



中国联通新一代网络架构白皮书 (CUBE-Net 2.0)

中国联合网络通信有限公司网络技术研究院

2015年9月

目 录

一、	引言.....	1
(一)	背景.....	1
(二)	定位.....	1
二、	新需求与新挑战.....	2
(一)	发展需求.....	2
(二)	主要挑战.....	3
三、	新愿景与新理念.....	4
(一)	愿景内涵.....	4
(二)	架构理念.....	5
(三)	关键特征.....	8
四、	新网络架构.....	14
(一)	协同部署架构.....	14
(二)	核心技术体系.....	17
五、	新服务场景.....	22
(一)	企业用户的服务云化迁移.....	22
(二)	IDC 资源虚拟化及互联.....	23
(三)	智能边缘网络能力开放.....	24
(四)	IP 与光网协同控制.....	24
(五)	信息内容动态传递.....	25
六、	新运营生态.....	26
(一)	Devops 迭代开发.....	26
(二)	标准与开源.....	27
(三)	软件硬件采购模式.....	27
(四)	集约化运营.....	28
七、	展望.....	28
附录 A:	术语和缩略语.....	29

一、 引言

(一)背景

如同电力网络是工业时代的基础设施一样，互联网成为了信息时代的基础设施，人类依托互联网正在迈进智能化和大数据时代。

随着“互联网+”、“工业 4.0”、“智慧城市”等概念的提出，智能终端以及云服务将得到更广泛普及应用，网络的规模和流量快速增长，预计未来 5~10 年，宽带流量有 10 倍的增长，连接节点数增加到百亿量级，网络和信息服务领域已经不再限于公众用户，越来越多的传统服务和行业应用成为互联网的新兴发展领域。同时，软件定义网络 (SDN)、网络功能虚拟化 (NFV)、超宽带网络、云计算、大数据、人工智能等新兴技术不断涌现，驱动网络和信息服务基础设施开始新一轮的大变革。

信息技术和商业模式的创新为通信行业带来新的发展机遇，推动基础电信运营商重新思考自己的定位，坚持以“网络运营”为本，在提供高带宽、低时延以及高可靠的网络连接服务同时，更加注重用户体验和服务创新，为整个 ICT 产业创建更灵活丰富的网络能力服务和更安全可信的商业生态环境，并以更加开放的姿态实现与产业链各方的合作共赢。

“网络运营”以支撑和服务“业务应用”为目的，需要随业务需求的变革而不断演进，用户端移动化、服务端云化和数据海量成为发展大势，信息通信主体从端与端通信转为智能终端与云之间的通信，运营商网络本身必须随之进行转型和变革，通过新技术、新模式的引入，实现网络的可持续经营，迎接新兴网络服务时代的来临。

(二)定位

中国联通致力于成为“信息生活的创新服务领导者”，着力实施“移动宽带领先与一体化创新战略”，通过提供领先的宽带网络能力以及一体化的服务策略来满足客户各类信息生活需求。

为应对新形势下用户环境和业务环境的变化，尤其是 OTT 和云服务对网络体系的冲击影响，中国联通网络技术研究院于 2013 年启动了面向未来可运营的新一代网络技术体系和架构—CUBE-Net1.0 研究计划，并积极开展相关技术试

验，探索网络架构重构的可行技术路线。

CUBE-Net 1.0 着眼于应对业务云化对运营商网络的冲击，通过合理调整网络节点布局和优化网络结构，引导业务流量流向，为云服务商提供差异化网络连接服务，推动电信网络运营面向云服务的转型，构建面向云服务的泛在宽带弹性网 CUBE-Net (Cloud-oriented Ubiquitous-Broadband Elastic Network)。

为进一步提升端到端的用户体验、实现 CT 与 IT 深度融合以及端管云协同发展，CUBE-Net 的内涵进一步丰富，在面向云服务 (Cloud) 的基础上，引入面向客户 (Customer)、面向内容 (Content) 等新的服务元素。对于网络即服务 (Network as a Service) 的定义也从狭义的网络连接和转发服务向广义的信息转发、存储和计算一体化服务范畴扩展。

我们将这种适应新形势要求的新一代网络架构命名为： CUBE-Net 2.0。

二、 新需求与新挑战

(一) 发展需求

中国联通依托 3G 时代建立的“网络领先、业务领先、服务领先”优势，加快 4G 网络建设，优化资源配置，调整发展模式，积极打造新的差异化竞争优势。充分发挥全国宽带网络资源和服务优势，加快固网宽带升级提速，并推进固定和移动宽带的融合和协同发展。

当前，传统以用户数量为主的发展空间更加趋窄，电话用户普及接近饱和，传统语音业务持续下滑。流量和带宽经营成为新的业务重心，业务发展方式也从增量扩张为主转向调整存量和做优增量并举，更加理性地关注量质并重、量收平衡。

此外，信息消费正在加速渗透至各行各业、千家万户，给中国联通带来巨大的转型发展新空间。需要积极聚焦 IDC 与云计算、ICT、物联网、大数据等行业应用热点领域，加快技术与战略布局，全面提升专业化运营能力，培育新的业务增长点。在重点行业建立网络服务和行业应用的领先优势，着力提升整体解决方案能力，实现 ICT 融合产品向行业客户的全面渗透。另一方面，需要高度关注互联网服务商的网络服务需求，互联网应用蓬勃发展，互联网服务商日益成为信息消费应用的主体提供商，其对运营商的网络服务能力提出了新的要求，也给运

营商的网络发展带来了新的机遇。

面对新形势新变化，中国联通深化实施“移动宽带领先与一体化创新”战略，抓住新机遇、实现新发展。公司将巩固和扩大宽带网络优势，充分发挥“移动宽带+固定宽带”的综合网络优势，加快打造移动宽带精品网络，全面推进固网宽带光纤化改造。此外，积极构建集中运营的差异化服务优势，对外提供一体化服务能力，对内提升一体化运营效率，为 ICT 行业创造更加灵活便捷的服务。同时关注信息消费的新发展，面向信息消费加快生产运营模式调整，加快在互联网金融、行业应用等信息消费应用热点领域以及大数据、物联网、云计算等新型业务领域的战略布局。

（二）主要挑战

随着电信运营环境日趋开放竞争，用户消费模式向移动智能迁移，ICT 融合带来了新的产业竞争对手，新兴互联网服务业态不断涌现，中国联通作为大型传统基础电信运营商，将积极引入 SDN、NFV、云计算以及超宽带网络等新的技术要素，以加快推动服务转型为目标，重构网络基础架构，以开放姿态应对未来网络运营的全新挑战。新形势下，网络运营面临的重大挑战包括：

挑战一：网络链接数和流量增长推动网络规模快速膨胀

云计算、大数据和移动互联网等技术的应用与普及，推动 ICT 环境逐渐走向成熟，物联网技术与应用在新的环境中也将得到蓬勃发展，成为推动网络服务转型的新力量。

未来 10 年，将有海量的设备联入网络，连接将变得无处不在，宽带从连接 50 亿人增加到连接 500 亿物，同时宽带流量将有 10 倍的增长，家庭千兆以及个人百兆接入成为普遍服务，而一些新业务（如 4K/8K 视频、虚拟现实游戏、汽车无人驾驶等）对网络丢包率、时延的 QoS 要求更苛刻。

挑战二：业务云化和终端虚拟化颠覆网络全局流量模型

随着云计算的发展和大规模移动网络的建设，用户对宽带的需求已从基于覆盖的连接，转向基于内容和社交体验的连接。传统电信业务流量主要服务于网络终端节点之间的通信，符合泊松分布模型，而互联网流量和流向由热点内容牵引，难于准确预测，数据中心成为主要流量生产和分发中心，呈现无尺度分布特征，且与现有电信网络部署架构不匹配。

同时，终端的发展与客户对业务体验的极致追求密切相关，基于开放平台的智能终端逐渐成为用户接入的主流。随着云计算、虚拟化和 SDN 技术的发展，出现“云终端”的新设备形态。云终端具有部署、迁移的灵活性，在满足用户对业务灵活体验的同时，也带来了网络流量模型的彻底变革。

挑战三：专有网络和专用设备极大增加网络经营压力

随着固定和移动网络覆盖范围的扩大，网络规模日趋庞大，网络服务需要由具有不同功能属性的多个专业网络组合提供，各专业网络彼此之间条块化分割，能力层次不齐，业务的端到端部署和优化困难。同时，传统设备研发和部署体系封闭，网元功能单一和受限，功能扩展和性能提升困难，导致新业务的创新乏力以及响应滞后，无法满足互联网应用对服务的动态请求。

新设备，新技术，新协议和新业务不断出现，网络日趋复杂，目前电信运营商的网络运营不仅面临 CAPEX 方面的压力，OPEX 压力也日益加大。提高资源利用率、快速响应服务需求以及降低部署和维护成本，是运营商提升网络运营服务能力必须面对的挑战。

挑战四：互联网业务创新加快驱动网络智能化转型

互联网业务创新需要更加智能弹性的网络服务，网络需要及时洞察用户需求，实时响应用户需求。今天运营商的网络难以满足互联网业务创新对网络的灵活性、扩展性、智能化、低成本等要求。实现网络的智能化控制，最大程度变现网络能力价值，是面向互联网的网络转型必由之路。

