



## NFV 基本架构及部署方式

翟振辉, 邱巍, 吴丽华, 吴倩

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080)

**摘要:** 随着 NFV 技术的不断发展, 电信运营商部署 NFV 成为必然趋势。重点阐述了 ETSI 制定的 NFV 标准架构和接口功能要求, 研究和对比了 NFV 部署的 3 种主要方式, 并分析了 NFV 引入后对于接口开放性的要求。最后对于 NFV 部署的后续工作给出了具体的建议和目标。

**关键词:** NFV 基本架构; NFV 部署; 接口功能

**中图分类号:** TN915

**文献标识码:** A

**doi:** 10.11959/j.issn.1000-0801.2017183

## Basic architecture and ways of deployment of NFV

ZHAI Zhenhui, QIU Wei, WU Lihua, WU Qian

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

**Abstract:** With the development of NFV, NFV deployment by telecom operators has become an inevitable trend. The ETSI NFV architecture and the requirements of interface function was analyzed, three ways of the NFV deployment were compared, and the requirements for the opening interface in the NFV were analyzed. At last, some suggestions and goals for the NFV deployment were presented.

**Key words:** basic architecture of NFV, deployment of NFV, interface function

### 1 引言

通信行业要求网络具有高可靠性和高性能, 因此传统通信网络通常采用软硬件一体化的专用硬件和封闭系统。但是随着移动宽带的发展, 传统语音业务收入逐步降低, 而流量却呈指数级增长。传统通信网络采用专用硬件和专用软件的建设方式, 升级改造复杂度高, 业务创新周期长, 难以满足新业务快速部署和网络灵活调整的要求。而在互联网领域, 虚拟化和云计算技术的应用实现了设备的通用化、业务快速部署、资源的

共享和灵活管理。于是, 全球顶级电信运营商共同提出了网络功能虚拟化 (network function virtualization, NFV) 的概念。

NFV 的主要设计理念是硬件采用统一的工业化标准服务器, 通过在服务器上部署虚拟资源层实现对于底层硬件资源的调用, 而各种网元软件功能则运行在标准的服务器虚拟化软件上, 从而达到对资源的灵活共享和调配, 提高资源利用率。

### 2 标准化进展

目前, 欧洲电信标准化协会 (European



Telecommunications Standards Institute, ETSI)、第三代合作伙伴计划(3rd Generation Partnership Project, 3GPP)等多个标准组织正在开展 NFV 相关标准的研究和制定工作。此外,还有一些开源组织致力于研究和提供 NFV 开放平台的开源实现,如 OPNFV 和 OpenStack 等。截止到 2014 年底,ETSI 已经完成了第一阶段的工作,定义了 NFV/MANO(NFV management and orchestration, NFV 管理和编排)框架,大幅度提升了产业参与度。目前正在开展第二阶段的工作,主要的工作内容包括:MANO 接口规范、加速技术、NSD 及虚拟网络功能包定义、虚拟资源管理域需求。ETSI 将在 2017 年展开第三阶段的工作。3GPP 于 2016 年底完成第二阶段关于网管架构、需求和相关网管接口要求的制定工作。国内各运营商也在积极参与到 NFV 相关技术研究和标准制定的工作中。

### 3 NFV 体系架构概述

#### 3.1 NFV 体系架构

ETSI 标准组织提出的 NFV 架构,如图 1 所示。NFV 体系架构主要包括:NFV 基础设施(NFV

infrastructure, NFVI)、虚拟网络功能(virtualized network function, VNF)、NFV 管理和编排(NFV management and orchestration, MANO)3 个主要核心工作域,各主要功能模块的具体说明如下。

##### (1) NFVI

NFVI 的主要功能是为 VNF 的部署、管理和执行提供资源池,NFVI 需要将物理计算、存储、交换资源虚拟化成虚拟的计算、存储、交换资源池。NFVI 可以跨地域部署。

