

多域协同

使能行业数字化转型

白皮书



目录

01 需求与愿景	01
1.1 行业数字化转型呼唤多域多技术协同	02
1.1.1 行业数字化转型进入新阶段	02
1.1.2 行业数字化转型共性要求	03
1.2 技术红利的出现使多域协同成为电信运营商拓展业务边界的新机遇	08
1.3 从基础设施服务商到综合 ICT 服务商	10
02 提升能力，抓住机会	13
2.1 基础设施	14
2.2 平台能力	15
2.3 服务与集成	16
2.4 向多域协同演进	17

03 多域协同的行业实践	19
3.1 湘钢 5G 智能工厂	20
3.1.1 行业需求	20
3.1.2 解决方案	20
3.1.3 收益	22
3.2 广东工业设计城智慧园区	23
3.2.1 行业需求	23
3.2.2 解决方案	24
3.2.3 展望	25
3.3 油气行业的数字化转型	26
3.4 多域协同助力行业数字化转型成功	29
04 展望	31

摘要

行业数字化转型的概念从 2010 年后开始被各大经济体所接受。而新冠疫情使这种转型的需求变得更为迫切。各国引入了先进的数字技术，盼望经济能在疫情后复苏。韩国的“数字新政”和中国的“新基建”计划都旨在为数字经济奠定基础，促进可持续增长。这些战略举措预示着行业数字化转型正进入一个新的阶段。

要实现数字化转型，必须借助综合全面的 ICT 服务。这对电信运营商而言是极好的机遇，通过建立多域协同的能力，扩展业务边界。多域协同指的是联接、计算、云、智能等 ICT 技术与运营技术（OT）结合，构建端到端的数字化转型价值链。

随着 5G 和边缘计算的发展，运营商能够为数字化转型提供一体化的基础设施服务，其中，一体化联接和边缘计算基础设施将成为数字化转型的骨干。强大的基础设施可以帮助运营商发展面向行业应用的云和智能服务。通过发展自身能力，并与行业伙伴合作，运营商能构建融合的网络、云、智能技术平台，并逐步向平台型服务提供商转变。

随着行业数字化转型的展开，数字化技术和联接技术成为越来越多的设备和控制系统的核心内容。产业界看到了 ICT 技术和紧密结合甚至融合的好处。运营商可以利用自身在复杂平台管理、多厂商关系管理方面的经验，将 ICT 技术融合应用到行业应用中去，从而进一步转型成为综合 ICT 服务商。

运营商从基础设施服务商转型为平台型服务提供商，再到综合 ICT 服务提供商的演进，可以使运营商向价值链上游移动，获得强大的市场地位，扩大可参与的市场空间，而多域协同将在此过程中扮演关键角色。基于自身专长并通过合作伙伴补充短板，可以帮助运营商推出更多元化的服务组合，更好地响应行业市场需求。多域协同的深度和广度将决定运营商在数字化转型市场的竞争力。

《多域协同使能行业数字化转型白皮书》旨在分析运营商如何提升基础设施、平台、服务和集成能力，抓住行业数字化转型市场的机会。我们还将用几个案例展示运营商如何满足不同垂直行业的客户需求。最后，白皮书将针对运营商的中长期市场空间进行预测，并就分阶段拓展提供建议。

01 需求与愿景



1.1 行业数字化转型呼唤多域多技术协同

1.1.1 行业数字化转型进入新阶段

从 2010 年代初开始，行业数字化转型的理念被各大经济体所采纳。世界各国政府推出了各种政策性项目，如欧洲多国的工业 4.0 项目（见图 1）、美国的制造业创新网络，以及中国的“中国制造 2025”战略规划。

如今，新冠疫情对行业数字化转型提出了新的要求。各国引入了先进的数字技术，盼望经济能在疫情后复苏。韩国启动了一项为期 5 年的“新政”计划，为未来国民经济做好准备，该计划以“绿色新政”和“数字新政”两大支柱为中心。绿色新政旨在实现向“净零排放”经济的过度，而数字新政将为推动经济增长和创新的数字经济奠定基础。中国的“新基建”规划旨在在全国范围内建设新的数字基础设施，包括 5G 网络、智能技术、大数据、工业物联网等，并设立研发机构。这有望抵消新冠疫情造成的经济影响，并促进可持续增长。

这些战略举措表明，行业数字化转型正进入一个新阶段，多域协同则是这场数字化转型的核心。

图 1: 欧盟国家工业 4.0 政策

	年份	目标对象	预算	资金来源
法国	2015	工业制造业基地、中小企业	约 100 亿欧元	政府 + 私营部门
德国	2011	制造业、中小企业、政策制定者	2 亿欧元	政府 + 私营部门
意大利	2012	大型企业、中小企业、高等院校、研究所	4500 万欧元	政府
荷兰	2014	商界	2500 万欧元	政府 + 私营部门
西班牙	2016	工业，尤其是中小微企业	9750 万欧元	政府
瑞典	2013	理论学术界、工业和服务业中小企业	5 千万欧元	政府 + 私营部门
英国	2012	商界、工业、研究所	1.64 亿欧元	政府 + 私营部门
捷克	2016	工业和服务业、工会	未定	政府

1.1.2 行业数字化转型共性要求

有一些重要的设计原则与行业数字化转型实践相关，它们为转型的愿景提供了指导原则。这些原则主要包括：¹

- 互操作性和泛在联接
- 信息透明、虚拟化和虚拟实体
- 去中心化、自主决策和自治
- 实时处理
- 服务化
- 模块化

这些原则可以适用于几乎所有的数字化转型项目，对技术发展和产业协同提出了共同的要求。数字化转型项目需要一个覆盖多层面、多技术领域的综合解决方案。联接、计算、云、智能

¹请参考 i-scoop 网站的《工业 4.0 指南》（Guide to Industrie 4.0）

等 ICT 技术应与行业应用结合，构建端到端的数字化转型价值链，而多域协同将是这一过程中的关键。

在现代工业化的历程中，ICT 和 OT 一直是分开的。随着行业数字化转型的展开，数字技术和联接成为越来越多的资产、控制设备和系统的核心。所有一切都将走向数字化，并相互联接。ICT 和 OT 紧密结合、融为一体，将为各行各业带来好处。

ICT 与 OT 的融合与集成，可以帮助行业参与者优化业务流程，提升决策质量，降低成本和风险，并缩短上市时间。而这种融合需要一个共同的平台，使 ICT 和 OT 两个领域高效协同，这将给软硬件设计、生产与信息流程，以及数据安全带来挑战。

联接、计算、云、智能技术以及行业应用，在应对上述挑战中都有着不可或缺的作用。

• 联接

为了实现数字化转型，工业园区需要有无处不在的网络基础设施，实现机器、传感器、人和数据的无缝连接。联接应提供足够的带宽，特别是上行带宽，因为视频监控、远程控制和机器视觉都需要传输大量上行数据。联接还应该具备超高可靠性和低时延，因为许多工业应用对准确性和安全性的要求很高，例如自动导向车（AGV）、远程机器人、智能电网应用等。

