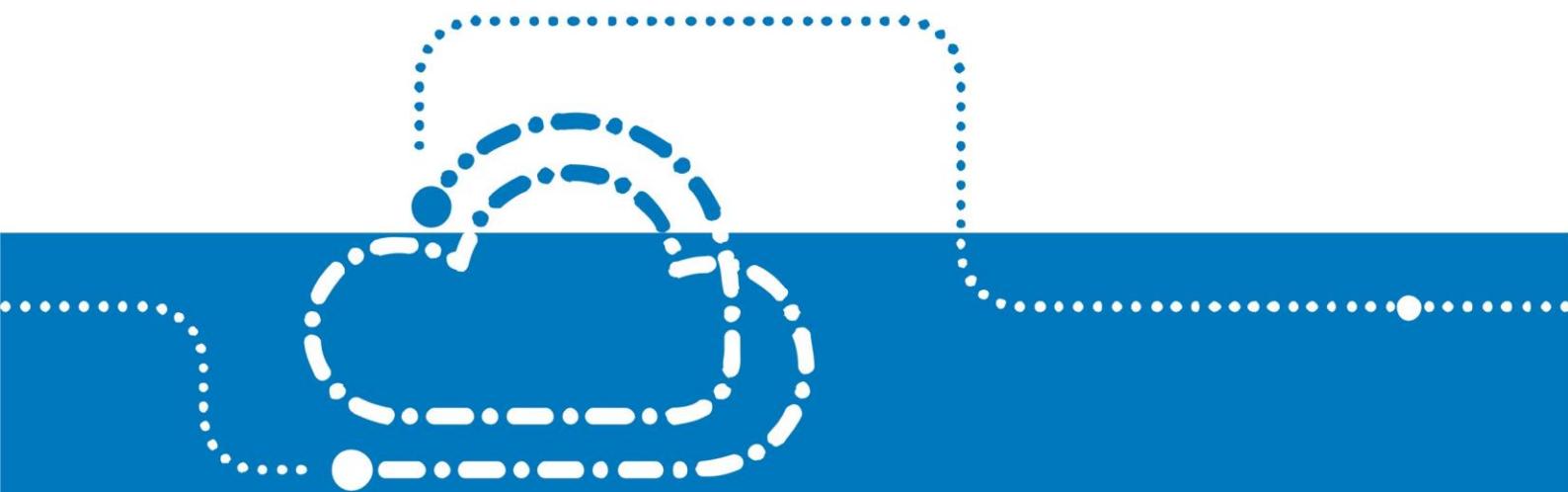




# 中兴通讯 SDN/NFV 弹性网络

## 技术白皮书(V3.0)





## 中兴通讯 SDN/NFV 弹性网络技术白皮书(V3.0)

版本	日期	作者	审核者	备注
V2.0	2015/8/16	ZTE	ZTE	
V2.01	2015/9/27	ZTE	ZTE	
V3.0	2016/6/25	ZTE	ZTE	

© 2016 ZTE Corporation. All rights reserved.

2016 版权所有 中兴通讯股份有限公司 保留所有权利

版权声明：

本文档著作权由中兴通讯股份有限公司享有。文中涉及中兴通讯股份有限公司的专有信息，未经中兴通讯股份有限公司书面许可，任何单位和个人不得使用和泄漏该文档以及该文档包含的任何图片、表格、数据及其他信息。

本文档中的信息随着中兴通讯股份有限公司产品和技术的进步将不断更新，中兴通讯股份有限公司不再通知此类信息的更新。

# 目录

<b>1 未来网络发展趋势 .....</b>	<b>8</b>
1.1  云数据中心成为电信网络新基础设施 .....	8
1.2  电信网络从垂直分割向水平分层发展 .....	9
1.3  运营体系走向智慧运营 .....	9
<b>2 弹性重构构筑未来网络 .....</b>	<b>11</b>
2.1  概述与整体架构 .....	11
2.2  网络重构：打造“云网融合”的基础设施层 .....	14
2.2.1 概述 .....	14
2.2.2 “云”：基于云 DC 重构网络节点 .....	14
2.2.3 “云网融合”下的 SD-WAN 重构网络连接 .....	15
2.2.4 网络重构的价值亮点 .....	17
2.3  业务重构：构造“虚拟开放”的业务功能层 .....	17
2.3.1 概述 .....	17
2.3.2 基于 IaaS 实现通信业务虚拟化改造 .....	18
2.3.3 基于 NFV 增强的 ICT PaaS 构建轻型 VNF .....	22

2.3.4 通用VNFM 实现异厂家多VNF管理与集成.....	23
2.3.5 构建开放创新的业务生态链.....	24
2.3.6 业务重构的价值亮点.....	25
2.4 运营重构：建造“智慧运营”的编排管理层.....	26
2.4.1 概述 .....	26
2.4.2 GSO:实现端到端的业务编排 .....	28
2.4.3 NFVO : 实现虚拟化资源编排.....	29
2.4.4 SDNO : 实现网络连接编排.....	30
2.4.5 EAM : 实现政企域的应用编排 .....	31
2.4.6 Policy Mgt : 策略的引入与智能闭环控制.....	31
2.4.7 BigData : 数据的收集、分析与加工 .....	32
2.4.8 能力开放平台：商业使能的核心平台 .....	34
2.4.9 运营重构的价值亮点.....	35
<b>3 中兴通讯 ElasticNet 弹性网络典型应用场景与方案.....</b>	<b>36</b>
3.1 基于边缘云的 CO 重构方案.....	36
3.1.1 CO 重构成为运营商网络转型的重要切入点 .....	36
3.1.2 CO 重构方案概述 .....	37

3.1.3 CO 重构的方案价值.....	39
3.2 面向 5G 的网络切片方案.....	40
3.2.1 网络切片的实现可满足 5G 多场景需求 .....	40
3.2.2 5G 网络切片的生命周期管理与编排.....	42
3.2.3 弹性网络可实现更为细微的网络切片 .....	43
3.2.4 网络切片的方案价值.....	45
3.3 随选网络应用方案 .....	45
3.3.1 随选网络可以满足用户对网络和业务的随需定制需求 .....	45
3.3.2 网络连接的随选.....	46
3.3.3 业务功能的随选.....	47
3.3.4 随选网络的方案价值.....	48
<b>4 弹性网络未来展望 .....</b>	<b>49</b>
<b>5 主要缩略词表.....</b>	<b>50</b>

## 图目录

图 2-1 未来网络架构的三层重构架构	12
图 2-2 ElasticNet 目标架构	13
图 2-3 云 DC 的四项基础能力	15
图 2-4 业务重构关注的领域（红色虚框）	18
图 2-5 电信网各层面网元引入虚拟化分析	19
图 2-6 针对传统网元的业务重构的引入价值分析	20
图 2-7 Elastic Cloud Service™	22
图 2-8 运营商经营模式转换下的平台能力构建	25
图 2-9 运营重构的架构	27
图 2-10 GSO 业务处理框架	29
图 2-11 DCI 应用场景	31
图 2-12 由大数据、策略管理和资源编排构建策略驱动的网络自适应闭环系统	32
图 2-13 大数据分析平台架构	33
图 3-1 分布式边缘 DC 的部署方式	38
图 3-2 以某运营商本地网为例 BNG 资源池化带来的设备数量节省	39
图 3-3 5G 电信网络原型示例	41

图 3-4 电信网络中与容器/VM 资源映射关系 ..... 43

图 3-5 服务组件模型库和网络切片模板 ..... 44

## 表目录

表 2-1 主要的 VNF 应用对比 .....	21
--------------------------	----

# 1 未来网络发展趋势

工业 4.0、互联网+等国家战略，带动着整个传统产业大升级，与互联网结合，向智能化、规模定制方向发展。这种智能化、规模化的产业升级，要求海量的数据集中到云端，带动整个社会进入云时代。云时代需要灵活动态网络资源配置、高效资源利用率，传统电信网络需要面对更加复杂多变的差异化场景需求，需要突破传统的垂直分割的刚性网络体系和复杂繁多的封闭网元架构。

云计算、SDN/NFV 技术应时而生，为电信网络的变革提供了技术驱动力。云计算从根本上改变了业务的提供模式，SDN 实现控制与转发分离和在控制集中之上的能力开放，NFV 实现软硬件解耦和网络功能的虚拟化，云计算、SDN/NFV 是改变传统电信网络架构的技术，其对未来网络的改变包括：

## 1.1 云数据中心成为电信网络新基础设施

数据中心(DC)通常是指在一个物理空间内实现信息的集中处理、存储、传输、交换、管理。随着云计算的应用，云化的数据中心正全面超越和取代当前的数据中心形态。云化的数据中心是将 DC 内的各种实体资源，如服务器(CPU、内存)、网络、存储等，予以抽象、转换后呈现出来，打破实体结构间的不可切割的障碍，使用户可以比原本的组态更好的方式来应用这些资源。云化数据中心也可以理解为通过云计算技术为客户提供云端的主机、网络、存储等服务的集合。

随着云数据中心在 IT 领域的快速发展，电信业也希望借助云数据中心的灵活性、低成本、易扩展等特征来重塑传统电信网络，NFV 电信云技术应运而生。NFV 电信云将成为电信网的新

基础设施，网元将通过网络功能虚拟化，基于通用的 x86 IT 基础设施进行业务部署，同时资源与负荷实时匹配，电信网络的自动化管理和敏捷性将大为提升，资源利用效率将得到极大的提升，这将使电信运营商将真正具备“大象跳舞”的能力。

## 1.2 电信网络从垂直分割向水平分层发展

传统的电信网元是软硬件一体化的，为满足新的业务需求，就不断有新型封闭网元不断叠加到原本就复杂而僵化的基础网络之上，产生了大量独立的叠加网络和业务“烟囱群”，垂直分割的网络成本高，资源不能功能共享，难以协同和融合。

这些由封闭硬件网元构成的垂直分割的刚性网络，最终导致了电信网络的建设成本和运维成本居高不下，也难以快速提供创新业务与互联网 OTT 提供商抗衡，这是导致“剪刀差”愈演愈烈的根本。虽然电信业也在部分专业领域尝试着控制与转发分离的思路，如承载网的 GMPLS、核心网的 IMS 等，但没能从根本上打破这种垂直分割和刚性封闭体系。

云时代基于云重新构建基础网络，期待传统电信网络也能进行产业升级，突破传统的垂直分割的刚性网络体系和复杂繁多的封闭网元架构。SDN/NFV 技术为电信网络的产业升级提供了技术的驱动力，从源头上打破垂直分割的刚性网络体系和复杂繁多的封闭网元架构，重塑弹性开放的电信网络，构建下一代的电信网络，给电信网络的发展带来巨大的想象空间。

## 1.3 运营体系走向智慧运营

随着丰富而便捷的 OTT 应用对用户习惯的培养，用户需求的不断提高和多元化，对运营商的运营运维能力也提出了严峻的挑战。当前运营商普遍面临挑战或困境：

- 1) 新业务上线周期长，创新业务开发和开展缓慢，严重削弱了运营商的竞争力。

2 ) 网络管理复杂化 , 各类技术不断叠加 , 网络变得越来越复杂 , 大量独立的叠加网络和业务 “烟囱群” , 给网络管理运维带来了挑战。

为了顺应潮流 , 迎接挑战 , IT 化的智慧运营成了大多数运营商的选择 , 智慧运营的基本特征是用户按需订购 , 业务按需提供 , 网络按需建设 , 通过一体化的智慧运营 , 运营商不仅能够降低 OPEX 和 CAPEX , 还可以快速提升客户体验。

综合前述 , 在云计算、 SDN/NFV 等技术为电信网络重构奠定了坚实的基础 , 电信网需要结合数据中心重构基础设施 , 引入水平分层的网络层次 , 走向高效的智慧运营 , 向下一代的未来网络架构演进。

## 2 弹性重构构筑未来网络

### 2.1 概述与整体架构

中兴通讯对未来网络架构的演进概括为“一个中心，双轮驱动，三层重构”：

#### 【一个中心】

网络将以“云”(vDC)为中心重新构建，云将成为新网络基础设施的核心。

#### 【双轮驱动】

“SDN”，“NFV”两种技术相互促进，SDN实现了控制与转发分离和在控制集中之上的能力开放，NFV从网元层面实现软硬件解耦和网络功能的虚拟化，重新定义了电信云化架构。