##### (2) VNF 和 EM

VNF 实现传统非云化电信网元的功能。VNF 所需资源需要分解为虚拟的计算/存储/交换资源,由 NFVI 来承载。一个 VNF 可以部署在一个或多个虚拟机(virtual machine, VM)上。

EM(element management, 网元管理):同传统网元管理功能,实现 VNF 的管理,如配置、告警、性能分析等功能。

##### (3) NFV 管理和编排系统

NFV 管理和编排系统,主要包括 NFV 编排器(NFV orchestrator, NFVO)、VNF 管理器(VNF manager, VNFM)和虚拟设施管理器(virtualised infrastructure manager, VIM)3 部分。

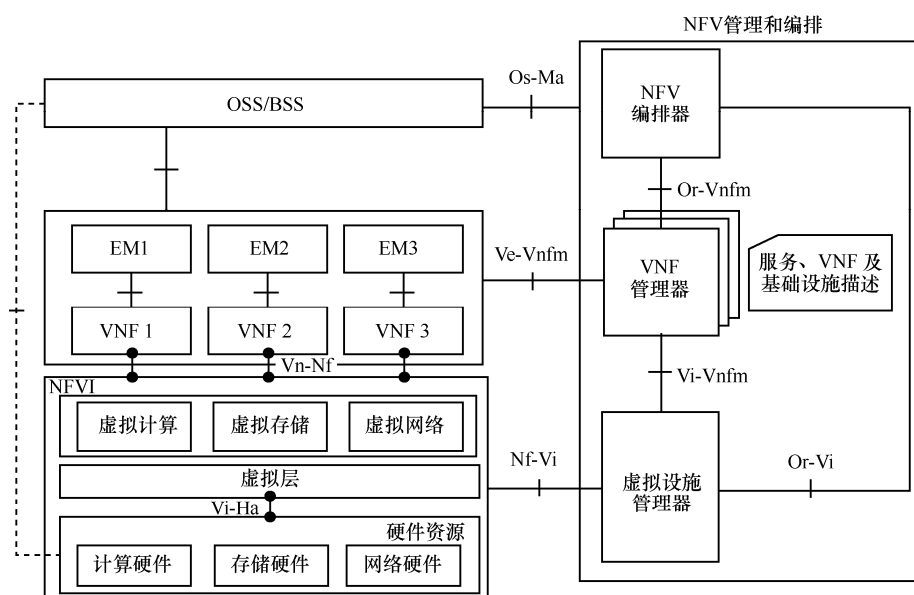


图 1 NFV 参考架构 (ETSI GS NFV 002 V1.2.1)

NFVO, 负责全网的网络服务、物理/虚拟资源和策略的编排和维护以及其他虚拟化系统相关维护管理功能。实现网络服务生命周期的管理, 与 VNFM 配合实现 VNF 的生命周期管理和资源的全局视图功能。

VNFM, 实现虚拟化网元 VNF 的生命周期管理, 包括 VNFD 的管理及处理、VNF 实例的初始化、VNF 的扩容/缩容、VNF 实例的终止。支持接收 NFVO 下发的弹性伸缩策略, 实现 VNF 的弹性伸缩。

VIM, 主要负责基础设施层硬件资源、虚拟化资源的管理, 监控和故障上报, 面向上层 VNFM 和 NFVO 提供虚拟化资源池。

此外, OSS/BSS (operations support systems and business support system) 为运营商运营支撑系统, OSS 为传统的网络管理系统; BSS 为传统的业务支撑系统, 包括计费、结算、账务、客服、营业等功能。

### 3.2 接口要求

在 NFV 基本架构的基础上, ETSI 对于管理

和编排域 (NFV management and orchestration, NFV-MANO) 的架构和接口提供了更细化的要求, 具体如图 2 所示。

根据 ETSI 相关标准中的 NFV 主要接口定义, 各个接口的主要功能要求见表 1。

## 4 NFV 部署方式分析及接口开放性要求

### 4.1 NFV 部署方式分析

根据 NFV 系统架构和功能划分来看, NFVO 更多定位于全网的生命周期管理, 网络资源的编排、管理和维护等。从目前国内运营商运营维护支撑系统的设置要求以及未来全网 NFV 的演进趋势看, 本文认为 NFVO 应是独立于虚拟网元和硬件资源厂商之外的独立逻辑功能实体, 其具体设置和功能要求应与运营商 NFV 的总体演进需求和管理运营要求相匹配, 能够根据运营商的管理要求实现多 NFV 业务系统资源的统一管理和编排, 因此建议该模块采用独立设置的方式。

