



重新构建 CSP 网络

具有适应能力和思考能力的网络如何为 5G 铺平道路

IBM 商业价值研究院

执行报告

通信行业



本报告亮点

设计并构建虚拟化电信网络云

使用人工智能实现网络和服务运营自动化

使用 DevOps 添加、测试和运营网络服务

IBM 通信行业解决方案

为了实现电信网络的数字化转型，在当今商业环境中蓬勃发展，通信服务提供商 (CSP) 比以往任何时候都更加依赖于云计算、认知计算和区块链等领域的最新解决方案。IBM 在全球具有众多电信解决方案实验室、研究实验室和创新中心，有足够的力量支持自己的行业产品。IBM 拥有 22,000 多名通信行业的专家，与全球 200 多家主要通信服务提供商进行合作。IBM 持续出重资进行收购，旨在不断积累专业知识和能力，以便为通信行业的客户提供支持。如欲了解有关 IBM 通信解决方案的更多信息，请访问 [/industries/ibm.com telecom-media-entertainment](https://industries.ibm.com/telecom-media-entertainment)。

您的网络是否为将来做好了准备？

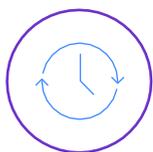
通信服务提供商 (CSP) 正面临着极具颠覆性的挑战。面对数据和视频数量激增、移动工作负载持续变化、网络连接日益普及以及低延迟要求与日俱增的局面，CSP 必须制定转型战略。为了迎接 5G 时代的到来，他们打算通过基于云的虚拟化网络技术，对通信网络进行重塑。通过虚拟化和上云，可实现前所未有的认知自动化水平，使网络能够开展智能灵活、响应迅捷的网络和服务运营。开发和运营 (DevOps) 方法可帮助企业将自动化工厂方法扩展到整个生命周期中，而不仅仅是服务部署阶段。5G 时代可以给 CSP 带来更多的带宽，使他们能够重新思考业务的未来，发现未曾挖掘的潜力和新的探索方向。

行动呼召

现在的消费者对于数字化服务的渴求无穷无尽。具体来说，移动视频的使用量如火箭般飙升，带来了网络流量拥堵问题。到 2023 年，移动视频流量预计每年将增长约 50%，占到移动数据总流量的 75%。¹ 这种增长主要归因于流媒体视频的普及，并将随着虚拟现实和增强现实应用等新技术的成熟而进一步加速。

但是，不仅仅是消费者在消耗大量带宽。随着企业持续实施数字化运营，他们对带宽的需求也显著增长。这种增长主要归因于云计算和物联网 (IoT) 等领域的创新，以及视频培训和视频监控等以视频为中心的应用的普及。从现在起到 2021 年，移动业务的互联网流量预计将保持 41% 的复合年增长率。²

鉴于这种形势，通过传统方式来扩展带宽，也就是添加新的硬件设备，根本就不现实。这种方法既需要大量资金，同时又无法跟上呈指数级增长的带宽需求的步伐；此外，广大用户需要带宽更高、延迟更低的连接以实现实时通信；于是，5G 技术应运而生。5G 技术、网络虚拟化和上云将为实现符合客户和服务提供商期望的网络服务奠定坚实基础。

**82%**

的受访 CSP 创新者认为，
加快产品上市速度是网络虚
拟化的关键推动因素

**80%**

的受访 CSP 创新者正在使
用或计划使用人工智能开展
预测性网络维护

**65%**

的受访 CSP 创新者认为，
提高定制能力乃是开源的主
要优势

采取行动刻不容缓。作为未来 5G 基础架构的主要支柱，网络功能虚拟化 (NFV) 是网络发展的下一个合理步骤。NFV 通过多个虚拟机中链接在一起的虚拟化网络功能 (VNF)，取代单一物理网络设备。VNF 有助于更有效地利用网络资源，支持在相同的物理基础架构上运行更多软件。如果有软件定义的网络 (SDN) 层加持，VNF 的灵活性及可扩展性将得到进一步提升，能够以硬件设计做不到的方式连接和重新连接网络。

NFV 兼备快速适应网络变化的能力和数据传输能力。尤其是，NFV 可利用网络动态共享（“切片”）技术，在单个物理基础架构上运行各类虚拟网络，从而为 5G 网络提供有力支撑。³ 还可通过快速定制虚拟网络，以满足运营商、消费者及企业应用和服务的需求，如远程医疗和车联网需求。

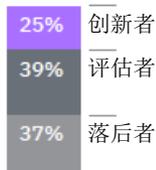
大规模虚拟化需借助网络云基础架构，通过网络服务和应用的生命周期管理来实现快速缩放、资源共享、敏捷性和高可用性，从而优化网络。虽然现在可以在孤立的解决方案中部署 VNF，但是，要想实现更全面的优化，必须移除这些“孤岛”，唯有这样，VNF 才能在多个职能领域、地点和服务环境中运行。在这样的网络云环境中部署 VNF 有助于提高可扩展性和业务敏捷性，加快服务创新与交付步伐。此外，这种部署模式还能实现 IT 应用的规模经济，帮助 CSP 显著节省成本。

