

网络管理

简介

▶ NFV在网络服务管理中的应用：

- 数据中心：NFV所采用的基础技术与云计算是通用的。
- Gi-LAN：当前核心网网元主要的功能是信令和协议处理。
- 城域POP节点：城域网POP节点是运营商业务提供的重要节点。
- 用户接入节点：NFV能够较好的解决接入节点问题。

目录

- ▶ 网络功能虚拟化架构NFV
- ▶ 软件定义网络
- ▶ 网络切片管理与编排
- ▶ 数据放置、检索与存储
- ▶ 开源框架

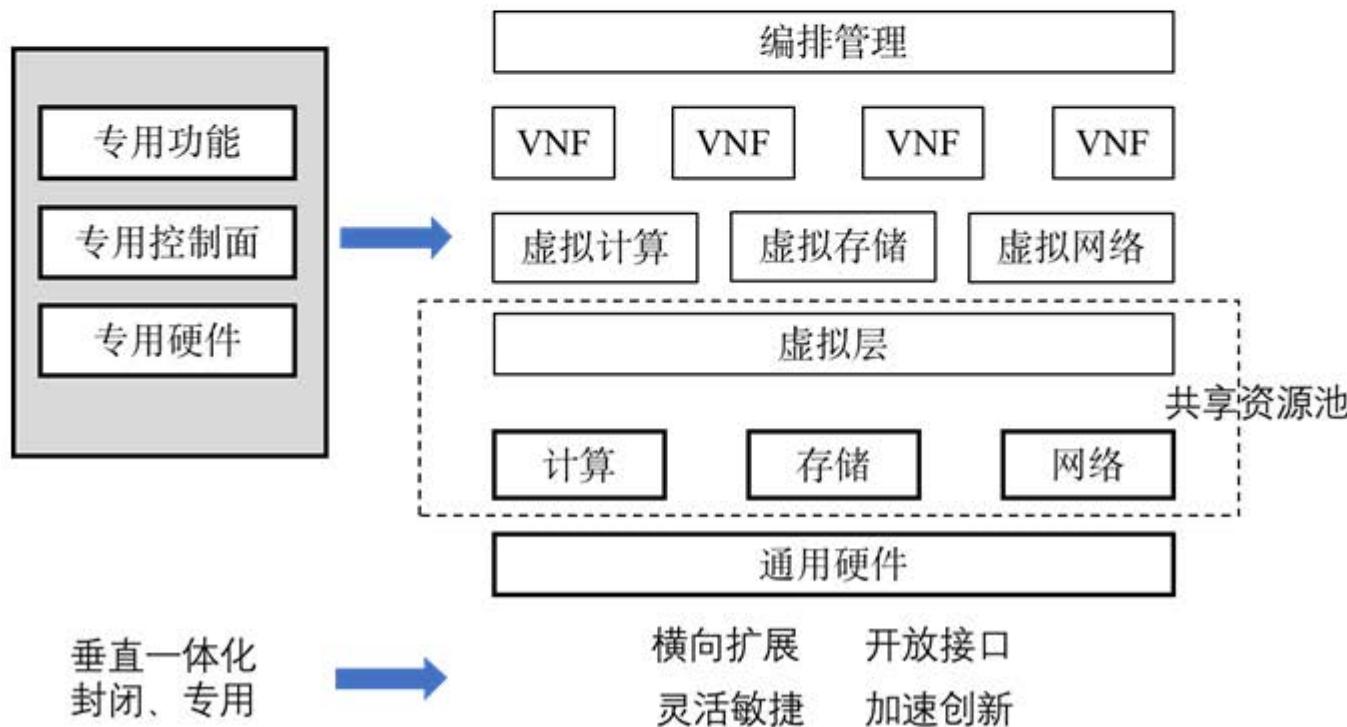
网络功能虚拟化构架NFV

- ▶ NFV概述
- ▶ 服务功能链备份
- ▶ 虚拟化内容分发网络
- ▶ NFV与移动场景中的边缘计算
- ▶ NFV MANO与边缘计算

NFV概述 (1)

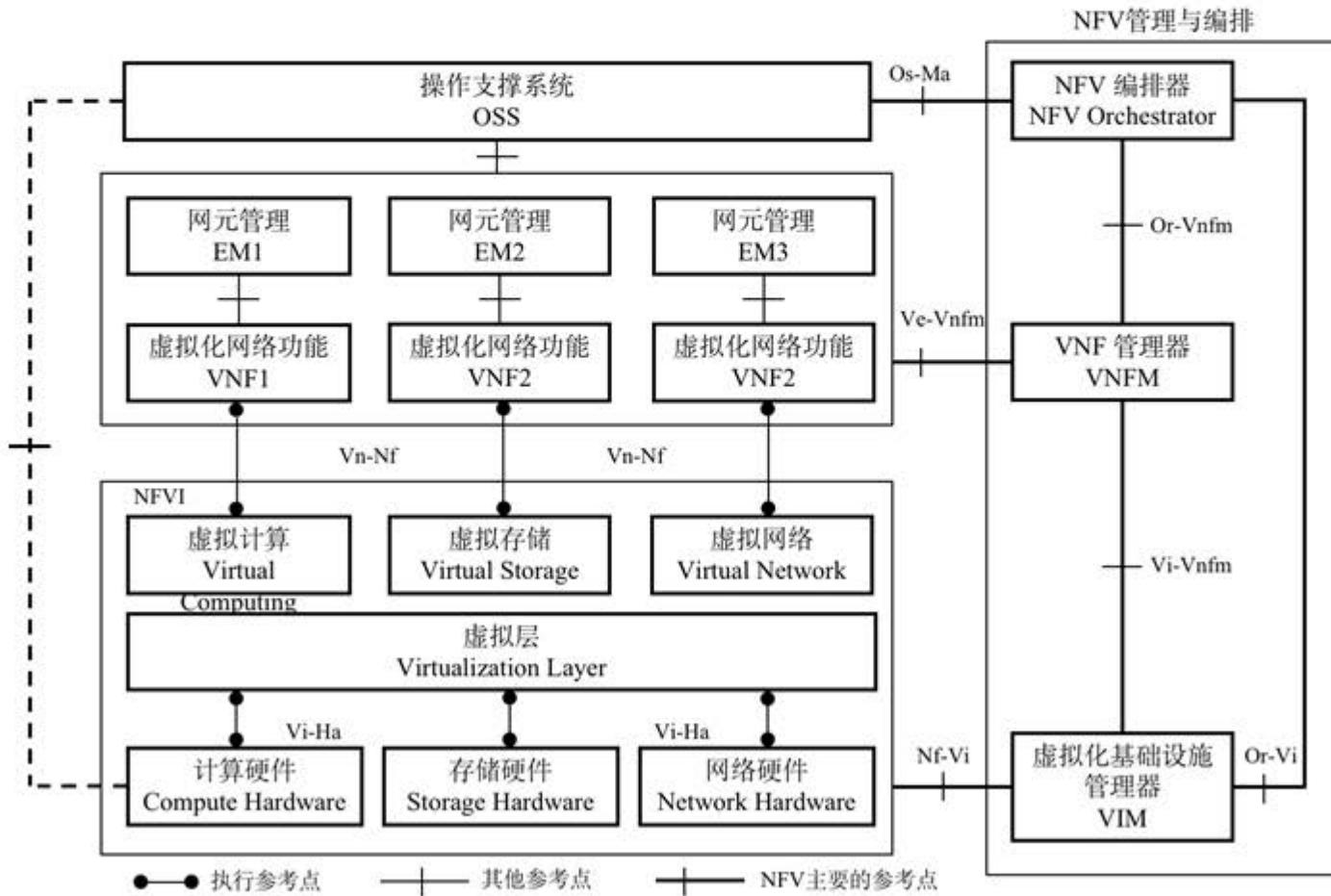
▶ NFV的概念

- 通过软件和自动化技术替代原本的专用网络设备，以一种新的方式来定义、创建和管理网络。



NFV概述 (2)

▶ NFV参考架构



NFV概述 (3)

▶ NFV参考架构

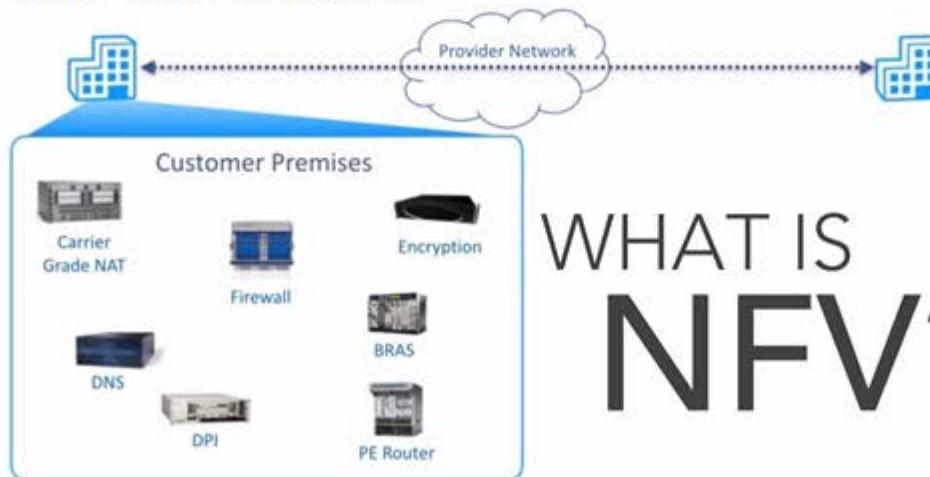
- 基础设施层：负责为VNF模块的部署、管理等提供资源，其上部署虚拟网络功能和基于容器的应用程序。
- 虚拟网络层：虚拟网络层主要包括VNF、对应的EMI以及NFV MANO。
- 运营支持层：OSS/BSS域中包含的软件产品线涵盖基础架构和网络功能领域。

NFV概述 (4)

▶ NFV的功能

- NFV即网络功能虚拟化，它提供了一种设计、部署和管理网络服务的全新方式。
- NFV能够整合并交付完全虚拟化基础设施所需的网络组建，包括虚拟服务器、存储等。

Network Functions



网络功能虚拟化构架NFV

- ▶ NFV概述
- ▶ 服务功能链备份
- ▶ 虚拟化内容分发网络
- ▶ NFV与移动场景中的边缘计算
- ▶ NFV MANO与边缘计算

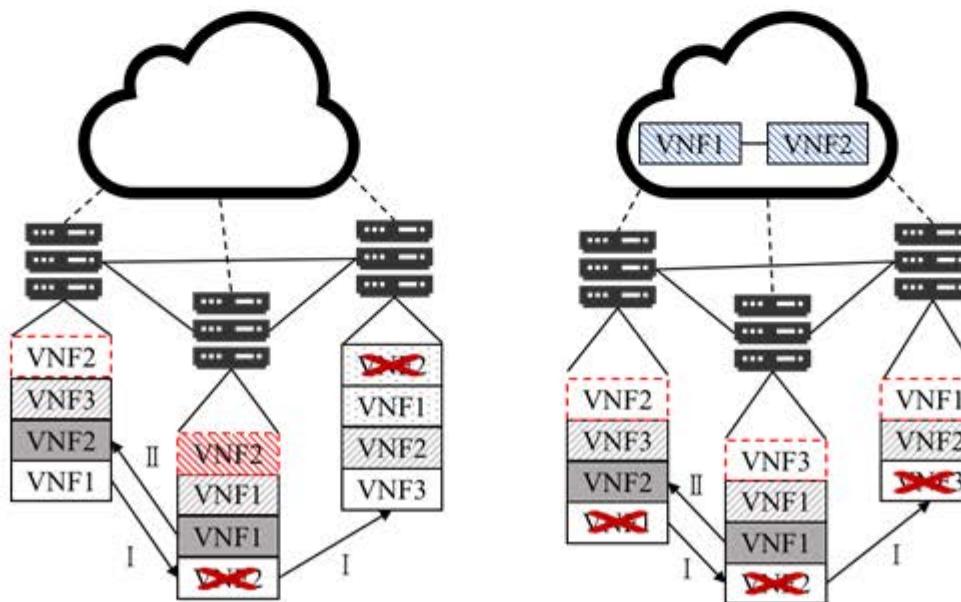
服务功能链备份（1）

- ▶ 虚拟网络功能VNF（Virtualized Network Function）的快速发展为边缘网络上的网络服务部署带来了新的机遇。对于复杂的服务，VNF可以链接形成服务功能链SFC（Service Function Chain）。如何在满足SFC可用性要求的同时在边缘和云上有效地备份VNF以最大程度地降低成本成为一个重要的研究课题



