



# 5G网络云化与智慧运营

---

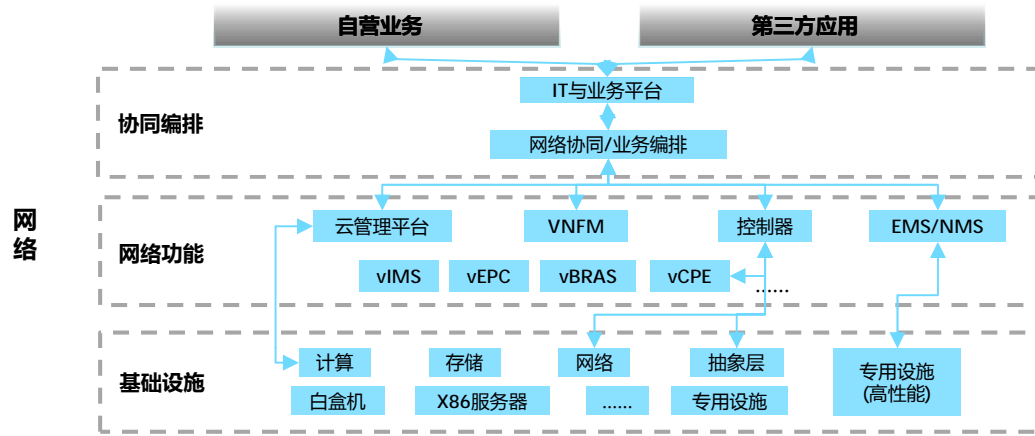
中国电信

2019.4

# 中国电信网络重构CTNet2025

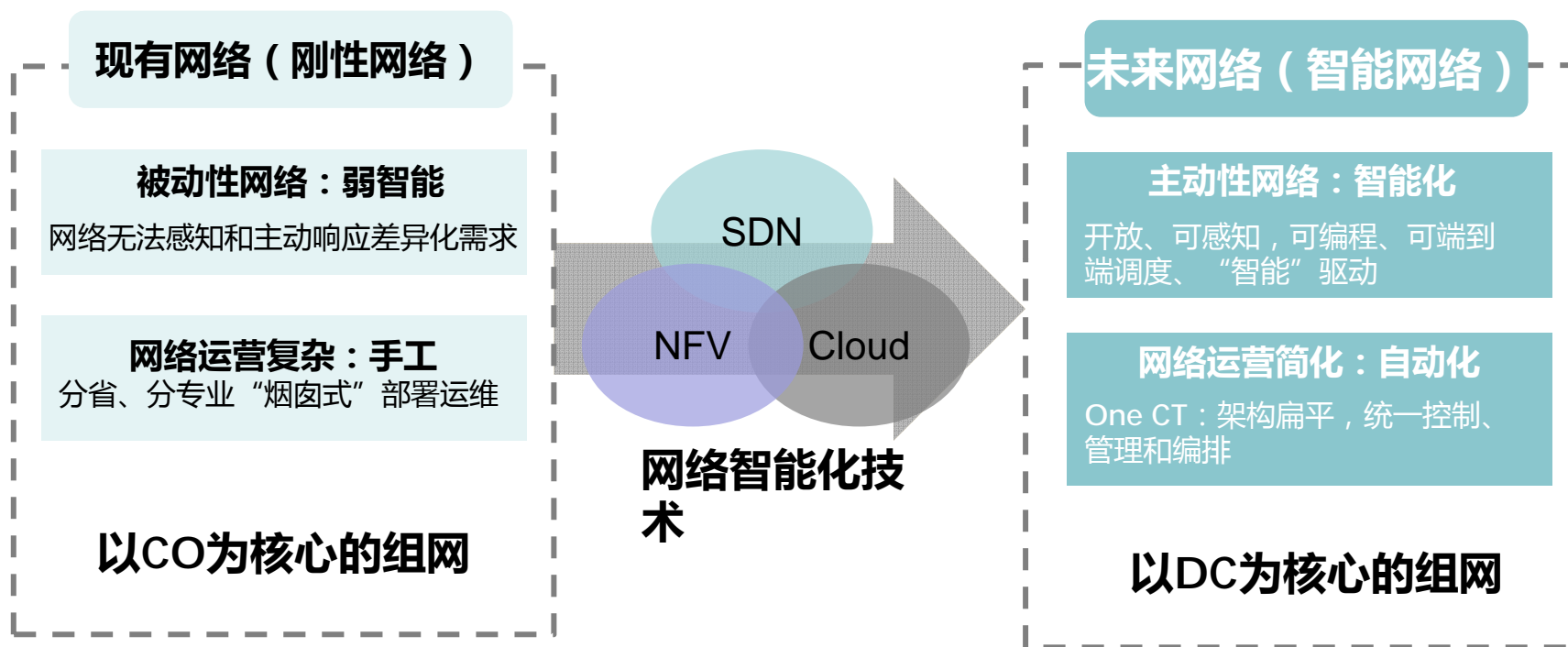


## CTNet2025目标网络架构



- 1 简洁：层级/种类/类型/数量/接口的简化**  
-例：全国90%地区提供不大于30ms的传输网时延
- 2 敏捷：网络软件编程，资源快速配置扩展**  
-例：“随选网络”提供分钟级的配套开通和调整能力
- 3 开放：丰富便捷开放能力，主动适应应用**  
-例：“网络、业务、资源、服务”四个维度开放
- 4 集约：网络资源统一部署、配置和端到端运营**  
-例：IT、业务平台和网络资源池融合，统一承载