图 2: 低时延、高可靠场景的 5G 性能需求

场景	通信端到端时延	服务可用性	可靠性	用户体验到的数据速率	连接密度	服务覆盖
离散自动化——运动控制	1 毫秒	99,9999%	99,9999%	1 Mbps—10 Mbps	100000/km ²	100 × 100 × 30 m
流程自动化——远程控制	50 毫秒	99,9999%	99,9999%	1 Mbps—100 Mbps	1000/km ²	300 × 300 × 50 m
流程自动化——监控	50 毫秒	99,9%	99,9%	1 Mbps	10000/km ²	300 × 300 × 50 m
配电——中电压	25 毫秒	99,9%	99,9%	10 Mbps	1000/km ²	沿电线 100 公里
配电——高电压	5 毫秒	99,9999%	99,9999%	10 Mbps	1000/km ²	沿电线 200 公里
智能交通——基础设施回传	10 毫秒	99,9999%	99,9999%	10 Mbps	1000/km ²	沿路 2 公里

联接解决方案要能够灵活部署和优化，支撑灵活的生产线。成本是影响行业数字化转型的另一个因素。作为整个数字工业系统的骨干，联接方案需要具备足够的性价比。

• 计算

数据是数字经济的生命线，大数据和智能技术的应用对高性能计算提出了更高的要求。云基础设施作为灵活、低成本的解决方案，已被工业等垂直行业的客户广泛采用。同时，一些应用基于实时数据分析，需要在数据源附近存储和处理数据。这就要求本地计算平台与网络基础设施集成，保证处理速度和可靠性。

在现代工业中，数据已成为最有价值的商业资产之一，保障数据安全是 ICT 基础设施的重要任务。为了确保安全，重要数据必须在本地存储和处理。因此，本地部署的计算平台成为数字化工业系统的关键要素，实现数据的实时处理，保障数据安全。

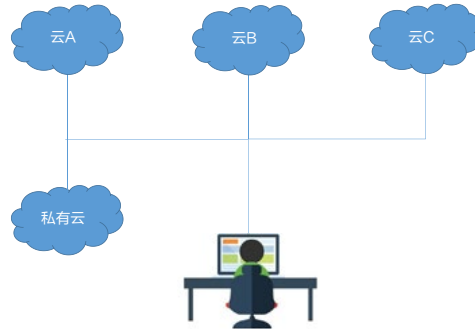
• 云

虽然一些关键数据必须在本地存储和处理，但云服务在数字化转型过程中发挥着核心作用。云可以为企业提供灵活、按需处理和存储能力，因此不再需要建立内部数据中心。这将大大降低 IT 的初始投资和部署工作量，从而帮助企业加速转型。对于必须在本地保存的关键数据，混合云解决方案可以为企业的工作负载按需提供私有云或公有云资源，让企业根据计算需求和成本的变化在不同的环境之间迁移。

云计算还意味着服务与创新的生态系统。企业可以利用这一生态，减少内部开发需求，加速转型。多云模式被业界广泛采用，通过多个公有云平台管理软件和应用，提高整个 IT 基础设施的灵活性，将工作负载分发到最合适的平台。

混合云和多云对网络的要求更高，需要可靠、灵活的网络连接来保证服务质量。

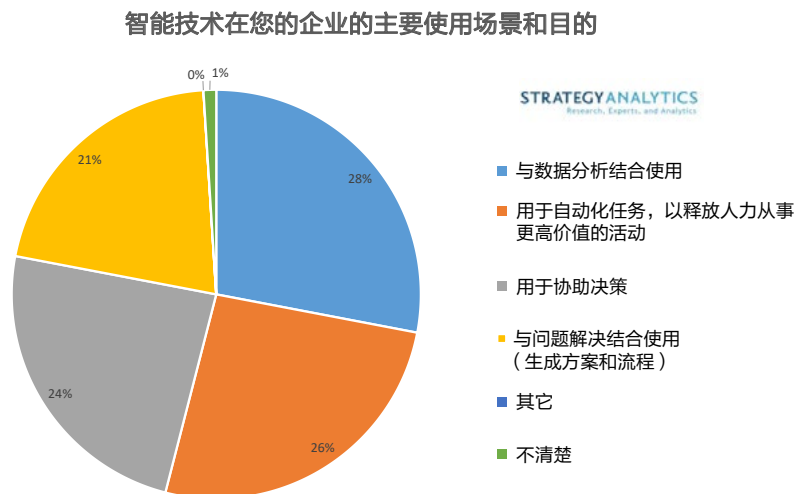
图 3: 多云、混合云示意图



• 智能技术

智能化和自动化被公认为是行业数字化转型的主要驱动力，不仅可以使能工业自动化，而且为工业转型开辟了全新的道路。Strategy Analytics 的《企业 IoT 部署调查》的结果显示，智能化与数据分析存在密切关联。企业运用智能化技术最普遍的场景，是与数据分析结合使用。此外，智能化技术还被广泛用于协助关键决策、解决问题，以及流程自动化。所涉及的具体场景包括，聊天机器人降低客服成本，研究某个部件或流程反复失败的原因。企业可能没有员工、技能或能力开展这些任务，但是通过物联网的实现，可以提取越来越多的数据。

图 4: 企业如何利用智能技术



2018年集成AI的企业数量 (美国、英国、法国、德国、中国)：总计- 145，能源/公用事业-16，电信/媒体/技术-12，金融/保险/房地产-21，制造业-19，医疗/制药业-16，专业服务-13，货物运输-11，零售-15，教育/公共部门-12，农业-10

来源：Strategy Analytics

在行业数字化转型中，智能化技术的运用较为复杂，需要企业和领域专家共同合作，实现定制化解决方案。企业需要识别他们面临的商业挑战，并与相关伙伴合作开发针对性的解决方案。

智能化技术应无缝集成到生产环节中。因此，智能化领域的合作伙伴应该包括云服务提供商、联接服务提供商和软件集成商。灵活而稳健的 ICT 基础设施为充分发挥智能技术的潜力提供了保障。

• 行业应用

运营技术(OT)是对工业过程中的资产、制造及工业设备进行监控、驱动和管理的硬件和软件。OT 使得工厂、电网、设施设备等保持运行，是行业数字化转型的重要组成部分。如果说信息技术(IT)涉及存储、处理和传递信息的商业和企业系统，OT 则涉及控制和安全系统以及生产流程。

随着行业数字化转型的深入，OT 技术也在不断演进。一个重要的演进是远程监控和控制物理设备的能力。随着通信技术(CT)和传感器技术的不断发展，在 OT 中注入大数据和机器学习等信息技术，实现了工业过程中物理设备的远程管理、远程诊断和预测性维护等创新性应用，从而大大提高工业生产率，改善工人的工作条件。

我们同时也注意到，技术领域融合也涉及到组织和企业文化的问题。OT 和 IT 领域的人应该相互学习并了解彼此的领域。随着融合程度的加深，我们将需要一个综合 ICT 服务商的角色来协调 ICT 领域和 OT 领域的所有孤岛，实现多域、跨组织和跨角色的有效协同。

1.2 技术红利的出现使多域协同成为电信运营商拓展业务边界的新机遇

随着 5G、边缘计算、多云等技术红利的出现，多域协同将给电信运营商拓展业务边界带来新的机遇。

电信技术本身的发展有利于电信运营商参与行业数字化转型，并提升其在价值链中的地位。5G 是为超可靠低时延通信提供原生支持的第一代无线技术。与前几代蜂窝技术相比，5G 网络发布更加集中。据全球移动供应商协会（GSA）统计，截至 2020 年 12 月，全球已有 59 个国家和地区的 140 家运营商推出了基于 3GPP 的 5G 商用业务。此外，61 家运营商正在投资 5G SA 架构，以更好地支撑行业数字化转型。

