



中国信科



中信科移动
CICT Mobile



6G网络体系架构 白皮书

6G Network Architecture
White Paper

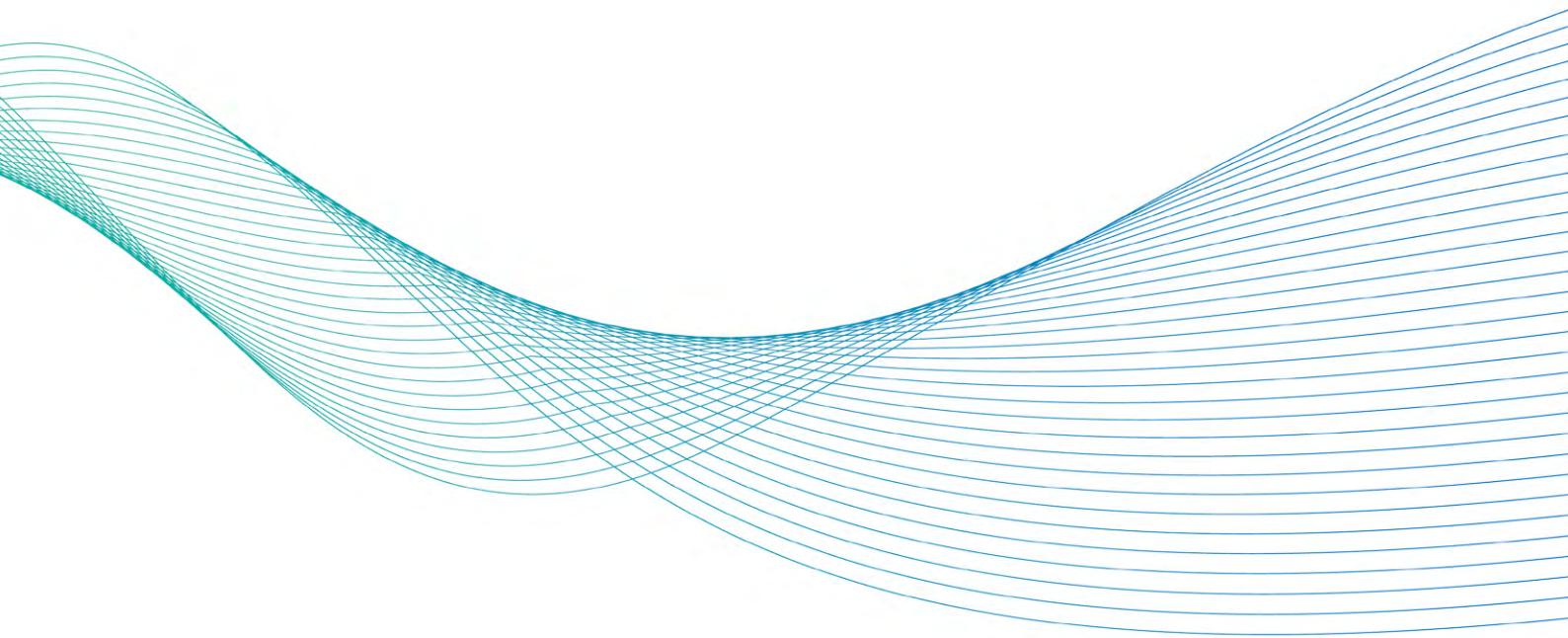
全域覆盖 场景智联

中信科移动通信技术股份有限公司
无线移动通信全国重点实验室(中国信科)

6G 网络体系架构

白皮书

本白皮书版权专属中信科移动通信技术股份有限公司（以下简称“中信科移动”）所有，并受法律保护。如需基于非商业目的引用、转载、传播或以其他方式合理使用本白皮书的全部或部分内容，应完整注明来源。违反前述声明者，中信科移动将追究其法律和商业道德之责任。



CONTENTS

目 录

第一章：6G 网络发展新需求	02
第二章：6G 网络体系架构设计新理念	04
第三章：6G 网络“三层五面”智简赋能体系架构	06
第四章：6G 网络智简赋能体系新三层	10
4.1 基础设施层	11
4.2 网络功能层	12
4.3 服务与能力开放层	12
第五章：6G 网络智简赋能功能新五面	14
5.1 赋能面	15
5.2 数据面	23
5.3 控制面	25
5.4 用户面	27
5.5 编排管理面	29
展望与结论	33

01

6G网络发展新需求

NEW REQUIREMENTS OF 6G NETWORK
DEVELOPMENT



随着人类社会逐渐进入数字化时代，数字世界与物理世界深度交互融合，6G 网络成为未来网络的中流砥柱。6G 网络架构的设计，既要考虑与现有网络的兼容性和继承性，又要考虑 6G 场景下的多样化业务场景、新兴垂直行业用户的复杂通信需求以及网络与应用的协同 / 适配能力。各类新技术融合发展，推动 6G 网络向全域覆盖、万物智联、可信安全、绿色低碳的方向发展。

➤ 多样化业务场景

移动通信网络从基础的语音业务发展到 5G 时代的三大典型场景业务，业务场景逐步向通信感知融合和普惠智能的方向发展。面对丰富的业务形式和智能接入设备应用场景，未来网络架构需要设计重构和优化以提供更加优质的业务体验。

随着无人驾驶、智能家居、虚拟现实等未来业务的发展，用户需求不断演进，人机交互愈加密切，网络需要提供更高比特率、更低时延抖动和更高可靠性。6G 网络努力实现空、天、地、海一体化无缝覆盖，向全域万物智联的方向迈进。

➤ 创新技术融合

DOICT (Data, Operational, Information, Communication Technology) 融合驱动移动通信网络变革和能力升级，打造智简赋能 6G，形成智慧内生网络。在未来的大数据时代，6G 网络强大的计算能力需要更高的安全与隐私技术保驾护航，6G 网络架构的设计将兼顾智能服务和可信安全机制，促进相关领域发展。

➤ 高需求商业模式

科技发展与社会发展息息相关，沉浸式体验现实、全息通信、数字孪生、智慧交通等业务需求不断涌现，全面加快数字化转型成为我国经济增长的新趋势。个人用户，智能穿戴设备和智能家居等新型产品的普及化为用户提供个性化需求，提高用户生活质量和用户体验；垂直行业，如今更多的是人机互联、万物互通的商业模式，数据应用服务为许多行业带来新的发展机遇，数据型驱动产业成为未来企业主要存在形式。6G 网络的高吞吐量、低时延、超精确定位、安全内生、多网络融合互通特点，为未来商业模式和垂直行业发展提供了更多可能性。

➤ 持续型社会责任

“双碳”战略的提出加速推动通信产业的节能和绿色化改革，目前网络能耗较高且难以持续，不能满足国家和行业对于网络绿色节能、智能运维、柔性可编排、共享能力、安全内生的要求。极端天气与疫情等重大不可抗力事件、低碳经济社会发展需求和人类社会美好生活需求驱动建立更加稳定和低碳的智能网络，推动 6G 网络迈向绿色低碳集约通信方向。

02

6G网络体系架构设计新理念

NEW CONCEPTS OF 6G NETWORK
ARCHITECTURE DESIGN

由于业务场景的多样化、DOICT 技术的融合、高需求的商业模式、持续型的社会责任，使得 6G 网络面临新的挑战，因此中信科移动在进行 6G 网络体系架构设计时，秉承智简、可编程、内生、分布式、服务化、数字孪生的设计理念。



坚持智简理念

随着网络接入规模不断增大和网络需求的多样化，降低 6G 网络架构的复杂度，可以达到轻量化网络架构的目标，提高网络运行效率，降低网络运行维护成本。同时，6G 网络将基于大数据和人工智能技术，不断提高网络的智能化水平，最终形成智能端到端体系，主要包括智能终端、智能边缘网络、智能核心网和智能业务应用。



坚持分布式理念

为了满足多样化场景的业务需求，6G 网络将突破中心化的限制，构建分布式自治网络，实现以用户为中心的控制和管理，可以满足天、地、空、海等多种异构接入场景和网络性能需求。伴随网络规模的不断增大，6G 网络呈现集中加分布式联合部署方式，实现网络资源互补和按需组网的目标。



坚持可编程理念

随着 6G 网络结构的多样化和应用场景的定制化，可编程技术作为 6G 网络的关键技术之一，得到了业界的广泛关注。6G 可编程网络能够消除网络差异性，实现网络按需编排、资源灵活部署、路由动态规划、网络故障快速定位与修复，使 6G 网络能够满足业务多样化需求。同时，智能内生与可编程的深度融合，为 6G 网络的编排与实现提供了助力。



坚持服务化理念

5G 实现了网络功能模块化，控制面与用户面的功能分离，但是 5G 的用户面和无线底层架构虚拟化程度不高，网络全场景适应能力有限，约束了网络灵活部署的能力。通过增加接入网服务化和核心网用户面服务化，使得软硬资源充分解耦，灵活调配，有助于增加网络柔性，最大限度地提升网络的适应能力。



坚持内生理念

由于现有 AI 与移动通信网络缺乏深度融合、算力网络与移动通信网独立管理、网络防护方式缺乏动态性和灵动性等缺陷，6G 网络体系架构需要融合智能内生、算力内生、安全内生的能力，实现网络无所不达，算力无处不在，智能无所不及。



坚持数字孪生理念

随着人工智能的不断发展，感知和信息的不断泛在化，6G 网络融入数字孪生技术，将基于物理世界形成一个虚拟化的数字孪生世界，实现虚实映射与交互。数字孪生世界可以精准反映和实时预测物理世界中每个智能体的状态，提高了整个网络的运行效率和资源效率。

03

6G 网络“三层五面”智简赋能 体系架构

NEW ARCHITECTURE OF 'THREE-LAYER AND FIVE-
PLANE' INTELLIGENT SIMPLICITY EMPOWERMENT 6G
NETWORK

本着智简、可编程、内生、分布式、服务化和数字孪生的设计理念，本白皮书提出三层五面的 6G 智简赋能网络体系架构，总体上呈现三层五面的体系结构及智简赋能的网络特性，架构如图 1 所示：

