

# 中国移动6G网络架构技术白皮书

## ——“三体四层五面”总体架构

段晓东

中国移动



1

## 架构发展的驱动因素

2

## 架构设计理念

3

## 6G架构设计

- 三体四层五面
- 全服务化架构HSBA
- 分布式自治网络DAN

4

## 开放式问题及产业建议

# 驱动因素一：新场景新需求

新的场景和新的需求是每一代移动通信网络发展的第一驱动力，指标需求的提升和业务场景的丰富都将会影响网络架构的设计

6G典型业务场景：沉浸式交互、云XR（Extended Reality，扩展现实）、全息通信、通感互联、感官互联、智慧交互、数字孪生、天地一体等。以沉浸式多媒体交互、通感互联以及天地一体三个业务场景为例：

## 沉浸式多媒体交互



1. 网络需自适应满足多样化需求
2. 支持大规模用户通信和计算
3. 从以能力为导向转变为以服务为导向

## 通感互联



1. 通信能力与感知能力融合提供
2. 实时计算处理分析

## 天地一体



1. 空天地海接入融合的一体化架构
2. 超低功耗、超高精度

沉浸式多媒体业务带来连接密度、流量密度的百倍增长要求**弹性灵活组网**；交互类业务超低时延需**超边缘部署和分布式架构**支持；通信服务边界的扩展需要**通信感知计算能力深度融合**；空天地一体多域融合接入需要**统一的一体化架构和协议**。

### 移动通信系统的发展过程是不断融合新技术，不断变革成长的过程

近年来，SRv6、HTTP3、FaaS、TSN、CAN、DetNet、Service Mesh、APN、IBN、vPLC、RTOS、区块链、分布式数据库、AI/ML等新技术层出不穷

- 互联网协议不断发展，， RFC9114 HTTP/3和RFC 8986 (SRv6 Network Programming)正式发布。6G网络架构能否通过**引入SRv6，简化网络连接，甚至避免隧道**，实现网络可编程性，支持分布式部署协同
- 从NFV到云原生，到现在Faas/serverless已经广为应用，是云厂商的发展趋势。6G能否**利用Serverless**的免运维、弹性伸缩等优势，**做到自动化构建、一键式部署**

**DOI<sup>2</sup>CT (Data Technology, Operational Technology, Internet Protocol, Information Technology, Communication Technology)** 的融通发展，是移动通信网络新的发展驱动力



## 驱动因素三：现网部署的启示

- 以SBA为代表的5G架构已全面走向商用，经过三年商用的考验，证明5G网络的架构设计是成功的
- 5G架构的创新性变革，也被公认是具有前瞻性和必要性的，为千行百业个性化需求提供了基础架构
- 但是随着商用部署的不断深入，获得三大启示