#### 【三层重构】

云、SDN/NFV对网络的改造，主要体现在三个层面，总结为：

**网络重构：打造“云网融合”的基础设施层**

**业务重构：构造“虚拟开放”的业务功能层**

**运营重构：建造“智慧运营”的编排管理层**

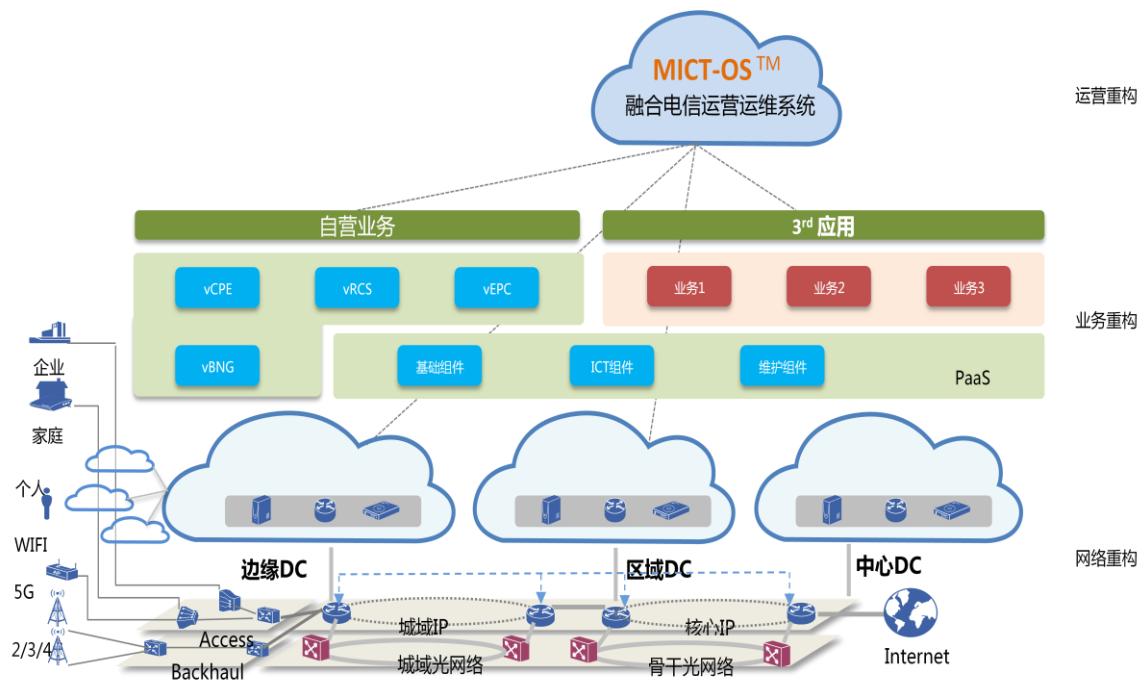


图 2-1 未来网络架构的三层重构架构

## 网络重构

网络重构结合云、SDN 技术，改造传统电信网络的基础设施层，形成云网融合的新基础设施。网络重构后，云网融合的基础设施重点使能 IaaS（电信云、IT 云、政企云等）云能力。

## 业务重构

业务重构侧重 NFV 框架下的 VNF 实现方式，各 VNF 后续如何进一步解耦与融合，多种 VNF 如何接受 VNFM 管理来实现一键部署和弹性伸缩，VNF 如何实现能力开放等。在网络重构后，在基础设施层面形成 NFV 架构下的 NFVI 层，而业务重构主要在之上灵活快捷地部署各类 VNF 业务与第三方应用。包括运营商网络中必备的通讯业务（如 vEPC、vIMS、vBNG、vCPE 等），对应于 VNFAaaS 能力；也包括在 IaaS 上叠加 ZTE 特色的 PaaS 平台，向业界和运营商提供适合电信应用开发的基础功能环境和相关的通讯基础协议组件，便于第三方参与电信领域的创新业务开发。

## 运营重构

网络重构和业务重构将完成电信网前端系统的改造，而运营重构侧重于后端运营系统的改造。包括新型虚拟网络的可运营、可管理性，与传统网络无缝衔接，实现端到端闭环自动化。运营重构的目标是打造基于云服务的智慧运营架构。

网络重构与业务重构分别是 IaaS, PaaS, SaaS 的使能层，运营重构实现云能力的呈现、订阅、计费等可运营特性。运营重构后，电信网络将成为云服务为主体的模式，实现一切皆服务 XaaS。

对应三层重构，中兴通讯研发了弹性网络解决方案 ElasticNet。ElasticNet 借鉴 SDN 和 NFV 框架，引入云技术、大数据和开放等理念构建的分层集中控制、统一管理的软件可定义的 ElasticNet 弹性网络，它采用编排管理层 MICT-OS™、业务功能层 Elastic Cloud Service™ 和基础设施层 Elastic Cloud Infra.的三层架构，引入边缘 DC、区域 DC、和中心 DC 的多级 DC 部署方式，以 SDN/NFV 技术双轮驱动，MICT-OS™ 统一管控的形式，构成运营商的目标架构。

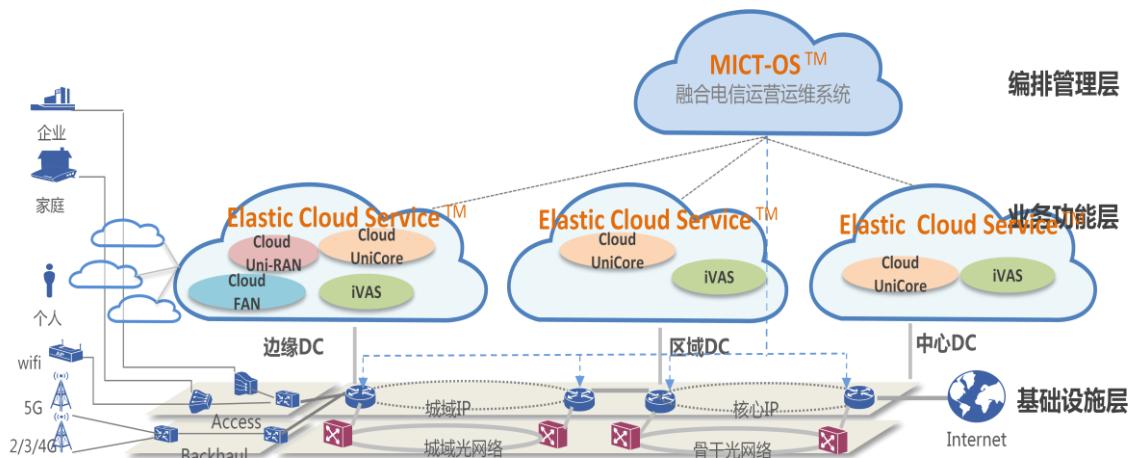


图 2-2 ElasticNet 目标架构

其中，弹性网络的关键组成部分 Elastic Cloud Service™ 是按照 NFV 框架在建在 DC 之上实现各类网络的虚拟网络功能，并引入 MANO 对其进行全生命周期管理和自动化部署与运维，并结合 MICT-OSTM 统一编排下完成全网的 E2E NFV 业务自动部署和能力开放，可以根据用户的需求，整网的资源情况采取最优的策略，实现业务的快速部署和资源的最大化利用，快速构建定制化网络，有效降低建网成本。

## 2.2 网络重构：打造“云网融合”的基础设施层

### 2.2.1 概述

传统电信架构，网络是底层的基础设施；DC 引入后，网络将与 DC 共同构成新的融合基础设施，即“云网融合”。

云网融合的基础设施包括两项核心资源：

DC：SDN 化的 vDC，作为基础设施中的核心“点”，承载电信云，IT 云，政企云等多种 IaaS 型云服务。

SD-WAN：SDN 化的 WAN，作为基础设施中的核心“线”，包括 SD-OTN(SDON), SD-IPRAN, SD-PTN, SD-Access, SD-DCI 等多个场景。

### 2.2.2 “云”：基于云 DC 重构网络节点

随着电信各类业务向 NFV 变革演进，以及不断集中的 IT 应用，驱动数据中心（DC）成为电信运营商的业务容器和核心载体。运营商现有的几类 DC（电信机房、IT 数据中心、企业数据中心、传统数据中心），将向统一的 IaaS 架构演进。DC 成为未来电信网络的核心节点，承载

各类 NFV 云化软件及 IT 系统 , 实现 ICT 融合 ;DC 同时也成为基础设施的一个部分 , 实现 “ 云 ” 和 “ 网络 ” 资源的统一规划部署和调度。

中兴通讯 Elastic DC 强调具备的四个核心能力以支持运营商建网 :

- 虚拟化能力 , 基于云计算虚拟化、 SDN 网络虚拟化技术。
- 具备转发加速的能力 , 通过软硬件加速技术实现。
- 具备容器能力 , 如 Docker 。
- 实现融合云的能力 , 提供电信 NFV 云、公有云、私有云等多种云服务。

其中 , 虚拟化能力是云 DC 的基础 , 高速转发和容器能力是云 DC 的增强能力 , 融合云是云 DC 的表现形式。

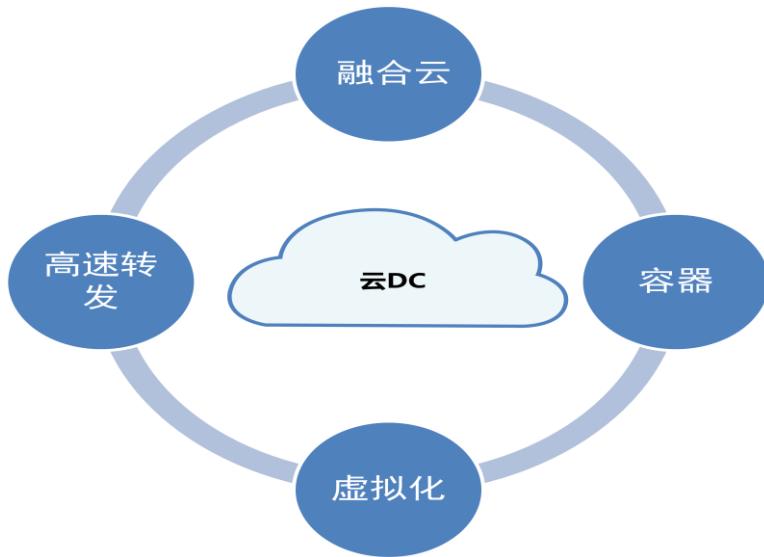


图 2-3 云 DC 的四项基础能力

### 2.2.3 “云网融合”下的 SD-WAN 重构网络连接

未来的网络逐步发展为以云数据中心为核心新型架构 , 云与网相互作用 , 相互渗透。一方面云数据中心为网络的业务控制提供容器和资源池 , 另一方面 , 网络快速灵活的连接为用户接

入和数据中心形成更大更广泛的云资源池提供了可能。

首先，基于 IP 方式的接入已经成为个人、家庭和企业用户基础接入数据中心的基本方式，通过移动或者固网接入到云数据中心，访问云资源池的海量信息。运营商需要弹性、灵活的部署接入网络，快速提供连接。基于云化部署的 SDN 控制方式为实现基本的云接入提供了技术上的支持和高性价比的选择。

其次，当网络作为云互连的基础结构，需要将多个物理分布的小云融合成一个大云时，实现广域层面的 DC 互联，满足租户跨广域网分布及虚机跨域迁移。云互连提供的是云 IaaS 的网络服务。

由于云数据中心节点的陆续建立，流量向云节点集中，改变了传统骨干网流量模型，需要同步进行 IP 骨干网流量调优（网随云动）。进一步通过与光层协同优化，可以在更大范围内实现流量的全局优化调度，降低传输成本。

最后，通过 SDN 北向开放接口，将网络能力开放给用户或者第三方应用，重塑产业形态，为网络业务创新提供无限的可能。另一方面，随着控制和转发分离，在转发平面引入通用转发面，在控制平面架构集中和智能的控制中心，简化设备复杂协议，对降低运维和采购成本也有重要意义。

SD-WAN 代表了 SDN 技术在传送网领域的典型应用，SD-WAN 旨在通过引入 SDN 技术，实现异构网络端到端的衔接与开通，对 APP 用户实现灵活的定制和调度。与传统传送网相比，SD-WAN 主要有如下四个优点：

- 实现端到端的网络连接
- 实现网络集中控制和优化

- 实现多层异构网络的协同
- 实现网络能力的开放化

#### 2.2.4 网络重构的价值亮点

网络重构旨在实现云网融合的基础设施，网络重构的核心亮点体现为：

- ◆ 构建云网融合的目标架构，实现云中有网，网中有云的协同一体化管理；
- ◆ 具备构建电信云的四大能力：虚拟化，高速转发，容器化和融合云能力；
- ◆ 实现SDN化的网络协同整合，实现异构、多层、端到端的网络资源协同与开放。

