



华为智能运维解决方案

白皮书



目录 CONTENTS

1 电信网络发展趋势及运维挑战

1.1 电信网络发展趋势	01
1.2 对网络运维提出的需求	02
1.3 网络运维面临的挑战	03
1.4 运维转型的紧迫性	07
1.5 引入 AI 是电信行业趋势所向	11

2 电信网络未来运维模式

2.1 新需求和挑战对未来运维模式的期望	13
2.2 人工智能在电信网络运维中的作用	14
2.3 电信网络未来运维模式：人机协同	15
2.4 人机协同运维模式的价值分析	16
2.5 人机协同运维模式的演进方法	18

3 华为智能运维解决方案

3.1 华为智能运维方案设计理念	19
3.2 华为智能运维方案架构	23
3.3 华为智能运维核心能力	24
3.4 华为智能运维平台转型方案	28

4 成功案例

4.1 案例一：某中国大型电信运营商集团故障自动化管理	30
4.2 案例二：东南亚某大型电信运营商智能运维转型	32

5 总结与展望

6 参考文献



1 电信网络发展趋势及运维挑战

1.1 电信网络发展趋势

电信行业一路走来，从固定通信时代走向万物互联，不断引入新技术、思维与方法，实现场景不断丰富。从 60 年代的固定电话语音通信到当下万物互联，超高清视频、智能驾驶等现代化技术逐渐成为现实，科技已经实现了跨越式的发展与改变。在科技的创新为电信行业带来多元化发展机遇的同时，也在颠覆整个行业的方方面面。



**更多元化
的业务**

移动网络将不仅为传统的人人通信提供支持，同时将提供大量前所未有的新兴行业的后向合作，开发更为丰富的业务种类，且新业务上线周期缩短到周级。



**更重视
用户体验**

用户的行为目前已经发生根本性的转变，对于运营商的黏性和忠诚度越来越低。在当前市场竞争度完全，获客成本快速增长的背景下，运营商需要更关注用户体验。



**更大的
成本压力**

5G 时代运营商对于基础设施的建设开始大量投入，在 CAPEX 增长的同时伴随着 OPEX 的大量增加（5 年增长 20% 以上），而当前全球运营商整体收入增速不足 1%，考虑到 OPEX 在运营商收入的占比超过 70%，当前的收入增长已经无法支撑成本上升的压力。随着摩尔定律的逐渐失效，近几年网络设备中与摩尔定律相关的部分已经低于 30%，依赖设备成本下降已经不可持续，未来降低运维成本将成为转型核心。



**更复杂的
网络环**

过去三年，全球物理站点数从 400 万站增加到 600 万站、逻辑站点数从 780 万站扩张到 1500 万站、频谱从主力的 3 个频段增加到 10 个频段以上，造成大规模的异构网（LTE、UMTS、WLAN）并存。

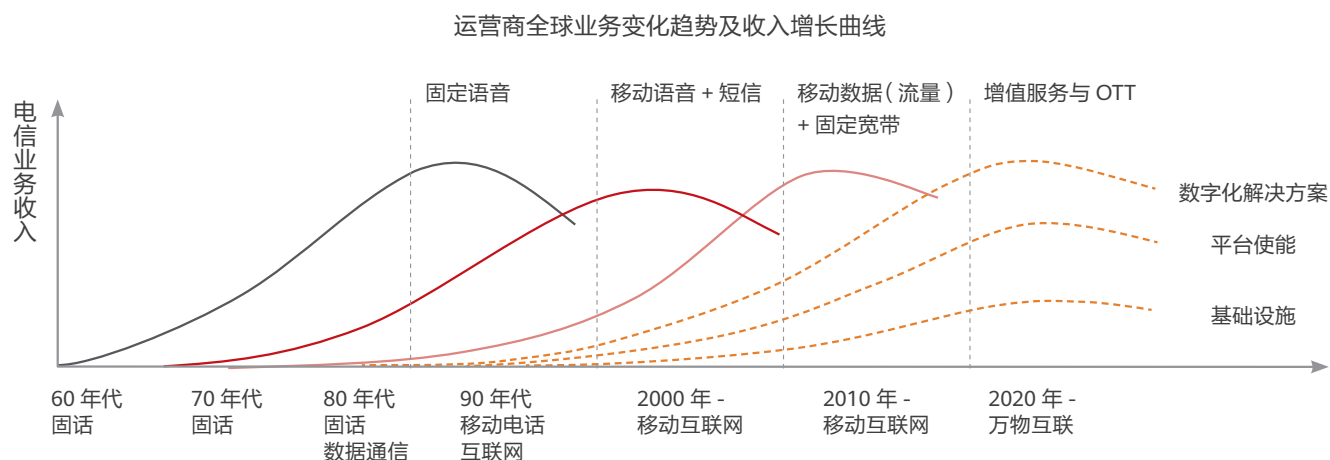


图 1：运营商全球业务变化趋势

1.2 对网络运维提出的需求

科技推动了电信网络业务的进步，在给电信行业带来诸多业务上的变化的同时，作为支撑电信网络持续运营的重要部分——网络运维，市场同样提出了新的需求。

更多元的业务 ↓ 更灵活、高效的运维	新业务 / 技术持续上线 (IoT, HD Video, Video Call, VoLTE, Vertical, Cloud Services)，新业务要求新的运维系统，并满足新的业务上线的时效周期需求，作为电信网络重要的支撑体系，为适配未来业务更迭需求，灵活应对更多类型的网络故障问题，网络运维需要更灵活与高效。
更大的成本压力 ↓ 更具成本效率的运维	5G 时代运营商对于基础设施的建设开始大量投入，在 CAPEX 增长的同时伴随着 OPEX 的大量增加（5 年增长 20% 以上），而当前全球运营商整体收入增速不足 1%，考虑到 OPEX 在运营商收入的占比超过 70%，当前的收入增长已经无法支撑成本上升的压力。随着摩尔定律的逐渐失效，近几年网络设备中与摩尔定律相关的部分已经低于 30%，依赖设备成本下降已经不可持续，未来降低运维成本将成为转型核心。
更稳定的网络 ↓ 更关注用户体验	在用户体验越来越得到重视的当下，更稳定的网络环境、颗粒度更细，提供差异化和高质量的运维服务将是提升用户体验、提高用户粘性的重要手段。
更复杂的网络环境 ↓ 更智能的运维	复杂的网络环境不仅带来的是更高频率的故障发生，并且故障的复杂程度、解决难度都会大大提升。网络维护在远期将不再单单是简单的运维效率和成本问题，新的更智能化的运维模式需要被引进来支撑未来复杂化的，大量异构网并存的电信行业。

1.3 网络运维面临的挑战

电信网络的发展趋势决定了未来需要有符合业务需求的网络运维模式，而当前网络运维业务仍停留在“手工业阶段”。行业、用户提出的新的诉求与当前落后的运维模式之间的矛盾，是未来网络运维转型所需要面对的主要挑战。



图 2：电信网络发展趋势为网络运维带来挑战

►► 多元化业务带来的挑战

网络技术越来越先进，使能提供更加丰富的业务，从原来 ToC 到 ToB 业务再到 ToX 业务，从核心业务移动宽带、IMS 业务、语音短信业务逐渐扩展到智能家居、工业互联网、以及游戏等内容服务，覆盖到人生活的方方面面。与此同时，伴随创新业务全面发展，行业对新业务上线的周期的要求也已经从月级升级到周级，以满足更迅速的业务更迭。

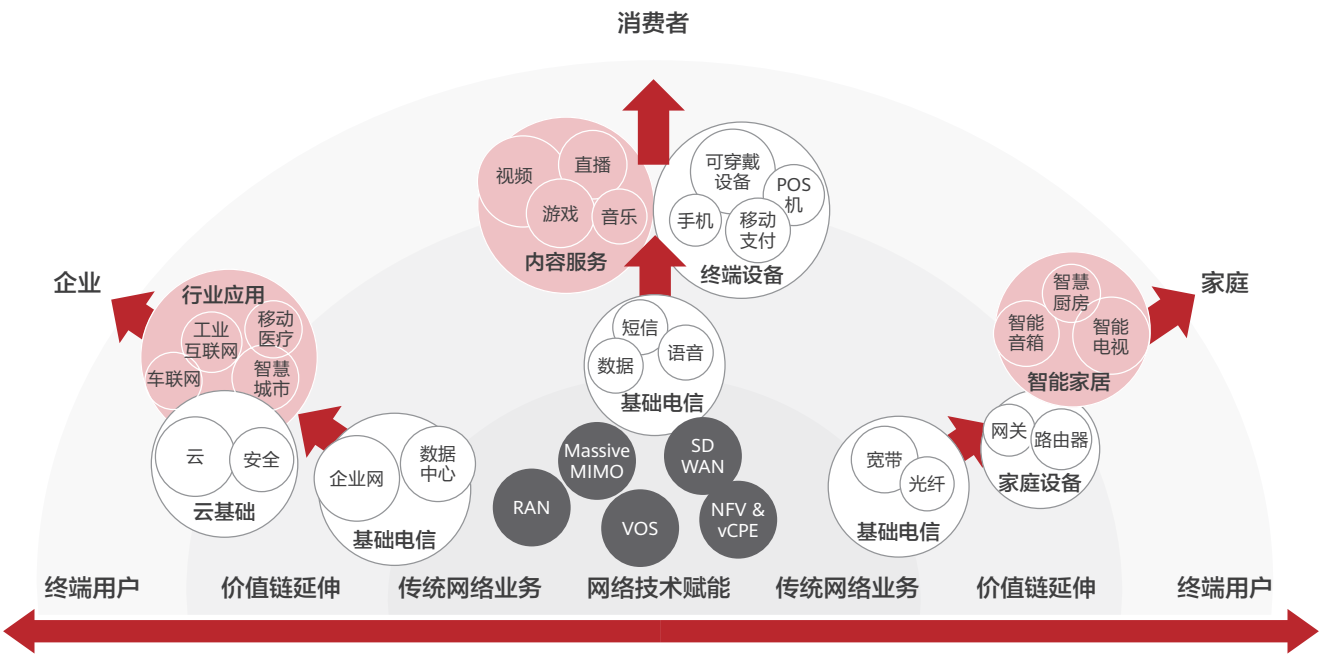


图 3：当前业务趋势全景图

当前运维现状：全球超过 60% 的运营商维护着众多孤立的 OSS 系统，移动网、固网和承载等专业的业务系统数据以及工具互相割裂，资源和数据关联性差，无端到端运维能力，资源和数据关联性差，且新需求定制慢，费用高。烟囱式的软件导致不能进行客制化灵活进行运维，当前运维人员 90% 的时间都在定位故障，运维效率低下。

当前运维模式



图 4：传统网络运维模式架构图

网络运维将面临的挑战：在业务趋于多元化的背景下，众多控制功能间的紧耦合性以及复杂接口缺乏必要的灵活性，将进一步导致运维周期增加，造成新业务的上线周期长，网络的运维成本高昂，无法跟上业务的发展。

成本压力带来的挑战

过去十年运营商 OPEX 占收入比率从 64% 增加到 74%，平均每年增长 1%。且当前全球运营商已经进入收入的缓速增长期，每年 CAGR 低于 0.5%，利润增速已经为负。可以预见，随着全球站点数和频段数进一步扩大，运营商将面临更大的 OPEX 压力。

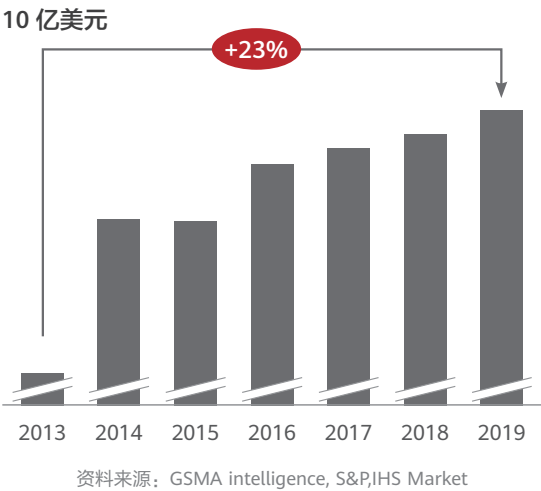


图 5: 全球运营商 OPEX 增长情况 2013~2019

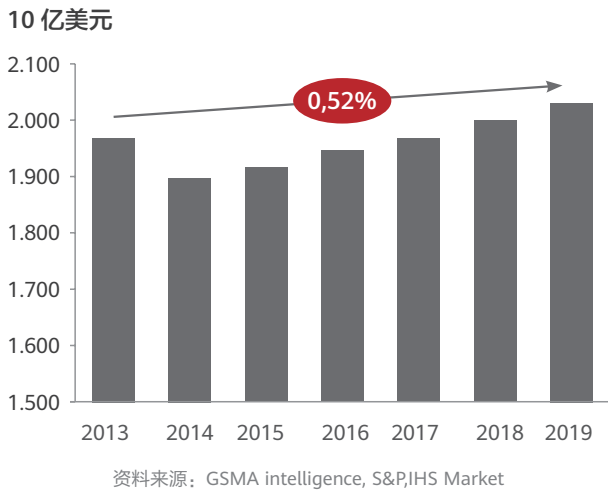


图 6: 全球运营商收入增长情况 2013~2019



当前运维现状

现有移动网络的大量运维活动仍然依赖人工参与，日常维护服务与运维人力成本占比高达 70% 以上，自动化程度较低。例如通过人工来打通不同环节，操作部门需要在 EMS 对设备进行维护，维护模式是针对逐个网元设备涉及理解大量设备相关信息，效率较低。



网络运维将面临的挑战

在未来网络环境越发复杂，网络数量成指数增长的前提下，同一张网络中可以存在若干个网络切片，每一个网络切片都将拥有特定的拓扑结构，需要理解大量设备信息，当前大量依赖人工的运维模式，将导致未来需要运用更多的人工进行运维，导致成本进一步不可控。

用户体验带来的挑战

当下与 2015 年相比，获客成本增加 30% 以上，且 2C 端业务增长乏力，移动网络用户年增长率仅为 4%。另一方面，用户的行为目前已经发生根本性的转变，用户对于运营商的黏性和忠诚度越来越低，且对于电信行业的整体满意度中位数仅为 11%，在 15 个行业的 NPS 调查中排名垫底，为保险业一半，不利于维系长期稳定地客户关系及价值增值。如今的竞争对手正在跨越产业边界，54% 的电信行业高管认为他们未来最大的竞争来自于其他行业，而不是原本的同行。在当前市场竞争激烈，获客成本高昂的背景下，运营商需要更关注用户体验，需要提供更优质的网络。