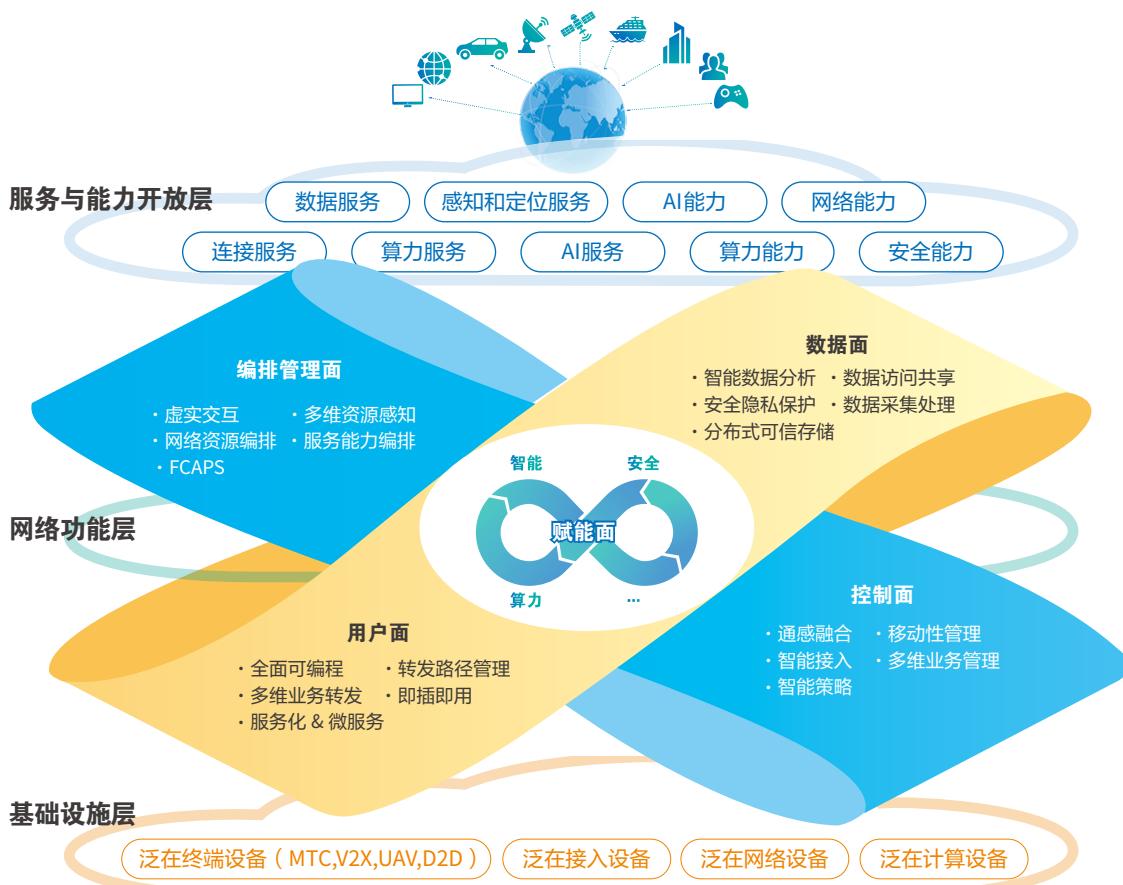


图 1- 三层五面智能赋能6G网络体系架构

首先，从层次上自下而上分为三层，包括基础设施层、网络功能层和服务与能力开放层。

➤ 基础设施层

为网络功能层的功能生成提供相应基础设施和多维资源，涵盖泛在的接入设备、网络设备和计算设备等基础设施，以及可编程的计算、存储、网络、数据和 AI 等多维资源。

➤ 网络功能层

基于下层的基础设施层提供的泛在基础设施，将动态分布式的资源互联，通过对多维资源的统一协

同调度，为上层的服务与能力开放层所需的服务或能力提供通感算智数安等网络功能，支持不同网络系统中用户所需的拆分、组合或扩展的原子化功能。

➤ 服务与能力开放层

对下层的网络功能进行提取、封装和组合，为网络内部业务或外部应用按需提供可以开放的能力或服务，涵盖连接以及数据、计算、智能和编排管理等多种能力或服务，支持运营商网络具备更多价值，为多样化业务场景下的用户带来更好的业务体验。

其次，从功能上分为五面，包括赋能面、数据面、控制面、用户面和编排管理面，分别负责智能、算力、安全等内生功能、数据管理、网络控制、路由转发、编排管理五大类网络功能。其中，赋能面和数据面是 6G 相对 5G 的新增功能面。

➤ 赋能面

是一个逻辑面，从逻辑上描述赋予网络内生能力的智能、算力、安全等网络功能，在实现上其功能模块可位于其他功能面。6G 网络体系架构在设计之初就考虑对智能、算力和安全等内生能力的全面支持，故将赋能面作为 6G 网络的基础功能底座，构建随需取用、灵活高效的内生能力资源池。基于赋能面，6G 网络可以不需要外界干预，对内利用内生能力自主优化网络性能，实现网络自治；对外赋予各行业应用更多新服务的支持，提升用户体验。

➤ 数据面

负责全网所有数据的采集、处理、分析和服务等数据管理功能。在“万物智联，数字孪生”的需求驱动下提高数据服务性能、降低数据传输对带宽的开销，以及全网数据的统一协同管理，将会对 6G 在提供安全可信共享的数据服务、数据智能处理和分析等方面创造更多价值。同时，数据面通过功能和数据解耦可以实现网络状态的可靠迁移，提高移动性管理性能，使能星地融合等频繁切换场景。

控制面、用户面和编排管理面是 6G 相对 5G 的增强功能面。

增强的 6G 控制面、用户面和编排管理面，一方面涵盖传统连接能力和新增智能、算力、安全等能力相关的控制、转发和编排管理功能；另一方面以赋能面为基础功能底座，使能网络具备智能、算力和安全等相关内生能力，多种能力相辅相成有效提升 6G 网络整体性能。

➤ 控制面

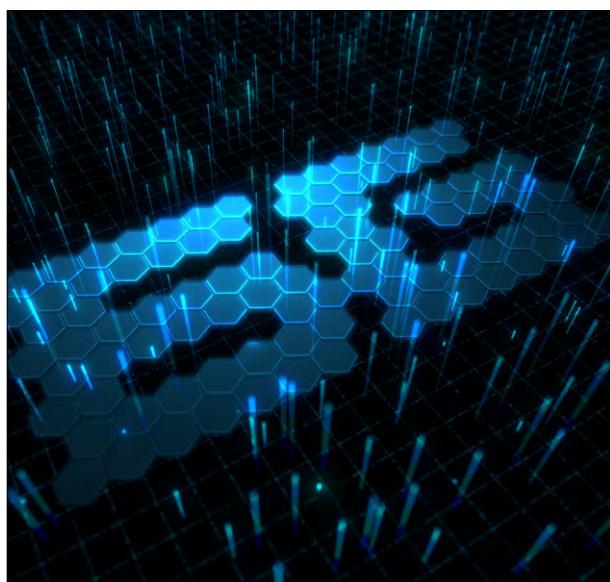
向全服务化演进，支持星地融合的统一至简接入和跨层跨域资源的一体化精准控制，助力智能 / 安全 / 算力等内生能力与新型架构的深度融合，基于赋能面底座赋予的内生能力实现接入网和核心网的动态分割和融合重构，以及通感算智数安等多维业务的智能高效安全的协同管理和控制。

➤ 用户面

向着服务化方向演进，支持通感算智数安等多维业务的全面高性能转发，通过可编程技术支持新协议或功能的快速部署和技术创新，以及为各行业用户提供确定性转发的分级体验。

➤ 编排管理面

涵盖连接服务相关资源管理和服务编排，以及智数感算安等多维度的资源感知、管理和一体化编排，通过对资源的联合优化和弹性编排，完成感知、分析、决策和评估的闭环智能管控，实现网络能力的随选和均衡应用，支持星地融合的一体化按需编管，最大化资源利用率。同时，编排管理面支持深度融合数字孪生网络，以虚控实以实现持续对物理网络的最优化状态寻优和仿真验证。





基于“三层五面”的网络体系架构，6G 网络

将具备智简赋能的网络特性。

智简：随着网络规模的快速扩展以及业务需求的动态变化，网络可能越来越复杂。为了避免网络复杂叠加，6G 网络需要在设计时就采用智慧内生、高效简洁的轻量化网络体系架构，基于内生智能，按需编排网络功能和资源，实现网络复杂性的降低。考虑到全场景的泛在连接，业务需求动态变化以及网络的灵活扩展，6G 网络需要具备统一架构下的即插即用功能。

6G 网络的智简可以体现在以下方面：

架构智简：支持端到端全服务化，面向场景需求灵活拆分重组网络功能，支持对多维资源的统一编排，实现以用户为中心的调度和管控，建立弹性可重构的网络架构。

功能智简：支持柔性按需编排原子化功能和网络功能的优化重构。

协议智简：全域采用统一协议支持星地融合跨域交互，通过面向场景的协议可编程支持各行业差

异化需求，统一空口传输协议和组网协议提升端到端网络性能。

流程智简：控制流程和数据交互流程等全流程体系化设计、模块化合成和分布式高效协同。

终端智简：支持星地融合等多种空口技术融合，实现终端无差别的极简极智网络接入。

基础设施智简：泛在资源池，为网络提供可编程和动态的硬件或软件资源。

赋能：6G 时代，网络不再是单纯提供连接服务的通信网络，而是集连接、智能、算力、安全、数据等为一体的融合网络，需要支持将多种能力和服务一体化编排管控，对内实现多种能力内生，对外提供多种服务。

对内赋能：通过原生网络功能原子化，随需编排智能、算力、安全等功能，赋予网络各层各方面具备智能、算力、安全等内生能力。

对外赋能：通过设计原生开放机制，为行业用户和第三方提供可信随需的网络能力和服务，赋能用户和第三方智能、算力、安全等千人千面的需求。

04

6G网络智简赋能体系新三层

NEW THREE LAYERS OF INTELLIGENT
SIMPLICITY EMPOWERMENT 6G NETWORK



面向 6G 的移动通信网应该是一个资源泛在、能力内生、服务开放、全联接广域协同的信息通信网。作为一个复杂的系统，6G 网络体系架构设计应考虑结构清晰的逻辑视图。6G 网络体系架构逻辑层次自下而上包括基础设施层、网络功能层、服务与能力开放层，基于逻辑视图层次，拉通 6G 网络的物理资源、网络功能和能力服务。

三层的设计突出了 6G 网络体系架构在分层要素和能力上的丰富和增强，基础设施层涵盖算、网、云等基础设施，在网络资源的基础上，丰富了“算力”资源要素，将为 6G 网络提供网络、算力、存储等融合的基础资源底座；网络功能层延续服务化的设计理念，支持不同网络功能的有机融合、灵活构建；服务与能力开放层面向行业应用开放强大的信息和通信能力，通过能力与服务的统一封装、编排为行业应用提供服务。同时，层的设计也体现了跨域拉通、多域协同及融合发展的理念，通过层与层、层与面的协同和交互，保证业务流程自治与闭环、业务能力互相支撑及共享，促进 6G 网络体系架构的融合发展。

4.1 基础设施层

基础设施层位于整个网络的最底层，是整个网络的运行基础，为上层网络功能提供无线、计算、存储、网络等资源，并由上层相应的网络功能进行管理。

基础设施层由虚拟资源和硬件资源组成，包括统一虚拟化的虚拟资源、可抽象的物理资源和专用的高性能硬件资源。除必须采用专用硬件的设备或系统外，基础设施层应大量采用标准化的、支持虚拟化部署的硬件设备，统一基础资源平台，并结合

抽象层技术对非虚拟化部署的设备实现资源管控和统一管理。

6G 是一个全域覆盖的立体网络，基础设施层中除了现有地面移动通信网络的基础设施资源，将进一步涵盖空天海的基础设施资源，集高 / 中 / 低轨卫星系统、平流层平台、陆地网络和海上船舶通信等于一体，构建星地融合网络，实现太空、天空、地面、海洋等自然空间的全覆盖，真正实现全球全域的“泛在连接”。

随着 6G 众多新型应用如沉浸式 XR、自动驾驶等的不断涌现，计算资源类型除了传统通用的 CPU 外，还将引入多样异构算力如 GPU、ASIC、FPGA 等。

6G 是通感一体化网络，在现有通信能力的基础上，基础设施层将为上层网络功能提供感知数据信息采集能力，为 AI 应用提供大数据支撑。

4.2 网络功能层

网络功能层是破解高性能、柔性网络、智能算力安全内生、低成本、绿色低碳等需求的核心层，该层处于承上启下、跨越拐点、决胜未来的关键位置，是实现 6G 网络融合各类关键技术不可或缺的一层。

