

6G网络架构展望



Prospects for 6G Network Architecture

刘玉芹/LIU Yuqin, 邢燕霞/XING Yanxia,
陈鹏/CHEN Peng

(中国电信股份有限公司研究院, 中国 广州 510630)
(Research Institute of China Telecom Co., Ltd, Guangzhou 510630,
China)

DOI: 10.12142/ZTETJ.202305004

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20231016.1553.014.html>

网络出版日期: 2023-10-17

收稿日期: 2023-08-23

摘要: 从系统架构、网络功能、网络组网3个层面对6G网络架构进行阐述。在网络系统层面,从全局角度描述6G各层各面的关系,提出“三层四面”系统架构;在网络功能层面,从网络功能视图的角度描述6G功能服务的划分和组成,提出至简功能架构;在组网层面,从网络部署视图的角度描述6G网络之间的连接关系和组网形态,提出分层分布式组网架构。所提出的6G网络架构能够满足新业务新场景需求,降低网络复杂度,提升网络灵活性。

关键词: 6G; 网络架构; 网络简化; 分层分布式架构

Abstract: The network architecture is expounded from three aspects of the overall system, network function, and networking. From the aspect of the network system, the "three-layer and four-plane" system architecture is proposed by describing the relationships between various layers and planes of 6G from a global view; from the aspect of network function, the simplified function architecture is proposed by describing the division and composition of 6G function services from a network function view; from the aspect of networking, the hierarchical and distributed network deployment architecture is proposed by describing the connection relationships and network forms between 6G networks from the network deployment view. The proposed 6G network architecture can meet the requirements of new services and new scenarios, reduce network complexity, and improve network flexible.

Keywords: 6G; network architecture; network simplification; hierarchical and distributed architecture

引用格式: 刘玉芹, 邢燕霞, 陈鹏. 6G网络架构展望 [J]. 中兴通讯技术, 2023, 29(5): 16-20. DOI:10.12142/ZTETJ.202305004

Citation: LIU Y Q, XING Y X, CHEN P. Prospects for 6G network architecture [J]. ZTE technology journal, 2023, 29(5): 16-20. DOI:10.12142/ZTETJ.202305004

当前全球6G处于统一愿景、形成技术框架的关键时期,国际电信联盟无线电通信部门5D工作组(ITU-R WP5D)于2023年6月完成了《IMT面向2030及未来发展的框架和总体目标建议书》^[1],汇集了全球6G愿景共识,总结了6G用户和应用的九大趋势,并提出了沉浸式通信、超可靠低延迟通信、大规模通信、泛在连接、人工智能与通信融合、感知与通信融合六大场景。除了要满足传统5G网络的3类场景需求外,未来6G网络还需要进一步提供泛在连接、通信与智能融合、通信与感知融合等服务。在技术指标方面,未来6G网络除了在传统性能指标方面有进一步的增强外,还提出了更多的新功能及性能指标。

此外,6G网络将应用于多样化的使用场景,如面向企业(2B)类的智能工厂,面向消费者(2C)类的多接入,

面向个人类的个人车内通信、个人及家庭数字医护等场景。不同的场景对网络的功能及性能需求也有所差异,同时对网络的灵活性、定制化也提出了更高要求^[2-6]。

后续6G将从愿景阶段进入架构与关键技术方案的研究和标准化阶段。网络架构设计是6G网络愿景落地的重要环节和技术手段,是未来网络部署的依据,也直接体现了6G网络的商业价值。当前各国研究机构都在进行网络架构及关键技术研究,包括美国的Next G^[7]、欧盟“Hexa-X”^[8-9]、5G PPP^[10]等。

根据上述分析,6G应用和场景对网络提出了新的、差异化的功能和性能需求,同时对网络的灵活性也提出了更高要求。但当前网络在本质上还是集中式的架构,且结构复杂,面临着灵活扩展的挑战。另外,网络切片间的网络架构、网络功能基本是一致的,无法更好地适配不同场景的需求。因此,未来6G需要一个比5G更为完善的网络架构。

