

电信业数字化转型白皮书

——网络软化下的战略选择

(2018年)

中国信息通信研究院
2018年7月

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

CAICT 中国信息通信研究院

前言

人类历史正经历第四次工业革命，数字化的浪潮席卷全球。这促使电信运营商开启了数字化转型的历程。电信运营商的数字化转型是一个长期的过程，随着技术的创新，其内涵也不断地得到丰富。近期，网络软化技术的发展再次使得电信运营商的数字化转型的内涵得以扩展。转型从前期主要聚焦于业务层，发展为业务层、网络层和内部管理运营更加全面的数字化转型，并且，网络软化驱动的数字化转型成为电信运营商数字化转型的关键部分。

相比其前期单一的做综合信息服务提供商而言，网络软化使得电信运营商的数字化转型不再仅停留于业务层转型，更需要展开对企业内部生产方式和生产关系的深层次变革。因为，网络软化使得电信运营商的业务交付方式发生根本改变，对其核心能力提出了挑战，也从思维模式、价值理念到人员技能和运营模式等都对电信运营商提出了全方位的转型要求。如何实现这样的全面转型是电信运营商在整个数字化浪潮中必须要交出的一份答卷。

本报告聚焦于网络软化进程中电信运营商普遍面临的三大重要问题，生态位选择、运营组织方式变革和人才队伍转型。报告力图电信运营商数字化转型给出一些新的方向性和具体性的建议，为政府推动电信行业升级提出一些政策建议。

网络软化将给业务创新带来极大的灵活性，网络业务的个性化也将提升客户体验，满足客户的差异化需求，从而大幅提升网络价值。

因此，网络软化有望给电信业带来新的增长驱动力，推动电信运营商实现数字化转型。但要想获取数字化转型的红利，运营商必须建立起后端网络的自主能力和前端网络产品的创新能力。然而我国运营商的公司运营模式历来以项目管理为主，缺乏自主研发与创新能力。是迎接更大的挑战建立强大的自主研发与创新能力，还是维持原有的运营方式，大量的委托与外包？这是最终会决定运营商在未来生态中的生态位，未来的竞争优势，以及转型路径和自身转型难度的问题。

研究后发现，目前大部分电信运营商还处在这两种能力都较为缺乏的“维持型”生态位，即只能努力保有原有市场地位，而且价值空间仅能维持生存。面向未来，电信运营商只有建立起前端网络产品的创新能力和后端网络的自主能力，才能逐步走向“业务拓展型”生态位，即可以通过拓展前端市场，获得较多的价值空间，并最终向“双向拓展型”生态位努力，即可以同时通过拓展前端市场和压降后端网络成本，获得更为理想的价值空间。

为实现生态位的演进，在未来的转型中，运营商需要建立适应于转型的机制，吸引具有 IT 专长的人才和培养 ICT 复合型人才，培育和保留住一支数字化转型的优秀人才队伍，并创新运营模式和业务交付模式，建立起极大的竞争优势。

为了便于大家在阅读中对内容的理解，有必要明确核心关键词的内涵。一是，本报告研究的电信业专指拥有网络资产的基础电信运营商的集合，个体的运营商所面临的数字化转型问题反映了电信业发展的普遍问题。二是，“电信运营商数字化转型”概念目前在业内被广

泛采用，内涵非常丰富。本报告所涉及的内容，属于电信业数字化转型中的重要组成部分而并非全部。主要由网络软化带来的电信运营商的网络架构重构、流程再造、思维模式、企业文化、人员技能等一系列的转型，是电信运营商进行上层业务数字化转型的基础。第三，本报告中提到的网络产品创新是专指网络服务产品而非互联网平台类的业务或网络设备产品。

目 录

一、生态位选择	1
(一) 网络软化驱动力	1
(二) 网络架构重构	2
(三) 运营商所处的新生态	3
(四) 运营商的生态位选择	6
1. 四种生态位	6
2. 生态位选择所需的决策	8
3. 生态位演进路径建议	17
二、运营组织方式变革	19
(一) 运营组织架构变革	20
(二) 网络运维层变革	21
1. 由纵向垂直化专业分工, 转变为横向水平化分层管理	21
2. 增强软件编程能力, 壮大 IT 研发团队	22
3. 增加对网络微功能软件的管理和维护	23
4. 增加编排管理新职能	24
5. 运维保障向自动化、智能化升级	24
(三) 网络产品研发与运维层变革	25
1. “网络切片”建立差异化竞争优势	25
2. 开发和运营的一体化	26
3. 呈现分布式、小团队需求	27
(四) 产品层与网络层的运营衔接	27
(五) 变革带来的冲突与挑战	29
1. “尽力而为”和“5个9保障”的矛盾	29
2. “传统的管理和考核方式”与“变革思维”的冲突	30
三、人才队伍转型	31
(一) 人才需求	31
1. 能力需求变革	32
2. 人才规模需求	33
(二) 人才供给	36
1. 全行业面临 IT 人才短缺	36
2. 初中级 IT 人才愈发紧缺	36
(三) 人才竞争	37
(四) 人才获取	38
1. 外部获取	39
2. 内部培养	40
四、结束语	42
附录	44

一、生态位选择

（一）网络软化驱动力

随着物联网的广泛应用，网络连接主体、应用场景多样化，通信网络需求发生着两个方面的重要变化：一是，连接数量和流量规模的爆发式增长，根据爱立信预测，2016 年到 2022 年全球连接数量将从 160 亿增长到 290 亿，年均复合增速为 10.4%，同期全球数据流量规模将以 42% 的年复合增速增长；二是，客户对网络的容量、速率、时延、稳定、安全、规模等性能的要求不尽相同，而且要求“按需供给”。以上网络需求的两个变化，要求网络既要有足够的容量或者高度的可扩展性，满足需求规模的爆发，又要具备高度的弹性、灵活性、隔离性，满足个性化、多样化和“按需供给”的需求变革。

另外，互联网巨头顺应“云网融合”的趋势，进入基础通信领域（如图 1 所示）。过去几年，互联网巨头凭借其极强的 IT 能力，在云服务提供市场占据主导地位。现在，伴随业务和应用上云的趋势，以互联网巨头为代表的云服务商以降低自身运营成本、满足客户“云网融合”需求为出发点，开始构建 DCI 网络，并通过“云”+“网”融合的营销方式和提供在线自助管理的服务方式，抢占基础通信服务在企业市场的价值空间。电信运营商需要以更灵活、更优质、更低成本、更快速的网络服务，应对来自互联网企业的竞争。

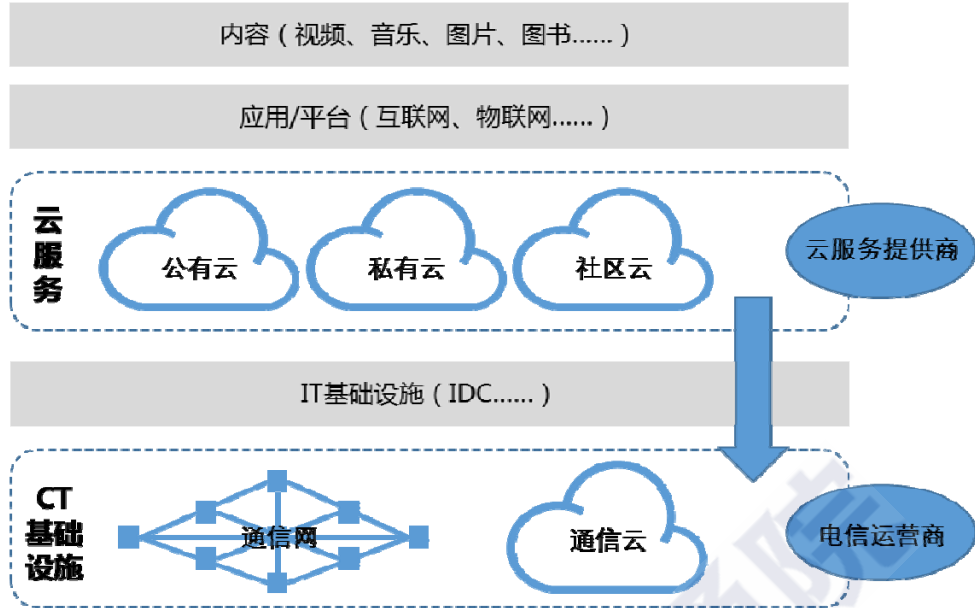


图1 ICT 产业变化

而电信运营商的传统网络架构，不能满足其应对市场竞争、市场需求变化的要求，表现在以下几个方面：一是，传统网络构成复杂，资源难以协同，缺乏灵活性、可扩展性；二是，传统网络架构下业务难以融合，新业务开发困难，难以满足多样化市场需求；三是，传统网络规划、建设和运维复杂，运营成本高。因此，引入 SDN/NFV、云计算、大数据、AI 等新型信息通信技术，重构网络架构，实现管道的软化、云化、智能化升级，是电信运营商满足市场需求，应对市场竞争，突破数字化转型瓶颈的核心路径。

(二) 网络架构重构

未来通信网络架构将演变为三层架构，基础资源层、网络功能层和网络功能管理编排层（如图 2 所示）¹。

¹参考资料：ESTI, Network Functions Virtualisation -Update White Paper; AT&T, Domain 2.0 Vision White Paper; SDN/NFV 产业联盟, NFV 产业发展白皮书; 中国移动, NovoNet2020 愿景; 中国电信, CTNet2025 网络架构白皮书; 中国联通, 新一代网络架构白皮书 (CUBE-Net2.0)

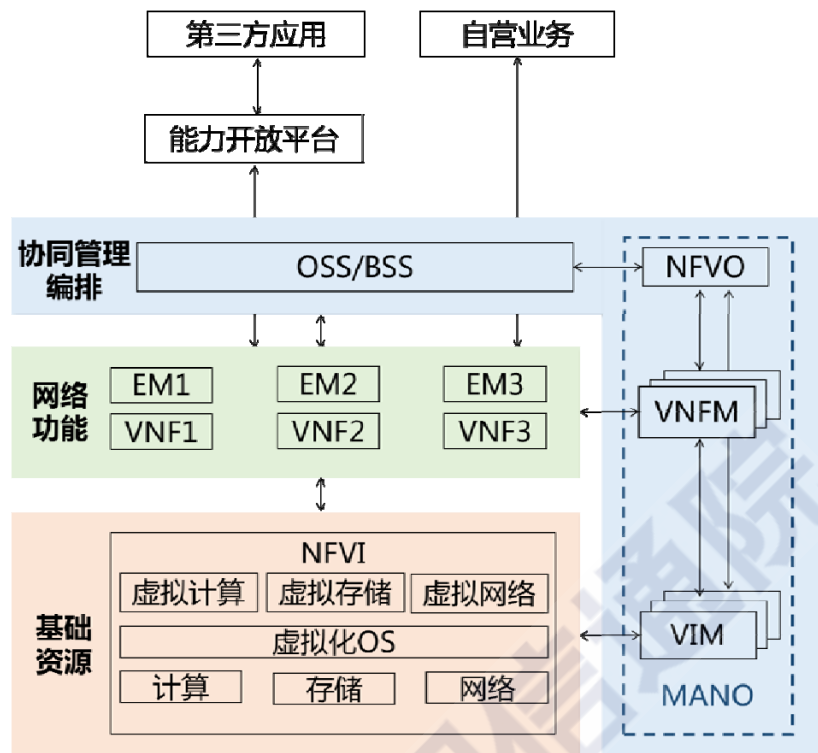


图2 通信网络的三层架构

其中，第一层是共享的网络资源，基于虚拟化 OS，所有的硬件资源实现云化、共享，支撑利用率弹性伸缩、灵活调用；第二层是软化的网络功能，网络功能以软件形式出现，便于修改、升级、编排、调用、扩展；第三层是智能化的协同管理编排，基于 IT 方式，实现网络功能、性能的自动化编排与管理。