用户订购宽带网络影响因素

影响因子	 考虑	 评估	 购买
总体体验	31	51	69
广告	30	18	5
口碑	22	13	9
网络质量	27	30	27
直接营销	8	8	8

图 7：用户对于宽带网络订购影响因素

- 16% 用户选择无线网络服务时对运营品牌有特定要求
- 45% 愿意尝试数字颠覆者提供的新网络服务
- 49% 认为新网络服务会比原有的更好
- 70% 会优先考虑能提供固网、无线等多种形式切换的服务提供商

图 8：用户更换运营商行为统计



当前运维现状

当前的用户体验管理都是基于投诉驱动，75% 的网络问题目前都由用户发现，分析处理速度无法支撑网络故障的提前准确定位，更无法提前预判网络瓶颈和潜在的问题。60% 运营商的运维是“黑匣子”，做不到端到端的可视，在发生网络故障或瓶颈后，无法快速恢复业务或优化网络资源，无法形成端到端的闭环手段并快速解决。故障很难被事前发现和预防，客户体验和满意度难以得到保障。



网络运维将面临的挑战

随着网络规模及数据量的不断增大，故障发生频率将会更高，当前被动式、没有闭环化的运维难以满足用户对于网络稳定性的诉求，且目前用户对于在市场竞争激烈，获客成本攀升的时期，将导致用户更快流失从而带来更严重的经济损失。

更复杂的网络环境带来的挑战

过去三年，全球物理站点数从 400 万站增加到 600 万站、逻辑站点数从 780 万站扩张到 1500 万站、频谱从主力的 3 个频段增加到 10 个频段以上。现有 EPC 网络下，随着运营商网络的不断发展和迭代，网元和接口功能的复杂度逐步随着接口数量的增加而增加：从 2G、3G 到 4G 网络，每增加一个新的网元，就需要考虑引入该网元的接口，以及其与现有网络兼容的问题，往往一个网元和接口的引入会影响到其他多个现有网元和接口，并进一步影响到后期的端到端的网络维护。



当前运维现状

当前 37% 的故障问题都由于网络复杂度增加的网络变更引起，且仍大量使用人的经验和技巧的运维模式已经无法解决此类问题，网络管理已经超出了人的专业知识和能力（自然人只能理解 3.5 维，而网络管理涉及网络复杂度，网络服务需求，运维可管理程度三大方向，细分数十个维度）。



网络运维将面临的挑战

未来接口数量增加 120%，节点数达到 20+ 以上的背景下，当前的传统依靠人的经验的和知识的运维模式将更难以解决故障问题。故障频率同样也会以指数增长，当前的依靠手工的运维无法满足需求，将导致解决周期更长，用户体验下降，威胁运营商生存。

1.4 运维转型的紧迫性

在 5G 时代，由于网络业务的多元化以及应用场景的丰富，网络基础设施的建设也正在逐步完善，以满足业务发展诉求，因此客观上的连接数、网元数、路径数、2B 的用户数会越来越多。而在被动运维的模式下，随着网络环境的复杂化，运营商所面临的故障数、投诉数、服务请求数、网络变更数等变量会随着网路环境的复杂程度指数上涨。两部分的关系可以用公式 f1 体现。

服务需求 = f_1 (网络复杂度)，其中 f_1 拟合指数函数

- 网络复杂度 = { 连接数，网元数，路径数，2B 用户数 }
- 服务需求 = { 故障数量，投诉数量，服务请求数量，网络变更数量 }

而当故障数量、投诉数量、服务请求数量、网络变更数量这些变量逐渐增加时，人干预的流程节点与作业节点数，作业节点交互数就会增加，从而运维人员的人数，问题 / 需求处理闭环时长，引入的人为错误数或概率，都将会被放大，导致现有被动式运维的模式目前已经无法支撑，未来将不仅仅是成本效率的问题。这两部分的关系可以用公式 f2 体现。

运维可管理程度 = f_2 (服务需求) = $f_2(f_1(\text{网络复杂度}))$

- 网络复杂度 = { 连接数，网元数，路径数，2B 用户数 }
- 服务需求 = { 故障数量，投诉数量，服务请求数量，网络变更数量 }
- 运维可管理程度 = { 运维团队人数，处理闭环时长，人为错误数量 }

图 9：被动运维模式下 f1 示意图

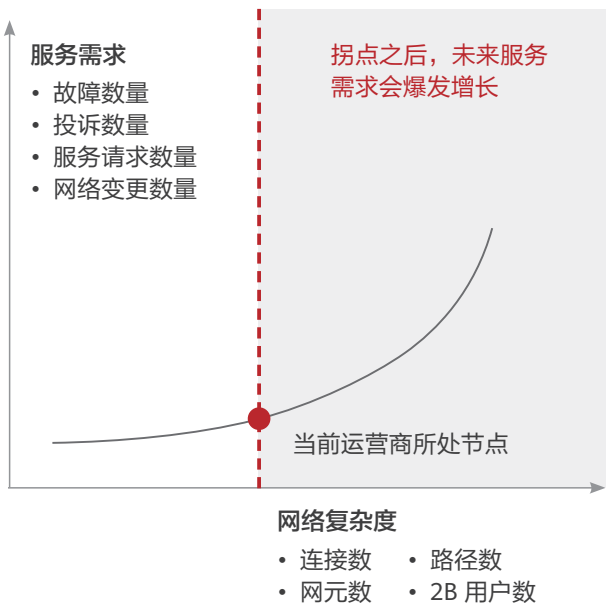
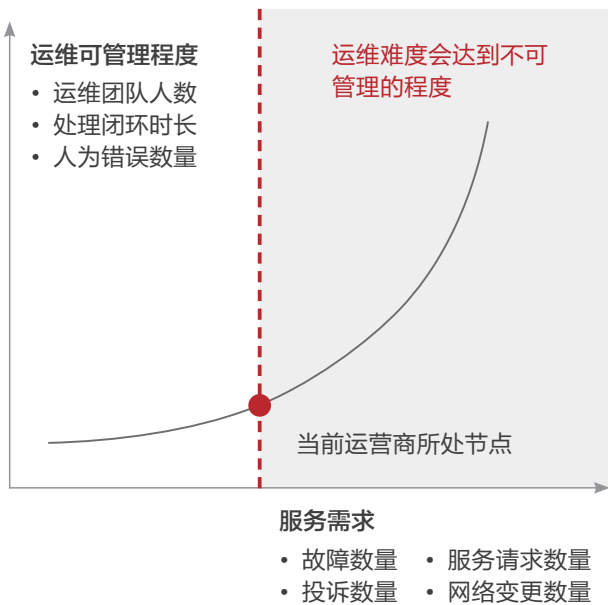


图 10：被动运维模式下 f2 示意图



根据行业预测，未来的运维的发展趋势，将逐渐从面向网络与设备的被动式管理转型成为面向客户的预测、预防式管理，通过高度自动化的服务为客户提供自助服务的模式。

图 11：网络运维转型趋势



而通过面向客户的并且提供预测\预防管理的智能运维模式，虽然网络环境逐渐趋向复杂与多元，但网络故障的处理时长、运维人员与人为引入故障的数量都将得到较大控制，传统的网络环境复杂度与维护成本、人数等运维的工作量之间的矛盾将得到极大缓解。

图 12：主动运维模式下 f1 示意图

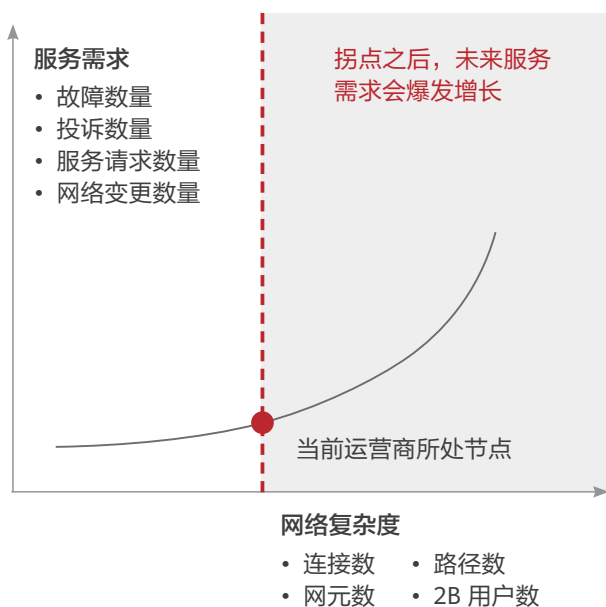
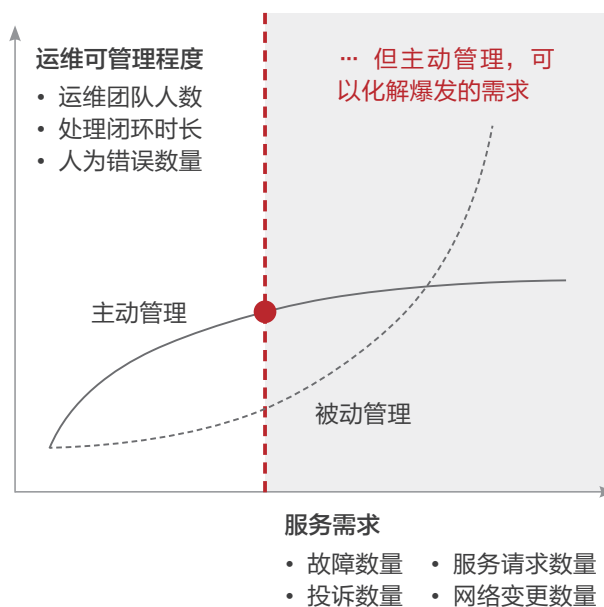


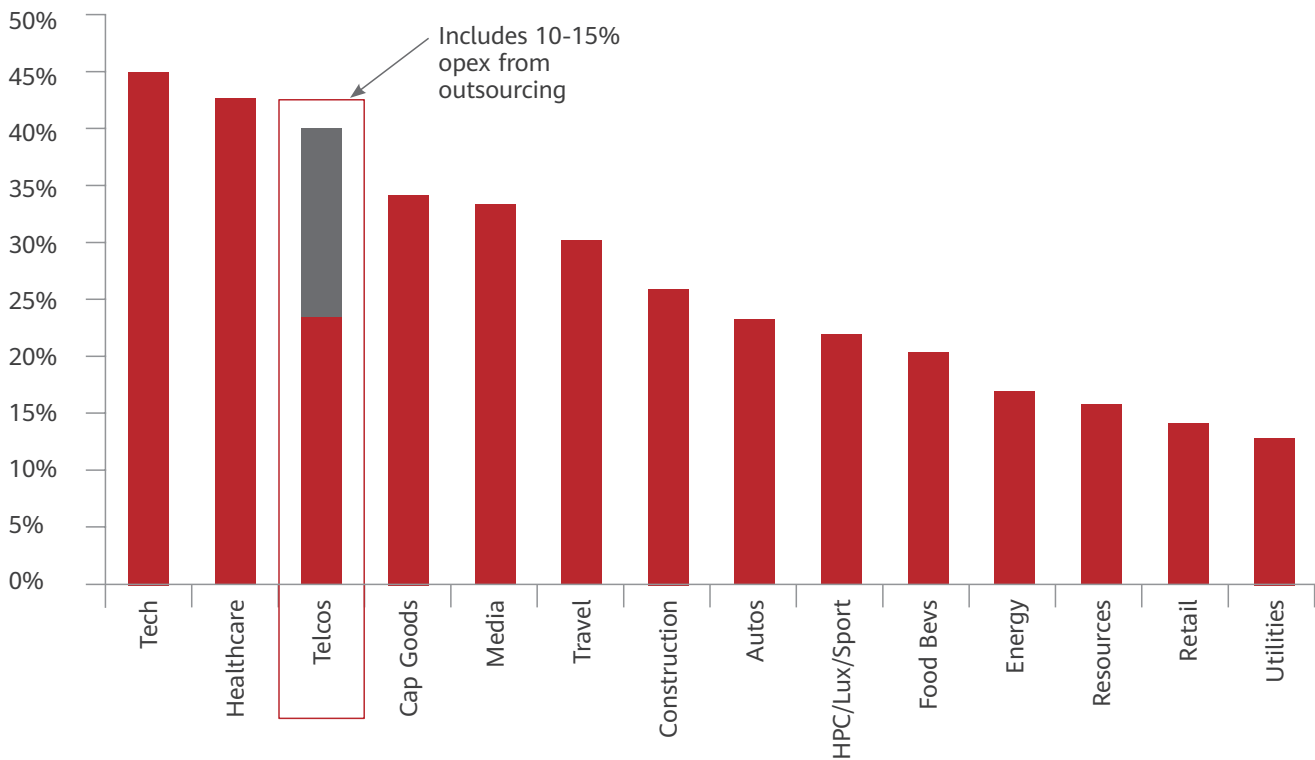
图 13：主动运维模式下 f2 示意图



同时，相对于其他行业，电信行业的运维智能程度还处于“手工业的阶段”。在制造业，从 2011 年工业 4.0 概念被提出开始，西门子（Siemens）和通用电气（GE）等工业巨头纷纷开发了人工智能系统，用来预测生产环节的风险、降低材料浪费和能源消耗，并同时提升生产效率。在医疗行业，智能医疗目前已经能够通过采集包含了计步器、血糖指数、心率、生活模式 / 习惯、睡眠质量等各方面的数据，通过聚合并处理，达到监测、诊断、治疗等目的。在媒体行业，人工智能程序可以实现新闻自动撰写，既提高了新闻的时效性，也减轻了记者的工作量。在交通领域，利用人工智能技术，可实时分析城市交通流量，调整红绿灯间隔，缩短车辆等待时间，提升城市道路的通行效率。而根据 Bloomberg 研究显示，在人力成本方面，当前电信行业的已经大大高于汽车、建筑等传统行业，且大部分的工作岗位在目前都是可以被人人工智能轻松替代的。

图 14：各行业人力成本占比图

资料来源：Digital Divergence, How European telcos can cut costs with automation, AI and big data, Goldman Sachs



运营商意识到，要构筑面向未来的软件定义的新运维模式，才能应对当前物理网络及未来持续演进的混合及虚拟网络架构下的运维需求。更重要的是，目前将近 90% 运营商已落地或者准备启动运维转型项目，据 Gartner 预测，未来五年智能运维平台将成为主流，至 2022 年，40% 的大中型企业将部署智能运维平台，大幅降低人力成本的同时，保障其业务系统更加稳定、高效、安全运转。与此同时，众多领先运营商在具体多个维度采取有效举措在进行布局运维转型以支撑当前业务发展诉求，运维转型已经刻不容缓。