运营商网络迫切需要引入新技术进行创新。首先，改变僵化的网络架构，提供端到端的网络服务保障能力，提升基础网络智能化水平，更好的满足用户和互联网服务商的服务要求；其次，利用网络采集大数据的优势，通过数据分析和挖掘，指导网络的合理建设、运营以及优化；最后，将基础网络和大数据服务能力进行抽象，并通过标准接口对内对外实现网络能力开放，实现网络服务产品化，加速业务创新，支撑产业链协同创新。

三、 新愿景与新理念

(一) 愿景内涵

CUBE-Net 2.0 作为中国联通新一代网络架构演进的愿景，其内涵阐释包含

三层含义：

- 1) CUBE-Net 是面向客户体验的泛在超宽带网络（Customer-oriented Ubiquitous Broadband Experiencing Network）：从局部宽带向泛在宽带网络演进，通过 FTTx/WLAN/3G/4G/5G 等构筑的泛在宽带接入，基于大容量 IP+光协同的超宽承载网络，向客户提供无缝超宽带的业务体验，并满足个人、家庭和企业用户等的自定义（DIY）个性化体验需求。
- 2) CUBE-Net 是面向内容服务构建的开放生态网络环境（Content-oriented Unlimited Business Ecosystem）：从运营商直接提供语音、宽带和专线的传统商业模式，转型为搭建开放的网络服务平台，提供灵活的网络调度和内容分发能力，成为内容服务商和最终用户之间的纽带，构建新型的 B2B2C 商业模式。
- 3) CUBE-Net 是面向云服务的极简、极智的弹性网络架构（Cloud-oriented Ultra-flat Brilliant Elastic Network）：从以通信机房为中心到以数据中心为中心，构建云网协同的极简和扁平的新型网络架构。通过 SDN/NFV 弹性网络技术，智能满足云服务对实时、按需的个性化业务承载需求，支撑自身以及外部客户的云服务实现“一点引入，全网覆盖”的商业目标。

(二)架构理念

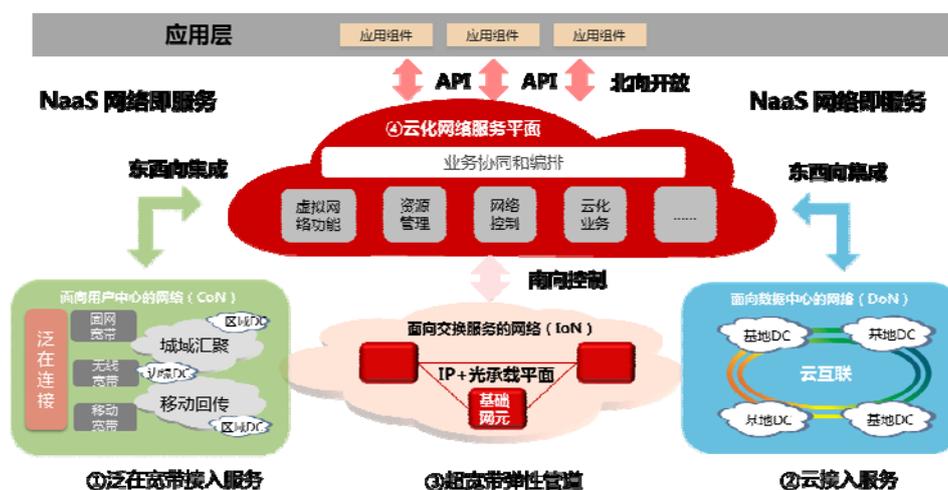


图 1 CUBE-Net2.0 顶层架构图

CUBE-Net 2.0 的顶层架构如图 1 所示，由面向用户中心的服务网络（CoN: Customer oriented Network）、面向数据中心的网络（DoN: DC oriented

Network、面向信息交换的服务网络 (IoN: Internet oriented Network) 以及面向开放的云化网络服务平面 (Cloud Network Service) 等四个部分组成。其目标就是让网络作为一种可配置的服务 (Network as a Service, NaaS) 提供给用户及商业合作伙伴, 用户能够按需获取网络资源和服务, 并可以自行管理专属分配的虚拟网络资源, 比如: 带宽、质量、链路、地址以及接入限制等能力要素。

网络即服务 (NaaS) 的实现需要以泛在超宽带网络为基础, 并引入云计算、SDN 和 NFV 技术进行网络重构和升级, 使得基础网络具备开放、弹性、敏捷等新的技术特征。CUBE-Net 主要的技术理念体现为三个方面:

1) 泛在宽带是基础

泛在超宽带是网络发展演进的基础。以 3G/LTE 为代表的移动宽带的迅猛发展极大促进了宽带的泛在化, 无处不在的宽带接入使得云服务也可以无处不在, 实现更高速率、更大容量、更好覆盖依然是移动宽带的不断追求。同时以全光接入为特征的固定宽带弥补无线资源的不足, 将移动宽带的便捷性、广覆盖与光纤宽带的高带宽、可靠性有机结合, 实现 3G/4G/5G 移动宽带、WLAN 无线宽带和光纤宽带的协同与融合, 达到宽带资源“无所不在、按需而取、优化利用、高效创造”的目标。

以“高速”为特征的超宽带是网络发展的基本追求, 也是微电子、光电子等基础技术进步的自然结果, 目的是更好地适应以视频为代表的业务宽带化和大数据发展的需求, 同时大幅度地降低单位带宽成本以确保网络的可持续发展。无论是接入、传送还是路由交换都在向着超宽带的方向发展, 追求无线频谱的高效利用和追求网络的全光化是超宽带发展的两大主题, 构建“超级管道”是整个通信业赖以持续发展的根基。

2) 弹性网络是目标

以云服务为基础的互联网业务对网络需求的突发性和可变性很强, 不同应用对网络的性能要求也存在很大差异, 再加上 OTT 业务增长难以预测和规划, 导致网络流量的不确定性加大。此外, 从用户端看, 用户的业务热点地区会经常变动, 导致用户接入端的资源需求也动态变化。建设“高弹性网络”是适应用户差异服务以及云服务发展的必然要求, 也是“云管端协同”的基础条件。资源虚拟化是弹性网络的关键, 基于虚拟化可以对网络资源进行切片, 在软件控制下灵

活地进行调配和重组。网络弹性体现在如下三个方面：一是网络的快速重构，即在软件控制下能够基于已有的物理资源快速生成或重构某一云服务所需要的虚拟网络，并能根据需要实现物理资源的快速扩展或调配，满足云服务对网络的快速开通需求；二是资源的弹性配置，即无论是光层还是数据层资源，都能实现资源的按需配置、灵活组合、弹性伸缩，从而达到资源利用效率的最大化；三是管理的智能自动，管理自动化是网络弹性化的保障，弹性网络对网络管理的要求大大提高，面对网络的频繁与动态调整，人工配置资源不但无法做到快速响应，而且出错率高，运维成本也高，而智能自动管理不但能提高管理效率，极大降低 OPEX，还有助于提升网络的可靠性和自愈能力。

3) 云网协同是手段

云服务正在成为信息通信服务的主体，为云服务提供更好的支撑就是网络发展的新使命。“云服务”的提供主体多元化，在云服务提供商与网络提供商分离的现实下，二者的协同对于服务质量和用户体验的保障至关重要。协同的前提是要坚持“开放”，推动网络服务和云服务能力的双向“开放”，通过网络与云服务之间的协同实现服务的一体化。“云网协同”有如下三方面的含义：

一是布局协同，即实现云数据中心与网络节点在物理位置布局上的协同。网络布局调整以用户流量为中心向以数据流量为中心迁移。云数据中心的选址则更多考虑土地、能源、气候等因素，我国的西部、北部等欠发达地区反而会成为未来的数据中心布局点，而这些地区通常是网络基础设施薄弱的地区，为此就需要调整网络基础设施的布局，使网络跟随云服务迁移。

二是管控协同，即实现网络资源与计算/存储资源的协同控制。云服务是建立在网络与计算/存储资源共同作用的基础上，网络与计算/存储资源的管控协同有助于实现资源效率的最优化。“软件定义”以及“网络功能虚拟化”理念为云网在控制面的协同创造了条件，可以为网络和云二者建立统一或协同的控制体系，从而使云网二者的对话和协商更加顺畅和灵活。

三是业务协同，即实现 OTT 应用与网络服务的相互感知和开放互动。首先网络要具备对业务、用户和自身状况等的多维度感知能力，业务通将其对网络服务的要求和使用状况动态传递给网络。同时网络侧针对体验感知进行网络资源的优化调整，同时通过网络能力开放 API 接口，允许用户以及云服务随时随地按

需定制“管道”的能力需求，满足用户端到端的最佳业务体验，从而实现网络与云服务的双赢。

（三）关键特征

为实现上述技术理念，CUBE-Net 2.0 的顶层架构特征可概括为“面向云端双中心的解耦与集约型网络架构”（1 项原则+2 个中心+3 维解耦+4 类集约），具体解释如下：

1) 一项原则：网络服务能力领先与总体效能最优

CUBE-Net2.0 倡导“网络即服务”的网络发展理念，坚持以多资源协同下的网络服务能力领先与总体效能最优为建网原则。

网络服务能力是运营商的核心竞争力，传统网络主要服务于自身的业务应用，缺乏面向 ICT 行业的服务能力和服务体系。CUBE-Net2.0 以提升网络服务能力为出发点，利用云服务方式构建按需的网络服务体系，基于 SDN/NFV 增强网络服务的灵活性和适应性，更好地满足 ICT 行业对网络动态性、开放性和资源快速供给的要求。