（三） 运营商所处的新生态

新网络架构下，电信运营商所处的产业新生态由六部分构成：

一是，**供应商**。NFV 技术推动软硬件分层解耦，产业链被拉长，虚拟化 OS 提供商、VNF 提供商、VIM 提供商、VNFM 提供商、NFVO 提供商等新生主体出现，原产业链中的通信设备提供商向通信解决方案提供商升级，而运营商对其供应商的议价能力，取决于电信运营商新型网络的标准制定、设计、研发与运维能力，以及产业生态的构建能

力（下文简称“网络自主能力”）的强弱。

二是，企业市场竞合者。互联网公司基于其云服务能力和 DCI 网络能力，抢占企业通信市场空间，成为电信运营商在企业市场的“竞争者”（目前互联网公司主要通过租赁运营商接入网的方式，实现其“最后一公里”的接入能力，因此互联网公司也是电信运营商在企业市场的“合作者”）。而通信设备提供商巨头与 IT 设备提供商巨头均具备进入企业通信市场所需的 IT 能力和 CT 能力。因此，电信运营商对新型网络的自主能力，以及网络产品的创新、运维能力（下文简称“网络产品创新能力”），在较大程度上决定了其在企业市场的竞争能力。

三是，大众市场竞合者。面向大众市场大量的多样化、个性化需求，电信运营商因仅靠一己之力无法全部满足，而选择开放其业务编排能力 API，充分利用第三方应用开发者的创新能力与垂直领域专业能力，挖掘长尾市场价值，因此第三方应用开发者成为运营商的“合作者”。但，如果运营商的网络产品创新能力不及第三方，运营商将面临沦为单纯的基础通信管道提供者的压力，对行业实现新的增长极为不利。从这个角度来看，第三方应用开发者对运营商存在一定的“竞争者”属性。因此，运营商与第三方应用开发者之间的关系，主要取决于运营商网络产品创新能力的强弱。

四是，购买者，包括大众客户与企业客户。与遭遇“天花板”效应的大众通信市场不同，随着产业互联网的快速发展，企业通信市场展示出巨大的价值空间。而且在新一代信息通信服务技术的推动下，信息通信服务不断创新与融合发展，信息通信服务提供主体的类型和

业务数量也随之增加，电信运营商在大众市场的竞争力在不断弱化，在企业市场上的竞争力也逐渐被削弱。若电信运营商的网络产品创新能力能够提升，其在大众市场和企业市场的竞争力也将得到有效提升。

五是，标准与开源组织。 开源组织是网络软化技术发展过程中出现的新生主体，未来，网络软化技术的制定将走向标准组织与开源组织相互促进的方式。这对电信业产业生态带来了变革式的影响，主要表现为电信运营商以参与标准制定的方式，融入到通信硬件供应环节，而原来的通信设备提供商也会涉及通信硬件的多个模块，因此电信运营商与供应商的链条关系，也变革为生态圈的关系。

六是，支持机构， 包括高校与研究机构、监管机构等，支撑技术标准开发、市场规则制定执行、客户利益保障等，从而保障整个产业生态的有序、健康、持续发展。

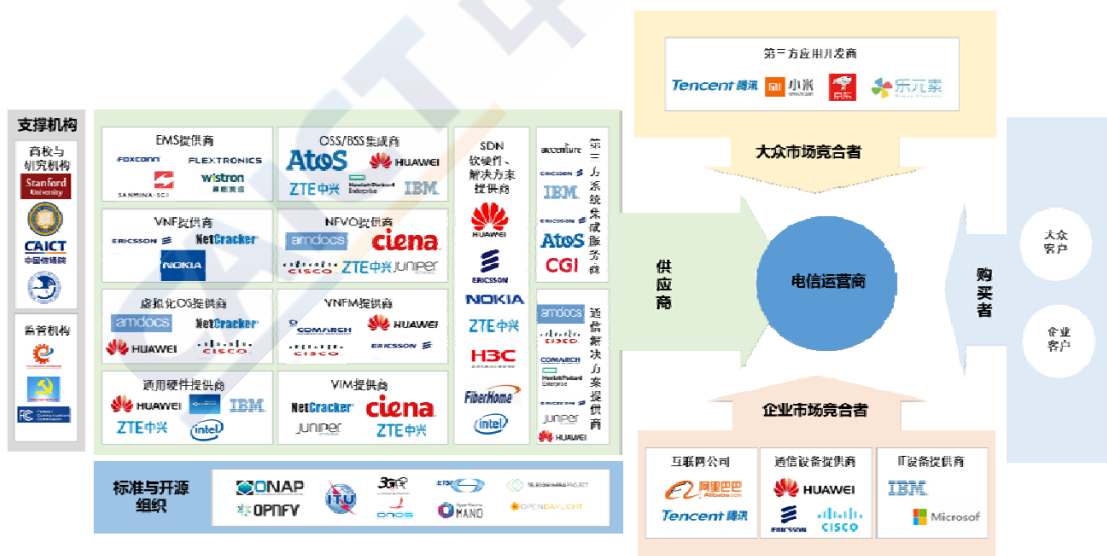


图3 运营商所处的产业新生态

（四） 运营商的生态位选择

1. 四种生态位

生态位（ecological niche）是指一个种群在生态系统中，在时间空间上所占据的位置及其与相关种群之间的功能关系与作用。电信运营商与供应商、企业市场竞合者、个人市场竞合者、购买者之间的关系，构成了电信运营商的新生态位。而通过对电信运营商所处的产业新生态的分析可知，电信运营商与各主体间的关系主要取决于其后端网络的自主能力和其前端网络产品的创新能力两个维度（如图 4 所示）。其中，网络自主能力是指电信运营商对新型网络的标准制定、设计、研发与运维的能力，以及其构建产业生态的能力。网络产品创新能力是指电信运营商在网络产品领域的创新、运维能力。另外，运营商的后端网络自主能力的强弱在一定程度上将影响到其前端网络产品的创新能力。

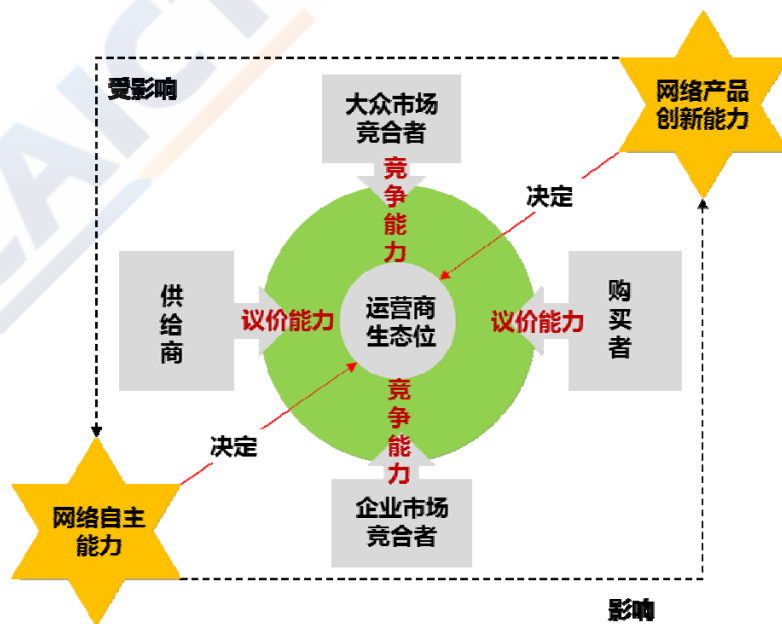


图 4 运营商新生态位的决定因素

基于生态位和企业竞争理论模型，结合对运营商所处产业新生态的研究分析，根据后端网络自主能力和前端网络产品创新能力两个维度，定位出电信运营商在新生态中可以选择的四种生态位（如图 5 所示）。

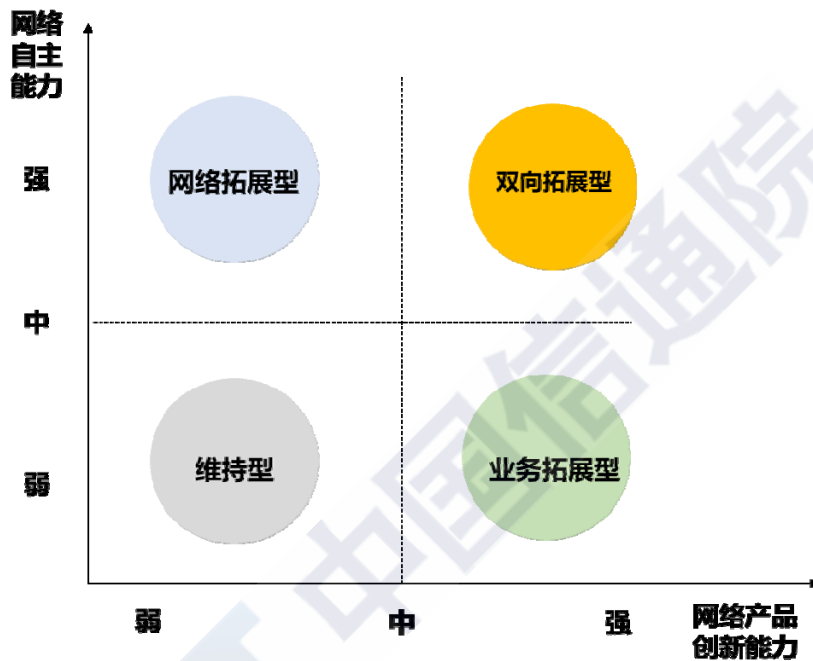


图 5 运营商可能的四种新生态位

一是，后端网络自主能力较强，且前端网络产品创新能力较强的电信运营商，属于“双向拓展型”。该类电信运营商，对供应商和购买者的讨价能力均相对较高，在大众市场、企业市场均具有较强的竞争力，并在生态合作中占据较大的主动权。该类电信运营商可以通过降低内部运营成本，充分挖掘外部市场需求，提升业务运营收入，获得较为理想的生存空间。

二是，后端网络自主能力较强，而前端网络产品创新能力较弱的电信运营商，属于“网络拓展型”。该类电信运营商对供应商的讨价能力相对较高，且凭借原有客户规模优势、营销资源优势和新建立起

来的网络优势，在生态合作方面具有一定的主动权，但对于直接面向市场端的竞争力相对较弱。此类电信运营商可以通过努力降低内部运营成本，将网络能力开放变现，获得一定的生存空间。目前此类运营商较为少见。

三是，后端网络自主能力较弱，而前端网络产品创新能力较强的电信运营商，属于“业务拓展型”。该类电信运营商对供应商的讨价能力相对较低，但在市场端的竞争力较强。因此，此类运营商可以通过努力挖掘外部市场的潜在价值，获得一定的生存空间。

四是，后端网络自主能力较弱，且前端网络产品创新能力也较弱的电信运营商，属于“维持型”。该类电信运营商对供应商、购买者的讨价能力均较弱，在大众市场、企业市场上的竞争力也均相对较弱。因此，该类电信运营商只能通过努力保有原有市场，获得维持生存的生存空间。

2. 生态位选择所需的决策

运营商未来所处的生态位，在一定程度上是运营商对其网络自主能力与网络产品创新能力塑造的结果。也就是说，电信运营商在其网络自主能力方面和网络产品创新能力方面的决策，在一定程度上决定了其未来在产业新生态中的生态位。

2.1 网络自主能力强弱决策

若将电信运营商的网络自主能力从高到低分为三级，高度自主的网络能力则指运营商在网络三层架构均能达到了自主可控（自主可控是指电信运营商能够自主开发，或深度参与开发），相对自主的网络能力是指运营商在管理编排层与基础资源层达到了自主可控，而低度