# 网络重构驱动力



# 网络重构目标

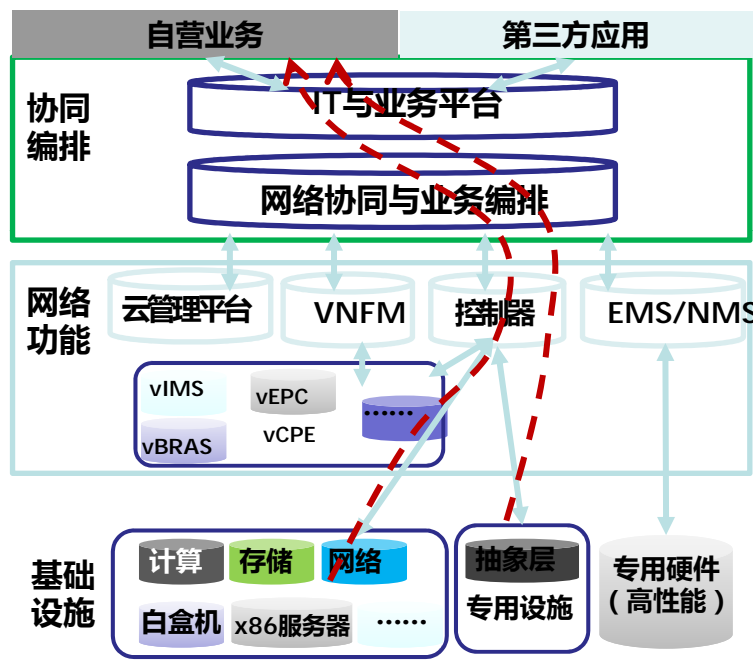


目标网络是水平集成的三层架构；层间由开放/标准接口互联，规模提供随选能力

**协同编排层：智能化**  
=网络功能协同 + 业务自动化编排

**网络功能层：软件化**  
=软件化网络功能 + 集约化资源和能力管控

**基础设施层：通用化**  
=通用化虚拟资源 + 标准化硬件资源



## CTNet2025三大目标

80%网络功能虚拟化

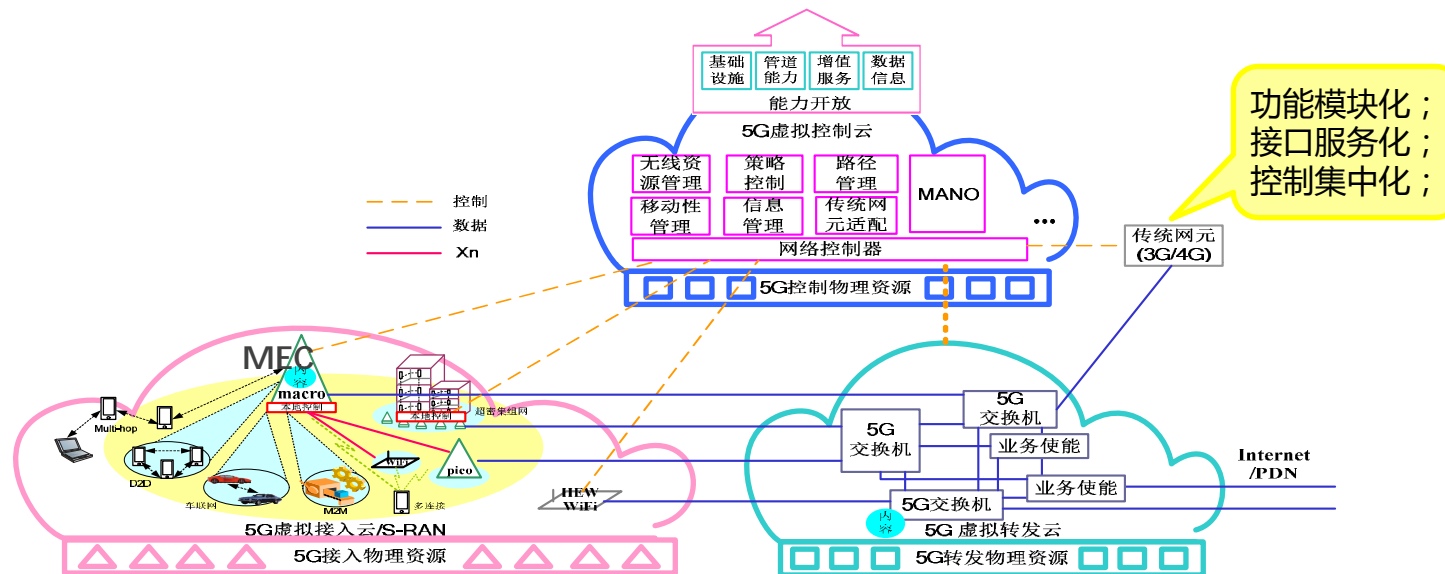
规模提供随选能力

部署新一代运营系统

# 中国电信网络云总体架构



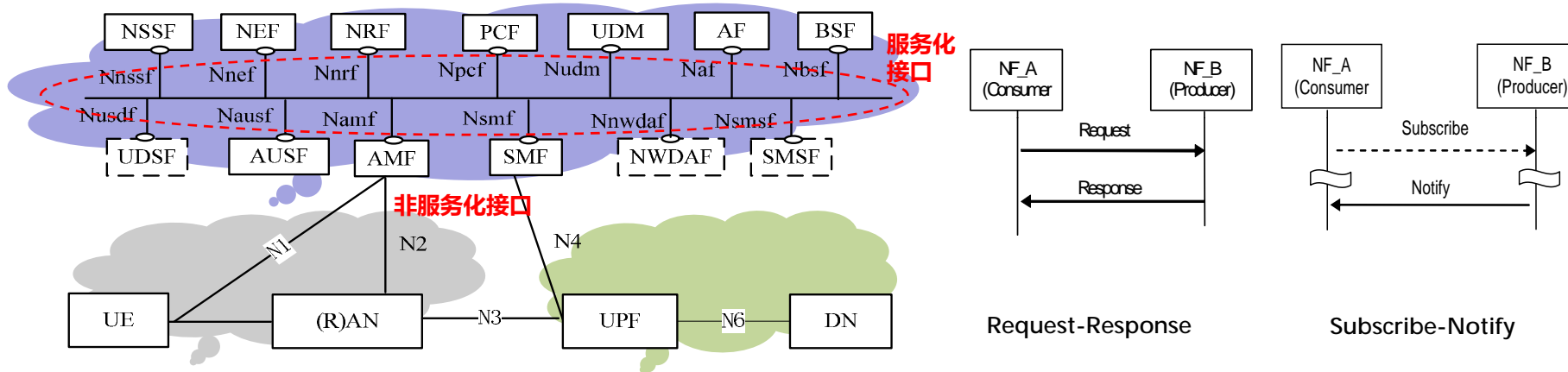
n 网络云总体目标：遵循CTNET2025目标架构进行规划和部署，通过NFV、云计算、SDN等技术，以云数据中心为核心提供通信网络服务能力，构建可高效运营和管理的网络云。



- Ø 以控制云为核心，各种核心网功能模块化，虚拟化，在控制面集中的基础上支持网络切片、能力开放。
- Ø 转发云实现用户面功能以及业务使能，由控制云控制，实现控制与承载分离。
- Ø 接入云实现多层次无线网接入，支持边缘计算，与控制云和转发云配合移动网功能。

# 面向服务的5G网络云功能架构

- n 服务化架构为5G网络基础架构，网络功能基于模块化拆解，解耦的网络功能可独立扩容、独立演进、按需部署。
- n 借鉴IT系统服务化/微服务化架构经验，控制面所有NF之间采用服务化接口，同一种服务可以被多种NF调用，降低NF之间接口定义的耦合度，最终实现整网功能的按需定制，灵活支持不同的业务场景和需求。

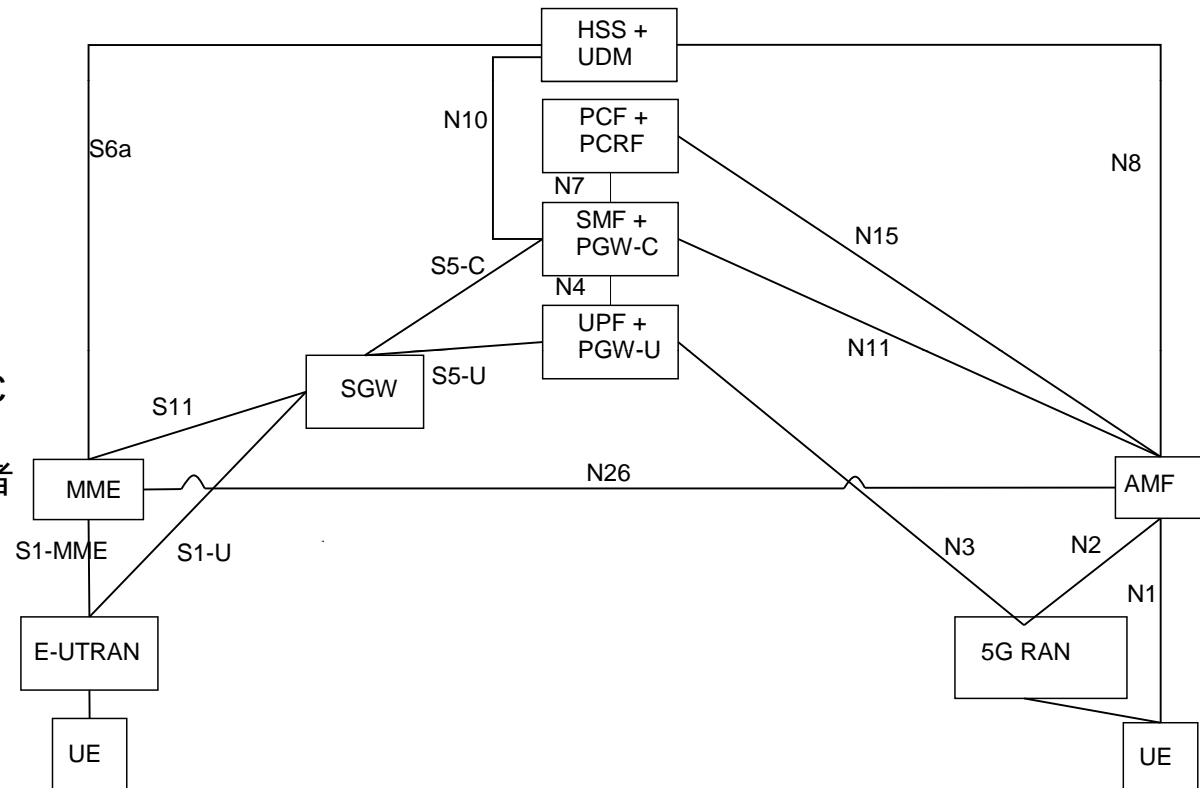


- Ø 由NRF提供网络功能的注册、发现、网络服务的授权等，实现网络功能和服务的按需配置及NF间的互连。
- Ø NF之间简化为两种交互：Request-Response和Subscribe-Notify。
- Ø NF Service模板：按照统一模板定义NF Service，包括服务名称、输入、输出、服务流程等。

# 4G/5G融合网络架构



- n 为支持4G/5G互操作，可对相应网元进行合设
  - ∅ PGW-C与SMF、PGW-U与UPF合设以统一锚点，HSS与UDM合设以统一数据管理、PCRF与PCF合设以统一策略控制。
- n 紧耦合方案：
  - ∅ 存在AMF与MME的N26接口；
  - ∅ 一次只能在一个系统中注册：EPC或5GC；
  - ∅ 跨系统移动性管理流程：切换或者TAU
- n 松耦合方案：
  - ∅ 不存在AMF与MME的N26接口；
  - ∅ 支持双注册或单注册；
  - ∅ 跨系统移动性管理流程：双注册类似3GPP与Non 3GPP间的PDU会话切换  
单注册为HO、Attach

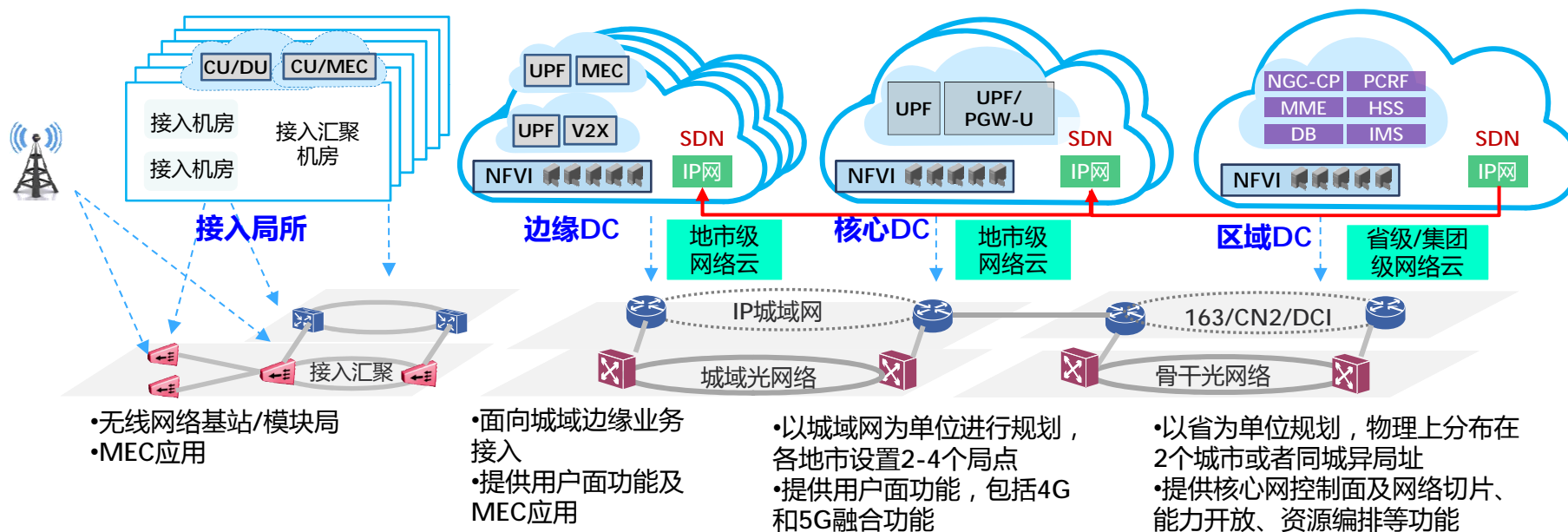


# 以DC为中心的网络云部署架构

## n 5G网络云部署策略

- ∅ 核心网控制面功能集中部署
- ∅ 用户面**按需**下沉，分布式部署，UPF可部署在核心DC或边缘DC
- ∅ 移动边缘计算MEC根据业务需求灵活部署
- ∅ 5G 无线网络CU部署在接入局所层面。

