



核心网 NFV 规划建设

沈蕾, 吴丽华

(中国移动通信集团设计院有限公司网络所, 北京 100080)

摘要: 中国移动于 2015 年 9 月启动了核心网 NFV (network function virtualization, 网络功能虚拟化) 现网试点, 并在融合通信项目中采用 NFV 架构建设新通话、新消息平台。NFV 是 IT 与 CT 的融合, 在规划、建设中需要兼顾两者特点, 同时由于技术尚未完全成熟, 在现网规划、建设中又陆续暴露出若干问题。基于中国移动现网多个 NFV 项目经验, 总结并探讨了 NFV 规划、建设过程中的关键问题。

关键词: NFV; NFVI; 融合通信; MANO

中图分类号: TN915.05

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015369

Planning and construction for the NFV of core network

SHEN Lei, WU Lihua

Division of Network, China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: In September 2015, China Mobile launched a pilot project of NFV network, and applied NFV framework for the construction of “the new call”, “the new message” platform in the converged communications project. NFV is the integration of IT and CT, and combined their characteristics during planning and construction; but due to the fact that this technology is not yet mature, there are some problems gradually exposed in the planning and construction of the current NFV network. Based on the experience of several China Mobile’s NFV projects, the key problems in NFV planning and construction were discussed and summarized.

Key words: NFV, NFVI, RCS, MANO

1 引言

随着万物互联时代的逐渐到来, 业务流量指数级增长、视频等大流量类业务需求增多, 通信产业正在进入一个新的高速发展时期。移动通信运营商在快速发展 VoLTE 及 4G 时, 存在网络建设周期长、业务上线时间长、网络建设代价高、业务部署缺乏灵活性等问题。尤其是随着 LTE 的大规模部署, 网络面临大规模更新换代, 而中国移动基础业务收入逐步下降, 低成本高效运营压力大。运营商迫切需要一种成本低/效率高的运营方式、一种能够灵活快速部署业务的网络架构。

NFV (network function virtualization, 网络功能虚拟化) 实现了电信网络功能节点的软件/硬件解耦, 能够提升网络弹性、缩短业务部署时间、促进网络高效低成本运营。引入 NFV, 有利于提升网络部署能力, 降低网络部署成本, 增强运营能力。NFV 是电信级业务云化的核心技术和架构, 是未来网络演进的必然趋势。

2 NFV 基本概念

2.1 NFV 基本架构

NFV 是采用虚拟化技术, 将传统的电信设备与硬件解



耦,可基于通用的计算、存储、网络设备实现电信网络功能,提升管理和维护效率,增强系统灵活性。网络虚拟化系统由“3+1”架构组成,如图1所示,包括硬件资源、虚拟资源和虚拟网元功能三层以及一个核心网云管理(management and orchestration, MANO)系统。

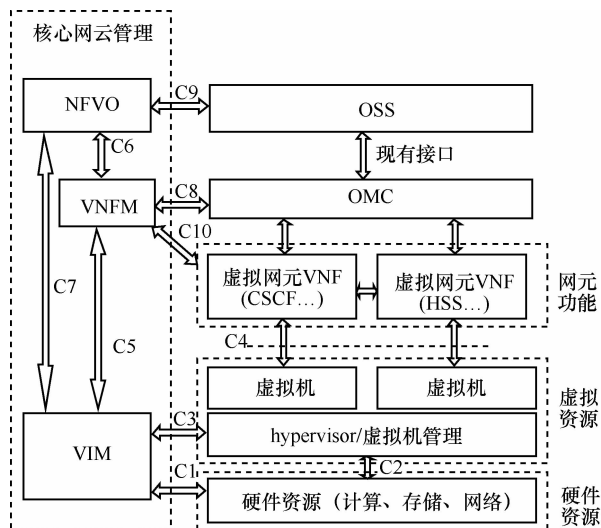


图1 NFV 的系统架构

- 硬件资源:包含计算、存储、网络等一系列硬件基础设施。
- 虚拟资源:VM(virtual machine,虚拟机)将上层操作系统的指令映射为具体对宿主硬件的操作;hypervisor(虚拟机监控器)负责虚拟机的创建、监控、销毁等。
- 虚拟网元功能:VNF(virtualized network function,虚拟网元功能),为CSCF、HSS等网元的虚拟化功能的软件实体。

与传统电信核心网管理相比,MANO增加了对硬件资源、虚拟资源层、虚拟化网元以及完整网络功能的管理和调度。实现核心网云管理的网元功能包括VIM(virtual infrastructure management,虚拟设施管理)、VNFM(virtual network function management,虚拟网元管理)和NFVO