### 2.3 业务重构：构造“虚拟开放”的业务功能层

#### 2.3.1 概述

业务重构关注于传统网元及其业务能力的重构与整合，包括了虚拟网元的不同实现方式（组件化、微服务化、部署容器化）重新分割和功能增强，例如虚拟网关产品更注重控制面与转发面分离，5G 网络中更重视 BBU 的控制面资源聚合、引入 MEC 等新型形态来增强业务能力等。一方面，中兴通讯引入 PaaS 环境来实现新一代 VNF，增强软网元的灵活性，实现真正的网络功能虚拟化。基于共享的云形态基础设施，网络功能都将以组件化、无状态设计以及控制面与用户面分离的云化软件化形态加载，对外提供 VNFaaS ( VNF as a Service ) 服务。另一方面，伴随运营商研发能力的增强和生态链的完善，运营商有自我创新业务功能的要求，在 VNF 组件和网络能力开放的基础上，中兴通讯还能够向运营商及其合作伙伴提供 PaaS 能力，运营商自身或第三方可开发基于运营商 PaaS 的新型网络业务快速创新。

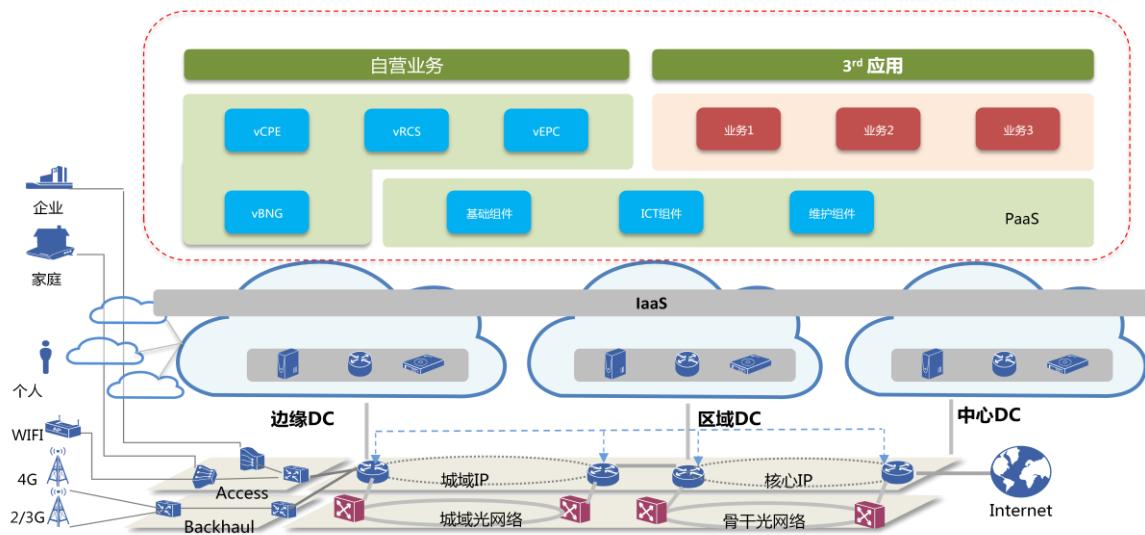


图 2-4 业务重构关注的领域 (红色虚框)

无论是传统网元重构形成的 VNF 能力 , 还是运营商及其合作伙伴创新的新型业务能力 , 在未来通信演进中对运营商都将同等重要 , 需要统一的基础服务架构上来支撑 , 中兴通讯建议采用统一的 IaaS 及 PaaS 环境来构建新型 VNF 和创新业务。

业务重构的第一步是在网络重构 IaaS 的基础上 , 实现通信业务的虚拟化改造 ; 第二步实现从 IaaS 向 PaaS 的增强和迁移 , 即形成共享化、组件化的 PaaS 平台 , 在其基础上 , 实现 VNF 轻型化。

### 2.3.2 基于 IaaS 实现通信业务虚拟化改造

随着云网融合的基础设施重构建立 , 运营商网络中的传统网元软化后承载到新平台上。一方面 , 虚拟化网元通过 CPU 性能的提升来保证性能 , 部署更加灵活 , 容量更为弹性 ; 另一方面 , 一些网元在实现架构上也发生比较大的变化 , 如控制面与转发面分离、状态信息与网络功能分离等 , 更为灵活的形态将获得额外的优势。

电信网络的多个层面均可引入 NFV，但是不同网元收益有差异，简要分析如下：

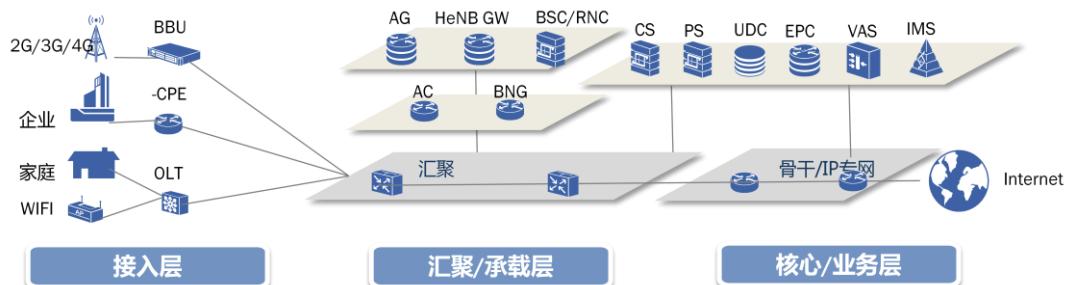


图 2-5 电信网各层面网元引入虚拟化分析

- 接入层：

- BBU：多模组网，控制资源池化，利于 C-RAN 架构实现和 Caching 能力增强
- OLT：控制面分离集中到云上实现，利于 OLT 集群和流量就近调度
- CPE：企业侧 CPE 计算能力增强利于如 FW 等新功能叠加，部分功能在边际云实现，利于集中运维，拓展政企蓝海市场

- 汇聚/承载层

- RNC/BSC：异地容灾，2G/3G/4G 协同、资源共享和动态无线资源管理
- SeGW/AG/ HeNB GW：软件实现，降低成本
- BNG(BRAS/AC)：集中运维，降低成本，支撑 WIFI 后向运营等场景的新功能快速部署

- CR/SR/ DWDM：无明显驱动力

- 核心/业务层

- VAS：降低扩容维护成本，资源池化、数据共享
- RCS/CDN/IMS：新业务快速部署与创新，业务融合
- EPC/UDC/CS：低成本满足 MBB 快速发展需求，降低老旧设备维护成本

考虑电信网元部署后业务增速度和 TCO 节省能力两个维度，分析网元重构新型软网络业务的引入价值，得到如下图的价值矩阵图，图中指出 VAS 领域业务与核心网引入业务重构的价值最高，主要是因为（1）该领域的网元在传统网络中的部署比较集中，并且采用通用 CPU 实现为基础的虚拟化技术实现这类网络功能的难度低，实现成本低，规模效应高，利于 TCO 大幅度节省。（2）这些网元多为 4G/Pre 5G 时代新增网络业务功能，随着新业务快速开展，扩容需求旺盛，因此这类网元业务基于资源池重构后具备弹性伸缩和快速部署的优势，成本节约明显，收益高。

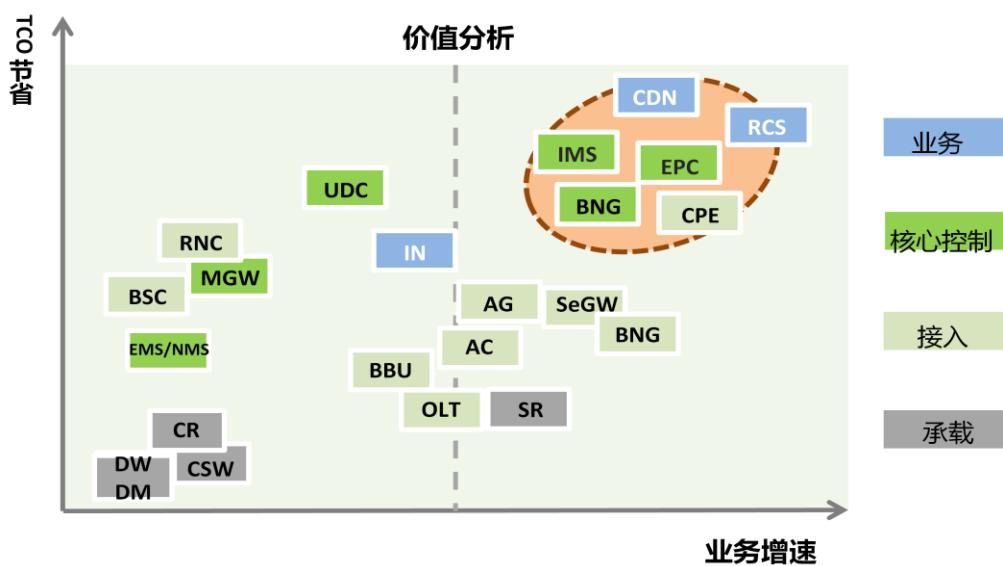


图 2-6 针对传统网元的业务重构的引入价值分析

下表以 vCPE、vCDN、vBNG 和核心网 vIMS、vEPC 等典型 VNF 为例，将其在 ElasticNet

弹性网络中的部署位置、当前技术成熟度、市场紧迫度、适应场景和业务亮点等总结如下：

表 2-1 主要的 VNF 应用对比

应用	部署位置	高速	成熟度	市场	主要业务场景	业务亮点与驱动力
		转发	度	紧迫度		
		需求	度	需求		
vCPE	边缘云	无	中	强	政企业务	企业场景优势突出,业务随需加载
vBNG	边缘云	有	中	强	宽带业务	满足大容量低成本宽带建网需求
vIMS	区域云	无	强	强	移动业务	结合 VoLTE 商用部署
vEPC	边缘云&区域云&中心云	有	强	中	移动业务	移动宽带继续快速发展, IoT, 5G 网络切片等需求
vCDN	中心云&区域云&边缘云	无	中	中	宽带业务	实现资源池的统一, 弹性扩容

中兴通讯的通信业务解决方案是Elastic Cloud Service™，Elastic Cloud Service™基于云化特征，能实现全网的资源统一分配、VNF的弹性容量伸缩和自动化部署与运维，故障隔离和自愈；进而保证最佳用户体验、运营商资源最大利用和集中高效管理。Elastic Cloud Service™包括了Cloud Uni-FAN、Cloud Uni-RAN、Cloud UniCore、iVAS多个系列，覆盖了能够实现NFV化改造的众多网元。

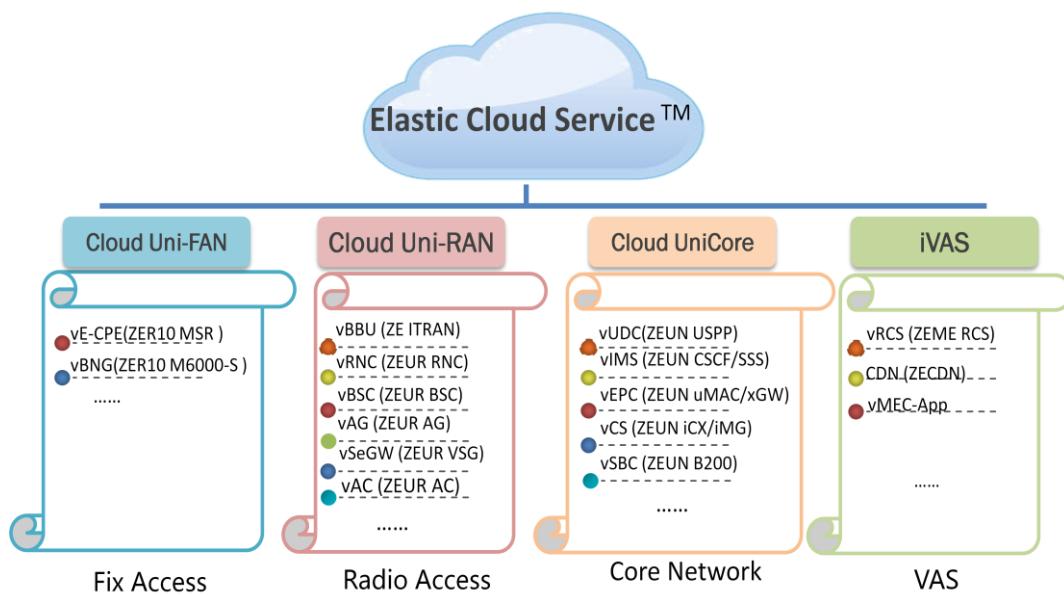


图 2-7 Elastic Cloud Service TM

### 2.3.3 基于 NFV 增强的 ICT PaaS 构建轻型 VNF

把基于VM实现NFV框架下的VNF定义为NFV IaaS阶段，在NFV IaaS阶段已实现网元的虚拟化、易部署性验证和初步商用部署。IaaS阶段的VNF多基于legacy网元已存在软件架构改造，仍存在不少可以优化的空间：