5G 网络具备端到端 SLA（服务级别协议）管理能力，过去这只能在固网上实现。同时，5G 作为一种无线技术，部署的灵活性明显高于固定网络。端到端 SLA 能力与部署灵活性相结合，使 5G 成为行业数字化转型的最佳通信解决方案。

行业数字化转型要求某些计算资源尽量靠近数据源，实现数据的实时处理，保障数据安全。边缘计算便应运而生。边缘计算平台可以利用本地基础设施来存储和处理数据，而不需要集中式的数据中心来完成这些工作。同时，边缘计算还可以让云生态系统中成熟的软件应用发挥价值。边缘计算已被公认为联接、计算、云和智能协同的焦点，成为行业数字化的支柱。领先的电信运营商正在积极试点和部署这一技术。云原生应用通常由微服务组成，结合边缘计算和公有云，意味着应用中对时延和安全敏感的微服务可以在本地运行，而需要大量资源的微服务则可以在云端运行。

随着越来越多的企业选择将 IT 系统上云，云正在成为企业 IT 业务的统一平台和门户。Flexera 的《2020 年云计算报告》指出，96% 的受访企业使用至少一种公有云，这些受访企业将 53% 的工作负载部署到了公有云上；同时，93% 的企业引入了多云策略，并有 87% 的企业使用混合云策略。

多云和混合云的引入正在不断增加对灵活、可靠高速网络连接的需求。与此同时，软件定义网络（SDN）技术被引入到运营商网络，在保证 99.999% 的可靠性的同时，提供网络的敏捷性。管理技术、SDN 技术和数据分析技术相结合，可以确保整个服务生命周期的自动化。从整体架构的角度来看，云网协同将赋予企业必要的灵活性和敏捷性，同时也将给运营商带来新的 B2B 业务增长。

越来越多的企业希望利用智能技术简化日常运营，并变革其商业模式。德勤第三次年度《企业 AI 现状》调查报告显示，在全球受访企业中，有 67% 已在使用机器学习，97% 表示计划从明年开始使用机器学习；58% 的受访企业已在使用自然语言处理技术（NLP），94% 计划从明年开始使用 NLP；56% 的受访企业已在使用计算机视觉，94% 计划从明年开始使用计算机视觉。一方面，企业部署智能解决方案时，往往需要对联接基础设施进行升级，这可能会为运营商创造机遇。另一方面，智能化也可以增强运营商自身网络的管理和运营能力，实现降本增效。

新技术的发展正推动运营商进行网络改造，并引入新业务。大多数领先运营商通过内部开发或与专业公司合作，已在提供云服务和智能计算服务。网络和服务的转型迫使运营商提升自有研发能力，并开展组织、文化和流程变革。电信网络连接着亿万人口和百万企业，运营商在管理复杂的 ICT 系统、集成多厂商设备方面有丰富的经验。他们可以利用这些技术、能力和经验，推出更多元化的服务组合，在垂直行业市场扮演更重要的角色。

1.3 从基础设施服务商到综合 ICT 服务商

在数字化转型价值链中，电信运营商的首要角色是提供基础设施服务。虽然 5G 是支撑行业转型的最热门联接方案，但运营商也可以提供多元化的联接方案，包括 4G/5G、蜂窝物联网、固定网络甚至 Wi-Fi，以满足不同场景的需求。同时，运营商还能提供本地计算基础设施，即边缘计算，以便存储和处理工业设备产生的数据。一体化的联接和边缘计算基础设施成为数字化转型赖以生存的基础。

据媒体报道，截至 2020 年 11 月，中国各行业已部署了超过 1100 个 5G 项目。在欧洲、亚洲和北美，领先的运营商也部署了 5G 项目，包括沃达丰的英国和德国子网，德国电信在德国、匈牙利、捷克和奥地利的子网，Telefonica 的西班牙和德国子网、韩国的 SK 电讯，泰国的 AIS，以及美国的 Verizon 和 AT&T。

强大的基础设施能帮助运营商进一步发展面向行业应用的云服务和智能服务。随着 5G 在中国部署，中国电信推出云网一体化战略，利用其中国第一混合云服务商地位发展 5G 工业物联网业务。中国电信近日展示了近 20 个 5G 和云使能工业物联网的案例，并发布了基于 5G 边缘计算的机器视觉应用平台，为行业客户提供自动检测服务。

图 5: 中国电信云网一体化战略

目标	<ul style="list-style-type: none"> · 增强云网能力 · 构建基于云网一体化的数字化平台 · 开放生态系统 · 赋能客户
统一的云网战略	<ul style="list-style-type: none"> · 统一架构——“云即核心”，利用一体化数据中心构建云网一体化与 5G 部署的稳固核心 · 统一产品和应用——“数字化平台”集成云网能力，通过自研和生态合作推出数据和 ICT 解决方案与应用 · 统一操作系统——提供云和网络的“运维、服务支持、安全保障和接口开放”，满足客户需求
技术能力	自主研发并控制 IaaS/PaaS、MEC、云网操作系统、数字化接口使能平台等关键核心能力
基于云的网络	优化网络，为云网业务提升效率、降低时延
泛在接入	<ul style="list-style-type: none"> · 蜂窝网络：4G、5G、NB-IoT · 专线 · 卫星

来源：中国电信，由 Strategy Analytics 总结

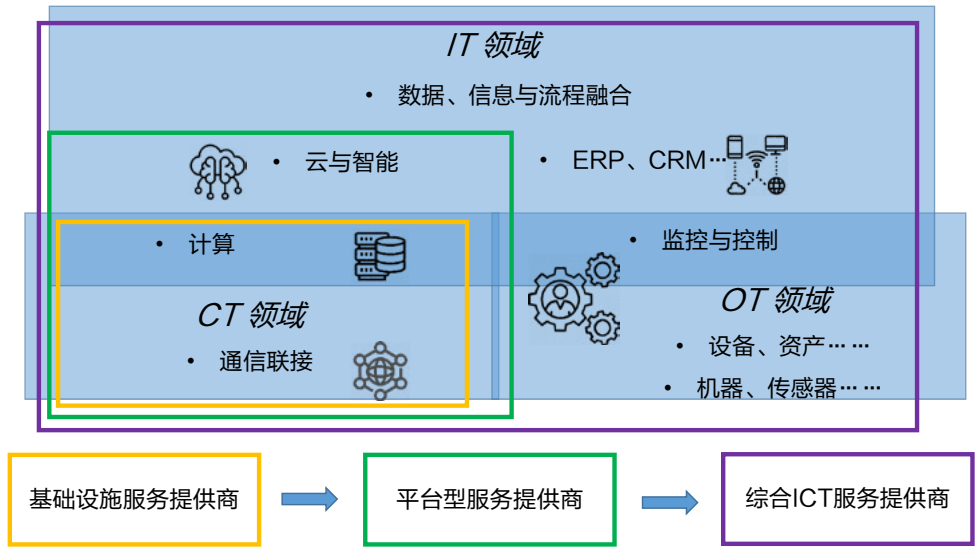
除了积累内部云服务和智能计算服务能力外，运营商还可以与云和智能领域的专家合作。一些领先的 5G 服务提供商已经与 IT 和公有云巨头展开合作，为行业客户提供混合云和边缘云服务。例如：AT&T 与 IBM 合作，面向企业客户推出开放的混合云服务，迎接 5G 时代。Verizon、沃达丰、SK 电讯和 KDDI 与 AWS 则开展了边缘计算领域的合作。无论是自行开发，还是合营合作，都可以帮助电信运营商构建一体化的网络、云和智能平台，并逐步向能力平台提供者转变。在与全球科技巨头合作的同时，电信运营商应持续评估合作关系的长期影响，以保护自身在行业价值链中的地位不受影响。