服务功能链备份 (2)

- ▶ SAB是一项面向此需求的新型自适应方案，可以在边缘和云上有效地备份VNF。
- ▶ SAB使用动态创建的静态备份和动态备份来适应边缘网络的资源限制。
- ▶ SAB构架：



服务功能链备份（3）

▶ 备份步骤：

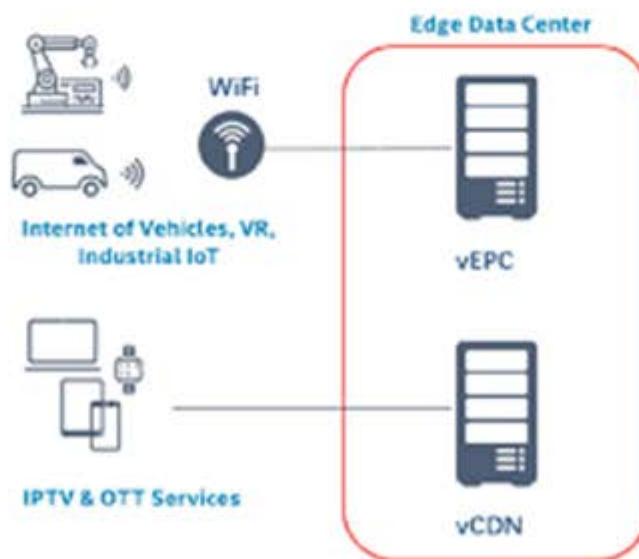
- 第一步，将一些SFC备份到云中。对于这些SFC，其可用性由云中已建立的可靠机制来保证。
- 第二步，动态备份部署，该方法会在VNF或其静态备份刚刚失败时创建一个动态备份，使用在线优化算法将每个备份动态地放置到边缘服务器。算法可以长期平衡每个边缘服务器之间的负载，以缓解资源竞争。

网络功能虚拟化构架NFV

- ▶ NFV概述
- ▶ 服务功能链备份
- ▶ 虚拟化内容分发网络
- ▶ NFV与移动场景中的边缘计算
- ▶ NFV MANO与边缘计算

虚拟化内容分发网络 (1)

- ▶ 内容分发网络 (CDN) 一般指运营商为了解决网络带宽受限和用户大量访问等问题，而将内容缓存器部署在网络边缘区域。
- ▶ 内容缓存器的硬件资源根据高峰负荷的标准需求设计，然而通常情况下网络流量很少达到峰值，这就导致了内容缓存器的资源利用率低下。在这种问题的驱动下，虚拟缓存器的部署和应用应运而生



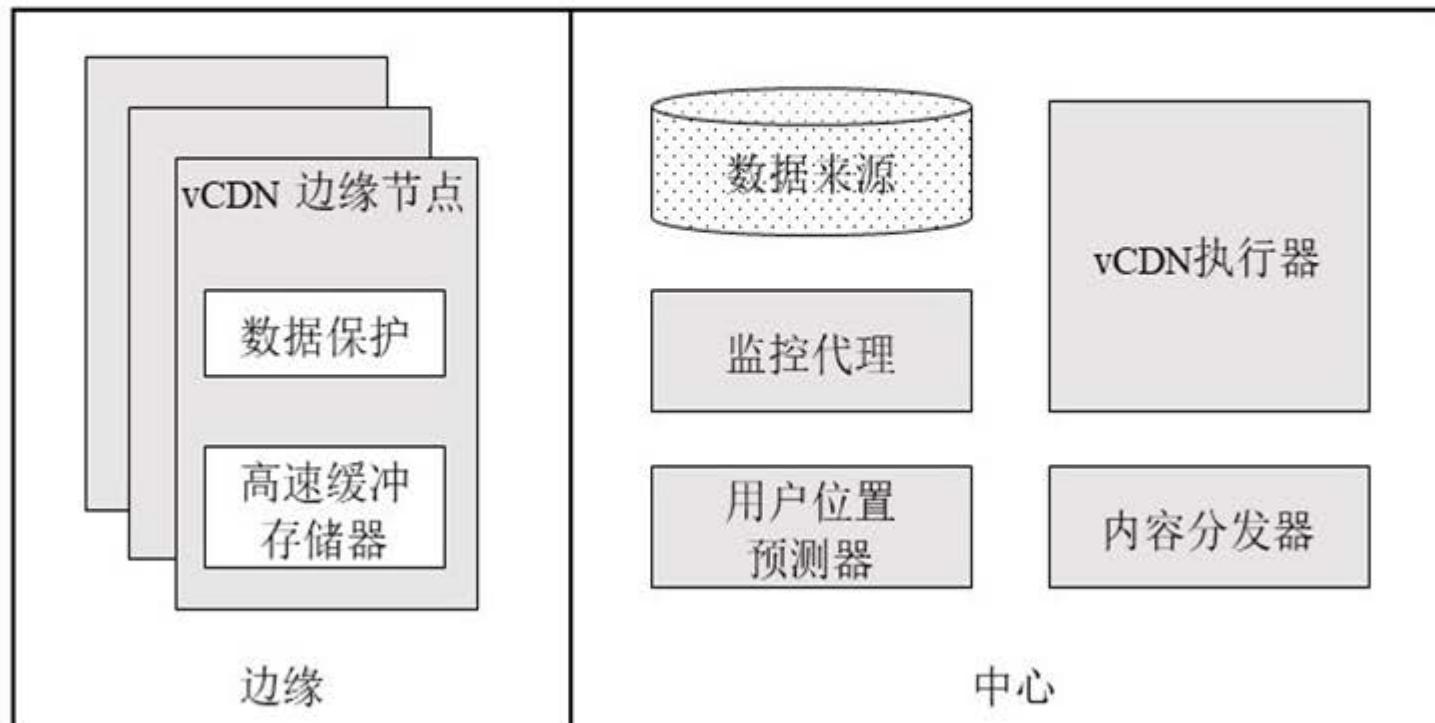
虚拟化内容分发网络 (2)

▶ vCDN特点：

- vCDN服务应与ETSI NFV保持一致，从而可以在NFVI进行部署并通过适当的VIM平台进行管理。
- 所提出的解决方案应支持从基础架构中部署和释放vCDN节点，这与扩展和缩减操作相对应。
- 当没有vCDN节点可用，或者通过部署新的vCDN节点能够为服务带来更大的收益时，将部署新的vCDN节点。

虚拟化内容分发网络 (3)

▶ vCDN服务构架:



网络功能虚拟化构架NFV

- ▶ NFV概述
- ▶ 服务功能链备份
- ▶ 虚拟化内容分发网络
- ▶ NFV与移动场景中的边缘计算
- ▶ NFV MANO与边缘计算

▶ 移动性场景的边缘计算有以下特点：

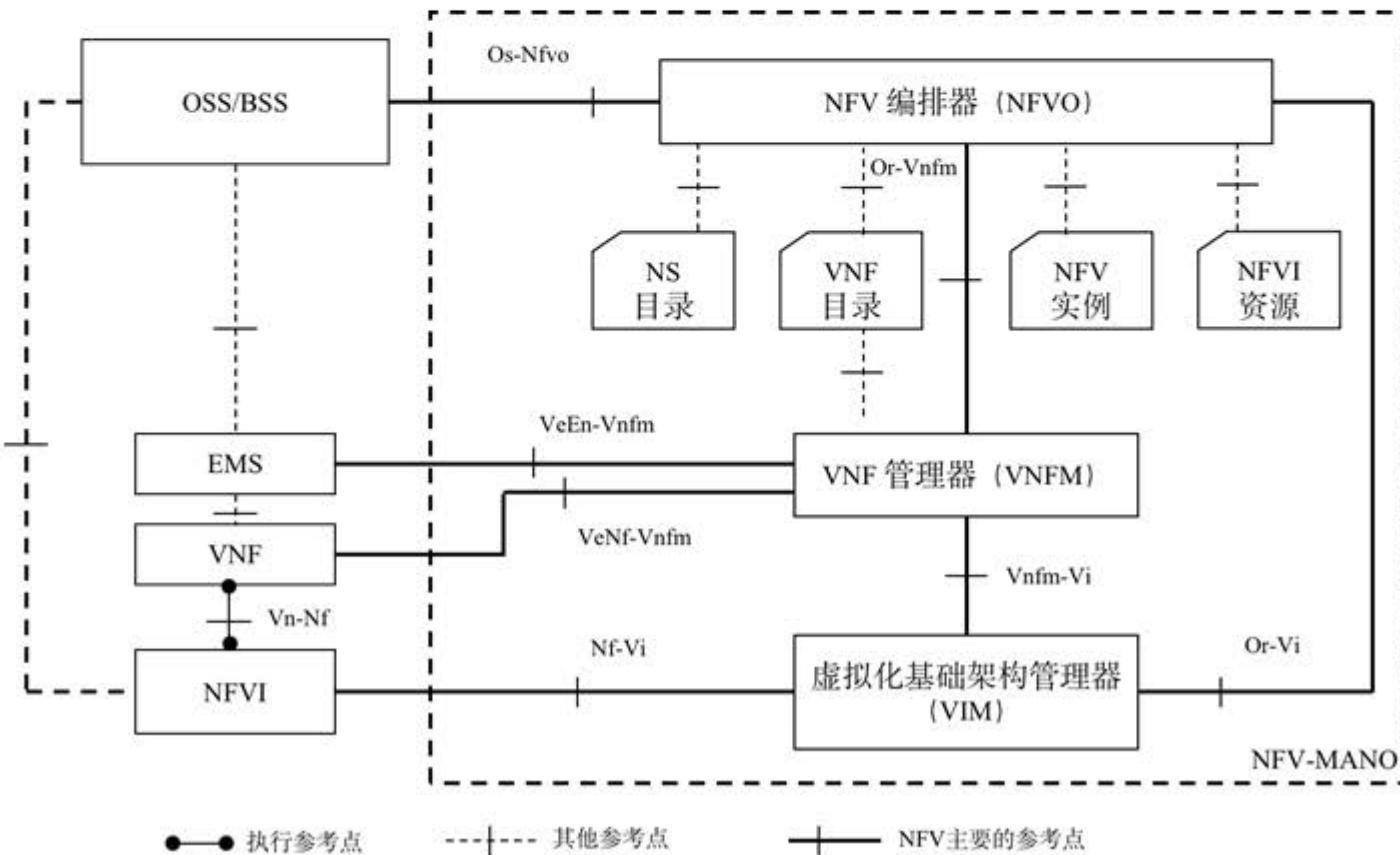
- 本地性：本地性表示边缘计算可以独立运作于主干网以外的网络空间，并且可以接入本地资源。
- 邻近性：移动场景接近信息资源，能够采集到用户敏感的关键信息，例如用户的实时位置等信息，邻近性极大增强了数据分析和应用的便捷性。
- 低时延：由于邻近性，即边缘服务运行于终端设备，延迟会相对降低，这样能够提供更快的网络通信，提升用户体验并减少其他网络部分的拥塞。
- 位置感知：当网络边缘采用无线网络时，本地服务便可以通过无线信号判断各个连接设备所处的位置，这样更方便产生面向位置的服务与应用。

网络功能虚拟化构架NFV

- ▶ NFV概述
- ▶ 服务功能链备份
- ▶ 虚拟化内容分发网络
- ▶ NFV与移动场景中的边缘计算
- ▶ 动态虚拟网络服务放置
- ▶ NFV MANO与边缘计算