(NFV orchestrator,虚拟业务编排),其主要功能区块如下。

- VIM:虚拟设施管理器,负责虚拟机及硬件的管理调度。
- VNFM:虚拟网元功能管理器,根据OMC的请求,向VIM申请/释放虚拟机资源,并在虚拟机上加载/卸载虚拟网元功能软件。
- NFVO:虚拟资源管理和调度,负责跨VIM的虚拟资源申请、授权、调度,并负责虚拟资源池的状态监控。

2.2 NFV 解耦模式

NFV架构下硬件资源、虚拟资源和虚拟网元功能三层有4种解耦模式,如图2所示。

(1)方案一:单厂商

硬件资源、虚拟资源、虚拟网元功能层均向通信设备厂商“一揽子”采购,其中硬件资源、虚拟化软件可能是通信设备厂商自身设备,也有可能是外购的第三方厂商设备。

(2)方案二:共享资源池

运营商自行采购的硬件资源和虚拟化软件,IT厂商提供硬件资源和硬件资源适配的虚拟化软件,并向通信厂商采购虚拟网元功能软件。运营商采购的硬件资源和虚拟化软件应满足通信厂商虚拟网元功能软件的运行、适配要求。

(3)方案三:硬件独立

硬件资源由运营商自行采购,并向通信厂商采购虚拟网元功能及其适配的虚拟化软件,其中虚拟化软件可能是通信厂商外购的商用软件,也可能是通信厂商在开源软件基础上自行改造。

(4)方案四:三层全解耦

硬件资源和虚拟化软件由运营商自行采购且两层之间无紧耦合关系,并向通信厂商采购虚拟网元功能软件。运营商自行采购的硬件资源和虚拟化软件应满足上层虚拟网元功能软件的运行要求,同时,上层虚拟网元功能可能需要根据虚拟化软件的具体版本做相应适配改造。

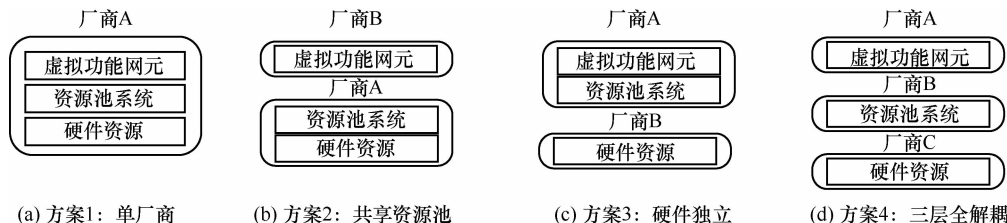


图2 核心网NFV解耦模式

各种方案主要区别见表 1。

3 NFV 规划、建设特点

2014 年中国移动启动融合通信一期项目,并创新性地建设基于 NFV 架构的 VoWi-Fi 和新消息平台。与传统通信工程先试点、成熟后再建设的模式不同,融合通信项目建设之初,NFV 的接口、协议尚未完善,规划建设模式也处在摸索过程中,在这样的背景下,一期采用方案一。

2015 年,中国移动启动融合通信与飞信融合项目,该项目进一步将硬件资源独立,由厂商统一提供软硬件演进为运营商自行采购通用硬件,解耦模式由方案一演进为方案三。

为有效解决核心网尤其是后续 VoLTE 网络大规模部署和扩容的挑战,中国移动在部分省份开展核心网虚拟化的小范围外场“孕育式”试点,为商用积累经验。试点采用方案三。

本文将结合现网项目,探讨核心网 NFV 规划、建设特点。

3.1 融合通信 NFV 规划建设特点

3.1.1 计算资源的规划与建设

虽然各大通信厂商遵循着相同的标准、规范,但在系统架构实现方式上有一定差别,即使在相同的容量需求、业务模型下,对硬件资源的消耗、虚拟机规格均存在一定差别。未来 NFV 正式商用前,应通过测试、评估等手段,明确标准集采模型下各厂商的资源需求。当建设模式采用先硬件、后软件、虚拟网元功能厂商未知的前提下,还应规范、拉通各厂商的统一资源需求。

相比传统物理网元,虚拟网元从部署在物理硬件资源上变为部署到虚拟资源上,网元配置由需要多少物理单板变为多少虚拟机,需要逐个核对每个功能模块的配置原则、容量需求、备份方式、最小虚拟机规格等,最终得出虚拟机规格、数量并折算出相应的物理机规格、数量。