行业数字化转型要求传统上分离的 ICT 和 OT 价值链相互融合，形成一个端到端的统一价值链：生产、计划、供应链、信息流、IT 系统、分销渠道，最终到客户，价值链的所有要素都会受到影响。这将需要将各种生产和业务规划流程的 ICT 系统进行集成整合。这种集成整合将影响企业所使用的各种系统，最终仍然是围绕数据和信息流。

依托 ICT 基础设施服务和云 / 智能平台，运营商将进一步向综合 ICT 服务商转型。它们可以利用自身在复杂平台管理、多厂商关系管理方面的经验，将 ICT 和 OT 孤岛连接起来，形成端到端的价值链。

运营商从基础设施服务商转型为平台型服务提供商，再演进到综合 ICT 服务商，完成了向价值链上游的移动，因此获得有力的市场地位，并扩大可参与的市场空间。但是，这种角色演进将在软件开发、系统集成、行业知识，尤其是多域协同等方面对运营商提出了较高要求。下图总结了这一演进过程。

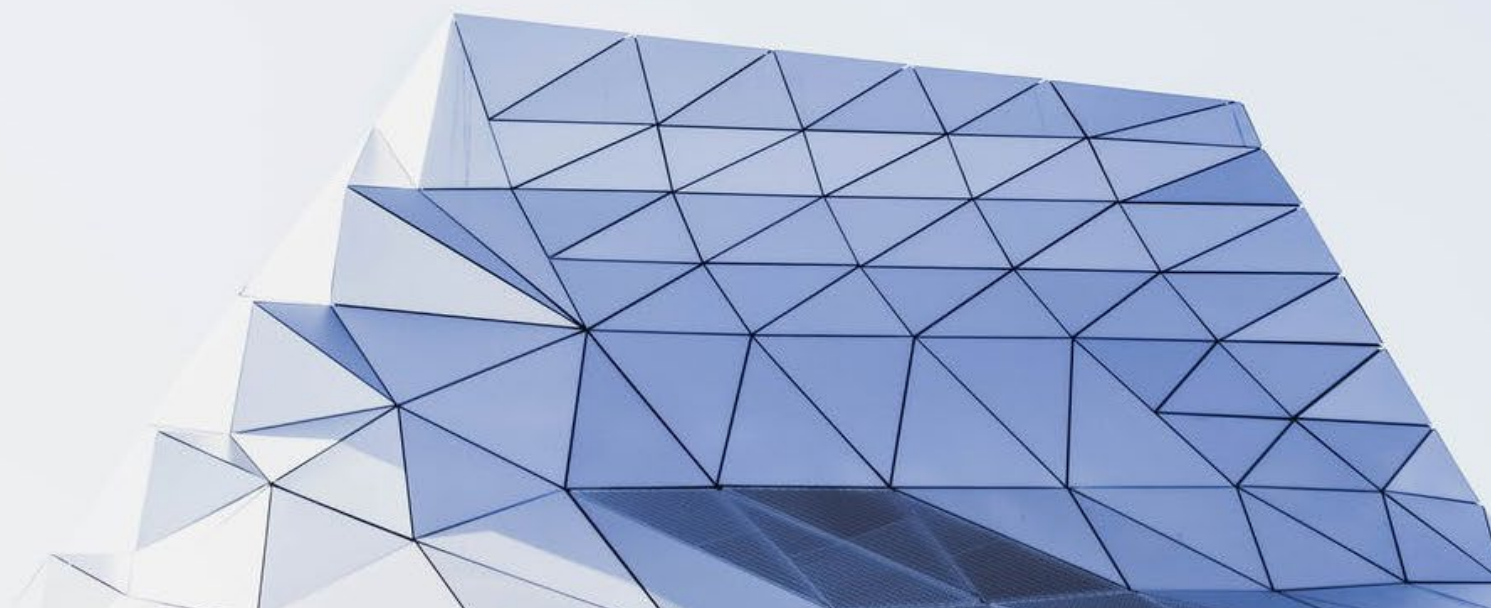
图 6: 电信运营商在行业数字化转型中的角色



来源: 华为、Strategy Analytics

02

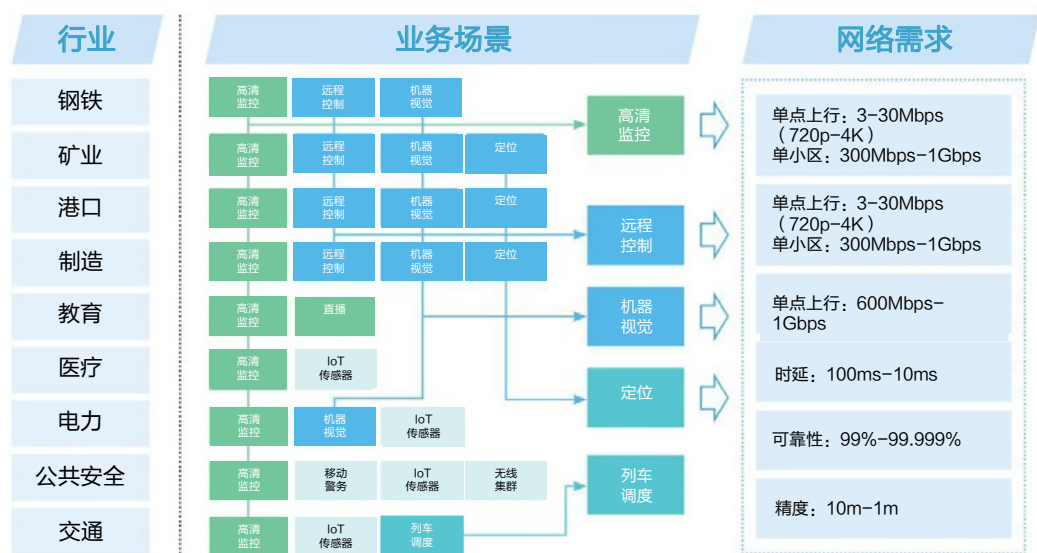
提升能力，抓住机会



2.1 基础设施

早期的电信网络主要是为消费者应用设计的，网络的技术特征主要针对消费者的使用模式。而行业应用的要求将有很大的不同。下图是典型的行业场景对上行带宽、可靠性、时延等的要求总结。

图 7: 典型上行需求行业、场景及能力要求



来源：华为、中国移动

为了满足上述需求，运营商首先需要完善自己的网络解决方案。特定场景需要特定的技术方案。例如，安徽电信与华为合作成功为中国最大的建材集团之一海螺集团提供 5G 超级上行业务，提升上行带宽，使能智能工厂的行业应用。

高精度定位是工业场景的另一个特殊要求，如上图所示。电信运营商需要与合作伙伴一起完善定位服务。近日，中国移动发布基于 5G 网络和北斗卫星系统的高精度定位服务。我们相信，高精度定位能力将成为行业客户对电信运营商网络标准要求之一。