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFB1806700、2022YFB2902104)

本文分别从3个不同的维度展望6G网络架构，包括总体系统架构、功能架构和组网架构，主要创新如下：

- 1) 提出总体系统架构设想，涉及三层、四面、云网运营和云网安全，满足新服务需求；
- 2) 提出至简网络功能架构，通过服务化和简化，降低网络复杂度；
- 3) 提出分层分布式组网架构，通过网络协同，提升网络性能以及灵活可扩展性。

1 6G网络总体系统架构

本节中，我们从系统框架的角度，分析6G网络总体系统架构。未来6G网络将是一个面向“连接+”设计的系统架构，具体如图1所示。

1) 三层

6G网络系统架构自下而上分别为云网资源层、网络功能层和应用使能层。

(1) 云网资源层：承载6G网络的基础设施和资源，资源类型包括各种计算、存储、网络、频谱以及各种专用设施。

(2) 网络功能层：6G网络核心的逻辑功能层，是实现6G网络核心功能的主体；在5G网络增强的控制面、用户面基础上，还将引入数据面和智能面，以满足6G更为丰富的功能需求。

(3) 应用使能层：聚合网络服务能力、通用的应用服务组件，通过能力开放、应用使能框架等方式为应用或周边生态提供服务，实现统一的应用使能管理。

2) 四面

面向“连接+”的功能需求，网络功能层的“四面”逻辑功能如下：

(1) 控制面：实现网络连接服务、智能服务、算力服务、感知服务等统一控制功能。作为网络控制的中心，控制面将与其他层面密切协同，完成多接入融合控制、鉴权认证、移动性管理、会话管理、策略控制、人工智能（AI）任务调度、算力资源调配和管理功能等一体化的管控。

(2) 用户面：支持网络可编程，灵活定义数据处理策略，具体功能包括隧道管理、数据流识别、业务感知、确定性通信保

障、数据封装、数据转发及流量引导等功能。用户面主要完成用户会话数据的传递，在一些场景下，还可能实现环境物体感知数据、AI任务数据等各种数据处理及转发。

(3) 数据面：实现数据与业务逻辑进一步分离，减少数据和业务处理的紧耦合。在网络中引入单独的数据面，可以完成各种数据的统筹管理，并且数据面通过标准接口向控制面、用户面、智能面开放。各种数据中有静态数据以及动态的实时数据，例如用户签约数据、用户状态数据、网络状态数据、连接数据、资源利用数据等。

(4) 智能面：6G网络的智能中枢，支持核心网、接入网的全面智能。智能面既服务于6G网络自身的智能化，也服务于用户和业务应用的智能化。智能面提供网络AI相关的功能，包括数据建模、模型训练、推理决策、知识图谱、反馈与评估等。

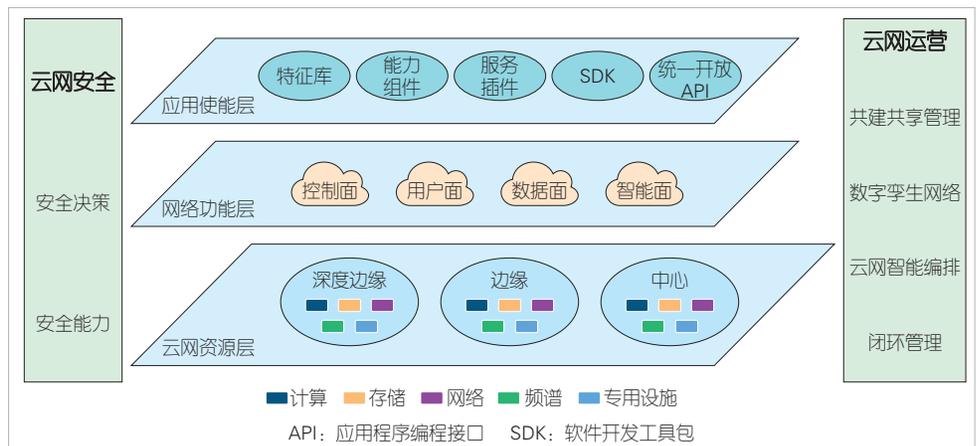
3) 云网运营管理

云网运营管理贯穿并覆盖网络的各个层面。在云网融合的演进趋势下，6G网络的运营管理除了拥有传统的网络管理、业务受理、计费结算等功能外，还将引入新的运营功能，具体如下：