- VNF仍采用主备容灾模式，冗余资源消耗多，需要向业务支持与资源消耗线性化努力；
- VNF的解构仍然不够细致，没有达到真正的网络功能虚拟化的要求，未能做到不同网元间的公共组件的抽取与可复用，需要从单体重型VNF向微服务、组件化轻型VNF演进；
- VNF的开发模式仍是基于代码集成，不能做到IT级快速上线与迭代开发，需要向IT领域倡导的DevOps模式演进。

总之，从传统电信设备移植过来VNF的底层平台通信机制、容灾机制和集成开发机制都无

法应对更为细化粒度网元的云化和分布式分区域部署要求。

针对NFV IaaS阶段的缺失和新型部署需求，中兴通讯引入NFV增强的ICT PaaS平台——云工厂Cloud Works™来进行新一代VNF的重构与开发。当前业界常用的PaaS平台以服务互联网服务及IT应用为主，以减低开发者复杂度等为目标，给开发者提供E2E的DevOps服务工具手段，实现组件化开放集成框架。Cloud Works™在这些关键能力上与IT PaaS平台完全相同，不同的是因VNF自身的处理特性不同带来的对NFV PaaS平台的基础组件、性能、扩展性的一些特殊或增强性要求。面向NFV的Cloud Works™一样需具备PaaS的三大能力：

- NFV高效Dev开发环境：开发者可使用PaaS提供的编程语言、库、服务以及工具来构建测试和集成应用，提升开发效率；
- NFV Ops优化：依托PaaS运维能力，开发者无需管理或控制底层的云基础设施，包括网络、服务器、操作系统以及存储；
- NFV应用托管：将开发者创建或拥有的应用部署到云平台上，支持自动伸缩、弹性扩展及高可靠性保证等基础服务。

云工厂Cloud Works™克服了传统IT PaaS存在的困难，能够支持与ETSI NFV框架MANO体系兼容的复杂应用编排管理，能够支持多网络平面和容器间的高速性能转发等，真正实现CT应用在PaaS平台开发和部署，实现IT和CT技术融合。

#### 2.3.4 通用VNFM 实现异厂家多VNF管理与集成

包括中兴通讯在内的厂商会向业界提供众多虚拟化网元VNF，各VNF都存在需接受VNFM管理的要求。如果用专用VNFM解决方案，势必会存在五花八门的差异化VNFM，进而存在非

常复杂的南北异厂家NFVO/VIM的对接工作，势必严重影响了NFV商用化进程。

中兴通讯建议优先采用通用的 Generic VNFM+VNF Plug-in 实现方式，不仅能为中兴通讯的各类 VNF 提供生命周期管理等能力，也能通过第三方插件的引入增强 Generic VNFM 对第三方 VNF 的管理。并且在 Generic VNFM 框架中集成异厂商的 NFVO/VIM 的适配器，利于运营商选择避免厂家的锁定 MANO 侧集成方案。这种方式不仅减少研发与集成测试的复杂度，也能加快 NFV 的商用进程。

通用 VNFM ( VNFM-G ) 采用组件化、微服务化架构来实现，支持以下两种使用场景：

- 场景一：运营商仅提供IaaS平台，没有统一部署PaaS，此时通用VNFM应该能够支持在IaaS平台上正常工作，并且支持管理部署在IaaS上的ZTE和第三方的VNFs。对于这种场景下通用VNFM内部集成了轻量化PaaS。
- 场景二：运营商使用ICT PaaS作为应用部署平台，此时通用VNFM可以直接部署在PaaS平台上使用，管理运行在ICT PaaS平台上的ZTE VNFs和第三方VNFs，也可以管理直接运行在IaaS上VNFs。

### 2.3.5 构建开放创新的业务生态链

除了传统网元的重构为基于 IaaS 和 PaaS 的新型网络业务(重型和轻型 VNF ) 外，电信运营商还需要考虑新型业务的创新和第三方应用的加载和执行。开放的网络能力和相应的创新环境是发挥产业智慧、实现充分业务创新的必然选择。

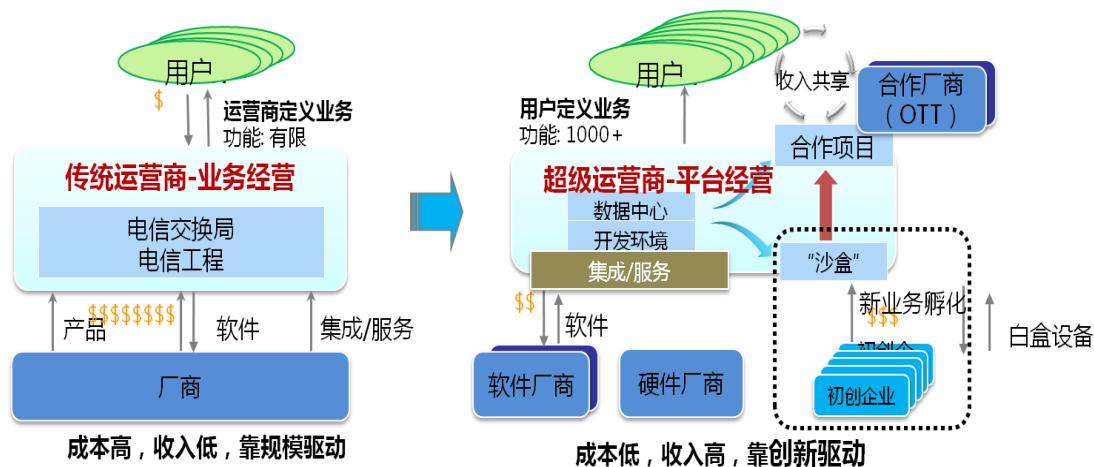


图 2-8 运营商经营模式转换下的平台能力构建

基于运营商开放的资源、开放的网络和开放的软件能力形成可供第三方参与开发和合作运营的电信生态系统，这是运营商电信级 PaaS 能力建设范围。任何第三方开发者可以基于以上能力快速开发创新，发展新的业务。目标是电信运营商从传统业务经营走向超级运营商的平台经营，实现业务运营模式的革新转型。

中兴通讯能对外提供基于微服务的电信级云工厂 Cloud Works™ 开发环境，能够将深度解构后的电信功能组件的能力开放给业界，便于第三方开发者来进行调用，便于创造出新型电信业务功能，激活电信业的万众创新能力。

### 2.3.6 业务重构的价值亮点

业务重构重在实现传统电信网元软硬件解耦；用最新的容器化、微服务化、组件化设计思路结合 NFV 增强的 ICT PaaS 来实现软化网元的软件架构云化；用通用 VNFM 来管理异厂家、多类型的 VNF(包括基于虚机的重型 VNF 和基于容器的轻型 VNF)；向业界提供电信级云工厂 Cloud Works™，利于激活运营商研发与创新能力，增强业界活力。

中兴通讯业务重构的核心亮点体现为：

- ◆ 拥有业界最为全面的基于IaaS层面的各类VNF，覆盖了接入、核心网、业务等多层面，实现业界首个商用。
- ◆ 创新采用微服务、容器等最新IT技术实现轻型VNF。
- ◆ 推出业界首个NFV增强的ICT PaaS--电信级云工厂Cloud Works™，打造开放创新的生态链。
- ◆ 采用通用VNFM来管理ZTE全系列VNF和第三方VNF，集成多样化的南北向适配器，便于与异厂商NFVO和VIM集成，解除厂商锁定。

## 2.4 运营重构：建造“智慧运营”的编排管理层

### 2.4.1 概述

随着信息化建设的深入，业务应用与IT应用已经融为一体，IT即服务成为了新的趋势，数据集中且有效管理变得越来越重要；随着网络和业务的重构，运营商网络逐步实现了计算和存储资源的按需快速部署和动态资源分配，但是网络的运维运营能力如快速部署、业务及资源自动编排等，与客户的期望还存在较大的差距，也是实现网络完全虚拟化、自动化和智能化的最大短板。

中兴通讯MICT-OS™是云网融合的ElasticNet的智能管控大脑和对外能力开放的中心，是新一代统一编排、自动运维和开放运营管理。MICT-OS™借鉴了IT企业成功的运营运维理念或经验，基于SDN/NFV以及大数据分析等技术，构建统一业务与资源编排管理系统，业务一体化开发与统一发布，全网资源统一分配，弹性扩展，为运营商的经营重心转型：以网络为中心转型到以业务体验为中心进行了深入的思考和创新的尝试。

MICT-OS™采用先进的微服务架构，不同的功能模块以微服务组件方式无缝集成，其整体

架构如图所示：

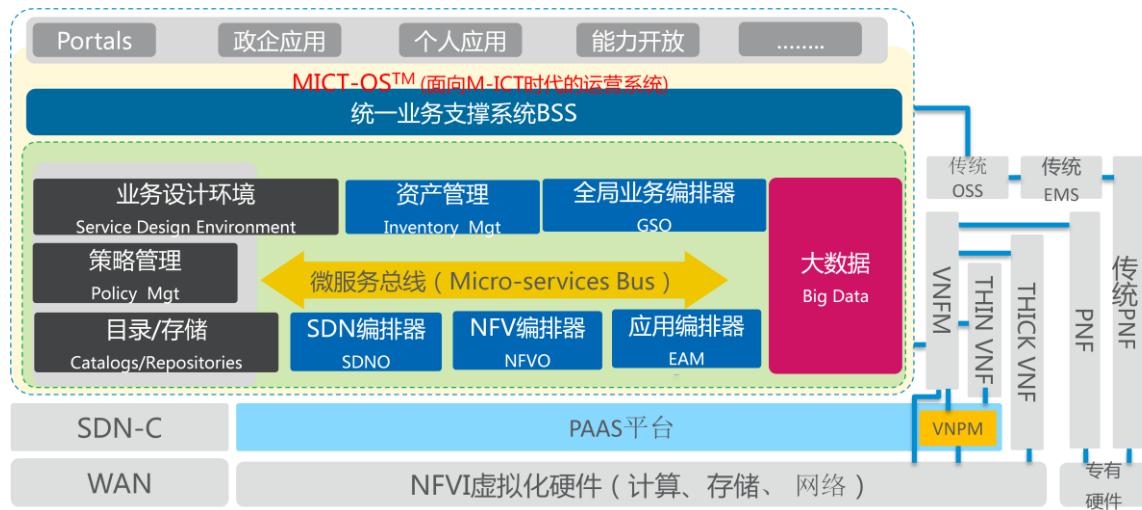


图 2-9 运营重构的架构

按照 DevOps 的理念，MICT-OS™ 的整体架构可以划分为 2 个域：设计域和执行域

执行域主要关注业务的运行和维护：

**统一业务支撑系统 BSS**:负责客户订单关系管理，计费，客户自服务门户，运营分析等面向客户和运营的支撑系统，需要同时具备支撑面向 SDN/NFV 的新业务和传统网络业务的能力。

**传统 OSS/EMS**：主要负责传统网络的业务开通，资源管理，SLA 管理，性能告警等。

**GSO**:负责业务端到端编排，负责端到端业务的创建，测试，业务激活，业务监控和质量保障等功能，并且负责向上层 BSS 报告相关信息。

**SDNO**:主要负责跨域多控制器的网络连接业务的编排和实现，并且向上层提供可编程接口。

**NFVO**: 主要提供 ETSI NFV 规范中 MANO 领域 Orchestrator 要求的功能，实现虚拟网络业务的自动化编排与全生命周期管理。

**EAM**: 提供统一的政企域的应用编排，主要负责政企和 IT 类应用在各种云平台上的生命周期管理，运维管理，业务编排管理等。

**Inventory Mgmt**:主要负责全网统一的实时资产视图，可以从多个维度展示资产占用和关联关系实时图，不仅可以展示从上到下的由订单到实现的垂直业务视图，也可以支持端对端的水平网络视图。

**BigData:** 主要负责网络数据采集和分析，包含实时采集分析和非实时批量采集分析 2 个部分，采集信息覆盖 NFV 虚拟化硬件层，虚拟网元层，NS 层，SDN 网络实时流量及 QOS 信息等，大数据分析结果可以通过开放 API 被相关网元调用。