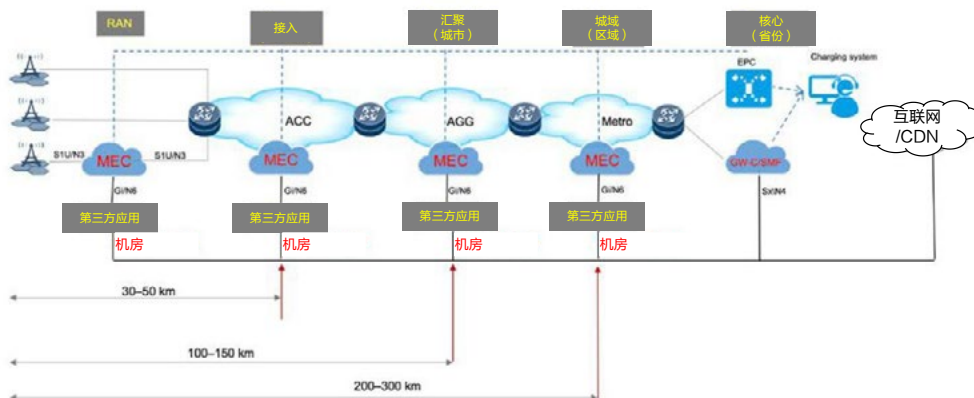
5G 部署成本是影响行业玩家决策的重要因素。电信运营商应与供应商一起，持续优化 5G 行业解决方案成本结构，提供丰富的产品组合，确保解决方案能最贴近行业客户的技术和商业需求。

2.2 平台能力

多云和混合云的引入，对电信运营商网络提出了灵活性和敏捷性的要求。随着网络规模和复杂度的不断提升，运营商越来越难以管理网络运营成本和保障用户体验。基于智能技术的网络自动化解决方案，成为电信运营商管理网络和云融合的必备之物。华为全栈智能化架构的ADN自动驾驶网络（Autonomous Driving Network），为网络管理提供智能化，实现跨领域端到端全生命周期自动化。

通过自治网络，电信运营商可以充分利用其基础设施资产和合作伙伴关系，打造一个全面的云服务平台。同时，通过利用接入、汇聚、城域等基础设施，运营商可以部署自己的边缘云服务，成为运营商发展企业业务的重要平台。据报道，中国移动已在22个省部署156个边缘计算节点，中国电信也开始基于自己的平台提供边缘云试点服务。

图 8: 边缘计算部署场景



来源：边缘计算产业联盟

Source: ECC

合作伙伴和应用生态是边缘云服务可持续发展的重要保证。在GSMA的支持下，中国联通、德国电信、EE、KDDI、Orange、Singtel、SK Telecom、Telefonica、TIM等领先运营商联合起来，构建可互操作的平台，使边缘计算能力在全球形成统一的算力网络，从而帮助电信运营商发展边缘计算生态，拓展市场格局。

2.3 服务与集成

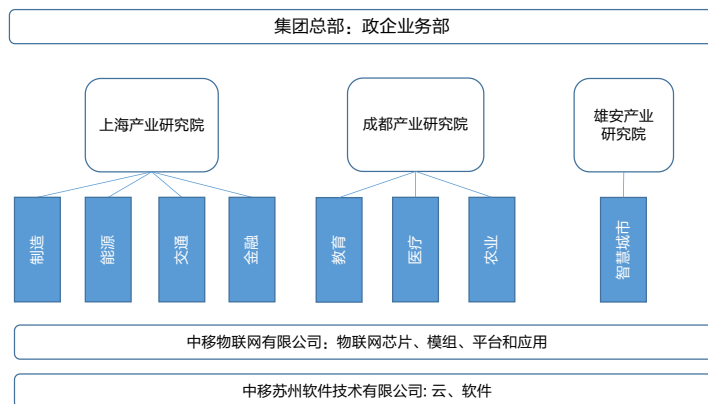
随着网络和平台的不断完善，电信运营商的服务能力需要不断提升，尤其是如何快速响应客户需求。当 ICT 解决方案融入到行业核心生产流程中时，快速响应是维系电信运营商与行业客户之间信任关系的关键。为了提高快速响应能力，电信运营商首先需要对其运营体系进行变革。利用智能和自动化技术，将传统网络运营转变为数据驱动，以客户为中心，以及 Zero-Touch 运营。

电信运营商还需要优化组织、文化和流程，有效聚合联接、云、安全、支付、视频、大数据、智能等能力，为行业客户提供单一服务门户；以及建立专职面向行业市场的组织，积累行业专业知识，协调内外部资源。

电信运营商在向综合 ICT 服务商转变时，需要提升系统集成能力，如招聘行业专业人员、投入自有研发资源，尤其是软件开发技能投入等。

领先运营商已经启动转型。沃达丰在 Tech2025 战略框架中的目标是“数字化先行”（Digital First），将重新收归大部分在 2006 年外包（outsource）出去的 IT 能力，聚焦客户体验的转型升级。沃达丰通过敏捷开发和大数据分析，开发工具集，构建内部能力。

图 9: 中国移动行业市场组织



来源：媒体报道、Strategy Analytics

中国移动已经整合了面向行业市场的业务拓展组织和研发资源。新的组织结构可以让中国移动深入到具体行业，有效协调业务和技术发展。

与产业链中的关键玩家建立广泛的合作，对于电信运营商提升服务能力和集成能力至关重要。潜在的合作伙伴包括领先的云和软件公司，以及行业解决方案专家。沃达丰已经与一些领先公司建立了广泛的合作关系，如：IBM、AWS、Google 等，通过优势互补实现更好的商业结果。德国电信不仅与微软合作帮助各种规模的客户加速云转型，也与行业领域专家包括 EK Automation、Konica Minolta 以及 Endress+Hauser 合作，拓展智慧工厂的生态。

2.4 向多域协同演进

电信运营商从基础设施服务商向综合 ICT 服务商的演进，其实是一个提升多域协同能力的过程。

作为基础设施服务提供商，电信运营商必须协同并整合所有可用的联接技术到一个服务组合中，以提供最适合行业应用场景的解决方案。电信运营商还需要构建边缘计算基础设施与连接基础设施的协同，为行业数字化转型打造坚实的 ICT 基础设施。

电信运营商从基础设施服务提供商向能力平台提供商演进时，需要拓宽合作范围。云、智能以及其他常用软件应用应与基础设施层集成。跨层、跨平台协同，构建行业数字化转型统一能力平台。

电信运营商要成为综合 ICT 服务商，需要进一步提升跨技术领域的协同，不仅是 ICT 领域内部，更是跨 ICT 和 OT 领域。电信运营商可以成为数字化转型价值链的端到端赋能者。

为了促进这种协同，电信运营商可以充分利用自身管理复杂 ICT 系统和管理众多供应商关系的经验，同时通过招聘专业人员和 / 或收购专业公司，提升自有软件开发和系统集成能力。对于电信运营商来说，这个过程是一段漫长的旅程。变革的结果将决定电信运营商能否向价值链上游移动，实现业务长期增长。

03

多域协同的行业实践



3.1 湘钢 5G 智能工厂

3.1.1 行业需求

华菱湘钢是湖南省最大的国有企业，是华南地区精钢生产基地，年产钢量 1200 万吨，产品覆盖 400 多种宽厚板材、线材和棒材。

湘钢一个工厂每天生成约 1TB 的生产数据。这些数据可用于对生产过程进行实时优化。但是产线传感器数据采集一直是一个挑战，因为在尘土飞扬、高温、高度危险环境中部署固网，连接传感器的难度和成本较高；而 WiFi 容易受到干扰，不够稳定，且容量不足。恶劣的工作环境也影响了员工士气，导致工作效率低下。

