

# 6G 新型信息通信网络架构设计



## Architecture Design of 6G New Information Communication Network

段晓东/DUAN Xiaodong, 孙滔/SUN Tao, 刘超/LIU Chao,  
施南翔/SHI Nanxiang

(中国移动研究院, 中国 北京 100053)  
(China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China)

DOI: 10.12142/ZTETJ.202305012

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20231016.0927.006.html>

网络出版日期: 2023-10-17

收稿日期: 2023-08-12

**摘要:** 网络架构是每一代通信网络的核心。5G网络架构的变革为5G服务千行百业奠定了基础。6G网络架构设计需结合5G的经验, 支持新场景、新指标、新要素, 以简化、高效、灵活为目标进行优化。给出了6G网络架构设计的6个原则和5个维度, 并以此为基础进一步提出“三体四层五面”的6G总体架构, 以及端到端的全服务化系统架构和灵活按需的分布式自治组网架构。最后讨论了6G与5G网络架构的关系, 并给出未来研究方向及相关产业发展的建议。

**关键词:** 6G; 网络架构; 服务化架构; 分布式自治

**Abstract:** Network architecture serves as the foundation of communication networks of each generation. The evolution of 5G network architecture is the foundation of thousands of 5G services. The design of 6G network architecture needs to combine the experience of 5G, support the new scenarios, new indicators and new elements, and optimize for the goal of building a more simplified, efficient and flexible network. The six design principles and five dimensions of 6G network architecture are presented. On this basis, a "3 bodies, 4 layers, 5 planes (3-4-5)" 6G overall architecture, an end-to-end holistic service-based system architecture, as well as a flexible and on-demand distributed autonomous networking architecture are presented. The relationship between 6G and 5G network architecture is further explored, and the suggestions for future research directions and the development of related industries are proposed.

**Keywords:** 6G; network architecture; service based architecture; distributed autonomous network

**引用格式:** 段晓东, 孙滔, 刘超, 等. 6G新型信息通信网络架构设计 [J]. 中兴通讯技术, 2023, 29(5): 76-81. DOI: 10.12142/ZTETJ.202305012

**Citation:** DUAN X D, SUN T, LIU C, et al. Architecture design of 6G new information communication network [J]. ZTE technology journal, 2023, 29(5): 76-81. DOI: 10.12142/ZTETJ.202305012

系统架构是通信网络的骨骼和中枢, 是移动通信代际发展的核心标志之一。架构的变革既能带动整体网络的系统性创新, 又能牵引全产业链及业务服务的升级换代。网络架构设计的前瞻性、可行性、可靠性、效益性、兼容性, 都会直接影响移动通信网络的发展路径和应用成效, 必须提前考虑。

### 1 6G 网络架构设计的背景

6G网络架构设计, 既要考虑新场景新需求的驱动, 又要考虑技术发展和网络演进态势。本文从以下5个方面阐述6G网络架构发展的关键驱动力。

#### 1) 5G新架构优化需求

以服务化架构(SBA)为代表的5G架构已经全面走向商用。4年商用的考验, 验证了5G网络架构设计的合理性和先进性。

5G网络架构是革新的一代, 实现了基础设施的虚拟化、

云化和网络功能的服务化。新一代移动通信的发展不仅带动了移动通信产业, 还增强了运营商网络能力。5G虚拟化、云化、服务化, 改变了运营商传统的运维、运营和管理模式, 同时带动了网络的整体转型。5G商用部署的过程也呈现出若干问题, 这些问题都需要在6G网络架构设计中进行优化。

(1) 服务化等设计理念实现有待深化。一方面, 原子化服务需优化, 受到兼容2G~4G网络互操作的影响, 部分服务尚存耦合性, 导致新特性、新服务的引入会影响已有服务; 另一方面, 服务化机制尚未普及到端到端所有网元, 致使部分网元仍被传统接口绑定, 不利于敏捷网络目标的实现。

(2) 5G服务能力与业务深度融合后, 展现出更高的需求。例如, 随着定位业务的发展, 逐步出现行业边缘场景中, 园区设备定位及跟踪数据不出园等要求。现有定位方案依赖于集中部署的核心网网元及定位平台, 面向随着业务发