网络功能层体现为由不同的多个网元以全服务化方式，基于基础设施层提供的各类资源的灵活组合和调度，向服务与能力开放层提供按需智简可信的功能和服务，使传统的“应用适配网络”转变为“应用定义网络”，以“用户”为中心，满足不同行业应用碎片化、多样化、复杂化的网络需求。

网络功能层是使能所有面可以互相协作，有

机工作的逻辑载体，亟待全面升级优化和深度融合 DOICT 技术，以跨学科、跨领域的创新促使传统控制面、用户面、管理面革新性的发展；将网络中各类数据作为一种特殊的无形资产和生产要素，汇聚在数据面加以再利用，增加可使用性、可共享性、可交互性、可统计性、开放性等形成新的安全的数据服务能力；同时，通过赋能面不断引进和吸纳先进技术成为网络内生的进化基因，不断地往更高级阶段演进，使网络功能能够以智简平台的方式支撑新的行业和应用的爆发式增长，推动经济社会数字化、网络化、智能化转型升级，带动生产力发展，推动生产关系变革。

4.3 服务与能力开放层

网络的发展离不了驱动力，同样网络能力的开放也离不开驱动力。网络能力的开放从 4G 就已经尝试引入，例如后引入的专门用于能力开放的网元 SCEF，到了 5G，从架构设计之初就开始能力开放的需求，并确定了能力开放网元 NEF，使网络具备了网络能力的可扩展性。现在 5G 具备了多种开放能力，比如监控能力、配置能力、定位能力等能力，但是随着 6G 新场景新业务的出现，当前网络开放的能力不能满足新需求，比如智能应用、感知定位需求。为了满足 6G 网络新场景新需求的业务需求，6G 网络在架构设计时不但需要考虑多样网络能力开放的需求，还要考虑网络能力开放的可扩展性以适

配未来更多的需求。也就是需要 6G 网络在架构设计时就需考虑网络与应用 / 场景协同 / 适配能力，与应用 / 场景匹配的更广泛的能力定制封装，以提供多样的、新型的服务能力、给用户开放丰富的网络能力。

综上，6G 智简赋能网络需要引入服务与能力开放层，以提供多样的网络开放能力和使网络具备网络能力开放的可扩展性，通过支持更高水平、更深程度、更广范围的网络开放能力来赋能 6G 千行百业。

服务与能力开放层提供的服务包括提供算力服务、数据服务、连接服务、智能服务、感知 & 定位服务等服务。服务与能力开放层开放的能力包括算

力能力、AI 能力、安全能力、网络能力等能力。

对于算力能力开放，其是实现算力按需调用、算力实时共享的关键技术手段。6G 网络需要具备如下算力使能技术，实现算力能力的开放与共享：算力建模能力、算力能力仓库、算网资源编排及能力调用等能力开放。

对于 AI 能力，其将作为基础能力赋能生产和社会。AI 的能力开放包含数据的脱敏与开放、模型联合训练能力开放、模型推理能力开放等开放能力。

伴随着 AI、区块链、联邦学习等技术的发展，将安全功能作为 6G 网络体系架构中由内向外的保护机制成为可能。6G 网络体系架构的变化将促使 6G 安全的功能做出由内向外的改变。对于安全能力，其是帮助第三方应用提供商更好地构建业务安全能力，实现应用安全功能。安全的能力开放包含主动免疫能力、弹性自治能力和泛在协同能力。

网络能力开放是指管理能力、管理信息、管理数据等开放，使得第三方可以参与网络运维管理工作。

服务与能力开放层北向与应用层互通、南向与能力和服务连接，支持网络能力的安全开放，并提供可调用的、友好的、丰富的原子能力 API 接口。当接收到第三方应用时，根据其业务需求，以原子能力 API 为基础，对原子能力进行实时在线的封装、编排和组合为用户提供按需的网络能力，提高用户体验效果。同时，还可以对一些通用性的服务能力按照统一的框架和流程对外提供能力服务，这样可以简化网络实现。6G 智简赋能网络的服务与能力开放层与其它层 / 面进行交互，收集和按需封装其它层 / 面可开放的能力以提供按需的网络开放能力。

另外，网络能力的开放，有利于快速集成第三方业务，增强移动运营商的参与和拓展新业务的竞争力，增加收入。



05

6G网络智简赋能功能新五面

NEW FIVE PLANES OF INTELLIGENT SIMPLICITY
EMPOWERMENT 6G NETWORK

6G 网络体系架构的服务与能力开放、按需提供网络服务、极致的网络性能体验、即插即用、分布式协同、算网一体、智能内生等特征，导致了网络中的很多核心元素和服务能力需要按需弹性部署和单独考虑，比如：智能、算力、安全、数据、编排管理等。因此在传统网络架构中对控制面、用户面和编排管理的增强和拓展的基础上，进一步的新增了赋能面、数据面，进而实现整个网络的算力内生、智能内生、安全内生、数据内生、按需弹性可重构的编排管理，构建一个星地融合全覆盖、万物智联、物数融合的 6G 网络。下面将对赋能面、数据面、控制面、用户面和编排管理面分别进行详细的阐述。

5.1 赋能面

新型的多样化应用场景、应用智能需求、未来网络去集中化等需要 6G 网络具备更加灵活、可扩展的机制以适应不同应用场景的高性能通信要求和灵活快速响应要求，6G 网络除了提供连接服务，还需要提供感知与定位服务、AI 服务、数据服务、算力服务等服务；同时也要具备 AI 能力、网络能力、

算力能力和安全能力等。因此，网络需要一个能够极致弹性、灵活能力扩展的逻辑面（即赋能面），其能够为网络的其它层和面赋予所需内生能力，根据网络发展和业务需求做功能扩展和灵活构建网络服务的能力。下图是赋能面的架构示意图：



图2- 赋能面示意图

从图中可以看出 6G 网络体系架构中赋能面目前具备的能力有智能、算力、安全，随着新型业务场景和垂直行业的出现，赋能面所具备的能力也将会在不断的扩展中。

➤ 智能内生能力

移动通信网络历来注重网络智能化，自 3G/4G 时代的 SON (Self Organized Network，自组织网

络) 项目的尝试开始，5G 引入 NWDAF 网元，移动通信网络与 AI 的融合不断深入。但是，当前移动通信网络智能化仍存在较多的差距。现有网络架构下外挂式的人工智能缺乏 AI 三要素有效的管理、通过人工发现和 AI 解决问题的方式，受限于人工认知，无法完成整个网络的自治、配置方式无法适应全场景对网络和服务的差异需求；依赖现有人工智能的

烟囱式解决问题的方式，往往在不同 AI 用例之间产生优化效果的冲突；面向全场景千差万别需求，基于配置的方式无法适应全场景对网络和服务的差异需求。

对于赋能社会行业，移动通信网络作为社会信息基础设施，需要具备为全社会全行业提供智能化服务的能力。面向未来未知的新行业和新需求方面，由人工发现和总结未来的需求不太现实，需要借助自身、全行业、以及网络所具有的海量数据，对新趋势、新变化进行分析。

因此，6G 要引入内生 AI，提供行业间的联邦智能，实现跨域的智慧融合和共享，摒弃“打补丁”、“外挂”和“叠加”的 AI 应用模式。6G 网络智能在网络功能、架构、协议、流程等方面，将 AI 的算力、数据、算法等要素需求进行深度融合设计，实现网络层级 AI 数据、算法、算力等资源要素随需编排流转，AI 训练 / 推理更实时高效；AI 场景的智能识别和用例智能生成，通过 AI 提升网络性能、效率，实现网络的高水平自治。进而实现整个 6G 网络的智能内生，做到智感知、智分析、智决策、智执行，达到 L5 级别的全自动化网络自治。

➤ 算力内生能力

由于新型用户、技术、应用、场景的出现带来了数据量指数级的增长，各行各业对算力和网络提出了更为迫切的需要，国家更是提出“东数西算”工程。现有网络架构是算力网络和移动通信网络各司其职、独立运行和管理的，这样大大增加网络建设、运营维护的成本，网络间协同带来了网间信令交互开销、安全等问题；同时，也因为算力的外延，导致资源利用率及时效性不高等问题。

因此，6G 网络将与算力网络深度融合，在架构设计上，6G 网络体系架构除了考虑算力服务的对外能力开放以外，也要考虑由外挂式算力向内生式算

力转变，在架构中内置算力能力，一方面对内使移动通信网自身可以高效的利用算力资源，构建算力内生的增强型网络架构；另一方面对外可以通过移动通信网为外部行业应用提供算力服务，赋能千行百业的多样化应用需求。面向多域融合、连接泛在的 6G 网络，增量式、补丁式的能力增强难以满足大规模组网下的多样化业务需求，需要将算力能力内置在 6G 网络体系架构中，并通过统一的赋能面渗透到其他各层、各面，通过构建算力服务能力，为其它层 / 面 / 孪生体等提供算力服务。

➤ 安全内生能力

6G 新应用场景、新关键技术的引入带来了新的安全问题。个人隐私安全方面，由于 6G 网络的能力开放性，用户隐私信息已从封闭的己方平台转移到公用的开放平台上，其接触状态从线下变成了线上，可实时在线获取用户数据，个人隐私泄露的风险急剧加大。

在现有 5G 网络及以前，业界为了解决此类问题多是采用补丁、外挂式的安全服务等被动式防护方式。但被动式防护措施的弊端是响应不及时，防护方式滞后不能及时避免安全损害，而且难以随着网络发展进行适应性调整，缺乏动态性和灵活性。

6G 的愿景是全域覆盖、万物智联，其万亿级别的终端设备接入使得网络攻击越来越普遍，攻击方式越来越多样化且复杂化，终端设备自身安全能力受限也进一步加剧了安全风险。同时，6G 网络“全域覆盖”的愿景要求分布式的网络架构，异构网络之间互联互通，需要建立不同网络之间的信任关系。此外，6G 中要求 AI 内生，大大强化了 AI 的作用，提升了 AI 在 6G 的重要性，然而，AI 的引入同样带来了数据安全性、AI 模型安全性、AI 算法安全性、AI 软件系统和框架中的漏洞以及针对 AI 技术的恶意利用等安全问题。



因此，6G 网络安全能力应融合网络体系架构中，安全赋能面以安全内生为导向，以分布式可信为基础，打破传统安全边界，部署数据安全隐私保护技术，能够为 6G 网络系统的各个功能和资源提供内生安全的感知、防御和预防功能，使得安全能力可以按需定制随需取用，对内保障网络和用户安全，对外实现安全能力的开放。最终，6G 网络体系架构赋能面形成自动免疫、信任共识、协同弹性、智能高效的安全体系，实现整个网络多应用并行的高可靠高安全的有效运行。