削减运维支出

在过去 5 年内全球运营商 OPEX 支出增长达 20%，平均占总支出 75% 以上，未来降低运维成本是改善成本结构最主要手段之一。如瑞士电信，采用敏捷人力调度提升用工效率，通过整合自有及外包部署人员数据，动态掌控人员作业情况并灵活调度，减少人员闲散情况，提升用工效率，总计共减少 30% 的冗余人员。法国电信 Orange 则在 2017 年底的投资者大会上宣布，未来将推动网络自动化战略，借助于大数据和人工智能能力，节省网络 OPEX 费用。（减少重复性劳作，能耗成本、租赁成本、更少的无用功，进行技能升级）。

调查显示，全球 80% 大型电信运营 * 商未来将加大对自动化运维的投入以有效提升运维效率。中国联通，通过自动化等技术来提升网络运维的执行速度，采用自动化采集 - 分析 - 执行全链路，运维分析流程效率提升 19%。中国移动则某国内大型运营商 PON 故障定位与预测，进行远程故障定界、定位及根因分析，人工上站频度大幅下降；光器件 / 光路劣化预警预测准确度大幅提升。



提高运维效率



提升用户体验

当前 63% 的电信组织已经开始投资 AI、大数据分析、RPA 等技术，实现故障“自愈”与进行主动维护。Vodafone 将 AI 应用于网络运营，目前正在试验利用 AI 技术预测网络问题并进行预处理，降低故障发生风险。美国 AT&T 研制推出 UNI (UAS Network Inspection) 系统，在运维系统中引入无人机，实现塔台的智能巡检从而进行实时监控以减少故障。

信息产业第三波转型浪潮正在掀起，众多运营商现已纷纷在网络运维领域展开数字化、智能化转型，对传统组织、人才、流程、平台进行再造。如中国电信已进行“智能牵引，转型升级”，布局 SDN+NFV+ 云以重构网络运营模式。韩国 SK telecom 采用 TANGO 平台开发计划包括将其作为一个自主 OSS 平台来运行，拥有一个中央智能平台，执行数据收集、实时分析及决策与控制功能，实现故障的智能化解决。



推进运维转型

目前市场上的领先企业已经在多个维度对网络运维进行改革。运营商需要明确当前的市场趋势与局势，明确认知转型的紧迫性，实现运维在成本、效率、智能化上的改进，提高用户体验、实现跨越式发展。

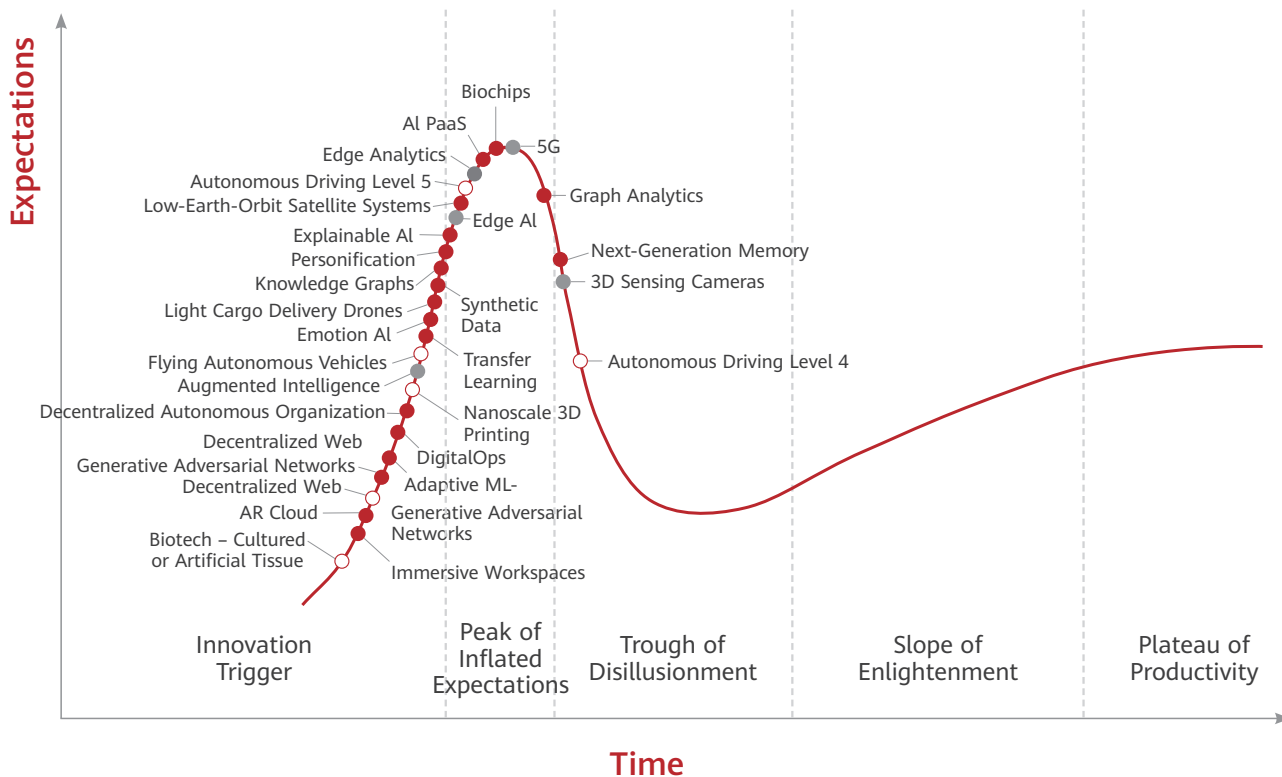
1.5 引入 AI 是电信行业趋势所向

以上提到的关键问题，如被动运维效率低（随着网络规模及数据量的不断增大，分析处理速度无法支撑网络故障的快速和准确定位，更无法提前预判网络瓶颈和潜在的问题）、当前网管系统难以满足高效、快速网络服务的要求等；依靠传统的方式根本无法解决。随着 AI 算法理论的逐步成熟以及运算能力的极大提升，基于大数据的导入，AI 可替代很多传统的人工重复劳动，同时由于算力远远超过人脑，可以解决很多复杂度更高的问题。

2019 年 7 月，Gartner 机构发布了 2019 年新技术成熟度曲线，曲线峰值处显示 AI 相关技术如 AI PaaS（人工智能平台服务）、Auto ML（自动化机器学习）等 12 项技术成为了人们这一阶段对 AI 最大的期待。Gartner 研究副总裁 Brian Burke 在接受 CIO Dive 采访时指出，“人工智能渗透到了其他所有趋势中。”AI 能够对海量数据进行更精细的挑拣，提供决策支持，替代一部分人力，同时助推其他技术的发展。毫无疑问，AI 将会对商业的发展产生巨大影响。

图 15: Gartner 2019 年度新技术成熟度曲线

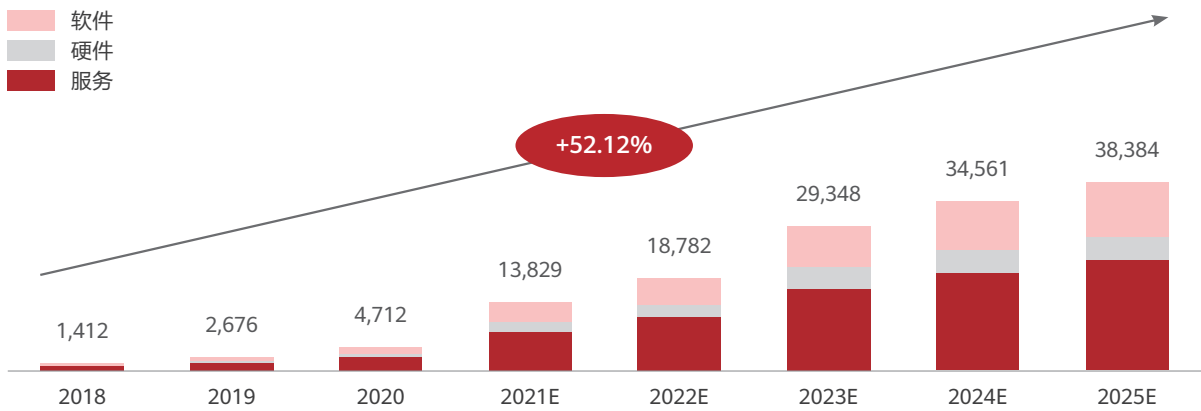
Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2019



Plateau will be reached:

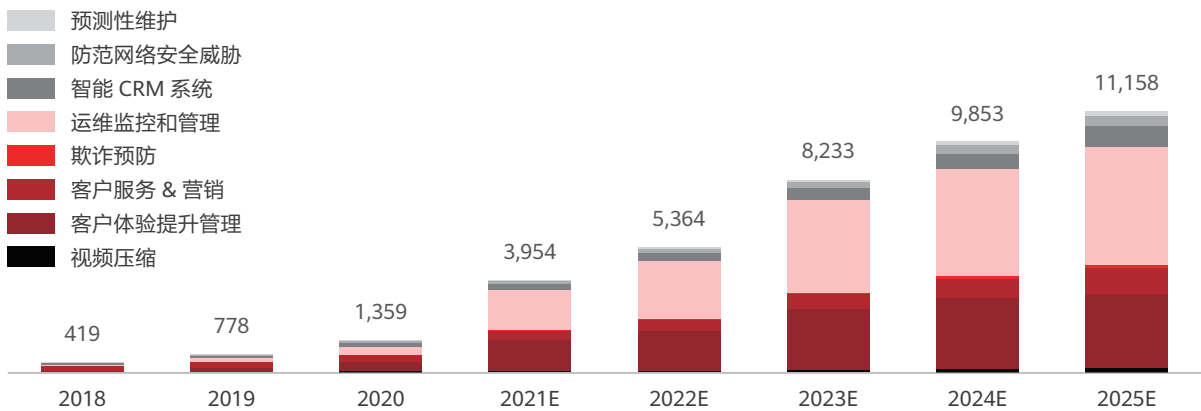
○ less than 2 years ● 2 to 5 years ● 5 to 10 years ○ more than 10 years ● obsolete before plateau As of August 2019

全球知名市场研究公司 Tractica/Ovum 对 30 个领域近 300 个真实的 AI 使用场景进行的研究表明，电信领域在 AI 技术方面尤为积极，并且是目前最大的 AI 细分市场。根据 Tractica/Ovum 预测，到 2025 年，全球电信业对人工智能软件、硬件和服务的投资将达到 367 亿美元。其中，电信业 AI 软件市场将以 48.8% 的年复合增长率从 2016 年的 3.157 亿美元增至 2025 年的 113 亿美元。预计至 2025 年，电信运营商主要将 AI 用于网络运营监控和管理，这方面的支出将占到电信业 AI 支出的 61%，如图 17 所示。



资料来源：Tractica 《2018-2025 年全球人工智能收入预测》

图 16：Tractica 电信行业 AI 收入预测



资料来源：Tractica 《2018-2025 年全球人工智能收入预测》

图 17：全球电信 AI 软件收入按应用场景预测：2018-2025

随着信息技术的发展，人工智能、大数据分析技术的成熟应用，自动化已经不仅仅是代替人工操作，更是可以全局分析，实现性能和服务的最优化，最大限度降低维护成本、提高维护效率，智能运维是当前电信网络运维的演进趋势。



2 电信网络未来运维模式

2.1 新需求和挑战对未来运维模式的期望

根据前面的行业和市场洞察，传统电信运维主要依赖人工开展各类运维工作，如人工诊断界定定位，人工派单跟单，人工配置开通等，无法识别群障，无法预防预测，面临烟囱式 OSS 系统割裂，软件变更周期难以控制，新业务上线周期长、被动运维效率低、故障定位难、故障诊断依赖专家经验、碎片化流程等挑战，其根因是数字化决策能力、闭环反馈能力等机器潜力无法释放，并且由于原始数据割裂，无法融合提炼为知识，数据价值尚未实现。此外随着网络技术的发展带来新的运维需求，如满足多元业务迭代需求、引入 AI 辅助决策、预防预测提升用户体验等。这些运维需求和挑战激发了需要构建新一代际的运维能力，如灵活的业务开发能力、闭环自动化、智能化能力、平台化及能力开放能力、运维知识资产能力等。



图 18：未来运维模式的能力要求

2.2 人工智能在电信网络运维中的作用

通过知识的连接，人与机器可以紧密协同工作，发挥人工智能自身独特的优势，能解决很多传统方法无法解决的难题。人工智能技术主要具备的能力有：

- 1 超强的学习能力，能对大量的输入信息进行分析和学习，并通过不断的学习加强模型，掌握专家经验，提升解决问题的准确性。
- 2 良好的全面性，能处理和发掘人类工作不容易注意的问题和不确定的信息。
- 3 效率高，能模拟人类方式进行大量重复的工作，提升生产效率。

根据“工作的复杂性”和“涉及数据和信息的复杂性”，参考下图，我们将网络活动分为四种基本模式：效率模式、专家模式、效力模式和创新模式，与智能运维相关的主要就是效率模式和专家模式。