(1) 云网智能编排调度功能：感知、识别和解析6G典型应用场景下多类型用户/客户的需求，按需生成网络策略，并利用编排器抽象资源状态，完成网络部署配置，实现端到端的服务自动化部署、负载均衡和服务保障、云边协同。

(2) 数字孪生网络管理功能：运用数字孪生技术构建数字化网络。网络与数字化网络之间进行实时数据交互，通过数字化网络对网络服务策略创建、下发、变更等进行有效的模拟验证，预先获得策略在物理网络上的实际执行结果。

(3) 基于区块链的共建共享管理：资源提供方和需求方共同组成一条链，资源提供方将资源信息记录在区块链上，资源需求方可通过区块链找到合适的资源，并且区块链所有



▲图1 6G网络总体系统架构

参与方都可通过共识机制对交易进行监督，实现公开透明、不可篡改和可追溯的资源动态共享交易。

4) 云网安全

云网安全贯穿和覆盖网络的各个层面。6G在延续传统移动网络的身份认证、密钥管理、空口安全等需求外，将针对新业务、新技术及安全形势的变化，提供动态自适应的安全能力、智能自主的安全决策、跨域协同的安全控制，具体如下：

(1) 安全能力：包括信任、监测和防御能力。信任能力是网络运作、业务正常开展的基础，也是风险识别、安全监测防御体系的基础；防御能力为网络提供安全保障，并通过监测能力动态、持续感知网络安全状态，为安全决策提供依据，当网络环境、安全状态发生变化时，做出相应指示。安全策略和控制指示安全防御做出策略调整，或调用安全防御能力进行响应、处置，直至恢复。

(2) 安全决策和控制：作为网络实例的安全能力决策、控制中枢和调度中心，支撑各安全能力面的运转和协作。安全决策既需要监测各能力的的数据支持，同时也需要通过安全控制，将安全策略反馈给各安全能力，进而作用于网络。

2 6G 网络功能架构

本节中，我们从网络功能的角度，分析6G网络功能架构。6G网络功能架构设计一方面需要在服务化架构(SBA)的基础上进行优化和增强，在提升网络服务的灵活性、弹性的前提下，力求通过网络简化和服务重构等增强服务效率、鲁棒性和可靠性。同时，将服务化的范围进一步向无线接入侧(例如无线网络和终端网络)延伸，实现移动领域端到端的服务化。另一方面，需要重点考虑如何满足未来新场景带来的大数据高效传输等需求。为此，未来6G网络功能架构将简化为网络控制、网络数据、网络用户面、网络智能、网络辅助5类服务，如图2所示。

1) 网络控制类服务

网络控制类服务的重点是服务及接口的重构。继承和优化5G网络的接入管理、移动性管理、会话管理、签约管理、鉴权、策略控制等基本连接服务，服务及接口基于功能、部署、开放等需求聚类或重构，解决架构复杂、互操作困难等问题；

增加接入适配服务，灵活兼容4G/5G、Wi-Fi、卫星、固网等多制式接入，提供通用、统一的服务能力；增加扩展服务，支持通信感知一体化(ISAC)、算网协同等新服务或定制服务的灵活、动态加载。