因此，该工厂希望采用先进的 ICT 解决方案，灵活连接所有设备，实时进行数据分析，并远程控制其生产过程。

3.1.2 解决方案

2019 年 7 月，湖南移动联合华为启动湘钢智能 5G 钢厂项目。在五米宽厚板厂（其中一个附属厂）进行了试点部署。2020 年，该试点项目逐步扩展到其他生产线和设施，如金属棒生产设施、码头、厚宽金属板设施、布线等。

针对钢铁生产运营的需求，该项目的 5G 系统采取了具体的方案：

- 上行带宽——计划在车间部署 300+ 高清视频监控摄像头，通过上行链路回传海量数据。
- 低时延——为了实现天车和机器臂的远程控制，需要 20~50 毫秒的端到端时延。
- 高可靠性——要求 99.99% 可靠性。
- 工业级终端
- 网络切片——生产业务和一般办公业务相互隔离。
- 故障管理——故障自动定位、隔离和恢复

中国移动已与湘潭钢铁厂签订商用合同，部署 5G 专网和端管云融合平台。截至 2020 年 9 月，已部署 150 多个 5G 基站和一套边缘计算平台，实现 450 Mbps 上行数据吞吐量和 20ms 端到端时延。

中国移动通过年度服务订阅的方式提供云服务，支撑多种业务场景。在早期试点部署中，测试了四个场景：

- 四台钢吊集中远程控制：8 路高清视频，实时精准遥控
- 渣场无人起重机 1 台：11 台摄像头，2 台扫描仪，1 台测距仪，1 台编码器
- 炼钢区一个遥控机械臂
- 危险区域高清视频监控

图 10: 远程操控起重设备



目前已部署更多用例，如基于数据分析的生产流程编排、智能巡检、AR 辅助产线组装等，通过端管云融合平台将联接、管理和控制所有工厂设备，实现自动化生产。

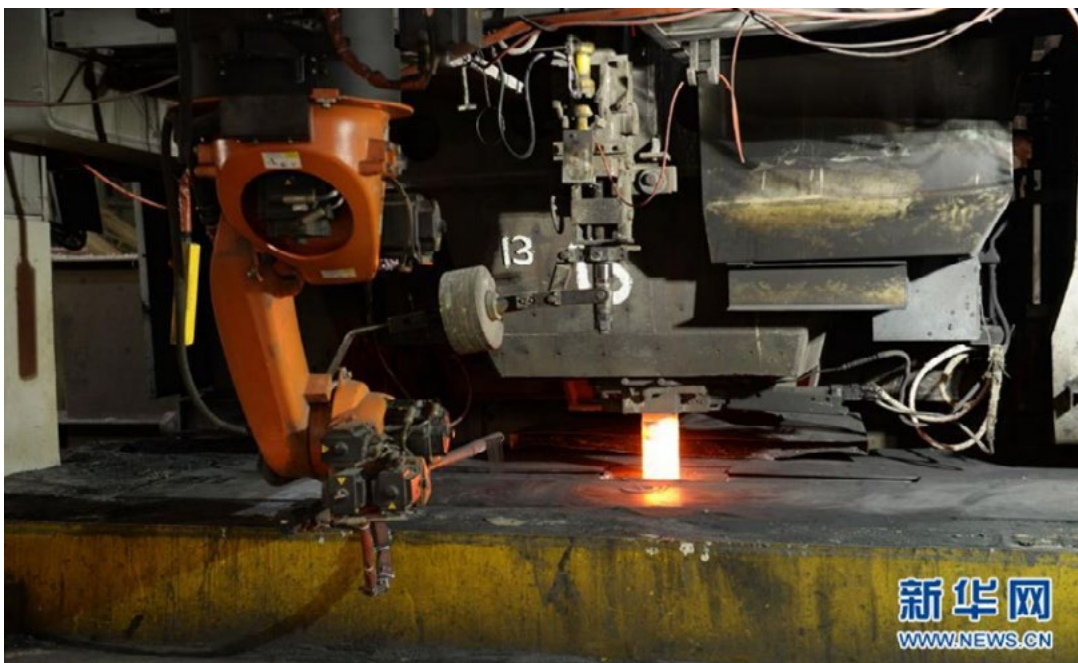
3.1.3 收益

5G 远程控制应用，实现半自动吊车控制。操作员能够同时远程操作三台起重机（请参见图 10），而无需在高温高尘区域工作，整体工作效率提升 20%。

相比于固定网络，5G 方案大幅降低吊车控制系统的停机时间。一台吊车停运 1 小时的成本约 2000 元。5G 平均每月降低故障时长达 2 小时，单台吊车每年节省 48000 元。工厂里有大约 400 台起重机。一旦所有控制系统升级到 5G，总体节省将相当可观。减少停机时间也可以节省维护人力成本。首次试点部署，仅 4 台起重机升级为 5G 连接，一年内节省人力成本 30 万元。工厂实现 5G 规模部署以后，预计将大幅节省费用。

远程控制应用也用于连铸和结渣操作。改造了 12 个机械臂，实现了远程控制操作，节省了 5% 的渣量，大大改善了工人的工作条件。

图 11: 结渣机器人臂的远程控制



基于增强的 5G 上行和边缘计算平台，工厂部署了超过 10000 个检查点，实时监控 1700 多台设备。高清图像被发送到集中分析平台，通过大数据分析，实现预测性维护，缩短维护时间，降低成本。

自 2019 年 7 月 5G 智能钢厂项目开工以来，湘潭钢铁厂整体效率提升 30%。生产率从每人每年 920 吨钢提高到每人每年 1300 吨钢。据中国媒体报道，直接利润增长高达 1 亿元人民币。

下一步，湘钢将利用联接和计算基础设施，通过数据分析进一步提升生产效率，同时与中国移动和华为合作，持续优化 5G 覆盖。

3.2 广东工业设计城智慧园区

3.2.1 行业需求

广东工业设计城（GIDC）位于广东省顺德市，是“国家工业设计示范基地”，园区核心面积达 7 万平方米，已有 300 家公司，8000 多名设计师和开发人员入驻。园区内企业已经形成了包括市场调研、创新设计、研发试点（研发中心、试点车间）、制造、贸易、展览、交流、培训、孵化、公共服务等一体化的端到端工业设计服务链。

随着园区入驻的企业和设计师数量的增加，园区运营商意识到园区管理系统已经过时，制约了业务增长。主要问题包括：

- 安保系统薄弱——设计城园区只有不到 100 个闭路电视摄像头其中大多数没有任何智能功能，缺乏维护。
- 没有统一的管理系统——园区内各子系统之间相互独立，没有统一的运维管理平台。子系统间协同基于人力，影响效率，也影响客户响应时间。
- 日常管理依赖人力——园区日常管理全部依赖人力，如水电抄表、访客管理等，人力成本快速增长。
- 缺乏增值服务——园区对企业 and 设计师的增值服务很少，影响业务的长期增长。