### 在5G商用部署后，部分前期设计理念实现有待深化

- 创新的设计、端到端视角是架构的优势
- 服务化和云原生实现不彻底

### 在5G服务能力与业务深度融合后，展现出更高的需求

- 跨域设计、领域贯通等需要持续加强，终端制约技术发展
- 用户数据成为建设和运营的痛点

### 在5G深入行业场景部署后，涌现出新的场景和要求

- 核心网控制面下沉，存在本地化定位等新需求
- 边缘安全机制需增补，需考虑边缘网元零信任
- SLA/切片跨域协同



## 6G网络架构设计充分考虑和面向时代背景和时代主题，应契合数字经济、双碳等重大战略

### 数字经济



6G是信息技术发展的新阶段，是推动数字经济升级的新平台，能够实现5G未完成的愿景。

**要求6G从移动通信网络走向移动信息网络**

### 碳达峰、碳中和



- ✓ 6G网络架构层面实现低碳节能
- ✓ 通过新型的信息技术推动传统行业加快数字化智能化绿色化融合发展

**要求6G网络架构层面端到端、系统化支持低碳至简**

### 东数西算



- ✓ 6G网络集通信、计算、存储为一体，实现算力和网络深度协同
- ✓ 对内可实现计算内生，对外可提供计算服务



**要求6G网络支持算力泛在、算网一体，实现深度协同**

### 网络安全可信



- ✓ 从基础设施、信息网络、数字内容等层次加强通信网络安全能力
- ✓ 深入接入、网元、组网方面构筑安全可信、鲁棒可靠的网络空间

**要求6G网络重建零信任等安全可信内生能力**

1

架构发展的驱动因素

2

架构设计理念

3

6G架构设计

- 三体四层五面
- 全服务化架构HSBA
- 分布式自治网络DAN

4

开放式问题及产业建议



(一) NFV/SBA/开放协议是5G架构的灵魂，也是6G架构的基础，6G架构应是**继承式创新，而不是颠覆式变革**。

(二) 为了支持天地一体、元宇宙等新技术和新场景，6G应在**一定范围和局部网络进行架构变革**。

(三) 为了解决行业纵深发展问题，更好地服务产业互联网的确定性、SLA保障等需求，6G架构应**跨域跨层**。

(四) 6G架构不仅仅是通信架构，而是通信、感知、计算等的融合架构，应**支持新能力的一体化管理和调度**。

(五) 连接密度、流量密度等的指数增长，带来网络规模的增长，6G架构应更弹性，**支持更分布、更灵活、更敏捷的扩展**。



(六) 更广分布、更加开放的网络内呈现非信任关系，6G架构应以**零信任为基线来构建新的安全体系**。

(七) 网络领域复杂，网络规模巨大，网络流量丰富，要加快IT“换人”，6G架构应更加**主动地引入AI、数字孪生**。

(八) 6G网络将涉及更多领域，引入更多能力，提供更强性能，网络复杂度将成为一个重要问题，6G架构应采用**至简设计**。

(九) 2/3G的逐步退网将为6G网络设计提供更简洁的环境和基础，6G架构应**解决5G架构上遗留的代际痛点问题**。

(十) 接入网的集中化、服务化和核心网的分布化为领域间融合提供了契机，6G架构应**贯通领域，为更高效、更低成本的部署提供条件**。

**兼容设计：**移动通信网络**沿着IP化、云化、服务化的方向发展**变革，6G架构设计将延续这些柔化发展方向，实现前后向兼容

平滑演进