展出现的新需求，既需提升数据安全能力，也需满足准实时要求。

(3) 在 5G 规模商用部署中还发现了用户数据难迁移、服务等级协议 (SLA) 跨域协作不便利、网络自动化运维能力不高等问题。

## 2) 6G 新场景驱动

新的业务需求是移动通信网络发展的第一驱动力。当前国家电信联盟无线电通信部门 (ITU-R) 已明确 6G 六大典型场景<sup>[1]</sup>，如图 1 所示，要求网络内生支持人工智能 (AI)、感知、泛在连接等新能力，实现从移动通信向移动信息服务的重大转变，包括沉浸式通信、超大规模连接、极高可靠低时延通信、AI 与通信融合、通感一体和泛在连接的六大场景。

## 3) 6G 性能指标要求

性能沉浸化要求网络在支持大规模用户通信和计算的基础上实现灵活弹性组网，并对网络指标提出更极致的要求。业界认为，6G 需求指标和 5G 相比将有进一步提升，控制面时延将达到 1 ms，用户面时延将达到 0.1 ~ 1 ms，连接密度将达到 0.01 ~ 1 亿设备/km<sup>2</sup>，移动性支持 500 ~ 1000 km/h，可靠性达到 10<sup>-7</sup> ~ 10<sup>-5</sup>，定位精度将达到 1 ~ 10 cm<sup>[2-3]</sup>。

## 4) 6G 要素融合要求

要素融合化要求网络架构支持通信、感知、算力、智

能、安全五大内生要素全面交叉融合。在传统通信能力上，网络持续增强极致性能体验和全域覆盖，并且在感知的支持下，实现精确感知，推进感知能力变革；在算力的支持下，实现信息和数据的多样泛在处理；在 AI 大模型的助力下，实现智能化组织管理；在可信和安全内生新体系下，提供更加可靠的安全保障。

## 5) AI 支撑 6G 网络演进

6G 是通信技术与 AI 技术深度融合的新一代移动通信系统。中国移动在《6G 网络架构技术》白皮书<sup>[4]</sup>中指出，AI 对 6G 端到端信息处理和服务架构的发展将起到至关重要的作用。通过 AI 赋能网络，可以降低网络功能原子化、微服务化带来的编排设计复杂性，实现在时变环境下网络服务与业务最优匹配，提升网络运行效率和用户体验。通过网络使能 AI，构建端到端的 AI 学习和推理环境，为 AI 模型提供可靠传输，提供安全、可保障的 AI 即服务 (AIaaS)，实现 AI 服务的多样化供给。

## 2 6G 网络架构设计原则

面向 6G 时代的新场景新需求，6G 架构设计应在 5G 基础上继承并进一步发展，通过多种信息技术深度融合，提供多要素融合的一体化服务，构建新型信息服务网络。具体来说，6G 网络将秉承兼容、跨域、分布、内生、至简、孪生六大设计原则进行架构设计。

### 1) 兼容设计原则

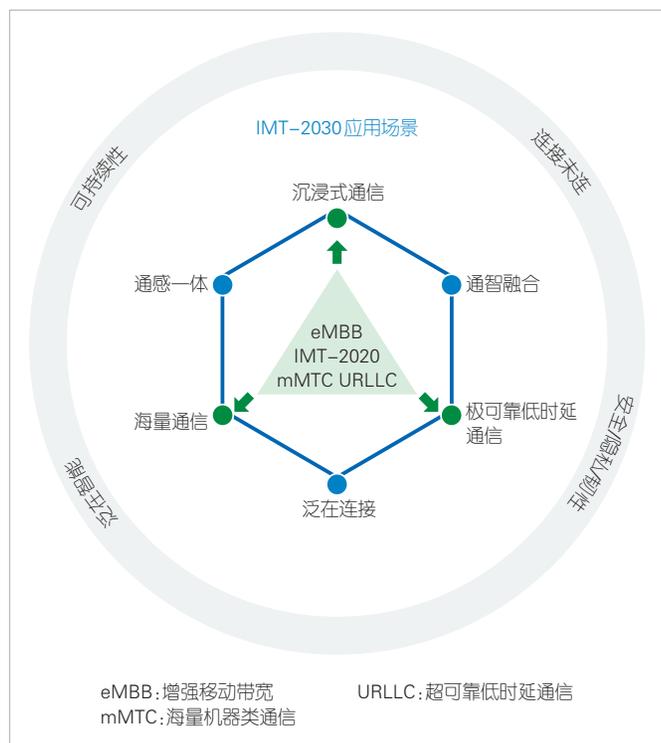
6G 网络架构设计将沿着 IP 化、云化、服务化的方向深化变革，实现前后向兼容。在端到端 IP 化的基础上，进一步实现确定性 IP；在云化的基础上，进一步实现算网一体；在核心网服务化的基础上，进一步实现全域服务化和服务化技术演进。充分延续 5G 的架构优势，支持 5G 网络平滑发展演进为 6G 网络。