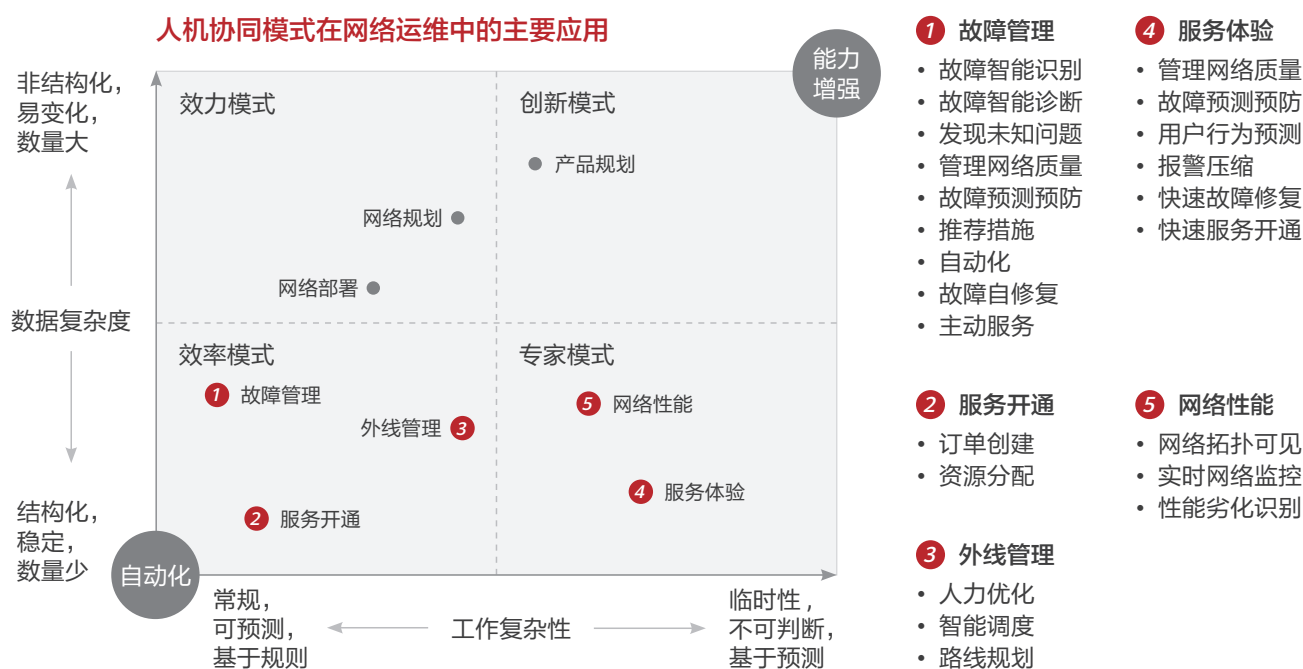
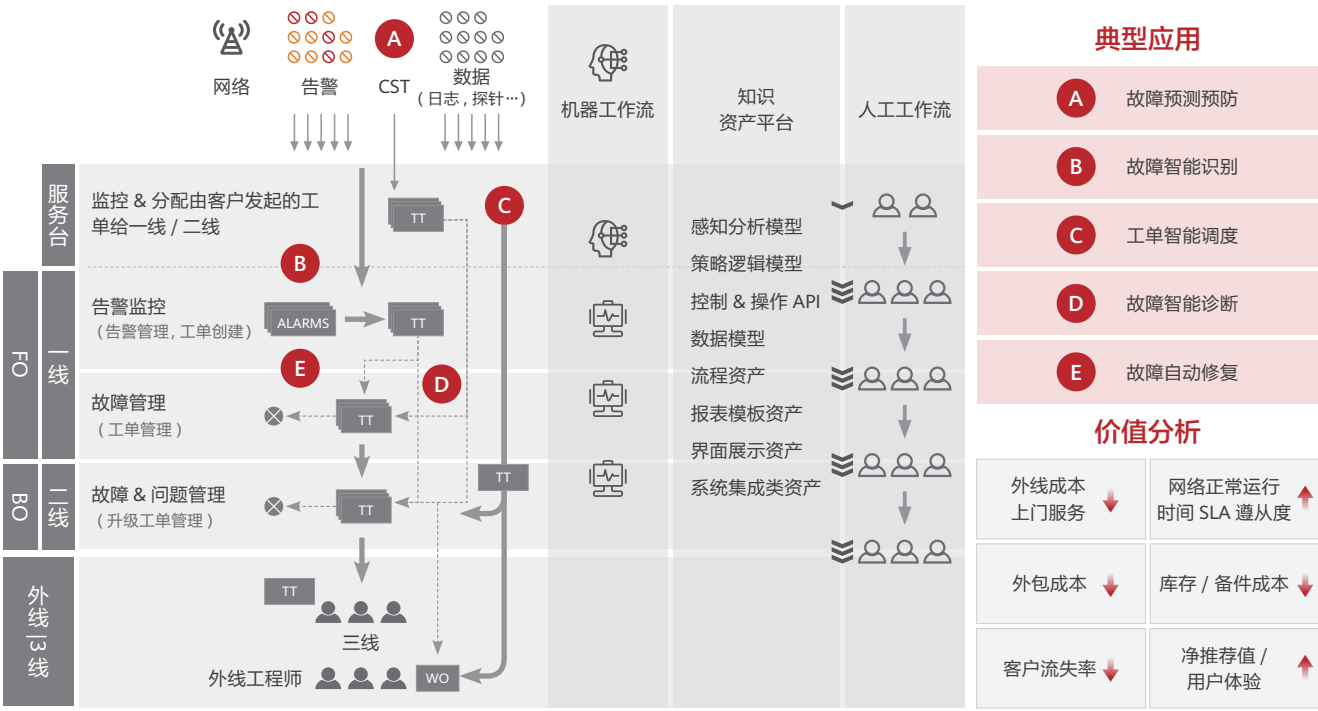


图 19：人工智能在电信网络中的应用

以故障管理为例，为保障网络的正常运行，运营商通过部署各级网管系统 / 平台，对网络和业务运行情况进行监控和保障。现网中如果网络设备出现故障和告警，一般由运维工程师根据历史经验和理论知识归纳总结出来的相关规则进行处理。传统的运维方式在监控、问题发现、告警以及故障处理等各个环节均存在明显不足，需要大量依赖人的经验、工作效率低下，并且在数据采集、异常诊断分析、告警事件以及故障处理的效率等方面都有待提高。为了解决上述问题，可以以人工智能技术为基础，结合运维工程师的经验，构建一种智能化、自动化的故障处理监控系统 / 功能模块，能够在通信网络中实现对故障告警的全局监控、处理，实时采集告警和网管数据并关联分析处理，进行灵活过滤、分类、溯源，对网络故障快速诊断，配合响应的通信业务模型和网络拓扑结构实现故障的精准定位和根因分析，并通过历史数据不断自学习实现故障预测，提升处理效率和准确性。

图 20：人工智能在网络故障管理中的运维模式



2.3 电信网络未来运维模式：人机协同

随着人工智能的技术不断成熟并在运维中扮演越来越重要的角色，推动运维管理由传统“人 + 流程”的运维模式转向人机协同的运维模式，人机协同的运维模式是让机器把机器学习、深度学习等人工智能算法应用于运维工具和业务系统所采集的大型数据集，并尝试模拟人类行为（如感知、分析、决策、执行等）协助运维的模式。人机协同模式让运维管理具备算法和机器学习能力，通过持续学习将运维人员从纷繁复杂的告警中解放出来、使运维变得智能化。在新的运维模式下，新技术可以赋能运营团队，以人的独特经验和判断力注入数据底座，点石成金，将数据升华为知识，并以此推动机器的学习能力，形成机器自决策、自执行的闭环，打开电信网络的未来新模式的大门。



图 21：运维体系迭代发展过程中人、数据、机器的角色与关系

未来运维模式中，人和机器的角色将发生重大转变。人通过设计态将复杂的运维专家经验转化为抽象的机器语言，即把运维知识沉淀总结为机器可以接受的标签数据，再通过机器正向反馈和转化专家知识在运维工作的价值，实现人机超融合的运维新模式。

图 22：新一代电信网络运维模式示意图



2.4 人机协同运维模式的值分析

新代际的电信网络运维模式，以大数据和 AI 技术，驱动传统的“人 + 流程”的运维模式转向超融合的人机协同模式，让具备知识的智能运维平台机器面向网络进行自动化、智能化运维作业，持续构建自动化和智能化的运维能力，帮助运营商构筑智能化运维能力，实现降低成本、提高网络质量、使能运维转型。

在人机协同运维模式下，一方面利用机器替代人工完成大量重复性的运维工作，降低问题 / 需求处理闭环时长；另外一方面运用大数据和 AI 技术，实现网络故障的预测预防，大大降低因网络复杂带来的故障数量以及投诉数量。通过提供预测 \ 预防管理 + 自动化的智能运维模式，虽然网络环境逐渐趋向复杂与多元，但网络故障的处理时长、运维人员与人为引入故障的数量都将得到较大控制，传统的网络环境复杂度与维护成本、人数等运维的工作量之间的矛盾将得到极大改善，缓解运营商运维转型的紧迫性。

图 23：智能运维的价值分析

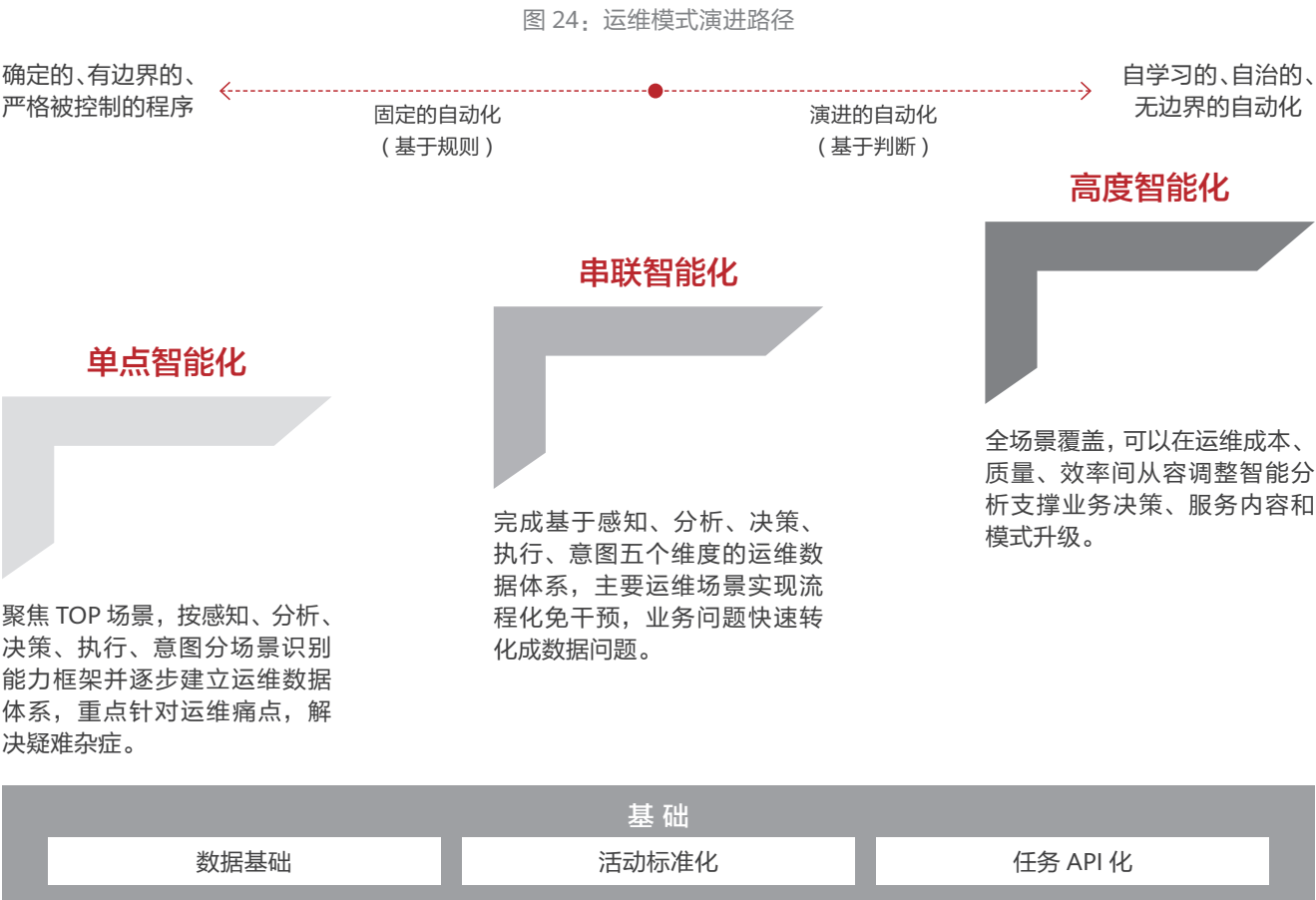


人机协同的运维模式带来的价值



2.5 人机协同运维模式的演进方法

人机协同的智能运维可分成三个阶段演进：单点智能化、串联智能化、高度智能化，转型路径如下图：



运维模式转型的首要任务就是要建设基础的智能运维平台，然后是基于智能运维平台实现简单的、基础的智能运维应用，重点针对运维痛点，从单点应用场景入手，实现单点智能化，比如实现应用自动巡检、指标智能预警等，并初步建立运维数据体系并导入单点运维场景的知识，然后实现主要运维场景的串联智能化，完成基于感知、分析、决策、执行、意图五个维度的运维数据体系，最后全场景覆盖成一体化的高度智能化，实现智能运维的闭环。让运维人员将工作重心逐步从繁琐的操作中，转移到探索需求、定义场景、专注业务中来。



3 华为智能运维解决方案

华为面向全球 1700 多张网络提供了 58 万多次技术支持、1 万多次疑难问题的定位解决、13 万多次网络重大操作支持，网络运维所面临的问题与重大操作以每年 5% 的速度在增长，基于这些丰富的网络运维经验以及网络运维创新实践，华为提出了 AI 驱动的人机协同的智能运维解决方案。

3.1 华为智能运维方案设计理念

►► 超融合的人机协同运维理念

人通过设计态让知识沉淀，把以前人能做的重复性的、简单性的、确定性的事情通过编排固化成知识落到平台上，再基于数据的反馈、训练、设计和编排，持续固化到机器里去，通过这样的迭代，把越来越多的作业交由机器来完成，提高运维任务完成的准确率；机器在运行态自驱运转，除自动完成人编排好的运维任务外，还能应用大数据和人工智能做人做不了的事情，如预测和自愈。

人机协同的运维模式不是打破现有的运维体系与抛弃现有的运维工具，而是在此基础上叠加一个承载了运维知识与模型的运维知识平台，并结合运维流程、作业环节与实际的运维需求，分域分段的从以人为主的运维模式演进到人机协同的运维模式。人机协同运维不是替代人，而是让人在机器的协助下发挥更大的价值，通过对当前运维人员如 FO 工程师、BO 工程师、外线工程师等进行技能升级，转型成“网络策略工程师”、“应用编排工程师”、“数据分析工程师”等新型运维角色，人仍将在意图设计、异常处理、关键决策上发挥重要的作用。



图 25：华为超融合的人机协同运维理念

其中，知识资产主要可有九大类型，如图 26 所示，主要包括感知分析模型、策略逻辑模型、控制 & 操作 API、数据模型、流程资产、报表模板资产、界面展示资产、系统集成类资产等。

图 26：知识资产分类图



▶▶ 华为智能运维 Offering

华为智能运维平台将以下一代际的运维平台为锚点，牵引向下一代面向机器与数据的智能运维，基于 AI 使能的自动化，持续沉淀知识资产，开放使能转型。面向未来架构，打造面向网络技术、生态和平台三类产品，同时提供按需定制服务、开发使能服务等专业服务。



网络技术类产品

由准标准化的“场景化”资产演进，基于 160+ 运营商网络运维保障经验，为不同的运维场景提供专业的运维解决方案，如无线网络智能运维（MBB）、固网智能运维（FBB）、5G/NFV 智能运维等。