设计域主要关注业务的设计和测试：

**Service Design Environment:** 主要负责提供统一的模板设计集成环境，提供虚拟化 NS，VNF，网络连接等模板可视化设计环境。

**Policy Mgmt:** 主要负责统一的网络策略的创建，管理和分发平台，运营商根据大数据分析结果，可以创建新的策略或者调整已有的策略，然后分发到相关的网元执行，对网络进行调整，这里的策略主要是指可以被网络中的各层次管理网元如 SDNO/NFVO、SDN-C/VNFM 等可识别和执行的策略模板，如虚拟网元弹性伸缩策略，流量路径优化策略等。

**Catalogs/Repositories:** 主要负责统一的模板目录和各种资源库的数据存储，提供 API 供上层应用调用，模板目录包含产品目录，业务目录，资源目录等，资源库包含策略库，工作流库，版本 image 等

## 2.4.2 GSO: 实现端到端的业务编排

GSO 实现业务的统一编排，负责端到端业务的创建，测试，业务激活，业务监控和质量保障等功能，当 GSO 接受到来自用户自服务 PORTAL 或者 BSS 的业务请求时，会根据业务类型，调用对应的业务资源模板，将资源区分为三类，即：

- 由 NFVO 管理的虚拟网络 NS, VNF 等资源
- 由 SDNO 管理的网络连接如 VPN, VxLAN 等资源
- 由 EAM 管理的政企应用，IT 应用服务等资源

GSO 根据资源类型和资源元数据向本次业务涉及的下一层管理网元如 SDNO，NFVO 发起资源创建或者变更需求，由下一级网元具体实现对应资源的创建，GSO 后续负责对端对端的资源进行激活和测试，并且把最终结果反馈到上一级 BSS 或者用户自服务 PORTAL，业务示意

流程如图所示：

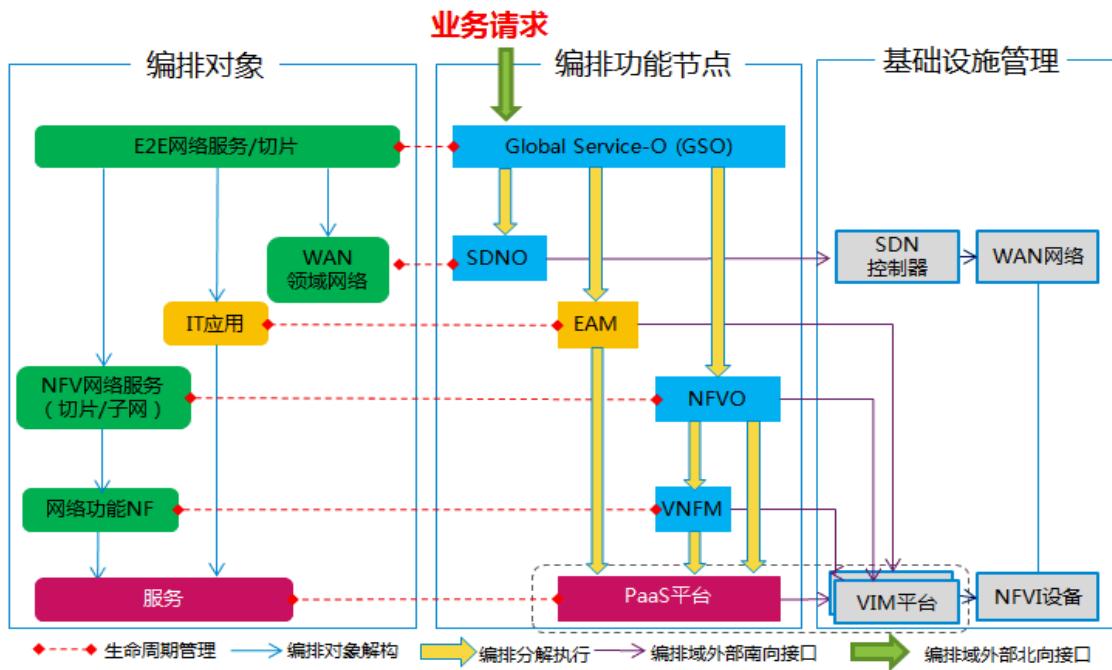


图 2-10 GSO 业务处理框架

### 2.4.3 NFVO：实现虚拟化资源编排

NFVO 主要提供 ETSI NFV 规范中 MANO 领域 Orchestrator 要求的功能，实现业务的自动化

编排与全生命周期管理，支持中兴及第三方 NFVI 层基础设施资源的编排及上层软件系统的管理，

通过 VNFM 完成对 VNF 的生命周期管理与迁移功能。NFVO 主要包含 3 大功能模块：

- 业务编排模块：业务编排模块主要包含 2 大部分，业务设计模块和业务执行模块。业务设计模块主要由两部分功能组成：针对 NS 静态拓扑，完成组成 NS 的 NF、以及 NF 与 NF 之间的 VL、NF 与 NF 之间的 VNFFG、NS 对外暴露的客户化参数等描述编排；针对 NS 生命周期管理，完成相关的策略定义、动作定义等动态过程编排。一般来说，网络服务支持可视化设计。NFVO 会提供图形化的界面，支持 NS 嵌套，根据网络拓扑完成网络服务的定义，编辑和保存，可以生

成TOSCA/YAML文件。

业务执行模块主要包含业务执行引擎和工作流引擎，主要是根据 NS 设计以及客户端相关的参数配置，实施 NS 的部署、弹性、修改、升级、查询，启动、停止、终止等动作。

- 资源编排模块：资源编排主要包含资源管理以及策略管理，资源管理主要对全局资源进行管理，支持跨 VIM 资源编排，为业务编排提供资源管理接口，实现 NFVO 对 VNF 资源的预留和分配机制，并且提供统一的 CMDB 配置管理数据库，基于 TOSCA 模型表来定义和存储全局 NFV 实例和全局 NFVI 资源数据，并可存储 NS 模型目录数据、NS/VNF 自动化编排工作计划、业务策略等资源数据，策略管理支持 NS 实例和 VNF 实例相关的策略管理（如 NS/VNF 的扩容缩容操作策略、存取控制策略、资源管理策略、告警管理策略等）。
- 集中监控模块：支持面向SLA服务等级约定管理的全网集中监控，基础功能包括告警/性能/状态/系统监控、资源拓扑/业务拓扑，在此基础上，针对物理层、虚拟层、VNF层和NS层，实现分层关联的NS业务监控和NFVI资源监控，并可集成第三方管理系统，实现基础设施监控和能耗管理。

#### 2.4.4 SDNO：实现网络连接编排

SDNO 提供统一的网络连接编排、资源管理、性能监控、安全控制、以及多域的拓扑视图展示，通过集中式的连接控制和拓扑管理，SDNO 实现了跨域、跨层的网络业务的实时编排和管理。

SDNO 提供可编程的开放式能力，与上层应用协同使用，实现完整意义的网络虚拟化，使网络更具“弹性”。

SDNO 的典型应用场景是云网融合的 DCI 和 CloudVPN，DCI 应用场景如下图所示：

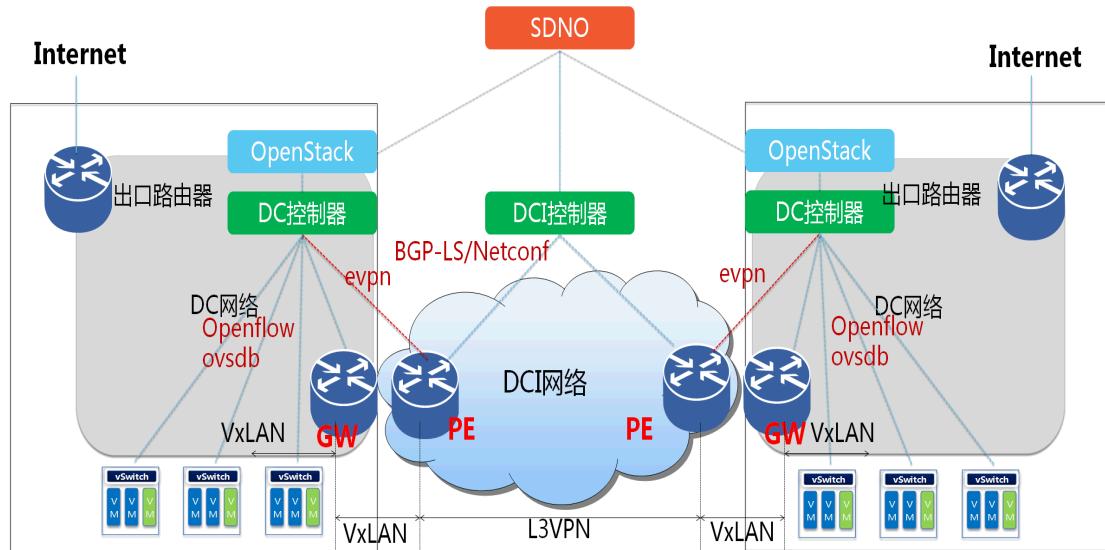


图 2-11 DCI 应用场景

#### 2.4.5 EAM：实现政企域的应用编排

EAM 主要由编排管理、云服务能力、执行引擎组成,编排管理支持通用编排的图形化与深度配置 web 方式混合模式提供快速的流程编排；云服务能力提供负载均衡、弹性伸缩、业务自愈、主备双机、容灾、远程服务等服务能力,以便上层应用通过编排器可以快速改造，提供业务安全性、可靠性的功能；执行引擎可以接受业务安装、部署的指令，通过预制策略进行任务调度,指令分解转化，通知虚拟化资源层执行。

中兴 EAM 解决方案——iSware 提供统一的政企域的应用编排,主要负责政企和 IT 类应用在各种云平台以及裸机上的生命周期管理，运维管理，业务编排管理等。

#### 2.4.6 Policy Mgt：策略的引入与智能闭环控制

策略管理是有层次的，可以是网元级的弹性伸缩策略，也可以是 NS 或者网络切片级的弹性伸缩策略，也可以是端对端的业务 SLA 保障策略，策略管理的输出是策略模板，由不同层次

的控制网元（例如 SDN-Controller/VNFM/GSO 等）根据相应的策略模板对自己管理的网元和连接进行策略管控，形成基于大数据分析的策略驱动的网络管理能力。

网络实时策略控制由控制网元根据策略模板来实现，策略模板主要包含了执行网元进行策略控制的 KPI 阈值依据和对应的动作，KPI 阈值的测量分析可以由执行网元自己实现，也可以通过 API 调用由大数据分析模块提供的测量任务来实现。

中兴 Policy Mgt 解决方案——vUPC 提供统一策略管理平台，主要负责整个网络的策略设计，策略冲突监测，策略验证，策略发布，统一策略视图等功能。

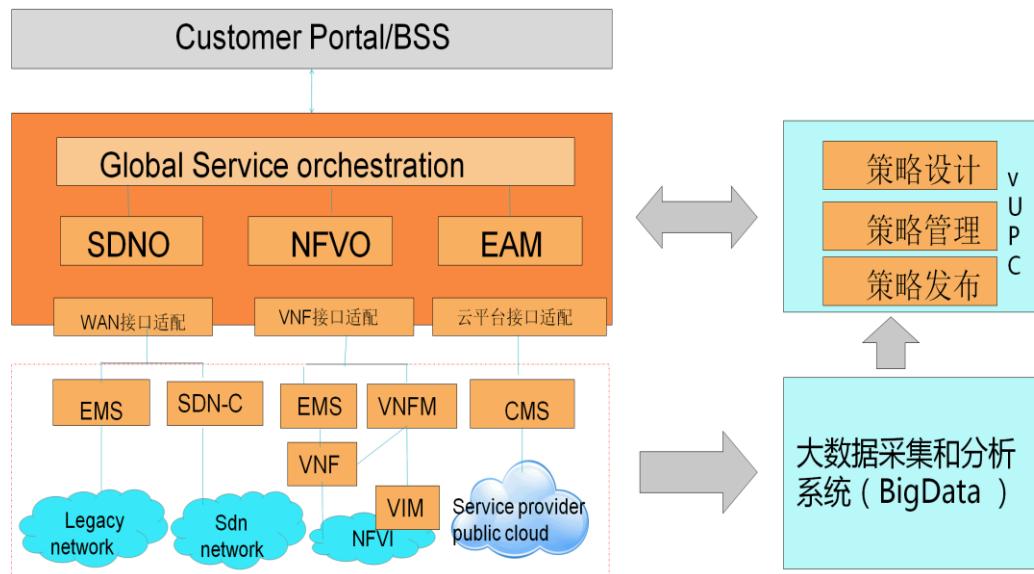


图 2-12 由大数据、策略管理和资源编排构建策略驱动的网络自适应闭环系统

#### 2.4.7 BigData：数据的收集、分析与加工

大数据采集和分析是 MICT-OS™ 的核心组件，提供 MICT-OS™ 中各应用统一的数据采集、数据存储、数据分析能力。各 MICT-OS™ 应用基于大数据平台，对业务性能、网络流量、客户体验、客户行为、网络故障等进行分析和预测，支撑路由动态优化、网络弹性伸缩、业务 SLA 保障等功能，并为统一策略管理模块提供策略制定依据，逐步实现网络的自动化闭环管理。