## n 网络云部署采用“区域+核心+边缘”三层DC架构，可有效兼顾集中化、属地化和最佳用户体验



- 无线网络基站/模块局
- MEC应用

- 面向城域边缘业务接入
- 提供用户面功能及MEC应用

- 以城域网为单位进行规划，各地市设置2-4个局点
- 提供用户面功能，包括4G和5G融合功能

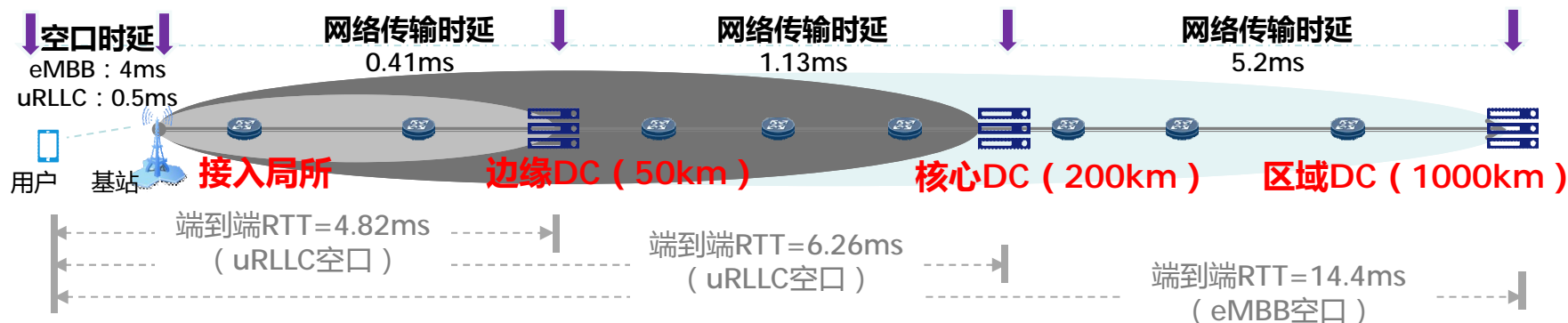
- 以省为单位规划，物理上分布在2个城市或者同城异局址
- 提供核心网控制面及网络切片、能力开放、资源编排等功能



# 典型业务场景与DC规划

网络传输时延 (单向)  $\approx$  距离/200km\*1ms+节点跳数\*25us

端到端RTT (双向) = 5G空口时延\*2 + 网络传输时延\*2+ DC内转发时延 (3ms)



## 转发极度敏感类网元

- 时延要求极高(5ms)的转发类业务
- 网关跟随CDN下沉到基站位置

## 转发敏感类网元

- 时延要求高(5ms ~ 15ms)的转发类业务
- 用户面跟随CDN下沉到地市

## 计算敏感类网元

- 对计算要求高的业务 (时延15ms以上)
- 控制面和信令面设备集中部署, 提升运维效率

AI远程控制 5ms

编队行驶 5ms

3D游戏 10ms

AR/VR 10ms

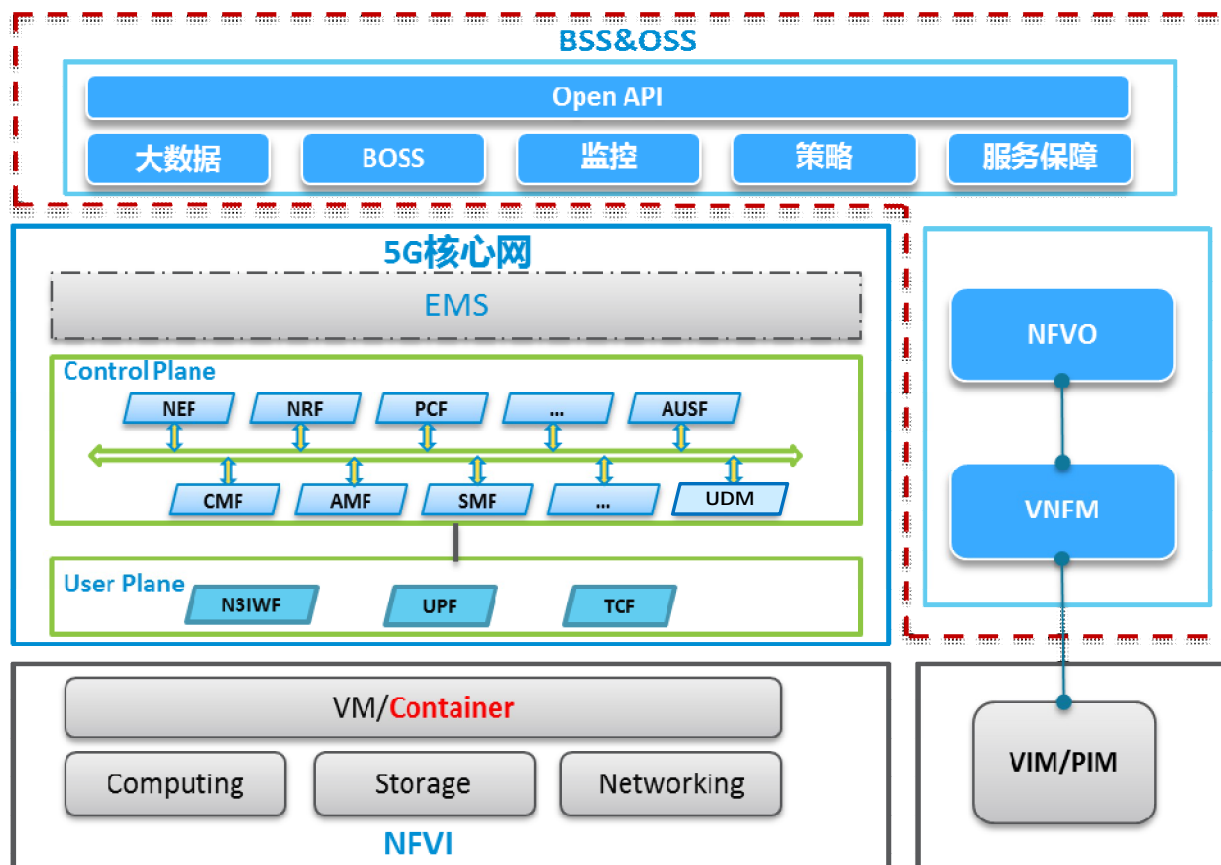
智慧城市 50ms

传感器数据交换 50ms

智慧城市 100ms

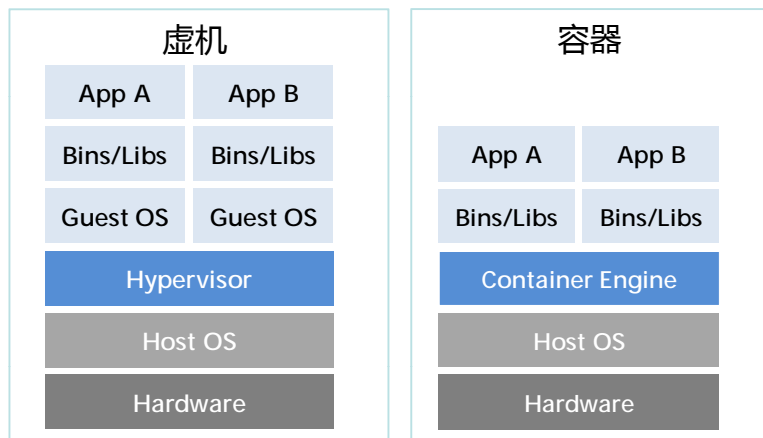
UHD电视 1s

# 5G网络虚拟化的驱动



- n 5G众多特性需要虚拟化网络架构的支撑
  - ∅ CP/UP分离：支持独立的伸缩，演进和灵活的部署
  - ∅ 网络切片：网络业务“搭积木”式按需灵活定制，实现灵活高效的网络切片
  - ∅ 无状态化设计：支持NF的“计算”与“存储”解耦
  - ∅ 网络功能模块化，颗粒度进一步细化，对外提供基于HTTP的API服务化接口
- n 遵循3GPP/ETSI标准
  - ∅ ETSI的NFV标准架构
  - ∅ 3GPP服务化的5GC架构
- n 新引入**容器虚拟化承载**
  - ∅ 符合Cloud Native原则

# 虚拟机、容器技术对比



•定位	实现通用的软硬件解耦、隔离和共享，面向 <b>资源</b> 管理	更轻量，便于软件发布，面向 <b>应用</b> 管理
•隔离性	<b>多租户可以安全地共享相同节点</b>	共享内核，存在安全隐患
•效率	资源开销5%-10%，单物理服务器上虚拟机数量有限	<b>几乎没有额外资源开销，接近裸机性能</b>
•速度	<b>启动速度30秒</b>	启动速度<1秒
•兼容性	需适配NFVI	<b>镜像包含依赖文件</b>
•成熟度	<b>成熟稳定，可规模商用</b>	虽不成熟，但发展快速