自主是指运营商只在管理编排层达到了自主可控（如图 6 所示）。

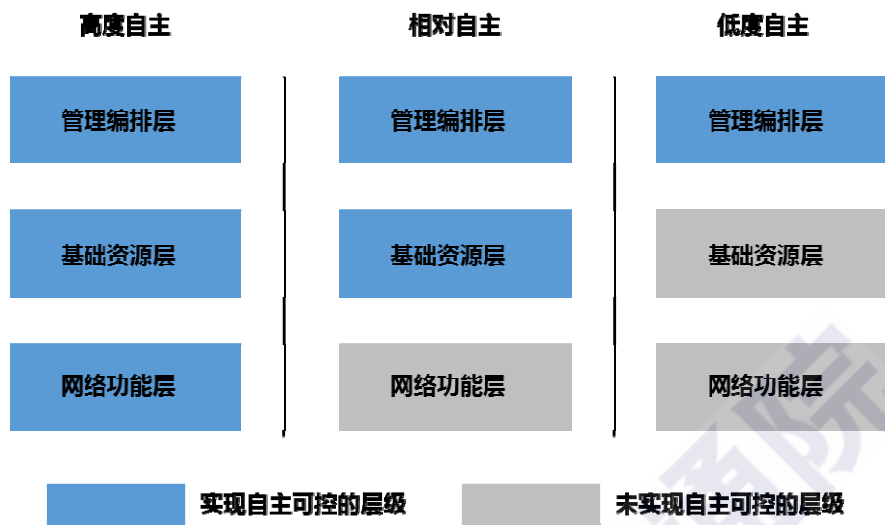


图 6 运营商网络自主能力分级

若运营商在战略上选择一定的网络自主能力，必须采用相应的网络建设模式。三个等级的网络自主能力所对应的三种网络建设模式如下：

（1）高度自主的网络建设模式

① 内涵

此模式下，运营商在新的网络架构中，能够自主可控 NFVO、VIM 和 NFVI 虚拟化 OS，自主可控部分 VNFs 和 VNFM（如图 7 所示）。

尽管此模式下，运营商对网络的掌控能力极强，间接提高与客户、供应商的议价能力，但是此模式需要的研发、集成工作难度升级，工作量也激增，且需要应对长期的虚拟网元与物理网元并行管理所带来的挑战。

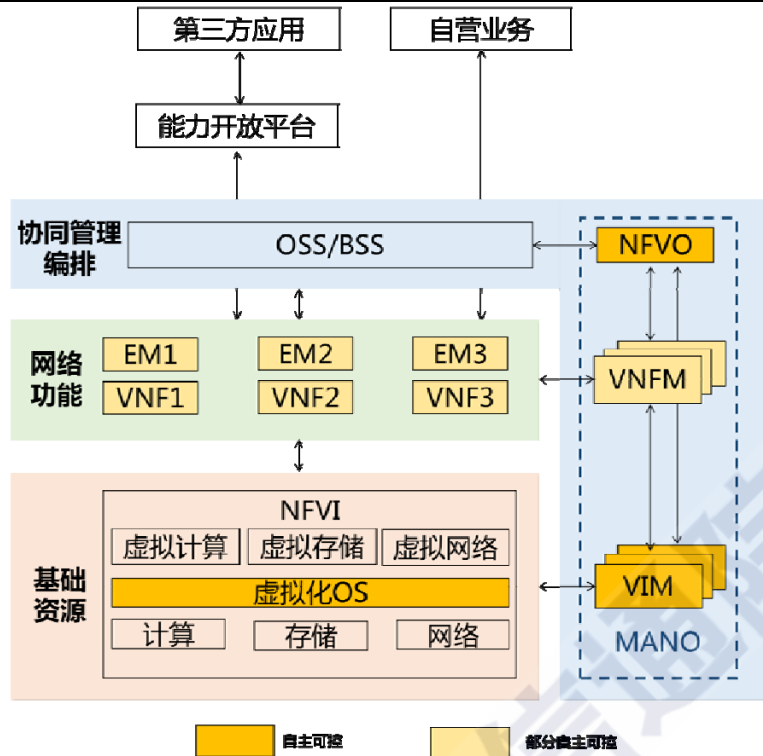


图7 高度自主的网络建设模式

② 所采用的采购模式

此模式下的电信运营商可以采用以下采购模式：

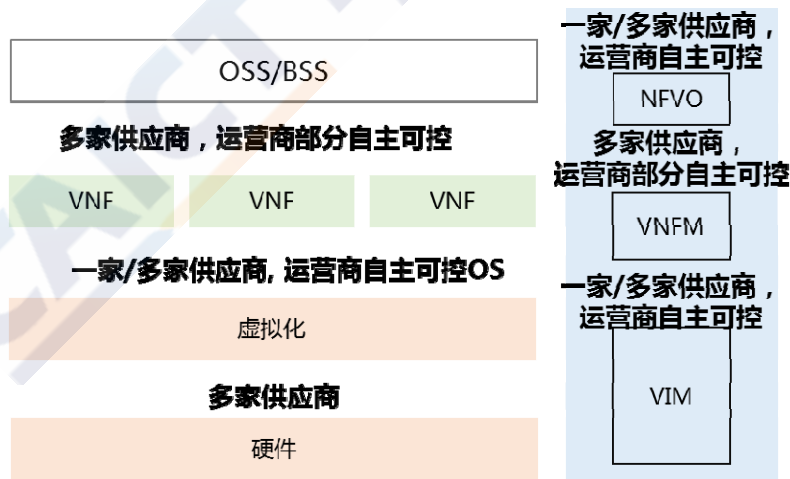


图8 此模式下运营商可采用的采购模式

③所需的内外部基本条件

电信运营商需要具备以下关键能力：

——电信运营商具有极强的技术标准创新能力，能够引领网络新架构的技术标准体系，规范各类产品的接口、功能、性能等；

——具有一定的 VNFs 研发能力，能够更好地支撑网络能力升级、上层业务创新；

——拥有极强的系统集成能力，能够自主建立和运维统一的网络功能管理编排平台（MANO）；

——拥有极强的平台系统运维迭代能力，高效、高质支撑网络与业务运营；

——拥有超强的供应商培育能力，保障各类主体能够可持续的健康发展；

——建立新技术体系下运营管理经营模式，保障网络软化的实现和优势的充分发挥。

（2）相对自主的网络建设模式

① 内涵

此模式下，运营商在新的网络架构中，能够自主可控 NFVO、VIM，虚拟化 OS，对 VNFs 部分自主可控。此模式的好处是既可利用市场上成熟的系统、产品，节约研发、集成资源，又可以在一定程度上提升自身对网络的掌控能力。

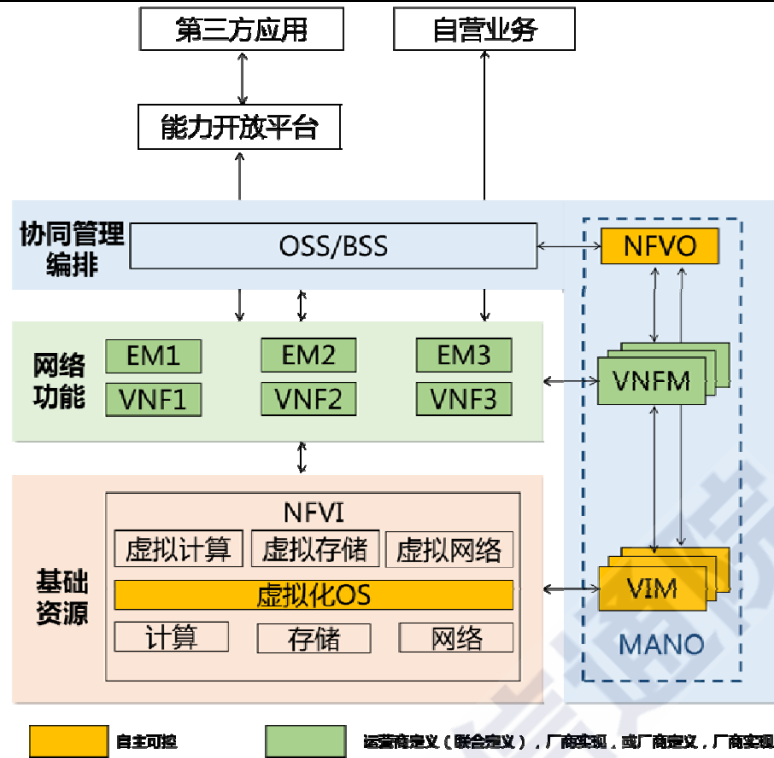


图9 相对自主的网络建设模式

② 所采用的采购模式

此模式下的电信运营商可以采用以下采购模式：

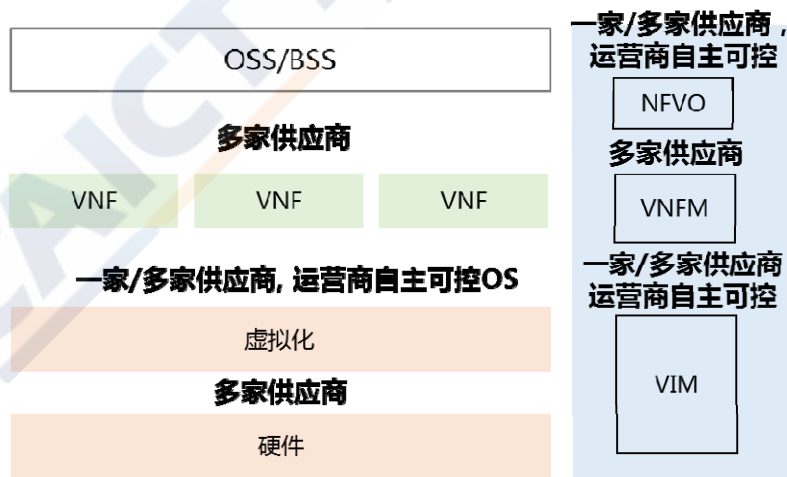


图10 此模式下运营商可采用的采购模式

③所需的内外部基本条件

电信运营商需要具备以下关键能力：

——电信运营商具有较强技术标准创新能力，能够制定网络新架构的技术标准体系，规范各类提供商产品的接口、功能、性能等；

——拥有较强的系统集成能力，能够自主建立和运维统一的网络功能管理编排平台（MANO）；

——拥有较强的平台系统运维迭代能力，能够支撑网络与业务运营；

——建立新技术体系下运营管理经营模式，保障网络软化的实现和优势的充分发挥。

产业需要具备以下条件：

——网络新架构的技术标准体系已建立，支撑网络架构三层解耦；

——产业拥有良好的创新创业环境，各类主体拥有稳定的价值区间和生存能力，产业链完全解耦。

（3）低度自主的网络建设模式

① 内涵

此模式下，运营商在新的网络架构中，能够实现 NFVO 的自主可控，并通过“自主定义，供应商实现”或者“供应商定义，供应商实现”的方式构建网络底层资源能力。此状态下的电信运营商，其职责集中参与建设，并利用统一网络功能管理编排平台（MANO），进行网络的功能编排与运营（如图 11 所示）。此模式的好处是运营商可以利用市场上成熟的系统、产品，节约研发、集成资源，但此模式下，网络软化的优势难以充分发挥。