生态类产品

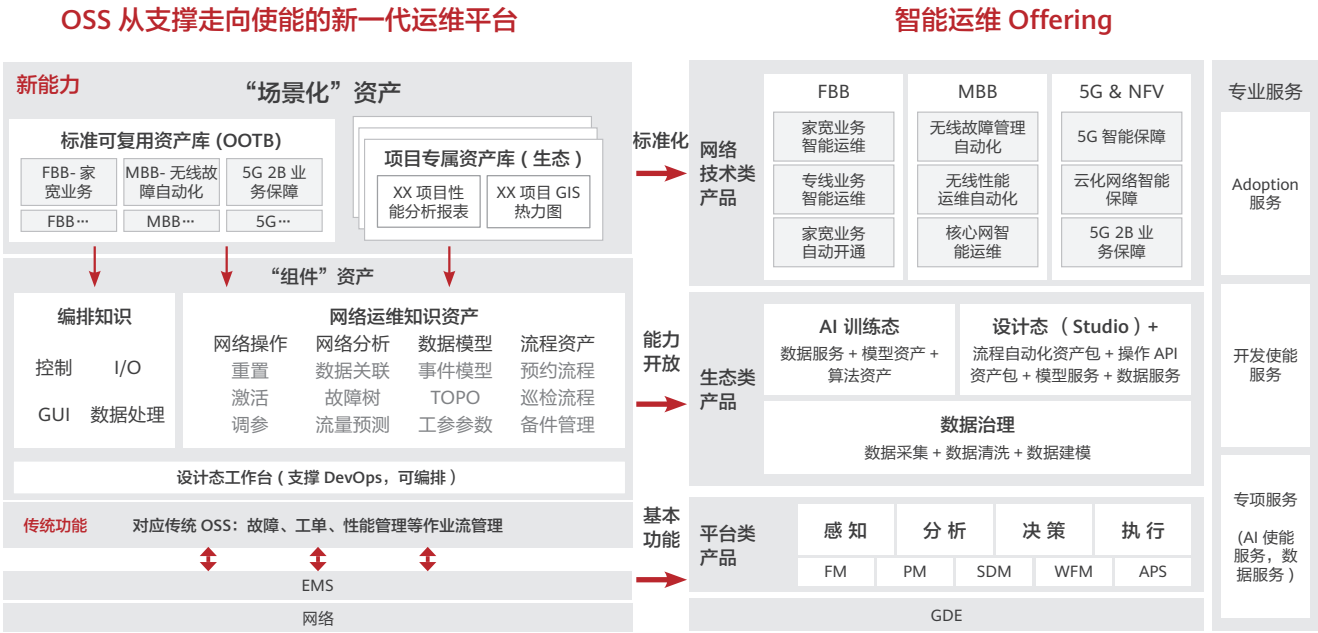
由“组件”资产通过能力开放演进而来，通过与运营商或合作伙伴，基于业务在平台上进行流程报表、简单网络技术自动化类应用编排。



平台类产品

即智能运维平台，提供基础的运维原子服务，统一采集框架，支撑数据服务和治理，拥有设计开发 Studio 和 AI 规则 & 算法库，支撑运营商 OSS 演进。

图 27：华为智能运维 Offering



使能运维模式转型

智能运维带来的不仅是平台，还有人、文化、流程、工作模式方面的改变。

首先，围绕平台，数据训练中心的数据科学家和工程师利用运维数据湖里的数据进行数据建模、数据清洗与管理等工作；编排设计中心的工程师则进行数据模型编排与 UI 界面编排并进行规则与策略的制定；NOC(NPM)/SOC/ 本地运维团队同时进行紧急问题干预、不确定问题决策等工作。

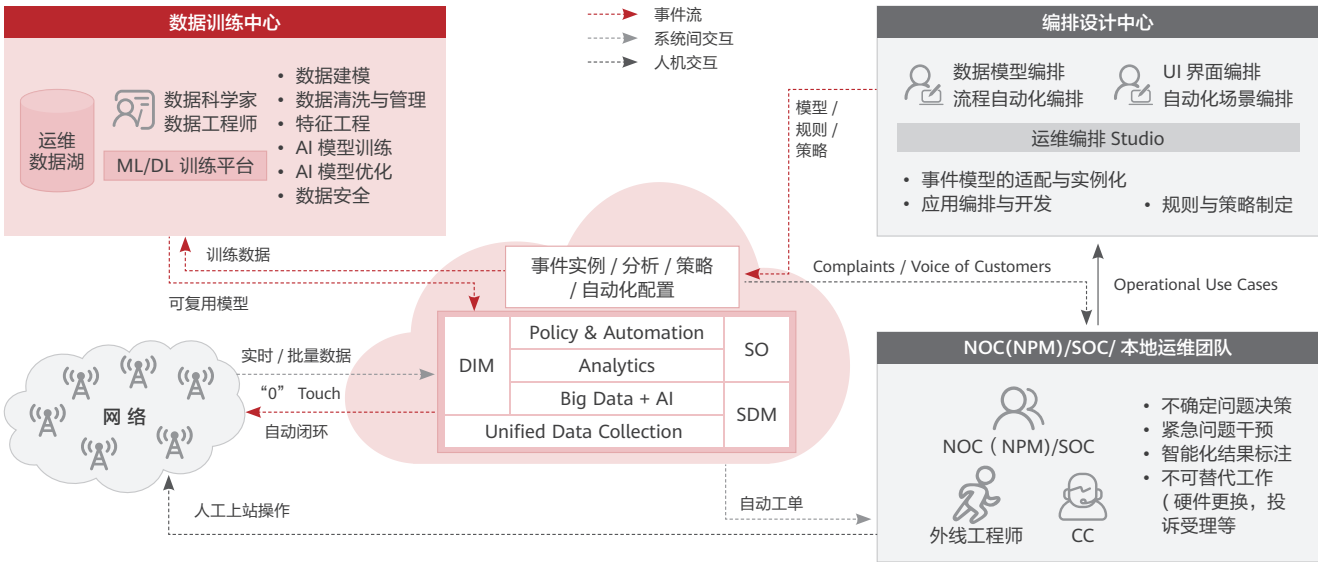
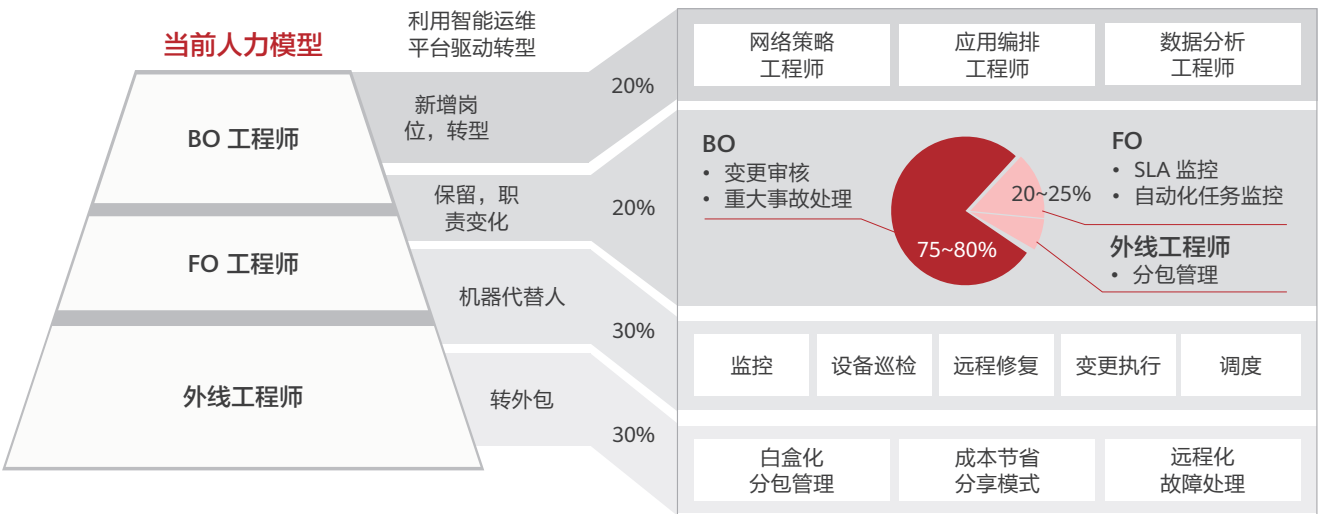


图 28：智能运维逻辑结构图

其次，利用智能运维平台驱动转型，传统运维的 BO、FO、外线工程师向逐渐向适应智能运维模式的组织结构转型，原有的职能人员将保留 20% 的部分。新的运维组织将新增 20% 的网络策略工程师、应用编排工程师与数据分析工程师岗位；原有的 30% 的工作将被机器人替代，实现自动化监控、设备巡检等功能；另外 30% 的工作将转为分包，如白盒化分包管理、成本节省与分享模式以及远程化故障处理。



资料来源：华为智能运维研发中心数据

图 29：人力模型转型示意图

最后，专家经验将对平台进行持续输入，将经验“数字化”、“资产化”，平台越来越“聪明”。知识主要来自于核心技术类产品的技术知识以及流程知识封装，网络策略工程师、应用编排工程师与数据分析工程师三类人基于平台开发各类知识资产，专家从标准可复用资产库中的 FBB、MBB 与 5G\NFV 各类场景中的知识资产与项目专属资产库中的客户性能分析报表与热力图等数据进行提炼与整合，通过设计、编排、反馈与训练四个环节对知识进行输入，从而形成运维知识资产库。知识资产在后续运维过程中借助人工智能机器学习技术进行应用并不断丰富，机器通过智能分析、决策、执行与感知，提供可预测、可治愈的智能化运维。

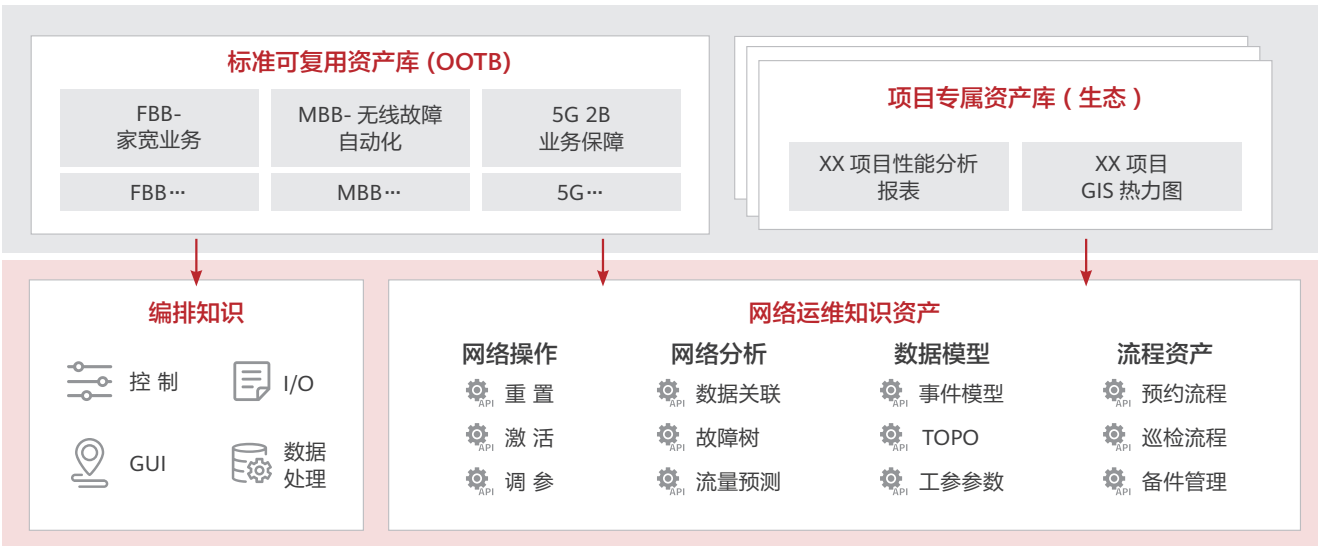


图 30：专家经验资产库

3.2 华为智能运维方案架构

华为智能运维打破原有的烟囱式建设方式，逐步对现有网管应用进行解耦并演进到分层的服务化架构，实现多业务数据集中与共享、集中 AI 训练，应用基于中台的统一服务能力，适配行业应用百花齐放的需求。