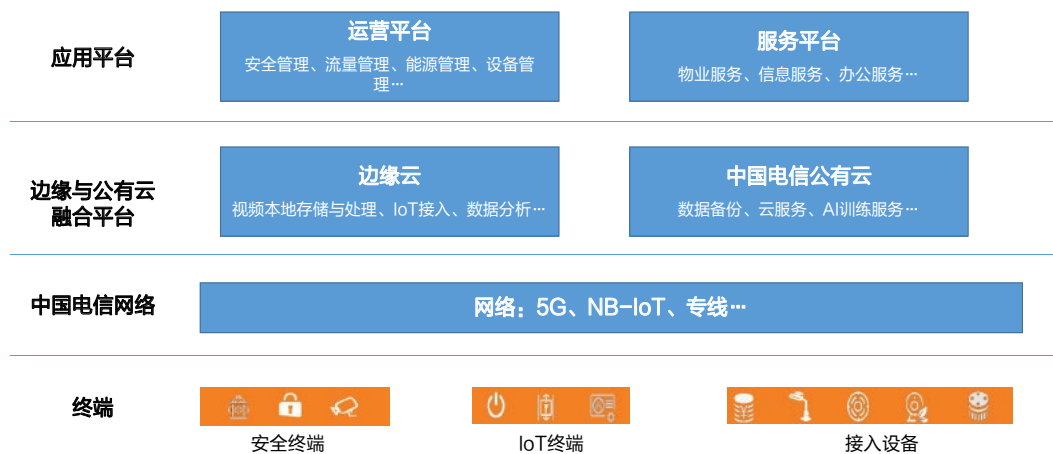
因此，园区运营商希望引入先进的数字化技术，提高运营效率，创造新的收入机会。

3.2.2 解决方案

2020年7月，佛山电信联合华为启动GIDC智慧园区项目。该项目一期工程于2020年12月完成并投入商用。

针对园区运营商的需求，中国电信充分发挥其网络和云能力，为园区提供综合解决方案。方案架构如下图所示。

图 12: 智慧园区解决方案架构



来源：中国电信

中国电信作为基础层，提供丰富的联接服务，满足园区的各种需求。联接方案不仅包括5G、NB-IoT等无线技术，还包括有线技术，以提供最佳性能和成本效益。

中国电信作为国内领先的公有云服务提供商，自然率先集成了自家的公有云服务和园内的边缘计算平台。融合云服务平台为园区运营商和园区企业提供统一的软件和应用生态，统一管理边缘云和公有云的工作负载。

中国电信基于融合云平台，为园区运营和企业业务提供或集成软件和应用。例如，通过提供机器视觉解决方案，实现访客和园内交通的自动化管理，同时也大大提高了安全管理的效率。中国电信还为园区企业提供特色SaaS服务，如高质量视频会议、云端视频处理应用等。

图 13: GIDC 智慧园区应用示例



来源：中国电信

3.2.3 展望

由于智慧园区一期项目刚于 2020 年 12 月交付，所以暂时仍无法全面评估项目的收益。但是，已经可以观察到一些明确的指标。例如，当访客开车进入园区时，传统的手工注册过程往往很长。目前基于机器视觉的自动注册方案可以在 2 秒内完成处理。游客和交通管理效率大幅提升。

预计园区整体运营效率将大幅提升。同时，园区内的企业也可以从该项目中受益，因为融合云平台 and 特色 SaaS 应用可以帮助企业提高生产效率。例如，高性能的云计算平台可以将图像渲染时间从 300 分钟缩短到 5 分钟，云工作站可以使企业电费降低 70%。

3.3 油气行业的数字化转型

石油和天然气行业作为传统重资产行业，数十年来一直致力于数字化运营。尽管在硬件密集型的环境中实施数字化转型总是具有挑战性，但越来越多的石油和天然气公司正在走上转型之路，以应对石油价格长期走低以及全球气候变化相关的挑战。根据埃森哲的《2019 上游油气数字趋势调查》，72% 的受访者计划在数字技术上投资“更多”。全球新冠疫情导致原油价格的历史性下跌，更增加了油气企业数字化转型的紧迫感。安永在 2020 年 6 月发布的《油气数字化转型与劳动力调查》指出，“石油和天然气高管认识到数字技术的价值，并预计将投入大量资金，”80% 的受访者表示，‘目前数字技术的投资在预算中的占比至少是适中的’。

越来越多的油气企业意识到多域协同可以促进其数字化转型。一家油气企业联合华为与运营商，正式启动了数字化转型项目。该企业的高管表示，他们已经认识到 5G 是数字化转型的重要使能技术，因此希望与当地服务提供商及其合作伙伴在 5G 网络上合作，开发新的数字化用例。公司已经识别了一些用例，包括：

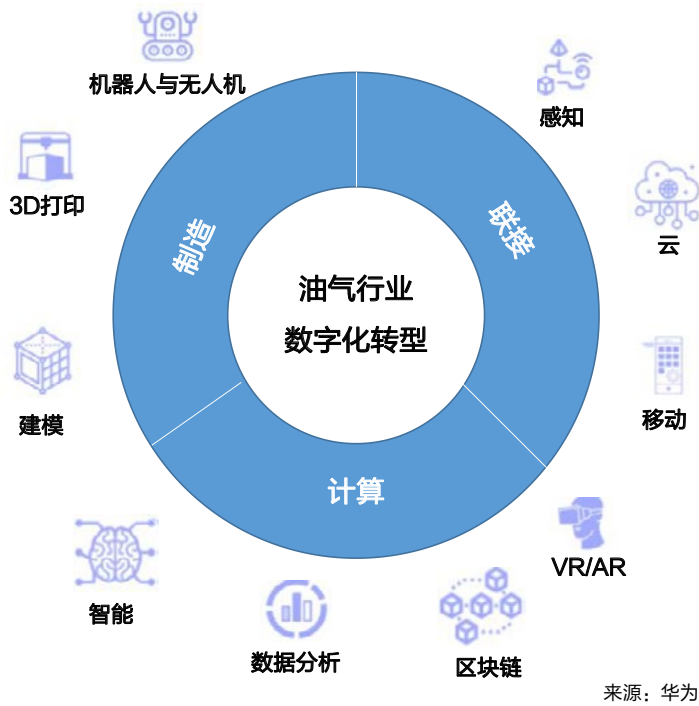
- AR 移动运维与预测性维护——通过 AR 眼镜实现对象识别和远程协同，提升设备巡检和操作效率，降低维护成本。
- PPE 不合规检测——实时视频检测，提升操作安全，减少安全事故。
- 智慧园区安防——高清视频实时监控、人脸识别等。
- 无人机远程控制——设备与管道远程检查、应急响应等。

图 14: PPE 检测





除了这些新用例外，还要实现其他行业运营用例，如生产调度、气体检测和检查、过程监控、泄漏检测等，这些用例必须融合多种数字化技术。华为与合作伙伴共识别了 10 个技术领域，如下图所示：

图 15: 油气行业数字化转型的 10 大技术领域



所有这些应用都对联接基础设施提出了各种要求，总结如下：

图 16: 油气应用对联接的要求

使用案例	目录	无线	移动性	带宽	时延	连接数	LTE/5G
生产调度	语音	★★★★★	★★★★☆	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★★☆	
气体检测与检测	数据类	★★★★★	★★★★☆	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★★☆	
进程监控	数据类	★★★★☆	★☆☆☆☆	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★★★	
视频监控	视频	★★★☆☆	★☆☆☆☆	★★★★★	★★☆☆☆	★★☆☆☆	
人脸识别	视频	★★★☆☆	★☆☆☆☆	★★★★★	★★★★☆	★★☆☆☆	
物体识别与图像加工	视频	★★★☆☆	★☆☆☆☆	★★★★★	★★★★☆	★★☆☆☆	
热图像处理	视频	★★★★☆	★☆☆☆☆	★★★★★	★★☆☆☆	★★☆☆☆	
沉浸式体验	AR/VR	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	
增强现实	AR/VR	★★★★★	★★★★☆	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆	
机器人通信与远程控制	无人值守	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	
工厂视察无人机	无人值守	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆	