2) 网络数据类服务

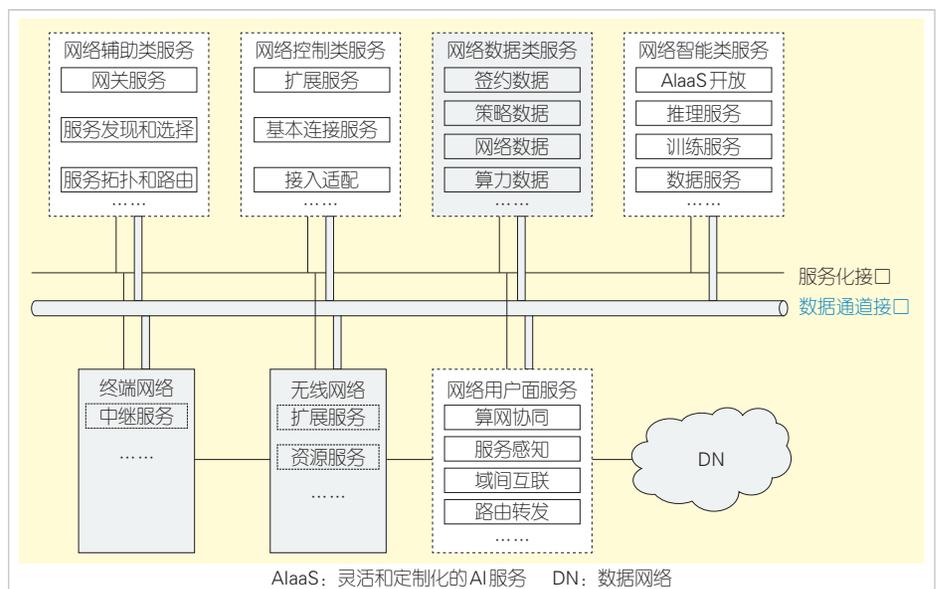
网络数据类服务聚焦数据与网络服务的进一步分离，配合增强的数据传输机制，形成数据面。网络数据类服务支持数据的逻辑统一、物理上可分布的管理和调用模式。除了传统的签约数据和策略数据外，该服务还新增网络数据、算力数据等基础数据用于其他服务的使用，实现通信和计算的融合；引入独立的数据通道，作为网络内部服务之间的另一个通用总线，与网络数据类服务协同，形成有机组织的数据面。数据通道支持网络内部服务与服务之间、终端与内部服务之间异构，以及大数据的存储、处理和传输等，满足ISAC、AI等新场景的数据需求。

3) 网络用户面服务

网络用户面服务重点增强分布自治、算网协同等带来的新功能。继承传统用户面对终端业务数据的路由和转发、策略执行等功能外，网络用户面服务还增加分布自治所需的自治域间路由、服务连续性需求，引入用户面可编程，实现用户面处理逻辑的灵活定义，同时支持并增强服务化接口，满足用户面的服务发现、控制、开放等。另外，网络用户服务还能增强服务感知和算网协同能力。

4) 网络智能类服务

网络智能类服务重点向分布式智能内生演进，已成为6G网络泛在的基础服务。网络智能类服务提供数据、训练、



▲图2 6G网络功能架构

推理等各类AI能力，对内将AI技术应用于网络，提升通信网络的智能化，对外开放灵活和定制化的AI服务（AIaaS）；通过独立设置+服务内嵌的混合方式，支持服务内部、自治域内、跨自治域等不同层级，跨终端、无线、核心网、业务、管理等多专业域的多节点协同，形成端到端、分布式的智能面。

5) 网络辅助类服务

网络辅助类服务提供分布、开放网络所需的支持。服务网关用于跨域能力开放等服务所需的映射和翻译；服务发现和选择用于自治域的域间和域内、网络域（核心网、无线网、应用等）之间的服务管理；网络拓扑和路由用于进行拓扑连接判断、路由配置等。

此外，在终端方面，随着近域通信等能力的成熟，终端的自组网能力及所需的策略控制和保障将得到加强，逐渐形成终端网络。未来，随着服务化技术的进一步演进，终端也可能按需支持服务化接口，例如终端对外提供中继服务，与核心网通过服务化接口连接。无线网络在集中式单元（CU）的控制面和用户面实现分离后，在满足服务指标的前提下，可在资源服务、AI和ISAC等新服务方面，逐步通过服务化接口对外开放。

