

# 5G 移动网络通信技术的核心网架构分析

杨菲 邓佳欣 黄祥

中国电信股份有限贵州分公司云网运营部 贵州 550001

**【摘要】**：5G 网络下多采用无线传输模式，然而无线传播模式的模型种类较多，性能也参差不齐，随着外界环境的变化，使用效果不是很理想。本文从 5G 核心网架构入手，对服务化架构、控制用户面分离两个主要的设计理念进行阐述，并对 NSA 和 SA 两种组网方式的不同之处进行对比，对核心网络功能模块进行拆解，对网络切片、边缘计算等关键技术支撑进行剖析，结合行业应用场景对架构的优势和落地价值进行解读，指出现有部署的痛点，最后对核心网向智能化、轻量化演进趋势进行展望，为 5G 网络优化部署及垂直行业应用拓展提供理论依据。

**【关键词】**：5G 核心网；服务化架构；控制用户面分离

DOI:10.12417/3083-5526.25.08.018

## 引言

目前，移动通信网小区在网络规划过程中有许多的参考数据，其中一个重要参数是传播模型，因为它能够直观且综合地反映出无线电波在传播路径上的损耗。核心网是移动通信网络的大脑，决定了网络性能、业务承载能力和扩展性，5G 核心网抛弃了传统的封闭结构，使用全新的设计理念来满足各种各样的业务需求。目前全球 5G 商用规模不断扩大，核心网架构的优化和提升是行业发展的重点，对 5G 全场景落地有着十分重要的现实意义。

## 1 5G 核心网架构发展背景与设计理念

### 1.1 移动通信核心网架构演进历程

移动通信技术从 1G 到 4G 的发展，其核心网架构一直根据业务需要不断改善。1G、2G 的核心网是以电路交换为主，主要是支持语音通话业务；3G 开始使用分组交换，可以实现数据业务的承载；4G 采用 EPC 演进型分组核心网，实现了全 IP 化的组网方式，大大提高了移动宽带的速率，可以支持高清视频、移动互联网等应用。但是 4G 核心网采用的是网元紧耦合的架构，功能固定、接口专用，不能满足低时延、广连接、高可靠性的差异化业务需求。伴随着万物互联时代的发展，3GPP 制定出 5G 相关标准，并且对核心网架构进行全面的設計。5G 核心网（5GC）不再沿用传统的网元主导模式，而是采取了 IT 领域的微服务思想，把架构拆分成解耦、模块化的服务，并且考虑到了 eMBB（增强型移动宽带）、uRLLC（超可靠超低时延通信）、mMTC（海量机器类通信）这三种应用场景，成为 5G 全场景赋能的基础。相比 4G EPC 来说，5G 核心网在灵活性、扩展性以及业务适应性等各方面都有了很大的提高，从根本上突破了传统网络功能的壁垒<sup>[1]</sup>。

### 1.2 5G 核心网核心设计理念

#### 1.2.1 服务化架构（SBA）

服务化架构是 5G 核心网最核心的创新，也是与前代核心网不同的主要特征。SBA 架构把传统的、一体化的网元功能拆

分成若干个独立的网络功能(NF)，每一个网络功能作为一个独立的微服务，通过标准化的服务化接口对外提供能力，用 HTTP/2 协议进行服务间的通信，取代了传统的专用接口。该架构下网络功能可以独立部署、弹性扩容、按需调用，新增业务不需要对全网设备进行修改，只需要新增对应的网络功能模块就可以，大大降低了网络升级的成本和复杂度。SBA 架构中设置了网络仓储功能（NRF），对所有的网络功能进行注册、发现和寻址，从而达到网络功能的动态调度和管理的目的，保证各个模块之间的高效协同。它突破了传统的网元封闭格局，达成网络功能解耦和复用的目的，让 5G 核心网具有更强的灵活程度和更新速度，可以迅速适应各个垂直行业不同的业务诉求，成为 5G 完成千行百业赋能的架构基础。

#### 1.2.2 控制面与用户面分离（CUPS）

控制面和用户面分离是 5G 核心网的又一主要设计思想，核心就是把网络的信令控制功能和数据转发功能完全解耦。控制面功能集中做移动性管理、会话管理、策略控制、认证鉴权等信令交互，可以集中部署，便于统一调度和管理；用户面功能（UPF）主要做数据分组转发、流量路由、业务缓存等数据处理任务，支持分布式部署，可以下沉到网络边缘，靠近用户侧和业务源。CUPS 架构优势明显，一方面可以实现控制面和用户面的独立扩容，根据业务流量的需求来决定用户面节点的数量，不会造成资源浪费；另一方面用户面下沉之后数据传输路径变短，降低了端到端的时延，满足了 uRLLC 场景下超低时延的要求，减轻了核心网骨干链路的传输负担，提高了整个网络的运行效率，适合于边缘计算、本地流量卸载等业务场景。