### 2) 跨域设计原则

6G 网络架构将面向固定、移动、卫星等多种接入方式，公众/行业、物理/数字等多种网络进行核心网、传输网、接入网跨域跨层一体化设计，在架构层面实现多接入的控制融合、业务融合、管理融合以及网络组织的融合，支持网内不同域的协同，为端到端、全域全网提供质量可保障的信息通信服务。

### 3) 分布设计原则

6G 网络架构将通过集中+分布的协同组网，实现资源、路由、功能等的分布式管理和优化调度，并实现自生长、自优化、自演进的自治网络，从而在大规模复杂组网环境下实现网络资源和网络能力的优化调度，满足 6G 场景下海量连



▲图1 ITU-R 定义的 IMT-2030 典型应用场景

接和极致性能的要求。

#### 4) 内生设计原则

6G网络架构设计将向内生式转变，在全域全程中内置安全、AI等核心要素，并渗透到各领域、各网络、各单元的全生命周期中，实现上述要素与通信网络最深程度的融合。面向多域融合、连接泛在、资源异构的6G网络，满足大规模组网下的多样化、多元化服务需求。

#### 5) 至简设计原则

6G网络架构设计将支持面向小规模、简化拓扑场景的极简组网，一方面定义基本网络功能集合，整合零散的功能，设计简化网络架构，减少网络复杂度；另一方面构建轻量化服务，细化服务和功能的颗粒，减少服务间的耦合度，并支持智能化的组织能力，降低系统组网及维护难度。

#### 6) 孪生设计原则

6G网络架构设计将向物理+数字孪生方向演进，构建平行的物理和数字网络，形成虚实融合管理手段，一方面支持不同网络和业务形态的实时建模，另一方面支持从数字向物理实体灵活实时的一体化策略控制，基于数字系统实现物理系统的预测和优化<sup>[5]</sup>。

## 3 面向新型信息服务的6G网络架构

### 3.1 6G网络架构设计的5个维度

基于前文所述的场景和设计原则，6G网络将转变为能够提供通信、感知、计算、智能、大数据、安全等多要素服务的新一代信息服务网络。6G网络架构设计主要包括以下5个维度的考量：

#### 1) 信息全过程服务

6G网络架构将从仅支持传统的信息传输服务，拓展到支持信息感知、传输、存储、处理、利用等全过程服务，实现网络平台化、服务多样化<sup>[6]</sup>，使得AI技术贯穿信息流的全生命周期。

