略调整。

(2) 用户业务智能感知评估与提升相关价值面 5G 网络嵌入式服务

用户业务智能感知评估与提升的用户业务智能感知与提升 5G NES 见表 2。

表 2 用户业务智能感知与提升 5G NES

5G 网络嵌入式服务(NES)	NES 提供者	NES 消费者
用户业务感知	NWDAF	CEM
策略调整	BSS PCF	CEM
	网络 PCF	BSS PCF

(3) 用户业务智能感知评估与提升场景

用户业务智能感知评估与提升的 NES 调用流程具体如下。

步骤 1 NWDAF 采集用户业务感知评估所需 BO 域数据，主要包括 BSS 域用户属性数据、用户的无线性能 KPI (RSRP、RSRQ 等)、用户

位置/ID 信息、切片/业务 ID 信息、用户的业务性能 KPI (比特速率、时延等)。

步骤 2 NWDAF 基于 BO 融合数据，通过 AI 算法模型进行用户准实时业务感知评估分析。

步骤 3 业务感知管理系统 (CEM) 定期调用 NWDAF 业务感知 NES，获取用户准实时业务感知数据，并结合业务数据通过离线 AI 算法模型进行用户业务感知分析管理。

步骤 4 CEM 分析得出客户业务感知差，需要进行网络策略配置调整，CEM 根据系统规则或人工调用 PCF for BSS 策略 NES 调整网络。

步骤 5 PCF for BSS 触发策略调整，通知 BSS 进行用户确认。

步骤 6 用户收到套餐调整短信，并确认订购。

步骤 7 BSS 通知 PCF for BSS 进行策略调整。

步骤 8 PCF for BSS 调用 PCF for network 网络策略 NES。

步骤 9 PCF for network 通知 SMF 将策略配置下发至 UPF。

(4) 用户业务智能感知评估与提升场景价值

通过 5G 价值面 NWDAF，基于实时网络业务数据，通过在网络侧采用人工智能算法模型实现用户业务感知实时、准确评估。通过调用用户业务感知类 5G NES，实现用户业务感知实时监控、



问题定位与快速修复的端到端管理。

目前,该场景中用户业务感知与策略调整 5G NES 已被运营商采纳并部署在生产系统,用于提升 4G/5G、家庭宽带等用户业务感知,如某运营商长期演进语音承载(voice over long-term evolution, VoLTE)用户业务感知异常处理时间由 3 天缩减至 1 h。

3.4.2 基于 5G MEC 的网络能力开放运营

(1) 基于 5G MEC 的网络能力开放运营场景

5G 工业用户通过边缘计算编排(MEC orchestrator, MEO)系统、边缘计算平台管理(MEC platform manager, MEPM)系统^[24]进行 MEC 应用的部署,基于用户当前使用的业务体验,通过 NWDAF 发现业务感知差进行 UPF 的流量调整,提升用户业务体验。

(2) 基于 5G MEC 的网络能力开放运营相关价值面 5G 网络嵌入式服务

基于 5G MEC 的网络能力开放运营的用户业务智能感知与提升 5G NES 见表 3。

表 3 基于 5G MEC 的网络能力开放运营的用户业务智能感知与提升 5G NES

5G 网络嵌入式服务(NES)	NES 提供者	NES 消费者
用户业务感知	NWDAF	CEM
网络能力开放	NEF	MEC-MEP
策略调整	网络 PCF	CEM

(3) 基于 5G MEC 的网络能力开放运营场景

基于 5G MEC 的网络能力开放运营流程具体如下。

步骤 1 用户在 BSS 订购边缘计算业务(虚拟机、容器和带宽、分流策略)。

步骤 2 BSS 与业务编排系统交互,通过 MEO 申请相应的虚拟机和容器资源。

步骤 3 用户在 MEO 上传 MEC 应用的镜像和软件包, MEO 通过通用网络虚拟功能管理(general VNF manager, G-VNFM)系统将应用部署到 MEC 当中。

步骤 4 BSS 通过业务编排系统,为应用设置分流策略、分流带宽、流量分发策略等,通过 MEPM 调用 MEC NES 进行边缘计算平台(MEC platform, MEP)与用户面功能(user plane function, UPF)^[20]设置。