成本对于网络的可持续发展至关重要，网络成本不仅与网络结构和网络设备密切相关，还包括机房、能源、运维等成本。在新的技术环境下，资源间的协同更易实现，效果也更为明显，因此更需要综合考虑网络发展各相关要素，尤其要注重能源、土地等不可再生资源的价值。数据中心的合理布局、网络节点和机房的集约、网络设备的绿色节能、网络结构的简化和网络运营的轻资产化对于降低总体成本越来越重要，另外随着人工成本的上升，降低运维成本的意义也越来越大。

总之，CUBE-Net2.0 一方面希望通过网络服务方式的云化、网络能力的大开放和网络管理的自动化来提升网络核心竞争力；另一方面希望通过数据中心、机房、传输线路、网络设备和计算设备的协同规划和网络运维的简化来降低总体运营成本（TCO）。

2) 两个中心：云端双服务中心的网络格局

在传统时代，“数据”与“网络”都紧跟“用户”，“用户”、“数据”、“网络”三者紧耦合；而在云服务时代，新的云数据中心选址更多考虑土地、能源、气候等因素，用户与网络因素退居其次，从而实现了数据中心的布局选择从“网络最

优”到“能效最优”的转化，这将导致“用户中心”（信息的产生和使用者）与“数据中心”（信息的存储和处理者）的解耦，逐步形成“用户”与“数据”双中心格局，网络将更多服务于“用户”与“数据”（应用）间的沟通以及“数据”本身的分发处理。

对于云服务，网络的灵活性、动态性、开放性和资源的快速提供尤为重要，网络建设理念也需要实现由“云随网动”到“网随云动”的转型。随着移动宽带的发展和智能终端的普及，“用户中心”将更多地体现为移动智能终端和物联网终端，而“数据中心”则成为信息通信服务的基础依托，其地位类似电话服务时代的电话交换机。未来网络的构建将要面向“端”和“云”两个中心，形成云端双中心的网络格局，面向“端”，就是要为用户提供泛在的宽带接入；面向“云”，就是要让网络更深入参与端和云之间的交互，不局限于为端云间的通信提供简单的连接通道，而应该通过增强网络对“云”和“端”的感知能力，为云端通信提供更多的智能增值服务，包括提供云内容分发服务以降低骨干网压力和缩短通信时延，也就是说要将网络由纯粹的连接型哑管道转型为具备更强智能和一定计算/存储能力的“云网络”宽带基础设施。

3) 三维解耦：实现弹性灵活的网络服务

传统的垂直建网思路是为满足不同业务需求而建设不同的网络，而且各网络自身的结构和功能常常是固定和紧耦合，网络设备也十分封闭。因此，网络非常不灵活，功能或结构的调整往往牵一发而动全身。功能“解耦”是实现弹性网络的基本手段，CUBE-Net 2.0 提出在如下 3 个维度实现网络功能解耦：

（1）服务功能解耦

CUBE-Net 2.0 将网络按服务功能的不同划分为用户域、互通域和数据域三个服务功能域。其中用户域负责实现用户与用户间的通信服务，涉及用户接入网内流量以及用户接入网间的流量；互通域负责用户与云服务之间的通信服务，涉及用户上传到云服务的流量和云服务下发到用户的流量；数据域负责云数据中心间的通信（DCI）以及云数据的数据分发服务（利用 CDN 将内容数据由基地云分发到边缘云），涉及数据中心间流量以及云数据的数据分发流量。独立的数据域有助于打造以“数据中心”为中心的网络，使得云数据中心间的联网和数据迁移更为高效灵活。用户与云服务的通信流量已超越用户间的通信流量成为了网络流量主体，

实现用户域与互通域的独立发展有助于将网络发展的重心逐步转移到用户与云端的通信。

(2) 逻辑功能解耦

通信网络在逻辑功能上包括资源、控制和开放等部分，传统的通信网络设备都是资源和控制一体、功能专一、体系封闭。实现资源、控制和开放的解耦不但有利于激发网络技术创新和网络服务创新的活力，增强网络弹性，还有利于降低网络建设和运维成本。SDN/NFV 为构建 CUBE-Net 2.0 提供了重要的技术手段和架构思路，独立的控制平面和基于通用硬件的虚拟化网络功能使网络服务更具灵活性和创新性，并使网络运维管理更为便捷。应用或用户可以通过网络提供的开放能力 API 接口，如同在云计算中订购计算/存储资源一样，随时随地按需订购对通信“管道”的能力需求。总之，资源、控制和开放三大逻辑功能的解耦从架构上打破了原来依赖于专有网元能力形成的封闭、僵化的网络体系，解除了对专有网络设备的依赖，同时简化了网络运维并提高了网络服务的灵活性。

(3) 部署功能解耦

网络的部署通常分为接入网和核心网，核心网还可进一步分为骨干网和城域网。传统上，介于接入网与核心网之间的边缘汇聚层由各类边缘汇聚设备（如 BRAS、SR、GGSN 和 xGW 等）构成，是宽带城域网或移动核心网的一个有机组成部分，并未作为一个独立层面显现出来。而在云服务时代，边缘汇聚层的作用和地位需要进一步加强，将其作为一个独立层面去部署和发展有助于运营商在用户与云服务的沟通中提供更好的服务和更强的管控。边缘汇聚层具有用户/业务控制、业务发放、业务监测及业务策略执行等重要功能，是连接核心网络与接入网络的第一道门户，是网络智能化的最关键环节。智能边缘控制将为终端与云服务提供信息“中介”服务，成为用户与云服务提供商的桥梁。总之，用户接入、边缘汇聚和核心转发这三层各有不同的功能和特点，在网络部署上实现用这三个层面的解耦可以使各层网络根据自身的功能需求和技术进步独立发展，增强网络部署的灵活性，同时各层内部还可根据需要进行进一步解耦。

4) 四类集约：打造高效经济的网络基础

(1) “控制平面”的集约：实现对资源的全局控制和协同管理

CUBE-Net 2.0 基于 SDN 理念，在转发和控制平面解耦的基础上，实现对控

制平面的集约。通过集中控制可以简化网络运维，提高业务配置速度，并有利于实现网络的快速部署，从而达到降低网络运维成本 (OPEX) 的目的。控制的“集约”既体现在对网络设备/资源的集中控制和全局调度，也体现在对网络资源与云计算/存储资源的协同。网络控制器/编排器和开放网络能力的北向接口 API 的自主研发将是未来运营商差异化竞争力的重要体现，在软件开发上走开源之路应该成为运营商的重要选择。

通过由厂家提供的设备模型与控制器网络模型的两层建模，实现网络设备控制面与转发面解耦、控制器集中化部署，对全网形成统一的调度策略，提高网络的可编程性和高效性；同时满足网络自动化配置、远程维护和快速故障定位的需求，从而简化网络运维，降低网络运维成本。

基于模型驱动是网络自动化配置的关键。通过业务层抽象、控制层抽象、设备层抽象，将设备语言翻译成用户和业务语言。为避免传统 OSS 从设备到业务紧耦合带来的不灵活性，SDN 采取两层抽象架构，实现业务和设备的充分解耦，提高多厂商多业务场景的自动化配置效率。

实现网络的快速部署需要远程化、自动化和智能化，可以基于 NFV 实现软硬件解耦，支持业务软件和虚拟网络功能的原子化，并可云化部署。在软硬件解耦的基础上，将计算/存储/网络资源池组化，通过引入 MANO 实现对虚拟网络功能和网络服务的生命周期管理。并通过与 SDN、Service Chain 的协同交互实现网络远程、自动、智能的快速部署，提高网络的灵活性与开放性。

(2) “数据管理”的集约：构建网络大数据平台、挖掘数据价值

业务和网络运营中源源不断地产生出海量数据，这些数据既包括网络的运行状态，也包括用户的信息消费特征，诸如网络系统产生的信令数据、用户的位置数据、呼叫的详单数据等。这些“大数据”具有体量大、质量高的特点。体量大，就是指伴随运营过程产生的海量半结构化和非结构化的数据，其突出表现在数据存储的规模大、数据的种类复杂和数据量的快速增长。但同时，这些数据又是高质量的，是最真实的网络运行、用户信息消费的体现，运营商获取的数据更准确、更全面、更便捷，是典型的“大数据”。

“数据”是运营商最宝贵的资产，具有极大的潜在市场价值，是待开发的金矿。从产业发展态势来看，数据资产是产业兴衰更替的关键所在。新兴的公司无

不是凭借其独特的数据资产，不断实现商业版图的扩张和对传统产业领地的占领。

但是海量的半结构化和非结构化数据大大降低了数据处理的效率，庞大的数据规模和复杂的数据种类也为数据的有效利用和管理带来困难。长期以来无论是用户数据还是网络数据都散布于不同的系统中，处于离散和无序状态，未能得到有效挖掘和利用。

要发挥运营商数据资产的作用，运营商首先应该将原本分散的各类数据进行整合，实现网络、存储、计算和数据的集约化运营管理。其次，大数据的核心价值在于数据关联关系的延展和深化。而运营商的数据虽然几乎涵盖了全部的通信行为，但是其多源异构的特性使得进行数据整合和关联显得尤为重要。因此，数据管理的集约和多数据源的关联是挖掘数据价值的基础。