**跨域设计：**6G架构设计将支持管理固定、移动、卫星等**多种接入**，支持管理公众/行业、物理/数字的多种网络，支持网内**不同域的协同**

一致体验

**分布设计：**6G架构设计将由集中规划式**向分布自治式转变**，满足大规模组网下的海量连接和极致性能要求

泛在自治

**内生设计：**6G架构设计将**由外挂式向内生式转变**，包括安全内生、AI内生，在架构中内置核心技术能力

快速使能

**至简设计：**6G架构设计将**由复杂增量式向至简一体式转变**，对外呈现为一体化系统，对内微服务化

绿色低碳

**孪生设计：**6G架构设计将从单纯的物理网络实体**向物理+数字孪生方向演进**，实现虚实映射、虚实交互

精准运维

1

## 架构发展的驱动因素

2

## 架构设计理念

3

## 6G架构设计

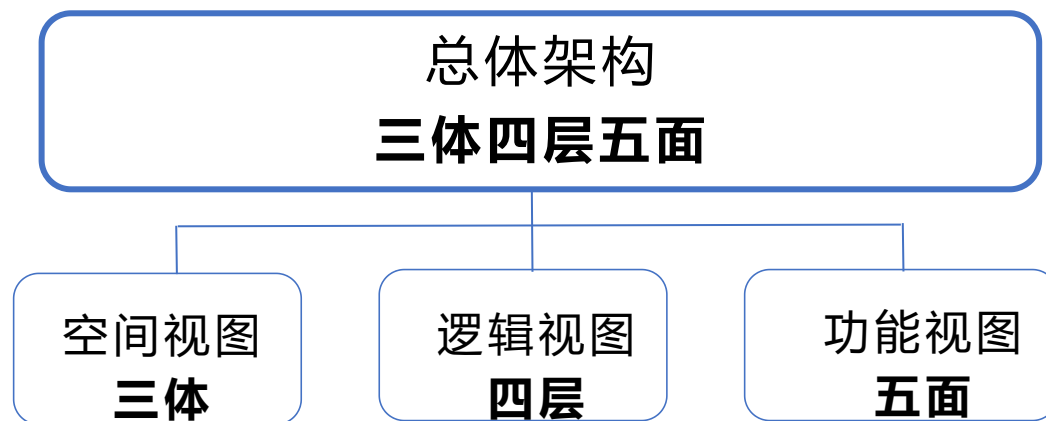
- 三体四层五面
- 全服务化架构HSBA
- 分布式自治网络DAN

4

## 开放式问题及产业建议

从空间视图、逻辑视图与功能视图三个视角呈现跨域、跨层、多维立体的6G网络架构全视图

## 一个总体架构 (三个视角)



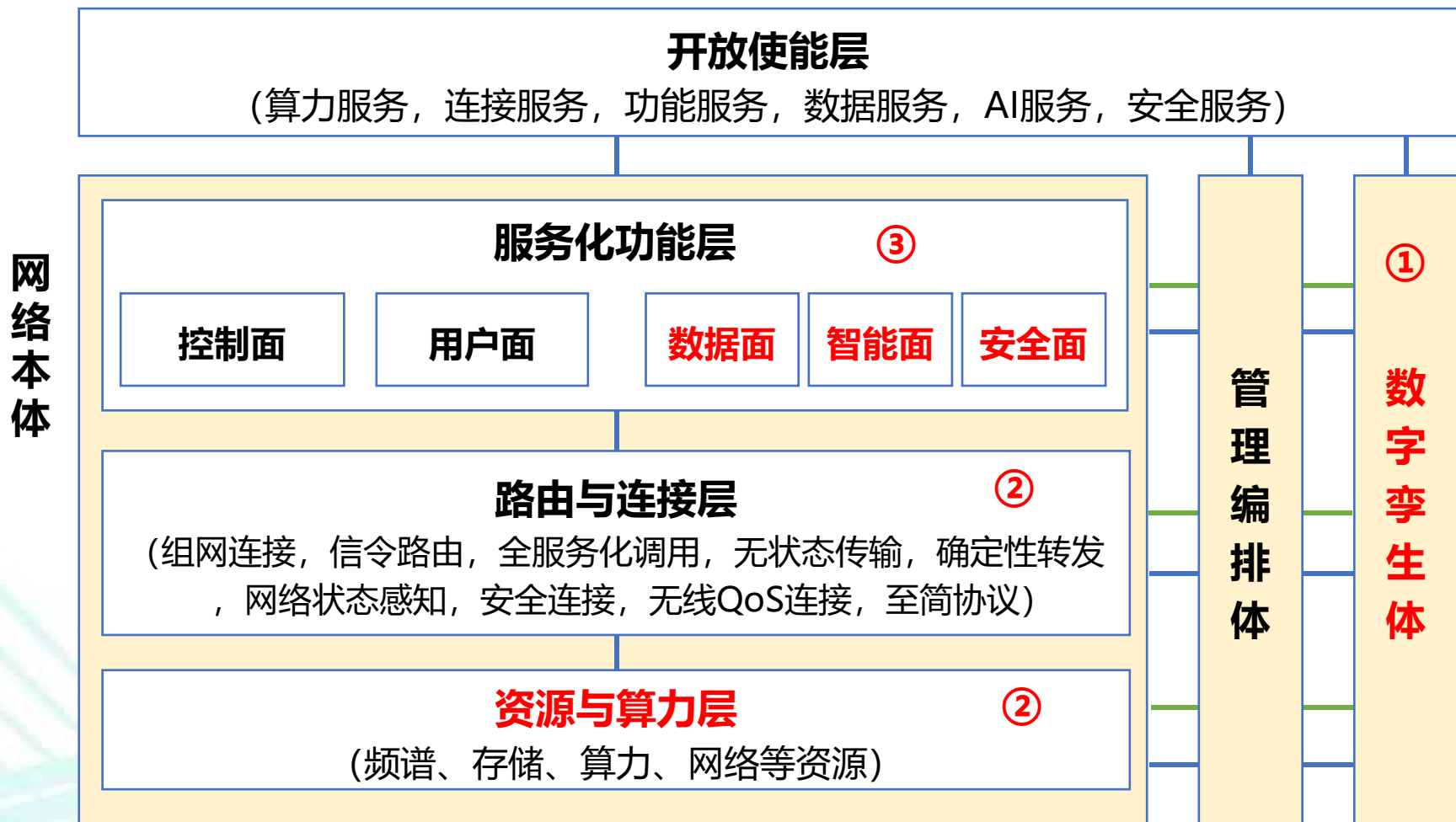
## 三大设计



1. Holistic service-based architecture for space-air-ground integrated network for 5G-advanced and beyond. *China Communications*. 2022
2. 6G Network: Towards a Distributed and Autonomous System. in Proc. 2nd 6G Wireless Summit (6G SUMMIT). 2020
3. 数字孪生网络(DTN): 概念、架构及关键技术, 自动化学报, 2021
4. 中国移动, 2030+网络架构展望, 2020
5. 中国移动, 数字孪生网络白皮书, 2021

# “三体四层五面”的6G总体架构

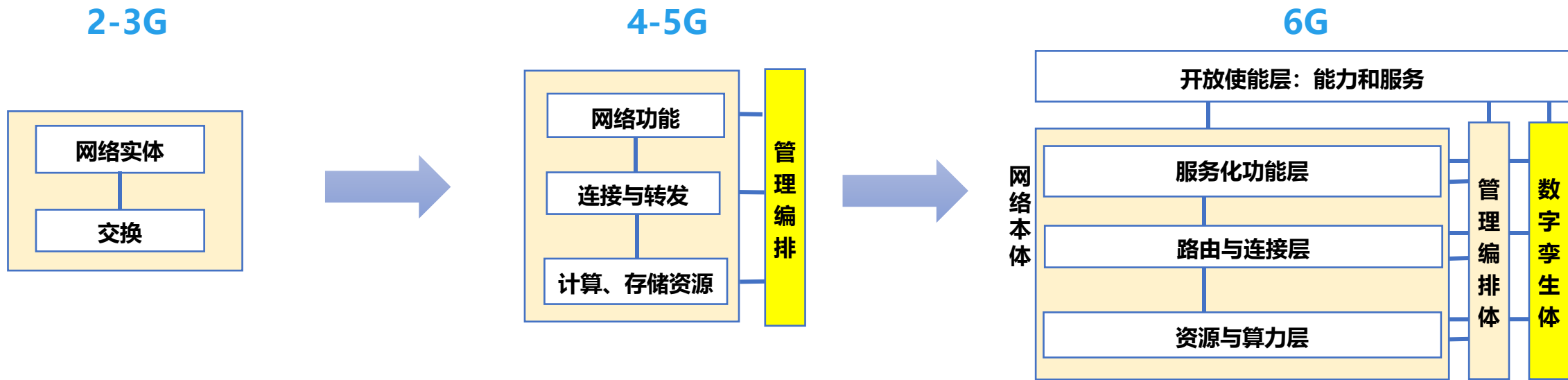
提出**三体**（网络本体、管理编排体、数字孪生体）、**四层**（资源与算力层、路由与连接层、服务化功能层、使能层）、**五面**（控制面、用户面、数据面、智能面、安全面）的6G总体架构



- ① **体是架构的空间视图**，新定义了两个实体，**拓展了全新空间**
  - 数字孪生体
  - 管理编排体
- ② **层是架构的逻辑视图**，对功能进行了分层，强化了对算力和路由的管理，**体现了跨域拉通**
  - 路由与连接层
  - 资源与算力层
- ③ **面是架构的功能视图**，在经典的控制面和用户面基础上，增加了三个面，**强化了功能类别**
  - 数据面
  - 智能面
  - 安全面

# 6G网络总体架构——三体

三体包括**网络本体**、**管理编排体**、**数字孪生体**。网络本体是最重要的网络实体，实现网络功能和网络运行；管理编排体对网络进行实例化及变更操作，实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，实现了虚实映射