对于硬件基础设施层、虚拟资源层 (主要包括虚拟化层和 VIM 等) 和网络功能层 (主要包括

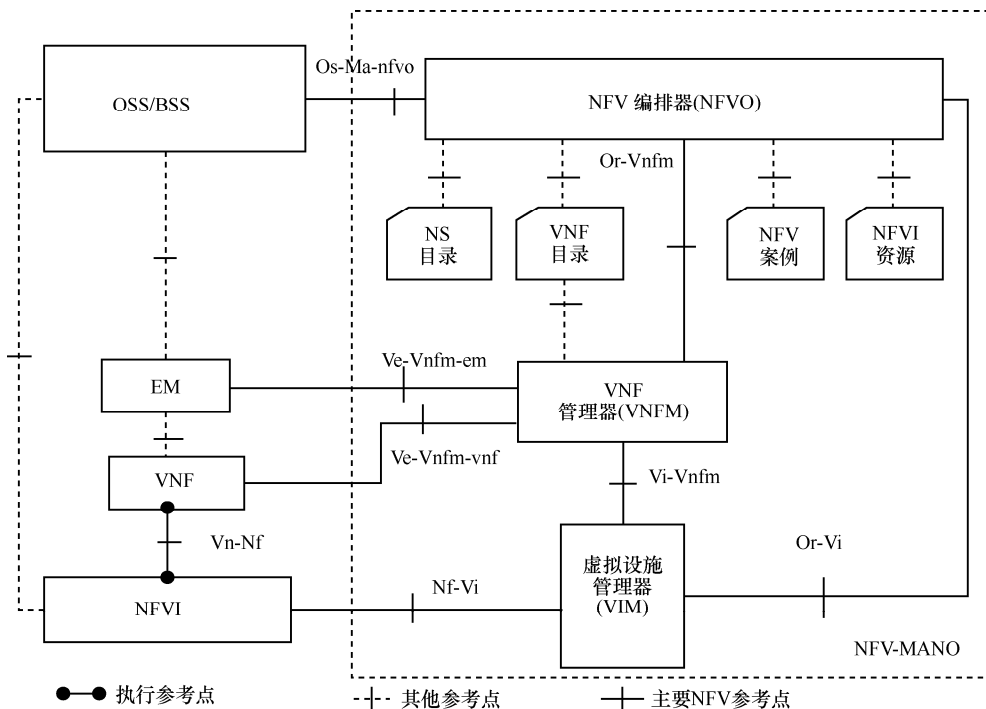


图2 NFV-MANO 结构 (ETSI GS NFV-MAN 001 V1.1.1)