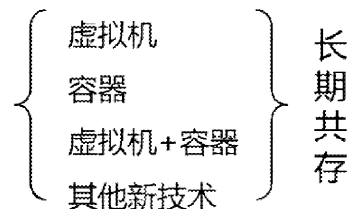
## 容器特点

- **轻量级**：占用资源少，单机可同时运行上百个容器
- **快速启停**：启动速度快，秒级启动
- **高性能**：直接通过内核访问磁盘IO，性能接近裸机
- **弱隔离**：目前依赖Linux内核机制隔离资源，成熟度较低
- **集群化**：往往集群方式使用，实现动态调度弹性扩展

## 最佳适用领域

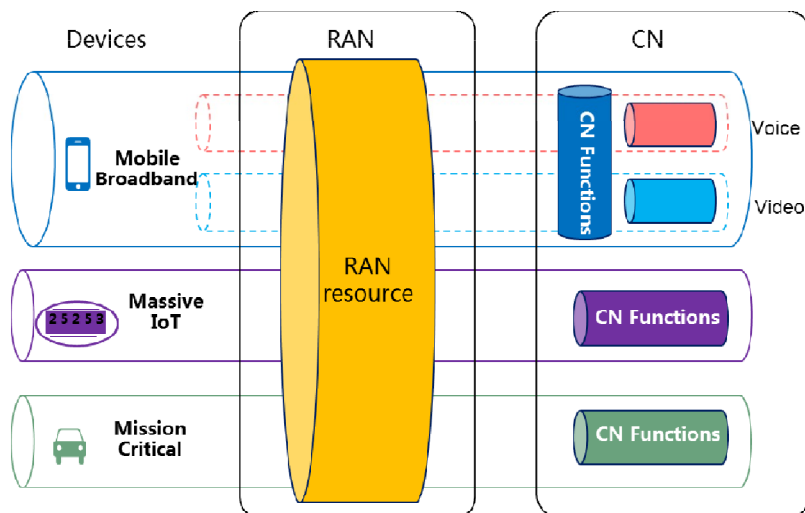
- **体积小**：需要小尺寸、高密度部署的应用
- **变化快**：生命周期较短，需频繁变更或快速启停的应用
- **时延敏感**：对性能要求极高、时延敏感的应用
- **集群化**：需要按需负载、有效提高资源利用率的应用

价值驱动 ▶ 虚拟化技术选择

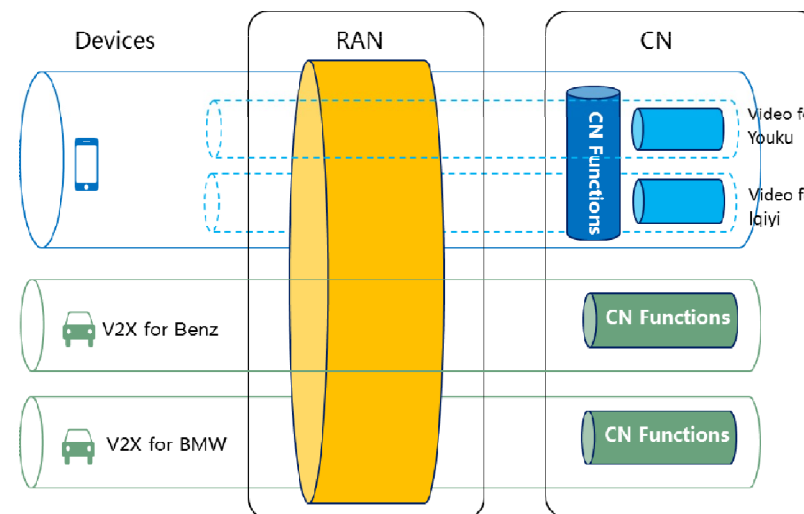


# 网络切片的驱动及目标

基于用户的个性化需求，为相应的业务场景提供特定的网络功能和特性，构建定制化的逻辑网络。



支持不同的网络功能（定制）



支持不同的用户组（隔离）

- Ø 切片是端到端网络，包括RAN，传输网和核心网，需要跨域的切片管理系统
- Ø 切片需要实现资源隔离，安全隔离和OAM隔离，不同域可以采用不同的技术，如CN采用虚拟化技术、TN采用SDN、RAN采用资源调度
- Ø 切片是可以定制的，基于行业用户的诉求定制切片网络

# 5G网络切片功能架构

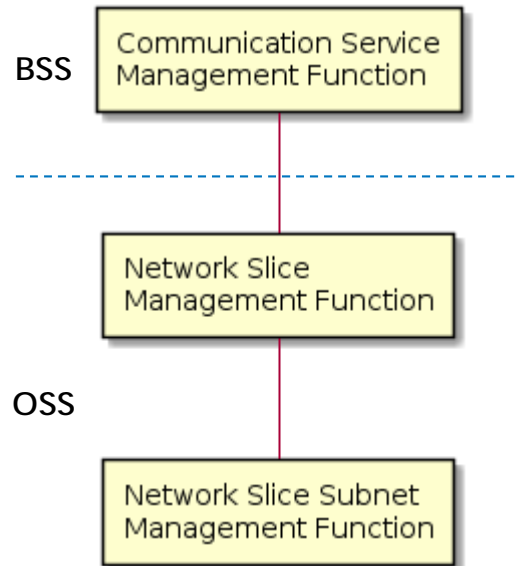


n 网络切片是3GPP定义的5G网络关键特征之一，实现5G网络的切片与编排是网络云体系架构需要实现和支撑的关键场景

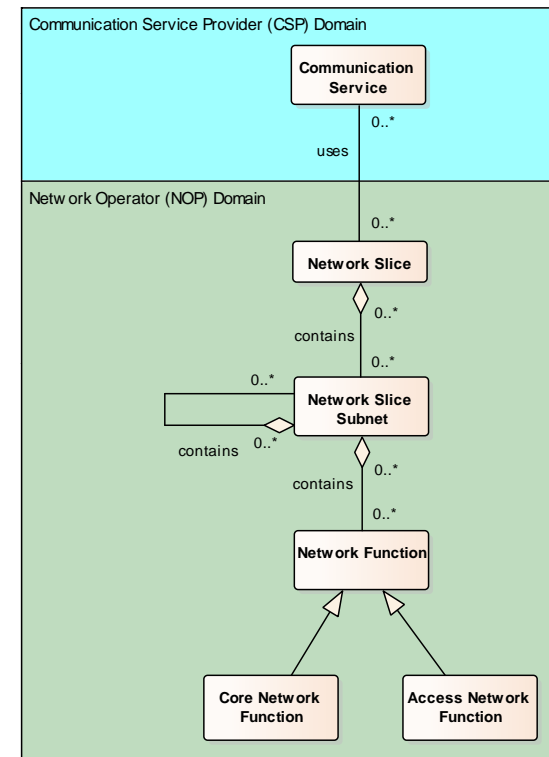
**CSMF**：用户在CSMF的Portal界面订购通信服务，CSMF负责将服务相关需求，转换成切片相关需求（如SLA），发送给网络切片管理功能(NSMF)