#### 2) 服务于数字世界

6G网络架构将从“碳基”转变为“硅基”，依托新型网络基础设施以及算力网络、人工智能、大数据、高速泛在通信、通感互联等体系化的技术能力，实现数字孪生世界。

#### 3) 空天地一体化

卫星互联网成为全球新一轮信息网络建设的焦点。6G网络架构从设计上应当支持天地融合、泛在连接，推动地面通信与卫星通信产业生态深度融合。

#### 4) 确定性网络

6G网络架构需要满足和匹配多样化分级化的业务需求，设计可预测、可度量、可保障的通信底座，满足业务对带宽、时延、抖动、可靠性等的通信性能的确定性需求。

#### 5) 高效能网络

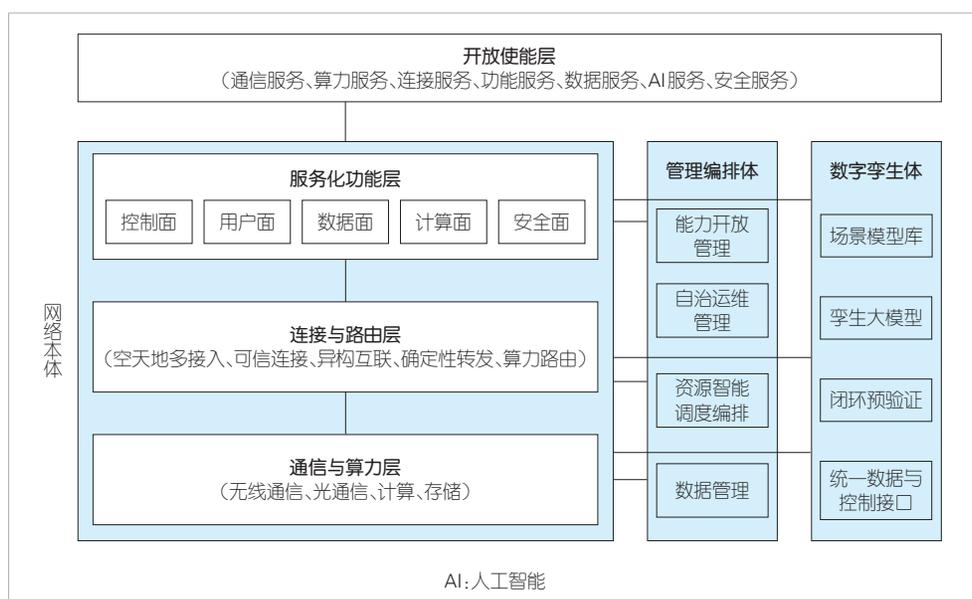
在国家“双碳”战略引导下，6G网络发展需要持续向绿色低碳演进。6G网络架构需要遵循智简设计原则，对信息流和能量流进行系统级协同调度，提升网络整体效能。

### 3.2 “三体四层五面”6G总体架构

基于上述6G网络架构设计的维度，本文提出“三体四层五面”的6G总体架构设计，从空间、逻辑与功能组成3个角度呈现一个跨域、跨层、多维的6G网络，具体如图2所示。

“三体四层五面”中，“体”是空间视图，描述了网络的物理构成；“层”是逻辑视图，描述了网络的分层架构；“面”是功能视图，沿用传统第3代合作伙伴计划（3GPP）网络中控制面和用户面的“面”概念，描述了网络的功能类别<sup>[7]</sup>。

6G网络由网络本体、管理编排体、数字孪生体三大物理实体构成。其中，管理编排体和数字孪生体是面向6G新定义的两个实体。网络本体是最重要的网络实体，实现网络功能和运行；管理编排体对网络进行实例化及变更操作，实



▲图2 “三体四层五面”的6G总体架构

现全生命周期编排管理；数字孪生体构建了网络的数字空间，实现虚实映射。

6G 网络逻辑层次自下而上包含通信与算力层、连接与路由层、服务化功能层和开放使能层“四层”。“四层”的设计突出了 6G 架构在分层要素和能力上的丰富，体现了多域协同、融合发展的理念。通信与算力层的设计突出了“算力”资源要素<sup>[8]</sup>，为 6G 提供频谱、算力、存储、通信融合的基础资源；连接与路由层延续开放协议的设计理念，不断吸收新机制和新协议，向可编程、确定性的方向演进；服务化功能层延续服务化的设计理念，SBA 从核心网拓展到全领域，支持不同功能按需灵活构建；开放使能层进一步丰富对外开放的信息和能力，通过提取、封装、编排、组合，为自有业务和第三方应用提供服务。