表 1 NFV 架构各个接口主要功能要求

接口实体	ETSI 接口名称	接口描述
VIM-NFVI	Nf-Vi	VIM 通过此接口与硬件资源交互，对云化系统所使用的硬件资源进行配置，并对相关硬件状态进行管理和监控
虚拟化层—硬件资源	Vi-Ha	Hypervisor 与硬件资源间的接口，为 VNF 创建执行环境，并收集相关硬件资源状态信息
VIM-NFVI	Nf-Vi	VIM 通过此接口与虚拟化层（Hypervisor）交互，完成组成 VNF 的虚拟机配置，进行虚拟机的管理，包括创建、删除以及监控
VNF-NFVI	Vn-Nf	NFVI 与 VNF 的接口，NFVI 为 VNF 提供执行环境，无专用控制协议
VIM-VNFM	Vi-Vnfm	VNFM 通过此接口与 VIM 交互，进行 VNF 相关计算、存储和网络虚拟化资源的分配和释放，虚拟化资源故障信息的上报，虚拟化资源性能信息的收集
NFVO-VNFM	Or-Vnfm	NFVO 通过此接口与 VNFM 交互，实现对 VNFM 资源相关请求的认证授权，发送配置信息给 VNFM，以实现 VNF 的正确构建，收集生命周期管理必不可少的 VNF 状态信息
NFVO-VIM	Or-Vi	NFVO 通过此接口与 VIM 交互，包括 NFVO 发起的资源预留和/或分配请求，虚拟硬件资源的分配及管理、性能采集、状态监控、资源变化上报以及故障上报
EM-VNFM	Ve-Vnfm-em	VNFM 通过此接口与 EM（OMC）交互，创建网元实例时通知 EM，支持 EM 对 VNF 实例进行应用层参数配置；并通过 C8 接口将与 VNF 实例关联的虚拟层告警、性能数据发送给 EM
OSS/BSS-NFV 管理和编排系统	Os-Ma-nfvo	NFV 管理和编排系统通过此接口与 OSS/BSS 交互，实现 NS 生命周期管理、VNF 生命周期管理、告警和统计数据交互、NFVI 容量和使用信息交互等
VNF-VNFM	Ve-Vnfm-vnf	VNFM 通过此接口与 VNF 交互：VNFM 到 VNF 完成部署相关（非 VNF 应用层）的配置管理以及 VNF 的自愈合等； VNF 到 VNFM 传送 VNF 加载完成信息，告知 VNFM 所创建的虚拟机上的业务可以提供服务以及 VNF 的性能信息

VNF 和 VNFM 等），NFV 部署方式主要有：单厂商、软硬件解耦和三层解耦 3 种方式，如图 3 所示。

3 种方式的具体分析说明如下。

(1) 单厂商方式

即硬件基础设施层、虚拟资源层和网络功能

层均由单一厂商提供，NFVO 既可以选择独立部署也可以选择由同一厂商提供。选择同一厂商提供 NFVO 的主要优势是便于实现 NFV 的快速部署，但对于未来网络内有多业务系统、多厂商 NFV 演进需求的场景，建议 NFVO 后续仍采用独立设置的方式建设。本方式对于接口的开放性要求不

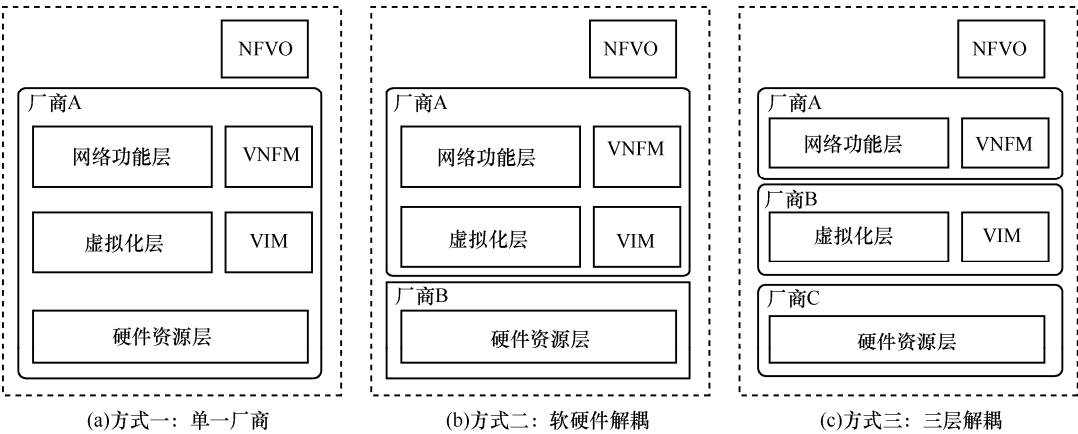


图 3 NFV 3 种部署方式

高,可实现快速部署。但在后续需要向方式二或方式三演进时,仍需要实现相关接口的开放性要求,网络改造要求高,会对已有设备和资源配置造成一定浪费。

### (2) 软硬件解耦方式

即虚拟资源层和网络功能层由同一厂商提供,硬件基础设施层由运营商统一采购。NFVO 建议独立设置并定义与相关模块的接口,实现与不同厂商相关功能模块的互通和适配。本方式能够实现初步的软硬件的解耦。