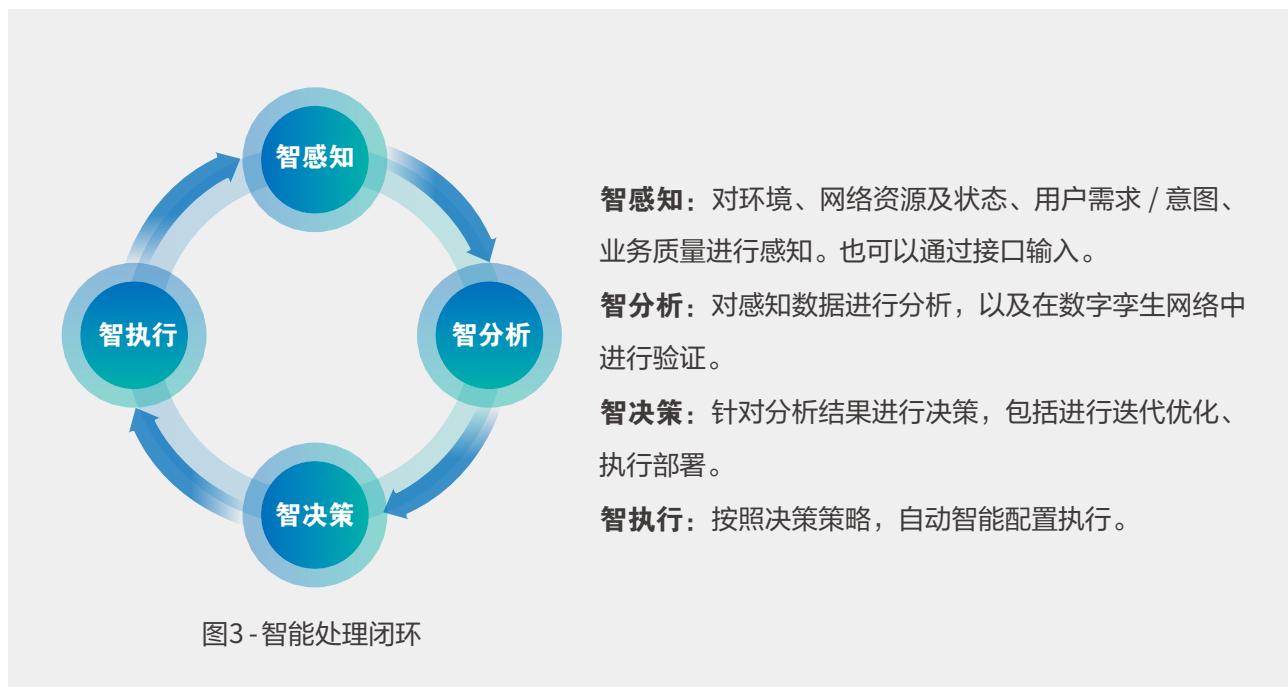
赋能面是集算力、智能、安全等能力于一身，把算力、智能、安全等能力按需进行提取、封装、组合，为其它层和面提供能力和服务。也可将网络技术特征封装成与应用适配的服务能力，通过设计原生开放机制可实现对外赋能的能力；通过以赋能面为底座，对内通过原生网络功能原子化将算力、智能、

安全等能力和服务赋予其他层和面，在带来更多增值业务的同时，也为用户提供更好的业务体验。同时，也与其它层和面协同合作，按需弹性赋予能力和服务，优化网络运行。

此外，6G 网络提出以用户为中心的分布式网络架构的思想，基于分布式网络的异构化，赋能面也需表现出相应的差异化。分布式网络的异构化可以体现在用户不同、业务不同、应用场景不同等方面；赋能面针对不同分布式网络节点要做到按需赋予相应的能力和服务，真正做到精准按需弹性赋能，达到 Net4Ena (Net for Enabling) 。

5.1.1 赋能面（智能）

6G 网络将依托“智感知 - 智分析 - 智决策 - 智执行”智能处理闭环，如图 3 所示，实现网络服务、业务、功能的自主、智能运行。



6G 网络智能内生处理逻辑闭环过程包含网元、功能层内、功能层间，依托闭环分析，实现网络自身内生智能，赋能网络应用智能普惠，如图 4 所示。

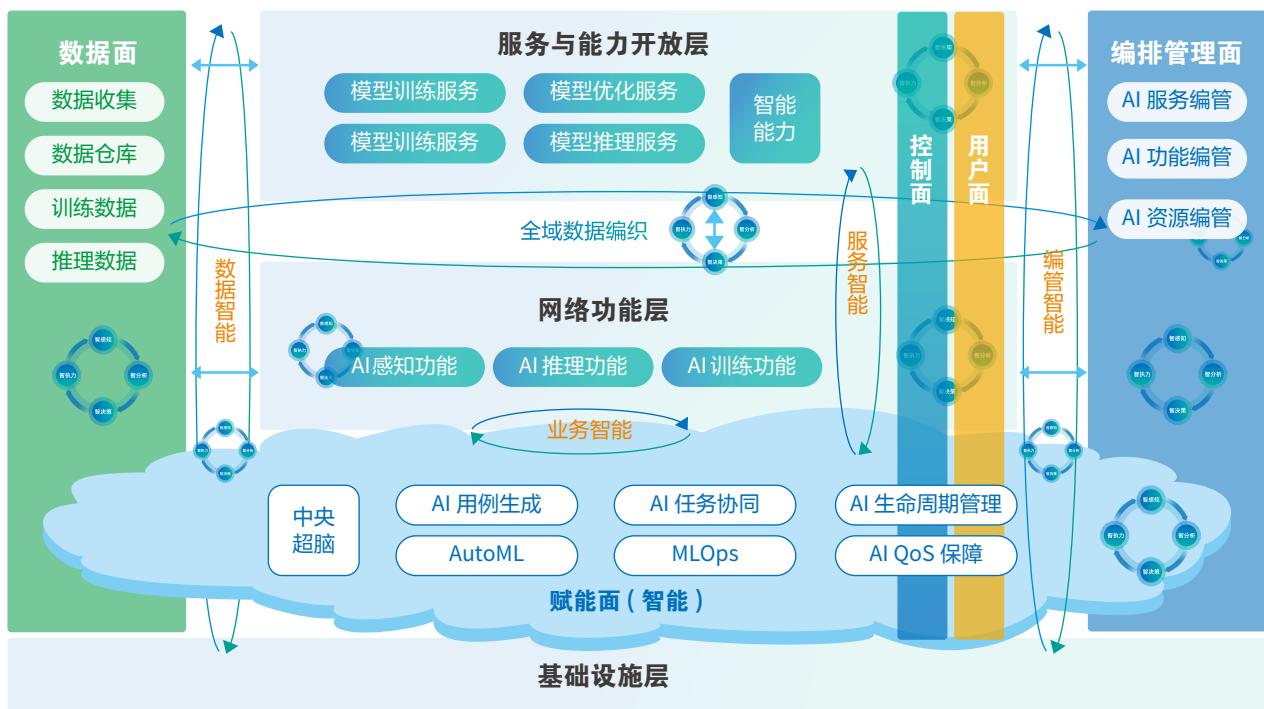


图4-6G智简赋能网络 - 赋能面（智能）

智能能力作为 6G 赋能面的关键能力，将在网络各层各级实现智能内生。在网元层级，网元功能按所示闭环处理逻辑设计网络功能。在一个网元中，通过按需部署部分或全部逻辑闭环功能，实现网元级的智能内生。在功能层内，功能层内按所示闭环处理逻辑处理功能层内的信息，实现功能层级的智能内生。在功能层间，功能层间围绕所示闭环处理逻辑交互信息和功能协同，实现系统级智能内生。

6G 网络通过在功能、架构等方面原生按智能处理闭环设计，实现网元、功能层内、功能层间的

智能内生，在协议、流程等方面原生按智能处理闭环设计，实现数据智能、编管智能，进而达到业务智能和服务智能，真正成为端到端的高水平自治网络，以及成为赋能千行百业普惠智能的纽带和基石。

5.1.2 赋能面（算力）

6G 网络体系架构增强了算力服务能力，其目标是通过统一的赋能面构建算力服务能力，为其它层 / 面 / 生体等提供算力服务。



图5-6G智简赋能网络 - 赋能面（算力）

6G 网络体系架构中的算力服务能力主要基于基础设施层、数据面、编排管理面、网络功能层、服务与能力开放层的高效协同，通过算力服务编排、算力路由策略、算力路由生成、算力路由转发等功能构建，对内赋能网络架构，实现算力内生，对外赋能行业应用，提供算力服务。

涉及到的关键技术如下：

▷ 算力资源感知

针对 6G 多样性算力节点，6G 网络体系架构通过算力资源感知技术实现对全局资源的管控。算力

节点通过主动发起算力注册、去注册过程实现算力节点基本信息的感知，如算力节点位置、算力类型、算力大小、服务能力等信息。数据面获取算力节点注册数据后，同步到编排管理面，编排管理面维护全局算力资源池，纳管全局算力节点资源。对于已经完成算力注册的算力节点，6G 网络需要实时监控算力资源状况，即实时或周期性感知算力节点的状态信息，如算力负载状态、算力服务部署情况、算力资源占用情况等信息，通过算网协同感知能力以支撑编排管理面进行算力服务编排和调度。

➤ 算力建模

算力资源是算力服务的基础设施保障，算力建模是提供算力服务的必要支撑手段。面向异构泛在的算力资源，通过数据面感知到的算力，通过算力建模技术进行计算、存储、通信等算力资源建模，屏蔽底层异构算力的差异性，实现资源统一纳管。同时，为了支撑算力服务的编排和能力开放，需要进行算力建模，对算力服务进行原子化抽象，支撑6G网络构建灵活、可扩展的算力服务。

➤ 算力路由控制

6G网络体系架构支撑业务灵活调度的算力路由控制技术，编排管理面根据感知到的计算、网络资源信息以及节点间链路信息，生成算力拓扑，进一步生成算力路由信息表。结合应用层解析到的用户业务需求，进行用户业务需求与资源的映射，制定资源分配策略，根据资源分配策略获取网络连接需求，通过网络功能与服务层控制平面实现计算和网络多维资源融合的路由，建立网络连接。6G网络基于算力资源、网络资源状态，通过编排最优的业务转发路径，可以更好的保障用户体验。

➤ 算力服务编排

6G网络体系架构具备算力服务编排调度及全生命周期管理的能力，包括算力服务的实例化、更新、扩缩容、实例终止等生命周期管理，算力节点上的异构算力资源和网络资源进行预留、分配及释放，同时可以基于全网计算、存储等多维资源的部署情况，根据业务需求生成业务调度策略、通过智能化编排，调度算力服务到适合的算力节点上进行处理，实现动态的业务部署与编排。同时，在大规模多业务并发的情况下实时监控网络的运行和服务质量状态，实时调整应用部署策略，智能的进行业务迁移和调度，避免资源受限导致业务阻塞，最大程度保障业务服务质量用户体验。

为了支撑6G网络高效的提供算力服务，6G网络体系架构各层各面需要有机结合，协同工作，将支撑算力服务的功能内嵌在各层各面，通过高效协同，实现算力能力的构建和算力服务的提供。

5.1.3 赋能面（安全）

下面将从两个方面阐述赋能面（安全）。

➤ 分布式信任与安全能力协同

安全能力协同

安全能力应该伴随网络而生，提供灵活按需定制的安全协同能力。安全赋能面为其他层/面赋予安全能力，这与6G网络需要实现按需定制的业务场景，网络资源需要快速按需部署或撤销的需求不谋而合。实现安全能力协同应建设安全能力资源池，安全能力资源池致力于实现安全资源的随需取用，实现安全风险发生前预测、识别和保护，发生后检测、响应和恢复。安全资源池能够实现安全数据协同共享、安全能力协同共享，威胁分析协同共享，通过协同打破数据孤岛和鸿沟，对安全威胁进行同源性分析、溯源和打击；结合安全知识数据库，威胁情报库和收集的安全数据，利用人工智能技术，实现安全态势感知，实现安全策略的自适应智能决策、自适应下发，安全设备的自适应部署；安全能力资源池实现安全能力的按需定制、动态部署和弹性伸缩，不仅能够对外开放随取随用的安全能力，实现千人千面的需求，而且可以通过调用安全资源池保障内部网络或用户的安全。安全能力资源池助力于构建共同抵御安全风险的屏障，实现安全能力协同联动，自内而外地构建安全防护体系。