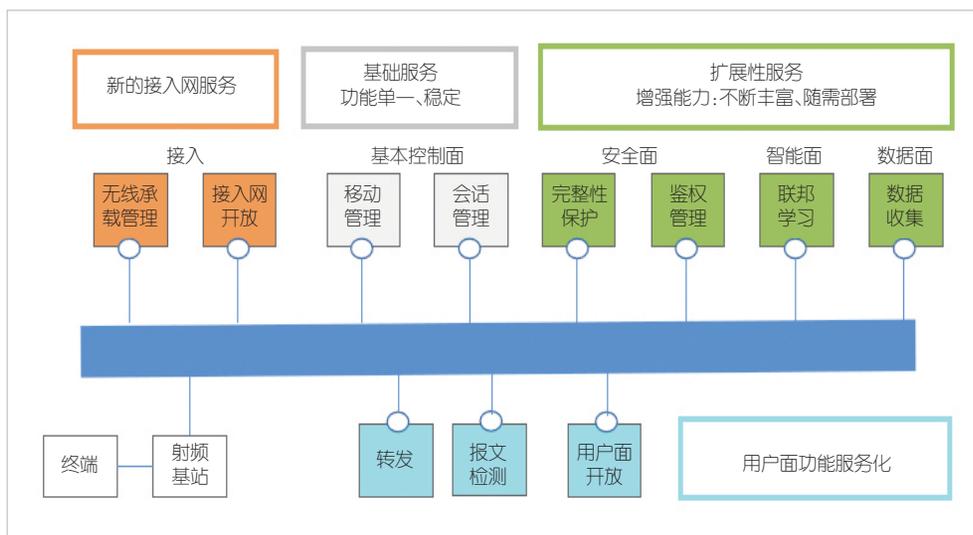
6G 网络架构在功能层上大大增强了传统控制面和用户面，并且引入了新的数据面、计算面和安全面，由此共同组成“五面”。其中，控制面向全服务化方向演进，能够实现多种接入方式的融合控制；用户面则向服务化、可编程、确定性方向演进，以实现灵活、高性能的转发功能；新增的数据面，旨在解决用户数据迁移困难的代际难题，系统性地提供可信数据服务；新增的计算面引入了算力要素，能够构建分布式智能节点，协同提供全局 AI 能力，实现智能内生；新增的安全面，建立以零信任为基线的安全体系，实现安全内生。

### 3.3 全服务化的系统架构

全服务化架构（HSBA）通过服务定义端到端系统构成<sup>[9]</sup>，设计了整个端到端系统的交互形式，包括组件、协议和连接，基于服务化接口进行信息交换和业务处理，体现了“三体四层五面”6G 架构的系统设计方法，如图 3 所示。

全服务化架构采用统一的服务框架技术进行服务自组织，并通过服务化接口进行交互。在全服务化架构中，功能层中的各个面以及每个面内部的各个网络功能都采用模块化、服务化设计。

全服务化架构是服务化架构在多个领域的拓展。终端服务化、接入网服务化和核心网全面服务化是全服务化架构的



▲图3 6G全服务化系统架构(HSBA)

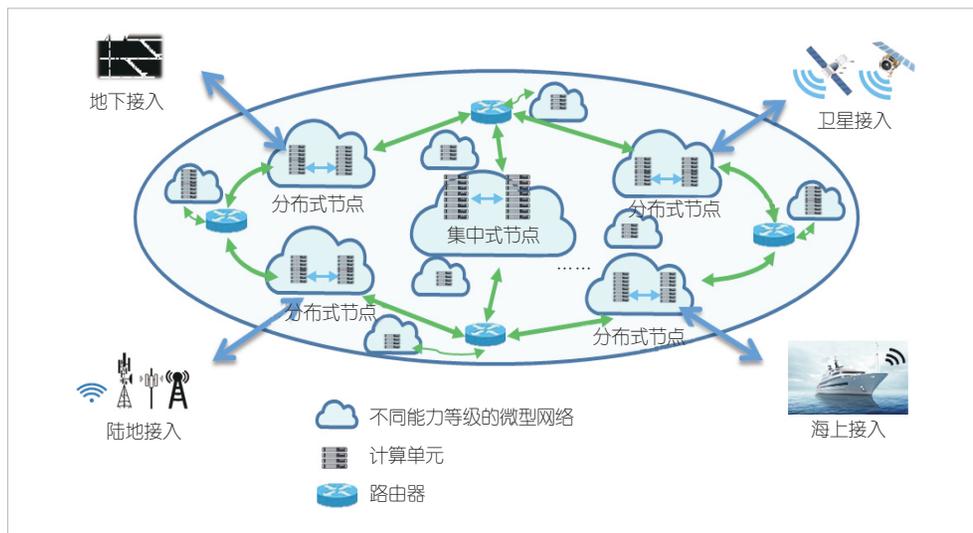
有机组成部分。在服务化功能层，控制面和用户面在 5G 基础上进一步增强和优化，采用新型服务化机制和调用方法。6G 网络架构设计将进一步探索服务解耦机制，通过 Service Mesh/Mecha 技术，实现业务逻辑和分布式系统之间更加深入的松耦合，提升应用程序编程接口（API）调用效率；引入 GraphQL 技术，以图的数据结构进行保存，有效提升查询效率。