它对实现运营自动化同样至关重要。网络虚拟化和上云与基于人工智能 (AI) 的预测性、自动化运营密切相关。它们结合在一起，共同构成了“活生生的”网络，能够感知当前正在发生的事情、预测变化、进行学习并确定如何让这些变化发挥最大效力。它可将自动化提升到新的水平，实现基于 AI 的自动化或者由机器创造或支持的自动化，形成可根据特定情况采取行动的网络。

虚拟化和上云不仅能够实现电信网络的自动化和可编程性，而且还能推动快速创新。实际上，它们通过敏捷的网络 DevOps 方法来提高网络性能，以持续构建、调配、测试和运营新服务，并对现有服务进行持续更新。

纵观全球，各大 CSP 正按照自己的节奏逐步实现网络虚拟化。截至 2018 年 2 月，AT&T 已对其 55% 的网络完成了虚拟化处理。⁴ Verizon 承诺到 2021 年底，将把通过虚拟化节省下来的 100 亿美元作为红利分给股东。⁵ 在欧洲，Telefonica 的 Unica 计划专注于构建基于软件的全球网络，提高自动化水平。⁶ 在东亚，日本在网络虚拟化方面处于领先地位，韩国和中国紧随其后。⁷

对调研数据的聚类分析揭示出三种原型，每种原型特征鲜明，反映不同群体的网络虚拟化方法。



用于分析的不同变量包括：

- NFV/SDN 的采用程度
- 网络转型路线图中规定的自动化程度
- 人工智能与自动化的集成度
- 网络供应链的自动化水平
- 在网络运营中使用 DevOps 的程度
- 对外部供应商的依赖程度

CSP 高管对网络上云的看法

为了了解该行业在网络虚拟化方面的进展，发现领先者，了解他们的愿景并与同行分享经验，我们开展了广泛的研究，包括对全球 200 位 CSP 高管进行了访谈（请参阅第 17 页的侧边栏“调研方法”）。

我们的调研显示，网络虚拟化已帮助许多 CSP 提高了网络效率和敏捷性，创造出新的价值。我们采用聚类分析方法，基于受访者的网络虚拟化方法及其实现愿景的方式，对他们进行分类。最终，我们确定了三个 CSP 原型，分别命名为“创新者”、“评估者”和“落后者”（请参阅侧边栏）。

大多数 CSP 创新者已开始实施 NFV/SDN 技术，支持现有和/或新服务。他们明白，该技术对于网络的数字化重塑至关重要。创新者正在重新定义为用户提供服务和应用的方式。他们认识到将自动化纳入网络转型路线图的必要性，并表示人工智能是有效实现自动化网络运营的关键基础技术。

对许多创新者而言，当今的网络可能已在某种程度上实现了网络供应链自动化，但仍需借助数字化转型进一步加速实现 NFV 所需的敏捷性。他们已开始在网络环境中应用 DevOps。近一半的创新者已经开始与供应商或系统集成商合作，共同开发并实现网络虚拟化和自动化。

评估者要么正在对这项技术进行试点，要么正在实验室环境中开展测试。自动化是其网络转型计划的重点领域之一，但到目前为止，他们网络供应链的自动化水平只能说适中，为 NFV 开展数字化转型更是无从谈起。他们打算将人工智能纳入企业的自动化计划中，并在网络虚拟化之旅开始之际使用 DevOps。大多数评估者都求助于外部供应商提供网络虚拟化和自动化支持，但仅限于特定领域。

落后者落后于创新者和评估者。他们仍处在考虑/评估阶段，暂时没有实施网络运营自动化和 DevOps 的打算。大多数落后者计划在两到三年内与外部供应商和集成商建立合作关系。

创新者（占到受访对象总数的 25%）都是出类拔萃的企业。创新者表示，在过去的三年中，他们的收入增长和盈利能力均优于同行，而且在创新方面同样处于领先地位。大多数的创新者企业都拥有超过 1 万名员工，年收入超过 100 亿美元。评估者（占到受访对象总数的 39%）和落后者（37%）的员工人数和年收入通常都低于创新者。

创新者企业的意图、行动和实践都可作为范本，帮助评估者和落后者深入洞察如何成功地开发新功能和制定网络虚拟化计划。

AT&T 押宝软件定义的网络⁸

2015 年初，AT&T 宣布，计划到 2020 年结束前，使 75% 的核心网络功能实现虚拟化和软件控制。从那时起，该公司一直在积极利用 SDN/NFV 改造核心网络。2017 年底，该公司实现了 55% 网络虚拟化的目标，并有望在 2018 年实现 65% 的网络虚拟化目标。

2016 年，AT&T 成为第一家推出虚拟化移动分包核心的全球主要运营商。该公司还进一步扩展了核心网络，构成了 AT&T Flexware 平台，为整个市场范围内的各种企业提供 VNF，既包括《财富》十强客户，也有单一运营地点的客户，如零售商店。

如果 5G 果真能如许多人所预测的那样，在 2020 年实现主流部署，那么，AT&T 的软件定义网络可谓正当其时——通过 SDN、5G 和网络切片的深度交织，充分发挥 5G 的作用。