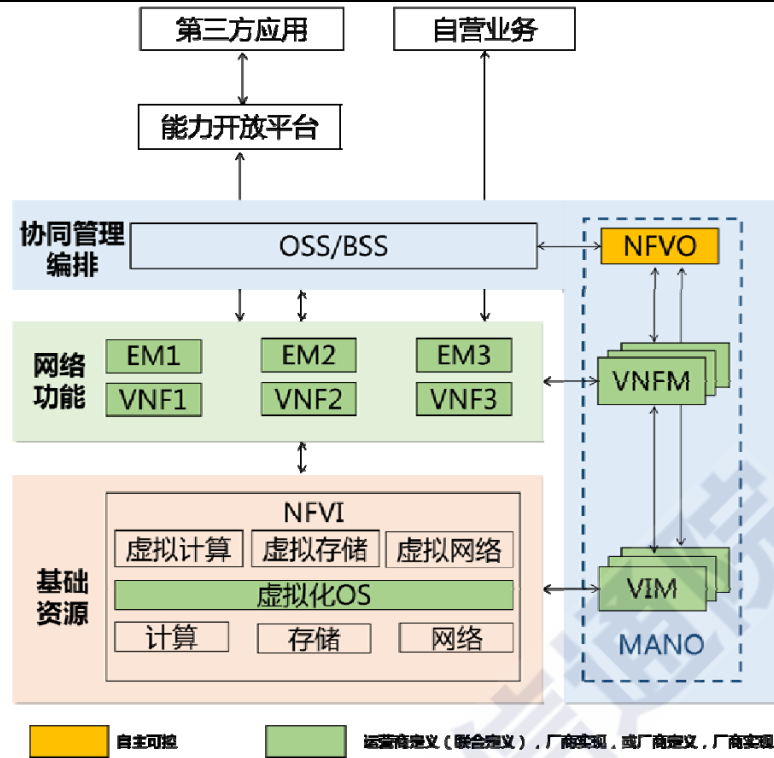


图 11 低度自主的网络建设模式

② 所采用的采购模式

此模式下的电信运营商可以采用以下采购模式：

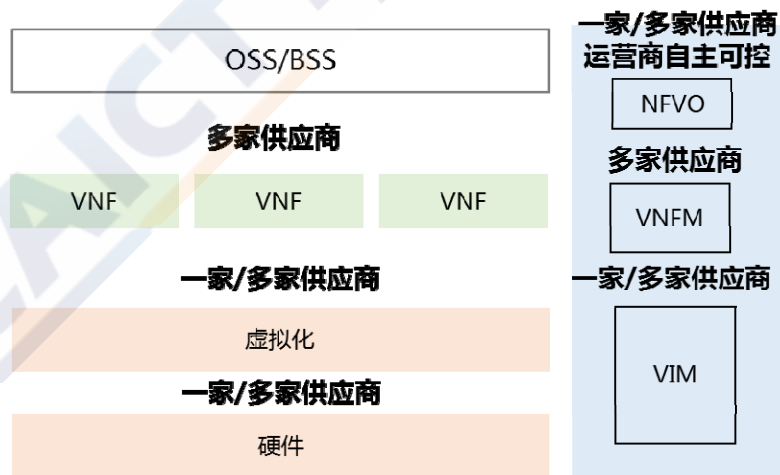


图 12 此模式下运营商可采用的采购模式

③所需的内外部基本条件

外部条件：

——网络新技术架构体系初步建立，产业达成一定的共识；

——原有通信设备提供商、IT 设备提供商、互联网企业，或其他新生主体，已经成功转型升级为网络新技术架构下的硬件、软件供给商，能够基于网络新技术，提供网络硬件与软件，以及系统集成服务。

内部条件：

——具有一定技术开发能力，能够与供应商联合定义新技术架构下的网络各层的标准规范；

——具有一定平台系统的集成与运维能力，能够参与建设，并利用统一网络功能管理编排平台（MANO），进行网络运营、维护等工作；

——建立新技术体系下运营管理经营模式，保障网络软化后的有效运营。

2.2 网络产品创新能力强弱决策

新的网络架构，资源能力整合调用模式灵活性与调用效率极大提升，这为电信运营商提升自身的网络产品创新能力提供了更有力的条件。从产品创新结果的角度来看，若将电信运营商的网络产品创新能力从高到低分为三级（如图 13 所示），较强的网络产品创新能力则是指电信运营商自主创新的网络产品市场竞争力较强，数量较多，且对收入增长有极大贡献；相对较强的网络产品创新能力是指电信运营商自主创新的网络产品市场竞争力较强，但数量不多，不过对收入增长有一定的贡献；较弱的网络产品创新能力是指自主创新的网络产品几乎没有，或自主创新的网络产品不具市场竞争力，网络产品创新主要依靠第三方。

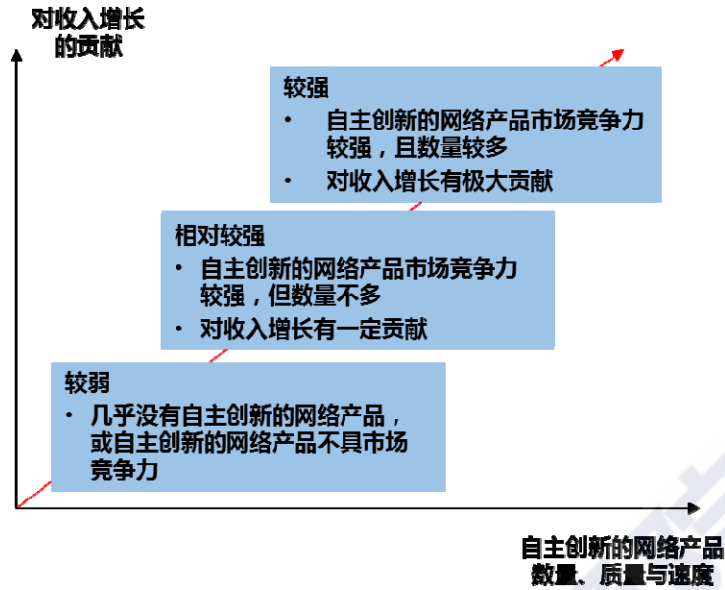


图 13 运营商网络产品创新能力分级

而产品创新能力的提升是一个系统工程，需要策划、实施、评估循环协同，推动网络产品创新能力不断上升，而且需要有组织、机制、文化系统推进，如产品创新管理主体、产品创新执行主体、产品创新问责机制、产品创新激励机制、产品创新合作机制等，甚至包括员工招聘、培训环节对创新能力的重视。

电信运营商可以基于“产品创新能力模型²”（如图 14 所示），通过对创新实践、创新环境、创新结果，三个一级指标进行细化，设计出满足自身需要、可操作的网络产品创新能力评估体系，并以此作为设计自身网络产品创新能力提升策略的依据。

²参考资料：孙冰，刘希宋，《科研管理》，企业产品创新状况评价指标体系的构建；胡世良，《通信管理与技术》，我国电信企业产品创新评估体系研究；张天译，吉林大学，《中国区域创新能力比较研究》；《企业创新能力评价指标体系（征求意见稿）》

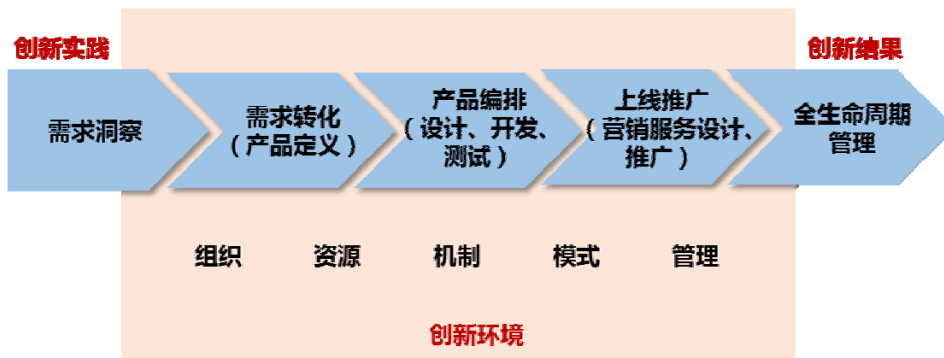


图 14 产品创新能力模型

在“产品创新能力模型”中，网络产品创新实践包括需求洞察、需求转化、网络产品编排、上线推广、全生命周期运维管理等行为；创新环境包括创新组织、投入资源、创新机制、创新模式，以及创新管理等因素；而创新结果则体现在创新成果情况、客户需求满足情况、市场竞争情况等方面。而细化上述三个一级指标，是指将上述关键因素转化为可衡量、可操作的二级指标。例如创新实践指标中需求洞察行为的二级指标，可以通过市场调查次数、调查访问人数、客户拜访次数等三级指标评估；创新环境指标中创新组织情况可以通过创新人员占职工总数的比重、创新人员中各职称比例、创新人员满意度等三级指标评估；创新结果指标中创新成果情况可以通过专利申请数量、新网络产品数量、新网络产品交付质量、新网络产品交付速度、新网络产品投入产出比等三级指标评估。

3. 生态位演进路径建议

从电信运营商能力现状来看，网络软化之前，全球电信运营商普遍存在网络自主能力缺失的问题，主要承担网络运维角色，同时在网络产品端融合创新能力相对较低，在产业新生态中处于“维持型”生态位。虽然网络软化为电信运营商提升网络自主能力和网络产品创新

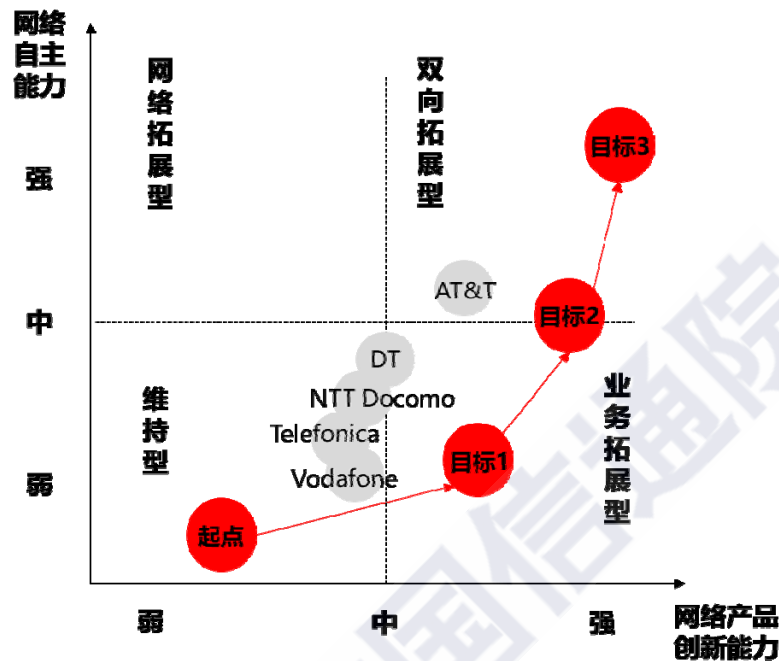
能力提供了契机,但是就目前电信运营商的能力基础来看,直接从“维持型”生态位演进到“双向拓展型”位,对于大部分电信运营商是比较困难。

从国际电信运营商的实践情况来看,NTT Docomo、Telefonica、Vodafone 等大部分国际电信运营商在网络自主能力方面要求较低,即建立相对自主的网络能力或低度自主的网络能力,而将战略重点放在了基于新型网络架构,提升自身的网络产品创新能力上;只有以AT&T 为代表的少数运营商,基于其研发能力背景、较强的资本运作能力,或者较强的战略执行能力,在建立高度自主的网络能力,提高产业话语权目标下,同步推进网络自主能力提升和网络产品创新能力提升。

从产业生态的角度来看,在技术与需求的双重推动下,目前新型网络技术下的供应生态发展相对成熟,通用白盒、虚拟化 OS、VNFs、VIM、VNFM、NFVO 等均有相对成熟的商用产品或解决方案。

因此,结合电信运营商的能力现状和实践案例,产业生态发展的成熟度,以及四种生态位的能力要求,建议电信运营商在数字化转型过程中,先选择在网络端采用“低度自主的网络建设模式”,并将资源能力放在着重提升前端的网络产品创新能力上,实现从“维持型”向“业务拓展型”的升级(目标1),再将网络建设模式升级为“相对自主的网络建设模式”,以更好地支撑前端网络产品能力提升(目标2)。再利用更长的时间,在不断提升网络产品创新能力的基础上,将网络建设模式升级为“高度自主的网络建设模式”,努力进入“双向拓展型”生态位(目标3),通过降低后端网络建设运营成本,充