CUBE-Net 2.0 倡导建立统一的大数据平台，实现对用户数据和网络数据的集中管理，并实现数据平台层和数据应用层的解耦，在此基础上根据需要逐步挖掘和应用数据资源。如通过数据分析挖掘，运营商可以精准地掌握用户上网行为及网络运行状况，从而可以更快速高效地响应用户的业务要求，提升客户服务能力，并实现网络的精细化优化和建设。进一步，可以在确保数据安全、不侵犯用户隐私和符合法律规定的前提下实现数据资源和数据能力的开放，将部分数据资源或经过分析整合的统计结论开放给第三方合作伙伴，开拓数据服务的新蓝海。

(3) “数据中心”的集约：打造规模化/集中化的云数据中心基地

作为云服务基础依托的数据中心正在向规模化、集中化和绿色化的方向发展。传统数据中心规模小、布局分散、功能单一、能效低下，关闭小型数据中心、将数据和服务转移到大型的云数据中心已成为全球趋势。为了满足云业务的快速发展和多种类型的适用需求，传统数据中心要逐步向云数据中心过渡，主要包括以下几个方面：

- a) 从靠近用户侧的零散数据中心演进到靠近资源的大型集约化、规模化云数据中心基地。靠近资源可以大幅降低土地、能源等建设成本，集中化、规模化部署有利于实现机架、空调、配电等资源的统一规划和模块化部署，运维人力成本也能得到相应节约。
- b) 建设能满足多种云业务使用需求的统一资源调度平台，实现地理分散的

多数据中心资源池组化。业务部署时可按不同的用户和业务需求对资源进行统一的管理和弹性分配，大幅提高网络承载能力和资源利用率。

- c) 通过软件方式针对不同的业务建设不同的标准化业务模块，并实现业务与资源的解耦。可根据用户的具体需求，灵活选择业务模块并分配相应资源，实现业务的自动化快速部署。

数据中心的集约不但体现在数据中心的规模和体量，也体现为数据中心的模块化建设思路、业务功能的大集成和资源配置的集中管控。传统数据中心的功能单一，而大型云数数据中心承担着更多的业务功能，既包括数据存储和处理服务，也包括通信服务和应用服务。数据中心中汇聚了计算、存储、网络、动力环境等多类资源，只有依靠集中控制和软件定义，才能实现资源的有效管理和快速交付。

(4) “网络节点”的集约：精简网络节点、实现功能融合集中

现有网络布局和局所设置由 PSTN 时代的技术特点所决定，受铜线通信距离的制约，每数公里范围内必须设立一个电话交换机局所，形成了今天传统运营商多局所和多网络节点的格局。另外，网络是依照业务类别独立建设，不同类网络的设备通常部署于不同机房，或者在同一机房内放置了大量功能单一的网络设备，导致机房空间利用率低、能耗大和运维成本高。

随着技术和业务的变革，逐渐有条件也有必要实现网络节点的集约化，简化网络结构，实现轻资产运营。一方面可以通过合并局所，**减少局所数量**；另一方面可以采用**机房 DC 化改造以及设备功能云化**，减少网络设备数量。网络节点的集约存在两个关键的驱动力：

- a) “光进铜退”和传输接入技术的发展

随着接入网光纤化改造的完成和 PSTN 的逐步消亡，在用户接入侧可以利用光纤接入手段实现长距离、大容量的综合接入，可以为有线和无线接入设立统一的、更为集中的综合接入局所；

- b) “互联网+”驱动 ICT 技术融合发展

随着业务向互联网迁移，云数据中心的集约化和云业务流量成为主导。从设备层面看，在引入 SDN/NFV 后，设备的业务和网络软件功能与设备的硬件解耦，不同的业务和软件功能可共享相同的硬件，并可以根据业务量的发展弹性伸缩，从架构上具备了融合业务的提供能力。融合和资源共享易于实现网络功能集约化

部署，从而实现轻资产运营。

网络节点集约化的思想在移动核心网池组化（GGSN/SGSN 池、MSC 池）、云化数据中心集中部署、分组传送网、以及 BRAS / SR 融合及池组化、BBU/OLT 拉远或与 SR 共局所放置等领域都已有尝试。网络节点的集约不但可以极大降低网络运行成本，还可以释放出大量的存量机房资源，产生更大的价值。

四、 新网络架构

（一） 协同部署架构

CUBE-Net 2.0 的核心使能技术是 SDN、NFV 和 Cloud，部署的载体是超宽网络和数据中心，如图 1 所示的顶层架构，其目标技术架构包含四个部署组成部分：

- 面向用户的泛在宽带接入环境
- 基于 IP+光的超宽网络承载环境
- 面向云服务的极简极智接入环境
- 基于云化的智能网络服务环境

1) 面向用户的泛在宽带接入环境

随着国家制定的“宽带中国”以及“互联网+”战略行动计划的推进，移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业紧密结合，宽带网络的服务对象也将从 50 亿个人用户进一步扩展到 500 亿物联网终端，宽带接入服务的场景趋于泛在，从超宽带骨干、超宽带接入延伸到泛在宽带物联。

在 CUBE-Net 2.0 技术架构中，实现 3G/4G/5G 移动宽带、WLAN 无线宽带和固网有线宽带的协调发展，将移动宽带的便捷性、广覆盖与有线宽带的高带宽、可靠性有机结合，实现有线、无线接入手段的优势互补和资源协同。室内以 FTTx/WLAN 为主，室外以 3G/4G/5G 为主，实现光网千兆和移网百兆，并结合智能家庭、智慧城市、工业 4.0 等商业解决方案为用户提供泛在、无缝的宽带服务体验，构建泛在宽带精品网，满足移动宽带、4K 高清视频以及云服务等高带宽业务的极致体验。

2) 基于 IP+光的超宽网络承载环境

骨干 IP 网承担着全国 80% 以上的互联网流量，是信息通信网络的中枢神经，是社会经济发展的主要基础设施和战略资源。在移动宽带、高清视频和各种云服务的推动下，一方面，骨干网承载能力亟需大幅提升，基于 IP 和光设备协同建设超宽互联网络来满足超宽带业务的需求，另一方面，骨干网管控能力趋于智能化，实现全网资源集中管控、灵活调度和能力开放。设备容量已经进入 400G/1T 时代，不仅具备单机/集群等多种形态能力，同时还具备向更大容量演进的能力，以此来满足容量持续增长的需求。

在 CUBE-Net 2.0 技术架构中，IP 层和光层实现协同，优势互补，共同构建高性能、低成本的承载平面。IP 层具有业务感知能力，并可高效率地处理分组业务，而光层则有取之不尽的带宽，可透明地将海量数据业务传送到数千公里之外。IP 层和光层的网络资源统一规划，网络架构更加扁平，节点集约化，在用户接入点与 DC 接入点之间尽量实现一跳直达。通过 IP 设备与光设备信息的统一收集和集中控制，实现多层网络及全局资源的统一调度，实现 IP 与光设备之间的灵活分流，降低对核心路由器容量需求 25% 以上，并发挥 IP 层和光层保护技术各自的特点，协同提高网络的可靠性，达到资源要求和可靠性要求的平衡。

3) 面向云服务的极简极智接入环境

随着“云计算”的兴起，云服务理念和模式迅速渗透到信息通信以及商业服务的方方面面，正在成为信息服务的主体模式。一方面，几乎所有的公众互联网应用，无论是即时通信、网络游戏还是电子商务都已经在“云”中，另一方面，企业的信息系统也正在加快向云服务迁移的步伐，并将由私有云更多地转向公有云，可以说云服务就是信息通信的未来。

在 CUBE-Net 2.0 技术架构中，云服务和内容的主要依托载体是数据中心，区别于用户超宽接入点主要部署在城市人口和商业密集区域，云数据中心的选址一般选择成本较低的偏远地区。为满足云业务的体验需求，让网络更好服务于端与云以及云与云的交互，不仅提供 100G 以上的超宽带连接通道，还应为云端通信提供更多的智能服务，包括云内容分发加速服务。为支持不同类型数据中心之间的高速互联，实现用户接入点到边缘 DC 之间的就近直连，需要构建统一的扁

平化、智能化的“云接入和互联”平面。以数据中心的部署为核心，综合考虑运营商自身的云服务和外部云服务，对各类云业务实现统一承载，实现承载网络与数据中心内部网络的无缝对接，为多租户提供带宽、QoS 等差异化保障服务。

4) 基于云化的智能网络服务环境

IT 和 CT 的充分融合成为信息技术发展趋势，尤其随着 SDN/NFV 技术的发展，从网络管理控制、网络数据挖掘、网络功能虚拟化到网络能力开放等网络服务均需要依托于云基础设施，面向“端、管、云”一体化的服务需求，需要构建云化的网络服务平面。

(1) 云化的网络服务平面的技术逻辑架构

在云化的网络服务平面内，除了云计算技术本身，其主要核心技术是 SDN 和 NFV。NFV 的引入负责对云化的虚拟网络功能进行生命周期的管理，SDN 的引入负责对物理转发和虚拟转发网络功能进行集中控制和实现自动化。对于一个端到端服务提供，需要 SDN 协同器、NFV 协同器和云协同器构筑一个统一的协同编排层 (Orchestrator)，通过统一的协同层将服务需求按照业务逻辑分解、分配给 SDN 控制器和 NFV 管理单元，实现业务的敏捷和自动化。考虑 SDN 和 NFV 的成熟度以及节奏不同，SDN 控制器和云平台的协同存在两种方式：