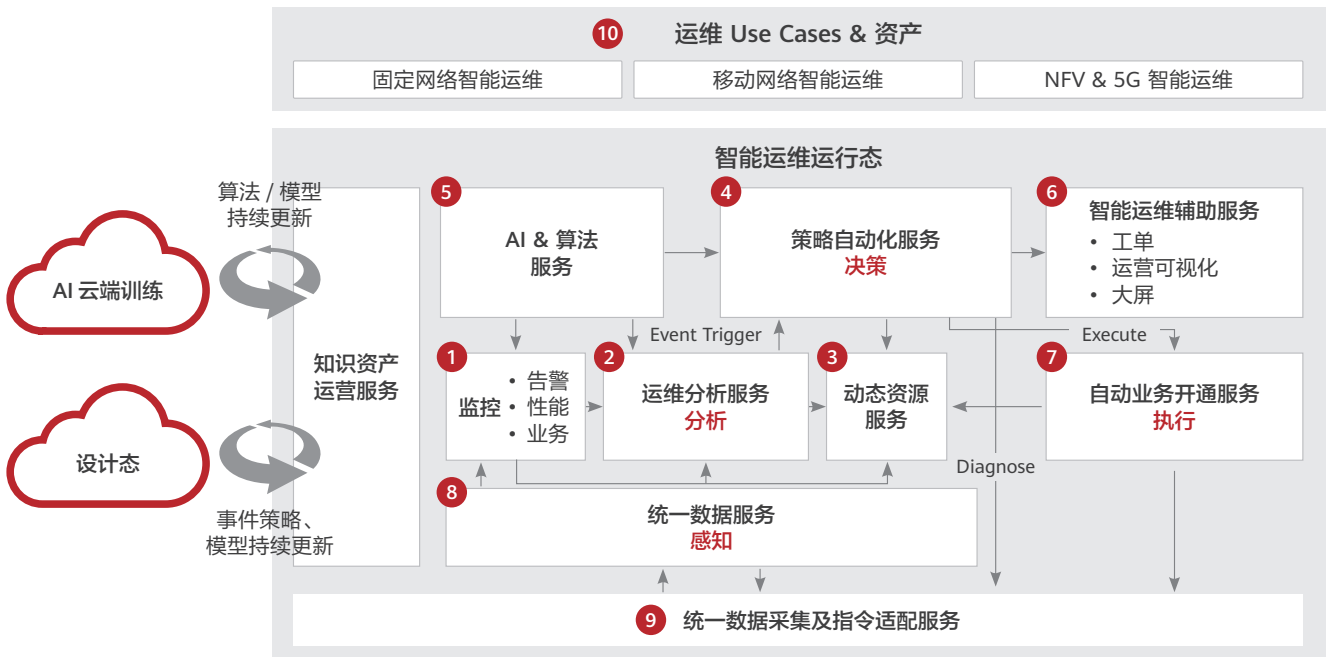


图 31：华为智能运维解决方案架构

- ① 监控【告警 / 性能 / 业务】：基础保障服务，包括告警和 KPI 指标监控，以及基于告警和性能的业务综合监控；提供告警关联分析、RCA、KPI 汇聚计算编排、Dashboard 报表功能。
- ② 运维分析服务：基于原始告警或者关联告警，以及 KPI 指标阈值，预防预测分析，多源事件，综合分析识别运维事件；包含故障事件，劣化事件，风险事件识别，建议基于运维事件、聚焦业务故障场景的分析识别机制。
- ③ 动态资源服务：统一资源管理，支持资源动态建模，统一管理业务开通和保障相关的网络资源以及资源关系，基于图数据实现 TOPO 关系的快速查询和展示。
- ④ 策略自动化服务：故障定界和修复自动化策略，由告警或运维事件再一定条件下自动触发动作执行，实现运维事件的复杂故障树定界定位分析，以及自动闭环。
- ⑤ AI & 算法服务：提供 AI 智能算法和推理服务，比如告警关联压缩，指标趋势预测，KPI 异常检测等。
- ⑥ 智能运维辅助服务：提供工单和外线流程管理，手机中断接入，以及监控大屏能力。
- ⑦ 自动业务开通服务：自动执行各类业务开通服务指令功能。
- ⑧ 统一数据服务：大数据分析服务，提供分布式数据计算，以及数据编排开放能力。
- ⑨ 统一数据采集及指令适配服务：统一的南向驱动层，对接网络管理系统，适配网管系统的接口，实现采集数据和指令下发。
- ⑩ 运维 Use Case & 资产：提供基于 160+ 运行网络中沉淀的固网、移动网、5G&NFV 的运维管理解决方案资产。

3.3 华为智能运维核心能力

►► 核心能力一：场景化专业能力

借助于丰富的项目经验与过硬的技术能力，华为已经建立了强大的在 MBB/FBB/NFV&5G 下的场景化专业能力，具备突出的市场竞争力。

FBB



家宽业务智能运维

华为已经能够通过铜接入质差端口预测及远程调优算法，以及光接入质差 / 断纤带来用户报障预测和精准定位，以大幅降低保障率；通过自动群障精准拦截与智能诊断，大大减少上门\上站率。



专线业务智能运维

目前已经实现通过专线 SLA 质量可视可管，SLA 劣化预测等主动整治手段，基于策略的专线有条件自愈，提升专线可用率，降低报障率和 SLA 违约率。基于实时业务路径 + 性能检测实现故障精准定界，降低故障修复时长。



家宽业务自动开通

旨在通过轻量级的家宽开通方案，解决华为家宽业务开通配套，覆盖 FTTH、WTTN、FWA 等主流接入场景，满足中小运营商快速开通业务的诉求，具备较强的成本竞争力。目前已经支持 5G FWA SA 场景开通方案，FTTH/5G FWA 智能融合开通。

MBB



无线网络故障管理自动化

通过故障工单自动处理（工单全流程自动化处理与 WO 精益派单）、无线故障智能识别（跨域拓扑还原能力、MBB 故障事件通用模型抽取与跨域故障事件识别）与无线故障智能诊断（故障准确诊断、故障自动修复 / 根因推荐），大幅提高 FO、BO 人员效率，减少无效上站工单，且减少网络中断次数与中断时长。



无线网络性能运维自动化

通过无线性能劣化工单自动化、无线性能劣化识别（华为 +MV 无线性能监控模型与基于机器学习的动态阈值算法）与无线性能劣化定界（故障定界专家规则与聚类联合分析算法等），提高人均性能维护站点数量、诊断准确率，并降低性能劣化影响时长。



核心网智能运维

利用核心网风险预测（故障预测的数据特征提取、基于 KPI 的异常预测、基于 CHR& 日志异常检测）与核心网风险和故障定界定位（故障树、故障数据聚类 & 关联分析、跨域故障定界、跨域网络 TOPO 还原、基于 AI 的辅助定界定位），从而不断增加核心网群障场景覆盖率并大幅减少 MTTR 时间，以及减少核心网变更操作异常导致的计划外业务中断。

5G & NFV

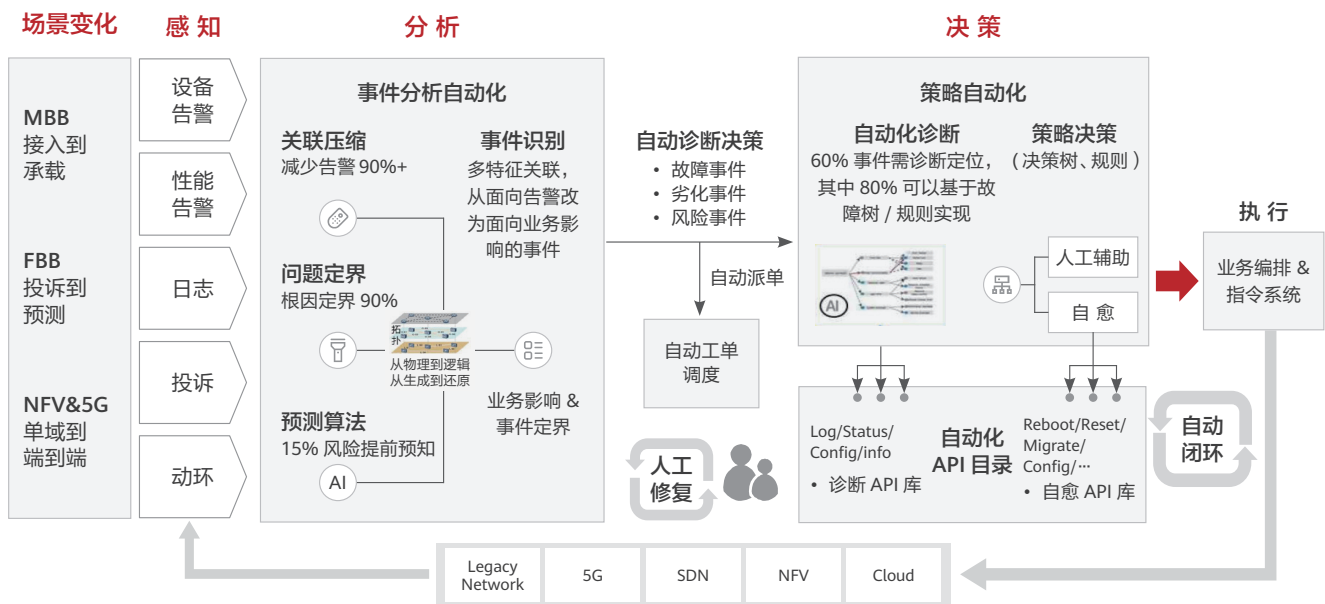


图 32：智能运维场景化运行逻辑

►► 核心能力二：AI 算法与数据服务能力

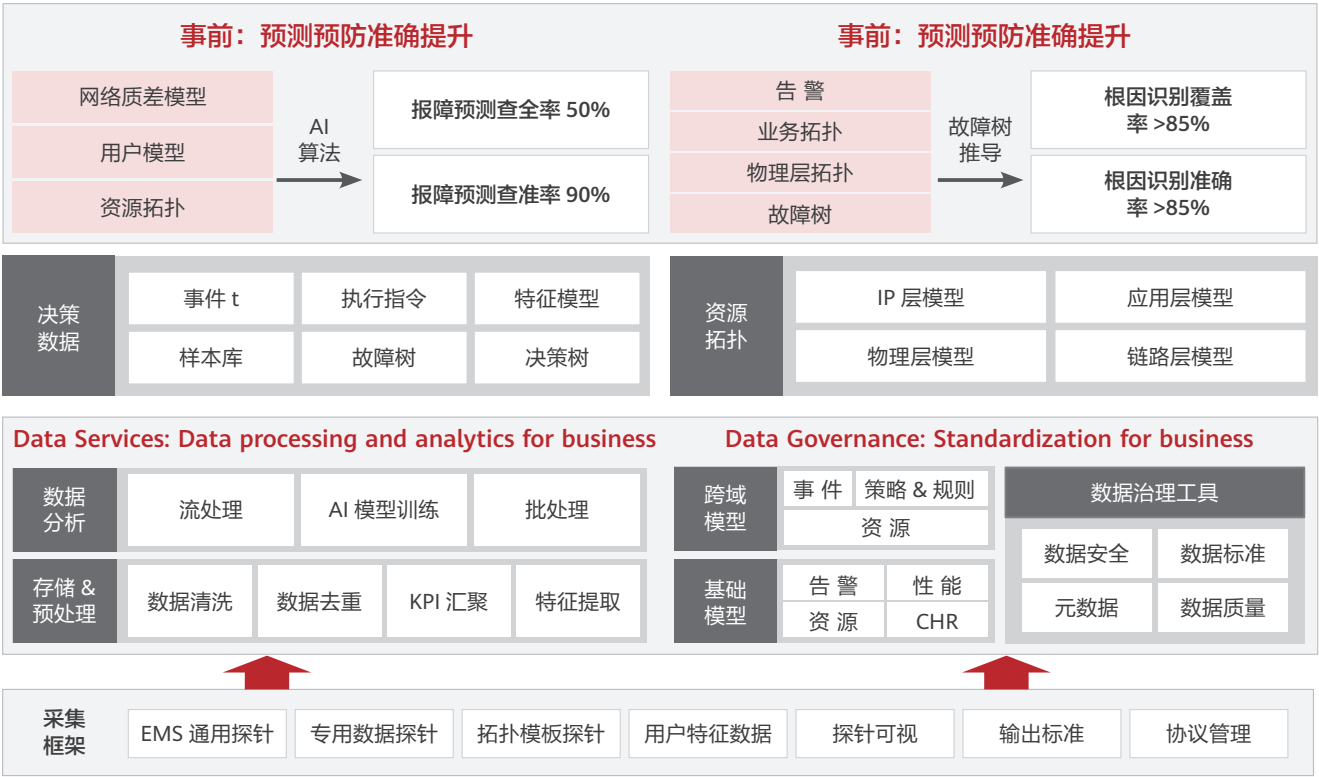
华为通过统一 AI 算法能力与智能数据治理与服务，支撑预测预防与故障管理能力，从而使能核心运维场景设计。



数据治理
与服务

高质量的数据是智能化运维的前提和基础，借助采集框架统一采集运维数据，通过对业务提供标准化模型，借助数据治理工具进行数据标准化和数据质量处理，进而为 AI 训练提供有效的数据处理 & 分析能力，支撑预测预防和故障管理自动化，借助 AI 算法与故障树推到等技术极大地提高报障预测查全率与根因识别覆盖率。

图 33：数据赋能故障预测与管理



- 统一 AI 算法赋能: 以运维业务、AI 算法、产品化“铁三角”形式使能智能运维核心专题，并抽象固化成通用 AI 资产，进行复用。

图 34：统一 AI 算法能力，赋能场景



核心能力三：运维生态建设

“把复杂留给自己，把简单留给客户”是华为一致秉持的理念。华为服务将从大量成功实践基础上抽象出来的规则、模型与 AI 算法封装和承载在统一的技术平台上，开放给客户和合作伙伴，与运营商开展基于新方法、新技能的新型人才技能培养。

OWS 是华为智能运维服务的使能平台，能够快速部署，具备大数据和 AI 能力，能够快速适配技术和业务的演进，并通过开放的 API 使能运维人员根据业务场景开发运维 APP。OWS 基于微服务的架构将 IT 和业务解耦，独有的业务编排能力能够使全球运维工程师，运营商及合作伙伴运维人员基于设计态 Studio 平台灵活编排运维应用 APP，轻松快速底构建和部署服务组件，并建立起全球开发者生态圈。

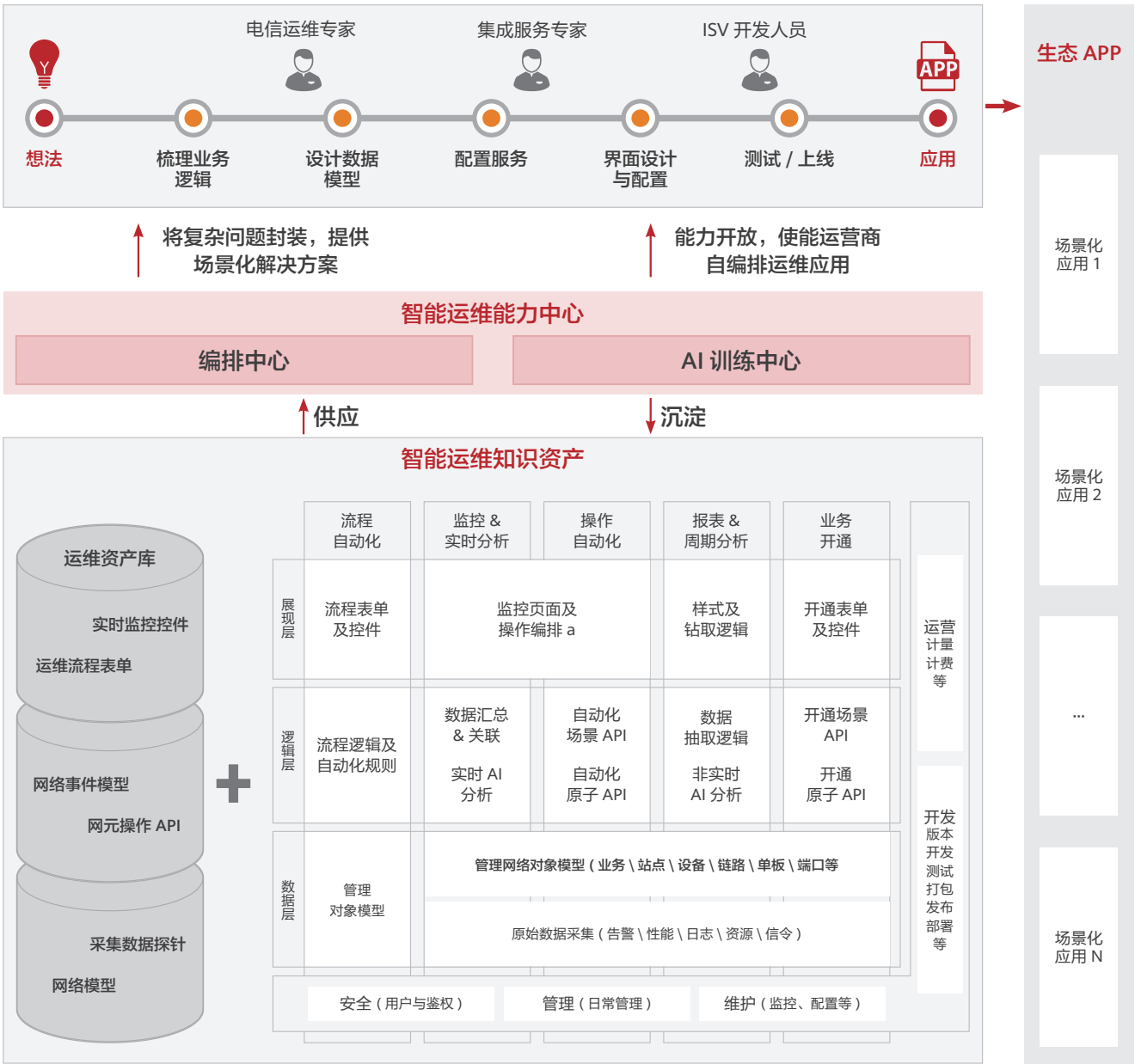


图 35：运维生态使能架构图

3.4 华为智能运维平台转型方案

智能运维无法一蹴而就，需要与 Legacy OSS 短期并存，中长期逐步演进。运营商可以按自己的业务需求，立足当前运维痛点，基于具体场景选择切入点，从现有 OSS 系统中导入运营数据，上线智能异常告警、智能网络排障、巡检等能力。这样，运营商可以有效保护已有投资，再以此场景化智能运维打开局面，逐步按需演进，由点到面进行智能化运维能力的建设，从而为后期进行 OSS 的整体替换打下基础。