**NSMF**：负责切片实例(NSI)的管理与编排，并从NSI相关需求推导出切片子网实例(NSSI)相关需求(如SLA)，下发给网络切片子网管理功能(NSSMF)

**NSSMF**：负责NSSI的管理与编排，并从NSSI相关需求(SLA，如无线接入技术，带宽，端到端时延，BLER等等)，生成网络服务(NS)资源模型和业务配置，下发给NFVO或EM



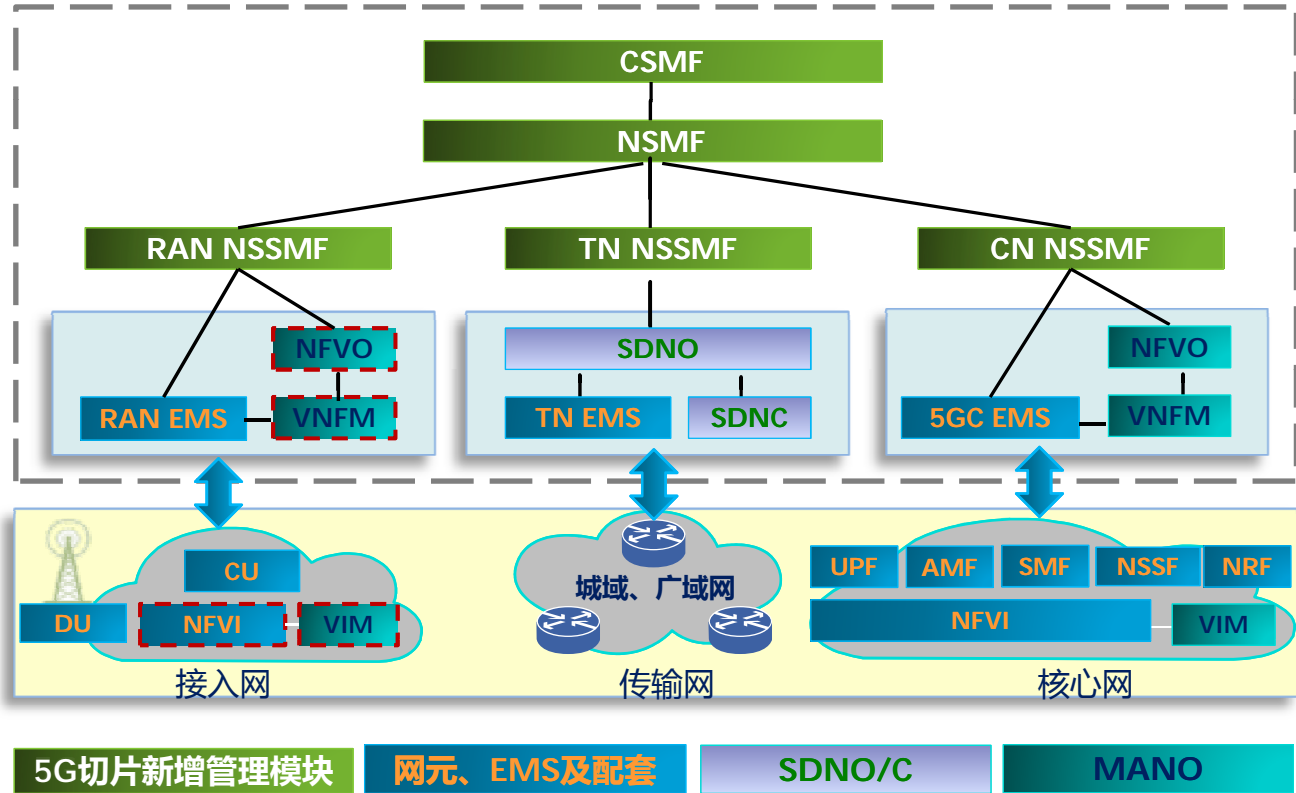
网络切片相关管理功能



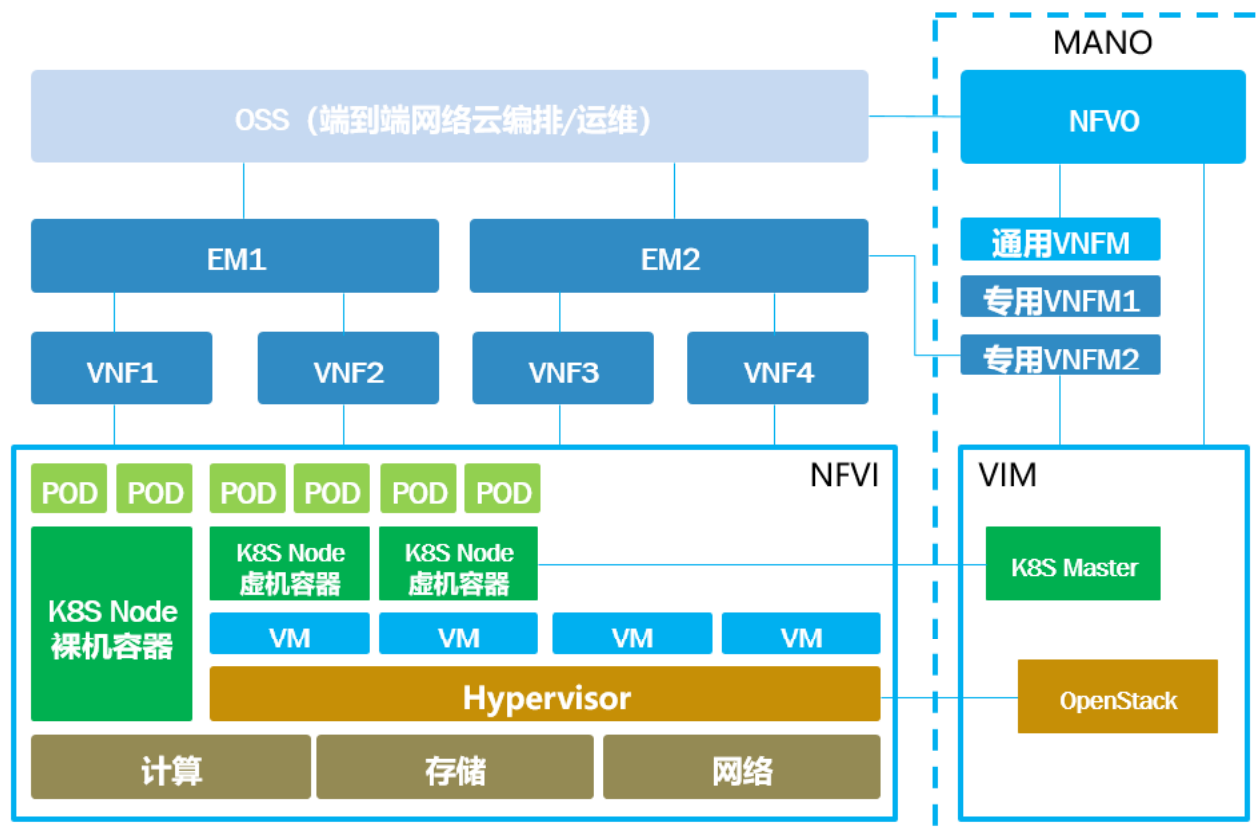
网络切片相关信息模型

# 5G网络切片管理架构

- n **通信服务管理(CSMF)**
  - ∅ 完成通信服务需求到网络切片需求的转换
- n **网络切片管理 ( NSMF )**
  - ∅ 负责5G网络切片端到端编排与管理
- n **子切片管理 ( NSSMF ) ，包含核心网、承载网、无线网的子切片管理**
  - ∅ 核心网子切片管理功能由CN-NSSMF与5GC EMS协同，通过调用MANO实现虚拟资源管理
  - ∅ 承载网子切片管理功能由TN-NSSMF承担，利用SDNO调用TN EMS和SDN-C实现管理
  - ∅ 无线网子切片管理功能由RAN-NSSMF与无线EMS协同配置，可虚拟化的网元纳入MANO管理