- NFV 方式：控制器作为一个虚拟网络功能 (VNF) 实例部署在云上，此时控制器和云平台的资源申请和协同可通过 MANO 完成。
- SDN 方式：控制器作为一个实体设备部署在云服务器上，控制器通过云平台接口直接管理底层云服务器资源，通过人工或者自动的方式进行弹性扩容。

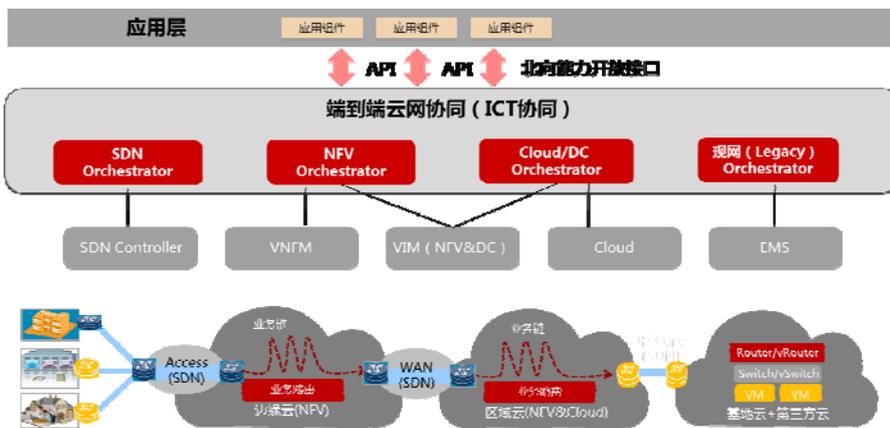


图 2 云化网络服务平面的技术逻辑架构

(2) 云化的网络服务平面的物理部署架构。

云化的网络服务平面包含管理、业务、控制和网络功能等云化的逻辑实体，在部署上将匹配整个网络的布局，形成基地、区域和边缘三层物理架构。

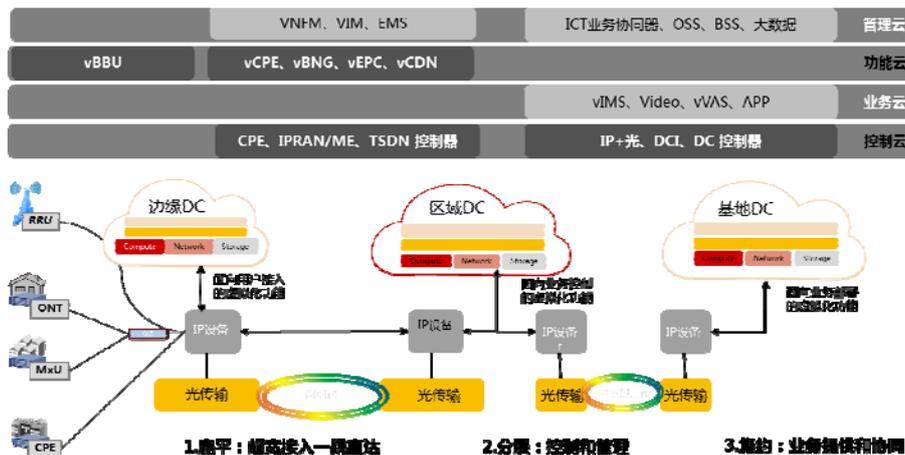


图 3 云化网络服务平面的物理部署架构

云化的网络服务平面的部署要求如下：

- 控制实体云化部署：面向接入网络和 CPE 的控制器部署在区域 DC，面向骨干核心的控制器部署在基地 DC。
- 业务实体云化部署：为实现“一点引入，全网提供”的商业目标，面向内容服务的网络业务系统云化后，适合集约化部署在基地 DC 或大型的区域 DC。
- 功能实体云化部署：为实现“用户极致体验”的商业目标，面向终端和接入的网络功能云化后，适合靠近客户部署在区域或边缘 DC。
- 管理实体云化部署：针对虚拟网元的分层部署特点，与之配套的管理功能也具有分层化部署的特征。面向终端和接入的物理和虚拟网元管理功能将部署在区域 DC，面向业务和内容的物理和虚拟网元管理功能将部署在基地 DC。此外，融合 SDN、NFV 和 Cloud 的 ICT 协同器（ICT-O）、“大数据”采集和分析单元、网络能力开放单元是未来新业务创新和集约化运营的基础，在部署上需要集约化部署在基地 DC 或者区域 DC。

(二) 核心技术体系

1) 重构新型网络基因

在 CUBE-Net 2.0 架构中，打破传统网络的封闭结构，基于网络基本要素的高度抽象，通过引入统一模型和开放架构，重构“网络基因”，使得组件趋于通用化，接口趋于标准化、运营趋于集中化以及网络和业务编排趋于灵活化，既支持网络解耦化部署，同时又满足集约化运营转型。

在 CUBE-Net 2.0 架构中，新的“网络基因”涉及的技术元素既包括转发、计算、存储这些具体的网络资源，也包括利用网络资源向客户提供服务能力所需要的接口、SDK、API 等，以及为灵活调度这些资源，所部署的管理和控制系统和标准模块等。

在 CUBE-Net 2.0 架构中，将构建“网络基因”的技术元素划分为资源元素、控制元素以及开放元素等三大类：

- 资源元素：主要承担网络基础资源和资源的生命周期管理，包括存储、计算和转发三类基础资源。
- 控制元素：主要对网络基础资源进行抽象和建模以形成网络业务资源并对其进行控制和管理；
- 开放元素：主要提供基础资源、业务资源的开放能力管理和对外服务。

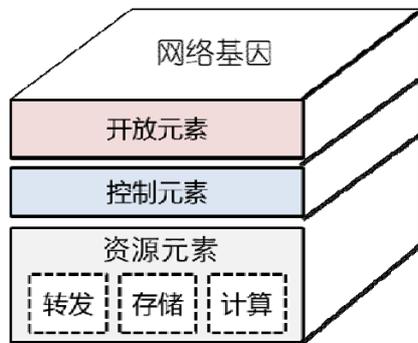


图 4 Cube-Net2.0 “网络基因”模块

由资源、控制、开放三个技术元素组成一个 CUBE-Net 2.0 的基础“网络基因”模块。通过多个基础模块的组合、重构、堆叠以及扩展从而灵活形成满足不同能力以及规模需求的网络。

通过将资源元素、控制元素以及开放元素在全网进行统一逻辑映射，并在部署功能维度和服务功能维度进行延展，将构建出 CUBE-Net 2.0 统一逻辑架构下的三大核心技术体系。

其中资源体系是基础，控制体系和开放体系是围绕资源体系的能力叠加和

服务提升。控制体系是实现网络可管、可控的核心，能力开放是实现网络即服务的关键，也是构建新网络服务生态环境的手段。

2) 核心技术体系分解

(1) 资源体系

在 CUBE-Net 2.0 资源体系中，包含计算、存储和转发三类基础资源。资源又可以按照属性进行细分，如计算可分为通用 CPU 和支持硬件加速的专用 GPU，存储可分为高速 Cache 和通用存储，转发也可细分为物理和虚拟转发，物理资源里面又可细分为 IP 和光等。

在 CUBE-Net 2.0 资源体系中，计算和存储资源的载体是 DC，而网络节点也将从单一转发为主的网元形态向转发、存储、计算协同的 DC 形态迁移。为满足骨干、区域以及接入不同环境下的部署需求，DC 的形态也将多样化，如出现适合边缘部署的小型化 DC。DC 的物理部署维度可划分为边缘 DC、区域 DC 以及基地 DC 等。

通过转发、计算、存储等基础资源按照用户域、交换域和数据域的业务需求进行组合，则可在服务功能维度形成多种虚拟网络功能：

- a) 用户域：主要部署面向用户接入的虚拟化功能，如 vBBU、vOLT 等
- b) 交换域：主要部署用户接入到业务逻辑的虚拟化网关功能，如 vBNG、vEPC、vCDN、vCPE 等
- c) 数据域：主要部署业务相关的虚拟化资源，如 vIMS、视频等。

对于网络虚拟功能的生命周期管理基于 NFV-MANO 实现，通过调用 VIM 实现对虚机的生命周期管理，通过 VNFM 实现对虚拟网络功能的生命周期管理

CUBE-Net 2.0 的网络资源从宏观的 WAN，到微观的 LAN 网络，都可以映射为接入、汇聚和核心三个部署功能层，分别对应用户接入（终端或虚机）、交换（网络）和数据（业务）三个服务功能域。

传统网络架构中，资源和设备、业务能力之间存在强耦合关系，造成业务和部署的不灵活性。在 CUBE-Net 2.0 架构下，通过虚拟化技术实现计算、存储和转发三类资源的解耦，网络资源在实现三维解耦的前提下，物理上可融合和集约化部署。

(2) 控制体系

在 CUBE-Net 2.0 控制体系中，对计算、存储类资源的管理和控制通过云资源管理平台（如 OpenStack）实现，对转发类资源的控制和管理通过 SDN 控制器实现。

从部署功能维度，将划分形成单域控制、多域控制以及协同控制器等三个层次：

- a) 单域：单域控制器或云资源管理平台，可部署在域内或各级 DC；
- b) 多域：超级控制器或级联云资源管理平台（如级联 OpenStack），可部署在区域 DC 或基地 DC；
- c) 协同：SDN、NFV 和 IT 云的协同控制器，可部署在基地 DC。