对于 6G 新定义的数据面、计算面和安全面，网络架构将采用模块化、服务化设计，实现服务要素拓展。6G 网络中引入“算力”和“数据”要素，基于服务化设计理念新增计算面和数据面，为智能服务提供要素基础，真正做到智能化网络与服务化网络的融合。

### 3.4 分布式自治的组网架构

分布式自治网络架构（DAN）通过灵活、按需、智能的组网设计构成<sup>[10]</sup>，呈现了“三体四层五面”6G 架构中各个网络单元之间的连接关系和组网形态。DAN 由功能自包含、同质化、自闭环的微云单元（SCU）组成，具备完整的系统框架和功能、资源、连接能力，以及自组织、自管理、自优化的能力。6G DAN 采用集中加分布的方式部署：分布式部署的 SCU 遵循至简设计原则，作为靠近用户的前台；集中式部署的 SCU 功能相对完备，作为靠近业务系统的中后台，具体如图 4 所示。

SCU 是分布式自治网络架构中最关键的模块单元。SCU 功能可按照全服务化的方式进行组织，具备本地完成数据和信令处理的能力，能够实现网络高效响应。SCU 支持按需定制，其基础设施规格、连接协议、服务化功能、开放能力均



▲图4 6G分布式自治网络架构(DAN)

可以按场景需求进行定制化设计。SCU可以在网络中按需构建，单元之间可快速便捷组网。此外，SCU还具备自治能力，能够实现无人管理、自主运行、自动感知、实时调整，从而满足差异化多样化的业务需求。

微云单元之间的通信采用通用传输协议，支持多SCU之间灵活连接、按需互通，实现SCU即插即用、快速部署。SCU引入统一的控制面和用户面协议，克服2G到5G移动网络中使用多种协议交互带来的复杂度问题。对于用户面协议，可考虑采用与承载网协议融合的用户面协议，例如基于IPv6的段路由（SRv6），不再需要端到端隧道。此时网络可以方便地控制和调整数据包的转发路径。

#### 4 与5G网络架构的关系

1) 6G网络应是5G网络的继承式、迭代式发展。

5G SBA网络架构总体上是创新的，因此在设计6G网络架构时，应将5G SBA网络架构作为6G设计的重要基础。尽管6G是全新一代的网络，支持更多业务场景，提供更多服务能力，但6G的演进是脱胎于5G网络的，是在5G基础上的继承式创新而非颠覆式变革。

2) 6G网络应将实现标准和产业的统一作为设计目标。

在5G阶段，由于各方对网络能力的需求有不同的看法，因此在组网形态方面，最终形成了只提供高速传输的非独立组网（NSA）和能够提供全面新能力的独立组网（SA）两种组网方案。这最终导致了标准和产业的不统一。当前6G起步较早，应当避免5G组网设计中出现的NSA组网方案，尽量将SA作为唯一目标组网方案，实现全球6G架构统一标准。

3) 6G架构设计应考虑融合组网和互操作。

6G网络应支持与5G网络融合组网。一方面，由于6G是在5G基础上的继承式创新，因此6G核心网要在自身架构更具特色的同时，兼容5G核心网的架构和能力。也就是说，6G核心网需要融合5G核心网。另一方面，由于对6G网络能力的进一步需求会引入新的空口技术，例如通感一体、天地一体、太赫兹等，可能会存在与5G基站非融合部署的6G新基站，因此6G架构设计还需要考虑与5G的互