NFV MANO与边缘计算（1）

- ▶ NFV MANO即为网络功能虚拟化管理和编排，用于管理和协调虚拟化网络功能和其他软件组件的架构框架。



NFV MANO与边缘计算（2）

▶ NFV MANO功能：

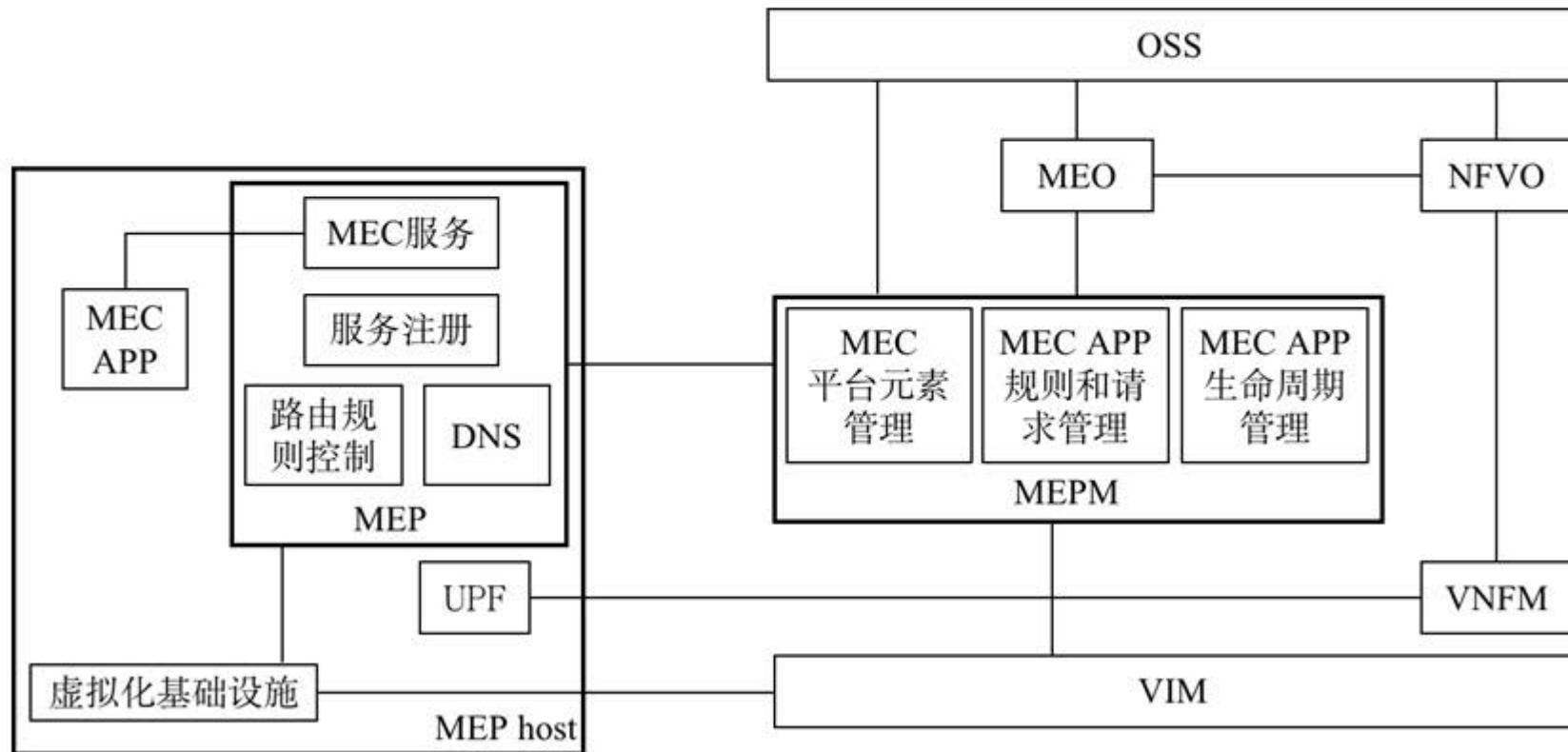
- NFV编排器（NFVO）：执行资源编排和网络服务编排以及其他功能。有助于将虚拟网络功能标准化。
- VNF管理器（NFVM）：负责VNF生命周期管理，生命周期管理包括版本包注册、自动部署、弹性伸缩、扩容、终止等。
- 虚拟基础设施管理器（VIM）：VIM通常负责在一个运营商的基础架构域内控制和管理NFVI资源。

NFV MANO与边缘计算（3）

- ▶ NFV MANO应用于边缘计算可提供多种智能化的部署方案，在现有的NFV架构中，部署方案根据NFV MANO 管理框架与多接入边缘计算（MEC）系统框架的耦合程度，一般分为两种部署方案：
 - 低耦合度的部署方案：边缘计算管理体系与NFV 管理体系分别设立，两个管理系统之间不做高度耦合，仅涉及MEC编排器MEO与NFVO组件之间的交互。
 - 高耦合度的部署方案：该方案中MEC管理体系与NFV 管理体系深度耦合，MEC管理体系负责业务配置部分，NFV体系负责资源管理部分。

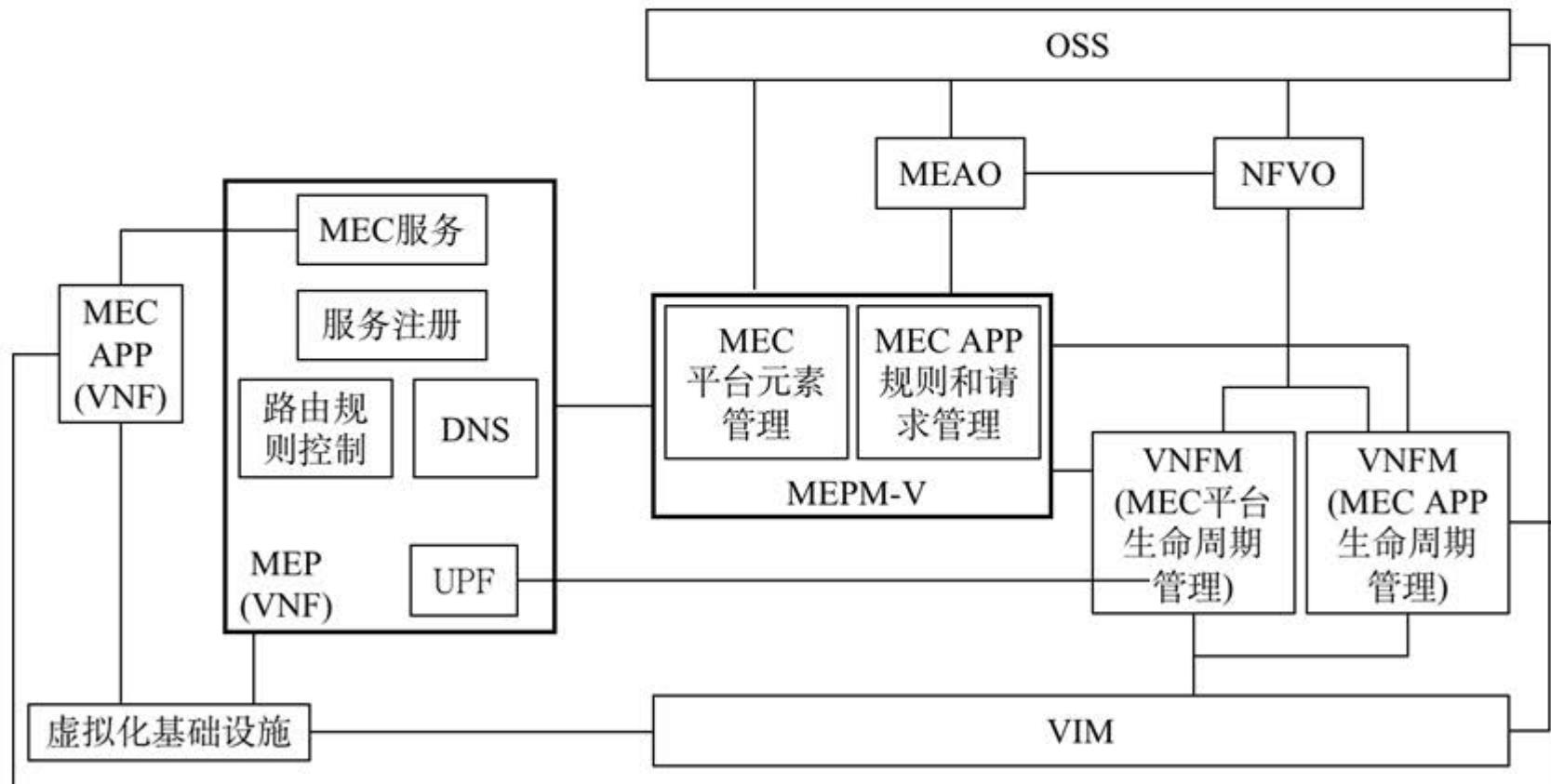
NFV MANO与边缘计算 (4)

▶ 低耦合构架



NFV MANO与边缘计算 (5)

▶ 高耦合构架



目录

- ▶ 网络功能虚拟化架构NFV
- ▶ 软件定义网络
- ▶ 网络切片管理与编排
- ▶ 数据放置、检索与存储
- ▶ 开源框架

软件定义网络

- ▶ 简介
- ▶ SDN架构
- ▶ 分布式的SDN一致性更新
- ▶ SDN与NFV

简介 (1)

- ▶ 软件定义网络（SDN），通过将网络设备控制面与数据面分离开来，从而实现软件对网络流量的灵活控制，为核心网络及应用的创新提供了良好的平台。
- ▶ 传统网络具有以下问题：（1）部署和管理非常繁琐；（2）部署不够灵活，无法按需做出调整。SDN可以通过更改软件的方式将现有的路由器更新为交换机，做到更灵活的按需部署和维护。
- ▶ SDN 核心目标是希望应用软件可以参与网络的控制管理，满足上层业务需求，通过自动化业务部署简化网络运维。