在硬件规格上,目前可适配 NFV 且符合电信业务高可靠性的通用服务器型号较少。主要包括 HP C7000、HW

FusionEngine 等,通用硬件相比传统核心网专用硬件,对环境要求更高,大部分通用服务器可适配数据中心机房,少量通用服务器如 HW FusionEngine 除适配数据中心机房外,还可适配传统核心网机房。

3.1.2 存储资源的规划与建设

相比传统物理网元,虚拟化网元的存储需求除业务本身所需要的业务存储、日志报表等存储需求外,还包括资源池的 glance 镜像、instance 虚拟机实例、虚拟机快照等存储。融合通信存储方案遵循资源池存储与业务平台存储物理上分离的总体原则,以确保资源池和业务互不干扰。

存储配置首先需要根据网元特性和业务特性,明确存储的技术方案,如使用集中块存储或分布式存储;其次需要根据不同业务模块的具体存储需求特性,明确具体的计算、内存、读写、并发、存储空间、扩展存储、备份机制等需求,得出具体的存储配置。

核心网控制面网元,对存储空间、读写无特殊需求,可采用 IP-SAN 块存储方式。对于业务平台,需根据具体的业务特性明确具体存储方案。以融合通信项目为例,由于业务模块较多、业务需求复杂,不同业务模块对存储的需求有一定差异,部分业务需要高 I/O,部分业务需要大量存储,导致存储服务器规格较多。在配置存储设备时,应注意将虚拟功能网元厂商的配置需求与集采规格相匹配,按照集采规格配置存储设备。

3.1.3 网络设备的规划与建设

NFV 资源池内部组网与云计算资源池组网类似,在架构设计上采用层次化、模块化的设计方式,整个网络分成三层。

- 网络出口层:负责与外部网络的互联,保证数据中心内部网络高速访问互联网,并对数据中心内网和外网的路由信息进行转换和维护。
- 核心层:向下负责汇聚网络内的接入层交换设备,保证网络内接入层交换设备之间的高速交换,向上与出口路由设备进行互联。在核心层部署防火墙,用于 NAT 并提供安全防护。

表 1 NFV 解耦方案对比

主要因素	方案 1(单厂商)	方案 2(共享资源池)	方案 3(硬件独立)	方案 4(三层全解耦)
能否发挥云化优势	部分	是	是	是
部署难度	易	难(不同厂商上层功能网元对虚拟层要求不同)	较易	难(原因同方案 2)
运维难度	易	难(性能、可靠性存在问题)	较易	难(原因同方案 2)
厂商支持情况	全支持	诺基亚西门子、阿尔卡特-朗讯支持	全支持	不反对,但不积极



- 业务接入层:包括网络接入设备和终端设备。对于业务网络来说,终端设备为弹性计算设备(包括日志详单类数据存储设备)。对于存储网络来说,终端设备为块存储设备。对于管理网络来说,终端设备包括所有需要管理的网元设备。

NFV 资源池一方面继承了现有核心网元外部接口复杂、网元众多的特点;另一方面继承了云计算资源池内部层次复杂的特点。网络设备配置可参考云计算资源池网络设备配置方法,同时,在出口层建设上,需要考虑核心网/基础通信业务平台多网络连接的特性。传统云计算资源池对外连接以 CMNet 和 IP 专网为主。而 NFV 资源池对外需要连接 IP 专网、CMNet、网络网、计费、BOSS 等多个网络。

融合通信项目除考虑以上组网特点外,还需要考虑通用设备与专用设备组网问题。目前各厂商云化进度不一,在建设阶段需要明确平台内部是否全部云化,是否有部分模块仍需采用专有硬件。以融合通信平台为例,VoWi-Fi 的放音设备 MRFP (multimedia resource function processor)以及 IP-SM-GW 与 HSTP(high signal transfer point)对接的 7 号信令接口模块无法云化。

MRFP 一般采用 DSP(数字信号处理平台)实现音视频协议的编解码功能,能够提供高效的放音能力,而虚拟化平台目前只能支持基于 x86 的处理器计算能力虚拟化。基于传统架构的 MRFP 无法移植到目前的虚拟化平台。

IP-SM-GW 基于传统电信级的 ATCA (advanced telecom computing architecture),利用其硬件可靠性特点,在封装了操作系统和基础通信协议的单板上 IP-SM-GW 的具体业务逻辑。如果向虚拟化平台移植,需要从底层平台开始移植。由于 IP-SM-GW 等信令类产品的未来市场规