### (3) 三层解耦方式

即硬件基础设施层、虚拟资源层和网络功能层分别由不同厂商提供。NFVO 建议独立设置并定义与相关模块的接口,实现与不同厂商相关功能模块的互通和适配。本方式接口开放性要求高,能够实现资源层的充分共享。目前方式三可以由

设备厂商实现系统集成,也可以由运营商自主集成。采用运营商自主集成方式时,对运营商的相关集成能力要求高,并需要运营商对于软件集成接口的相关技术要求和参数配置要求均提供详细的规范定义。

3 种方式的分析比较见表 2。

根据上述分析,从满足 NFV 引入的目标要求看,方式三更符合网络云化的演进需求,也是大的主流运营商的选择方式。但该方式对于接口的开放性和标准化、集成商的工作、运营商的规划管理和运维均提出了新的、更高的要求。

## 4.2 接口开放性要求

根据第 4.1 节 NFV 部署方式的分析和第 3.2 节各个接口的主要功能要求,结合实例部署流程和目前厂商实际接口开放情况,对于 NFV 分层解耦部署情况下(第 4.1 节方式二和方式三),各个接

表 2 NFV 3 种部署方式分析

维度	方式一:单厂商	方式二:软硬件解耦	方式三:三层解耦
系统实现	本质上仍是传统单厂商封闭实现,接口开放性差,无法实现基础硬件共享、自动化部署和统一运维	硬件解耦,使用通用化硬件;虚拟资源层与网元功能层仍未实现解耦,在网元部署时仍需要分厂商进行,无法实现多厂商 VNF 对于资源层的真正共享;Hypervisor 分厂商部署,独立占用硬件资源	真正实现 NFV 后的分层灵活部署,资源层灵活共享,不同厂商多 VNF 充分共享硬件资源;基于软件定义的灵活架构,实现快速和灵活部署,真正做到自动化部署和统一运维
接口开放性要求	如果选择同一厂商提供 NFVO,各接口均为内部接口,开放性要求低;但对于选择独立部署 NFVO 的情况,NFVO 相关接口均需要开放	仅 VIM-硬件资源间(Nf-Vi)、虚拟化层—硬件资源层间(Vi-Ha)、NFVO-VNFM(Or-Vnfm)、NFVO-VIM(Or-Vi) 4 个接口必须为开放接口,开放性要求较高	VIM-硬件资源间(Nf-Vi)、虚拟化层—硬件资源层间(Vi-Ha)、VNF-NFVI 间(Vn-Nf)、VIM-VNFM(Vi-Vnfm)、NFVO-VNFM(Or-Vnfm)、NFVO-VIM(Or-Vi) 6 个接口需要打开,接口开放性要求高
集成难度	硬件资源、虚拟层和网络功能均由单一厂商提供,集成难度低	VNF 和虚拟资源池由同一厂商提供,仅需集成底层硬件资源,难度较低	NFV 系统内各层完全分开,由不同厂商提供,集成商需同时完成底层基础硬件和上层网元功能、虚拟资源层的集成和管理编排,集成难度大
网络云化演进	单一厂商解决方案,分层解耦动力不足,与云化演进目标仍有较大差距	仅实现了硬件解耦,无法实现多厂商多 VNF 的真正资源共享,后续向三层解耦演进可能会造成已有软硬件的投资浪费	与云化目标一致,满足云化后自动化部署的需求
规划管理和运维	本方式仅实现了由传统硬件向通用服务器硬件的转型,在网络规划配置、接口调测、集成工作管理和网管运维职责划分等方面与传统方式相比,变化较小	本方式采用软硬件解耦增加了硬件资源配置的规划要求、硬件资源层集成工作要求以及 MANO 相关模块的异厂商接口要求和管理要求等,维护管理复杂度提高,在网络规划配置、接口调测、集成工作管理和网管运维职责划分等方面要求较高	采用三层解耦方式进一步增加了异厂商间接口,功能适配和调测以及集成、运维管理的复杂度,需要研究制定面向 NFV 三层解耦后的资源规划配置方法以及相应的运维管理流程和分工,在网络规划配置、接口适配和调测、集成工作管理和网管运维职责划分等方面要求最高