分挖掘前端市场需求，提升前端运营收入，获得较为理想的生存空间（如图 15 所示）。



二、运营组织方式变革

生态位选择对电信运营商在网络软化中需要着重打造的关键能力提出了要求。为了构建和提升这些关键能力，电信运营商必须进行运营模式变革，以保障能力建设落到实处。网络软化对原有的网络运营模式提出了极大的变革要求，从工作内容、组织方式及流程协作上都要做出变革。在这些变革中起决定性影响的包括技术演进和公司战略变革所产生的组织变革。本节中，我们不做全面的运营变革的描述，而是聚焦在对运营模式形成影响的关键问题上，包括组织架构、工作内容、分工协作方式、工作理念等方面。

（一）运营组织架构变革

运营商传统运营组织呈现前后台两层架构，即前端市场和后端网络运维。随着网络软化，软硬件解耦，各种网络业务创新将会层出不穷，网络即服务成为未来的网络服务新模式。运营商希望转型占据更为有利的生态位，成为“业务拓展型”，就必须拥有较强的网络产品创新能力，以此拉动自身的收入增长。由此网络产品的研发与运维职能必须独立出来，运营商的运营架构将由两层演变为三层。这三层包括网络运维层、网络产品研发与运维层、营销服务层。其中网络产品研发与运维层是将传统结构中市场前端的一部分职能和网络运维后端的一部分职能分离后有机组合而来，而网络运维层将与业务的本身相对脱离，更加聚焦于网络本身的安全稳定的运行和维护。这两层都将在运营方式上发生深刻的变化。而营销服务层是由原来的市场前端演变而来，主要的变化将是原来与网络层的对接，变成了与产品服务层的对接，其职能从过去兼顾用户发展和核心业务的运营转变为更加单纯的客户市场的发展，这一层的变革本报告不作重点讨论。

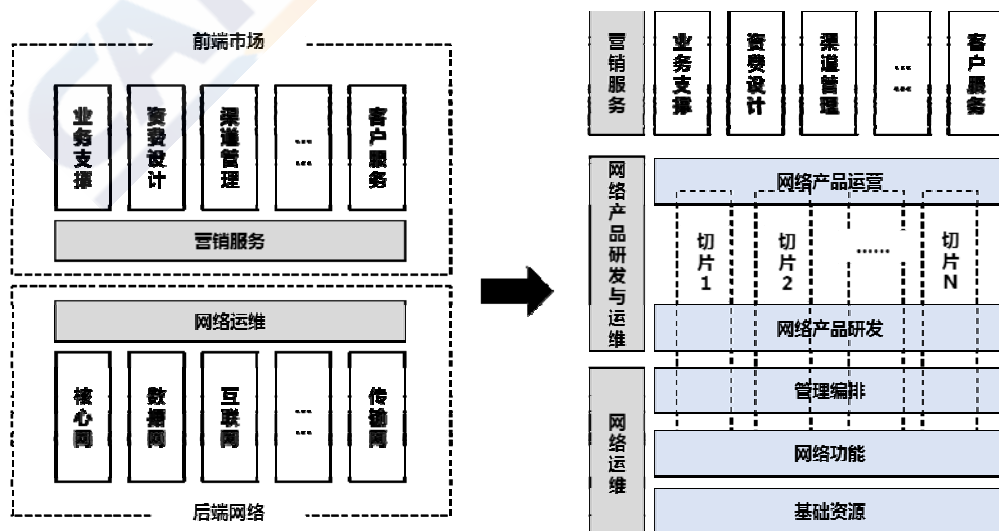


图 16 运营商的运营架构变革

（二） 网络运维层变革

随着网络软化的不断深入，网络的基础设施硬件开始通用化，传统专业网元设备所承载的网络功能开始被软件化。从当前的发展趋势来看，未来原有的网络功能将通过软件编程实现为一个一个虚拟的微功能，然后安装到通用硬件上。随之而来，传统的专业网元设备被替代。相应地，运营商传统的按专业划分的网络运维架构也就被打破。新的运维流程、模式和管理变革随之产生。这种变革目前看至少具有如下几个特点。

1. 由纵向垂直化专业分工，转变为横向水平化分层管理

随着软硬解耦，网络本身首先被分成了基础资源层和网络功能层两个横向层级。为了协同基础资源层和网络功能层，保障全程全网的稳定运行和全网功能的实现，管理编排层出现，担负起编排管理和业务实现的责任。所以网络运维层按基础资源管理、网络功能管理、网络编排管理进行分工。

网络本身的技术分层变化和管理分工的变化，将导致网络运维侧传统的烟囱式运维架构不再适应新的分工体系，需要由纵向垂直化的架构转化为横向水平化的架构。

该架构不同于传统运营商纵向分专业的垂直烟囱式结构，需要按基础资源、网络功能、管理编排进行水平分层式的设计，相应的水平功能层由各专业部门管理负责。基础资源管理主要负责网络实体硬件资源的管理和维护，以及虚拟化 OS 的管理和维护；网络功能管理需要针对网络微功能进行规划、管理和维护；而管理编排层则需要对

MANO 等进行管理和维护。

2. 增强软件编程能力，壮大 IT 研发团队

网络软化使运营商传统以硬件为主的运维架构转变为软硬件兼顾的运维架构。特别是面向网络功能管理、网络编排管理，运营商必须具备自有的软件研发、云平台开发和管理能力，以支撑软件化转型的实现。对于运营商而言，网络软化并非是在空白的基础上重新建设一张新网，而是在现有的传统网络基础上进行开发和变革。所以其必须兼顾现网的稳定运行和面向未来软化网络的升级。为了处理好这样的协同关系，相应的管理和技术人员必须具备现有通信网的技术基础，也必须懂得软件开发技能。同时，由于现网的稳定运行对于运营商而言是生命线，因而运营商自身主导这种升级更为可行。

还有，针对现网的软件化，以及网络软件化后的网络协同与业务编排，还有后续的管理系统、云平台等，都具有创新性和较高难度，需要在“干中学”。所以，运营商应具有和不断壮大自有的较高级 IT 研发团队和较为强大的软件编程能力，才能持续、有保障地推进网络软化工作和破除转型过程中的技术难题。

优秀的 IT 团队对运营商具有巨大价值，对设备商、软件企业同样如此。围绕这类创新型的 IT 团队，运营商将面临巨大的人才竞争。为了避免自身成为别人的“人才加工厂”，运营商需要建立针对这类团队的专有激励机制。运营商可考虑“特区制”的方式：一是，面向公司内部建立“专家工作室”机制，围绕特定的项目或目标，以成果和实际应用价值为标准，给予激励，专家团队需对成果在应用年限内

全程负责。二是建立专门的专业化公司来负责相应的关键共性 IT 技术或硬件设施的研发，并进行相应的市场化结算，建立新的激励机制。三是混改机制，即通过资本纽带与优秀的团队或合作伙伴形成收益分享机制，兼顾吸收和淘汰的灵活性，以及人员动力的激发。

3. 增加对网络微功能软件的管理和维护

网络基础设施的硬件通用化后，网络的信息通信服务功能需要依赖网络功能层来实现。传统的网元能力将通过软件编程来抽象和定义，形成一个一个网络微功能，架构在通用的基础设施硬件上，从而支撑全网信息通信服务的实现。从现网存在的这个基本前提出发，这个网元能力软件化实现的过程，从目前看，可能至少需要走过三个阶段：一是虚拟化阶段，也就是软硬解耦，实现网元功能与硬件的分离；二是云化阶段，即实现虚拟网元功能的云化集中，通过统一的云平台实现对全网的管理和运维；三是云原生阶段，即网络的功能可以在云平台上实现灵活的开发、移植和协同编排，真正发挥微功能灵活、生态、创新的优势。随着网络软化技术的发展和深化，网络微功能的规划、开发和迭代优化可能形成更细化的分工，由不同的主体承担。其中优秀的运营商应该可以依据自身网络情况和用户需求，对部分网络微功能进行规划和开发以及后期的运维和迭代；而设备商或专业的网络微功能开发商也将能对部分网络微功能进行开发和实现，并在后续提供专业运维和迭代优化服务。对于目标成为网络高度自主的电信运营商，不只需要对网络硬件设施进行规划和管理，同时也需要对网络微功能进行规划、开发、迭代和运维管理。

4. 增加编排管理新职能

随着网络微功能被软件定义，成为面向网络产品编排的基础资源，网络产品最终需要通过网络的编排来实现。网络的编排管理核心是通过引入 MANO，以实现对硬件、微功能的监控、管理、配置。编排管理的责任是将软硬件资源搭成服务链，形成面向不同网络需求的资源调度能力以及基于各功能模块的组合配置能力，从而创建和运营网络服务。具体包括：根据产品逻辑编排网络服务逻辑，即根据产品需求构建网络服务模型和流程，形成具体的网络服务模板；其次是对网络资源进行管理，形成具体的网络服务能力，并制定自动化的运营和维护策略；最后，确保网络按策略自动化运行，并实现相应的网络功能和服务。

编排管理是网络软化后增加的新职能，其负责管理的岗位或部门既需要能深刻的理解产品，以便将产品需求转化为网络运行的实现方式，同时也需要能深刻地理解网络，能为网络运行调度恰当的软硬件资源以满足容量，并将这种调度规则转化为自动化的运行策略，以满足网络实际运营与维护的需要。

5. 运维保障向自动化、智能化升级

传统的运维主要通过人工进行监控，遇到网络告警进行反馈和处理。随着网络服务逐渐个性化，预计未来将呈现海量的应用场景。传统的以人工为主的监控、反馈和处理的运维保障方式，将需要大量的人力物力，管理复杂性也将急剧提升，甚至将难以有效保障网络的质量。因而需要寻找自动化、智能化的运维手段。预计随着大数据和

AI 的成熟，网络将具备智能化运维保障能力，能依托软件算法、计算能力和海量数据主动进行分析、辅助决策和智能化排障。相应的网络运维部门需要建立适应运维保障自动化、智能化的运维队伍。

（三） 网络产品研发与运维层变革

传统运营商只能提供功能相对单一的网络接入服务。但随着运营商有能力对网络软硬件进行管理编排，运营商有能力利用网络微功能和网络的编排开发出标准不同、甚至业务逻辑不同的网络产品，以适应多元化的应用场景和差异化的客户需求。预计未来运营商将提供数量众多的具有差异化特征的网络产品。

1. “网络切片”建立差异化竞争优势

为了满足多元应用场景和海量差异化客户需求，运营商借助网络管理编排能力，可以将传统统一运营的网络服务，转变为“按需切片”的服务模式。即，每一个产品或业务都将转化为一个虚拟的“网络切片”，通过网络的编排为这个“网络切片”提供软硬件和微功能的支持。“网络切片”面向特定的场景和客户提供产品，具有相对独立的运营体系。

利用“网络切片”，运营商在一张物理实体网络上，完全可以打造不同质量特性、成本和商业逻辑的“应用子网”，一个子网就是一项产品。这样运营商的产品特性就与切片能力密切相关，而切片的形成又与运营商的网络软硬件能力、微功能、管理编排能力密切相关，还与运营商对切片的研发和运维能力相关。所以，不同的运营商将有可能设计出不同的网络产品。

随着切片的不同，不同运营商的网络产品将呈现差异化的特征，

从而产生差异化的用户感知。如果是更有利于提升用户感知的差异化特征，通常也就意味着差异化的竞争优势。而这种竞争优势根植于底层网络的管理编排和产品本身的开发与运维能力，竞争对手很难通过设备商或第三方合作伙伴进行复制。产品研发和运营能力优秀的运营商将会获得更长久的竞争优势。