软件定义网络

- ▶ 简介
- ▶ SDN架构
- ▶ 分布式的SDN一致性更新
- ▶ SDN与NFV

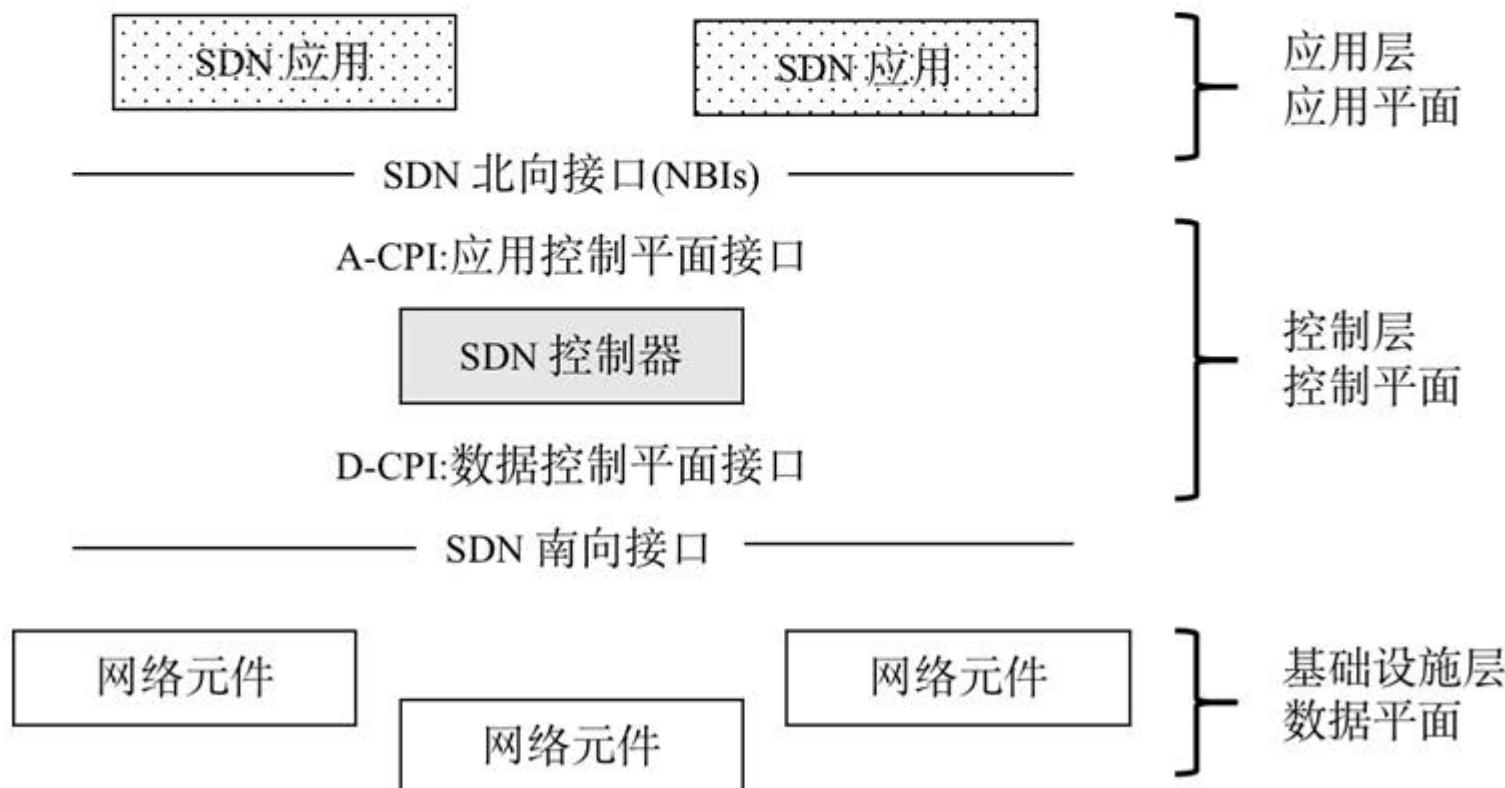
SDN架构 (1)

▶ SDN架构为“三层两接口”结构：

- 数据分发层（基础设施层）：包括一些网络单元（Network element），每个网络单元都可以提供网络流量，具体由各个与控制决策机构耦合的转发节点组成。
- 控制层：主要包括SDN控制器（SDN controller），SDN控制器是SDN网络中的核心组件，担任着控制网络流量的重要任务。
- 应用层：主要包括各种面向用户的应用程序，提供业务服务。
- 南向接口（Southbound Interface或D-CPI）：位于数据平面和控制平面之间，控制器通过南向接口对数据平面进行编程控制，它将负责SDN控制器与网络单元之间的数据交换和交互操作，如OpenFlow协议。
- 北向接口（Northbound Interface或A-CPI）：位于控制平面与应用平面之间，上层的应用程序通过北向接口获取下层的网络资源或向下层网络发送数据，它将数据平面资源和状态信息抽象成开放编程接口。

SDN架构 (2)

▶ SDN (OFN架构) :



SDN架构 (3)

▶ 根据The McKeown Group的研究，理想的网络转发模型应具备以下条件：

- 清晰的软硬件接口：理想的网络转发模型应与网络协议无关，支持软件编程实现所有协议的功能。
- 简明的硬件结构：硬件架构像通用处理器架构一样支持模块化的可扩展能力。
- 能够灵活高效的实现功能：能够高性能、低成本地实现大多数网络功能以及快速便捷添加新功能。

软件定义网络

- ▶ 简介
- ▶ SDN架构
- ▶ 分布式的SDN一致性更新
- ▶ SDN与NFV

分布式的SDN一致性更新 (1)

- ▶ 当使用SDN在分布式网络架构下进行应用更新时，更新的中间状态可能会违反所需的网络要求，集中控制应保证路由更新的一致性，其中网络一致性不仅在更新前后保持不变，而且在更新过程中也应该保持不变。
- ▶ 为了更好地实现分布式的SDN的一致性更新，提出了以下方法：制定多播且无重复的网络更新的正确属性。

分布式的SDN一致性更新（2）

▶ 针对在一致性更新过程中规则重复的问题，CURE的一致性更新方法用于减少更新期间冗余重复，它能够根据对交换机进行优先级排序，并根据区域优先级安排更新时间，以此减少更新期间的TCAM使用率。在CURE中，内置部分算法简介如下：

- 交换机更新算法：用于实现不同优先级区域的交换机之间的更新。
- 数据包排队算法：以在更新期间保持数据包级别的一致性。
- 排队数据包处理算法。

软件定义网络

- ▶ 简介
- ▶ SDN架构
- ▶ 分布式的SDN一致性更新
- ▶ SDN与NFV

SDN与NFV (1)

▶ SDN与NFV的区别：

- SDN是一种集中控制的网络架构，SDN的数据平面和控制平面分离。
- NFV是一种网络技术，它能够在物理拓扑结构的基础之上创建虚拟的网络。

分类	SDN	NFV
规范组织	Open Networking Forum(ONF)	ETSI NFV Working Group
基本设备	商用服务器和交换机	商用服务器和交换机
协议	OpenFlow等	尚无
初始定位	园区网、数据中心网络	运营商网络
技术特征	控制平面和数据平面分离，集中控制，可编程网络	软硬件分离
主要应用	关注网络组织以及支持云计算与业务编排	路由器、防火墙、网关、CDN等

目录

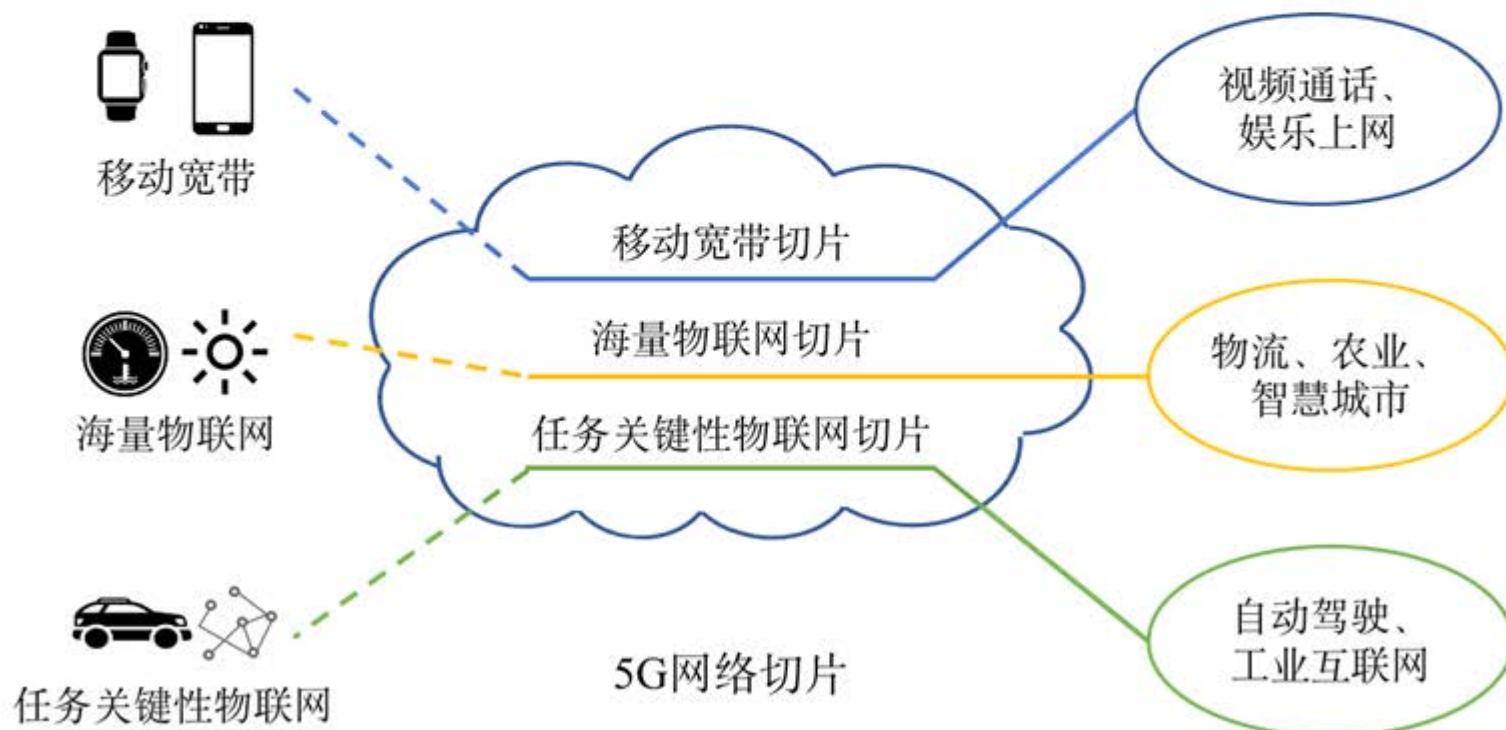
- ▶ 网络功能虚拟化架构NFV
- ▶ 软件定义网络
- ▶ 网络切片管理与编排
- ▶ 数据放置、检索与存储
- ▶ 开源框架

网络切片管理与编排

- ▶ 网络切片
- ▶ 切片管理
- ▶ 切片与NFV服务链
- ▶ 网络切片研究项目

网络切片 (1)

网络切片，就是将原本一个物理网络整体分割成多个虚拟的端到端网络，各个虚拟之间逻辑独立。一般网络切片划分的示意：



网络切片 (2)

▶ 网络切片特点：

- 安全性：通过进行网络切片可以使各切片之间的资源安全隔离。
- 动态性：网络切片可以完成动态资源分配。
- 弹性：当环境发生变更时，网络切片可根据变化进行自适应的融合或重构。
- 最优化：最优化的特点也根据网络切片的动态性而产生。

网络切片管理与编排

- ▶ 网络切片
- ▶ 切片管理
- ▶ 切片与NFV服务链
- ▶ 网络切片研究项目

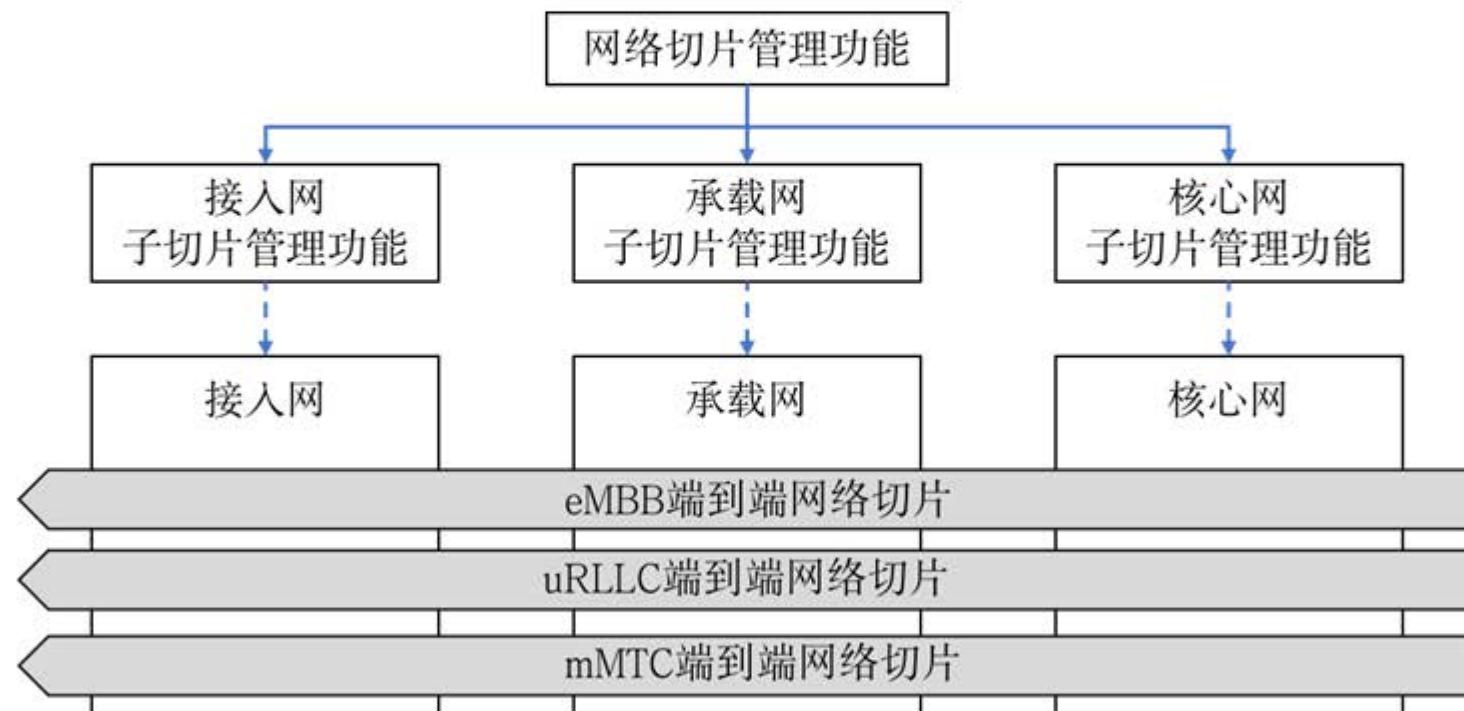
切片管理 (1)