6G网络功能架构采用双总线架构：一条是现有的服务化信令交互总线，延续5G已有服务化设计理念，将服务化的范围由核心网的控制面向用户面发展，同时进一步向无线接入侧延伸，例如无线网络和终端网络，从而实现移动领域端到端的服务化；另一条是新增的数据总线即数据通道，不同网络单元之间通过数据通道进行大数据传输，以达到数据的高效存取和处理的目标。服务化接口和数据通道可以配合使用，当网元之间通过一次信令交互可以完成所需数据交互时，使用服务化接口；当数据量过大或超出服务化接口处理能力时，通过服务化接口协商数据通道使用的具体协议，并根据传输数据的类型、数据量的大小、实时性要求等选择合适的传输协议。

3 6G网络组网架构

本节中，我们从组网的角度，分析6G网络组网架构。面向当前集中式架构带来的灵活扩展以及场景适配的挑战，未来6G网络将是一个分层分布式的组网架构，具体如图3

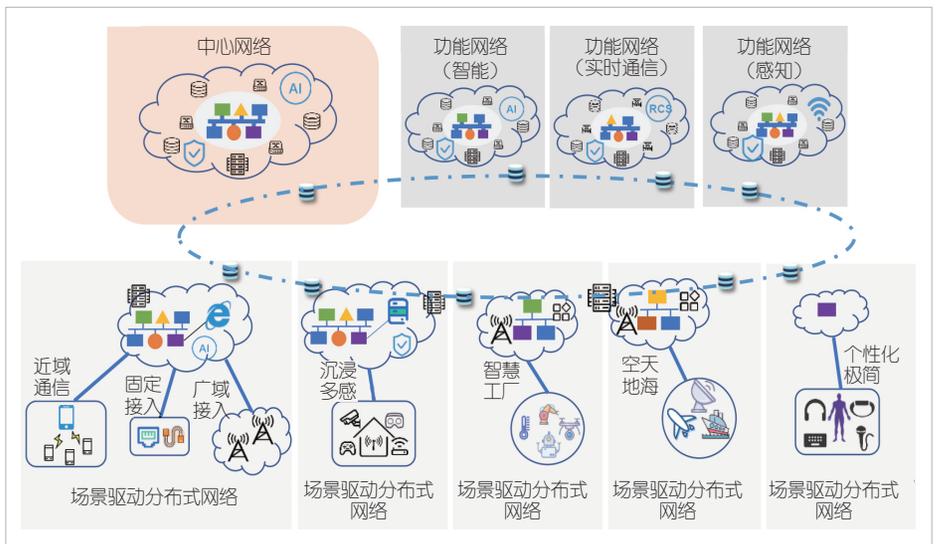
所示。

6G网络部署架构引入了中心网络、分布式网络和功能网络，呈现分层分布式架构。其中，中心网络主要面向2C用户，满足广域覆盖需求；分布式网络主要满足各个场景下的基本业务需求，例如面向2C的低时延接入需求，以及面向2B的本地化接入服务；功能网络则满足用户的增值业务需求，包括实时通信网络、智能服务网络和感知服务网络等。

分布式网络支持面向不同使用场景、服务需求等，对网络进行场景化定制，灵活地选择网络接入方式、网络功能模块集，按需选择所需的计算资源、应用平台如移动边缘网络（MEC）等。此外，根据场景需求，分布式网络灵活地选择网络功能的部署位置，从而利用当前的分布式网络资源，向网络需求方提供多样化的、动态的网络服务。

功能网络可以根据需求选择部署方式，以实现网络的优化。为了进一步优化网络性能，满足不同需求，功能网络可以进行分布式下沉部署。中心网络与/或功能网络辅助分布式网络满足特定场景的服务需求。多个分布式网络可以共享一个中心网络或功能网络，例如，多个场景中的分布式网络可以共享同一个实时通信网络，感知服务网络或智能服务网络。这种共享可以减少冗余和重复部署，使得网络资源得到更有效的利用。

中心网络、分布式网络可以独立提供服务，也可以相互协同实现更完善的网络覆盖能力，以及无处不在、随时随地的互联网业务和定制化业务访问服务，还可以通过协同功能网络提供增值服务。例如，功能网络+2C下沉边缘网络可以共同为2C用户提供服务，功能网络+2B专网可以共同为2B