中兴Big Data解决方案——DAP为MICT-OS™各类应用提供统一的大数据采集和存储、管理、分析挖掘能力。基于DAP的大数据采集和分析架构如下图所示：

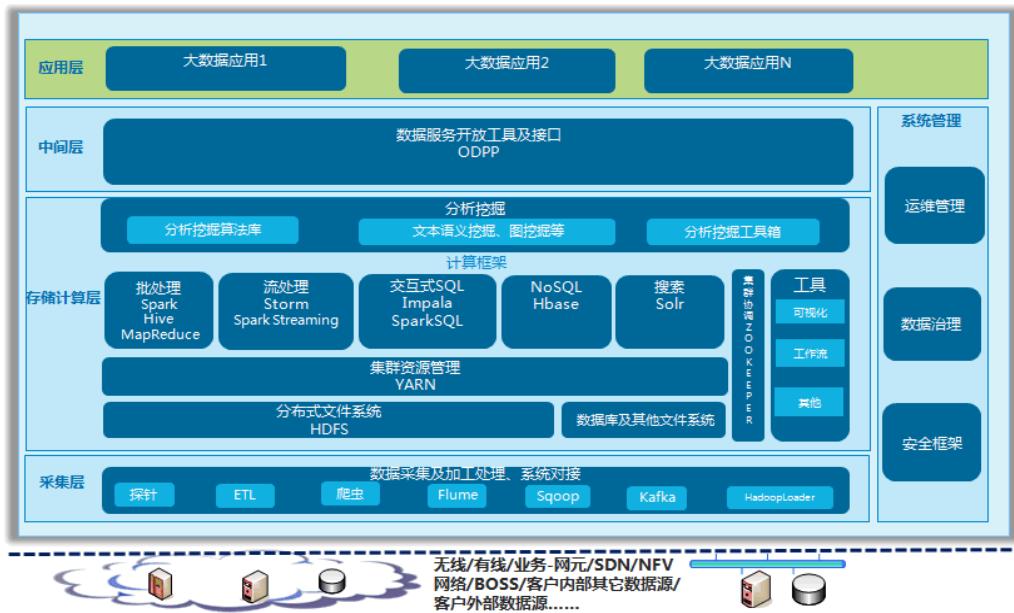


图 2-13 大数据分析平台架构

**应用层**：MICT-OS™ 大数据平台为所有的应用提供各自需要的大数据分析结果。

**中间层**：为上层应用提供分析挖掘基本算法和框架，以及数据建模工具、数据开放能力。

**存储计算层**：提供对结构化、半结构化、非结构化数据的稳定高效的海量数据存储以及供上层访问的数据接口，数据包括实时数据和非实时数据。计算存储层支持批量计算和流计算，能够对海量数据提供高效的分析和计算。

**采集层**：负责从多个数据源采集数据，并对数据进行清洗和转换，把外部系统的数据转换成适合本系统存储和分析的格式，并装载到存储层。

**数据源**：MICT-OS™ 大数据平台采集包括但不限于从传统网络及 SDN/NFV 网络所采集的网络状态信息、传统 BSS/OSS 数据，社交网络数据、以及需要的外部数据源数据。

**公共管理**：对平台中的各组件进行统一管理，包括安全管理、日志管理、告警管理、性能管理、版本管理、监控管理等。

#### 2.4.8 能力开放平台：商业使能的核心平台

中兴能力开放平台的定位：

- 运营商“互联网+”使能者的核心平台；
- 开发者的创业创新基地；
- 能力提供者的能力营销平台；

中兴能力开放平台是基于微服务化的 PaaS 基础能力平台构建统一能力开放平台，面向能力开放和运营，支持应用开发、API 管理和计费服务，提供应用托管、服务集成等能力，充分利用自有和第三方服务，支撑互联网开发模式，实现开放维护一体化(DevOps)的能力开放新模式。

中兴能力开放解决方案能力中包含 3 个层次，分别是能力使用层，能力开放层，服务提供层：

- 能力使用层，主要是开发者和运营商自身通过能力开放平台注册和应用开发、第三方应用和自营业务申请使用某种能力 API。
- 能力开放层，汇聚 ICT 资源服务形成能力库，对能力发布、订购、使用、上下架和注销全生命周期各个环节进行管控，保障消费者有序使用能力，中兴能力开放层主要包含 3 大主要模块，分别是能力服务平台，能力整合平台，能力管控平台。
  - 能力服务平台，主要包含开发域和运营域，开发域主要包含开发门户和开放框架等，

运营域主要包含运营门户，服务市场，应用商用等。

- 能力整合平台，主要是基于服务总线进行能力整合，将基础能力微服务化，服务能力可以按需整合，分层开放，场景化定制。
  - 能力管控平台，主要是提供能力开放平台总体的安全控制，系统控制，能力管理等功能
- 服务提供层，主要是运营商可以提供的基础能力，例如网络能力，运营能力，IT能力等。

#### 2.4.9 运营重构的价值亮点

MICT-OS™是云网融合的ElasticNet的智能管控大脑和对外能力开放的中心。MICT-OS™系统的关键亮点如下：

- 引入GSO，实现E2E业务服务编排，增强网络的部署运维自动化，便于运营能力快捷开放。
- 以大数据平台DAP为基础，实现关键数据的采集、深度分析与挖掘，为整网的关键决策和动态调整提供支撑。
- 引入了商业使能开放组件和统一策略组件，便于运营商实现业务模式转型和商业模式创新，提升整体运营能力。
- 通过引入设计域和执行域的概念，构建运营运维闭环系统，通过设计->执行->大数据分析->再设计，不断优化网络，提升客户体验。

### 3 中兴通讯 ElasticNet 弹性网络典型应用场景与方案

前面以水平分层的视角阐述了 ElasticNet 网络架构，ElasticNet 受益于云、SDN 和 NFV 技术，具备了前所未有的弹性、灵活、高效的特征，不但可以满足多变的传统业务，还将具备能力支撑新型综合应用场景：CO 重构，5G 网络切片和随选网络等。

#### 3.1 基于边缘云的 CO 重构方案

##### 3.1.1 CO 重构成为运营商网络转型的重要切入点

电信运营商正面临从传统网络向以 SDN/NFV 为代表的新型网络转型所带来的挑战和机遇。如何改造现网中存在的大量通信机房和通信设备，如何能够既充分利用现有的机房资源，又逐步实现传统网络向 SDN/NFV 新网络的转型，成为摆在运营商面前的一道难题，CO ( Central Office ) 重构方案提供了破解这一难题的重要手段和路径。CO 重构方案通过将传统的 CO 机房改造为新型的数据中心，来降低网络的 CAPEX 和 OPEX，提升用户体验，并为用户提供更丰富、更便捷的增值服。

基于 SDN/NFV 的弹性网络以多级 DC 架构 ( 中心 DC、区域 DC 和边缘 DC ) 为基础，已经成为网络架构演进的共识。与互联网公司相比，数量众多、接近用户的属地化边缘 DC 将成为电信运营商的核心优势和重要资产。边缘 DC 主要覆盖本地网层面，满足本地业务接入，关注低时延和用户体验提升，其建设的重点就是对现有的本地网 CO 机房进行重构。

### 3.1.2 CO 重构方案概述

#### 3.1.2.1 CO 重构中边缘 DC 的选择

CO 机房重构使用通用服务器对传统网元进行改造，有利于设备的集中部署和资源共享，将会带来 CO 机房数量的下降，因此原有 CO 机房中只有部分条件合适的会被改造为边缘 DC，其他机房将会退网。

哪些 CO 机房适合被改造为边缘 DC，需要考虑以下几个因素：

i. 机房的电力/空调的容量是否足够？

传统电信专用设备每机架功率密度约 2kW~4kW，而数据中心的 IT 机架可以容纳 20~30 台服务器，功率密度将提升到每机架 10kW~20kW，因此对机房的电力、空调都提出更高的要求。

ii. 机房的面积是否足够？

基于假定模型，一个边缘 DC 服务于 20 万宽带用户，40 万无线用户，1 万政企用户，几类主要网元 vCPE、vEPC、vCDN、vBNG 等所需的计算资源约 80 台服务器左右，按每机架 10 台服务器计算，约 8 个机架，基础网络设备所需的 Spine/Leaf 交换机、网关、防火墙、负载均衡等各类基础网络设备约 20-30 台，约 5 个机架，考虑其他存储资源、配套设备等，一个边缘 DC 中 CT 云业务共需 15-20 个机架资源，约 60m<sup>2</sup> 机房空间。另外，云托管、云主机等政企云业务需要根据实际需求预留相应的机房空间，因此建议边缘 DC 选择 150m<sup>2</sup> 以上的机房进行改造。

iii. 机房的光纤资源是否丰富？

由于边缘 DC 覆盖更多的用户，将会有更多的接入节点上联至 DC，DC 所在局所的光纤资

源需要尽可能丰富，才能满足大量用户接入的需求。

因此，在边缘 DC 的物理局所选择上，需要综合考虑电力、空调、面积及光纤资源等多个因素，选择合适的 CO 机房进行改造。

### 3.1.2.2 CO 重构后的边缘 DC 网络架构

CO 重构的架构有以下几个主要特点：

- 1 ) CO 机房将改造为属地化 ICT 融合的云化 DC，既可以服务于本地电信 CT 云业务，也可以服务于本地政企云业务；
- 2 ) 通过多功能网元 TTGW 实现在现有城域网上叠加建设本地 DC，有利于传统业务逐步平滑迁移至边缘 DC 中；
- 3 ) 接入层面 (OLT、BBU) 引入 VxLAN，实现自动化管理；
- 4 ) 支持固移融合的未来演进。

CO 重构后的边缘 DC 将采用分布式 DC 的部署方式，原 CO 机房改造为边缘 DC 的主节点，原接入机房也将进行类 DC 的改造 (专用设备与通用设备结合)，成为边缘 DC 的远端模块，与改造后的 CO 机房一同构成分布式边缘 DC。

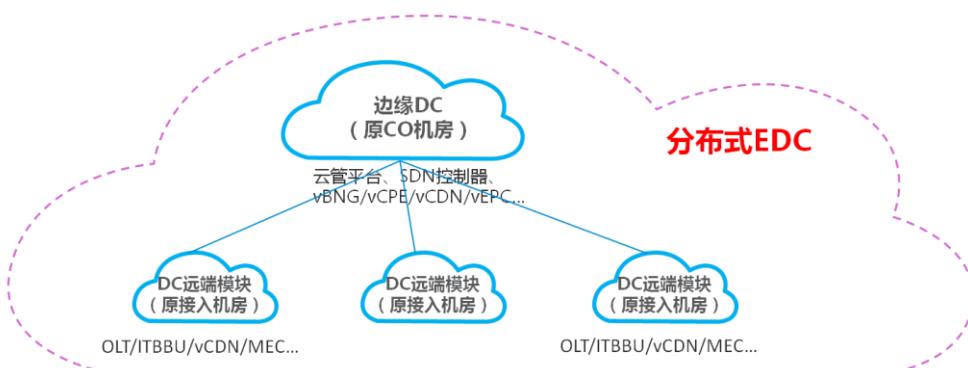


图 3-1 分布式边缘 DC 的部署方式

### 3.1.3 CO 重构的方案价值

#### (1) BNG 集约化部署，设备数量大幅降低 80%

vBNG 控制面虚拟化，形成控制面集群，性能可弹性扩展，不再成为处理瓶颈；

转发面资源池化，灵活复用、弹性分配，实现忙闲时错峰资源共享，提升转发面设备的利用率，同时大幅降低转发设备数量。

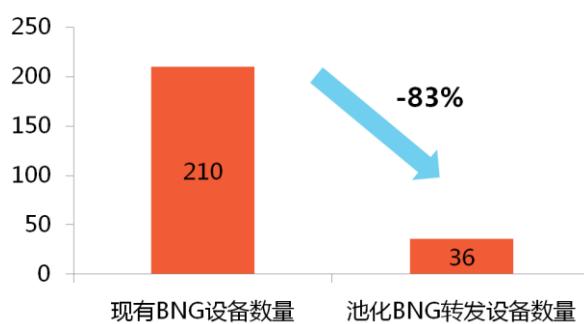


图 3-2 以某运营商本地网为例 BNG 资源池化带来的设备数量节省

#### (2) 新增多功能网关 TTGW，在现有城域网上叠加建设本地 DC，实现业务的平滑过度

TTGW 既承担原有 BNG 功能，传统上网业务直接通过 TTGW 上联城域网 CR，兼容原有业务流程，同时又承担 DC 的 leaf 节点及网关功能，可以将增值业务导入 DC 中，并实现 DC 南北向流量的网关，此外 TTGW 还承担 SFC 的深度流分类功能，支持 DC 内灵活的业务链服务。