华为的智能运维转型方案就是以保护运营商已有投资为原则，支撑运营商由传统运维模式向人机协同的智能运维模式平滑演进，演进路径主要分为三个阶段：

阶段一：单点智能化。评现状，做规划，急用先行，试点关键应用。基于具体试点场景（如 5G 故障排除），具体试点地区，以应用切入，在现有 OSS 上叠加一层应用层，按感知、分析、决策、执行机器运维框架建立数据体系，将现有 OSS 作为数据源进行集成，实现智能监控、异常预警、故障发现、故障分析、根因分析、故障自愈等闭环场景。通过搭建平台层，构建数据治理体系，逐步营造基于故障和性能的平台能力。

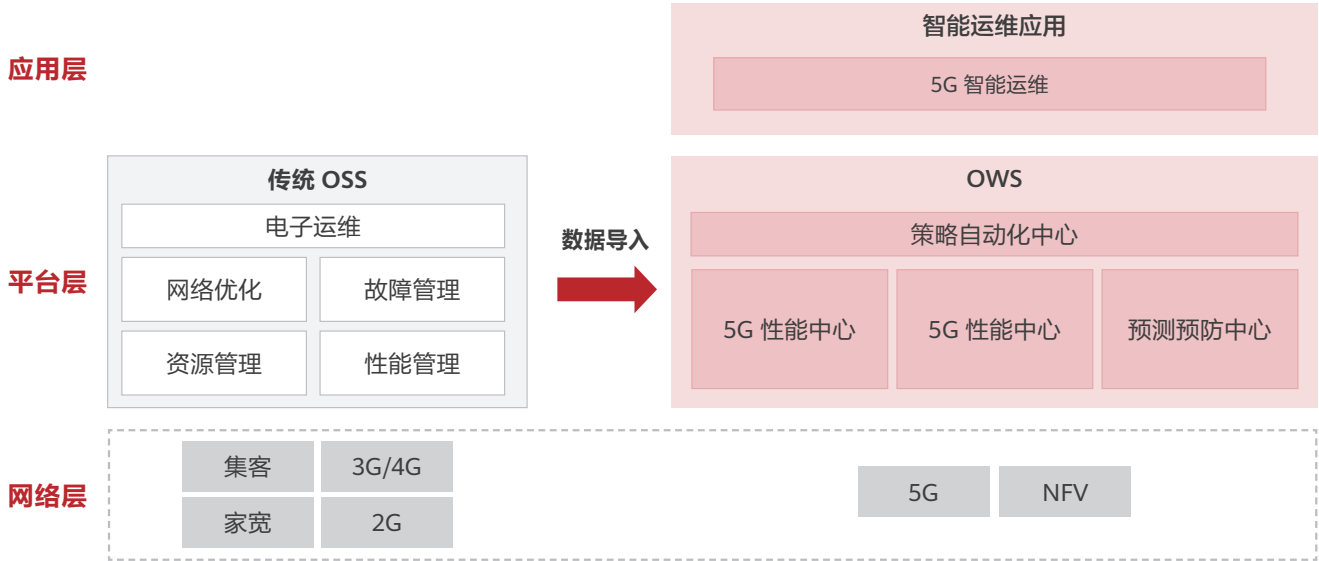
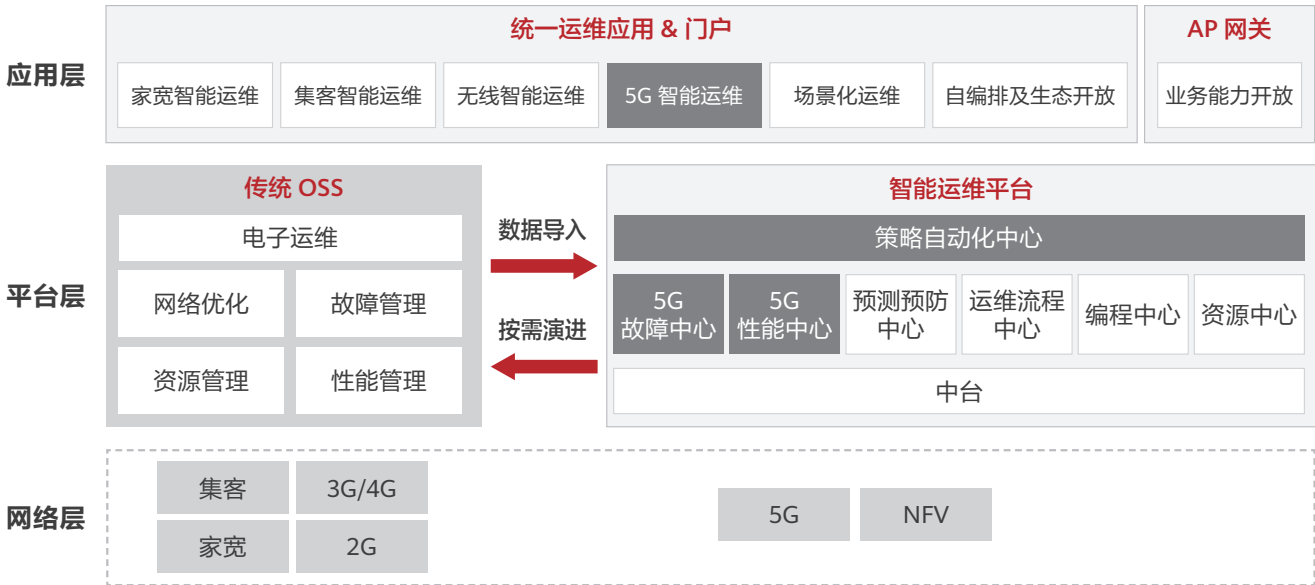


图 36：智能运维演进：阶段一

运维大数据平台建设	数据是智能运维落地的基础，首先需要建立运维大数据平台，对运维数据进行采集、分析、计算、存储，并定义标准化的指标体系，对运维数据进行萃取，积累大量的可用的运维数据。
单点智能化实践	从实际出发，立足当前运维痛点，从单点运维场景切入，如建立时序数据智能异常发现、流量智能异常告警、数据库智能监控、智能网络日志分析等能力，由点到面进行智能化运维能力的建设，从而为后期进行串联智能化场景的实现打下基础。

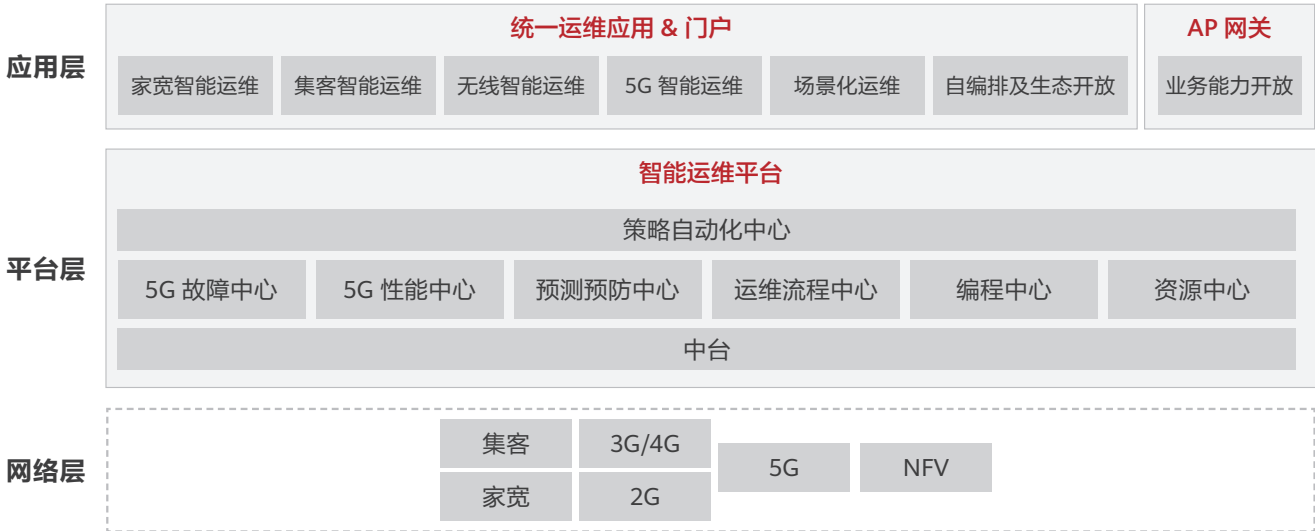
阶段二：串联智能化。迭代优化，创新发展，由点到面，扩展深化智能应用。在应用层，逐步上线各个价值用例（如家宽、集客、无线等等）。在平台层，有计划、有节奏地上线流程中心、编排中心、资源中心等平台模块。原有的 OSS 系统功能将被有序替换。同时，智能运维的价值潜力会同步得到释放，运营商可以看到显著的用户体验提升和人力及资源的节省。

图 37：智能运维演进：阶段二



阶段三：高度智能化运维。全面使能网络自动驾驶，洞察决策智能化，控制闭环自动化。全部运维场景都被纳入智能运维体系，原有的 OSS 系统退役。运营商充分利用编排中心的能力，独立完成运维应用编排作业，完全玩转设计态、训练态、和运行态的应用生命管理流程，解锁人机协同运维的强大潜力。

图 38：智能运维演进：阶段三





4 成功案例

4.1 某中国大型电信运营商集团故障自动化管理

案例背景

某中国大型电信运营商集团经过多年网络建设,随着新技术引入很多 OSS,传统烟囱式 OSS 维护成本高,不能跨域、跨厂商管理,新业务上线需要与多个系统集成,业务开通复杂,难以支撑新业务快速上线。随着 5G、物联网、工业数字化后带来了网络复杂性提高,并且多代技术长期共存,使得网络故障快速定界、精准定位难度加大,亟需运维转型。



运维挑战

- 烟囱式 OSS, 数据分散
 - » OSS 工具互相割裂, 资源和数据关联性差, 无端到端运维能力。
- 大量重复无效的工单, 无效上站占比高
 - » 28.4% 的工单缺少故障定位信息, 导致大量的无效上站。
 - » 缺乏故障准确定界定位手段, 存在大量人工排障误操作, 大量无效求助, 处理效率低。
- 故障平均恢复时长 MTTR 长
 - » 跨部门沟通困难, 故障平均恢复时长 1125 分钟。
- 维护依靠人力, 技能低, 成本高
 - » 随着网络规模越来越大, 维护的网络资源越来越多, 依靠人力劳动力难以为继。
 - » 地市分散的排障方式、经验不能共享、高流动性维护人员构成为主, 普遍缺乏精确排障能力。

华为解决方案

华为通过帮助集团建立智能运维平台，接入各省的 OSS 系统，将现网 OSS 作为数据源进行集成，以大数据分析和 AI 算法为技术手段，深挖网络运行过程中的海量数据和运维专家经验数据，持续地按场景需求逐步演进，如智能排障中心，智能巡检中心等应用，协助运营商降低网络风险、全面提升维护质量，加强对地市一线维护人员的技术支撑，减少对人员技能的依赖，帮助集团实现智能运维转型。