**网络本体是为用户提供信息服务的实际运行的网络实体**

- 可独立的运行
- 形态更加虚拟化
- 能力更加强大
- 组网方式更多样



**管理编排体是对网络资源网络能力进行编排管理的管理实体**

- 操作对象是网络本体和数字孪生体
- 与孪生体交互进行网络的闭环优化
- 整合多方资源，实现端到端拉通

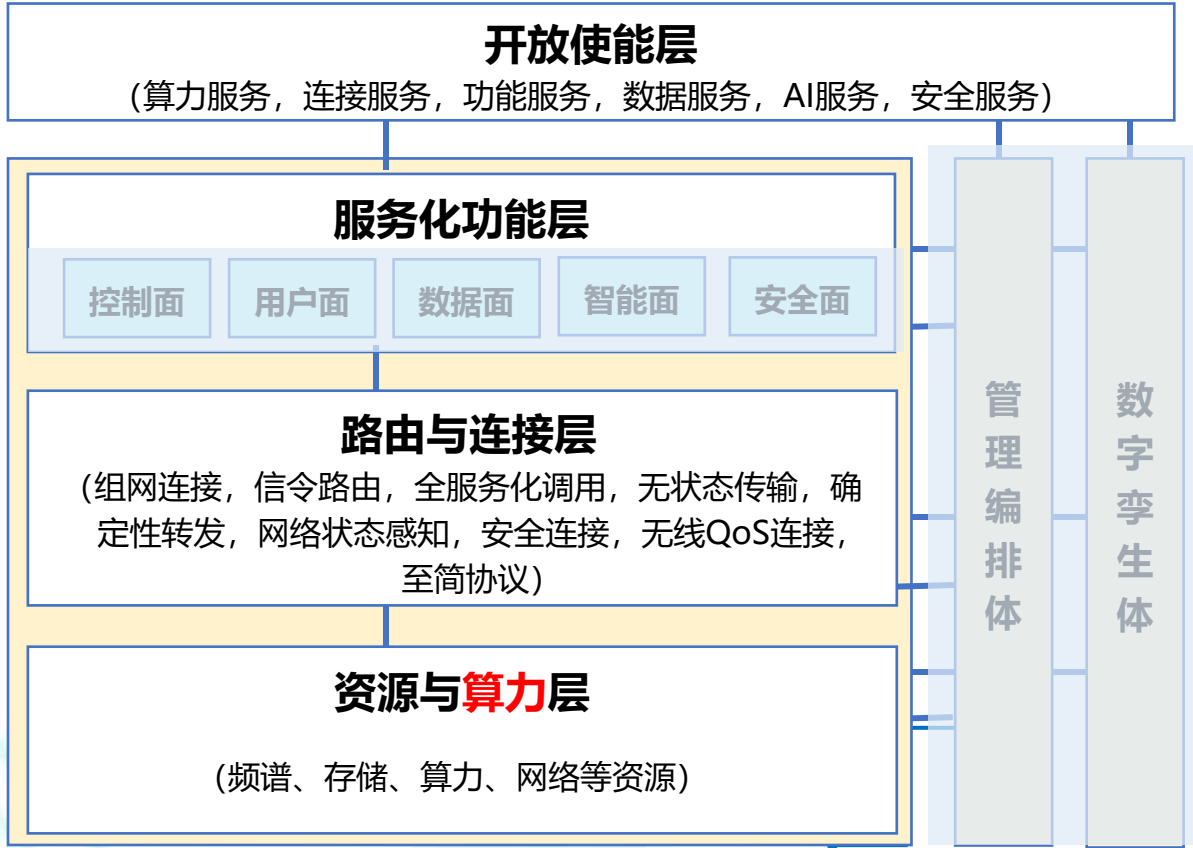
**数字孪生体是物理网络在数字空间的映射**

- 按需对网络本体孪生建模
- 赋能网络内外的闭环控制

# 6G网络总体架构——四层

6G网络逻辑层次上自下而上包括**资源与算力层**、**路由与连接层**、**服务化功能层**、**开放使能层**四层，拉通6G网络本体的物理资源、连接路由、网络功能和能力服务