设计面向云的网络

电信行业开始采用新的云和虚拟化技术，旨在充分发挥 SDN/NFV 的价值（请参阅侧边栏“AT&T 押宝软件定义的网络”）。通过转向基于云的网络，CSP 可以更轻松地管理和扩展网络能力，并加速创新、服务履行和运营。服务增强、创收活动以及客户计划或客户体验改善，原本在不敏捷的网络中往往需要数月时间才能完成部署和管理，而现在只需几天或者几周时间。

NFV 已开始走出实验阶段，进入有限规模的商业部署阶段。只有 23% 的受访者表示他们已经开始实施 NFV 以支持现有和/或服务。在这方面，创新者显然处于领跑位置，92% 的创新者已将 NFV 应用于部分网络，但未来还有待进一步的扩展和部署。

创新者认为，NFV 的三大推动因素包括：加快新服务的上市速度 (TTM)，更好地适应不断变化的业务状况，以及加快服务创新速度（见图 1）。提高敏捷性有助于实现持续快速的创新、加速新服务的部署以及更好地适应新的市场情况。这些都是 CSP 在以 5G 和物联网为主要特征的超级互联世界中获得竞争优势所必须具备的关键能力。CSP 必须面对以其无法想象的速度无休止地推出创新型服务的数字原生企业，与其展开竞争。

创新者将减少运营支出 (OpEx) 列在最重要的价值推动因素的第四位，而所有其他受访者均将其排在第一位。通过网络虚拟化，企业可以利用云计算的强大能力来提高网络的自动化水平，基本上或根本无需人为干预即可自动执行运营流程，从而节省运营成本。在创新者看来，曾经被视为网络虚拟化主要推动力的减少资本支出 (CapEx) 并不是特别重要，但其他受访者仍将其视为关键推动因素。

VNF 在防火墙和入侵检测等安全领域以及移动核心网络要素中都得到了比较成熟的应用。几乎所有的创新者都表示他们已经实施了这些 VNF。大约 2/3 的受访者表示他们已在流量分析和取证，以及内容交付网络 (CDN) 和缓存服务器等应用优化领域实施了 VNF。

鉴于 CSP 可通过降低运营成本和硬件成本而获得丰厚的短期投资回报，因此，关注这些 VNF 对于 CSP 而言至关重要。然而，由于面向不同网络服务的解决方案运行着自己的云环境（如云设备），因此形成了解决方案孤岛，导致资本支出无法进一步减少，而且运营成本不断增加。但是，CSP 若能在最初的资本支出减少之后转向全云环境，则可以再接再厉，进一步减少资本支出。

创新者在其他网络功能虚拟化方面也领先一步。53% 的创新者已经开发了面向交换和路由系统的虚拟网络服务（39% 计划在两年内开始此项工作），49% 的创新者已经开始对机顶盒等家用设备进行虚拟化（39% 计划在两年内开始此项工作）。

图 1

CSP 创新者对 NFV/SDN 的四大主要推动因素的看法不同于其他受访者

创新者

加快新服务的上市速度

82%

提高适应不断变化的商业环境的能力

80%

加快新服务的创新速度

73%

减少运营支出

43%

其他受访者

减少运营支出

60%

减少资本支出

52%

加快新服务的上市速度

44%

提高适应不断变化的商业环境的能力

44%

“除了许多其他优点外，节省时间是网络虚拟化的最大优势：系统部署和配置现在只需几分钟便可完成，而以前需要数小时甚至数天。”

某加拿大 CSP 的首席技术官

几乎 2/3 的受访者认为，端到端的服务统筹是实施 NFV/SDN 的主要挑战。57% 的受访者对于在同时包含来自多家不同供应商的虚拟和物理资源的环境中运营心存疑虑。而在多厂商、多领域、多地点和多服务的云环境中运营，将虚拟和物理网络结合在一起，正逐渐成为从真正的网络云中获益的主要需求。

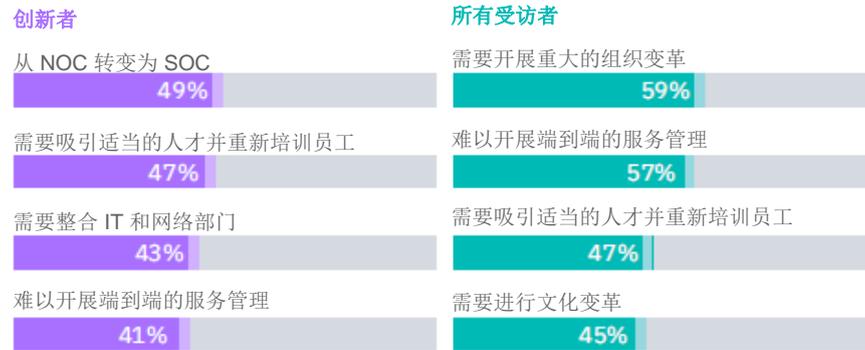
运营和业务支持系统 (OSS/BSS) 的必要转型是 55% 的受访者所关注的主要问题。此外，安全漏洞，以及技术和标准不成熟和未达成一致等问题，也是受访企业实施 NFV/SDN 的主要阻力。

从业务的角度看，实施 NFV/SDN 也存在挑战（见图 2）。鉴于 CSP 传统上都采取独立封闭的运营模式，因此，最主要的挑战显然是需要实施重大的组织变革（59% 的受访者这样认为）。57% 的受访者预计在混合网络环境中开展端到端管理会出现问题。