分布式可信构建

建立网络之间的分布式可信关系是进行能力协同、跨域资源调度的前提，分布式可信的建立主要依赖于接入认证、访问控制等机制的建立。区块链



技术作为一种对等网络的分布式账本技术，具有去中心化、不可篡改、可追溯、匿名性和透明性的特征，成为了目前分布式信任的研究热点。区块链网络结构自带的分布式账本技术，能够在实现去中心化数据管理的同时保证数据可追溯、不可篡改。同时采用分布式共识算法，保证数据的快速同步与及时更新，实现信息共享。6G 分布式网络中每个子网将作为一个单独的管理域都拥有大量的设备，独立的域内通信协议与管理方式。但是不同网络域间的设备存在着合作、交互与资源调度的需求，需要信息共享，跨域协作的前提是需要在域间建立信任机制。基于区块链的分布网络设计能够提供可信的网络服务和弹性伸缩，以及跨域信息共享。

基于区块链构建 DPKI 进行跨域认证是目前的研究热点。现有的大多数认证机制建立在公钥基础设施（Public Key Infrastructure, PKI）上，需要可信第三方的参与，例如证书授权机构（Certificate Authority, CA）。CA 为所有 PKI 数字证书提供信任根，数字证书被用来验证用户、设备和其他实体

的身份。在分布式网络环境中，一个域内会设置一个 CA，形成一个相对独立的信任域，以防止未经授权的用户访问内部资源。而用户需要跨域认证时，不同域间的 CA 要经过多次数字证书的传递、签名的加密和解密，频繁的跨域访问还会增加网络延迟，提高网络成本。同时，可信第三方的参与也有可能受到单点故障等威胁，并且会产生昂贵的管理成本。采用区块链技术使认证信息上链，用区块链存储更新已经发放和激活的认证参数，基于区块链的不可篡改性，保证在不同域间的认证结果一致，为跨域认证提供了保障。链上存储的数据由多个域进行维护，相当于进行了冗余备份，具有容错性，从而避免了中心化认证导致的单点故障和效率低下的问题。同时，多个域内的认证服务器都可以从区块链下载认证鉴权信息，避免了频繁的跨域访问。

分布式信任与安全能力协同作为 6G 网络安全内生的重要要素共同赋予 6G 网络安全能力，支撑业务开展。

➤ 数据安全与 AI 安全能力

数据安全能力

6G 网络将会极大限度上地满足人们对日常生活的智能化需求，而智能化的服务需要基于对人们生活以及生理数据的大量收集；另外医疗类的新兴应用需要收集大量与人们体征有关的数据，这些数据本身就是非常隐私并且敏感。因此，未来 6G 的数据安全和隐私保护将会上升到新的高度。

为了保证数据的安全可信，各种数据应使用不同的安全策略进行安全域和非安全域的隔离管控，涉及个人隐私的用户数据以及敏感的行业数据要放在安全域内，在数据流转前需要保障数据的完整性和机密性。6G 数据安全可以采用分级分类的处理方式，将各类数据进行细粒度的分类以便对数据流量进行精细化管理，安全级别高的数据应采用高级别的安全策略和安全操作来达到数据可用不可见、开放不共享的效果。

数据安全是 AI 安全的基础，AI 数据包含原始训

练数据集、训练以及推理过程产生的大量梯度信息，以及训练和推理结束产生的模型参数。在 AI 数据的准备、训练、传输和部署推理过程中充斥着数据隐私泄露和数据安全攻击问题。因此，数据安全保护技术是保障 AI 数据合理使用、高效赋能的必要使能技术。目前现有的 AI 数据安全保护技术包含投毒防御和隐私计算。隐私计算为实现 AI 数据的安全可靠带来了可能，但是现有的主流隐私计算技术方案分别面临计算、通信开销高昂和计算精度损失等不同方面的牺牲。针对 6G 的新特征和应用场景，可以采取区块链、差分隐私、联邦学习、建立信任模型等方法进一步提高对用户隐私和数据安全的保护。

AI 安全能力

6G 网络相比于 5G 将会对于 AI 的支持有明显提升，人工智能将在 6G 架构、管理以及安全等方面承担更多关键任务。6G 移动通信系统在通过 AI 实现高度智能化、自治化的同时，使用 AI 技术实现



主动免疫能力、弹性自治、检测分析的安全能力。

主动免疫能力指基于 AI 技术，为网络基础设施、软件以及网络架构等提供由内向外的主动防御功能。精确有效的进行恶意行为检测是网络安全中一直存在的问题，基于 6G AI 安全能力，可以利用人工智能来指定主动的安全防御方案，通过机器学习分类能够更精确的鉴别网络流量中的恶意活动。除此之外，通过使用深度学习分析特定用户在网络中的行为和操作可以有效防御网络中合法节点的异常攻击。AI 技术还能通过提供虚假信息或资源来定向欺骗攻击者，以进一步完善网络中的防御方式。

弹性自治是 6G 网络安全应具备智能化的内生弹性可伸缩框架。6G 网络打破传统网络安全边界，通过整合泛在连接能力、AI 能力和编排管理能力，

基于智能化的软件定义安全和网络功能虚拟化，实现内生安全能力的弹性部署和动态编排

检测分析是指通过 AI 大数据分析，挖掘历史数据，获取有关网络性能、通道状况等提升网络态势能力和自动检测网络故障的能力。通过广泛收集设备、系统和应用软件的日志记录、网络协议流量、攻击威胁情报等数据，构建统一的安全大数据分析平台和场景化的安全 AI 检测分析模型，实现智能化的攻击威胁检测和安全事件诊断分析，从而有效提升网络攻击威胁的检测分析能力和效率，效提高网络的可靠性和安全性。从广泛的时空维度来对网络攻击威胁进行分析溯源，基于知识图谱将资产、漏洞、行为结合起来构建一个广泛关联的 AI 模型，为这种 APT 攻击的检测溯源提供潜在技术途径。

5.2 数据面

6G 的应用场景，如元宇宙、数字孪生、智慧交通、全息通信、智慧家庭、智慧城市等智能化应用不但需要强大的计算能力，还需要海量数据的输入，以及广泛的连接服务。而 5G 网络基于业务为中心的架构设计方式，造成了数据孤岛，使得数据质量和使用效率不高，成为是数据采集和共享的主要瓶颈，且不同代际的通信网络存储的数据、接口和数据管理协议是不同的。另外，5G 网络属于集中式网络，算力和存储资源的集中部署使得数据被集中到中心节点或中心云进行处理。另外，由于通感算融合，大量的终端和传感器产生了海量的数据，同时网络也成为了海量数据的生产者，持续增长的数据使得数据量的增长速度也前所未有。同时，随着社会的全数字化转型，数据安全和隐私相关事件层出不穷，人们已经意识到数据主权、数据安全和隐私的重要性。

引入海量数据会导致网络出现数据的处理、存储、孤岛、可信、互通、统一、隐私和安全等问题，因此，需要在 6G 架构中引入一个“数据面”来实现相关的数据功能，同时为网络内部和网络外部提供安全、高效的数据服务，以提升数据的流动效率和用户体验。独立的数据面能够针对不同业务实体的数据采用统一方案收集、传输和提供数据，统管数据的整个生命周期，从而提升数据服务效率，进一步提升 6G 网络的高效运转能力。数据面的引入需要能够实现去集中式的信任模式、泛在数据的可靠存储、以及不同代际的通信网络存储的数据、接口和数据管理协议是互通的。也就是要求 6G 网络数据服务应能统一的、可靠的提供数据服务，包括归一的可信数据服务框架、多维异构数据的预处理、分布协同、数据共享、数据隐私保护等服务。在此基础上，提出了数据面的架构图，具体如下图所示。

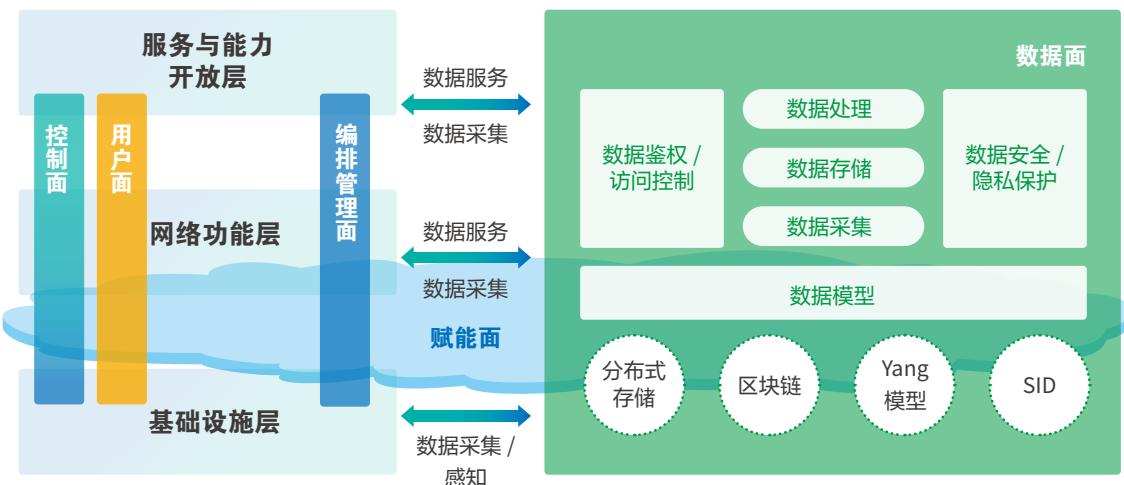


图6-6G智简赋能网络 - 数据面

➤ 数据分类：

网络功能相关数据：

网络功能配置信息：NFprofile 配置信息（服务的切片、服务范围、带宽、存储、端口数等）、服务的 UE/ 会话个数、网络拓扑、切片配置信息等。

网络功能存储的数据：签约数据、上下文信息（UE、会话）、策略信息、鉴权授权信息、切片相关信息、信令数据等。

网络功能 / 性能 / 状态数据：吞吐量、时延、用户面路径、端口状态、可用资源、流量、空口资源数据（时频域信息，调度信息）、感知等。

运维数据：告警、配置、性能、安全、计费、QoE、MDT、事件等。

AI 数据：AI 模型、AI 数据以及相关的配置参数等。

算力数据：算力网络相关数据与配置等。

UE 数据：配置信息、IoT 类数据、AI 类数据（元数据，模型，参数，训练集等）、业务使用信息（比如使用的 APP 统计、流量统计）、感知等。

➤ 数据面功能：

数据采集：数据采集是指从网络实体 / 设备获取相应的原始数据，同时按照对应的数据模型对原

始数据进行简单地归类、转换和抽象等过程以方便数据存储。

数据存储：由于采集的数据来自不同的数据源，则需要将采集后的原始数据按照统一数据模型进行抽取、简单清洗、预处理、剔除重复原始数据，并在本地进行存储以方便进一步处理。