2. 开发和运营的一体化

随着全社会数字化进程的推进，未来运营商将服务于成千上万个不同的应用场景。面对不同的场景需求，运营商需要具备面向多元产品的开发和运营能力：

产品开发部门需要有对用户需求的深刻理解，并能将用户的需求抽象为具体的业务逻辑、技术实现方式和相应的网络运营策略。然后，借助 IT 开发实现产品的研发、测试和上线。产品测试上线后，面对不断更新的用户需求和 IT 开发过程中存在的缺陷，还要进行相应的更新迭代。

而产品运营部门，相应的运营人员需要及时掌握产品的运行数据和客户行为数据，利用数据分析的工具和方法及时做出产品优化和升级的建议。这个建议要及时反馈给相应的产品设计和 IT 开发人员，推动产品的更新和迭代。

随着网络软件化，这种开发、运维、迭代的周期性将大大缩短。产品的设计、开发和运营人员需要建立起更紧密配合的机制，并对开发的产品和服务的客户负责，从而逐渐呈现“团队化”趋势。开发与运营逐渐由一个产品团队负责，呈现开发运营一体化特征。

3. 呈现分布式、小团队需求

随着网络软化的成熟和分层运营架构的成熟，网络产品开发团队有更大的空间来为客户定制专属的产品，属地化的团队有能力利用网络切片服务本地或者特定区域范围的客户。这就存在分布式创新和小团队管理的倾向。属地化和面向特定业务或客户群的产品运营团队将不断出现。这样的产品运营团队，可借鉴现有互联网企业的产品开发团队的运作。精干而能力全面的小团队，在公司网络大平台的基础上负责具有个性化特征的产品的需求分析、开发、运营和迭代等，并负责产品问题的解决和产品的演进等。

分布式小团队的运行发挥重要的作用，团队业绩即产品业绩，产品业绩汇聚就是公司业绩。因而需要建立与小团队相适应的激励机制，才能确保产品团队的运营动力，进而保证公司的发展。所以需要进行相应的机制变革。由于小团队是业务创新开发与运维团队，因此，最直接和有效的是其开发和运营的新业务的业绩与其团队绩效挂钩，形成产品收益与团队收益的分享机制，打破单纯的目标 KPI 考核机制，从而真正激发团队的长期创造力，吸引优秀人才，为企业收入增长提供新动力

（四） 产品层与网络层的运营衔接

传统上，由于网络与业务紧耦合，网络建设完毕其核心产品基本确定，市场前端与网络的运营衔接主要体现在对产品所需网络质量和资源保障方面的沟通协调：通常，市场前端围绕网络所能提供的产品发现用户的具体服务需求，并将这种服务需求转化为具体的产品服务

标准，比如网络特性、价格承受力等。然后市场前端根据现网能力测算服务成本、拟定价格、设计服务标准。之后跟网络后端进行沟通，提出相应的资源配置要求。网络后端根据业务前端要求，配置相应的网络资源，并在运营过程中保障相应的产品质量。

但随着网络软化，网络提供的核心产品不再是单一而确定的，而是可以根据客户要求定制开发，并在运营过程中进行相应的迭代优化。这样，传统的前后端衔接方式就面临了新问题：一是随着客户需求，产品需要不断升级，如何更快速实现这个过程？二是产品种类多样化，如何能保证每个产品的服务要求，网络都能有效满足？

所以，除了传统的市场前端与网络后端需要就产品本身的服务标准、成本价格进行沟通以外，运营商还需要建立一个衔接流程或机制，确保产品运营在运营过程中，能就产品的迭代优化和质量保障进行有效的衔接配合。这个衔接流程或机制可以通过“DevOps”来实现。

DevOps 通常分为“设计态”和“运行态”两大模块。所谓“设计态”，包含需求分析与转化、设计开发与编码、策略与策略配置、测试上线等环境。即，完成产品本身的开发和设计、网络编排等环节，使产品被定义并能在现网上成功运行和提供服务。而“运行态”则包括运行监控、动态资源配置、自动化运维与排障、业务分析与动态反馈等。即，产品在网络上的日常运维与质量保障。与传统的运维流程基本相似，只是由于自动化、智能化技术的引入，其操作更简便、运营与维护的效率更高。

由于“设计态”的存在，市场前端与网络后端的衔接就变得更加频繁和紧密。二者不只需要对产品现有的质量进行沟通协调，还需要

共同参与到新产品的开发和旧有产品的迭代优化中。双方需要就现网可提供的软硬件资源能力、适合开发的产品特性、网络资源动态调整策略、自动化运维策略等进行沟通，然后才能开发出与网络更契合的产品或者在运维过程中有计划的迭代优化。

当市场前端与网络后端在“设计态”达成一致意见，并完成相应的产品开发和测试上线。相应的产品将转化为具体的运行模板，通过自动化的管理编排融入到现网运行中，并依托智能化能力实现自动化运维。

（五） 变革带来的冲突与挑战

运营模式的变革必然带来组织文化和思维方式的转变。而运营商长久以来形成的管理习惯和考核标准与新的思维和运营模式很可能产生冲突，从而阻碍运营商变革的深化。

1. “尽力而为”和“5个9保障”的矛盾

互联网服务诞生之初就存在稳定性和功能完备性的问题，一般是通过试错和快速迭代来逐步完善其本身，属于“尽力而为”的服务。但运营商的电信网络由于其基础设施属性，承担了整个社会运行的网络连接职责，一旦出现故障，影响面巨大，其必须是“5个9”的高保障服务。因而其文化观念是“稳定”与“责任到人”。互联网与电信网二者在对稳定性和可靠性的要求方面存在明显差异。

其次，网络软化后的网络运维是跨越多个领域的“平台化”式的端到端质量保障。当网络发生故障时，特别是由于软件问题发生故障时，影响的业务范围和客户数量很可能会显著扩大。而且，网络软化后的目标就是要利用软件和智能化技术建立起来“灵活性”优势。灵

活必然对传统上已经相对流程化、固定化的保障服务标准带来新挑战。

除了技术变革，还有在新的运营环境下，人员的思维将变得灵活和倾向于创新，这客观上也将增加网络运行不稳定的概率。

所以，为了兼顾网络软化所带来的灵活性和网络运行所必须的稳定可靠性，运营商可以考虑分层、分产品的运维保障标准。针对部分网络产品应用场景和对应的网络切片，允许运维保障标准差异化，适用于不同的客户需求和服务标准，避免所有产品和应用场景都采用最高标准，进而增强服务的灵活性和降低业务运行成本。而对于最基础的网络则必须确保高可靠和稳定性。上线的产品、网络的建设、扩容和升级等都必须符合规范化的流程，以确保全网安全。

2. “传统的管理和考核方式”与“变革思维”的冲突

在传统的运营模式下，运营商已经形成了较为完备的管理体系和KPI考核方式，现有的管理人员和执行人员都习惯了传统的管理和考核。但当前运营商的运营模式正在发生巨大的变化，如引入了新的管理编排职能和建立新的产品开发运维模式。而相应的管理体系和KPI考核方式的变化却与之不同。运营商内部的管理者和执行员工就将面临传统的考核要求和新的运营流程、方式之间的矛盾。运营商既需要满足传统的条条框框的要求，又需要打破常规进行创新，这难免会使很大一部分人短时间内难以适应，甚至担心。这很可能变为运营变革的阻力。

所以，运营商必须优化适应转型的组织架构，从管理机制和考核方面共同入手，为运营变革提供好的内部环境和文化氛围：一是，根据变革的进程调整组织结构，消除由于部门壁垒以及文化差异对变革

进程的阻碍。对较为集中的转型职能可以成立专门的部门，采用特区政策，实施特殊考核机制，建立特区亚文化等；二是，针对新职能、新业务，建立起一定允许容错的机制和文化，比如设置相对较长的岗位过渡期，期间适当放宽考核标准，降低新入人员和转岗人员的心理门槛，增强接受变革的动力；三是，提供有效的工具和方法，比如针对开发类业务提供较为完善的测试环境，针对编排等新技能提供更易于操作和方便的图形化工具手段，以此帮助员工适应新的变革；四是，优化 KPI 考核方式，如降低短期业绩考核比例，增强长期效果考核及激励的比例，积极参考和引入适应软件开发的激励方式和考核方式，将个人绩效与新产品产生的业绩在一定程度上挂钩等。这些都需要认真梳理考核逻辑融入到现有 KPI 考核体系中，而非简单的照搬指标等。

三、人才队伍转型

数字化转型带来了网络运维和业务运营模式的深刻变革，人才转型成为转型成功的重要保障，是电信运营商向“业务拓展型”和“双向拓展型”生态位演进过程中能力得以改善的基础条件。随着数字化转型对网络自主能力和网络产品创新能力要求的逐步加强，运营商面临的人才缺口问题日趋凸显，补齐人才缺口、建立适应转型的人才队伍成为未来人才建设的重点。

（一）人才需求

网络软化引导下的产业新生态中，后端网络自主能力和前端网络产品创新能力成为决定电信运营商是否能够占据良好生态位的关键因素，新的前后端能力的培育需要通过一定规模的相应人才储备来实现。

1. 能力需求变革

（1）网络自主能力

电信运营商的后端网络研发与运维旨在发挥自身优势，把握虚拟化、软件化变革机遇，实现对网络资源的掌控。在网络功能虚拟化的过程中，电信基础设施的部署方式会发生根本改变，也对网络运维人员提出多元化技能要求。主要集中在以下四种能力。

顶层设计能力方面，运营商需要具备高技术人才对虚拟化网络和系统进行顶层设计，并保证其稳定性、可扩展性、性能等多项指标的可用性与优越性。在这一过程中，要求具备网络技术发展路标的制定能力、提供技术方案能力，最终实现虚拟化网络架构的设计和建成。

网络开发编排能力方面，需要相关人员掌握更高层次的网络和 IT 能力，即兼具 IT 和 CT 能力的复合型人才。在理解虚拟网络行业标准的基础上，搭建网络功能编排平台，具备设计软件调度场景下的算法能力，根据业务逻辑实现网络自动化编排，落实 MANO 的管理和维护，确保业务部署和上线所需的网络资源。

虚拟网络运维能力方面，要了解虚拟网络基本知识和技术原理，实现对网络微功能的规划、开发以及后期的迭代，确保虚拟网络的巡检、监控、变更等日常运维，推进设备和软件升级，根据网络和业务发展需求，不断优化虚拟网络结构和配置。

基础资源运维能力方面，要具备云的基础设施构建、平台管理及开发运维能力，提升虚拟化 OS 管理能力。同时，兼具电信规范、网络架构、设备维护、网络安全等传统 CT 领域能力，确保网络顺畅运行，强化网络运行数据指标和性能分析，实施网络管理和网管监控。

（2）网络产品创新能力

前端产品运营层面主要涉及需求管理、产品编排和产品运营三大模块，以产品线为单位，确保网络服务层的资源调取。与传统模式相比，网络架构重构引导的业务运营模式变革要求具备产品创新和运营能力的复合型人才，兼具有市场洞察和一定的网络技术能力，在目前的电信运营企业中相对缺乏。

具体来看，前端网络产品创新和运维人才队伍所需的能力主要包括客户需求理解和管理能力、网络产品编排和研发能力、互联网化产品运营能力。

客户需求理解和管理能力方面，要求相关人员深入用户理解、用户体验、用户感知，以高度的敏感性洞察市场，通过系统的需求分析，准确把握用户对业务功能、性能和可靠性的具体要求，将用户需求转化为产品需求，发现市场突破口。

网络业务编排和研发能力方面，相关人员要在理解业务要求的基础上，将用户需求抽象为业务逻辑，应具备产品设计、开发和测试等IT和CT能力，其中主要包括网络产品功能、技术架构和交互界面设计，整合后台数据，并实施API、界面交互和功能测试。

互联网化产品运营能力方面，需全面强化线上推广和大数据分析，设计并实施线上营销活动和服务系统。同时，运用数据驱动思维，通过一定分析工具的使用，用数据来优化、精细化运营策略，加快业务迭代，提升用户生命周期价值，实现业务快速增长。