采用网络虚拟化后，网络运营将更像云运营，迫使网络设计、运营、IT 和用户体验团队作为一个敏捷团队开展工作。网络设计师必须越来越像软件开发人员那样开展工作。

47% 的受访者认为，吸引适当的 IT 和网络人才以及开展大力度的员工再培训颇具挑战性。45% 的受访者表示他们难以开展必要的文化转变以及整合 IT 和网络部门。

图 2
CSP 实施 NFV/SDN 的四大业务阻力



有趣的是，创新者将从网络运营中心 (NOC) 转变为服务运营中心 (SOC) 视为首要业务挑战 — 前者的主要责任是优化网络以提高每个网络域的性能，后者则是优化网络以实现卓越的服务交付。

这种转变将使 CSP 能够根据各项任务对服务和客户体验的影响来分配优先级 — 而这正是网络转型的主要动机。随着服务虚拟化程度不断提高，SOC 将得到进一步的扩展，从而支持 CSP 专注于提供涵盖物理和虚拟 IT 及网络组件的服务。此时，服务及其组件（无论是虚拟还是物理）的可视化能力，对于 CSP 了解外包服务以及确定如何提高质量而言已经变得不可或缺。

Telefónica 通过 UNICA 平台实现自动化⁹

Telefónica 借助 UNICA 项目，朝着网络虚拟化不断前进。Telefónica 的设想是运营完全虚拟化的可编程网络，帮助企业通过经济有效、灵活敏捷的方式满足需求，降低网络复杂性，加快新服务的面市速度。

UNICA 项目旨在支持和保障未来网络需求，通过自动执行网络服务从创建到运营的完整生命周期，实现零接触式运营，并平稳过渡到 5G 时代。为实现这个目标，Telefónica 的核心工作是领导开展 ETSI 的开源 MANO (OSM) 项目。

我们所熟知的那种网络管理时代已经结束

虚拟化和上云可实现前所未有的网络自动化程度 — 在移动网络中的工作负载变得越来越动态，并且许多物联网应用都需要低延迟的环境中，其意义尤其重大。在这种环境中，通常没有时间留给人员互动。

若不以服务 and 客户为中心，CSP 便无法充分了解客户体验，从而无法将资源用在刀刃上。能与人类合作的自我学习解决方案具备实时盘点、分析以及基于 AI 的机器学习能力，可令 SOC 从中受益，包括增强并自动执行运营流程、预测问题、扩展知识以及做出一致的决策等（请参阅侧边栏“Telefónica 通过 UNICA 平台实现自动化”）。

在创新者看来，更轻松地扩展网络和满足服务期望是实施自动化的关键推动因素。绝大多数创新者已通过某种形式，使超过 30% 的网络功能实现了自动化，这个比例远远超过同行。大约 80% 的创新者预计他们将在两到三年内实现 50%-70% 的网络功能自动化，最终目标是 70%-90%。

CSP 日益认识到人工智能在网络自动化方面的核心作用（请参阅侧边栏“NBN 通过机器学习实现自动化”）。26% 的受访者（包括 96% 的创新者）正在使用或计划使用某种形式的人工智能帮助实现自动化。通过实时捕获和处理网络数据及关键服务的性能数据，并通过实现网络功能自动化，CSP 将能够更快地做出决策。

CSP 可以训练人工智能系统如何发现模式 — 检测、预测和找到网络中的异常行为，以及如何在异常行为影响到客户之前主动采取措施，防患于未然。人工智能可以和自动化技术结合使用，更有效地解决问题，并应用适当的解决方法，以降低运营复杂性，减少所需的工作人员数量。人工智能系统还能预测和路由流量，帮助 CSP 更好地为重大活动做好准备，如世界级足球比赛或中国的双十一购物节等。

创新者认识到主动采取措施的重要性。我们的调研显示，几乎所有的创新者都会基于预测性洞察自动采取某种形式的主动措施，而所有其他受访者中这个比例仅为 1/6。

CSP 还可使用实时分析和人工智能，基于各种状况和业务策略来计算未来状态，从而以最优方式实现网络资源的零接触自动配置，帮助改进服务。基于意图的系统可将此项功能与统筹自动化功能相结合，提供对服务生命周期的闭环控制。基于人工智能的运营能够促进由机器实现的服务自动化，可以自动从当前的服务状态转变为未来期望的状态 — 实现实时自动化，而无需对每个选项逐一进行编程。

NBN 通过机器学习实现自动化¹⁰

国家宽带网络 (NBN) 是由 NBN Co. 推出的澳大利亚国家级批发式开放接入数据网络。为了从网络建设者变身网络运营者，该公司正在实施网络运营自动化 (NOA) 计划，以便使网络运营中心的工作流程实现自动化。该公司的设想是在五年内通过自动化技术承担相当于 48 个全职员工 (FTE) 的工作量，并实现网络增长与技术变革。

作为第一步，该公司使用机器学习功能更新了网络管理套件，并发现更新之后的套件能够高效处理根本原因分析与模式。此外，若能自动运行这项功能，公司将能够显著减少完成这项任务所需的人工工时。接下来，NBN Co 将开始对这一保障流程中的更多组成部分实施自动化，包括认知型故障诊断和人工智能驱动的自动化，以便在警告提示网络中发生可处理的实际问题后及时采取行动。