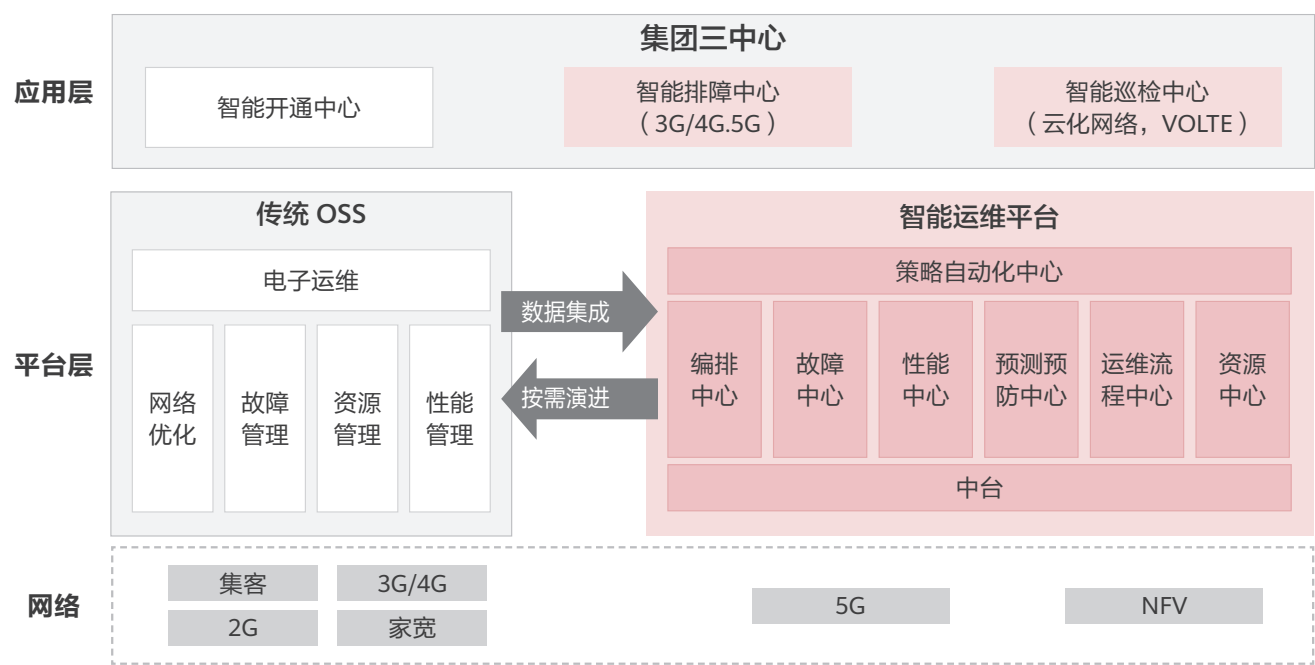


图 39：某集团的故障自动化解决方案架构



客户收益

- 减少工单数量，降低成本。
- 自排障减少工单派发，节省上站费用，节省上站费用全省月平均减少工单 2000+，每年通过工单减少成本 240 万。
- 缩短故障恢复时长 MTTR，提升了运维效率。
- 恢复时长从 1125 分钟降至 15 分钟；故障分析效率提升 75%，根因定位准确率达 85%，极大提升了运维效率。
- 减少对人员技能的依赖。
- 交付 20+ 故障诊断规则，覆盖 30 类故障场景，日处理告警量 6800+，触发自动诊断 2500+ 次 / 天，成功率 75%+，减少了对人员技能的依赖。

4.2 东南亚某大型电信运营商智能运维转型

案例背景

东南亚某大型电信运营商业务包括固网和移动网络，固网用户数为 200 万，移动网络用户数 6500 万。随着网络规模的持续扩大，整网用户感知较差，在其竞争对手 G 运营商的激烈竞争下，用户数出现流失，急需现代化的运维系统，增强业务敏捷性，提升网络质量、用户体验和运维效率。

运维挑战

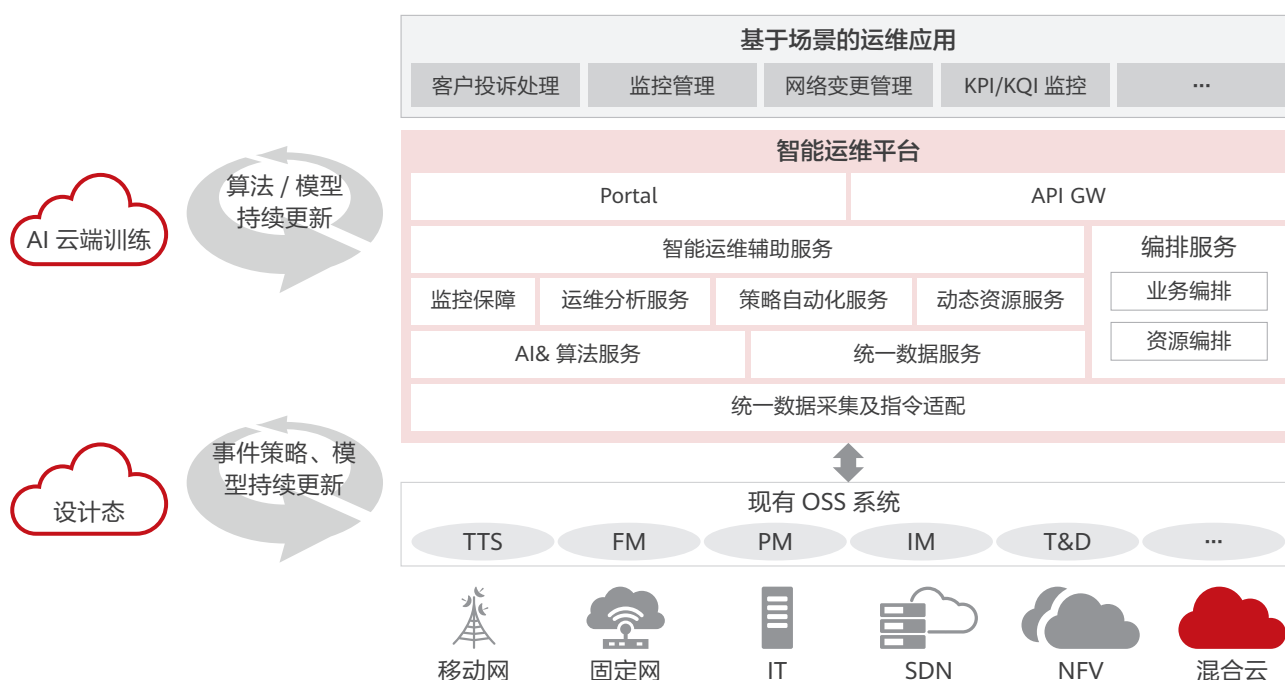


- 现网设备厂家众多，运维平台老旧，系统七国八制，运维效率低和成本较高。
- 固网和移动网络分开运维，长期无法融合。
- 客户投诉处理时间长，客户满意度低。
- 业务诉求响应慢，TTM 周期长。

华为解决方案

一方面，华为帮助该运营商构建统一的智能运维平台，如下图所示，拉通现有的 OSS 系统，统一采集，统一数据平台，统一运维流程，基于智能运维平台提供独立自动化策略引擎，使得多元网络事件驱动自动化闭环成为可能。面向未来业务提供告警、性能、Log 等多事件源驱动的自动化，构筑 AI 训练平台，提供基于海量运维数据的 AI 训练能力，实现系统自动学习。

图 40：东南亚某大型电信运营商智能运维解决方案架构



另一方面，华为利用智能运维平台的一体化的编排开发中心，帮助该运营商进行运维场景应用的编排，如图 41 所示，主要分为四类：

- 将现有的关键运维场景在新的运维平台里重新编排，如无线网络健康评估、3G 告警监控、4G 告警监控、CS KQI 监控、终端分析、重叠分析、TT 自动分派、TT 单自动关联等。
- 增强部分运维功能，如流量分析、覆盖分析、邻区分析、频率分析、单用户分析、TT 单自动创建、TT 单自动关闭等。
- 新构建了运维应用，比如 VoLTE KQI 监控、VNF 告警监控、IMS KPI 监控等。
- 规划中的运维应用，如家宽投诉一键诊断恢复、铜线接入故障预测预防、光纤接入故障预测预防、无线硬件预测预防等。

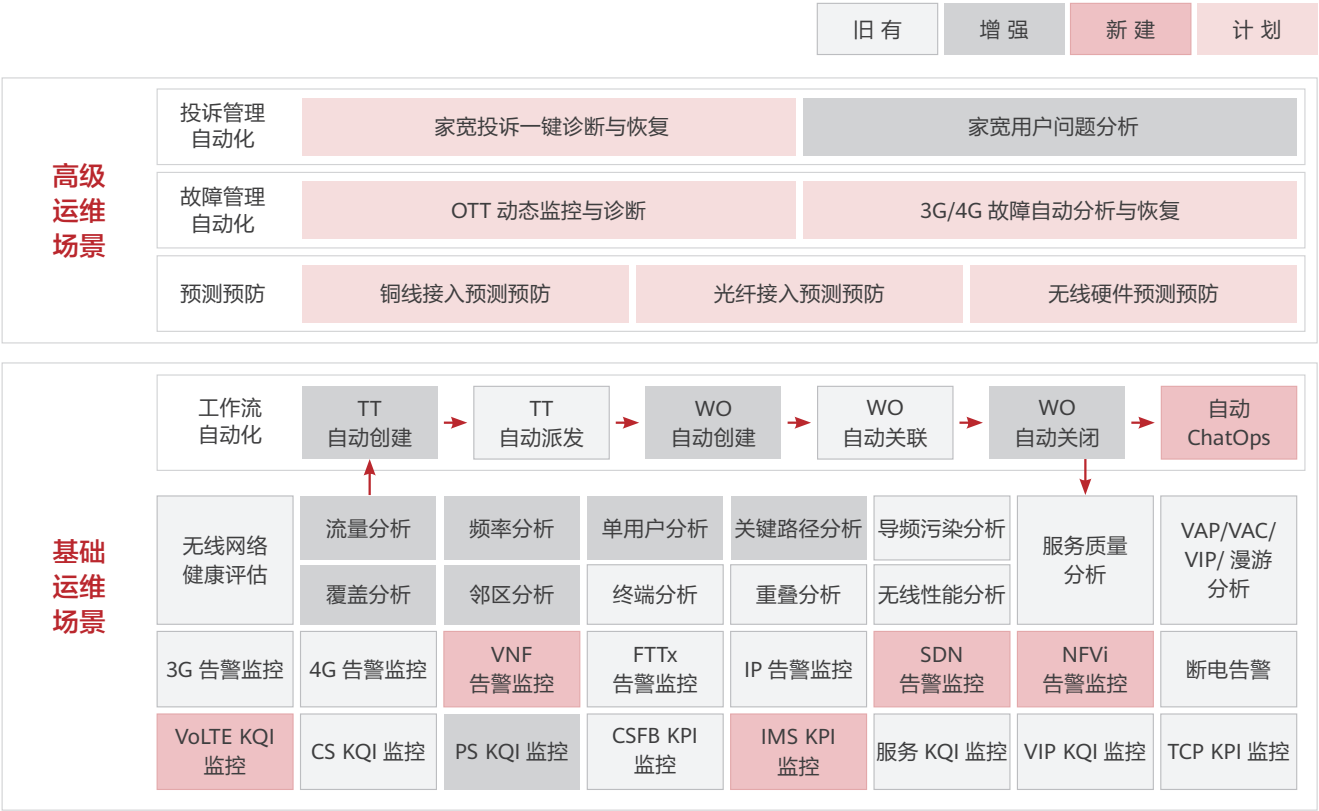


图 41：东南亚某大型电信运营商智能运维应用架构

通过实战这些运维应用的编排，首先帮助运营商实现了运维人员的技能转型，把重复性的工作交给机器做，比如流量分析、覆盖分析等，运维模式也从传统的以人为主转向人机协同的新模式。其次，通过这些应用也解决了以往运维中的问题，如运维效率低、客户投诉相应慢等问题。最后，通过编排 Studio, 增强了业务敏捷性，缩短业务 TTM。



客户收益

- 提质：MTTR 故障解决时间降低 30%~35%，用户投诉减少 10%，上站减少 5%~20%。
- 降本：运维效率预期提升 10%~20%，故障单数量减小预期 10%~20%。
- 转型：运维模式从以人为主转向人机协同的新模式，并且实现了运维人员技能转型。



5 总结与展望

随着5G网络商用进展的不断推进,以及AI与电信网络运维的深度融合,华为的人机协同智能运维解决方案使运维从“人拉肩扛”走向“自动化和智能化”。通过技能转型使运维人员向数据分析师、网络策略师和应用编排师转型,把专家经验总结的规则、AI模型封装成运维流程资产及运维认知资产注入智能运维平台;智能运维平台能够基于这些资产实现智能运维,通过这种人机协同的运维模式,华为智能运维解决方案能够打破运维资源随设备线性增长的定律,利用自动化减少人为失误,提升运维效率;基于AI技术实现网络及业务故障的预测预防,提升运维质量,从而保障超可靠的四代共生的电信网络。

面向未来,华为将持续利用在产品、技术和专业服务领域的优势和经验,将更多的“主动、预测、预防”带进现实,与行业一起携手打造更健康、更具活力的电信运维生态。华为愿与运营商携手合作,在电信网络运维领域不断探索,持续创新,开放华为全球运维经验及生态,助力运营商构筑智能化运维能力,实现降低成本、提高网络质量、使能运维转型。





6 参考文献

- Opportunities and Challenges Coexist, Reducing OPEX Is the Biggest Challenge for Operators [W]. Line 10-12, <http://m.elecfans.com/article/701505.html>
- Opportunities and Challenges Coexist, Reducing OPEX Is the Biggest Challenge for Operators [W]. Line 12-16, <http://m.elecfans.com/article/701505.html>
- Top 10 Trends Impacting Infrastructure & Operations for 2019 [M]. P10, Gartner, 2019
- Opportunities and Challenges Coexist, Reducing OPEX Is the Biggest Challenge for Operators [W]. Line 10-12, <http://m.elecfans.com/article/701505.html>
- Research on network optimization based on user NPS [J]. Data communication, issue 5, 2019
- Top 10 Trends Impacting Infrastructure & Operations for 2019 [M]. P12, Gartner, 2019
- Top 10 Trends Impacting Infrastructure & Operations for 2019 [M]. P12, Gartner, 2019
- Opportunities and Challenges Coexist, Reducing OPEX Is the Biggest Challenge for Operators [W]. Line 18-21, <http://m.elecfans.com/article/701505.html>
- Top 10 Trends Impacting Infrastructure & Operations for 2019 [M]. P14, Gartner, 2019
- Industry Expert Interview Notes from 3rd Party
- Industrial 4.0 concept and system evolution from 2011 to 2016 [W]. Figure 1, https://www.sohu.com/a/123342539_529972
- Digital Divergence, How European Telcos can cut costs with automation, AI and big data, [M]. Goldman Sachs, 2017
- Conference of intelligent operation and maintenance technology of Boshi technology 2019 [W]. Line 18-21, <https://www.passit.cn/hkj/70129.html>
- Conference of intelligent operation and maintenance technology of Boshi technology 2019 [W]. Line 18-21, <https://www.passit.cn/hkj/70129.html>
- Opportunities and Challenges Coexist, Reducing OPEX Is the Biggest Challenge for Operators [W]. Line 12-16, <http://m.elecfans.com/article/701505.html>
- Annual Report of Orange in 2017, [W]. <https://www.orange.com/en/Investors/Results-and-presentations>
- IG1190 AIOps Service Management Suite – TM Forum <https://projects.tmforum.org/wiki/display/PUB/IG1190+AIOps+Service+Management+Suite+v3.0>

商标声明

 **HUAWEI**, **HUAWEI**,  是华为技术有限公司商标或者注册商标，在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有 © 华为技术有限公司 2020。保留一切权利。
未经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

华为技术有限公司

深圳龙岗区坂田华为基地
电话：+86 755 28780808
邮编：518129
www.huawei.com