▶ 网络切片管理功能主要由三部分内容构成：

- 通信业务管理 (CSMF)：可搭建业务需求到网络需求的映射
- 网络切片管理 (NSMF)：可编排切片，将整片网络切片的服务水平协议 SLA (Service-Level Agreement) 分解为不同的切片子网络的SLA，下发给NSSMF。
- 网络切片子网管理 (NSSMF)：可以满足将SLA映射为网络服务实例以及配置的基本需求，并为MANO传递指令。

切片管理 (2)

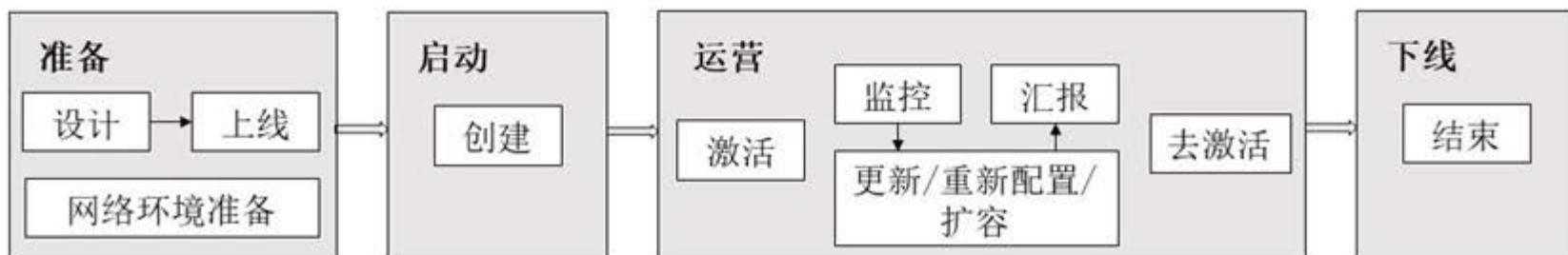
▶ 网络切片管理功能结构：



切片管理 (3)

▶ 网络切片的完整生命周期包括四个阶段，分别为设计、上线、运营、下线：

- 设计阶段生成切片模板
- 上线过程是设计切片模板的一个实例化过程
- 运营阶段中在切片上完成自己制定的切片运营策略等工作
- 下线运营方因为某些原因不再运营切片



切片管理（4）

▶ 网络切片的垂直行业应用：

- 自动驾驶行业：车辆通信依赖于移动通信网络，因此移动运营商在自动驾驶行业的生态发展中担任了极为重要的角色，为了解决自动驾驶的性能需求，垂直行业客户必须与运营商实现资源和服务的整合。
- 制造工业：商家通常同时担任不同商业角色，一方面他们可能是外部客户的供应商，提供技术方案；另一方面他们也是其他解决方案的使用者，对于工业机器控制等应用，工业园区内的通信通常十分受限，制造工业商可能使用私有网络和云资源。

切片管理 (5)

- ▶ 在与之类似的垂直行业中，通常面临着网络性能需求、功能性需求和运营性需求，网络切片则使运营商以灵活高效的方式满足垂直行业用户的以上需求。
- ▶ 网络性能需求可分为延迟需求、数据速率需求、适应性需求、可靠性需求以及覆盖需求。
 - ▶ 延迟需求：不同网络切片可采用不同的网络功能和应用分布模型，从而优化网络拓扑来满足客户的需求。
 - ▶ 数据速率需求：网络切片能够根据需求分配容量，对于有较大速率需求的应用，可以通过网络切片的方式为其分配较宽的用户面通道。

切片管理 (6)

- ▶ 网络性能需求可分为延迟需求、数据速率需求、适应性需求、可靠性需求以及覆盖需求。
 - 适应性需求：不同切片可以有不同等级或类型的可用性和适应性，实现针对不同应用需求的网络资源定制化和优化，而单一结构的网络中，所有服务必须以相同的方式使用网络。
 - 可靠性需求：网络切片根据其特性，能够使网络功能和资源实现较高程度的隔离。
 - 覆盖需求：网络切片能够为资源调度和使用带来更高的灵活性，在一定程度上提高覆盖的质量。

切片管理 (7)

- ▶ 满足功能需求：由于网络切片之间的隔离是一个相对的概念，所以网络切片的隔离程度是可以根据需求定制的。
- ▶ 满足运营性需求：用户可以很容易地实现对资源和策略的管理，既有安全保障，又不会对其他用户产生影响。进一步，网络切片的功能可以高度定制化，使得一个切片内可以具备不同形式的服务保障能力，从而以一种简易的方式满足应用专属的需求。

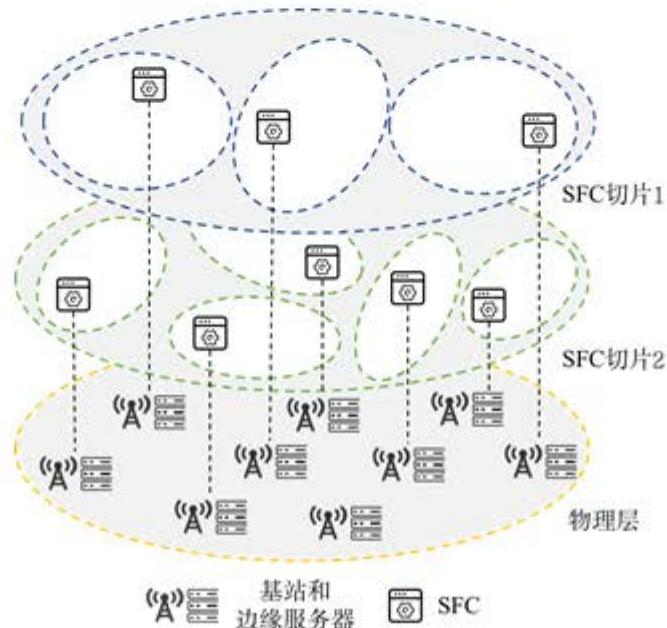
网络切片管理与编排

- ▶ 网络切片
- ▶ 切片管理
- ▶ 切片与NFV服务链
- ▶ 网络切片研究项目

- ▶ **服务功能链是定义和实例化一组有序的网络服务功能，以及随后通过这些功能进行的流量控制。**
- ▶ **三种SFC封装：**
 - 网络服务头 (NSH) :IETF的SFC工作组已将NSH定义为SFC的独立于层的封装。
 - NSH的MPLS逻辑表示:是一种广泛部署的转发技术，使用数据包中的标签来标识转发操作。
 - 分段路由 (SR) :在IETF的SPRING工作组的照顾下，数据包转发的一种旧模式-源路由-正在以段路由 (SR) 的形式出现。

移动场景中的切片NFV服务链（2）

- ▶ 在支持不同服务的情况下，网络切片可能是有用的资源管理工具。
 - 利用它来构建一个虚拟网络
 - 网络运营商可以使用网络切片来保留资源
- ▶ 将服务链切片用于MEC边缘计算场景



网络切片管理与编排

- ▶ 网络切片
- ▶ 切片管理
- ▶ 切片与NFV服务链
- ▶ 网络切片研究项目

- ▶ 5GEx全称5G Exchange，是一个通过开发基于SDN / NFV的多域、多服务编排平台来提供多运营商协作的方法。
- ▶ MATILDA设计和构建了一个完整的5G E2E服务运营框架，该框架可解决基于切片可编程基础架构的5G就绪应用和服务的编排。
- ▶ SliceNet项目旨在最大化支持SDN / NFV的5G网络中跨多个运营商域共享基础架构的潜力。
- ▶ 5GTANGO解决了与5G网络复杂服务的开发和部署相关的重大挑战。5GTANGO的核心目标是开发扩展的DevOps模型。
- ▶ 5GNORMA基于网络切片的概念提出了一种多服务和多租户的5G系统架构。

目录

- ▶ 网络功能虚拟化架构NFV
- ▶ 软件定义网络
- ▶ 网络切片管理与编排
- ▶ 数据放置、检索与存储
- ▶ 开源框架

数据放置、检索与存储

- ▶ 数据放置、检索与存储定义
- ▶ 针对不同场景的数据放置与检索服务架构
- ▶ 移动性预测检索(MPR)
- ▶ 数据定位服务
- ▶ 数据存储

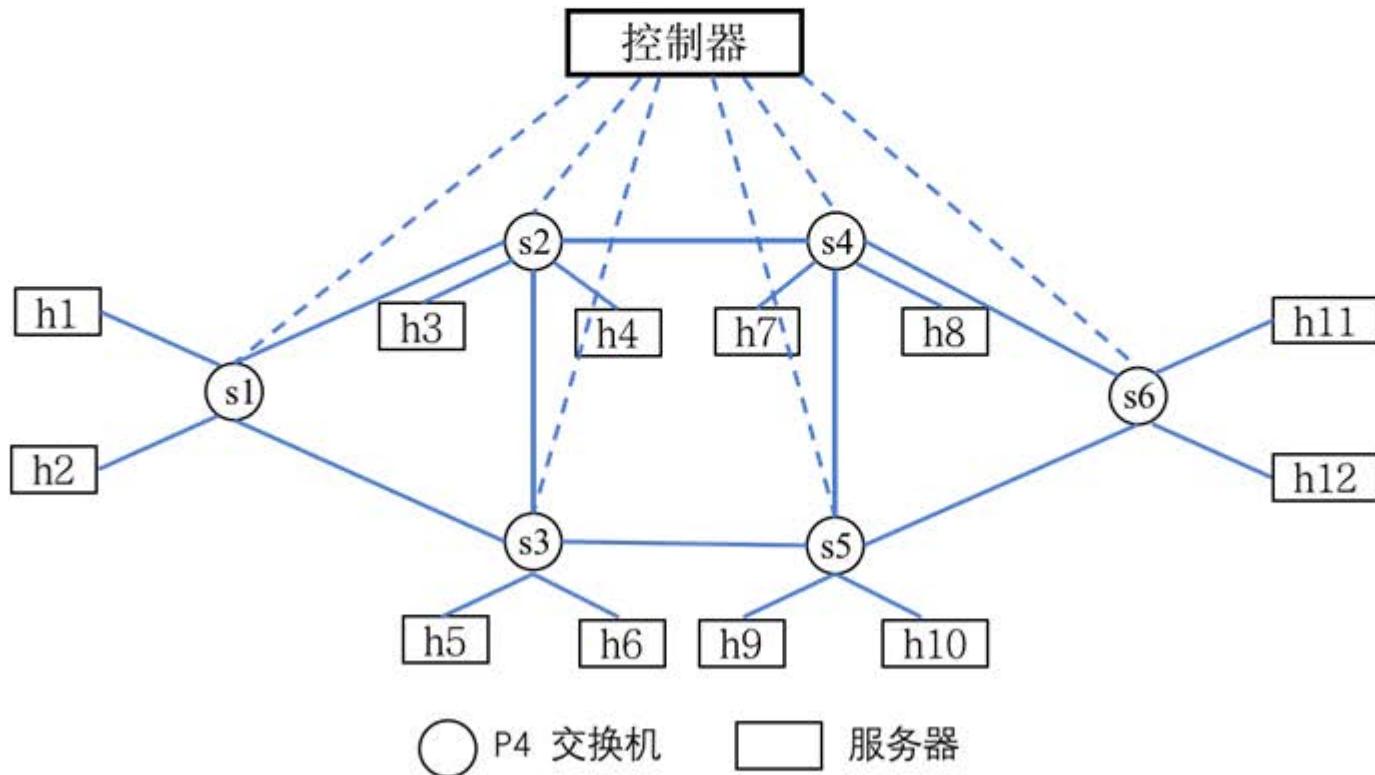
- ▶ 边缘计算的核心操作是在多个边缘节点一起工作时支持有效的数据放置、检索与存储。
- ▶ 数据放置是指将给定数据项传递到边缘节点进行存储的过程。
- ▶ 数据检索是指查找给定数据项的存储节点并请求该节点传递数据的过程。
- ▶ 数据存储是将放置到某处的数据项以合适的方式和格式进行存储。