数据处理：基于统一数据模型对原始数据进行去噪、特征提取、规范化、标准化、分析、建立数据间的联系、建立不同的响应模型等处理过程，从而形成能够直接响应需求的数据资产。同时将处理后的数据基于有效的策略放在合适的地方以供数据的快速检索。在数据处理过程可以借用 AI 技术以加快处理速度；采用模型、算法、知识和算力等技术进行数据分析；对于数据的存储可采用分布式存储方式以规避单点故障问题。

数据安全 / 隐私：数据的可信是实现数据共享和数据价值体现的基础。数据安全和隐私保护旨在保障数据的真实性、机密性、完整性、可溯源性和不可泄露性，从而为用户和网络按需提供高质量的可信数据服务。

数据鉴权 / 访问控制：数据鉴权是指验证是否有访问数据的权利，比如通过身份认证的方式对使

用者进行身份的有效性认证，避免恶意使用者发动各类安全攻击。身份认证通过后，使用者可以基于本身所属的访问权限进行数据访问以保护数据的机密性和安全性，以及避免对数据的非授权操作，从而实现数据服务和数据共享。

综上，基础设施层是数据源，包括感知数据、AI 数据、用户签约相关数据、网络运营数据等，为数据面提供各类数据。数据面需要为相应的层和面

提供数据，同时也需要从相应的层和面收集数据，所有的数据经数据面的分类、存储、处理等操作后，反馈给相应的层或面，进行实现整个物理网络和数字孪生网络内数据的自产自销自用等功能。数据作为一种服务产品，对外通过服务与能力开放层对外提供数据服务；对内，通过数据鉴权 / 访问控制实现数据共享和内生数据服务。

5.3 控制面

控制面隶属于网络功能层，传统意义上的控制面是网络功能层为支持传统通信业务提供的控制机制，6G 中新增赋能面（智能、算力、安全）后，对控制面提出了更高要求，促使控制面不断演进、优化和增强，包括：向全服务化方向演进，实现端

到端服务化；将智能、算力、安全特性内生引入，实现多维度一体化设计；分布式核心网，控制面网络功能按需下沉至边缘侧，提升网络运行效率；更深层次云化，实现资源弹性分配和调度，增加网络柔性。

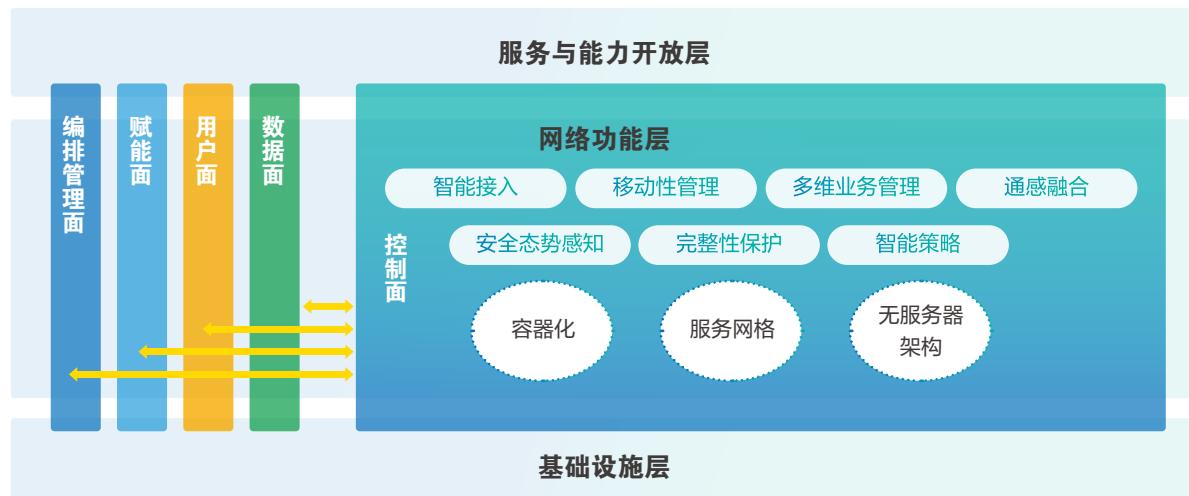


图7- 6G智简赋能网络 - 控制面

➤ 全服务化

5G 核心网引入了 SBA 服务化架构，从根本上改变了传统的 P2P 点到点架构通信方式，实现了控制面网络功能的快速构建、发布和部署。但是，5G 网络仅核心网控制面进行了服务化，RAN 依旧保留着传统“烟囱式”协议栈结构和相对固化的专用点

对点接口，缺乏针对不同场景的灵活性，无法支持网络功能的灵活动态部署和裁剪以及网络能力开放。此外，当前 RAN 固化、封闭式的架构难以与云原生进行深度融合。因此基于服务的架构可进一步扩展至 RAN，甚至 UE。

RAN 服务化的演进不能一蹴而就，需充分结合业务特征和需求，进行针对性研究。在控制面，

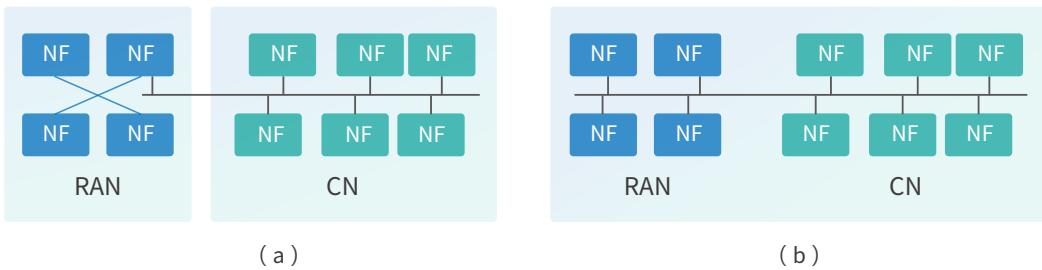


图8- RAN 服务化

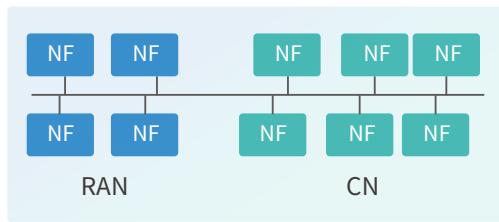
目前，RAN 和核心网控制面通过 CU-CP 和 AMF 之间的 N2 接口连接。如图 8 (a) 所示，未来的 6G 系统，可对 N2 接口服务化，通过定义 RAN 和核心网之间的服务化接口，使 RAN 和 6G 核心网内的多个 NF 均有直接交互接口。通过服务化 N2 接口，UE 的 NAS 信令不必每次都终结在一个参考点上，降低终端的信令负载，减少间接通信带来的信令延迟。

为了进一步实现基于服务的 RAN- 核心网信令交互，可考虑将 RAN 控制面服务化，使 RAN 和核心网之间完全开放，如图 8(b) 所示，所有 RAN 功能和核心网网络功能均能直接相互通信，RAN 和核心网 NF 交互可从串行转变为多方并行交互。功能上，RAN 和核心网服务仍然需要执行其独立领域所需的标准和操作，但是核心网和 RAN 功能可以提供更大范围的服务，这些服务可以通过 SBI 直接暴露给其他领域。

► 助力智慧内生、算力内生、安全内生

6G 网络多维度的一体化设计理念，为 AI 能力、计算能力和安全能力在网络中的无处不在提供了可能，传统增量式、补丁式的能力增强已经难以满足大规模组网下的多样化、多元化服务需求，只有将 AI、算力和安全等核心技术能力内置在 6G 架构，并渗透到各领域、各网络、各单元的全生命周期中，通过内生设计才能实现通信、计算、智能、安全的深度融合。

RAN 服务化演进路线设计可分为控制面接口服务化、控制面网络功能服务化。如下图所示。



(b)

AI 服务、算力和安全的内生将为 6G 网络引入新的资源维度，包括异构的算力资源和存储资源、新型的计算任务（AI 算法）等。因此，6G 控制面需要实现对 AI、算力和安全资源要素的协同和调配，需要设计新维度资源的管理和控制机制，需要为支持 AI、算力和安全服务设计新的控制面机制、协议及流程，以实时、持续满足不同业务需求，实现更加精准的网络控制，从而助力移动网络通信能力的提升，赋予通信系统新的能力，使 6G 网络实现高水平自治和安全可信。

► 云原生技术为 6G 网络带来新的设计理念

首先是微服务架构，微服务架构具备独立开发、部署和更新的特点，多个微服务网元以分布式的方式进行部署管理，共同形成物理独立但逻辑完整的网络功能体系；其次是容器化，其和微服务架构存在着天然的契合，且具有很好的可移植性，适用于网络功能在云上环境部署和迁移；其三是服务网格，为网络功能提供安全可靠的通信基础设施层，可以屏蔽多种网络组织与部署方式并存所带来的服务拓扑的复杂性，使服务只需关注自身的业务处理逻辑；最后是无状态服务，将上下文数据和业务处理逻辑进行分离，在网络功能中仅保留业务处理逻辑，使网络功能具备可扩展性和可恢复性，同时也方便在网络功能实例间共享上下文数据。

5.4 用户面

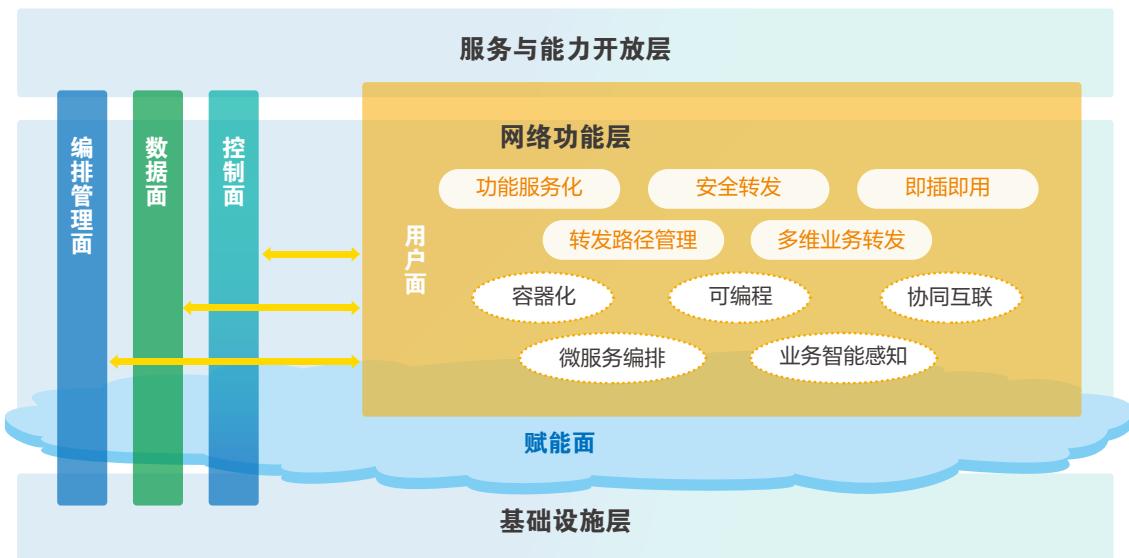


图9- 6G 智简赋能网络 - 用户面

用户面作为核心网体系架构中唯一提供用户数据流量处理和转发功能的面，是实现用户体验的核心，是实现以“用户”为中心的窗口，更是网络各层以智简的服务为产业界的发展打开想象空间的重要抓手。