网络本体



“四层”的设计一方面突出了6G架构在分层要素和能力上的丰富, 另一方面体现了跨域拉通、多域协同及融合发展的理念

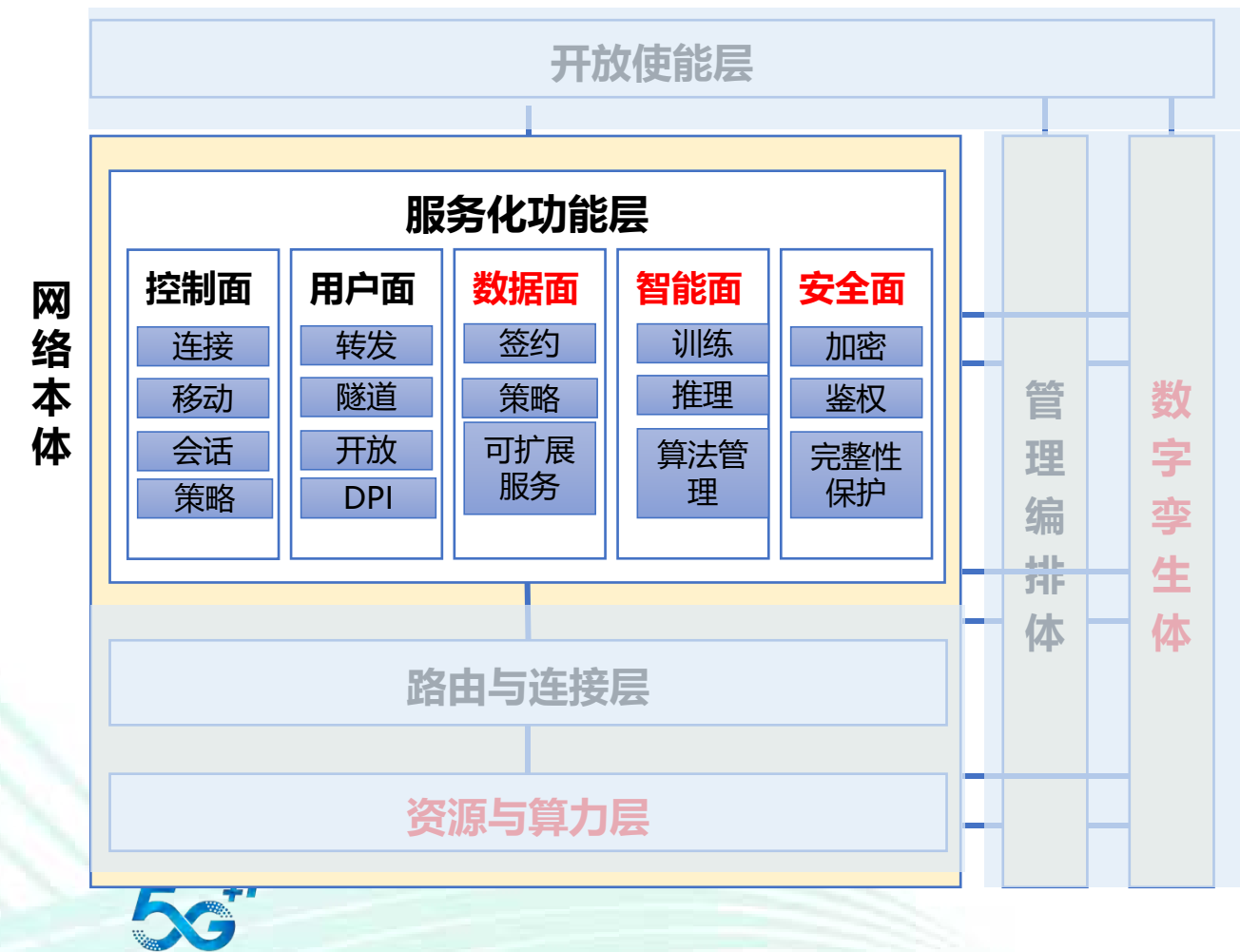
- **资源与算力层**: 设计理念突出了“算力”等资源要素, 将为6G提供频谱、存储、算力、网络进一步融合的基础资源
- **路由与连接层**: 延续开放协议的设计理念, 不断吸收新机制和新协议(如确定性IP、SRv6), 向可编程、确定性演进
- **服务化功能层**: 延续服务化的设计理念, SBA从核心网拓展到端到端的领域, 支持不同功能的有机构建
- **开放使能层**: 进一步丰富对外开放的信息和通信能力, 通过提取、封装、编排、组合, 为自有业务和第三方应用提供服务





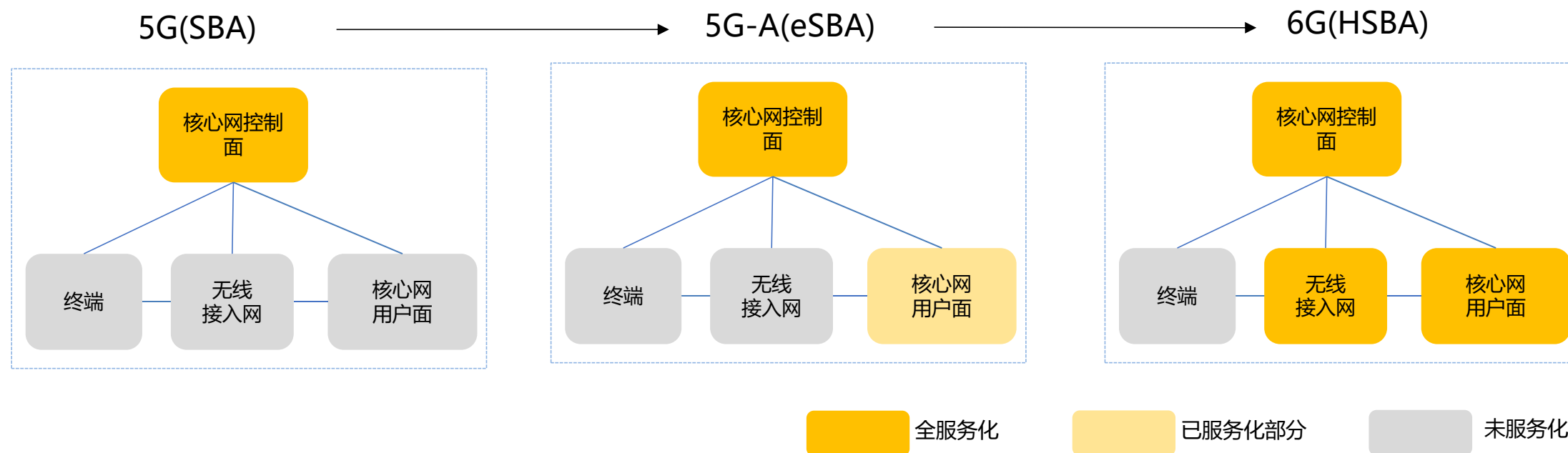
# 6G网络总体架构——五面

6G网络功能的构成是在5G服务化架构的基础上继续深化演进，在增强传统**控制面**、**用户面**基础上，引入新的**数据面**、**智能面**、**安全面**，共同组成“五面”