数据放置、检索与存储

- ▶ 数据放置、检索与存储定义
- ▶ 针对不同场景的数据放置与检索服务架构
- ▶ 移动性预测检索(MPR)
- ▶ 数据定位服务
- ▶ 数据存储

针对不同场景的数据放置 服务与检索服务架构 (1)

▶ 通用场景，GRED原型拓扑：



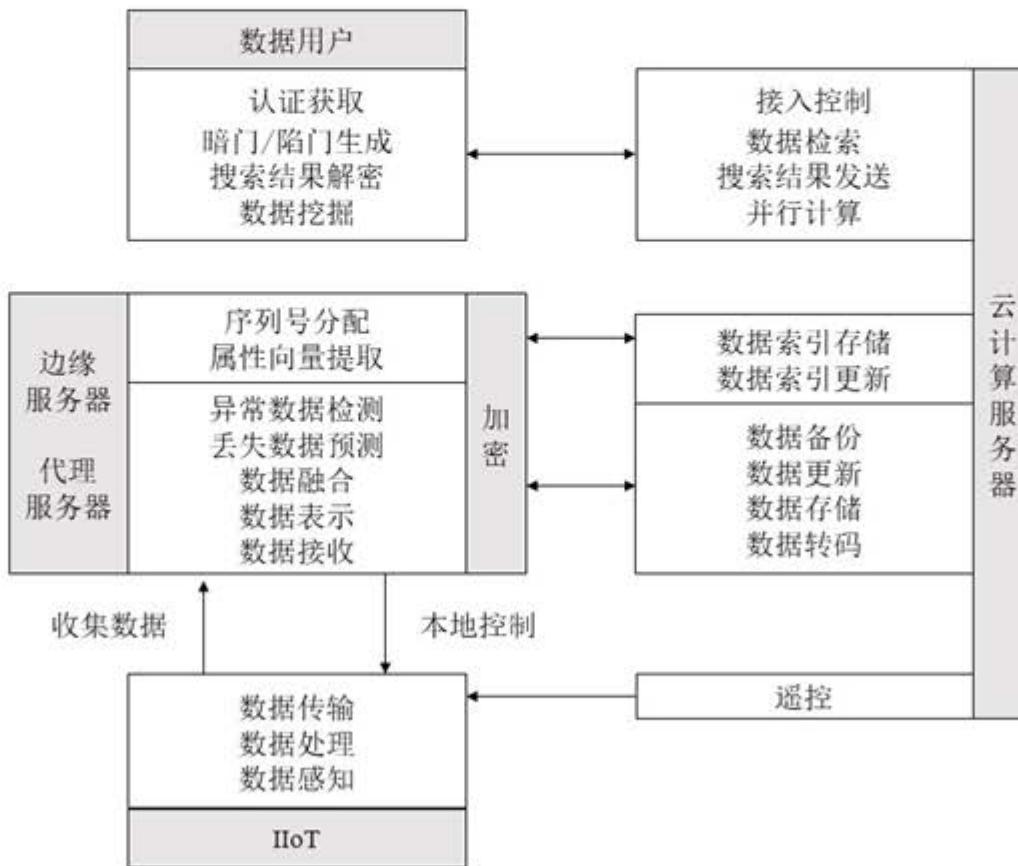
针对不同场景的数据放置 服务与检索服务架构（2）

▶ 工业物联网场景中的数据存储与检索需要满足以下特征：

- 1) 数据的冗余部署：IIoT的终端设备是冗余部署的，它们可能会收集冗余、异构、动态、单边和不准确的数据。
- 2) 高效、准确检索：将数据存储在云中的最终目标是将来重用它们。因此，高效、准确地搜索一组特定的数据是数据用户的基本要求。
- 3) 数据隐私保护：需要在不明显降低可用性的情况下保护数据的机密性。
- 4) 数据与索引结构动态组织更新：数据是动态收集的，将来可能会产生一些新数据，因此云中的数据需要动态组织，同时索引结构也需要支持动态更新。

针对不同场景的数据放置 服务与检索服务架构（3）

- ▶ 根据以上场景需求，可构造相应的具有一般性的IIoT数据处理流程：



数据放置、检索与存储

- ▶ 数据放置、检索与存储定义
- ▶ 针对不同场景的数据放置与检索服务架构
- ▶ 移动性预测检索(MPR)
- ▶ 数据定位服务
- ▶ 数据存储

移动性预测检索(MPR) (1)

- ▶ 对于车辆边缘计算VEC (Vehicular Edge Computing) 场景，需制定相应的MPR数据检索协议，该协议可使用网络基础设施和用户的地理位置信息进行数据检索，从而允许VEC通过使用车辆和路边单元作为通信节点来有效地获取已卸载应用程序的输出结果。
- ▶ 根据已知信息的不同，MPR协议可以分为两类：基于拓扑的MPR协议和基于地理位置信息的MPR协议。

移动性预测检索(MPR) (2)

▶ 基于拓扑的MPR协议：

- 首先，它将定期发送信标消息，以通知附近的节点其存在。
- 对于每个发送的信标，RSU希望接收到该信标的附近车辆将使用当前位置、时间、速度和资源可用性参数进行回复。
- 因此，RSU从接收到的信标更新其地址表，并在其中保存每个已知节点的状态信息。
- 因此，每当RSU队列Q中有待卸载的任务时，它将检查具有可用资源的已知车辆，并在其上卸载要处理的任务。
- RSU接收到完成任务的结果后，将确定结果是否打算使用RSU，也就是说，是否是RSU卸下了车辆的任务。
- RSU将处理接收到的结果（如果它是目的地），或者在接收到的结果与其卸载任务之一不对应时将其转发到预期的RSU。

移动性预测检索(MPR) (3)

▶ 基于地理位置信息的MPR协议：

- 初始时获得网络拓扑，包括静态节点和一跳移动节点。
- 收到一条消息，包含发送者的位置信息。如果收到的消息包含任务，则将其分配给附近车辆。
- 如果收到的消息包含已处理的计算结果，则将估计请求者的位置。
- 如果估计位置在其通信范围内，则直接将计算结果发送给用户。
- 否则，将消息通过RSU转发给请求用户。

数据放置、检索与存储

- ▶ 数据放置、检索与存储定义
- ▶ 针对不同场景的数据放置与检索服务架构
- ▶ 移动性预测检索(MPR)
- ▶ 数据定位服务
- ▶ 数据存储

数据定位服务（1）

- ▶ 在边缘计算中，为了实现有效的数据共享，数据定位服务是关键功能，并进一步为许多应用程序提供数据支持。
- ▶ HDS (Hybrid Data Sharing) 是一种混合数据共享框架，可实现低延迟和可扩展的定位服务。
 - 首先在本地边缘服务器中处理数据请求。
 - 如果无法检索数据，则将该数据请求转发到相应的区域DC，该区域将进行区域内数据查找。
 - 如果数据尚未在该区域中缓存，则区域间数据定位服务将进一步处理该数据请求。

数据定位服务 (2)

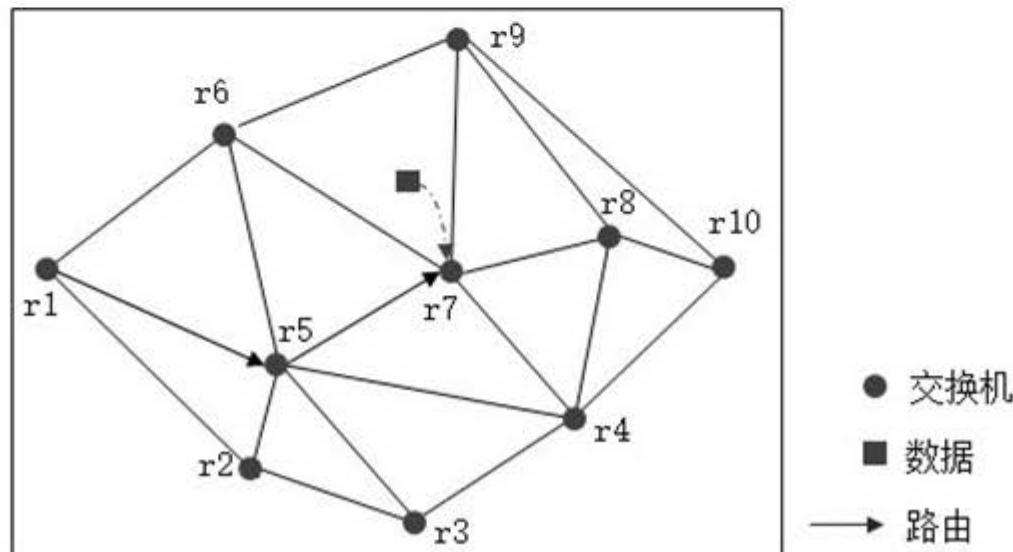
- ▶ 区域内部数据共享的实现根据潜在的局部数据请求模式，位于同一地区的用户在其请求的数据中表现出相似之处。
- ▶ HDS为每个区域构造一个集中的索引方案，并进一步设计一个布谷鸟摘要（Cuckoo summary）区域内数据共享协议。每个边缘服务器将其索引信息发送到相应的区域DC，该区域是一个小DC，比边缘服务器具有更大的容量。
- ▶ 为了快速查找哪个边缘服务器缓存了请求的数据，HDS将集合ID与缓存的数据项的指纹（fingerprint）连接在一起。

数据定位服务 (3)

- ▶ 边缘服务器缓存数据项时，它将数据插入信息发送到相应的区域节点。
 - 区域节点首先通过对其标识符进行哈希操作来获取该项目的指纹。
 - 然后，通过将指纹与其设置的ID连接起来的方式构建一个条目，该ID指示哪个边缘服务器缓存数据。
- ▶ 考虑到边缘服务器的容量有限。当相关区域中的边缘服务器删除缓存的数据项时，区域DC需要从布谷鸟哈希表中删除相应的条目。

数据定位服务 (4)

- ▶ 发布数据索引时，首先将数据索引转发到虚拟空间中最接近数据索引的交换机。然后，交换机将数据索引转发到其直接连接的区域DC。此后，区域DC存储数据索引并响应所有数据请求，查找过程类似于数据索引的发布。下图展示了内部区域中基于MDT (Multihop Delaunay Triangulation) 的贪心路由