2. 人才规模需求

面对网络功能虚拟化的迫切转型，电信运营商对于网络自主人才

和网络产品创新人才均需求迫切，而当前人才市场中这两方面人才的供应也存在一定缺口。从《2017 年互联网人才趋势白皮书》的统计数据来看，2017 年技术人才招聘需求占总体人才需求的 25.1%，较 2016 年提升 2.7 个百分点，实现连续两年提升；产品、设计人才需求小幅提升，运营、市场、销售类职位需求小幅下降。由此可见，IT 技术人才竞争正在持续升级。

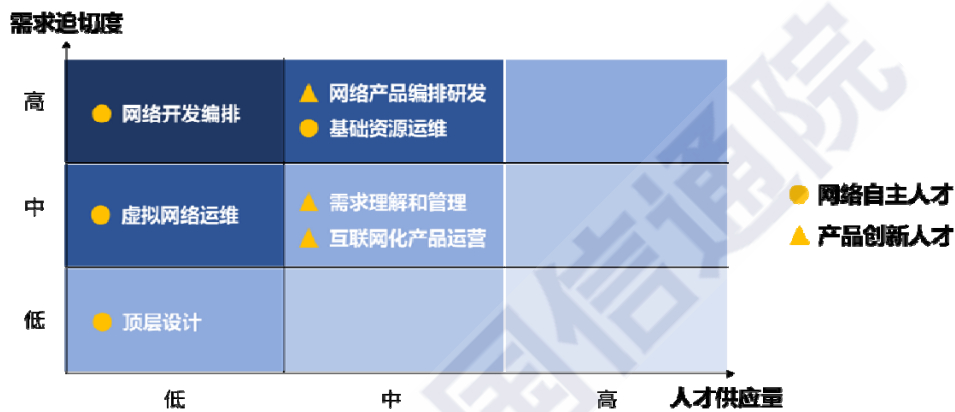


图 17 电信运营商人才能力获取难易度分布

网络自主人才方面，体现出两大人员能力需求趋势，一是加快技能转型，按网络虚拟化推进程度，逐渐向复合型人才转型；二是集中化会降低总体网络人才规模需求，但对中端研发人才需求仍较大。

其中，顶层设计师是当前紧缺的高级人才，是近两年除人工智能外薪资最高的互联网职位，但由于电信运营商相关人才需求量小，其获取难度偏低。网络开发编排人才需求的迫切度和难度较高，一方面，算法和人工智能人才获取难度最高，数据显示，我国人工智能人才缺口超 500 万；另一方面，网络功能开发人才需求量大，但运营商以往储备较少。虚拟网络运维人才对电信运营商网络功能虚拟化的实现至关重要，虽然当前人才市场中运维工程师供应量并不十分紧俏，但相

关能力将成为运营商的核心基础能力，且不宜外包，因此这部分人才获取的迫切性更高。另外，考虑到运营商建设的网络基础，对基础设施的运维已有相对成熟的模式和一定规模的人员储备，但同时具备云、OS 运维能力的人才相对紧缺。

网络产品创新人才方面，随着网络功能虚拟化为运营商自身业务开展创造了更大的空间和可能性，业务人才需求变得更加迫切。

其中，需求理解和管理人才、产品经理、业务分析师的市场供应相对充足，但同时具备电信行业知识的复合型人才仍存在一定缺口。在互联网行业蓬勃发展的背景下，网络产品编排和研发人才炙手可热，随着计算机科学、计算机应用技术等相关专业培养的不断完善，人才数量快速增长，但考虑到电信运营商在网络业务开发、设计、迭代等领域能力基础偏弱，这部分人才的需求迫切性较高。同时，在产品创新推进过程中，电信运营商还需加速互联网化运营人才的吸纳，为经营模式转变做好人才储备。

在电信运营商生态位演进中，从“维持型”到“业务拓展型”再到“双向拓展型”是拓展生存空间的有效路径。在这一路径的指导下，前端网络产品创新能力人才是电信运营商近期人才需求重点，应优先提升需求理解和管理人才、网络产品编排和研发人才以及互联网化运营人才的储备，从而顺利实现创新成果到效益的转化，从“维持型”向“业务拓展型”升级。在此基础上，远期重点聚焦网络自主人才储备，有力支撑电信运营商走向“高度自主的网络建设模式”，向“双向拓展型”生态位挺进。

（二） 人才供给

数字化转型使得基础电信运营商人才需求从 CT 型人才转向 CT 和 IT 复合型人才，然而复合型人才缺位背景下，运营商的人才需求偏好也开始转向 IT 领域。电信运营商对 IT 人才的需求规模日渐提升，但互联网处于高速增长、激烈竞争阶段，全行业存在较大的 IT 人才缺口，能否成功吸纳相应规模和水平的 IT 人才成为运营商网络软化后实现高效运营和构建差异化竞争优势的关键。

1. 全行业面临 IT 人才短缺

第四次工业革命大背景下，全社会数字化进程迅猛，互联网、物联网等技术快速发展，IT 人才供不应求。据统计，2017 年 IT 相关专业大学毕业生接近 140 万，《2017 年全球人工智能人才白皮书》报告内容显示，仅中国人工智能领域人才缺口已达百万量级，IT 人才供给远不能满足市场发展的需要。

在全行业人才紧缺的背景下，一方面电信运营商面向后端的网络开发编排人才、虚拟网络运维人才与面向前端的网络产品编排和开发人才、互联网化运营人才的需求尚不能有效满足，另一方面电信业整体人才吸引力逐渐减弱，电信运营商较难吸引到所需规模的 IT 人才，未来人才储备面临较大阻力。为了应对以上挑战，中国移动已经将网络虚拟化和软件化支撑人员总数、数字化服务人员总数、IT 及大数据人员总数列为重点战略考核指标。

2. 初中级 IT 人才愈发紧缺

运营商人才需求已经转向 CT 和 IT 复合型人才，但由于现行教育

体制尚未培养 CT 和 IT 知识与技能兼具的专业人才，导致市场上此类人才极为稀缺。而网络软化直接带动了运营商人才需求向 IT 领域转型，同时全行业 IT 技术人才需求高涨直接带动了人才规模需求升级。其中，顶尖 IT 技术人才需求量不高且存在一定量供给，而初级和中级 IT 技术人才规模需求较高但竞争激烈。

运营商内部人才的专业分布和人员素质存在结构性失衡，加之以往较大程度的服务外包引发的企业内部技术能力空心化，直接体现在网络软化后负责网络编排开发、网络产品编排和研发等的中级技术人才存在较大缺口，负责网络基础设施运维和虚拟网络运维的基础支撑型人才同样存在一定程度的缺失。行业初级和中级 IT 技术人才、复合型人才供需缺口成为制约电信运营商转型人才队伍建设的重要一环，亟需加大人才的外部引入和内部培养。

（三） 人才竞争

尽管全行业 IT 人才日渐增多，但市场化的人才流动机制给运营商的人才获取和保有带来难度和压力，以互联网公司为代表的市场化主体更易形成人才聚集效应，IT 人才较多流向互联网公司和供应商，运营商则面临自有人才流失的风险。

具体分析企业人才竞争力的影响因素。**薪酬机制方面，相对丰厚的收益预期为企业竞争力奠定基础。**互联网公司正踏着行业发展脉搏，加速推动经济社会发展，人才吸引力较强，“当期薪酬福利+预期股权收益”提升了员工获利预期，高风险高收益的薪酬体系能够更好地激发工作热情，有利于 IT 人才搏取高收益。而基础电信运营商国企特色明显，现有薪酬体系下员工报酬所得较为均衡，未能有效激励内部

人才开展创新工作。

文化氛围方面，快速执行的务实文化和开放包容的创新氛围提升人才粘性。互联网公司作为业内强势竞争主体，一方面以追求极致的用户体验为目标，产品更新迭代频率普遍较高，能够抢夺先机快速满足用户需求以获取持续的先发优势；另一方面鼓励员工创新和适度试错，持续提升创新效能。与此同时，互联网公司务实、创新的文化理念逐步向公司战略、管理、产品、员工活动各领域渗透，员工高度认同企业文化并努力践行，且公司包容多元文化，不同部门、不同发展阶段文化各有差异。而运营商整体的市场响应能力还需提升，内部创新创业氛围有待进一步优化。

此外，运营商内部人员冗余与人才结构性短缺并存，加之内部员工流动机制还有待探索，因而无法大量吸纳亟需的专业人才，人力资源整体素质提升有限一定程度上影响了运营商对外部 IT 人才的引入。

（四） 人才获取

数字化转型是一个长期演进的过程，人才转型工作需要提早布局和长远谋划。运营商数字化转型将直接带动人才素质和人才结构转型，增强运营商对核心技术的掌控进而建立自身差异化能力，成为保持产业竞争优势的关键。

考虑到网络软化后产品和服务的更新迭代速度加快，所需的技术能力也更加复杂多元，单纯依靠运营商自身的力量，无法很好地实现人才队伍能力的转型，因此运营商构建转型人才队伍，一方面要通过机制优化等手段吸引外部专业人才、整合外部合作伙伴的人才资源构建业务创新能力；另一方面要搭建内部自研体系推动核心能力内化，

联合业内政、产、学、研各主体广泛推进未来人才培养工作，同时也要推动内部人员流动有效盘活存量人才资源。

1. 外部获取

（1）创新适应转型的人才吸引机制

当前，我国持续深化国有企业改革，混合所有制改革成为电信领域改革的重要抓手，《国家中长期科技人才发展规划（2010-2020年）》《“十三五”国家科技人才发展规划》等多项文件也为提高IT人员待遇提供了政策保障。运营商可抢抓混合所有制改革契机，以国家人才发展规划为依据，在合理范围内，试行较为灵活的激励机制。其中，要针对推动网络转型的核心研发团队设立特区，并在薪酬、文化等方面给予特区制度。一是要建立健全中高端技术人才薪酬激励制度，加大对转型关键人才的精准激励；二是要建立并实行与网络产品开发运行相关的试错容错机制，持续推进核心研发团队形成特色子文化，进一步推动运营商营造开放包容的多元文化；此外，还要做好人才等级认定工作，可建立一套市场导向的复合型技术人才、业务人才评价体系，设置科学合理的市场化的人才评价标准，全面系统地评估人才价值，进而对转型关键人才实行精准激励，逐步提升运营商的人才吸引力。

（2）整合外部人才资源构建业务创新能力

运营商在网络软化过程中引入了开源技术，该技术除了能够降低网络成本之外，更重要的是可以加快网络产品创新速度，运营商可利用DevOps开发模式实现网络产品的快速迭代，通过对外共享有价值的软件引入第三方合作伙伴参与创新，以获取外部开发人员的助力，

增强自身产品与业务创新能力，以合作共赢的方式逐步推动自身开源生态的构建。AT&T 积极推进与开源社区的合作，Domain 2.0 网络软化项目更多采购开源和通用型硬件，减少专用型硬件的采购，并鼓励多厂商合作与小公司创新；ECOMP 平台也采用先内部开发，再逐步开源，进一步成为行业标准的合作开发模式。

2. 内部培养

短期来看，外部人才获取是运营商快速获取新型能力的有效途径，但长期来看，采用内部培养方式提升自研实力成为更适宜的人才转型模式。运营商内部人才培养可聚焦三方面工作，一是建立起内部自研体系强化复合型人才培养；二是联合政府、高校、合作伙伴等共同按需推进未来人才培养；三是推动内部人员合理流动优化员工结构。

（1）搭建内部自研体系培养复合型人才

运营商需要建立内部自研体系，面向自身现有专业技术人才、业务人才从理论和实践层面进行能力培养。理论层面，要根据运营商未来岗位需求与岗位所需的复合型能力进行体系化的课程设置，同时匹配严格、可量化的能力测评体系与职业认证体系。实践层面，要推动“干中学”与“学中干”相结合，为员工提供网络转型相关的操作环境，如产品测试实操机会、模拟实验室等，根据世界经济论坛发布的《2017 年全球人力资本报告》可知，人们在具体工作中发展的技能可以创造更高的价值，因此企业需要推动员工不断实践已有新技能。通过系统化的培养，运营商要逐步形成自有核心技术团队与业务团队，推动核心能力内化，使更多的员工在学习与实践掌握多项知识与技能，并通过核心研发团队带领全公司技术实力升级。为了支持公司顺