步骤 5 MEP 调用 NEF 网络能力开放 NES,将 5G 网络能力开放给边缘应用, MEC 应用可以通过 MEP 查询用户注册状态、无线相关信息等。

步骤 6 CEM 定期调用 NWDAF 业务感知网络 NES,获取用户准实时业务感知数据,并结合业务数据通过离线 AI 算法模型进行用户业务感知分析管理。

步骤 7 CEM 分析得出客户业务感知差,需要进行网络策略配置调整, CEM 根据系统规则或人工调用 PCF for network 策略调整 NES。

步骤 8 PCF for network 通知 SMF 将策略配置下发至 UPF。

(4) 基于 5G MEC 的网络能力开放运营场景价值

通过 5G 价值面 MEP、NEF 提供的网络能力开放类 NES,实现网络能力按需开放。通过调用用户业务感知类 5G NES,实现用户业务感知实时监控、问题定位与快速修复的端到端管理。

4 结束语

基于通信运营商 IT 基础设施与网络基础设施的发展现状,可将运营商 5G 价值面分为 3 个等级, 5G 价值面分级见表 4。

目前,通信运营商大部分已达到 5G 价值面 L1 级的能力,随着 5G、人工智能、边缘计算等技术的发展,建议后续分阶段完成 5G 价值面的建设,驶向 BO 融合的下一站。

- 阶段 1:完善现有 5G 价值面 L1 级能力体系,建立现有 5G NES 消费者与提供者的连接,如 OSS 设计编排中心与 CSMF、NSMF、NSSF 的价值连接。

表 4 5G 价值面分级

5G 价值面成熟度等级	IT 基础设施	网络基础设施
L1 级	具备部分 5G NES 消费者, 如 OSS 设计与编排中心等	具备部分 5G NES 生产者, 如 CSMF、NSMF 等
L2 级	具备部分 5G NES 消费者, 如 OSS 设计与编排中心、CEM 等	具备部分 5G NES 生产者, 如 CSMF、NSMF、NWDAF、网络 PCF 等 具备部分 5G NES 消费者, 如 BSS PCF 等
L3 级	具备全部 5G NES 消费者	具备全部 5G NES 生产者 具备全部 5G NES 消费者

- 阶段 2: 新建 5G NES 消费者与提供者, 达到 5G 价值面 L2 级能力体系, 如建设 NWDAF、BSS PCF、CEM、CHF/CCS 等。
- 阶段 3: 建立 5G NES 消费者与提供者全连接, 达到 5G 价值面 L3 级能力体系要求。

为加快 5G 价值面的建设, 更快地由 L1 级到达 L3 级, 需要制定相关的标准体系, 从而推动运营商按照标准规范进行 5G 价值面建设。目前, 3GPP 标准在 Rel-16 和 Re-17 已经定义了 5G 价值面中的相关网络基础设施, 如 CSMF、NSMF、NWDAF、PCF、CEM 等, 但未来在 Rel-18 还需要进一步对支持的功能和用例进行完善和增强。例如, NWDAF 需要支持联邦学习架构, PCF 需要支持 BSS 域的策略服务等。但这些网络设施的标准都是独立的, 并没有形成体系, 也就无法体现多个网络基础设施形成的价值面为运营商带来更多的收入和效益。因此, 未来还需要在标准规范中对 5G 价值面进行定义, 并给出用例和流程, 从而体现出多个网络基础设施之间的关系, 以及整体的价值流程。

参考文献:

- [1] 迟晓英, 宣国良. 价值链研究发展综述[J]. 外国经济与管理, 2000, 22(1): 25-30.
CHI X Y, XUAN G L. Summarization on the research of value chain[J]. Foreign Economics and Management, 2000, 22(1): 25-30.
- [2] Value chain analysis of modern telecommunication industry [EB]. 2016.
- [3] 郭峻峰, 李军. 基于链核构建 3G 时代的移动通信产业价值链[J]. 移动通信, 2005, 29(11): 69-72.
GUO J F, LI J. Constructing the value chain of mobile communication industry in 3G era based on chain core[J]. Mobile Communications, 2005, 29(11): 69-72.
- [4] CHAUDHURY R, FREYBERG A, GOMES J. The investment black hole: how the telecom value chain players invested trillions and triggered the digital revolution while failing to capture any incremental value[EB]. 2021.
- [5] 3GPP. 5G system enhancements for edge computing: TS23.548 [S]. 2021.
- [6] YONG A. Digital transformation 2020 and beyond-a global telecommunications survey[EB]. 2019.
- [7] 朱徽. 运营商数字化转型的实施路径[J]. 通信企业管理, 2020(8): 60-62.
ZHU H. Implementation path of digital transformation of operators[J]. C-Enterprise Management, 2020(8): 60-62.
- [8] 蒋雅丽. 中国移动 2019 实现 5G 领跑, 瞄准 toB 市场[J]. 通信世界, 2019(35): 40.
JIANG Y L. China Mobile takes the lead in 5G in 2019 and aims at toB market[J]. Communications World, 2019(35): 40.
- [9] RAMAKRISHNAN K. Transforming the telecom value chain with platformization[EB]. 2021.
- [10] MUNROE C, ABDO G, LUND D. Vodafone 2020 analyst summit: evolution from telco to tech communications platform[EB]. 2020.
- [11] HÖTTGES T. Our connected world[EB]. 2021.
- [12] OUYANG Y, ZHANG Y, GAO T, et al. The next decade of telecommunications artificial intelligence[J]. Telecommunication Science, 2021, 37(3): 1-36.
- [13] XUE F. Research on intelligent pipeline technology based on big data[J]. Digital Communication World, 2018, 000(3): 113.
- [14] 倪晓熔, 顾欣, 刘昭, 等. 电信运营商智慧中台架构及建设思路[J]. 电信工程技术与标准化, 2020, 33(11): 1-7, 74.
NI X R, GU X, LIU Z, et al. Intelligent middle platform and its construction thoughts for telecom operator[J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2020, 33(11): 1-7, 74.
- [15] MOHR N, MEFFERT J. Overwhelming OTT: telcos' growth strategy in a digital world[EB]. 2017.
- [16] CARY C. Amdocs introduces 5G value plane as vendors turn



their focus to monetization[EB]. 2021.

- [17] ETSI. Network functions virtualization (NFV); management and orchestration: GS NFV-MAN 001 V1.1[S]. 2014.
- [18] 3GPP. Study on management aspects of communication services: TR 28.805 V1.1.0[S]. 2019.
- [19] 3GPP. Telecommunication management; study on management aspects of communication services: TR28.805[S]. 2020.
- [20] 3GPP. System architecture for the 5G system: TS23.501 [S]. 2021.
- [21] 3GPP. Study of enablers for network automation for 5G: TS 23.791[S]. 2019.
- [22] 3GPP. Policy and charging control framework for the 5G System (5GS): TS23.503 [S]. 2021.
- [23] 3GPP. Charging management; charging architecture and principles: TS32.240[S]. 2021.
- [24] 3GPP. Policy and charging control architecture: TS23.203[S]. 2021.

[作者简介]



孙杰(1983-), 男, 亚信科技(中国)有限公司研发中心云网规划部经理, 主要研究方向为通信与 5G 网络智能化。



孙滔(1981-), 男, 博士, 中国移动通信有限公司研究院主任研究员、网络创新实验室技术经理, 主要研究方向为移动网新架构、网络智能化。

孙震强(1964-), 男, 博士, 中国电信股份有限公司研究院 CTNet2025 研究所所长, 中国通信学会无线及移动通信委员会委员, 北京邮电大学客座教授, 主要研究方向为移动通信、无线频谱工程、HAPS 系统和 SDN。

刘云新(1975-), 男, 博士, 清华大学教授、智能产业研究院首席研究员, 主要研究方向为智能计算系统、AIoT、移动计算、边缘计算。

杨爱东(1984-), 男, 博士, 亚信科技(中国)有限公司通信人工智能实验室首席数据科学家, 主要研究方向为 5G 无线通信、大数据挖掘、机器学习及其应用。

王达(1985-), 男, 博士, 亚信科技(中国)有限公司技术创新与标准化部总监, 主要研究方向为移动通信、网络传输、人工智能。

王鹏(1976-), 男, 亚信科技(中国)有限公司研发中心高级总监, 主要研究方向为通信业务支撑、大数据与人工智能。

叶晓舟(1980-), 男, 博士, 亚信科技(中国)有限公司通信人工智能实验室主任, 主要研究方向为通信人工智能和未来网络技术。

欧阳晔(1981-), 男, 博士, 亚信科技(中国)有限公司首席技术官、高级副总裁, 主要研究方向为移动通信、人工智能、数据科学、科技研发创新与管理。