# 5G切片子网的管理架构（核心网）



## Ø 支持多种资源统一编排调度

- ü 支持虚拟机资源管理
- ü 支持容器资源管理

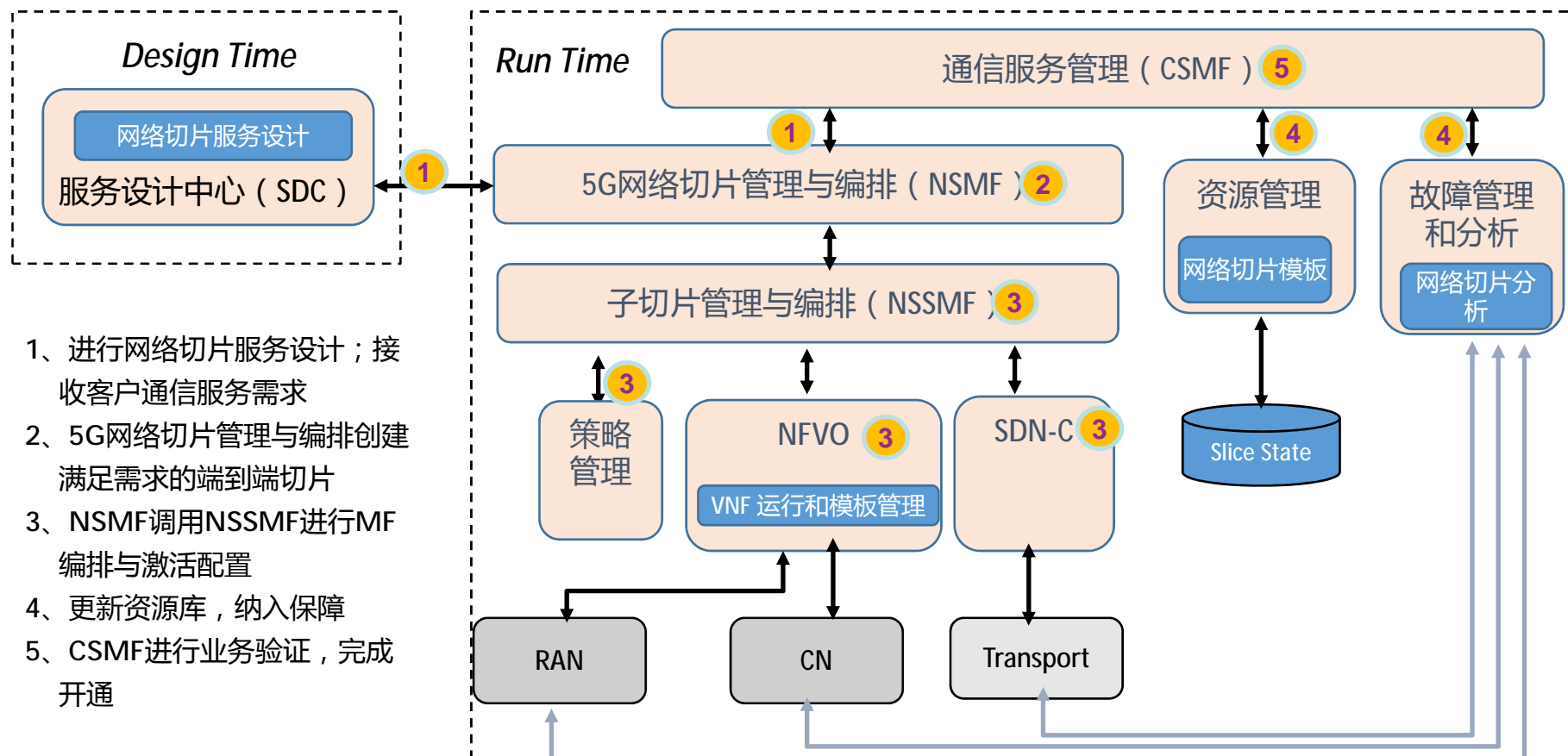
## Ø 支持多厂商网元/APP统一管理

- ü NFVO支持对接多厂商VNFM能力
- ü 复杂的电信VNF，允许有各个厂商专用的VNFM
- ü 开源、通用的VNF/APP通过通用VNFM管理

## Ø NS/VNF全生命周期管理

- ü 生命周期管理：实例化、弹性扩缩容、实例终止等
- ü NS/VNF运行状态监控

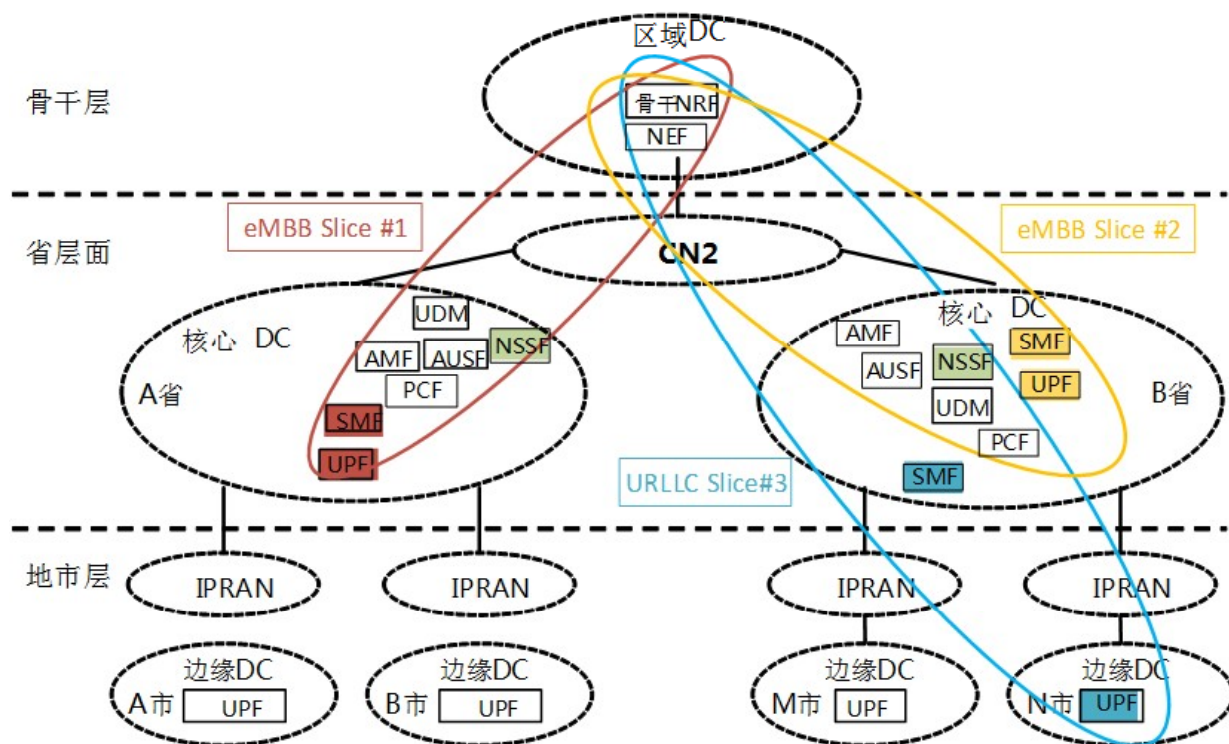
# 5G网络切片端到端开通



- 1、进行网络切片服务设计；接收客户通信服务需求
- 2、5G网络切片管理与编排创建满足需求的端到端切片
- 3、NSMF调用NSSMF进行MF编排与激活配置
- 4、更新资源库，纳入保障
- 5、CSMF进行业务验证，完成开通



# 典型业务场景切片方案分析



控制面：

- Ø 网络切片选择功能NSSF部署在省层面（切片组网架构和5G组网一致）

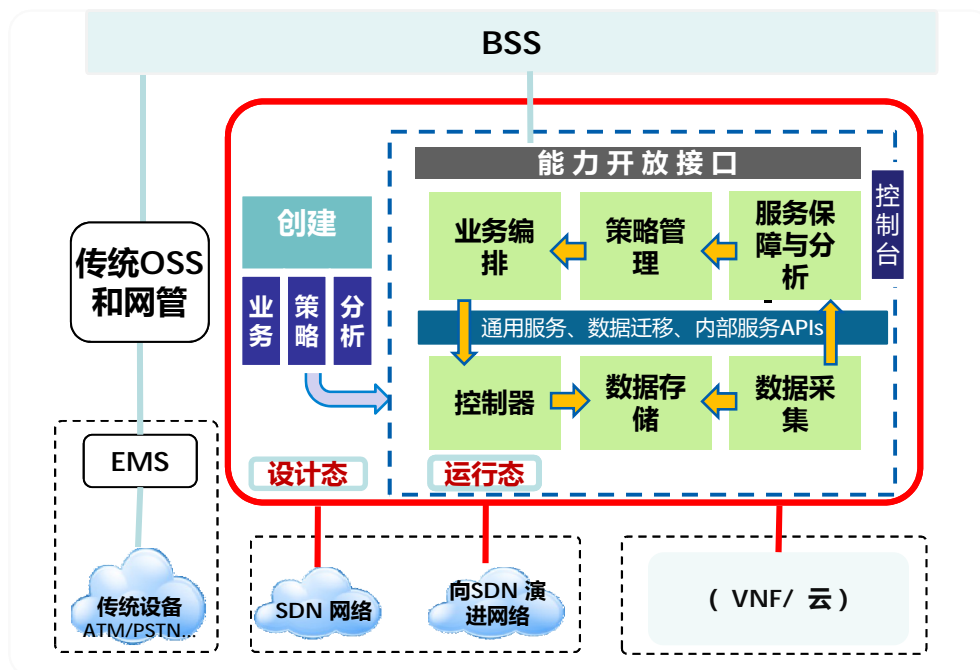
用户面：




- Ø URLLC slice的UPF下沉部署在边缘数据中心；
- Ø eMBB slice的UPF可以分布部署在核心数据中心。

# 下一代网络运营需求分析

在面向云化网络的演进过程中，对下一代网络运营系统要求下：

- Ø 采用**开源、开放**架构，通过**纵向区隔、横向协同**的方式，对引入SDN/NFV的新设备利用**协同编排器**实现**业务配置与资源调度**；
- Ø 对于传统设备，仍然由**综合网管和专业网管**完成业务配置，重点保障传统网络的稳定运行；
- Ø 两者之间可通过跨域的**顶层编排器**实现统一运营、端到端的业务管理、以及自动化网络管理。

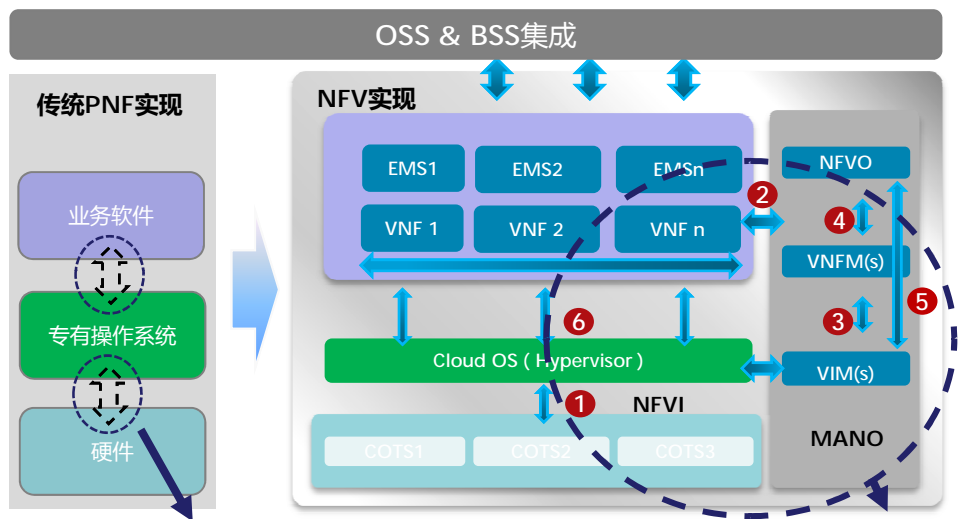


-  **敏捷实时** 业务上线周期：**年**→**天**  
业务开通时间：**月**→**分钟**
-  **全网端到端** 跨专业、跨域资源可视、可配、可管
-  **动态随选** 实现带宽随选、连接随选、时延随选等
-  **自动化 大数据注智** 先于客户发现问题，智能排障、网络自愈

# 网络虚拟化带来的运维挑战

n NFV3层解耦后新增开放接口，成为跨层、跨域、跨厂商集成运维的难点

n 平台取代网元，成为影响系统集成交付与运维的关键

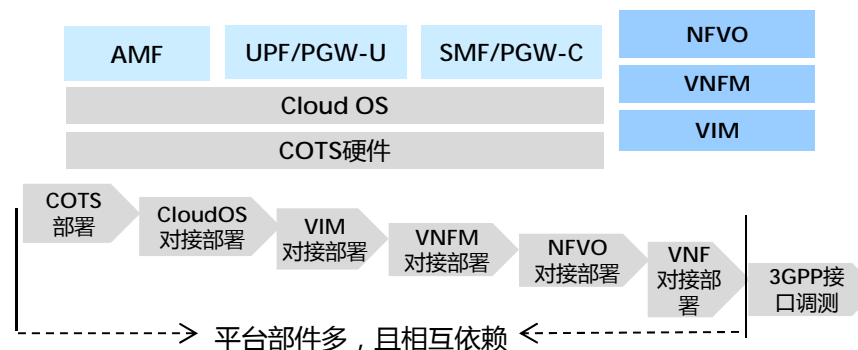


厂商内部解决

运营商现场解决

- 1 虚拟层的对接
- 2 VNFM与VNF对接
- 3 VNFM与VIM对接
- 4 NFVO与VNFM对接
- 5 NFVO与VIM的对接
- 6 VNF与CloudOS对接