用户面通过扩展支持多维度新业务的数据转发和传输，满足 6G 通信、感知、算力、智能、数据、安全的融合网络的传输类诉求；端到端全服务化趋势下，用户面服务化将通过场景驱动“按单点菜”，激活网络的应用方式，结合 RAN 服务化可同时带来接入网和核心网用户面功能拆分重组进行优化的可能；面向多样化业务规则的需求，用户面通过跨层跨域的可编程能力，支持新协议或功能的快速部署和技术创新；面向新型业务如 L5 智能车联网、高精度工控作业、全息通信等，用户面需要在超大带宽、有界时延、低抖动、高可靠以及高精度的时间同步等特性重点发力；为了实现高性能转发和网络自治的互联互通，用户面需要增强或引入新的传输协议

（包括协议 IP 化）或者从以协议为中心转化为以软件为中心，所有功能和“协议”都将从硬件迁移到软件中，不受硬件的制约，也许一系列新奇的网络和应用创新则会接踵而至。

在传统用户面的基础上，通过关键技术的融合创新，将使用户面在 6G 网络中发挥更大的价值，为用户带来更优质的服务。以下介绍部分关键技术点：

▷ 即插即用

用户面在分层分域多态部署应用的诉求下，数量多、类型多、功能启用差异化，需要有更加简单、自动化、智能化即插即用的能力。通过智能的连接管理感知（例如网络数字孪生的策略输入、基于 AI 的接入场景识别等方式）各种类型的接入请求及准入识别，使用户面能够按需快速动态连接到网络中，完成自动配置及进行生命周期监管；同时通过业务流量智能自识别，可以立即基于业务匹配的场景化策略，进行参数调整、自动优化，按需加载和改进服务。

用户面作为推动与千行百业融合的重要网络节点，服务和赋能千行百业，在传统网络能力加持边缘计算的基础上，需要通过更加轻量化绿色的方式使计算、媒体等应用在边缘平台快速上线，用户面以边缘业务平台的方式为应用即插即用提供智简接口服务（例如 ServerLess、函数即服务（FaaS）、后端即服务（BaaS）等）。

▷ 服务化 & 微服务

随着 DOICT 技术的深度融合以及大量新型业务的涌现，基于云原生的 SBA 服务化架构已经初步体现出敏捷、简化、开放的优势，而用户面仍是服务化的孤岛。实现用户面协议功能解耦、基于服务的接口、对外服务和内部服务、内部引入计算、感知、智能、安全等服务能力，根据场景智能化地实现服务的最佳调用，是构成满足客户需求的、多种异构融合未来网络的重要组成部分。

R18 UPF 支持 event exposure 服务是用户面服务化的重要开端。用户面功能通过服务化重构为多个用户面服务，引入微服务治理（ServerMesh），批处理（Volcano）、微服务技术栈异构等，提供更动态的锚点设置，更多维的业务处理能力，为用户提供网络个性化定制和优化的服务运行环境。

用户面服务化能力的开放，以及用户面上星下海等广泛的分布式部署需求，要求服务化框架具备分布式网络之间协同能力，支持分布式服务寻址和服务连接。借由服务化接口的灵活性，在控制面功能的集中调度下，用户面可以实现动态业务链（Service Chain），灵活控制业务数据在应用间路由，提供创新的应用网内聚合模式。同时，通过用户面服务化的开放能力，可随用户移动过程实现应用服务的迁移和业务链路径重选，可通过获取网络负荷、应用 SLA 和用户等级等参数对本地服务进行灵活的优化控制等。





➤ 可编程 & 新型传输协议

6G 用户面需要在目前已支持功能之上，持续不断的加入新的协议和功能集，这些特征包括隧道、负载平衡、复杂过滤和强制 QoS 约束等。使用传统定制 ASIC 的代价相对昂贵，其灵活性、动态性也略有欠缺。因此，为了使网络适应未来多变的需求，提高网络的可扩展性和可伸缩性，6G 用户面应引入可编程网络技术，根据用户的情境化需求，提供定制化的网络服务，为移动网络提供更加绿色、快速和灵活的升级方式。

6G 用户面可编程的网络要素包含数据可编程、参数可编程和行为可编程三个方面，从数据可编程到参数可编程，再到行为可编程循序渐进，逐步实现可编程技术的演进和落地实现。在实现层面，可以采用插件式函数或标准 API 的形式对功能模块进行扩展，灵活调用插件代码或扩展接口，从而为新型业务的添加和编排提供了便利的方案。

在协议栈方面，利用可编程技术可重构当前移动网络的协议栈体系。既有用户面协议栈僵化、紧耦合，接入网、承载网、核心网之间缺少有效的

协同配合，导致端到端移动通信网络难以满足业务严格要求的服务质量要求。6G 用户面可考虑使用 SRv6、APN6 等新技术来替代传统 GTP 协议栈，利用 SRv6 的三层可编程空间灵活定义用户面的分组处理逻辑，以支撑不同业务对用户面的不同要求。同时基于 SRv6 的用户面协议栈可实现用户至数据中心的 Native IP 端到端通道拉通，简化网络层级，使网络变得更加简单、可控和灵活。

➤ 确定性及分级体验

XR、远程控制、智慧医疗、车联网、无人驾驶等新型应用对时延、抖动和可靠性都有着极高要求，比如端到端时延从微秒到毫秒级、时延抖动为微秒级、可靠性达 99.999% 以上。由此可见，6G 需要能够提供差异化、多维度、确定性服务的网络，为智能泛在、星地融合化、全息通信等业务提供技术保障，用户面需要能够完成端到端跨层、跨域的确定性数据传输。

用户面通过多维度检测服务 KPI 及性能，实时测量、智能感知各个基站、终端的资源使用情况，采用资源预留、流量整形、队列调度等技术，实现广域高精度时钟同步，端到端确定性时延、零拥塞丢包，超高可靠的数据包交付，从而满足新型业务的大带宽、低时延、高可靠等多样化需求。同时用户面具备“差异化”+“确定性”的服务能力，可兼顾确定性与非确定性数据行传输，在保证确定性网络传输的同时，满足“尽力而为”的用户需求，以满足不同行业应用和不同用户对网络能力的差异化要求。

5.5 编排管理面

随着沉浸式交互、通感互联、星地融合化等新技术、新场景的发展，网络越来越多地呈现出异构化、

动态化、复杂化的特点，传统以人工为主的运维方式越来越难以匹配 6G 网络“全域覆盖、场景智联”

的愿景，因此在“三层五面”6G智简赋能网络体系架构中，编排管理面也被赋予新的涵义与能力，以匹配6G全场景网络按需服务的管理要求。

首先，新架构下的编排管理面是“智慧”的编排管理面，支持意图驱动网络。通过对用户意图、业务需求的智能感知，实现跨多业务、多领域、全生命周期的智能协同编排和意图策略动态调度，实现异构环境下业务质量的闭环保证。

其次，新架构下的编排管理面是“通融合”的编排管理面，支持对各种新资源、新能力的融合管理。通过对全域异构资源的深度感知和智能管理，构建全景知识空间，多维度、统一编排网络资源、网络功能和网络服务能力，支持自动生成满足业务需求的端到端服务流，实现网络资源的按需配置和全生命周期管理。

再次，新架构下的编排管理面是“继承式创新”的编排管理面，支持传统网络管理模式向网络自治方向的演进。“智能内生”极大地扩展了编排管理面的管理边界，在传统的故障、配置、计费、性能和安全（FCAPS）管理基础上，编排管理面通过建立全域网络复杂场景下的智能化异常检测与自愈机制，以及深度融合数字孪生网络，以虚控实，实现网络“规-建-维-优”的自动闭环控制，增强网络鲁棒性与抗毁能力。

► 编排管理面与其他层、面的关系

在6G智简赋能网络体系架构中，编排管理面是负责对网络资源、网络功能、服务与能力等进行智能编排管理，实现网络端到端“智治”的实体。编排管理面与其他各层各面的关系如下：

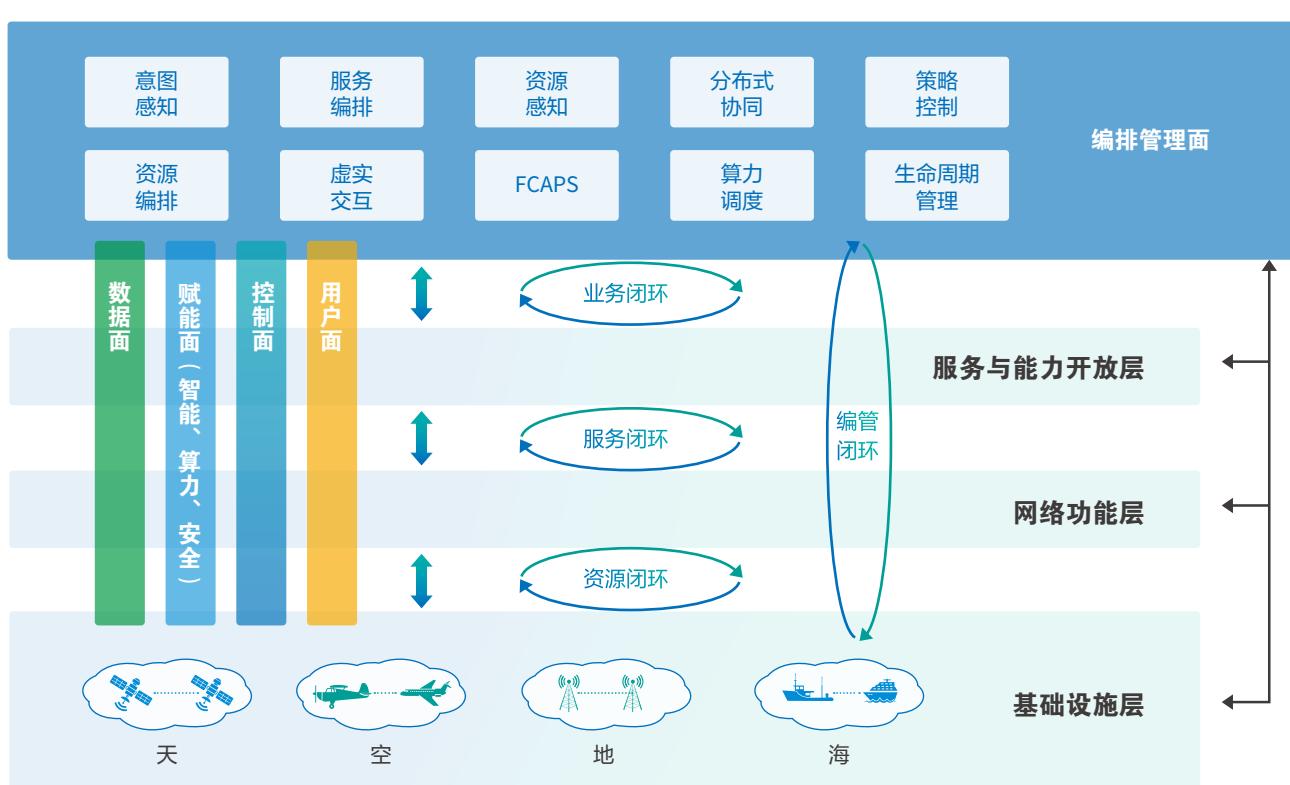


图10-6G智简赋能网络 - 编排管理面

面向基础设施层，网络疆域从地基扩展到天、空、海基，资源类型从传统的频谱、存储、网络资源扩展为数据、安全、算力、智能等新型资源，编排管理面需具备对多样化异构资源的全生命周期管理能力，向上提供按需的资源调配。