从服务功能维度看，用户域、交换域以及数据域这三个服务功能域分别有不同的控制功能要求：

- a) 用户域：主要面向单域、单设备的业务资源管理和控制。
- b) 交换域：主要面向跨域、端到端网络的业务资源管理和控制，需要通过多域超级控制器或级联云资源管理平台汇聚各域的资源，进行跨域资源的控制。
- c) 数据域：主要面向异构协同、面向物理和虚拟网络业务的端到端控制，需要协同器与异构的资源模型进行数据交换和协同。

控制体系相关系统支持云化和组合部署，对于小型网络三个层次可以进行组合，集中化部署，对于大型网络可按照三个层次需要分层分域部署。

(3) 开放体系

在 CUBE-Net 2.0 开放体系中，通过在部署功能以及服务功能维度上进行扩展和映射，形成将网元能力作为原子能力抽象，逐渐上升到网络和业务能力编排的立体化开放架构。

从部署功能维度，将划分形成网元开放、网络开放以及业务开放等三个层次：

- a) 网元层：面向设备维护的开放，工程师可基于网元设备开放能力进行脚本编程，自动化配置，简化运维；
- b) 网络层：面向网络运营的开放，集成商可基于网络层开放能力实现方案集成；

- c) 业务层：面向业务运营的开放，第三方可基于业务层开放能力进行业务定制化调用。

从服务功能维度看，用户域、交换域以及数据域这三个服务功能域分别有不同的能力开放需求和部署场景：

- a) 用户域：支持用户宽带接入服务的差异化经营，实现用户网络的 DIY，开放能力调用 API，支持互联网业务集成。
- b) 交换域：支持实现网络端到端自动化开通、统一配置和智能调度，进行网络服务能力重构和编排，加快网络产品和服务创新。
- c) 数据域：支持数据中心内外 ICT 资源的按需定制，并整合网络增值业务链，针对不同租户提供不同服务保障，构建数字生态环境。

(4) 互通接口

在 CUBE-NET 2.0 架构中，逻辑功能、部署功能以及服务功能分别解耦后，不同维度、层次以及域之间需要通过标准化的接口互联，从而抽象出南向、北向以及东西向接口。

在南向接口，可采用多种协议插件，实现控制平面与多种转发平面的分离；在北向接口，提供开放的应用编程接口以实现网络的可编程；控制器在南北向接口之间提供网络抽象能力，对上层应用屏蔽底层设备和协议的差异性，对底层设备屏蔽上层应用的多样性。

在东西向的接口上，采用分布式集群或 BGP/Restful 等开放接口交换信息方式实现大型网络的集中控制。东西向接口主要解决扩展性和可靠性的需求。在技术上支持控制器实例间的通信、状态管理、状态同步、领导选择等功能，实现控制平面的弹性扩容和容灾备份。

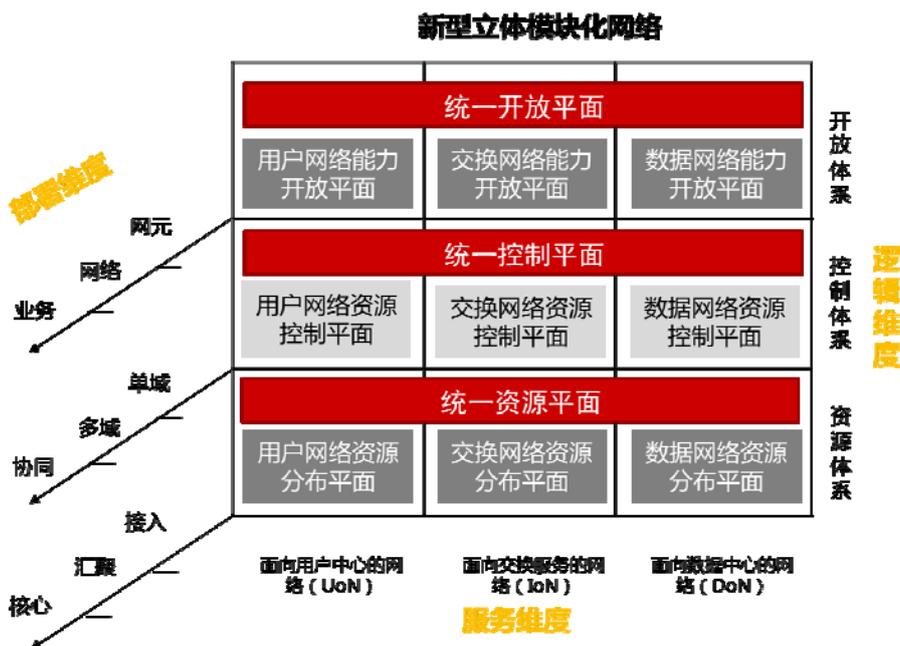


图 5 Cube-Net2.0 三维立体技术体系

五、 新服务场景

CUBE-Net 2.0 架构可用于重构或新建各类网络服务，下面给出部分典型服务场景。

(一)企业用户的服务云化迁移

在 CUBE-Net 2.0 架构定义的三维技术体系架构下，通过引入 SDN/NFV 技术，实现企业网关虚拟化 (vCPE)，将分散部署的接入功能上移并集中部署在边缘 DC 或者区域 DC，用户域和交换域均通过云化网络服务平面实现，并且还可以通过区域或基地 DC 向企业提供 IT 办公云和增值服务，从而将部分数据域功能迁移到运营商的公有云中，通过智能专线实现企业用户的按需对数据域的访问。

面向企业用户，实现服务云化迁移的主要目的是利用 SDN/NFV，为企业用户提供一站式综合信息服务，节省企业资源投入，实现服务按需订购和弹性扩容。同时，通过网络边缘功能的集中处理，简化网络的维护和运营，提高运维管理效率，加快业务创新和部署，拓展运营商面向企业提供服务的深度和广度。

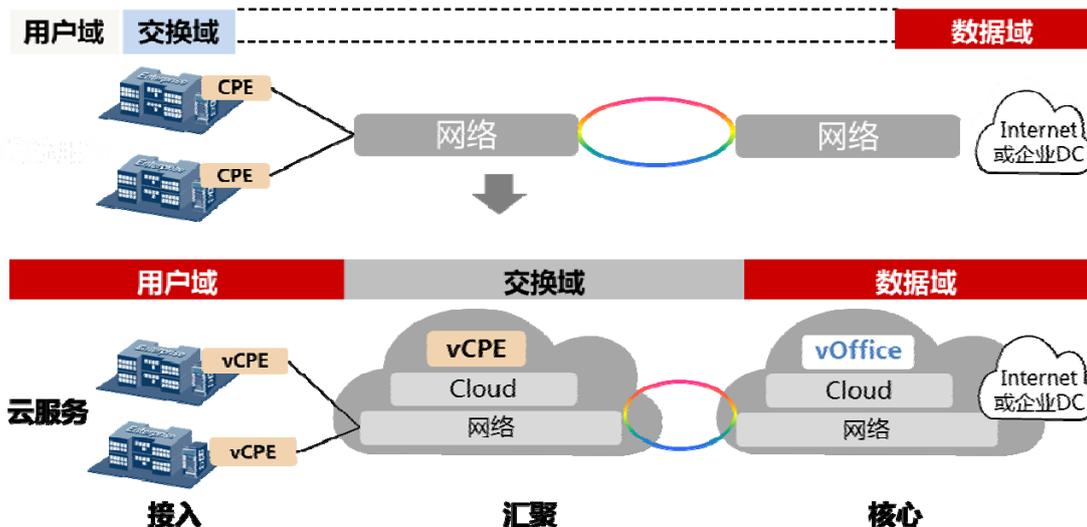


图 6 企业用户服务云化迁移场景

(二) IDC 资源虚拟化及互联

在传统模式中，各类云服务接入到自建 DC 或者运营商的 DC 中，运营商仅提供 IDC 机架、网络带宽等基础资源。由于 DC 部署分散以及资源独立，导致内容难以实现最优分布，网络无法对用户访问 DC 和 DC 之间互访流量进行区分，缺乏服务质量保障以及资源协同。

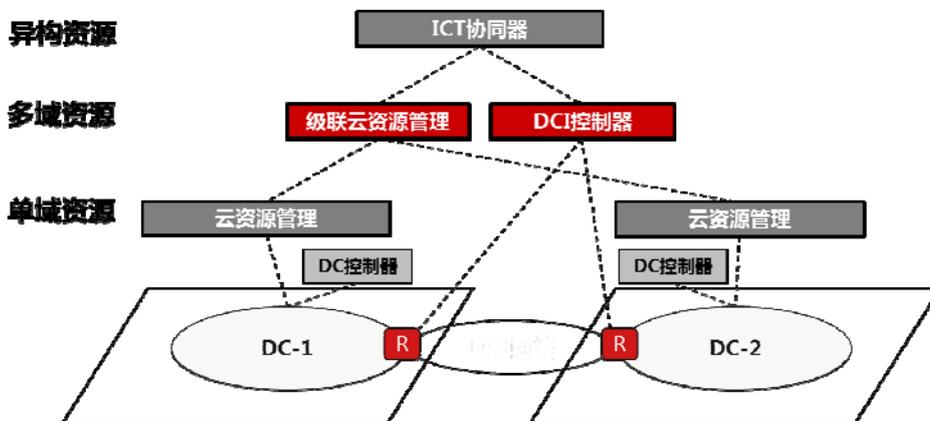


图 7 IDC 资源虚拟化及互联场景

在 CUBE-Net2.0 定义的三维技术体系架构下，将网络和 DC 作为统一资源考虑，通过云化网络服务平面，将 IDC 业务与云计算技术相结合，基于物理设备构建可伸缩的虚拟化基础架构和专属虚拟化资源池，并以服务方式向用户提供资源出租。该应用场景主要体现在资源控制体系的分层，其中，单 DC 的资源是整个 vDC 资源体系的基础，通过级联云资源管理（如：级联 OpenStack），实现 DC 资源统一管理，基于 SDN 的 DCI 控制器对 DC 之间专有互连网络进行集中控制和调度，最后通过 ICT 协同层实现 DC 资源与网络资源之间的协同。