利达成数字化转型目标，AT&T 于 2013 年启动了员工再培训计划，即根据公司未来需要的技能制定内部培训计划，员工自愿接受培训，得到相关认证后即可去新岗位任职，同时，AT&T 还通过简化绩效指标、提升绩效预期、重建薪酬方案三个手段重新设计人才绩效体系，有效推进人才转型。

（2）联合政产学研等推进未来人才培养

以云、大数据和人工智能等新技术为引领的第四次工业革命需要拥有新型知识体系的人才队伍，新型人才已经成为行业的共同需求，行业内政、产、学、研各主体已经开始着手推进未来人才培养工作。运营商可重点联合政府和高校两类主体探索未来人才培养工作，一方面要依托国家和地方政府重大人才工程或人才引进计划等政策，积极加入政府人才储备项目，让外部政策红利惠及内部人才培养工作；另一方面要探索校企合作的按需培养模式，以高学历人才为主要培养对象，鼓励企业适度超前地培养未来技术人才，即根据企业自身长期经营发展的需要参与专业体系设置、培养计划制定、评价标准确立、任职资格体系搭建等工作，做到人才供需的精准对接，同时，要匹配网络实验室等模拟操作环境，并给予专项资助，真正实现人才的按需培养。华为公司采用了此种人才培养模式，自 2013 年就已启动“华为 ICT 学院”校企合作计划，联合全球高校为产业链培养 ICT 人才，逐步消除 ICT 行业人才培养与应用壁垒，已在全球建立了 300 余家 ICT 学院，每年为 ICT 产业培养人才过万名。

（3）推动内部人员流动实现结构性适配

网络软化带来了电信运营商内部网络运维模式与业务经营模式

的变化，需要及时优化与调整运营商人员结构，有效盘活存量人才资源。要将人才向新技术、新业务等转型领域倾斜，推动人才从传统业务流向新兴的网络业务。随着集中化程度的提升，网络运维人才的需求将会缩减，而网络产品创新人才的需求将会加大。现有网络运维端人员可向两个方向转型，一是提升 IT 人才素质，推动其成为 ICT 复合型的网络运维人才；二是推动网络运维人才转向前端，让其在已有 CT 知识的基础上，学习了解一定的 IT 和客户需求管理相关知识，进而参与到网络产品的研发与运维中。

在电信运营商数字化转型进程中，要根据自身生态位的选择，合理规划转型人才培养路径。在运营商生态位由“维持型”向“业务拓展型”演进过程中，为增强前端网络产品创新能力，需优先培养负责前端网络产品研发与运维的复合型人才，以及适应新型软化网络的复合型运行维护人才，逐步开展网络技术及管理研发探索。在远期，要建立一支网络转型相关的创新研发团队，推动生态位进一步由“业务拓展型”向“双向拓展型”演进。

四、结束语

网络软化是电信业信息化升级发展的必然阶段，对于建设网络强国，保持我国的网络竞争力，具有十分重要的意义。5G 网络功能的实现也是以 SDN/NFV 技术为基础的，5G 网络逻辑架构也融合了 SDN/NFV 技术、思想，这关系 5G 的业务是否可以灵活开展，是否可以实现海量创新。中国、美国、日本、韩国、欧洲等国家计划将在 2020 年前后实现 5G 的正式商用，因此，5G 商用在即，也将倒逼电

信运营商加快网络架构重构。网络软化给运营商带来了机遇也带来了极大的挑战，这不仅是技术的升级换代，也是企业的全面转型和变革。

从政府的层面，一是，应该重视且积极支持和推动电信运营商的数字化转型，促进电信运营商建成一张可管可控、安全强大先进的网络，有力支撑起网络强国的建设；二是，应该加强产业新生态的预研究，分析产业新生态对现有监管手段和监管政策的新要求，为建立产业新生态下的产业监管体系做好准备；三是，可以促进网络软化标准的推进工作，重视网络软化中的安全标准的制定，在机制体制考核上给予大力的支持以推动运营商数字化转型。另外，人才供给是保障运营商数字化转型和未来发展的重要条件，政府应该在国家整体的人才培养体系中，优化学科建设，加强 ICT 复合型人才的素质培养，为电信业未来的人才需求提供重要的保障。

数字化转型是一项长期的工作，目前，网络软化已经进入大力发展阶段。但对运营商来说，真正的企业组织文化运行模式变革才刚开始。我们在此所做的研究具有一定的前瞻性，也就具有一定的风险，也算抛砖引玉。欢迎大家批评指正。

附录

对电信业转型的研究是中国信息通信研究院积累最深厚的领域。2006年,《电信业发展与转型策略研究》开启了电信业转型的深入研究,报告提出**电信业转型是一种产业转化过程,是在电信业原有的发展轨迹上实现延伸和扩展,通过转型传统电信业将获得新生,拥有更大的增长空间,实现产业的可持续发展。**

随着我国通信业逐步向信息服务业转型,《**电信行业统计指标体系和电信业转型专题指标研究(2008)**》给出了信息服务业的定义和分类,指出**信息服务业是直接从事信息的采集、存储、加工、传递、交流,向社会提供各种信息产品或服务的行业,分为传统信息服务业和现代信息服务业,并首次按通信行业管理建立了通信行业统计指标体系。**

2013年,针对通信运营转型中知识产权事件频发的现状,《**通信运营转型中知识产权问题研究及政策建议**》重点分析了美国通信运营商转型过程中知识产权立法的进展和趋势,深入研究其**专利权保护、著作权保护、商标权保护和反不正当竞争保护**四个方面,对我国通信企业转型过程中的知识产权管理提出了建议。

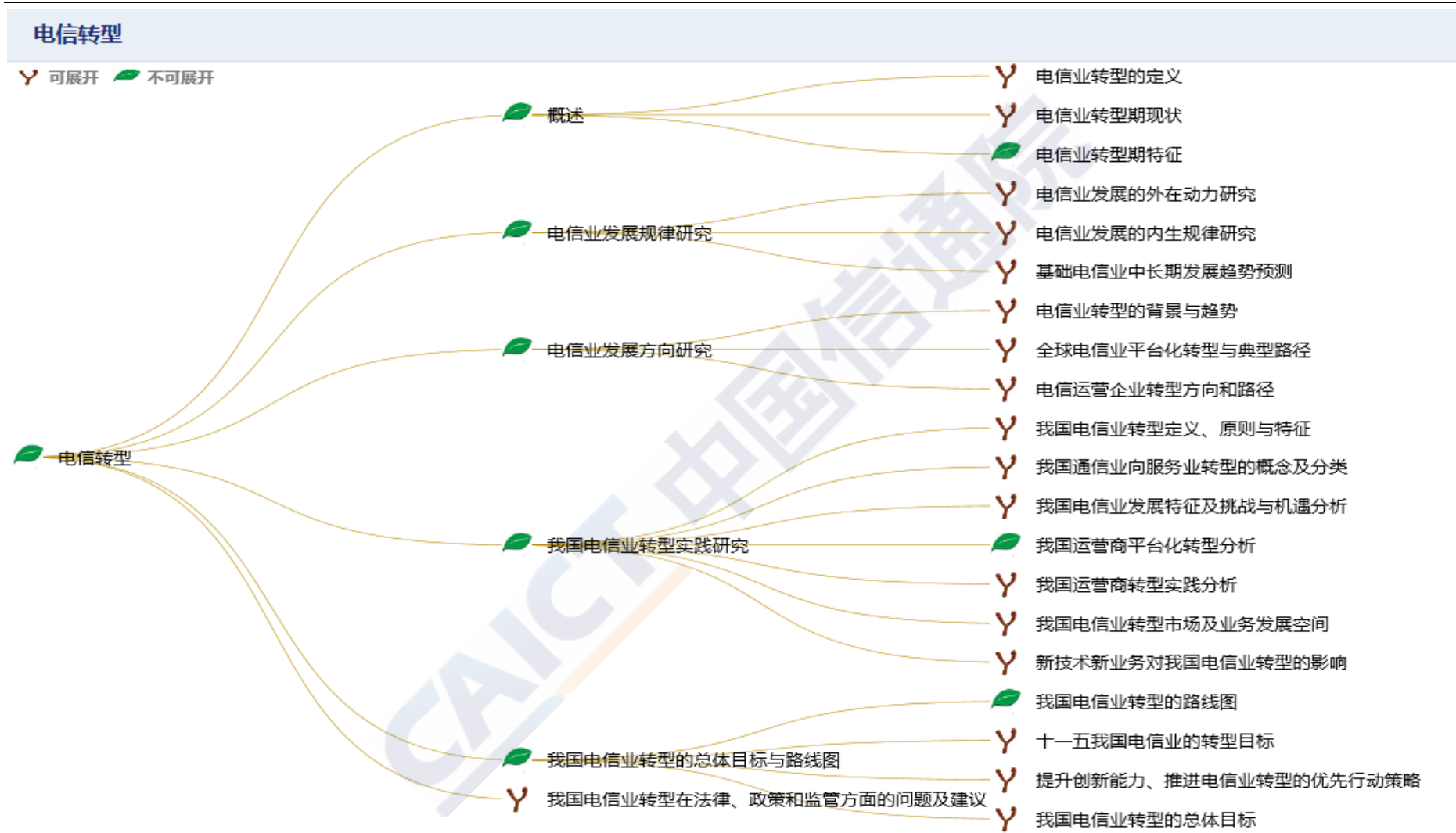
随着电信业的发展边界不断扩大,《**电信业中长期发展与转型研究(2015)**》总结了**电信运营企业转型的四个方面**:一是战略方向的变化,即企业的战略愿景、行业定位发生重大变化;二是业务重点的变化,即核心业务转变、重要业务出现;三是商业模式的变化,即获取收入的方式、对象等发生变化;四是生产方式的变化,即核心业务流程、组织运营体系变化。报告提出**国内运营商平台化转型总体效果**

和社会影响效果不佳，原因在于我国运营商尚未建立起与平台能力相配套的商业模式。

随着流量经营的不断深入，流量替代话音成为核心业务，国际电信运营商在流量大幅拉动收入增长后，出现流量拉动力的衰竭，收入增长低速或负增长。与此同时，中国电信运营商流量增长还处于初期，却出现了收入增速大幅下滑局面，未来行业该怎样发展的问题摆在了众人面前。《电信业转型白皮书（2016）》研究并总结了电信运营商流量转型的收入替代效应规律，预测了我国电信运营商收入在 2016 年出现反转，收入增速达到 6%左右，并预测了企业市场是未来电信运营商重要的收入增长点等。

从电信业转型研究的**知识地图**可以看出（见下图），我院电信转型研究内容集中在六大方面：1、**转型概念**；2、**转型规律**；3、**转型方向**；4、**转型实践**；5、**转型目标和路线图**；6、**转型政策、法律和监管建议**。其中关于我国电信业**转型实践**的研究最深入，知识层级达到 6 级，知识积累非常丰富和扎实。这些知识就像一棵大树，根植在国家信息化建设的土壤中，伴随着我国通信网络的建设发展不断成长壮大。这颗大树既是我院研究咨询人员智慧的结晶，也是推动我院建设“**数字经济思想库，信息科技使能者**”的助推器。

本报告对电信运营商数字化转型的研究，希望有助于研究者持续深化对电信业数十年转型实践的思考，更希望为数字化背景下电信运营商的战略制定提供全新选择。



中国信通院（CAICT）电信业转型研究的知识地图

CAICT 中国信通院

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62304117、62304839

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