#### (3) 减少城域网穿透流量，并提升用户体验

vCDN 缓存下沉至边缘 DC，大量视频流量实现就近访问，减少 30%以上的城域网穿透流量，减轻 CR 核心路由器的扩容压力；

vEPC 用户面下沉至边缘 DC，移动流量实现本地处理，大幅降低业务时延，提升用户体验。

#### (4) 可扩展性强

用户规模可扩展：边缘 DC 的计算、存储、转发等基础资源都实现了资源池化，可以根据

业务量进行灵活的弹性伸缩，不再受限于传统专用硬件处理能力的限制，用户规模可以实现任意扩展；

业务类型可扩展：由于采用了通用 COTS 硬件，未来各类新业务、新应用都可以按需加载到边缘 DC 中，随需进行网络切片，支持更广泛的业务扩展。

#### (5) 集中管理

CO 重构后，网络实现 SDN 化，业务实现 NFV 化，边缘 DC 中统一部署管理系统，所有资源，包括计算、存储、网络等，形成一个数据中心的集合，便于集中进行运维管理，有效降低运维成本。

## 3.2 面向 5G 的网络切片方案

### 3.2.1 网络切片的实现可满足 5G 多场景需求

无线移动通信以其使用的广泛性和接入的便利性，未来将不再局限于人与人之间的沟通，其应用将扩展到人类社会的各个方面。随着移动网络向5G演进，5G移动宽带系统将是一个全业务多技术融合的网络。ITU定义了5G的三个主要应用场景：一是移动宽带（MBB），面向4K/8K超高清视频、全息技术、增强现实/虚拟现实等应用，移动宽带的主要需求是更高的数据容量；二是大规模机器通信(massive IOT)，海量传感器部署于物流、智慧城市等众多领域，传感器设备非常密集，大部分是非移动的；三是高可靠低时延通信。特别是当5G应用于无人驾驶、远程机器人控制、远程医疗手术等实时应用领域，要求超低的端到端时延，通常不能超过几毫秒。NGMN也给出了5G的相关描述，5G网络切片是针对特定的应用场景或商业模式的一组5G网络功能和专用的RAT（Radio access technology）集合构成的。已定义的概念包括了网络切片

蓝图、子网络切片蓝图、网络切片实例、子网络切片实例等。上述应用对速度、容量、覆盖率、安全性等都有不同的要求，这就需要5G网络以灵活的“网络切片”方式构建，运营商可以根据用户要求对速率、容量和覆盖率等网络性能指标进行合理的网络切片部署和灵活动态的调整，从而满足不同应用场景下的个性化需求。

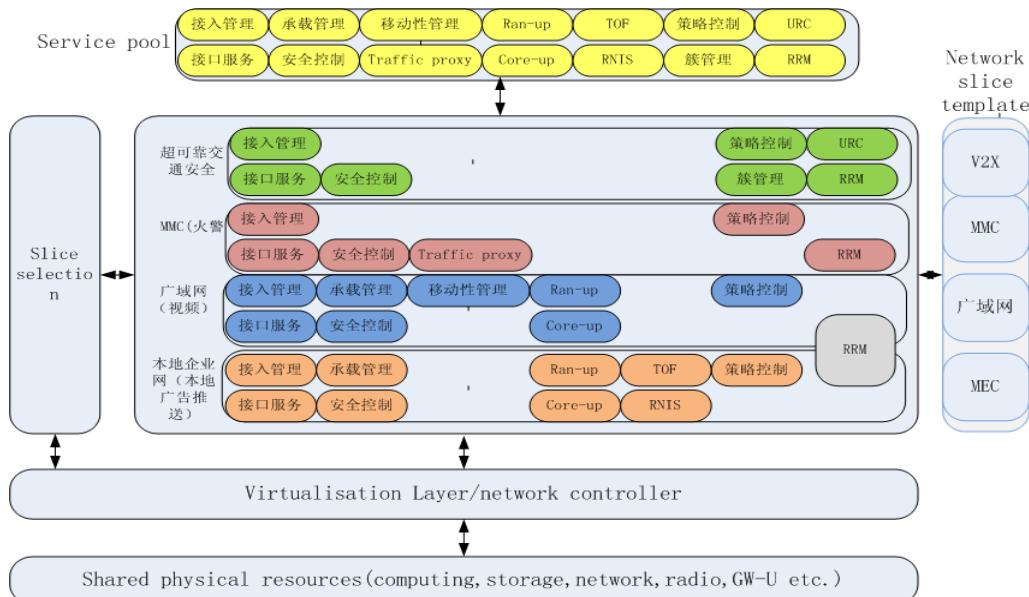


图 3-3 5G 电信网络原型示例

5G 之前的网络可以类比为专项体操运动员，5G 网络则是个全能体操运动员。5G 网络将面向不同的应用场景需要将部署的物理网可灵活按需配置为满足各场景的专属网络，每个特定专属网络面向不同的应用场景需求，专属网络间是逻辑独立的，互不影响。如上图中所示，在网络切片蓝图（网络切片模板）中定义了各切片网络的网络功能构成和链接关系，可以通过网络切片选择来实现各网络切片在基础设施上的实例化，这些用于实例化的功能软件包事先存储于服务资源池（服务软件仓库）中。只有引入 NFV、SDN 和软硬件云化架构之后，通过强大的编排能力才能实现灵活的网络切片。中兴通讯的 ElasticNet 弹性网络方案就是以 SDN/NFV 为技术基础，具备云网融合的架构以及先进的编排运营运维系统 MICT-OS™，能够满足 5G 时代

各场景对网络能力的关键诉求。

### 3.2.2 5G 网络切片的生命周期管理与编排

具体到 5G 网络原型构建中，借鉴了 IT 最新技术，采用基于容器化、组件化、微服务化的轻型 VNF 设计思路比传统基于 VM 的重型单体 VNF 更能满足灵活的“网络切片”要求，当然 5G 网络不排斥基于 VM 的 VNF，5G 网络也要求把重构后新型的 PNF(物理网元功能)纳入到且切片管理中来，各形态 NF/NFC 能够有机编排为子网切片和网络切片，一些基本概念在 5G 网络架构中定义如下：

- ◆ **网络切片 ( Network Slice )**：一组网络资源构成为特定商业目的或客户服务的逻辑网络；由 0/1/多个子网切片构成，如跨接入设备、承载网、核心网、业务平台端到端网络服务。
- ◆ **子网切片( SubNetwork Slice )**：一组网络资源实例构成的功能集合，如 RAN、EPC、IMS、OSS/BSS 等。
- ◆ **网络资源 ( Network Resource/Network Function )**：物理或虚拟化网络功能、节点、硬件或无线资源，可以被网络切片独占或共享，如 RNC、MME、SGW 等。

下图中从资源映射的视角展示了一个网络切片包含了多个子网切片，一个子网切片实现了 一个 NF 功能。一个子网可以完全由 K8S 的多个 POD 构成，也可以由 POD 和 VM 混合构成，也可以全部由 VM 构成。POD 中装入若干个 container 容器，用于微服务的 servicelet 载入，POD 和 VM 可以实现微服务的实例化。要实现一个网络切片，需要从 servicelet 整合为微服务，微服务通过注册发现机制组装为服务，服务映射到 NFC 后，在电信蓝图中经过 NFC/NF/网络子切片的层层编排与管理形成网络切片。

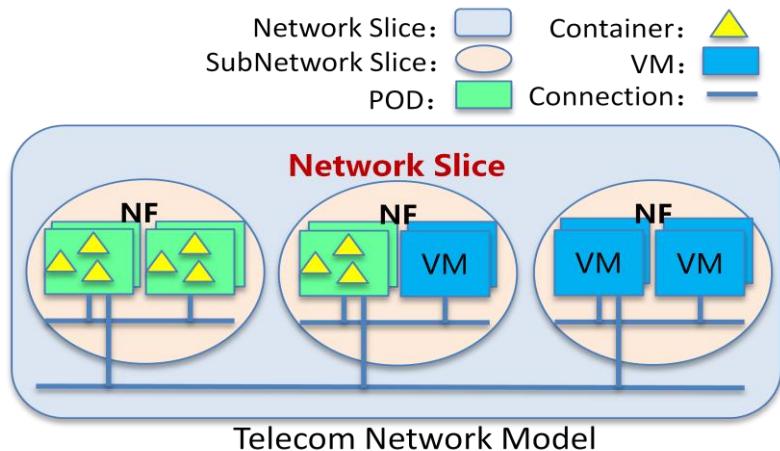


图 3-4 电信网络中与容器/VM 资源映射关系

在 5G 网络切片中，网络服务编排是尤为重要的功能。网络服务编排功能实现对网络切片的创建、管理和撤销。运营商可事先根据业务场景需求定制网络切片模板，切片模板包括该业务场景所需的基础网络服务 NS、网络功能模块 NF、各网络功能模块之间的接口和连接关系以及这些功能模块所需的网络资源。

### 3.2.3 弹性网络可实现更为细微的网络切片

结合 5G 的新需求，弹性网络的编排运维运营系统 MICT-OS™ 增强了对网络切片编排能力，也引入 NFV 增强的 ICT PaaS--电信级云工厂 Cloud Works™ 来开发更为灵活的轻 VNF，以满足更为灵活、多样化的网络切片构建。借鉴 IT 的微服务化设计理念，把传统网元虚拟化后的 VNF 进一步颗粒化、组件化、容器化；构建标准的组件模块来拼装新型 VNF，可实现网络业务容量大小各异的同类 VNF 和容量接近的不同类 VNF 中的组件共享。MICT-OS™ 可做到网络切片的微型化，服务于更为灵活的场景需求。

MICT-OS™ 可以为运营商网络建设和运维人员提供 Portal 入口，实现网络多切片的自动化部署与运维。

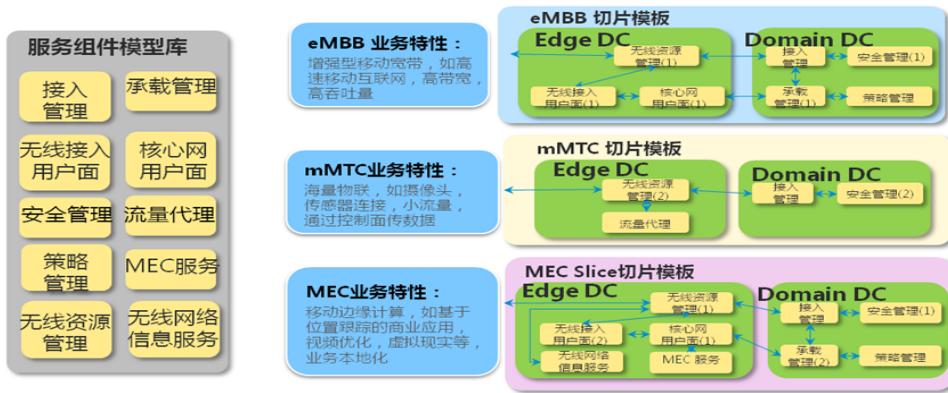


图 3-5 服务组件模型库和网络切片模板

MICT-OS<sup>TM</sup> 包括了满足网络切片要使用的服务组件模型库和结合业务特性的可供调用的切片模板。切片模板中包括事先预置的各组件模型在弹性网络中的位置、使用数目和组件模型间的连接关系。服务组件模型库中可以包括接入管理、承载管理、无线接入用户面、核心网用户面、安全管理、流量代理、策略管理、MEC(移动边际计算)服务、无线资源管理和无线网络信息服务等，如果在 Cloud Works<sup>TM</sup> 组件库中有新的类型组件产生，其对应的模型也可以自动注入服务组件模型库中。