图 3

创新者正在使用或计划使用 AI 提供流程和人员支持的领域

创新者

预测性维护

80%

自我诊断和自动问题检测

76%

改进流量管理

67%

网络的自我修复

57%

智能网络运营

49%

创新者知道，主动对网络基础设施和资产进行预测性维护可以在运营支出和客户满意度方面产生显著回报（见图 3）。他们还提到，在自我诊断（如网络问题的故障诊断和自动检测）、改善流量管理以及网络自我修复等主要领域使用了人工智能应用。

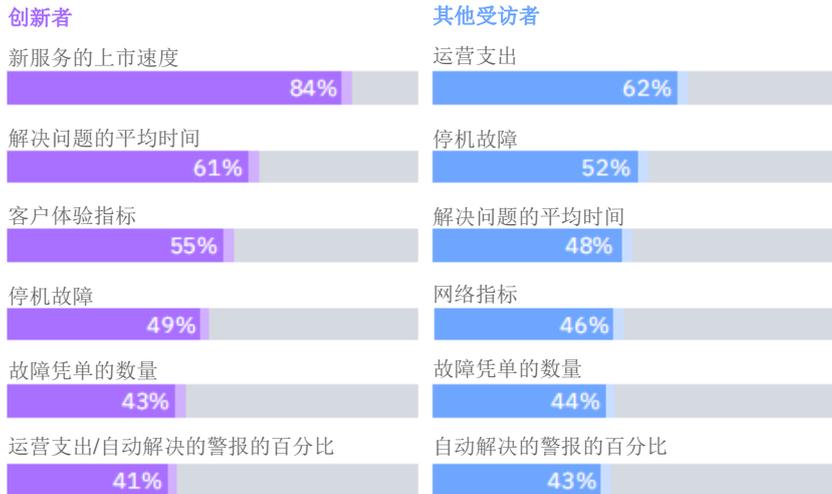
创新者认为，供应链自动化是改进网络的关键，可以实现以下优点：提高网络的可扩展性和性能（71%）、减少供应链中参与者之间的纠纷（65%）以及提高机顶盒和智能手机等资产的可追溯性（55%）。CSP 可应用区块链技术，以 NFV 环境所需的速度和敏捷性来增强供应链。

关键绩效指标（KPI）对于评估网络自动化计划成功与否至关重要（见图 4）。创新者认为，新服务的 TTM 是迄今为止最重要的 KPI；而其他受访者则认为最重要的 KPI 是运营支出。创新者还将客户体验视为关键的 KPI。实际上，自动化可以显著减少客户在网络中经常遇到的不愉快体验。

尽管自动化对于充分利用 NFV 和上云的动态本质至关重要，但转变并非易事。超过一半的受访高管指出，前期费用是主要的拦路虎。此外，新系统与原有系统的集成既费钱又费时（48%）以及复杂技术的较高学习难度（45%）是另外两个主要障碍。为了克服学习难度较高这个障碍，IT 和网络员工的技术培训势在必行，但要让网络运营人员像软件开发人员那样思考问题和开展工作，仍具有很大的挑战性。

图 4

衡量自动化计划成功与否的最重要 KPI



49% 的创新者将安全问题列为主要障碍。新的 NFV 环境更加复杂，很容易受到各类新的安全风险的影响。因此需要一种新的安全风险防范方法。CSP 应考虑将机器学习作为自动化流程的一部分，动态适应这些新的安全威胁。

“虚拟化使我们能够灵活地进行创新，快速适应任何新需求。”

某英国 CSP 的首席运营官

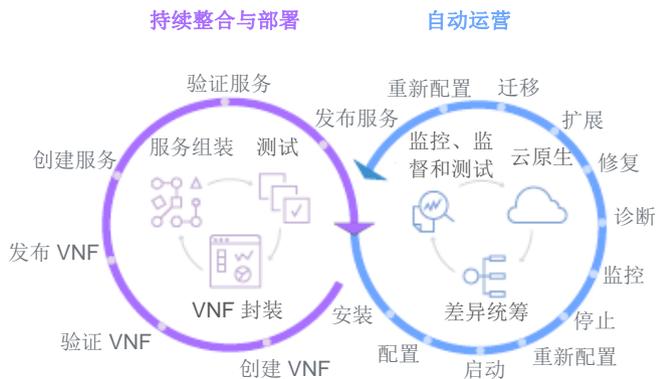
构建服务创新工厂

随着网络日益依赖于软件，通过将软件组件组合在一起创建新服务变得越来越轻松和快捷。实际上，可以采用类似于 DevOps 的模式，进行网络服务开发、网络运营和端到端管理。“网络版 DevOps”支持您以精益高效的方式自动管理服务生命周期，提高灾备能力，从而加速实施新功能和服

务，改进客户体验，增加收入。采用 DevOps 方法开展网络运营对于未来网络的发展至关重要。在这样的环境中，您可以通过精益快速的方式持续设计（构建、添加、测试和管理）新服务，并集成现有服务的持续更新（见图 5）。通过自动执行整个服务生命周期，可使服务面市时间从数年或数月缩短为数周甚至数天。