## 2 5G 核心网组网模式与核心功能模块解析

### 2.1 NSA 与 SA 两种组网模式对比

5G 组网分为非独立组网（NSA）和独立组网（SA）两种模式，两者的核心网架构存在较大差别，适用场景以及业务能力也大相径庭，是 5G 商用部署初期的两种主要方式。NSA 模式是 5G 过渡部署方案，依靠 4G EPC 核心网完成 5G 接入，4G

基站做控制面锚点，5G 基站只负责用户面的数据传输，控制面信令仍然由 4G 网络承载。该模式的优点是可以利用现有的 4G 网络基础设施，部署成本低、周期短，适合 5G 商用初期快速实现信号覆盖，但是不能原生支持网络切片、超低时延等核心特性，只能满足 eMBB 场景的高速率需求，不能支撑垂直行业高端应用。SA 模式为 5G 目标组网形态，采用全新的 5G 核心网和 5G 基站的完整架构，脱离 4G 网络独立运行，控制面和用户面全部由 5G 核心网来承载。SA 模式可以充分发挥出 5G 核心网的 SBA 和 CUPS 架构的优势，原生支持网络切片、边缘计算、超低时延等高级特性，完美适配三大应用场景，是 5G 实现长期演进和行业赋能的必然选择。伴随着 5G 商用进程的加快，全球运营商也从 NSA 向 SA 架构进行迁移，SA 组网是目前 5G 核心网部署的主要方向<sup>[2]</sup>。

## 2.2 5G 核心网核心网络功能模块

5G 核心网控制面是由若干个互相独立又互相协作的网络功能模块组成，各个模块各负其责、各司其职，一起完成网络控制层面的所有业务处理，各个模块的功能明确且相互配合。其中 AMF（接入和移动性管理功能）是控制面的枢纽，是终端和核心网之间信令交互的主要入口，主要负责终端接入认证、移动性管理、信令路由、空闲态终端管控等主要工作，全面取代了 4G EPC 架构中的 MME 功能，全方位保障终端在移动状态下网络连接的稳定性和连续性；SMF（会话管理功能）主要负责 PDU 会话全生命周期的管理，即会话的建立、修改、释放，同时还要对用户面 UPF 节点进行选择和控制，对终端的 IP 地址进行分配，并且将 QoS 策略落地执行，从而达到数据传输会话的精细化、全流程管控的目的，是控制面和用户面协同运行的核心单元；UDM（统一数据管理功能）主要是对用户核心数据进行存储和管理，包括用户签约数据、鉴权信息、终端位置信息等重要内容，可以对用户数据进行统一查询、调用和更新，给 AMF、SMF 等其它控制面模块提供稳定的用户数据支持，从数据层面保证用户接入和业务使用的安全性；AUSF（认证服务器功能）与 UDM 一起工作，完成终端接入网络时的身份认证和合法性认证，严格阻止非法终端接入网络，筑牢 5G 核心网的接入安全防线，是核心网安全防护体系的重要组成部分；PCF（策略控制功能）关注网络资源和业务管控策略的制定，统筹安排网络业务策略、QoS 分级管控策略、计费策略等重要部分，根据不同的业务场景需求、用户的等级差别，动态调配网络资源，达成网络管控的精细化、差异化，全力保证各种业务的服务质量达标；NSSF（网络切片选择功能）是网络切片技术的核心支撑模块，会根据终端发起的业务类型、场景需求，准确地匹配并分配出相应的网络切片实例，使不同的切片业务相互隔离、独立运行、互不干扰，实现网络资源的定制化调度和高效利用。

## 3 5G 核心网关键支撑技术与应用场景

### 3.1 核心网关键支撑技术

#### 3.1.1 网络切片技术

网络切片是 5G 核心网的主要高阶技术之一，利用 SBA 架构和 CUPS 架构在同一个物理网络基础设施上创建出若干个互相隔离、独立运作的逻辑网络切片，每个切片可以自定义带宽、时延、可靠性的参数来满足不同的业务场景需求。网络切片分为 eMBB 切片、uRLLC 切片、mMTC 切片，分别对应不同的业务需求，即高速率、超低时延、海量连接。智能电网、远程医疗用 uRLLC 切片保证毫秒级时延和 99.999% 的可靠性，8K 超高清直播、VR/AR 用 eMBB 切片满足 G 比特级速率的需求，智慧城市、环境监测用 mMTC 切片支撑百万级设备连接。网络切片实现了“一张网服务千行百业”，从根本上解决了传统网络资源不能灵活适应不同业务需求的难题，是 5G 赋能垂直行业的重要技术支撑<sup>[3]</sup>。