运营商网建和运维人员可在 MICT-OS<sup>TM</sup> 中导入 eMBB 切片模板，在可视化编排系统中结合自身特征对模板内容进行适当修订并校验后，进入到自动化部署流程。MICT-OS<sup>TM</sup> 编排系统根据该切片的要求申请网络资源，并在分配资源上完成 eMBB 的实例化，包括创建虚拟网络功能模块、实现各模块链路打通和配置，完成网络服务能力的校验与提供。运营商人员可以继续导入 mMTC 切片模板和 MEC 切片模板，MICT-OS<sup>TM</sup> 编排系统校验各数据中心的资源使用情况，在资源许可的前提下，按照上续流程完成切片的实例化。MICT-OS<sup>TM</sup> 还能够对形成的网络切片进行监督管理，允许根据实际业务量，对网络资源的分配进行扩容、缩容和动态调整，并在生命周期到期后撤销网络切片。可通过大数据收集和策略抉择驱动网络优化，来促使“网络

切片”划分和网络资源分配更为合理，并实现自动化运维，及时响应网络和业务的变化，保证用户体验和提高网络资源利用率。

### 3.2.4 网络切片的方案价值

弹性网络的 MICT-OS™ 增强了对网络切片编排能力，实现网络按需生成、体验按需生成、业务按需生成，快速低成本构建网络基础服务。

弹性网络引入 NFV 增强的 ICT PaaS--Cloud Works™ 在实现新型 VNF 应用托管、高效 Dev 开发环境和 Ops 优化三大能力之外，还构建一个基于组件开发、组件运营和服务管理的云工厂能力，可吸引多方开发者，实现低成本的、层出不穷的、个性化的业务创新。

弹性网络通过 MICT-OS™ 和 Cloud Works™ 共同协作，可做到网络切片的微型化，服务于更为灵活的场景需求。

总之，弹性网络顺应 5G 网络的新需求，将在新时期有力帮助电信运营商实现网络全面云化、可切片化、业务创新和管理转型，向 5G 需要的未来网络平滑演进。

## 3.3 随选网络应用方案

### 3.3.1 随选网络可以满足用户对网络和业务的随需定制需求

一直以来，由于网络的封闭性，使得用户无法根据需求来获得网络资源和服务，严重限制了业务的发展。 SDN 技术通过将网络的控制面和转发面分离，实现网络的集中控制，通过网络能力的开放，让客户按需获得各类网络资源和服务，因此随选网络( Network On Demand )正是客户需求和当前技术发展相结合的产物。

基于对网络本身的剖析以及对各种应用场景的需求分析，将随选网络分为两大部分的内容，分别为随选的网络连接和随选的业务功能。如下图所示：

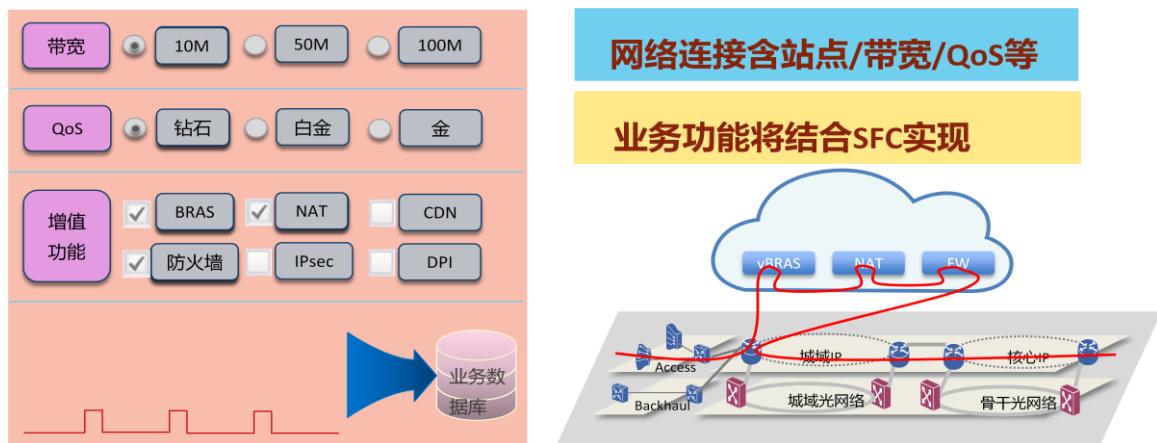


图 3-9 随选网络的业务解析

用户可根据自身需要来选择网络连接服务和业务功能服务，网络连接服务包括选择相应的站点，带宽，QoS 等相关内容，可以为用户定制端到端有质量保障的自动专线服务；在此基础上，用户还可以选择所需的业务功能服务，比如：NAT，防火墙，DPI 等，并且可以根据用户的需求形成相应的业务功能链。

当用户选定所需的网络连接服务和业务功能服务后，业务通过编排，由相应的控制器实现网络业务的自动化部署，真正实现所见即所得，业务快速部署和调整，大幅提升用户感知。

### 3.3.2 网络连接的随选

网络连接的随选主要是按需建立各种企业专线，与传统专线相比，随选网络可以通过 SDN 控制器实现专线的自动建立，并且可以自由的选择专线地点，动态的调整带宽和服务等级，主要聚焦在三大应用场景，分别为：Site-to-Site，Site-to-Internet，Site-to-DC。

Site-to-Site 主要为企业用户提供点到点或点到多点的专线服务，满足企业总部与分支之

间，分支与分支之间灵活的自动化企业专线需求；

Site-to-Internet 主要为企业用户提供访问互联网的专线服务，满足企业内任意位置（总部及任意分支）的 internet 接入需求，企业分支可以选择就近接入 internet 或通过企业总部统一接入 internet，还可以灵活的按需调整企业到 Internet 的接入带宽；

Site-to-DC 主要为用户提供访问数据中心资源和业务的专线服务，DC 内丰富的资源池可以为企业用户提供更丰富的各类业务功能或应用，site to DC 就是提供企业的云接入能力，该方案需要和 DC 内的方案配合，实现 DC 外的连接协同以及 DC 内业务功能的随选。

### 3.3.3 业务功能的随选

企业用户除了基本的网络连接需求外，更重要的是希望根据自身需求选择适合的业务功能，因此随选网络方案的另一个重点是提供业务功能的随选，包括提供 DC 内的集中式功能随选和客户侧的分布式功能随选。

#### 3.3.3.1 结合 DC 的集中式业务功能随选

随着城域网的 CO 重构，本地网内将逐步建设一些新型的云化 DC，DC 内可以提供虚拟化的资源池能力，提供各类公有云、私有云、IT 云等服务，企业用户所需的各种增值业务能力都将通过 DC 内的 NFV 提供。因此，随选网络方案可以结合本地网的 CO 重构，为企业用户提供包含网络连接和业务功能的综合性随选服务，通过统一的编排器协调 DC 外的 SDN 控制器，从而打通城域网到 DC 内的端到端的企业专线，并通过 SFC 的方式来实现 DC 内的业务功能随选。企业用户可以根据需求选择所需的增值业务，如 NAT，防火墙，DPI 等。

### 3.3.3.2 基于微云网关的分布式业务功能随选

部分大中型企业用户，对于业务的安全性和自主性要求较高，需要一些本地的增值业务功能，如本地的 FW、NAT 和 WAN 加速能力，因此需要用户侧的本地接入网关具备较强的智能能力。

微云网关就是适合该类大中型企业用户的智能型综合 CPE 产品，与普通 CPE 设备相比，微云网关具备较强的计算能力，不仅可以提供 SDN 化的网关接入功能，还可以安装各类本地的 NFV 软件，提供分布式智能能力，实现本地的增值业务，在远端 DC 出现故障或连接中断的情况下，仍然能够保持企业内部的增值业务正常使用。

随选网络方案可以实现集中式和分布式相结合的业务功能随选方式，根据用户需求，灵活的配合使用。

### 3.3.4 随选网络的方案价值

随选网络是 SDN/NFV 新的发展阶段，可以进一步提升用户体验，增强运营商的服务能力，从而增加业务收入，该方案的主要价值有：

- 1 ) overlay 建设方式，无需对现网进行改造，可以快速实现业务部署；
- 2 ) 与传统专线相比，实现网络连接和业务功能的自动部署，大幅缩短了用户获得服务的等待时间，同时提供了更为丰富的增值业务，可以有效提升用户体验；
- 3 ) 通过业务链的方式提供更多的增值业务，既可以增加运营商的业务收入，又可以增强企业用户的粘性；
- 4 ) 实现集中式和分布式相结合的业务功能随选方式，可以灵活满足不同用户的多样化需求，同时实现云端和本地业务的互补。

## 4 弹性网络未来展望

综上所述，ElasticNet 以“一个中心，双轮驱动，三层重构”为宗旨，通过多级解构，资源聚合，水平分层代替传统的垂直整合业务提供模式，从而实现了资源的集约、高效与敏捷管理，并以此构造未来网络目标架构，支撑 CO 重构、5G 网络切片、随选网络等典型应用场景。

ElasticNet 在将在如下领域进一步探索和合作：

- 开源项目的协同互动

基于开源构建 ElasticNet 网络的控制与编排节点；同时将 ElasticNet 的理念与技术贡献给开源社区。

- 产业合作与集成

进一步建设 ElasticNet 开放网络实验室，构建业务 DevOps 环境，邀请产业伙伴共同在 ElasticNet 网络架构上进行业务开发和设备增强，打造集成产业链。

- 运营商深度合作

与运营商合作伙伴深度合作，共同研究探索未来网络迁移中的问题并验证相应的解决方案，支持合作伙伴更好的把握网络发展的新契机，实现全面的网络创新和业务创新，在网络变革时代占据先机。

ElasticNet 弹性网络同时又是中兴通讯 M-ICT 战略的重要组成部分，中兴通讯将以更加开放的心态和永不倦怠的探索精神来迎接移动互联、万物互联的 M-ICT 新时代，携手合作伙伴共筑未来网络……

## 5 主要缩略词表

AC : Access Controller

AG : Access Gateway

AR : Access Route

BBU : Building Baseband Unit

BNG : Broadband Network Gateway

BRAS : Broadband Remote Access Server

BSC : Base Station Controller

COTS : Commercial-off-the-shelf

CDN : Content Delivery Network

CMS : Cloud Management System

CO : Central Office

CR : Core Router

DAP: Data Analysis Platform

DC : Data Center

DCI : DC Interconnection

DevOps : Development & Operations

DPDK : Data Plane Development Kit

EAM : Enterprise Application Management

EPC : Evolved Packet Core

EVPN : Ethernet VPN

EMS : Element Management System

GPP : General Processing Platform

GSO : Global Service Orchestrator

IDC : Internet Data Center

IMS : IP Multimedia Subsystem

IPRAN : Internet Protocol Radio Access Network

MBB : Mobile Broadband

MEC : Mobile Edge Computing

M-ICT : Mobile-Information & Communications Technology

MICT-OS : Mobile Information & Communications Technology-Operating System

NF : Network Function

NFV : Network Function Virtualization

NFVO : Network Function Virtualization Orchestrator

NS : Network Service

ODL : OpenDaylight

ONF : Open Networking Foundation

OLT : Optical Line Terminal

OPEX : Operating Expense

PaaS : Platform as a Service

PNF : Physical Network Function

PTN : Packet Transport Network

RCS : Rich Communication Suite

RNC : Radio Network Controller

SD-DC : Software Defined - Data Center

SDN : Software-Defined Networking

SDNO : SDN Orchestrator

SDON : Software Defined Optical Network

SD-WAN : Software Defined - Wide Area Network

SeGW : Security Gateway

SR : Service Router

TECS : TULIP Elastic Computing System

TOR : Top-of-Rack

TTGW : Tunnel Termination Gateway

UDC : User Data Convergence

v-CPE : virtual - Customer Premises Equipment

VNF : Virtual Network Function

VNFM : VNF Manager

vUPC : virtual Unified Policy Center

VxLAN : Virtual Extensible LAN

XaaS : X(Everything) as a Service

ZENIC : ZTE Elastic Network Intelligent Controller