图 5

从最初添加到运营生命周期管理的完整 DevOps 链

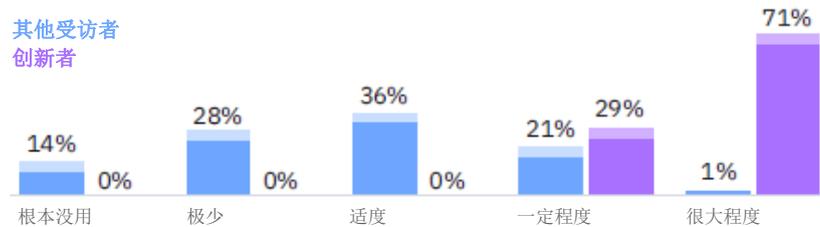


部署 DevOps 将使得网络设计和运营更像 IT。在这样的环境中，需要开展重大的文化和思维方式转变，并对网络设计和运营人员进行培训，帮助他们采用软件方法来开发和运营网络服务。此外，您在开展这些工作时还必须与 IT 和用户体验团队密切合作。

虽然 2/3 的受访高管表示自己的企业并没有或者只是适度采用了 DevOps，但受访的创新者在这方面显然又领先一步；参与我们调研的所有创新者均表示已经广泛采用 DevOps 方法。事实上，71% 的创新者已经开始在整个服务生命周期中的网络服务添加和测试阶段大规模使用了 DevOps（见图 6）。

图 6

CSP 在整个服务生命周期中使用 DevOps 开展添加和测试活动的程度



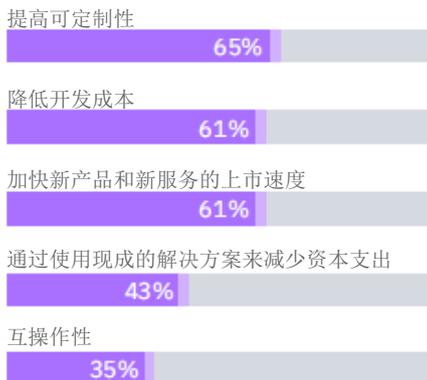
为 NFV 开发提供开源支持¹¹

CSP 越来越多地部署开源软件，颠覆了供应商只销售专用“黑盒”产品的传统商业模式。与 NFV/SDN 相关的计划在去年有加速的势头，尤其是在 OpenStack（开源社区）、开放式网络自动化平台（ONAP，现已纳入到 Linux Foundation Networking 之中）以及开源管理和统筹 (OSM) 领域。

CSP 在虚拟基础架构管理器层使用 OpenStack，为管理、监控和评估 NFV 基础架构中的所有资源提供了标准化的接口。1 级 CSP 同时使用 ONAP 和 OSM 中的代码来构建管理和统筹 (MANO) 平台。虽然 OSM 专注于实施 ETSI MANO 规范，但 ONAP 已经超越了 MANO 的范围，将设计和运营需求涵盖在内。ONAP 已经获得了广泛的认可，但 OSM 也在 CSP 网络中找到了自己的一席之地。

图 7
对网络虚拟化应用开源技术的优点

创新者



能否使用 DevOps 成功实施 VNF 生命周期自动化，取决于 VNF 的建模和打包标准。标准一直在电信技术采用方面发挥着关键作用，VNF 也不例外。标准可实现互操作性及可移植性，有助于创建令最终用户和供应商都从中受益的生态系统。参与本次调研的大多数受访者都表示，网络虚拟化的标准化有助于实现更有效的端到端管理模式，并为实现自动化提供更好的机会。

标准化可帮助加快虚拟化网络的采用速度，而开源技术则可以在这方面发挥至关重要的作用。开源方法可以支持 CSP 实施指定的标准，加快 NFV 的采用速度，并在软件社区中就 NFV 及相关工具的开发达成共识（请参阅侧边栏“为 NFV 开发提供开源支持”）。65% 的创新者将可定制能力视为开源的第一优势：开源项目提供他们构建和/或修改产品所需的代码，帮助创建能从市场竞争中脱颖而出的产品和服务（见图 7）。此外，降低开发成本以及加快新产品和新服务的上市速度也被创新者视为开源的两大主要优势。

45% 的创新者与供应商或集成商建立了合作关系，共同开发网络虚拟化和/或自动化解决方案。他们求助于外部供应商的主要原因是为了减少与实施 NFV 相关的运营支出和资本支出。对于尚未开始实施 NFV 解决方案的企业而言，获得所需的技能和专业知识乃是他们与外部供应商合作的另一个主要原因。

未来的发展方向

要在 5G 世界中茁壮成长，从网络云中获益，我们建议 CSP 实现基础架构敏捷性，具体建议如下：

攻克成本难关，创造新的收入流。

- 如果您尚未开启基于认知或人工智能的网络运营自动化之旅，请立即行动。通过人工智能实现运营自动化，无需决定和开发每个可能的服务运营自动化选项。将贵公司和其他供应商的机器学习和最佳实践支持方法与自动化技术结合起来。借助人工智能为运营人员提供支持，将所需信息集成在一起，做到“尽善尽美”。
- 以服务为重点，而不是以网络组件可用性为重点，从而改进服务质量、体验质量和绩效管理。进一步强调以客户为中心，为构建基于云的未来网络环境以及把握新的增收商机奠定坚实基础。