- 增强**控制面**，向全服务化方向演进，实现多种接入方式的融合控制
- 增强**用户面**，向可编程、服务化、跨域确定性方向演进，实现灵活、高性能转发
- **新增数据面**，解决用户数据迁移的历代难题，系统性地提供可信数据服务
- **新增智能面**，提供本地AI能力，通过分布式智能节点的协同提供全局AI能力，实现智能内生
- **新增安全面**，以“安全数据+AI”为驱动的安全感知和主动防护，零信任的安全体系，实现安全内生

服务化架构自5G控制面引入，得到广泛应用，已逐步扩展到网管、计费系统，并部分实现了用户面服务



服务化技术将进一步拓展，实现6G端到端的全服务化系统

- 1: **服务机制深化**，接入网、UPF不支持服务化，接入网无法灵活升级；UPF云化部署受到影响
- 2: **服务设计优化**，新增服务与现有服务间可优化重构
- 3: **接口效率提升**，提升大规模组网情况下，HTTP连接的效率

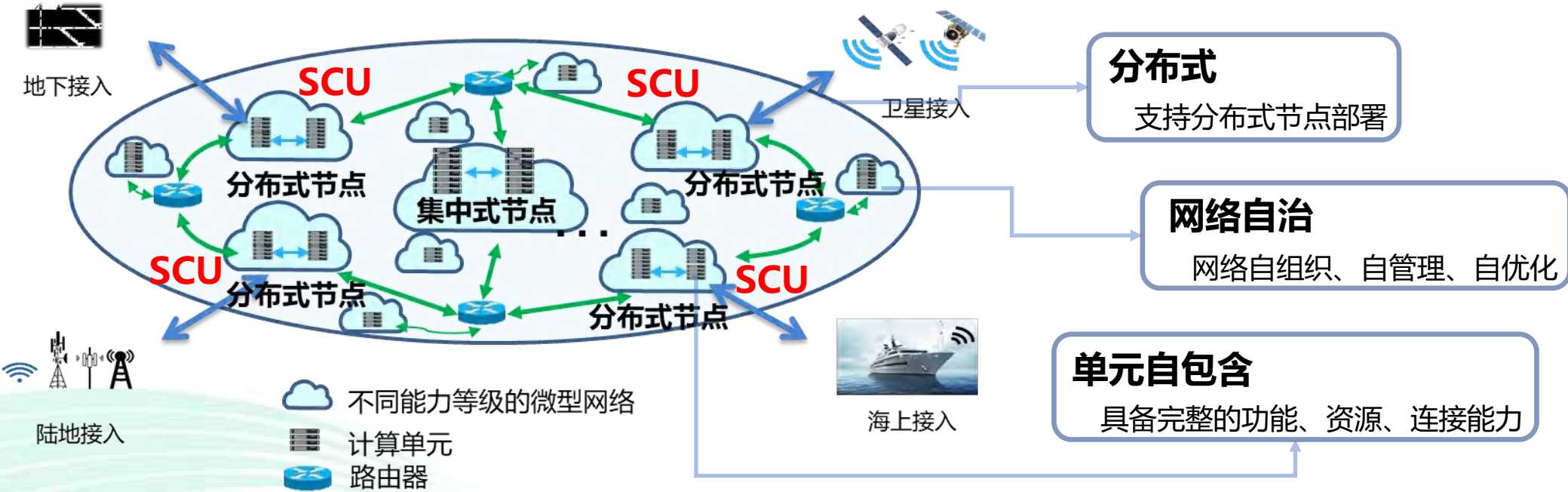


# 6G分布式自治的网络架构DAN

基于分布式、自治、自包含的设计理念，提出6G分布式自治网络架构（Distributed Autonomous Network, DAN），分布式微云单元（Small Cloud Unit, SCU）为构成DAN架构的最关键模块单元

	分布式	网络自治	单元自包含
DAN核心特征	<ul style="list-style-type: none"> <li>流量带来基站规模倍增</li> <li>超低时延推动超边缘化</li> <li>数据本地化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>网络能力的灵活部署</li> <li>动态连接、即插即用</li> <li>分布式部署的复杂性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>适配多样化场景</li> <li>灵活部署、本地闭环</li> </ul>