口的开放性需求整理如下，具体见表3。其中非必须开放接口与NFV分层解耦实现相关性小，也较难实现异厂商互通的接口；必须开放接口为实现分层解耦虚拟化所必须开放的接口；按需确认的接口是需要结合运营商的网络架构和各个模块的功能要求、部署方式按需确认是否需要开放的接口。

注：Nf-Vi接口，考虑到目前行业标准的进展以及各设备商的实际研发情况，虽然已有一些云管理平台产品，但对不同厂商底层资源调用及性能情况远未达到支持大规模商用的成熟度，目前厂商在提供虚拟化层的同时都会有自己相应的VIM。

VNF-VNFM接口，由于与分层解耦没有直接关系，因此可以不开放；但部分厂商只有VNF没有对应VNFM，此时该接口应该开放。所以本文将VNF-VNFM接口归为按需确认的分类中。

## 5 后续工作建议及目标

NFV的引入能够实现运营商在x86等通用硬件服务器上，通过虚拟化技术完成软硬件解耦，使网络设备功能不再依赖于专用硬件，资源可以充分共享，进而实现网络的灵活、动态构建和部署以及自动调整。相关实现为未来网络架构重构和切片等技术的应用奠定了基础。而通信网络从传统的专用软硬件一体设备、静态的网络组织向虚拟化后的软硬件解耦、动态构建网络演进，无论从规划流程、系统配置和集成、运维管理等方面均需要逐步向新的模式进行转型，非一蹴而就。对于后续的工作，本文的几点建议如下。

进一步推动NFV相关技术标准的编制和完善，对关键模块的功能要求、业务流程和接口要求进行明确和细化，为后续商用部署提供技术依据和标准。

表3 NFV分层解耦部署后接口开放性需求整理

分类	ETSI接口名称	接口实体	开放性需求分析
非必须开放接口	Nf-Vi	VIM-虚拟化层	此接口是否开放与分层解耦要求无直接相关性，一般VIM与Hypervisor由同厂商提供，非必须开放接口
必须开放接口	Nf-Vi	VIM（硬件管理模块）—硬件资源	硬件层解耦时，为实现VIM对于不同厂商硬件的管理和配置，该接口必须为开放接口
	Vi-Ha	虚拟化层—硬件资源	硬件层解耦时，为实现Hypervisor与不同厂商硬件的交互和虚拟化，该接口必须为开放接口。目前该接口已具备开放条件
	Vn-Nf	VNF-VNFI	三层解耦时必须开放。该接口为非实质性接口，但由于涉及虚拟层与网络功能层的配合，需要运营商对于该接口进行统一要求
	Vi-Vnfm	VIM-VNFM	三层解耦时，VIM和VNFM由不同厂商提供，因此该接口必须为开放接口
	Or-Vnfm	NFVO-VNFM	NFVO应为运营商的统一编排系统，需要与不同厂商VNFM互通，该接口必须为开放接口
按需确认	Or-Vi	NFVO-VIM	NFVO应为运营商的统一编排系统，需要与不同厂商VIM互通，该接口必须为开放接口
	Ve-Vnfm-vnf	VNF-VNFM	厂商内部接口，与分层解耦要求无直接相关性，当VNF与VNFM由同厂商提供时，为非必须开放接口；但对于VNF与VNFM为不同厂商提供的场景，该接口为必须开放接口
	Ve-Vnfm-em	EM-VNFM	该接口与分层解耦要求无直接相关性，EM通常与VNF为同厂商。当EM与VNFM为同厂商提供时，该接口为非必须开放接口；但对于EM与VNFM为不同厂商提供的场景，该接口为必须开放接口
	Os-Ma-nfvo	OSS/BSS-NFV管理和编排系统	运营商运维支撑系统与NFV管理和编排系统的接口，需满足运营商相关运维管理需求，建议结合省内具体维护管理需求进行集成开发