▲图3 6G网络部署架构

用户提供服务，具体如下：

1) 分布式网络独立自治

分布式网络具备独立运行的能力，能够独立完成网络内部的服务注册、发现与调用，独立提供服务；具备自治能力，能够实现网络功能及服务的自动化部署、即插即用，能够根据网络状态和应用需求调整网络资源，同时支持用户/客户对其进行管理、配置和监控。

2) 分布式网络与中心网络间协同

用户终端可以通过分布式网络接入到中心网络，访问原有的互联网业务。分布式网络用户可以从中心网络接入至自己所属的分布式网络中，访问定制化业务。此外，网间的互信授权还可以提供公网用户访问分布式网络业务、分布式网络用户访问公网服务的能力。

3) 分布式网络间协同

分布式网络的用户终端可以通过其他的分布式网络接入到自己所属的分布式网络，访问原有的分布式网络业务，也可以通过分布式网络间的互信授权实现分布式网络A用户接入分布式网络B网络，从而进一步提高网络的可靠性。

4) 分布式网络/中心网络与功能网络间协同

用户终端可以通过分布式网络或中心网络接入功能网络，访问功能网络提供的增值业务，解决用户终端对非基本业务的需求。例如，分布式网络或中心网络的用户A和用户B在通信时，可以通过功能网络提升通信体验。

5) 网络互联

6G网络需要支持网络间的发现、选择以及互联互通，且网络间的发现、选择与网元业务逻辑解耦。网络间支持相互认证、信令消息的访问控制验证，实现网络间的隔离和保护，具体可采用类似网络存储功能（NRF）的动态注册和发现机制、基于区块链/Service Mesh技术的分布式管理机制等。

4 结束语

ITU发布的《IMT面向2030及未来发展的框架和总体目标建议书》标志着6G研究重点正式从愿景需求转向技术方案落地。网络架构是6G研究的关键问题，是实现6G愿景的基础。

本文中，我们从网络系统、网络功能和组网部署3个方面阐述6G网络架构，包括增强网络逻辑功能、增强服务化、

简化网络功能和服务、设计分层分布式架构等。下一步，我们将研究连接、智能、数据等多维度协同调度，分布式网络协同，6G网络与5G网络的关系等6G网络架构及关键技术相关问题，携手学术界、产业界的伙伴共同推动6G技术进步和产业发展。

参考文献

- [1] ITU. Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond [R]. 2023
- [2] 中国电信研究院. 6G愿景与技术白皮书 [R]. 2022
- [3] NGMN. 6G requirements and design considerations [R]. 2023
- [4] IMT-2030(6G)推进组. 6G典型场景和关键能力白皮书 [R]. 2022
- [5] IMT-2030(6G)推进组. 6G分布式网络技术的应用场景及需求研究报告 [R]. 2022
- [6] 中国电信, 中兴通讯. 未来移动核心网演进趋势白皮书 [R]. 2023
- [7] Next G Alliance. Next G alliance report: 6G distributed cloud and communications system [R]. 2022
- [8] Hexa-X. Final 6G architectural enablers and technological solutions [R]. 2023
- [9] Hexa-X. Hexa-X architecture for B5G/6G networks-final release [R]. 2023
- [10] 5G PPP Architecture Working Group. The 6G architecture landscape european perspective [R]. 2023

作者简介



刘玉芹，中国电信股份有限公司研究院6G研究高级工程师；主要研究领域为6G移动通信网络架构和关键技术，主要研究方向为6G分布式网络。



邢燕霞，中国电信股份有限公司研究院6G研究资深专家，高级工程师；长期从事移动核心网技术和业务研究工作，主要研究方向为6G网络架构；发表论文20余篇。



陈鹏，中国电信股份有限公司研究院6G研究中心主任，教授级高级工程师；长期从事无线通信研究和标准化相关工作，主要研究方向为下一代移动通信网络架构及关键技术；承担多项国家重大专项。