操作。

#### 5 总结和展望

体系架构的创新关系到网络总体发展，是6G网络最核心的创新之一。新需求、新场景和新要素的出现，赋予了6G网络架构在传统连接和转发之外的多维能力，也为6G网络架构的创新带来新的驱动力，将显著提升网络能力，为用户提供更加极致和更加丰富的业务体验。因此，本文提出了多维立体的6G总体架构“三体四层五面”，从需求、架构、组网的角度系统阐述中国移动的6G架构总体设计，并提出了对6G架构前瞻的研判、理念和思考。

建议产业界各方进一步关注系统架构对6G技术方向的引领作用，从一开始就大力投入到网络架构的攻关中，并从产业、标准等方面做好准备，与运营商共同完成6G网络架构的设计和迭代更新，加速架构方案的收敛，为全球6G架构统一标准打好基础。

#### 参考文献

- [1] ITU. Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond [EB/OL]. [2023-09-10]. <https://www.itu.int/md/R19-WP5D-230612-TD-0905/en>
- [2] ZHANG P, SHEN X M, ZHANG J H. Editorial for the special issue on 6G requirements, vision, and enabling technologies [J]. Engineering, 2022, 8: 1-2. DOI: 10.1016/j.eng.2021.12.001
- [3] UUSITALO M A, RUGELAND P, BOLDI M R, et al. 6G vision, value, use cases and technologies from European 6G flagship project hexa-X [J]. IEEE access, 2021, 9: 160004-160020. DOI: 10.1109/access.2021.3130030
- [4] 中国移动. 6G网络架构技术白皮书 [EB/OL]. [2023-09-10]. <http://221.179.172.81/images/20220622/36941655883996900.pdf>
- [5] 孙滔, 周铨, 段晓东, 等. 数字孪生网络(DTN): 概念、架构及关键技术 [J]. 自动化学报, 2021, 47(3): 569-582. DOI: 10.16383/j.aas.c210097
- [6] 王晓云, 段晓东, 孙滔. 平台化服务网络: 新型移动通信系统架构研究 [J]. 电信

科学, 2023, 39(1): 20–29. DOI: 10.11959/j.issn.1000-0801.2023008

- [7] DUAN X D, WANG X Y, LU L, et al. 6G architecture design: from overall, logical and networking perspective [J]. IEEE communications magazine, 2023, 61(7): 158–164. DOI: 10.1109/mcom.001.2200326
- [8] 中国移动. 算力网络技术白皮书 [EB/OL]. [2023-09-10]. <https://www.digitalelite.cn/h-nd-1936.html>
- [9] WANG X Y, SUN T, DUAN X D, et al. Holistic service-based architecture for space-air-ground integrated network for 5G-advanced and beyond [J]. China communications, 2022, 19(1): 14–28. DOI: 10.23919/jcc.2022.01.002
- [10] WANG S, SUN T, YANG H W, et al. 6G network: towards a distributed and autonomous system [C]//Proceedings of 2020 2nd 6G Wireless Summit (6G SUMMIT). IEEE, 2020: 1–5. DOI: 10.1109/6gsummit49458.2020.9083888

### 作者简介



**段晓东**, 中国移动研究院副院长, 正高级工程师, IMT-2030 (6G) 推进组网络技术组组长; 主要研究方向包括 5G/6G 网络架构、IP 新技术、IPv6、算力网络等。



**孙滔**, 中国移动研究院首席专家, 正高级工程师, 中国科学技术协会第十届全国委员会委员; 长期从事移动通信网架构、IP 新技术研究和标准化工作。



**刘超**, 中国移动研究院主任研究员, 高级工程师; 长期从事 TD-LTE、NB-IoT、5G/6G 核心网等领域的技术研究和标准化工作。



**施南翔**, 中国移动研究院主任研究员, 高级工程师; 长期从事 5G/6G 网络架构、天地一体网络、能力开放、码号等领域的技术研究和标准化工作。