通过 IDC 资源虚拟化以及互联，可以基于统一的架构体系灵活扩展，满足不同规模的资源需求，满足多租户对 DC 接入网络能力的差异化需求。同时，通过不同 DC 的资源共享，盘活碎片资源，提升资源利用率，实现 IDC 业务的资源智能编排和弹性调度，简化运维。

(三)智能边缘网络能力开放

传统的用户接入网络采用垂直化建网思路，为满足不同业务需求而建设不同的网络，而且各网络自身的结构和功能常常是固定和紧耦合，网络设备也十分封闭，服务功能单一，尤其是对于网络业务边缘网关类设备（如 BRAS、SR、GGSN 和 xGW 等），新功能增加或者升级周期长，投资大。

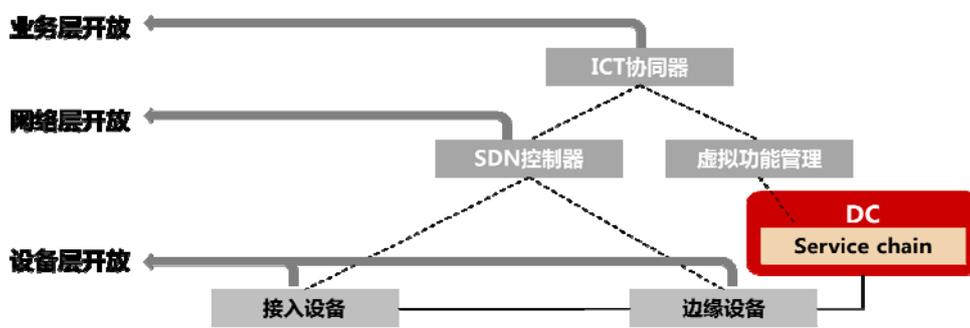


图 8 智能边缘网络能力开放场景

在 CUBE-Net2.0 架构定义的三维技术体系架构下，将 SDN/NFV 技术引入移动和固定边缘网络，采用通用交换机以及服务器设备，构建融合的智能边缘服务网络，实现业务控制和路由转发分离，以及软件功能与硬件的解耦，通过统一的云化网络服务平面实现网络功能的按需部署，为用户提供开放的能力调用接口。该应用场景主要体现在开放体系的分层，其中，设备层开放是基于设备软件平台本身提供的设备开放能力；网络层开放是基于 SDN 控制器实现的针对网络连接、带宽、流向、QoS 的能力开放；业务层开放是基于协同器业务编排和 SDN/NFV 提供的 API 能力集，帮助客户快速 DIY 出新的业务。

CUBE-Net 2.0 开放体系架构下的智能边缘网络可针对特定用户在特定网络中访问特定业务时，实现网络资源的按需配置和优先保障，并实现 DC 内部的业务链编排和业务应用增删能力的开放，从而加速网络创新，通过网络能力开放逐步构建数字生态运营环境。

(四)IP 与光网协同控制

在传统网络中，存在着由 WDM/OTN 设备构成的光层和由路由器设备构成的 IP 层两张分离的网络，两张网络的业务配置和部署独立，网络对业务承载的效率低下。

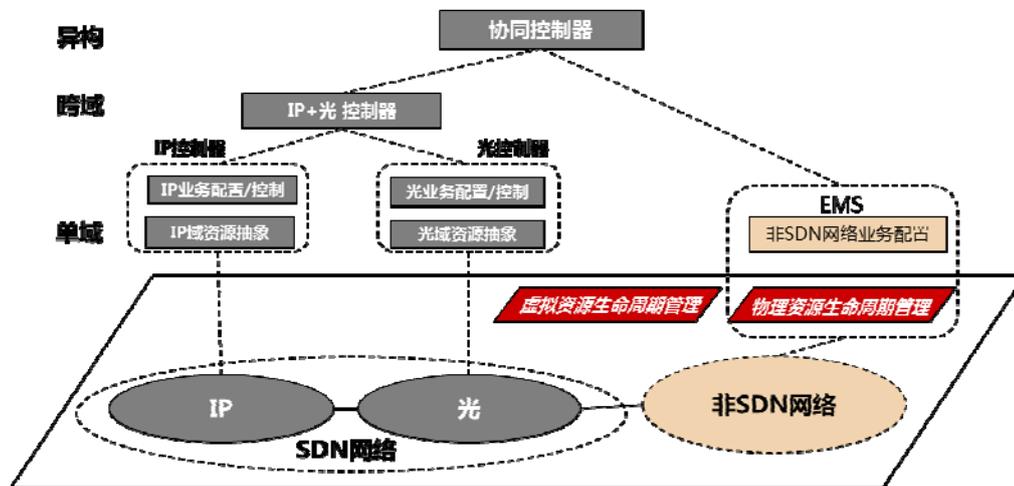


图9 IP与光网协同控制承载场景

在 CUBE-Net2.0 定义的三维技术体系下，通过引入 SDN 控制器对 IP 层和光层进行协同控制，实现全程全网的资源智能调度。该应用场景主要体现在控制体系的分层，其中，IP 和光的单域控制器，负责各域的网络控制；通过 IP+光的跨域控制器，实现 IP 控制器和光控制器之间的拓扑和连接信息交换；最后，通过 SDN 协同器，与传统 EMS/OSS 之间进行信息交换，实现 SDN 网络和非 SDN 网络之间的协同。

通过 CUBE-Net 2.0 控制架构，实现 IP+光的协同承载，为用户和云服务接入构建 IP 与光一体化的超宽带承载网，实现多网协同的流量调度、路径优化，保护恢复，提高资源利用率，简化跨层运维和规划，加快业务开通速度。

(五)信息内容动态传递

在传统网络中，传统 CDN 用于 IPTV 业务的视频优化，与视频头端存在较强的耦合关系，是相对封闭的系统，无法服务于 OTT 业务。为满足 4K/8K 视频业务的客户体验，要求 CDN 向边缘部署，将极大增加投资。此外，由于内容资源分布在不同的 DC 中，不是所有用户都能实现就近访问，用户体验参差不齐。而且 OTT 通过自建或第三方 CDN 控制内容流量流向，与运营商的基础网络架构不匹配，造成网络规划和扩容的无序，用户体验难以保障。

在 CUBE-Net2.0 定义的三维技术体系下，CDN 设备实现功能解耦和虚拟化，

以软件形式按需灵活部署在各级 DC 中。其中，基地 DC 部署内容源，区域 DC 部署 vCDN 提供热点内容的存储和转发，边缘 DC 部署 CDN/Cache 边缘节点，形成层次化的内容存储、分发以及缓存结构。结合 SDN 的流量流向调度能力和 NFV 虚拟资源的自动化管理能力，形成 CDN 与 SDN/NFV 网络的智能调度系统。业务系统可根据 CDN 负载情况，利用 MANO 控制 vCDN 的自动化扩容，并可以通过 SDN 控制器控制用户在多个 vCDN 实例之间实现 DC 内和跨 DC 的流量均衡和资源共享，确保用户就近访问。

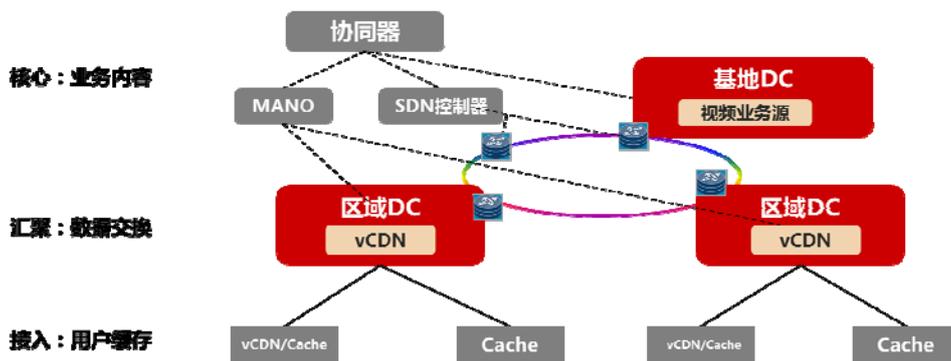


图 10 面向内容按需动态传递场景

基于 SDN、NFV 以及云资源管理的一体化协同控制机制，通过共享 DC 的硬件基础设施，可实现 CDN 功能的按需弹性部署，从而降低 CDN 的投资成本。在此基础上，针对不同互联网内容服务商，通过开放平台按需提供内容智能分发和加速服务，为用户提供极致体验，逐步构建面向内容服务的开放生态环境。