#### 3.1.2 边缘计算融合技术

5G 核心网 CUPS 架构给边缘计算赋予了天然的契合之处，借助 UPF 下沉以及边缘节点部署，把计算、存储资源从核心网移至网络边缘，靠近用户和数据源，达成数据本地处理并及时响应。边缘计算同 5G 核心网融合起来以后，可大大缩减端到端时延，削减骨干网络的数据传输量，并且能使数据在本地得到有效处置与保密，在工业控制、自动驾驶、智慧安防等诸多对时延十分敏感的应用场景里更为合适。两者深度融合之后，促使 5G 由消费互联网向产业互联网迅速转变。

#### 3.1.3 云原生技术

5G 核心网用云原生架构设计，用容器化、微服务、编排调度技术来完成网络功能的云化部署。云原生架构可以使网络功能具有弹性的扩展性、快速的迭代能力以及自我修复的能力，从而达到提升网络资源使用效率以及保障网络稳定运行的效果，还可以使运营商的运维费用得到减少。同时云原生核心网可以和公有云、私有云无缝对接，使网络资源同云计算资源一起被调度，从而扩大 5G 网络业务承载能力和应用范围。

### 3.2 核心网架构适配的典型应用场景

5G 核心网的架构优势可以满足消费互联网和产业互联网各种场景的需求。消费互联网依靠 eMBB 切片和高速率传输能力，支撑高清视频通话、云游戏、8K 直播、VR/AR 娱乐等业务，改善用户的移动互联网体验，在智慧交通方面依靠 uRLLC 切片和边缘计算，达成车路协同、自动驾驶的实时数据交互及指令传递，保证行车安全，在工业互联网方面，低时延、高可靠的核心网特性支撑工业机器人远程操控、生产线实时监控、设备预测性维修等应用，促使传统工业数字化、智能化转型。5G 核心网超低时延和高可靠性的特点可以支持远程手术、远程急诊、超声远程诊断等高端医疗应用，打破地域医疗资源的

限制，在智慧城市领域中 mMTC 切片支持大量的摄像头、传感器、智能终端的连接，实现城市交通、安防、环保、政务等各方面的智能化管理。可以认为 5G 核心网架构给各种数字化应用提供了一个可靠的网络底座，是数字经济发展的关键基础设施<sup>[4]</sup>。

#### 4 5G 核心网当前部署挑战与优化方向

虽然 5G 核心网架构有很多优点，但是它在实际的商用部署和规模化应用中仍然存在很多问题。SA 组网部署成本高，需要新建完整的 5G 核心网和基站设备，运营商初期投入压力大，部分中小运营商仍然采用 NSA 过渡方案，影响 5G 高阶特性普及；其次，垂直行业场景多样，行业需求差异大，核心网切片定制化、网络功能适配复杂，缺少统一的行业标准和落地模板；第三，边缘 UPF 部署和边缘节点建设还不完善，边缘计算和核心网的融合程度不高，低时延场景的应用落地速度慢；第四，核心网安全防护体系有待加强，SBA 架构的开放化接口带来更多的安全隐患，用户数据安全、网络运行安全防护压力大。

#### 参考文献：

- [1] 李鹏,齐晓红. 基于 5G 网络切片技术的无线传播模式的优化方法[J].自动化技术与应用,2026,45(03):143-146
- [2] 朱俊. 5G 网络切片技术在工业互联网中的资源分配策略研究[J].信息与电脑,2026,38(06):150-152.
- [3] 向驹龙,阮洲. 5G 通信技术在新型电力系统规划设计中的应用[J].电气技术与经济,2026,(01):150-153.
- [4] 许灿. 5G 通信技术在电子信息工程建设中的应用[J].数字通信世界,2026,(01):127-129.

根据以上问题，5G 核心网优化方向主要包含降低成本、发展国产化轻量级设备、共享基站和共享核心网等，在一定程度上降低了运营商投资成本，创建起标准化的网络切片模板和业务匹配方案，削减行业应用落地时延，加快边缘节点建设速度，全面开展核心网同边缘计算、云计算互相渗透的研究工作，改善边缘 UPF 组网规划，创建全方位的安全防护体系，加强接口安全、数据安全、网络功能安全的防护工作，保证 5G 网络的正常运行。

#### 结语

5G 核心网依靠服务化架构、控制用户面分离的革新规划，达成移动通信核心网的彻底重新塑造，全方位契合 5G 三大应用场景需求，成为数字经济发展的关键网络支撑。目前 SA 组网逐渐成为主流，网络切片、边缘计算等技术不断落地，但是仍然存在成本、标准、安全等方面的挑战。未来 5G 核心网会向着云原生加深、智能化调度、轻量化部署发展，性能和成本得到改善的同时又降低了，融合了 AI、大数据技术，实现自主运维和动态优化，不断赋能各个垂直行业，给 6G 技术演进打下坚实的基础，使移动通信技术进入万物互联的新阶段。