## NFV分层云化交付运维模式

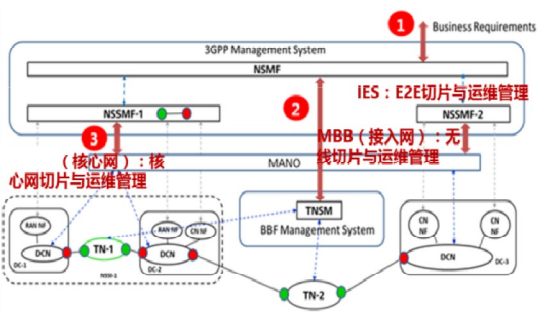
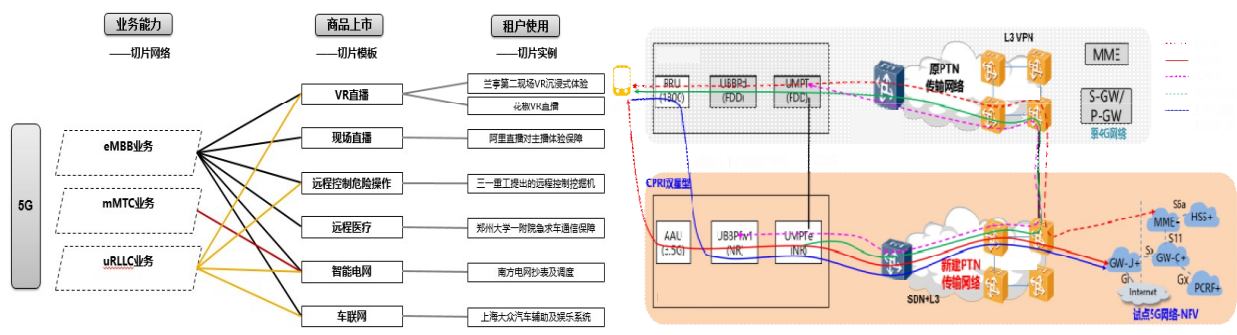


- Ø 必须首先完成云平台的交付调测，平台各部件间相互依赖
- Ø NFV依赖云平台所提供的资源，网络运维范围被迫拓展到云平台各个组件
- Ø 厂商间对接不仅涉及3GPP标准CT接口，还涉及各类开源IT接口，标准体系复杂，定位定界分歧多

# 网络切片带来的运维挑战



变化



网络以切片为单位提供租户级服务

- Ø 差异化的C/U、签约、租户策略
- Ø 租户隔离
- Ø 租户级运维

除原来的按网元、领域级运维外，需增加多视图、场景化、自动化手段

- Ø 多视图：面向租户、网络、网元等不同维度
- Ø 场景化：将切片网络作为运维对象，提供切片级FCAPS
- Ø 自动化：自动化配置，自动化SLA保障

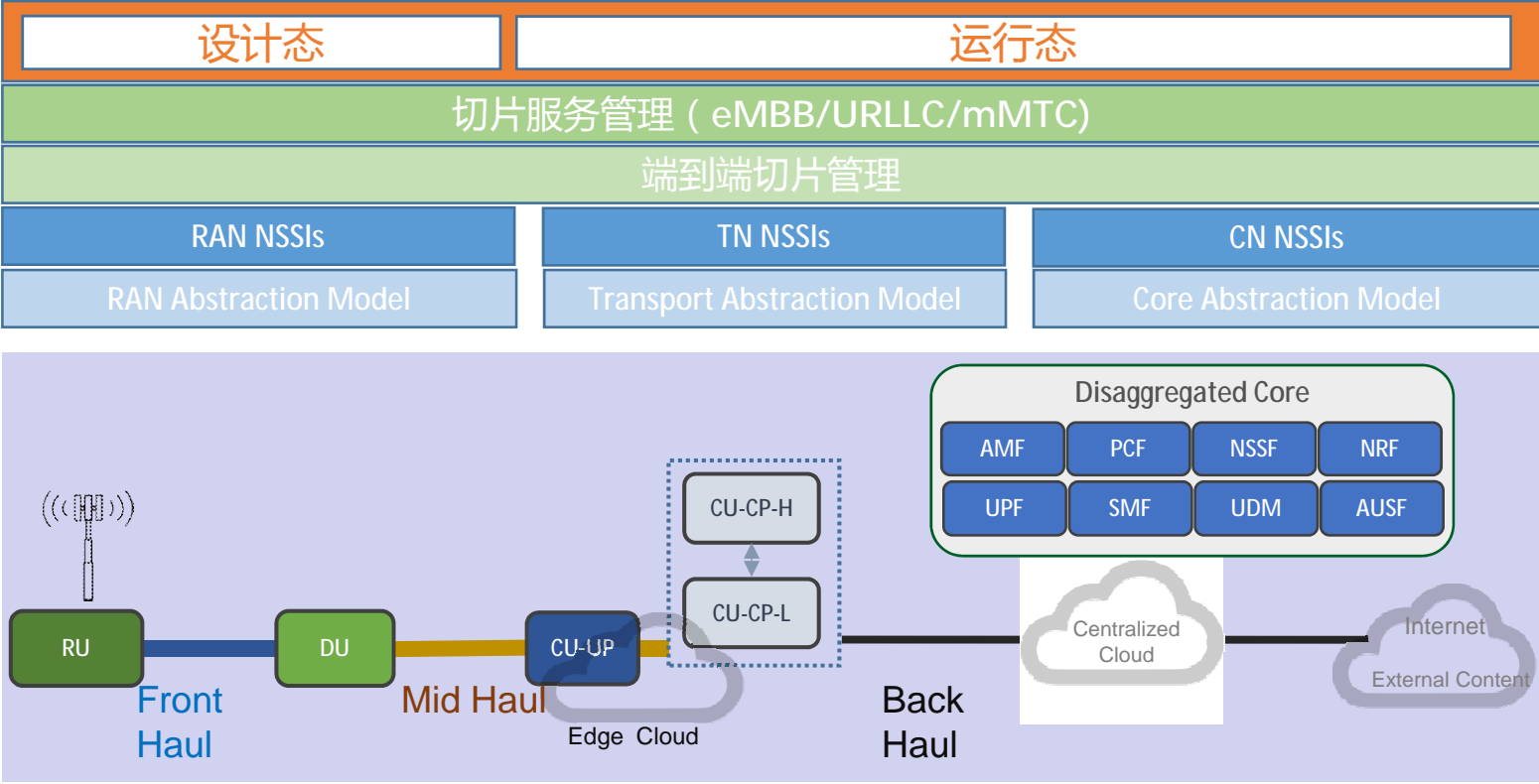
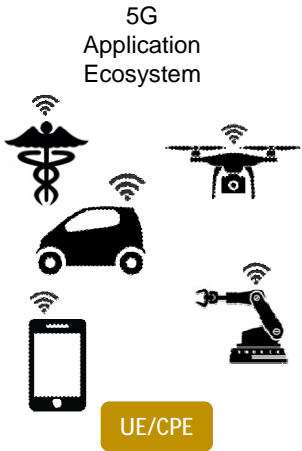
切片运维要求具备切片网络运维与切片实例运维管理能力

- Ø 切片网络运维要求具备监控、统计、排障、配置、优化、自愈等能力
- Ø 切片实例运维要求具备实例监控、报表上报、数据分析能力

挑战

- Ø 切片租户级的签约、隔离、运维
- Ø 切片运维需要3维视图：领域级、切片级、租户级的SLA
- Ø 切片需要两级运维：网络级与实例级的监控、统计、分析等

# ONAP中的5G切片运维



## 标准化的抽象及建模（基于3GPP的扩展）

- Ø 无线资源描述的标准化模型（Yang or TOSCA）：
  - ü 利用3GPP定义的TOSCA 切片模型
- Ø 传输抽象的标准化模型（Yang）：
  - ü QoS、带宽、弹性、冗余等
- Ø CN/APN的抽象模型（TOSCA）：
  - ü 资源预留、分组标记等
- Ø 嵌套、复杂业务的标准模型（TOSCA）：
  - ü 利用切片分段、切片嵌套、以及端到端SLA/SLO要求创建网络切片