资料来源：华为

虽然这个宏大的计划尚处于起步阶段，项目各方都一致认为多域协同是油气行业数字化转型的关键。未来几年，各方将共同探索多域协同在油气行业的落地，包括 5G 企业专网的快速部署，并研究相关应用的可行性，以建立油气行业的数字化标准。

3.4 多域协同助力行业数字化转型成功

所有这些部署案例都说明了多域协同对行业数字化转型的价值。

其中有案例展示了行业数字化转型项目对联接基础设施的多样化需求，不仅需要 LTE 和 5G，还需要蜂窝物联网、Wi-Fi 和固定网络等多种技术协同建设。这种协同可以为行业客户在性能和成本之间找到最佳平衡，同时也是电信运营商的巨大机会。电信运营商可以利用其广泛的产品组合来满足各种需求，从而形成竞争优势，并帮助电信运营商有效管理项目的成本和利润。

智慧钢铁和智慧园区案例，向我们展示了边缘云 + 公有云融合平台的价值。中国移动和中国电信在两个项目的战略上是一致的，统一的云平台是其综合解决方案的核心。只有提供统一云平台，电信运营商才能对行业市场有足够影响力。

这些案例说明，ICT 领域和 OT 领域需要相互协同。不深入了解行业运营的专业知识，ICT 领域的公司将无法设计和部署有效的行业解决方案，例如检测连铸和结渣异常，或检测个人防护设备穿戴不合规。如果电信运营商自身具备行业专长，或通过外部合作获得相应的行业能力，将可以承担行业市场综合 ICT 服务商的角色，正如中国电信在智慧园区项目上的实践。同时需要注意的是，中国电信在广东拥有庞大的研发基地，能够为该项目提供有力的研发支持。这说明内部研发能力是运营商加强多域协同的关键因素。

以上案例表明，多域协同对行业数字化转型项目的成功至关重要，更能够为电信运营商扩大业务范围创造机会。

04 展望



随着 5G 在全球市场的普及，行业数字化转型进入了一个崭新的阶段。政策制定者和行业领袖正在确定下一个十年的愿景。2019 年，德国联邦经济事务和能源部发布了《工业 4.0 2030 愿景》确定了三个相互关联的战略行动领域，即自主性、互操作性和可持续性，这些领域对成功实施工业 4.0 至关重要。

图 17: 工业 4.0 2030 愿景

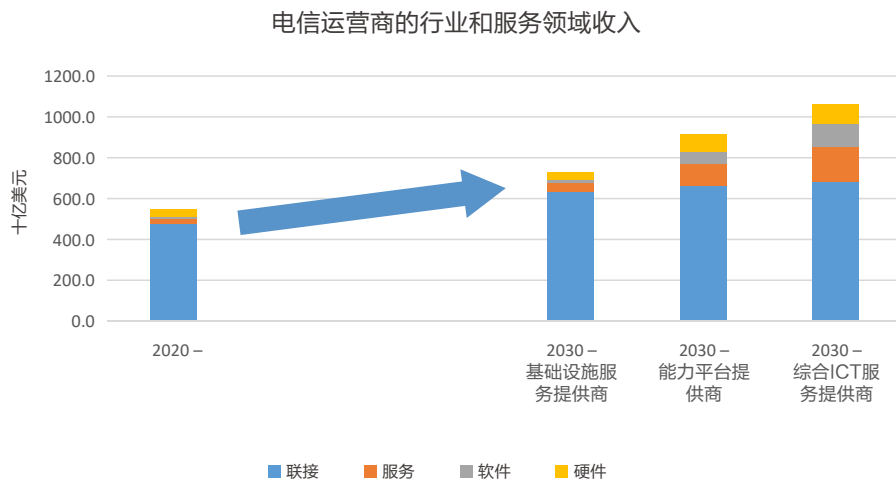


中国在《国民经济和社会发展第十四个五年规划（2021-2025 年）》和《2035 年远景目标》中，将实现新型工业化和数字经济作为目标。中国将推进数字产业化和产业数字化，加强数字社会和数字政府建设。

随着电信运营商通过平台和集成能力向价值链上游转型，电信运营商将能够更好地抓住 2030 数字化转型愿景带来的巨大市场机会。华为和 Strategy Analytics 对 2030 年电信运营商在全球行业和服务领域的潜在收入预测了三种场景。

- 基础设施服务商 - 电信运营商专注于连接和基础设施服务，收入比 2020 年将增加约 33%。
- 能力平台提供商 - 电信运营商可以通过内部开发或与专业公司合作，基于其网络基础设施提供云和智能服务平台。这将扩大运营商的市场和收入规模，收入比 2020 年增长 67% 以上。
- 综合 ICT 服务商——电信运营商可以积极推动多域多技术协同，整合行业数字化转型价值链的各个部分。这将进一步扩大运营商的市场和收入规模，收入比 2020 年增长约 95%。

图 18: 电信运营商在全球垂直行业和服务行业的市场潜力



来源：华为、Strategy Analytics

自 19 世纪末第一个电信运营商成立以来，电信运营商一直习惯于以标准化的产品和服务面向大众市场。但是，行业数字化转型是一个多元化的市场，因此，电信运营商应该分阶段提升能力。

短期内，电信运营商应该重点关注他们比较熟悉的行业，以及他们现有的技术和能力所擅长的行业。一旦电信运营商具备了必要的经验和技能，他们就可以接触更具挑战性的行业，拓展自己的市场。

领先电信运营商已将一些行业作为短期目标。例如，中国电信将卫生与医疗、金融、数字政务、智慧城市、工业互联网、数据中心服务、中小企业、教育、交通、物流列为行业市场重点。沃达丰的战略与中国电信相似，通过合作创新和平台化服务于垂直领域，包括制造业、保险、零售、能源 / 公用事业、汽车和运输 / 物流。



沃达丰和中国电信都将交通、物流、制造 / 工业互联网作为目标。两家领先的电信运营商也选择智慧城市和数字政府、教育、零售、公用事业等面向公众为主的行业，这些公共行业以消费者为最终客户，服务 / 产品可以在一定程度上标准化。电信运营商可以利用他们在消费者市场的经验来适应这些垂直行业。这些垂直行业可以作为电信运营商获取行业数字化转型市场经验和专业知识的起步和基本盘。预计更多的电信运营商将从这些垂直行业开始，探索行业市场。

展望 2030 年，全球行业数字化转型将为电信运营商拓展业务边界带来巨大机遇。多域协同的深度和广度将决定电信运营商在数字化转型市场能抓住多少机会。期待电信运营商共同推动多域协同，实现长期增长。

版权所有 © 华为技术有限公司 2021。保留一切权利。

非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。

商标声明

、HUAWEI、华为、 是华为技术有限公司的商标或者注册商标。

在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其他商标、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。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

华为技术有限公司
深圳市龙岗区坂田华为基地
邮编：518129
电话：+86 755 28780808

www.huawei.com