## DAN核心设计

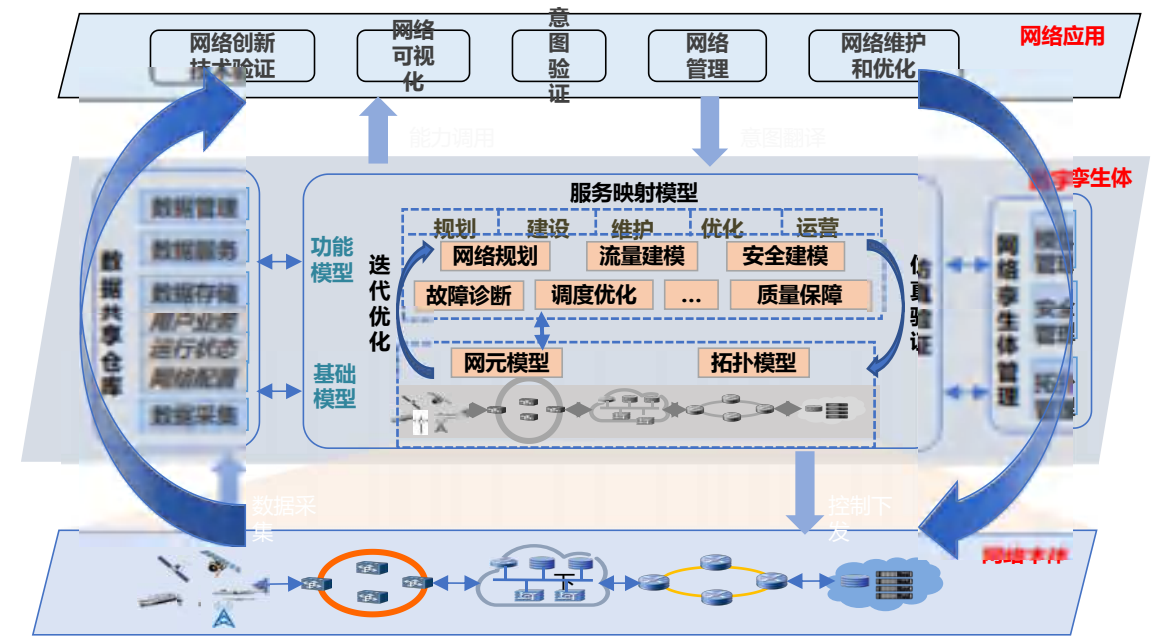


# 数字孪生网络 (DTN)

数字孪生网络 (DTN) 以数字化方式创建网络本体的虚拟孪生体，通过与网络本体之间的实时交互映射，实现网络的闭环控制和全生命周期管理。DTN是实现三体间相互作用的潜在技术架构

数字孪生网络(DTN): 概念、架构及关键技术,自动化学报, 2021

中国移动,数字孪生网络白皮书, 2021

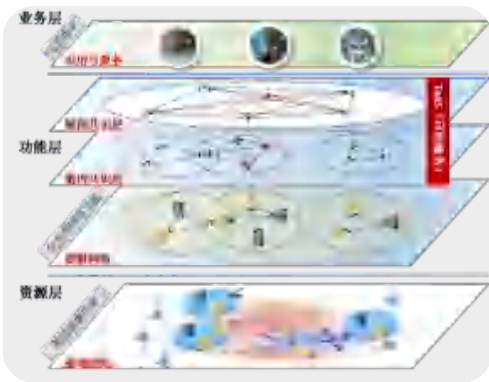


## ● 核心要素

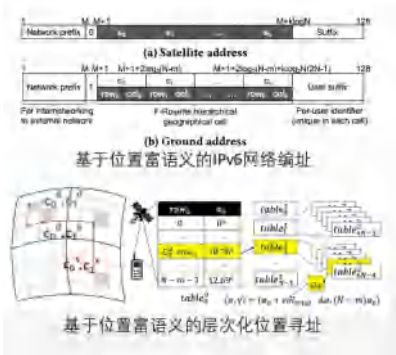
1. **数据**: 数字孪生网络的基石，为网络孪生体提供数据支撑
2. **模型**: 数字孪生网络的能力源，服务于各种网络应用
3. **映射**: 虚实映射实现物理网络的高保真复制以及可视化呈现
4. **交互**: 通过标准化的接口以虚控实，达成实时虚实同步