开发创新服务。

- 利用基于软件的下一代服务版本或发行版。确定如何建立网络云基础的第一个构建块，而不是首先考虑云设备，唯有这样，您才能为构建多厂商、多功能、多领域、基于云的网络环境铺平道路，而不会被特定供应商或技术所套牢，同时还能高度优化云基础架构。
- 如果您已经开始对服务实施虚拟化，可使用单一网络混合云，并针对整合了当前和未来网络的环境类型进行调整，以便确保既能立即获得收益，同时又不会被锁定在孤立的虚拟化解决方案以及表现欠佳的云环境中。

调研方法

我们对来自欧洲、北美、拉美、亚洲、中国、日本、中东和非洲的 24 个国家或地区的 200 位 CSP 高管进行了访谈。受访群体中共有 71 位最高层主管，其中 26 人是首席技术官。受访者都熟悉各自企业的 NFV/SDN 战略。受访高管中精通技术的占到 49%，精通业务价值事务的占到 37%；二者皆精通的占到 17%。

所有受访企业均在探索、试点或实施 NFV/SDN。受访企业的年收入从 5 亿美元到 100 多亿美元不等。

准备好了吗？

下列问题有助于您确定是否做好了采用网络虚拟化的准备：

如何在涵盖虚拟和传统网络的多厂商、多服务云环境中提供服务保证？

作为运营自动化流程的一部分，您预计机器学习将发挥怎样的作用？机器学习对于生命周期管理将发挥怎样的作用？

如何有效地简化并管理由 DevOps 加速并通过 AI 和自动化得到增强的网络运营？

您已经采取了哪些行动来实现员工队伍转型，确保他们拥有对于网络虚拟化至关重要的技能？

除带来运营效益外，如何将新的服务能力转化为新的收入来源？

- 激活由机器实现的服务生命周期自动化，以便创建不仅能够轻松扩展，还能在多个领域间迁移和修复服务并实现快速创新的网络云环境。5G 需要混合网络提供支持，而生命周期自动化可降低运营此类网络的人员需求。

建立敏捷的网络 DevOps 文化，为迎接不可避免的大趋势提前做好准备。

- 建立跨职能团队，负责实施服务。利用敏捷 DevOps 方法和团队协作，实现跨团队的快速服务支持以及方法和知识共享。在开发过程中，不仅自动执行初始服务的测试和测试管理任务，还能自动执行网络中软件的更新和升级。
- 将转而采用敏捷 DevOps 方法视为自上而下的组织变革管理流程，以便推动实现愿景，找到成功捷径，交流成功经验和开展持续学习。实现卓越的团队合作能力、测试能力及领导能力不仅有助于促进以客户为中心的服务，还能帮您持续更新与整合新功能和新变化。

作者

Steven Teitzel 是 IBM 电信、媒体和娱乐 (TME) 行业部门中负责网络和 OSS 转型的全球解决方案主管。他的联系方式为：steitzel@us.ibm.com，也可访问他的 LinkedIn 主页：<http://www.linkedin.com/in/teitzel>

Marisa Viveros 是 IBM 全球 TME 行业的战略与产品副总裁。她负责采用开放式架构开发解决方案组合，以满足网络转型、互动模式、核心业务功能和新服务创建等需求。她的联系方式为：viveros@us.ibm.com，也可访问她的 LinkedIn 主页：<https://www.linkedin.com/in/marisaviveros>。

Thomas Tattis 是 TME 行业人才中心负责网络和 OSS 转型的副总裁兼全球主管。他的联系方式为：tmtattis@ae.ibm.com，也可访问他的 LinkedIn 主页：<https://www.linkedin.com/in/thomas-tattis-26816912/>。

Rob van den Dam 是 IBM 商业价值研究院 (IBM 商业智库) 的全球 TME 行业领导。他负责发展战略性的 TME 思想领导力和卓越能力。他的联系方式为：rob_vandendam@nl.ibm.com，也可访问他的 LinkedIn 主页：<https://www.linkedin.com/in/robovandendam/>，或者关注他的 Twitter：<http://www.twitter.com/robovandendam>。

了解更多信息

欲获取 IBM 研究报告的完整目录，或者订阅我们的每月新闻稿，请访问 ibm.com/iibv。

从应用商店下载免费“IBM IBV”应用，即可在手机或平板电脑上访问 IBM 商业价值研究院执行报告。

访问 IBM 商业价值研究院中国网站，免费下载研究报告：<http://www-935.ibm.com/services/cn/gbs/ibv/>

选对合作伙伴，驾驭多变的世界

在 IBM，我们积极与客户协作，运用业务洞察和先进的研究方法与技术，帮助他们在瞬息万变的商业环境中保持独特的竞争优势。

IBM 商业价值研究院

IBM 商业价值研究院隶属于 IBM 服务部，致力于为全球高级业务主管就公共和私营领域的关键问题提供基于事实的战略洞察。

相关报告

“客户推动的企业 — 来自全球最高管理层调研的洞察”，IBM 商业价值研究院，2018 年 3 月。<https://www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=42014042CNZH&dd=yes&>