面向网络功能层，为适配千行百业定制化要求而衍生出的多样化定制化功能 / 服务，编排管理面需要具备对网络功能进行按需设计、快速上线、版本管理等全生命周期的管理能力，通过构建稳定运行的各层、各面为用户提供按需的网络功能。

面向服务与能力开放层，编排管理面需拉通端到端网络的各层、各面，将连接能力、算力能力、智能能力、安全能力等编排为可对内对外提供的服务，并通过服务与能力开放层对外提供。

编排管理面以动态实时、支持异构的数据面为中心构建全景知识空间，并以赋能面（智能、算力、安全等）为底座，通过“智能感知 - 智能分析 - 智能决策 - 智能评估”的自主循环过程，实现不同层级之间的编管闭环，以及“资源闭环”、“服务闭环”、“业务闭环”三个层级的运营闭环，从而提供最佳的用户体验、最大的资源利用率以及全生命周期运营自动化、智能化。

决策 - 智能评估”的自主循环过程，实现不同层级之间的编管闭环，以及“资源闭环”、“服务闭环”、“业务闭环”三个层级的运营闭环，从而提供最佳的用户体验、最大的资源利用率以及全生命周期运营自动化、智能化。

► 编排管理面与数字孪生体的关系

6G 网络的极致性能要求和跨域能力汇聚带来了网络规模和复杂度的量级提升，使得人工运营运维手段无法满足管理要求。同时考虑到网络故障的高代价以及昂贵的试错成本，可以通过建模和映射构建全新的 6G 网络数字孪生体，还原真实物理网络的运行状态和环境，在网络数字孪生体内进行网络部署、网络策略的预验证，通过虚实结合的闭环控制来有效地保障网络运维和网络实时优化。

如下图所示，新架构下的编排管理面将支持深度融合数字孪生技术，以虚控实，持续地对物理网络的最优化状态进行寻优和仿真验证。



图11-编排管理面与数字孪生体

编排管理面主要操作对象是物理网络，根据用户的业务以及网络本身运维运营需求，统一编排所需要的资源和功能，并确定所需的网络和计算能力。网络数字孪生体是根据模型、数据、分析 / 预测和交互四个关键要素，对物理网络的部分或全部构建的数字镜像。通过网络数字孪生体，可以创建一个当前网络状态的副本，然后在孪生体中部署新

服务，并且使用分析模型来模拟和分析服务性能及其对其他现有服务的影响。编排管理面可通过与网络孪生体的接口交互，处理网络孪生体的分析 / 预测输出，通过闭环的编排管理，从而动态适应环境的变化，并且优化和个性化所提供的服务的最终用户体验，并且从整体上提高了 6G 网络的敏捷性、安全性和弹性。

➤ 基于知识空间的编排管理技术

为应对星地融合、大规模连接、超低时延通信等多样化定制需求，6G网络需通过网络功能的灵活部署、动态连接、高效互通、即插即用，快速构建和开通分布式节点，为用户提供按需的服务。同时，可以预见，为适配多样化场景，网络中将存在大量的分布式节点（千或万量级）。为实现分布式节点

的快速部署，以及大量分布式节点间的协同交互，需要引入基于知识空间的编排和管理技术，通过数据与知识相结合的网络自驱动学习机制实现“智治网络”。

在分布式网络部署环境中，编排管理面也使用分层分域的部署方式（此处的域指分布式节点），如下图所示：

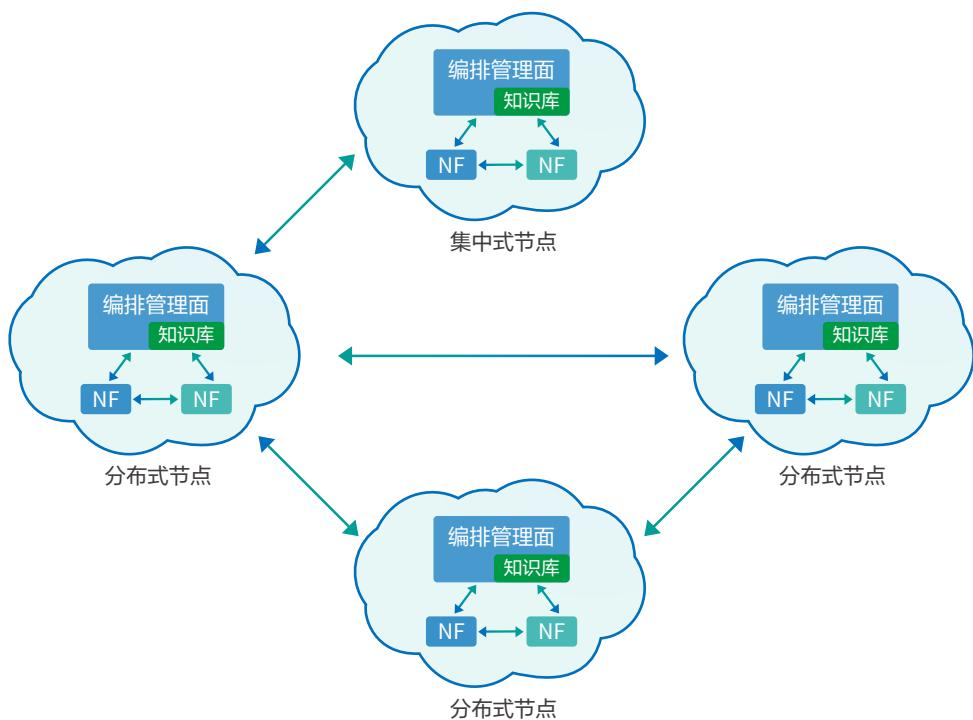


图12-分布式网络架构下的编排管理面

分布式节点是具备完整系统功能的边缘网络节点，支持用户接入、数据转发、安全防护等功能，通过节点内的编排管理面实现节点自治。编排管理面基于数据面生成知识库，并将本领域历史知识融合到已有的模型或者深度学习算法中形成知识定义的资源调度技术，并通过动态数据采集与监控分析，不断优化现有的算法模型，更新本节点的知识库，实现分布式节点内的自组织、自管理、自优化。

集中式节点通过分布式节点的知识库迁移感知全域网络管控知识，对全场景全域网络管控对象进行统一建模与表征，明确相互约束机制。利用知识库与数据可信共享机制，打通异常检测、网络容量预测与网络资源管理等多个网络管控领域，实现全域网络管控数据的特征共享、模型公用、策略互通，通过状态预警、异常检测、根因分析、故障自愈四阶步骤实现网络自治。

展望与结论

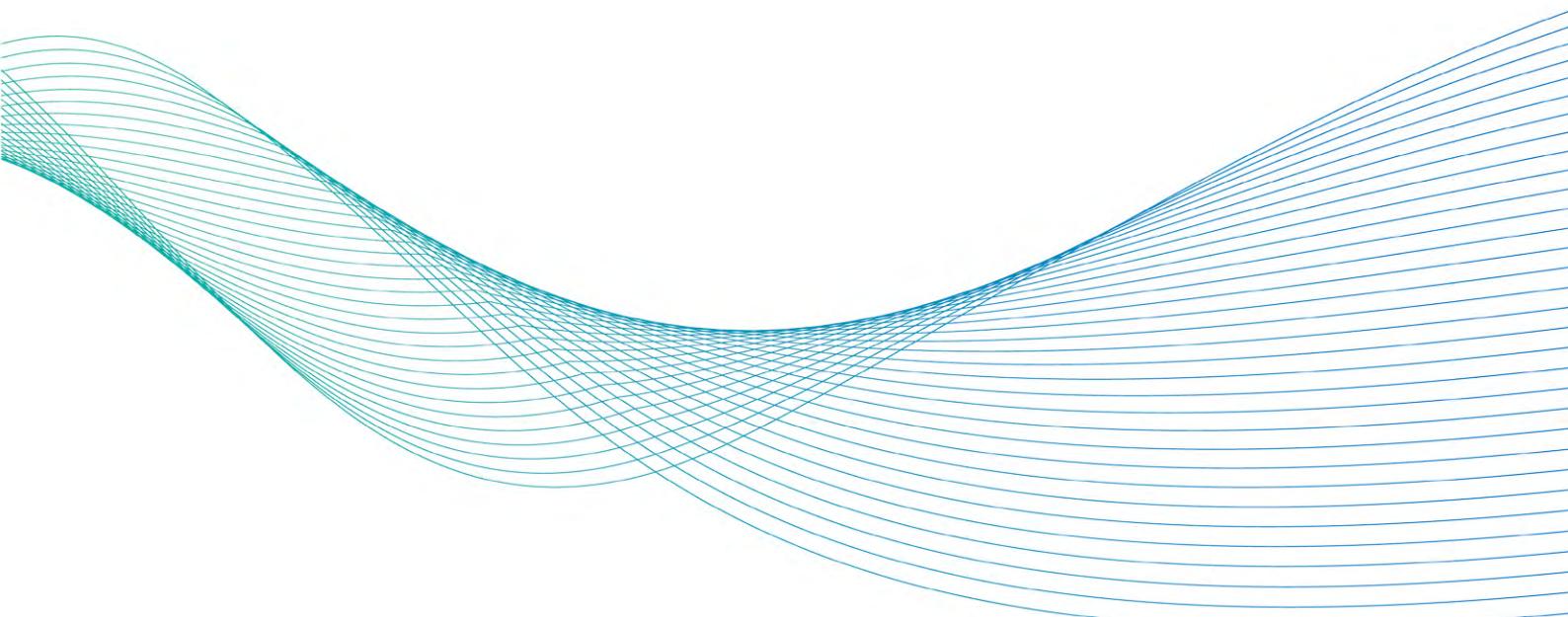
SUMMARY AND OUTLOOK

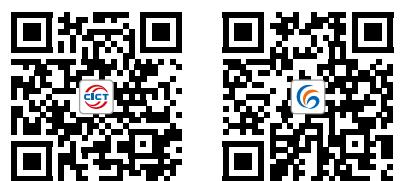
围绕“全域覆盖，场景智联”这一美好愿景，本白皮书提出三层五面智简赋能 6G 网络体系架构，阐述了中信科移动对 6G 网络体系架构的总体观点，智简赋能的 6G 网络基于泛在基础设施，集智能、算力、安全等内生能力为一体，构建数据、控制、转发和编排管理多种网络功能，为网络内外提供所需能力和服务，全面赋能各行各业。

目前，面向 6G 的移动通信网络架构和一些关键技术的发展方向在业界逐渐形成共识，分布式、自治、数字孪生、天地一体化、智能内生、

安全内生、算网融合等潜在架构类以及云原生、可编程、区块链、确定性等关键技术将有机结合用于构建 6G 网络总体架构。

面向未来，中信科移动将基于“三层五面”智简赋能的体系架构，进一步深入研究业内已达成一定共识的网络架构和关键技术，积极推动 6G 网络架构的创新发展，向着“致力于提供无处不在的移动通信能力，造福人类社会”的企业使命前进，期待与业界同仁共同促进 6G 取得关键突破。





中国信科

中信科移动

中信科移动通信技术股份有限公司
CICT Mobile Communication Technology Co.,Ltd.

网址: <http://www.cictmobile.com/>