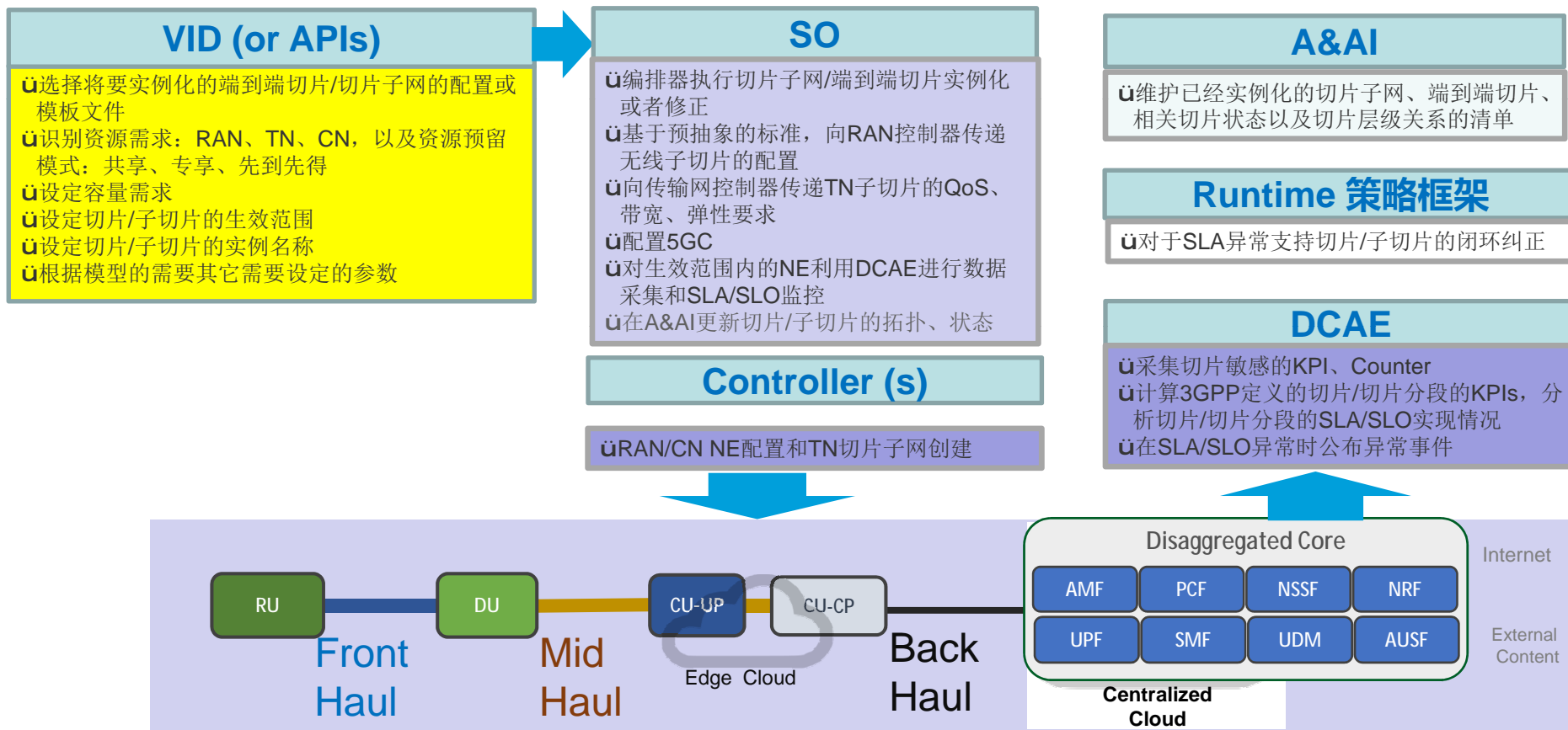
## 业务目标、需求，切片子网与端到端切片特性

- Ø 定义需要支持的切片子网与端到端切片的配置和模板文件
- Ø 大切片中的子切片，如eMBB大切片中的交互视频子切片
- Ø 关键属性、SLO、特性，切片敏感的KPI、Counter
- Ø 端到端切片/切片分段网络框图
- Ø 识别资源需求：无线、传输、核心网，以及资源预留模式：共享、专享、先到先得
- Ø 过载及轻载状态响应：扩容、缩容

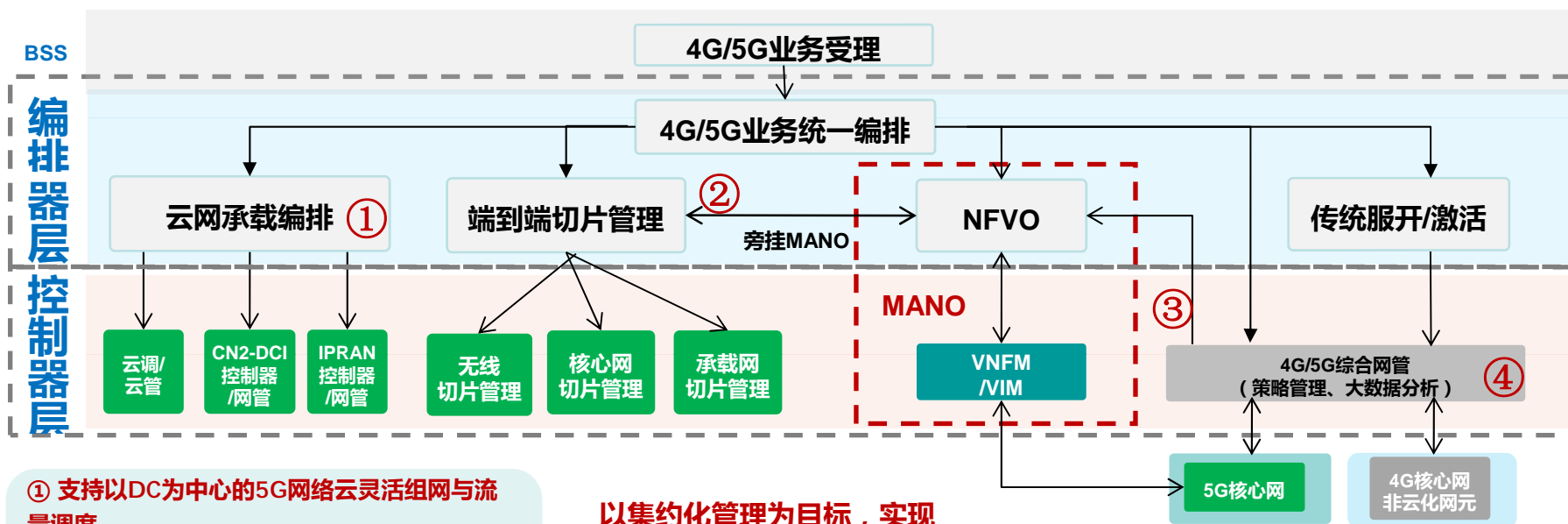


SDC

# ONAP 5G切片运维-实例化



# 面向4G/5G融合的智慧运营系统



**① 支持以DC为中心的5G网络云灵活组网与流量调度**  
实现面向4G/5G承载网络L3VPN构建、支持包含DC内、DC间以及IPRAN对应的端到端智能管控与流量调度

**② 支持5G网络端到端切片**  
提供5G无线网、核心网、承载网端到端切片管理能力。通过旁挂MANO实现DC内虚拟化网元资源调度，提供差异化多业务承载能力

## 以集约化管理为目标，实现4G/5G融合运营系统的一级架构目标：

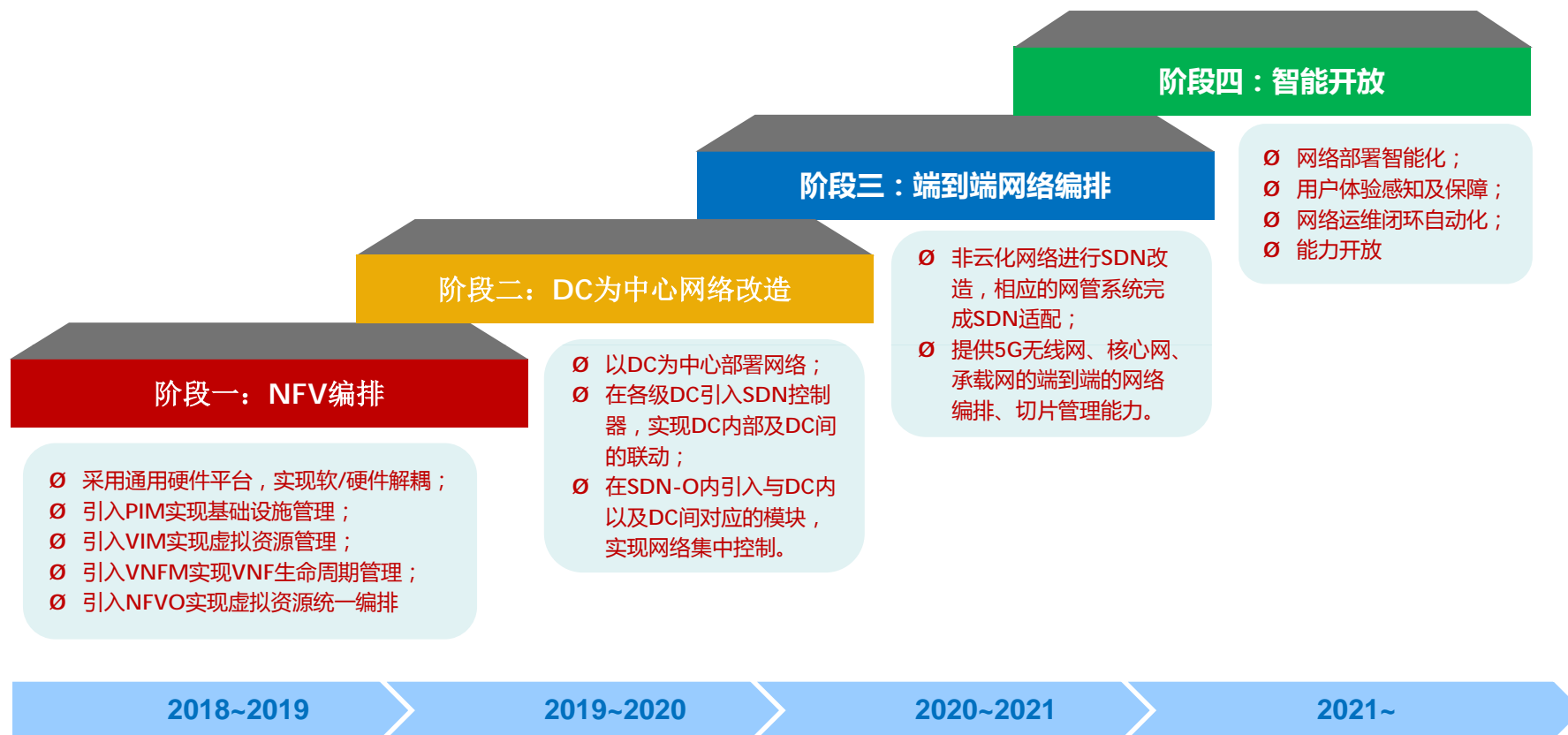
- Ø编排器：一级架构部署
- Ø控制器：以网元集约化管理范围为单元分布式部署
- Ø4G网管基础上增加5G网元管理，实现融合网络的综合网管能力

**③ 支持闭环自动化智慧运维**  
通过策略定制、网络运行大数据关联分析，实现5G核心网络自动扩缩容能力

**④ 支持网络虚实同管**  
实现DC内虚拟化网元及现有非云化网元统一管控，提供4G/5G网络端到端管理视图



# 网络智慧运营演进规划



谢谢