模较小,部分厂商缺少向虚拟化平台移植的驱动力。

当通用设备与专用设备混合组网时,需单独配置一对专用硬件业务接入交换机,通过核心交换机与云化网元/模块互通,实现通用硬件与专用硬件混合组网。

3.2 NFV 现网试点规划建设特点

核心网 NFV 现网试点与融合通信 NFV 项目在规划、建设上具有一定的共性,并进一步在设备性能、网管功能等方面进行验证。与融合通信项目相比,现网 NFV 试点具有以下规划、建设特点。

- 每试点省建设 2 个资源池,进一步验证在 NFV 场景下,MANO 的多资源池管理能力。
- 在计算资源选择上,要求每试点省即有刀片式又有机架式,每试点省采用不同厂商的两款服务器,同时设置 2 个资源池,每分别采用一款服务器,进一步验证在 NFV 场景下,刀片式和机架式服务器的性能及 NFV 特性的适配。刀片及机架服务器对比见表 2。

3.3 NFV 规划、建设特点

NFV 技术是 IT(信息技术)、CT(通信技术)的深度融合,兼具云计算资源池和核心网的规划、建设特点。

在硬件基础设施规划、建设上,原有核心网按网元、机框、板卡规划建设,NFV 需要按照计算、存储、网络等基础资源规划建设。

在软件规划建设上,除原有网元功能软件外,需要考虑虚拟化软件、MANO 软件需求。未来假如网元功能软件中的第三方软件、中间件进一步解耦,还需考虑操作系统、数据库等中间件软件需求。

在组网规划建设上,原有核心网主要关注网元对外组网,网元内部机柜、机框、板卡组网由厂商自行负责;

表 2 刀片与机架服务器对比

对比项	刀片服务器	机架服务器	结论
计算密度	一般使用 2P 刀片,4P 的也有,但成本较高	一般使用 2U 高度 2P,1U 高度 2P 的也有,但是成本较高	刀片服务器的计算密度高于机架
存储密度	一般一个 2P 刀片 2 个硬盘	2U 服务器有 8~24 个硬盘	机架服务器的存储密度高于刀片
运行效率	机框内刀片共享风扇、电源、网络等部件	每个服务器有自己的电源、风扇、网络部件	刀片服务器共享了很多部件,运行功耗更低、占地更少
网络能力	机框内有交换板完成网络交换,集中对外出线,刀片间共享框内网络和机框对外接口	每个服务器单独对外出线,需要外部交换机做交换	刀片服务器的网络能力共享,共享度更高,网络能力更强
可靠性	刀片服务器为各厂商高端产品,在可靠性设计、选材方面的要求更高,可靠性试验、认证方面更全面	机架式服务器为各厂商主流产品,厂商多,门槛低,竞争激烈,成本优先	一般认为刀片式服务器的可靠性更高
网络扩展性	在已有系统上增加网络,只需在交换板上新插线缆,软件配置流量分配到新的端口上即可	机架式服务器的网卡数量固定,线缆连接固定,新增网络(独立出线)要求所有服务器增加网卡和网线	刀片服务器新增网络(要求独立出线)时明显占优,只需要每个机框增加线

NFV 后,除继续考虑出口层外部组网外,还需考虑原有网元内部组网演进为资源池内计算、存储组网;兼具云计算资源池的内部组网复杂度和核心网对外多网络连接的特性。

4 结束语

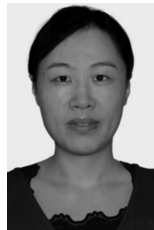
从“吃螃蟹”的融合通信项目,到稳步推进的现网“孕育式”试点工作。中国移动正在 NFV 设备、组网、运维等关键流程上进行持续探索。现阶段,NFV 在规划、建设等方面还存在若干待解决的问题,本文希望基于以上项目经验,在实践中逐步推进规划、建设的关键流程,助力后续 NFV 正式商用。

参考文献:

- [1] 中国移动通信有限公司研究院. 中国移动技术愿景 2020+白皮书[R].[S.l:s.n.],2015.

China Mobile Group Research Institute. The technique vision white paper of China Mobile 2020+[R].[S.l:s.n.], 2015.

[作者简介]



沈蕾(1980-),女,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要从事核心网IMS及互联网领域的方案设计和规划咨询工作。



吴丽华(1982-),女,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要从事IMS、RCS、物联网等方案设计和咨询工作。