六、 新运营生态

(一) Devops 迭代开发

Devops 的核心是实现新业务开发和运营的敏捷化。传统业务从开发到上线要经过：“需求定义-规范标准-开发验证-测试采购-部署交付-维护优化”。首先整个过程所需要的能力被分散在不同部门、不同企业，需要大量时间用于跨部门协同。其次传统产品形态以硬件为主，设备厂商开发投入大，开发多采取“高投入，长周期”的瀑布流模式。为降低投入的风险，厂商和运营商需要使用较长时间来定义规范和标准，在上市和发布之前还要进行多轮的测试和验证，从而造成新业务开发很难快速响应市场需求。

在 CUBE-Net 2.0 架构下，设备硬件差异化被屏蔽，IP 和 IT 技术出现融合，

软件定义的网络将更聚焦于业务和客户体验，构建跨部门和跨技术的融合型团队，在融合型团队内部，协同效率可得到显著提高。由于 SDN、NFV 和 Cloud 技术对硬件差异化的屏蔽，使得新业务的开发周期大大缩短，厂商传统的“投入大，周期长”的瀑布流开发模式将向敏捷迭代的小版本的开发模式转变。

同时，为保持整体架构的可扩展性和弹性，开发和运营的环境越来越融为一体。基于 DevOps 合作模式，运营商与厂家共同进行快速迭代式技术和业务创新，从而进一步实现新业务开发和运营的敏捷化。在这种模式下，传统标准规范和设备采购流程也可以得到简化。

（二）标准与开源

标准是为了满足服务的规模化和普适化，开源是为了实现服务的创新性和开放性。在标准框架基础上，走开源之路是 CUBE-Net2.0 架构商用化的重要选择。

CUBE-Net 2.0 的演进涉及云计算、SDN、NFV、宽带、移动互联网、物联网等众多领域，在演进过程中仍然需要积极参与国际国内标准化工作，完善相关技术的标准框架，与合作伙伴联合建设开放实验室，积极进行相关标准和技术的 POC 和实践，不断提升在标准组织的话语权。

同时，随着开源逐渐进入 CT 领域，并和原来 CT 标准互相影响，代码事实标准越来越重要。互联网促进开源软件大发展，开发模式社区化，大型应用系统框架越来越多使用开源搭建。CUBE-Net2.0 将积极采用开源代码进行技术预研，并与开源组织加强合作，提升自身技术能力及对开源的掌控力。在此基础上，中国联通不断聚集开放合作伙伴，共同驱动快速创新和快速商用，以保障网络和业务的持续发展。

（三）软件硬件采购模式

采购模式与网络运营模式密切相关，网络运营模式正在从以设备为中心向以软件为中心转型。

CUBE-Net 2.0 架构实现资源、控制以及开放体系的解耦，网络硬件资源通用化，软件功能定制化。软件功能从硬件中剥离以后，采购模式将从纵向的软硬件一体的标准化网元采购，转变为横向的通用基础硬件、通用基础软件和定制化功能软件的独立采购。除了传统设备提供商，将涌现出一批新兴的硬件和软件提

供应商，产业链将更加丰富。与此同时，与采购配套的售后技术服务也将随之改变，软件和硬件的维护和升级可以独立进行。

基于 CUBE-Net2.0 架构，中国联通希望引入更多的合作伙伴进行定制化软件开发和业务创新，并通过不断增强自身的软件开发能力，独立承担部分核心功能软件和业务应用的开发工作，打造差异化的竞争优势。

(四)集约化运营

运营模式取决于运营手段的发展，互联网化运营成为运营商转型趋势。

CUBE-Net 2.0 架构在考虑多维解耦的基础上，提出实现控制平面、数据管理、DC 节点和网络功能的集约化，并围绕资源、控制以及开放三大体系形成独立的运营平面，即实现集约化 ICT 资源管理，集中的控制调度以及统一的能力开放，构建立体化服务网络。既有效解决“解耦+集约”之间的平衡问题，又可以实现“用户”和“数据”之间的服务联动，实现端、管、云的协同。

基于 CUBE-Net 2.0 构建集约化运营体系，解决目前网络运营中面临的效率低下、响应慢、体系封闭等问题，提供高效、灵活、贴近用户的产品与服务体验。传统网络和业务运营以属地化运营为主，并且网络和业务独立规划。CUBE-Net 2.0 倡导集约化和开放式网络运营，通过模块化的资源管理、控制管理以及开放管理，提供标准化、开放的产品、服务、流程和接口，并实现网络规划与业务软件开发的紧密衔接，同时引导用户参与到网络基础设施的建设和运营中，快速响应用户的定制化需求，按需进行资源、功能以及服务的编排。

七、 展望

（待完成）

附录 A: 术语和缩略语

(一) 术语

- 云服务** 是指与“云计算”概念相伴而生的服务形态，是传统 C/S、B/S 互联网服务模式在云计算背景下的发展。指服务提供者将驻留在公共或私有数据中心中的 IT 资源、数据或应用通过宽带互联网以共享和按需的方式交付给不同的用户，用户通过泛在的宽带接入随时随地使用所订购的服务，而无须关心服务所需实体资源的地理位置和运行状态
- 双中心** 是指 CubeNet2.0 的网络架构为“用户”与“数据”双中心格局，网络将更多服务于“用户”与“数据”（应用）间沟通以及“数据”本身的分发处理。
- 三维解耦** 是指 CubeNet2.0 的网络架构可以按照服务功能、部署功能以及逻辑功能等三个维度进行解耦划分。
- 四类集约** 是指 CubeNet2.0 的网络架构提出的关于控制平面、数据管理、DC 节点和网络功能集约化的部署要求。
- Openflow** SDN 架构中一种南向接口协议，由 ONF 组织提出并进行标准化。
- 白盒设备** 通用硬件，按需灌装软件，成为新的功能网元，例如白盒交换机。
- 虚拟机** 通过软件模拟的具有硬件系统功能并运行在一个隔离环境中的计算机系统。
- Hypervisor** 运行在物理服务器和虚拟机之间的中间软件层，也叫虚拟机监视器
- 泊松分布** 在电话网络时代，随着时间增长统计电话交换台收到的呼叫次数，具有一定均值的泊松分布
- 无尺度分布** 在互联网时代，网络中的大部分用户节点同少量的数据中心节点

连接，符合无尺度网络分布

网络即服务 让网络作为一种可配置的服务 (Network as a Service) 提供给用户及商业合作伙伴，能够按照他们的需求进行网络资源分配，并可以自行管理专属分配的虚拟网络资源。

Devops 软件开放与运营一体化模式，用于促进开发 (应用程序/软件工程)、技术运营和质量保障 (QA) 部门之间的沟通、协作与整合。

开源软件 开源 (Open Source, 开放源码) 用于描述那些源码可以被公众使用的软件，并且此软件的使用、修改和发行也不受许可证的限制。

(二) 缩略语

API	Application Programming Interface	应用程序编程接口
APP	Application	应用程序
BBU	Building Base band Unit	基带处理单元
BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议
BRAS	Broadband Remote Access Server	宽带远程接入服务器
CAPEX	Capital Expenditure	资本性支出
CDN	Content Delivery Network	内容分发网络
CON	Customer Oriented Network	面向用户中心服务网络
CPE	Customer Premise Equipment	用户端设备
CUBE-Net	Customer-oriented Ubiquitous	面向客户体验的泛在超宽
	Broadband Experiencing Network	带网络
	Content-oriented Unlimited Business	面向内容服务构建的开放
	Ecosystem	生态网络
	Cloud-oriented Ultra-flat Brilliant	面向云服务的极简极智的
	Elastic Network	弹性网络
DC	Data Center	数据中心
DCI	Data Center Interconnect	数据中心互联
DON	Data Oriented Network	面向数据中心服务网络

EMS	Element Management System	网元管理系统
EPC	Evolved Packet Core	分组核心演进
GGSN	Gateway GPRS Support Node	网关 GPRS 支持节点
GW	GateWay	网关
ICT	Information and Communication Technology	信息和通信技术
IDC	Internet Data Center	互联网数据中心
ION	Internet Oriented Network	面向信息交换服务网络
IMS	IP Multimedia Subsystem	IP 多媒体子系统
LAN	Local Area Network	局域网
LTE	Long Term Evolution	3GPP 长期演进
MANO	Management and Orchestration	管理和编排
MSC	Mobile Switching Center	移动交换中心
NaaS	Network as a Service	网络即服务
NFV	Network Function Virtualization	网络功能虚拟化
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
OPEX	Operating Expense	运营成本
OSS	Operation Support System	运营支撑系统
OTT	Over The Top	互联网业务
PaaS	Platform as a Service	平台即服务
PSTN	Public Switched Telephone Network	公共交换电话网
SDK	Software Development Kit	软件开发工具包
SDN	Software Defined Network	软件定义网络
SGSN	Service GPRS Support Node	服务 GPRS 支持节点
SR	Service Router	业务路由器
TCO	Total Cost of Ownership	总体拥有成本
TTM	Time To Market	业务上线时间
VIM	Virtualized Infrastructure Manager	虚拟化的基础设施管理器
VNFM	Network Functions Virtualization	网络功能虚拟化管理器

Manager

WAN	Wide Area Network	广域网
WLAN	Wireless Local Area Networks	无线局域网