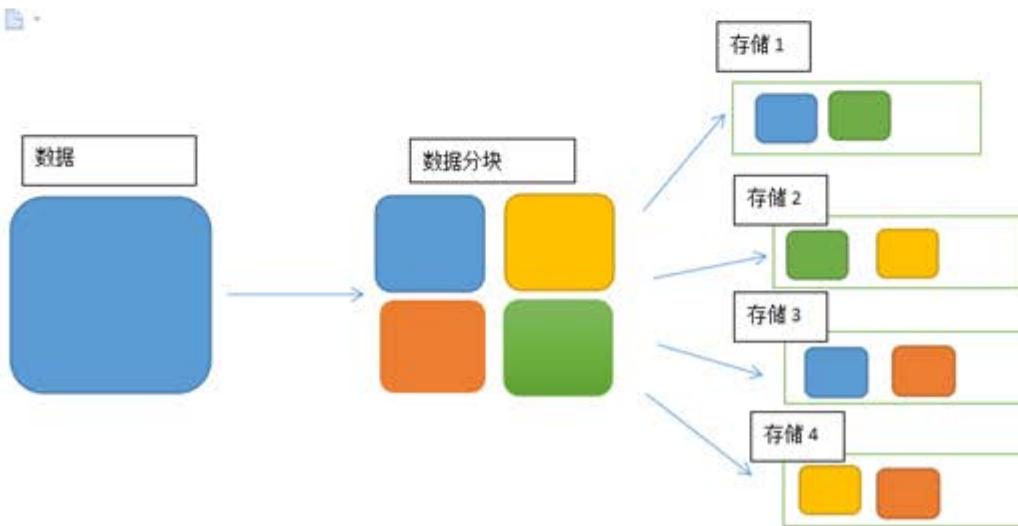


数据放置、检索与存储

- ▶ 数据放置、检索与存储定义
- ▶ 针对不同场景的数据放置与检索服务架构
- ▶ 移动性预测检索(MPR)
- ▶ 数据定位服务
- ▶ 数据存储

数据存储 (1)

- ▶ 在边缘场景中，边缘数据需要进行分流处理，即以一定的规则进行数据分发，布置到各个边缘服务器。在IoT生成的海量数据中，有些数据需要实时计算，有些数据需要分时计算，有些数据需要经常性被重新计算分析，还有些数据需要长时间留存。此时，便需要借助分布式存储来完成边缘场景中的数据存储。



数据存储 (2)

- ▶ Hadoop是一个由Apache基金会所开发的分布式系统基础架构。
- ▶ 在hadoop中，分布式存储系统称为HDFS。
- ▶ Hadoop在数据存储过程中的相关操作分为写入，备份，删除等。
- ▶ 在分布式存储协议中，需将存储服务的加入，退出，确权，存储，分发，检索，支付等抽象接口转成为标准协议，这些标准不基于特定的语言，算法和网络协议来组织业务。

目录

- ▶ 网络功能虚拟化架构NFV
- ▶ 软件定义网络
- ▶ 网络切片管理与编排
- ▶ 数据放置、检索与存储
- ▶ 开源框架

开源框架 (1)

▶ VirPhy简介

- ▶ VirtPhy是一种用于边缘数据中心NFV编排的完全可编程的体系结构。
- ▶ 其编排机制可以通过以服务器为中心的拓扑中的一系列虚拟化网络功能控制流量，从而有效地提供NFV服务请求。

▶ VirPhy组件：

- ▶ VIM：它通过与虚拟机管理程序直接交互来管理VNF与硬件资源的交互及其虚拟化。
- ▶ NFV协调器（NFVO）：它集中了NFVI资源的协调和网络服务的管理。
- ▶ VNF管理器：它负责VNF实例的生命周期管理。
- ▶ SDN控制器：负责配置服务器节点的软件交换机。

开源框架 (2)

▶ VirtPhy中的NFV编排

- 数据存储库从VIM和VNF管理器接收有关物理服务器和VNF的信息，并从SDN控制器接收有关网络状态和拓扑的信息，此信息可帮助编排器定义处理节点和网络元素的总体容量和可用容量，以及已经存在的VNF实例及其位置。

▶ Nomad用于机器集群管理

- Nomad是一个简单而灵活的工作负载编排器，可以跨内部部署和云大规模部署和管理容器和非容器化应用程序。

开源框架 (3)

▶ Nomad特点：

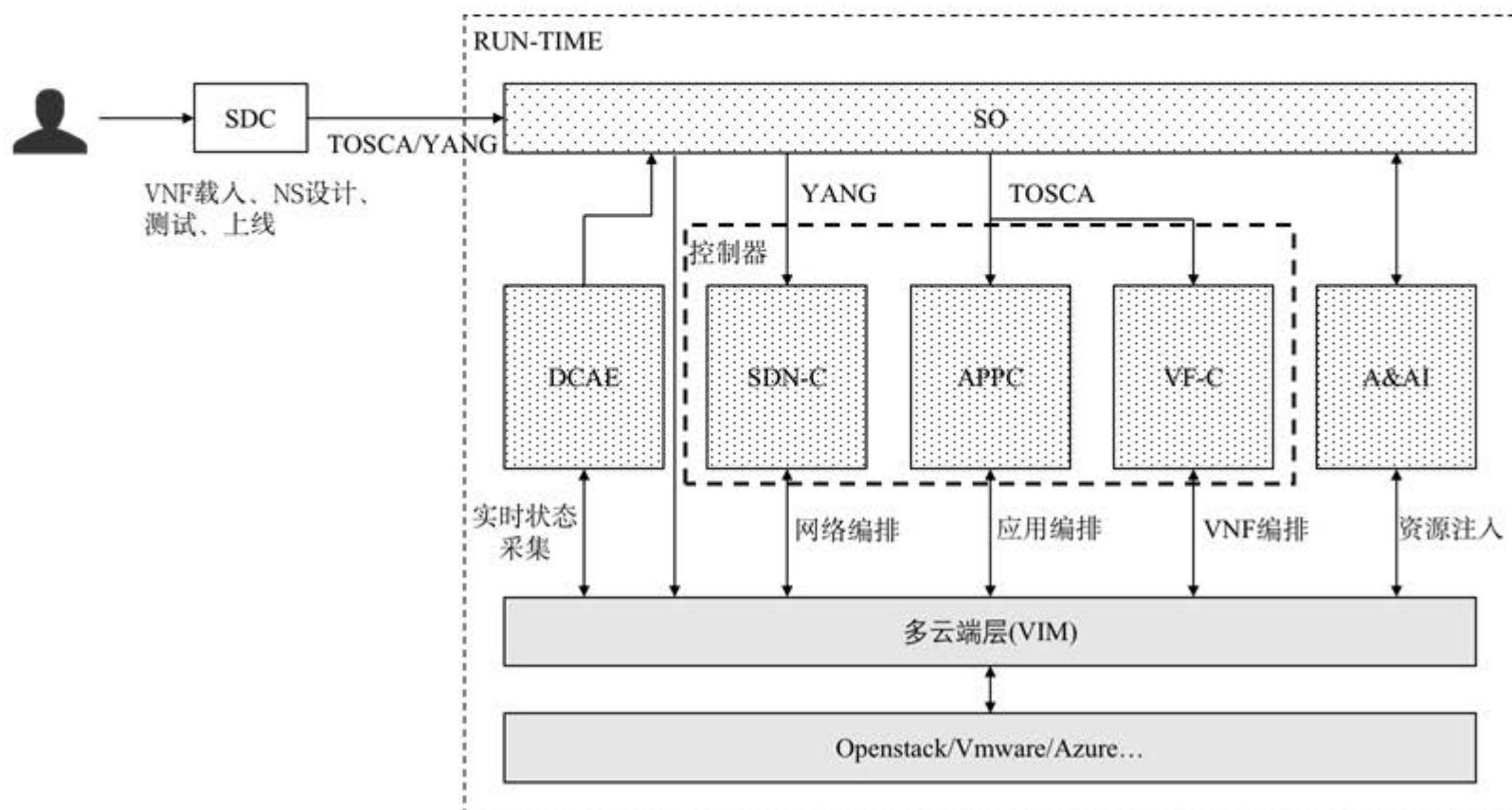
- 简单轻巧
- 灵活的工作负载支持
- 使旧版应用程序现代化，而无需重写
- 大规模轻松联合
- 轻松实现多云
- 与Terraform, Consul和Vault的本机集成

开源框架（4）

- ▶ Nomad功能：任务驱动器、设备插件和遥测（telemetry）。
- ▶ ONAP是为物理和虚拟网络设备提供全局的和大规模（多站点和多VIM）的自动化功能的开源框架。
- ▶ 它支持快速定义资源的TOSCA数据模型，以此来提供一套通用、开放、可互操作的北向REST接口，并且支持YANG和TOSCA数据模型以提高业务敏捷性。

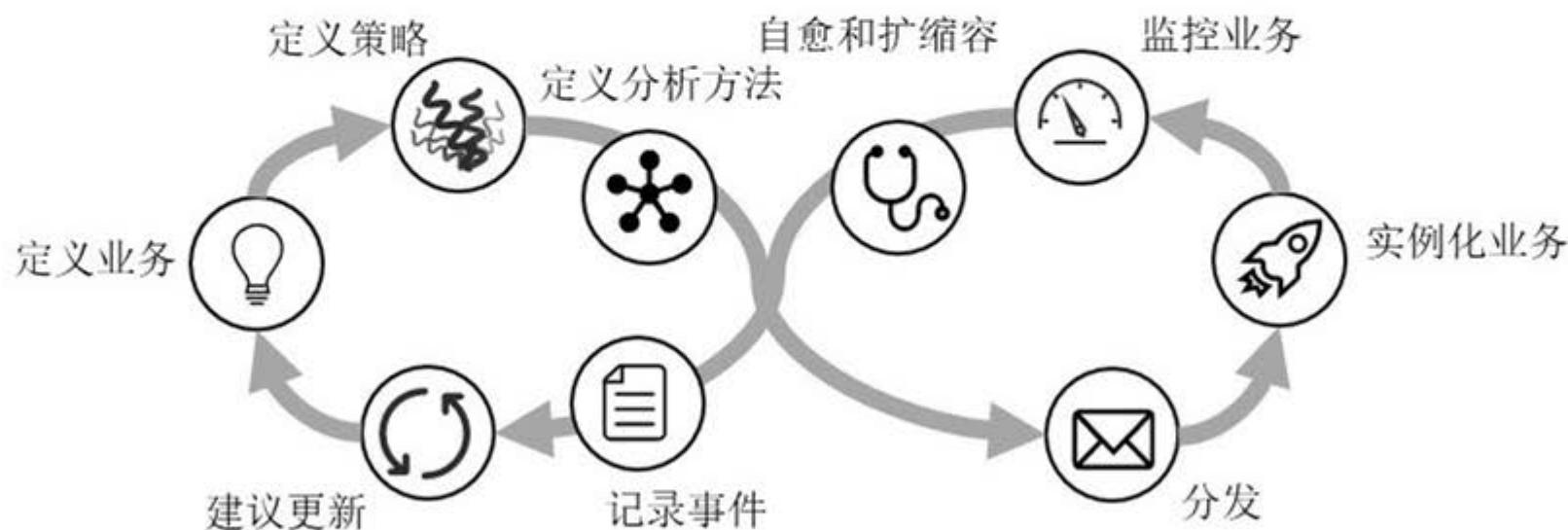
开源框架 (5)

▶ ONAP架构:



开源框架 (6)

▶ ONAP自动闭环化：



开源框架 (7)