Steve Canepa、Bob Fox、Rahul Kumar、Anthony Marshall 和 Rob van den Dam 合著，“突破重围，还是偃旗息鼓？电信行业的数字化重塑”，IBM 商业价值研究院，2017 年 11 月。<https://www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=GBE03902CNZH&dd=yes&>

Bob Fox、Nick Gurney 和 Rob van den Dam 合著，“智胜通信行业的颠覆性变革：2020 年认知时代的 CSP”，IBM 商业价值研究院，2016 年 2 月。<https://www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=GBE03742CNZH&dd=yes&>

备注和参考资料

- 1 Heuvelodp, Niclas. “Ericsson Mobility Report.” Ericsson. November 2017. <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-november-2017-middle-east-and-africa.pdf>
- 2 “Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021.” Cisco website. September 15, 2017. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.html>
- 3 “How 5G NFV Will Enable the 5G Future.” SDX Central website. Accessed September 20, 2018. <https://www.sdxcentral.com/5g/definitions/5g-nfv/>
- 4 Rice, Chris. “Network AI: AT&T’s Framework for Its Open Source Efforts That Will Drive our Software-Defined Network in 2018 and Beyond.” AT&T website. March 27, 2018. https://about.att.com/innovationblog/att_framework
- 5 Cranford, Nathan. “Verizon seeks to cut \$10 billion through virtualization.” RCR Wireless News. November 10, 2017. <https://www.rcrwireless.com/20171110/verizon-seeks-to-cut-10-billion-through-virtualization-tag27>
- 6 Morrios, Iain. “Telefónica Plots Unica Expansion.” The Light Reading Group. August 3, 2017. <https://www.lightreading.com/nfv/nfv-strategies/telefonica-plots-unica-expansion/d/d-id/735134>
- 7 Chau, Fiona. “NFV market in APAC to exceed \$9b in 2022: ABI.” Telecom Asia. September 6, 2017. <https://www.telecomasia.net/content/nfv-market-apac-exceed-9b-2022-abi>

- 8 Knight, Maracel. "5G + SDN: When Worlds Collide." AT&T website. June 7, 2017. http://about.att.com/innovationblog/when_worlds_collide; Chokshi, Rupesh. "AT&T's Rupesh Chokshi on NFV/SDN-enabled Business Networking." SDX Central website. January 16, 2018. <https://www.sdxcentral.com/articles/featured/att-rupesh-chokshi-flexware-interview/2018/01/>
- 9 "Telefónica demonstrates the possibilities of 5G Network Slicing end-to-end based on its UNICA virtualization project." Telefónica website. February 14, 2018. <https://www.telefonica.com/en/web/press-office/-/telefonica-demonstrates-the-possibilities-of-5g-network-slicing-end-to-end-based-on-its-unica-virtualization-project>; Ziser, Kelsey. "Telefónica's Elizondo on UNICA's Promise of Network Automation." The Light Reading Group. August 23, 2018. <https://www.lightreading.com/automation/telefonicas-elizondo-on-unicas-promise-of-network-automation/a/d-id/745598>
- 10 Crozier, Ry. "NBN Co brings cognitive to its network ops." iNews. May 8, 2018. <https://www.itnews.com.au/news/nbn-co-brings-cognitive-to-its-network-ops-490451>
- 11 Nangare, Sagar. "OpenStack and Open Source MANO: Technologies for NFV Deployment." DevOps.com. August 8, 2018. <https://devops.com/openstack-and-open-source-mano-technologies-for-nfv-deployment>; Morris, Iain. "Telefónica Warms to ONAP, Sees Merger With OSM as 'Possibility'." The Light Reading Group. August 2, 2017. <https://www.lightreading.com/open-source/industry-bodies-groups/telefonica-warms-to-onap-sees-merger-with-osm-as-possibility/d/d-id/735103>

© Copyright IBM Corporation 2018

IBM Corporation
New Orchard Road
Armonk, NY 10504

美国出品
2018年10月

IBM、IBM 徽标、ibm.com 和 Watson 是 International Business Machines Corp. 在全球许多司法管辖区的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的注册商标。以下 Web 站点上的“Copyright and trademark information”部分中包含了 IBM 商标的最新列表：ibm.com/legal/copytrade.shtml。

本档为自最初公布日期起的最新版本，IBM 可随时对其进行更改。IBM 并不一定在开展业务的所有国家或地区提供所有产品或服务。

本档内的信息“按现状”提供，不附有任何种类的（无论是明示的还是默示的）保证，包括不附有关于适销性、适用于某种特定用途的任何保证以及非侵权的任何保证或条件。IBM 产品根据其提供时所依据协议条款和条件获得保证。

本报告的目的仅为提供通用指南。它并不旨在代替详尽的研究或专业判断依据。由于使用本出版物对任何组织或个人所造成的损失，IBM 概不负责。

本报告中使用的数据可能源自第三方，IBM 并不独立核实、验证或审计此类数据。此类数据使用的结果均为“按现状”提供，IBM 不作出任何明示或默示的声明或保证。

国际商业机器中国有限公司
北京市朝阳区北四环中路 27 号
盘古大观写字楼 25 层
邮编：100101

IBM