结合 NFV 部署后的规划、建设和运维管理新要求, 提前进行运营商相关资源配置和运维管理体系演进方案研究, 储备相关技术管理人员, 提升虚拟化相关技术知识积累和规划经验, 结合 NFV 的部署规划逐步向适应 NFV 部署后的模式进行转型。

目前 NFV 仍处于起步探索阶段, 众多标准化组织和企业都在努力推动 NFV 关键技术的发展, 并在 NFV 部署方面进行了试商用验证, 积累了一定经验。但截止到目前, 仍有很多问题需要进一步研究, 如多厂商的集成、通用硬件如何达到传统专用硬件的性能, 如何保证电信级可靠性、大规模部署模式等, 因此建议 NFV 部署先采用小规模验证, 积累实际规划、部署、系统集成和管理经验, 对后续大规模部署提前进行技术研究和储备, 保证后续 NFV 大规模商用的顺利实施。

## 参考文献:

- [1] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); infrastructure overview: GS NFV-INF 001[S]. 2015.
- [2] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); architectural framework: GS NFV 002[S]. 2014.
- [3] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); acceleration technologies; report on acceleration technologies & use cases: GS NFV-IFA 001[S]. 2015.
- [4] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); management and orchestration: GS NFV-MAN 001[S]. 2014.
- [5] ETSI. Network functions virtualisation(NFV); acceleration technologies; VNF interfaces specification: GS NFV-IFA 002[S]. 2016.
- [6] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); management and orchestration; Or-Vi reference point -interface and information model specification: GS NFV-IFA 005[S]. 2016.
- [7] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); management and orchestration; Vi-Vnfm reference point-interface and information model specification: GS NFV-IFA 006[S]. 2016.
- [8] 赵慧玲, 史凡. SDN/NFV 的发展与挑战[J]. 电信科学, 2014, 30(8): 13-18.  
ZHAO H L, SHI F. Development and challenge of SDN/NFV[J].

Telecommunications Science, 2014, 30(8): 13-18.

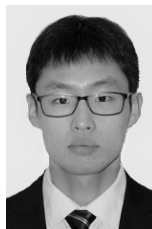
- [9] 李晨, 段晓东, 陈炜, 等. SDN 和 NFV 的思考与实践[J]. 电信科学, 2014, 30(8): 23-27.

LI C, DUAN X D, CHEN W, et al. Thoughts and practices about SDN and NFV[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(8): 23-27.

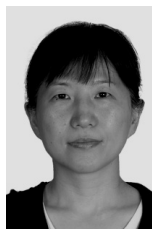
- [10] 顾戎, 王瑞雪, 李晨, 等. 云数据中心 SDN/NFV 组网方案、测试及问题分析[J]. 电信科学, 2016, 32(1): 126-130.

GU R, WANG R X, LI C, et al. Analysis on network scheme and resolution test of SDN/NFV technology co-deployed in cloud datacenter[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(1): 126-130.

## [作者简介]



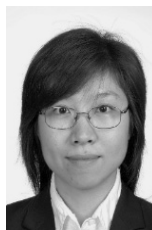
翟振辉 (1985-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司工程师、咨询设计师, 主要从事通信网络咨询和规划设计工作。



邱巍 (1976-), 女, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师, 主要从事通信网络咨询和规划设计工作。



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、NFV、RCS、物联网等方案设计和咨询工作。



吴倩 (1982-), 女, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师, 主要从事通信网络咨询和规划设计工作。