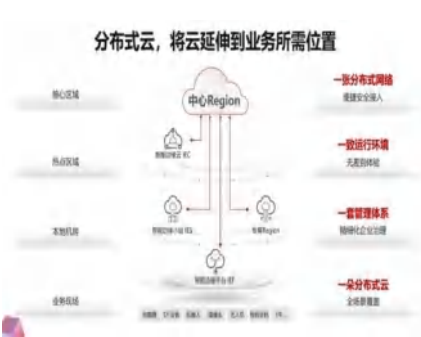
# 6G网络架构候选支撑技术



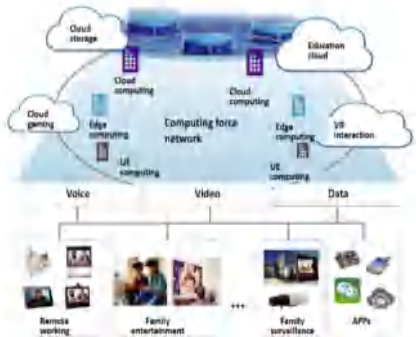
分布式技术



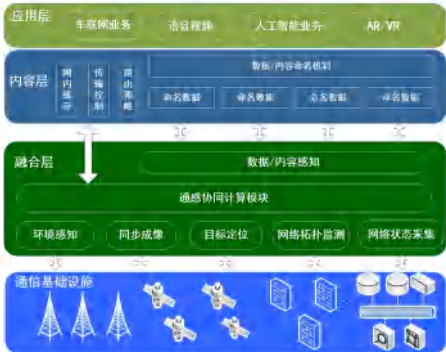
新型协议技术



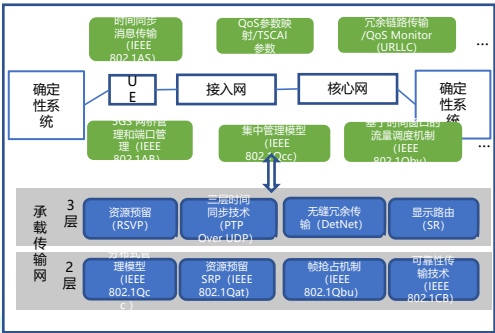
算力原生/  
云原生技术



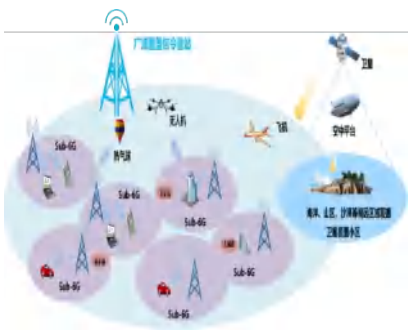
算网一体技术



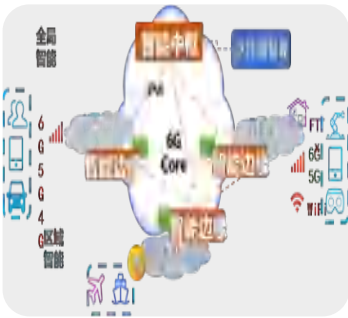
通感一体技术



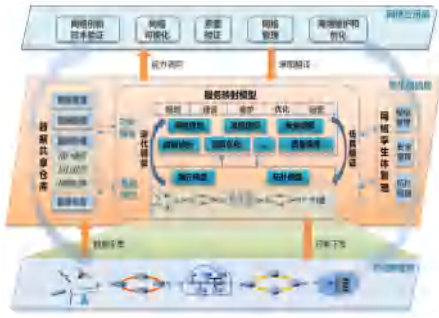
确定性网络技术



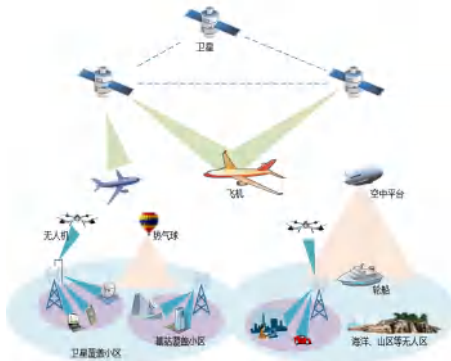
至简网络技术



智慧内生网络技术



数字孪生网络技术



空天地一体化网络技术

1

## 架构发展的驱动因素

2

## 架构设计理念

3

## 6G架构设计

- 三体四层五面
- 全服务化架构HSBA
- 分布式自治网络DAN

4

## 开放式问题及产业建议

前述已经对6G网络架构的设计理念、总体设计、系统设计、组网设计等内容进行了阐述，但仍有很多问题存在争议，并需要持续讨论，持续攻关，持续迭代

- 问题一：核心网与无线网的界面是否面临重构？
- 问题二：如何建立分层网络的跨层调用机制？
- 问题三：用户数据是否会采用去中心化的存储方式？
- 问题四：如何在微服务中消除耦合设计？
- 问题五：新的算网/存算一体技术是否会引发网络架构的变化？
- 问题六：3GPP能否实现对非3GPP领域的标准协同，实现端到端拉通？
- 问题七：是否需要面向行业领域制定新的SLA体系？
- 问题八：如何优化终端实现机制以加速新功能上线？



## 一、架构创新将是6G的核心创新之一

空口传输性能逼近香农极限，无法依靠单一技术提升性能，需依靠多种技术的融合和网络架构的创新来提升整个系统效能，提供更加极致的业务体验。

## 二、6G架构需形成全球统一的网络架构

6G网络架构技术布局已经开始，一些技术发展的方向已逐渐形成共识，需形成全球统一的网络架构标准化共识，避免出现NSA/SA产业链分裂的前车之鉴。

## 三、加快6G网络需求迭代，促进6G架构尽快完善

6G最终架构的定义高度依靠6G需求和目标的确定，诸如全息通信、元宇宙、通感一体、感官互联、智慧交互、空天地海一体全域覆盖等场景和需求，直接影响架构的设计。

## 四、支撑6G架构的核心技术需要持续研发

DOI<sup>2</sup>CT的新要素为新一代移动网络架构设计注入强劲动力。分布式协议技术、DHT数据库技术、确定性网络技术、至简网络技术、算网一体技术需要加快发展，支撑架构发展。

本次白皮书是中国移动对6G网络架构设计的首次系统性描述，也是业界第一本6G架构设计的白皮书，提出并阐述：

- 作出**10个研判**，提出6G架构继承式创新、新场景驱动局部变革、6G架构跨域跨层设计等认识
- 阐述**6个核心理念**，“兼容、跨域、分布、内生、至简、孪生”
- 提出“**三体四层五面**”总体架构，从空间、分层与功能三个视角呈现一个跨域、跨层、多维的6G网络
- 提出**2个具体实现架构**，“6G 全服务化架构（HSBA）”和“分布式自治的网络架构（DAN）”

目前，6G研究尚处于起步阶段，很多问题仍存在争议和持续的讨论，6G网络架构仍需创新与迭代。未来，中国移动将基于“三体四层五面”的总体架构，深化架构和支撑性技术研究，并期待与产学研各界共同完善。

谢谢!