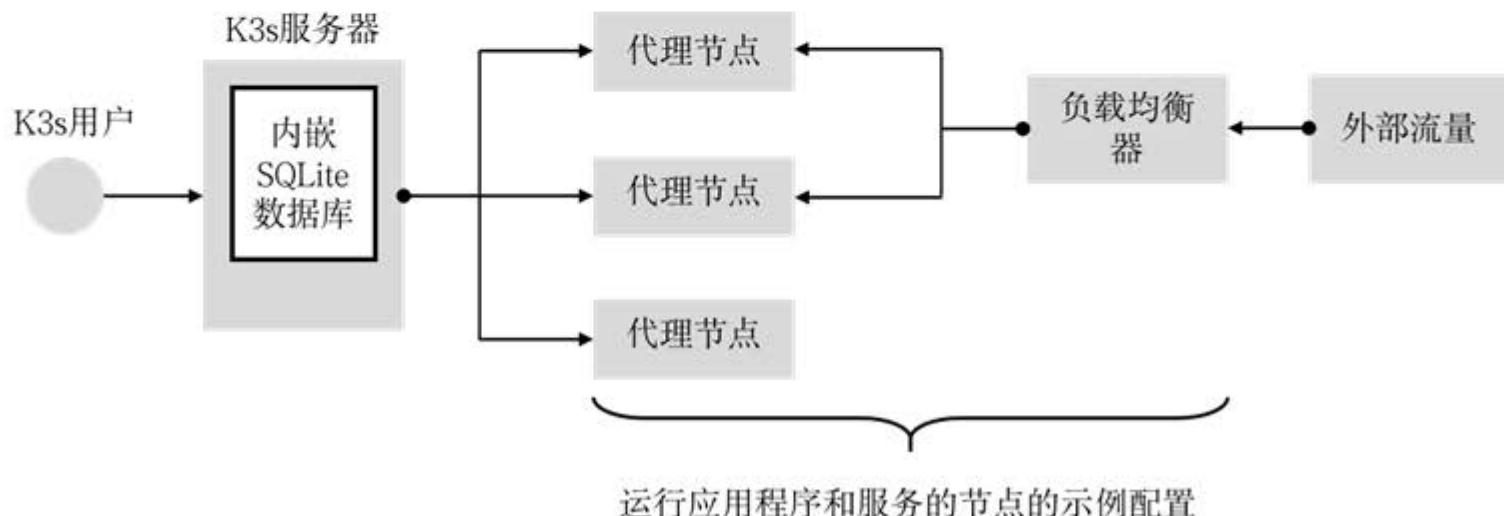
▶ Docker特点：

- 轻量：Docker镜像只包含启动Docker容器必要的文件，最大限度的节省磁盘空间，并且能够更快地上传和下载镜像。不同于虚拟机，一台宿主机上运行的多个Docker容器共享该宿主的操作系统内核，使得它们可以快速部署和启动。
- 标准：Docker容器基于开放式标准，能在所有主流的Linux版本、Windows版本上保持一致性地运行。
- 安全：Docker不仅容器之间的运行相互隔离，还独立于底层的操作系统。单个Docker运行出现问题，既不会影响到系统上运行的其他Docker，也不会危及系统本身。

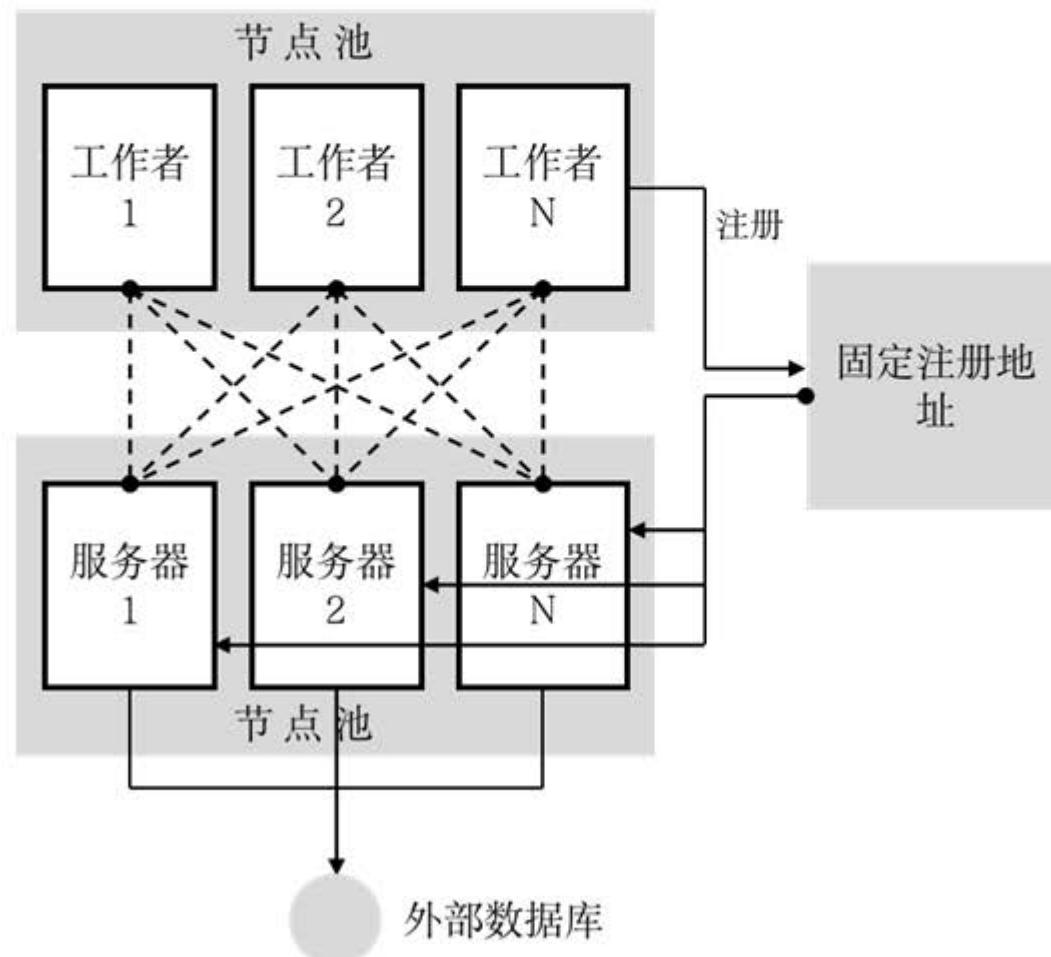
▶ Docker基本组成：

- 镜像 (Image)：Docker镜像封装了容器运行时所需程序、库、资源、配置参数等数据，此外，也会包括程序运行时所需的参数，例如环境变量、用户、匿名卷等。
- 容器 (Container)：Docker容器是Docker镜像的运行实体，其实质是宿主主机的进程。但是和直接在宿主主机执行的进程不同，容器运行的进程拥有自己独立的命名空间。因此容器可以拥有自己的root文件系统、网络配置、进程空间和用户ID空间。
- 仓库 (Repository)：仓库主要用于存储、管理和分发Docker镜像。当一个Docker 镜像被构建完成，可以托管至仓库进行管理，这样当其他服务器需要使用这个镜像时，可以直接从仓库下载该镜像。

- ▶ Kubernetes，通过 Kubernetes 管理 Docker 容器集群，在多个宿主主机或服务器之间进行容器的部署、维护、拓展及调度。
- ▶ K3s：用于无人值守，资源受限的远程位置或IoT设备内部的生产工作负载；架构如下：



▶ K3s节点注册:

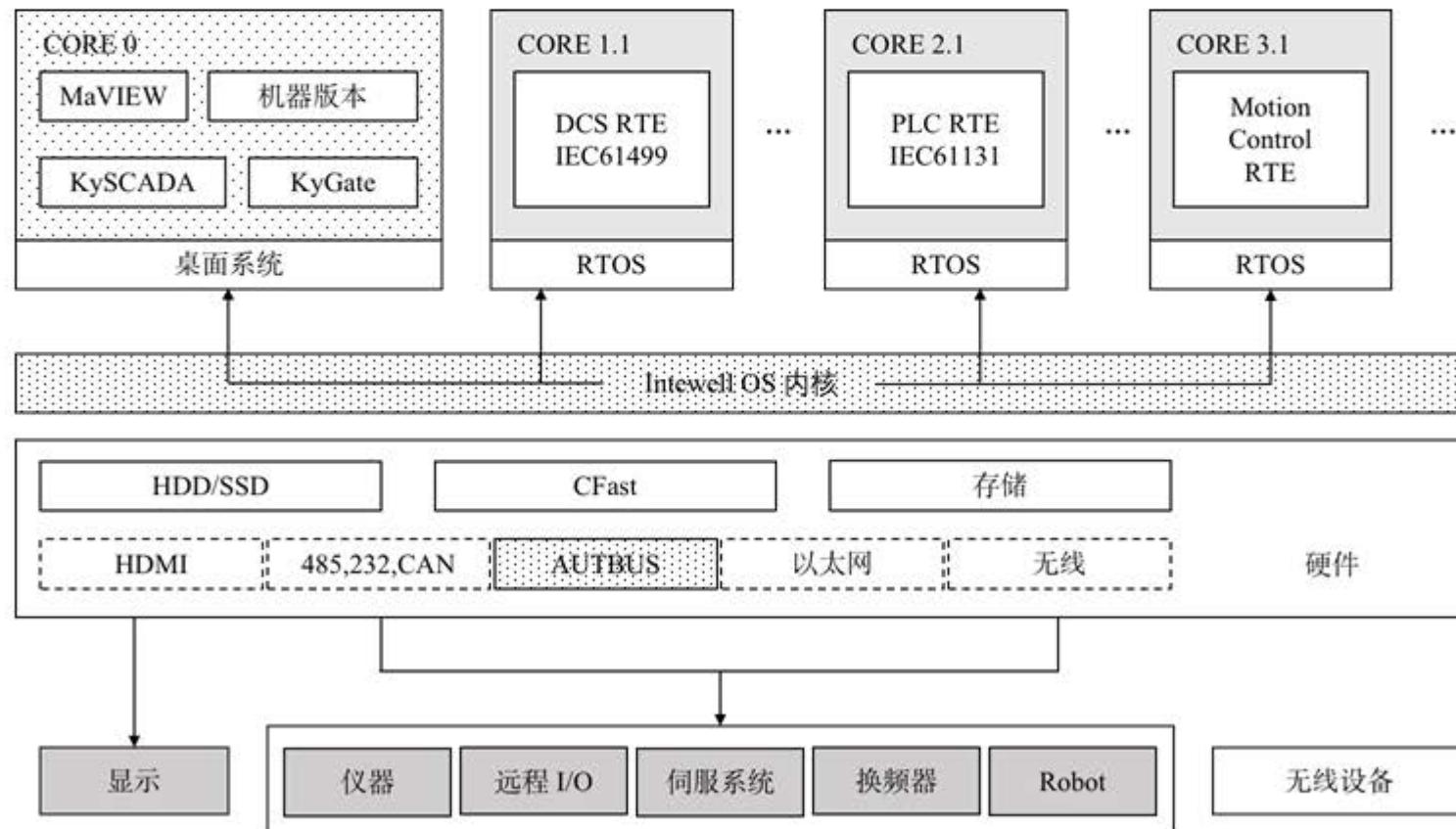


开源框架 (11)

- ▶ OpenEdge: OpenEdge平台提供了一个完整的用于开发、集成、管理的作为服务或本体提供业务的应用程序解决方案。
- ▶ Intewell-H: 利用高实时和虚拟化技术实现对单一物理设备处理能力进行资源池化，从而使单一物理设备的业务能力根据其应用需求而扩展。
- ▶ Intewell-H还具备丰富的生态支持和可靠的安全机制。

开源框架 (12)

▶ Intewell-H架构:



开源框架 (13)

- ▶ HopeEdge通过轻量的容器OS满足边缘计算的需求。
- ▶ HopeEdge具有轻量安全、高效互联、自主可控、快速部署特点。



本章小测

- ▶ 什么是网络功能虚拟化？
- ▶ NFV MANO的三个主要功能块分别是什么？各自负责什么工作？
- ▶ 请列举SDN的“三层两接口”结构？
- ▶ 请描述网络切片的完整生命周期？
- ▶ 举出一个适用SDN的实际应用场景，描述SDN架构在此场景中的应用？