

中兴通讯

运营商 5G 中长期发展规划 白皮书



目录

01

运营商 5G 发展的挑战及策略

03

5G 网络中长期发展规划

网络顶层设计
无线网络规划
核心网规划
承载网规划
5G 行业专网规划

11

5G 业务中长期发展规划

5G To C 业务发展规划
5G To B 业务发展规划

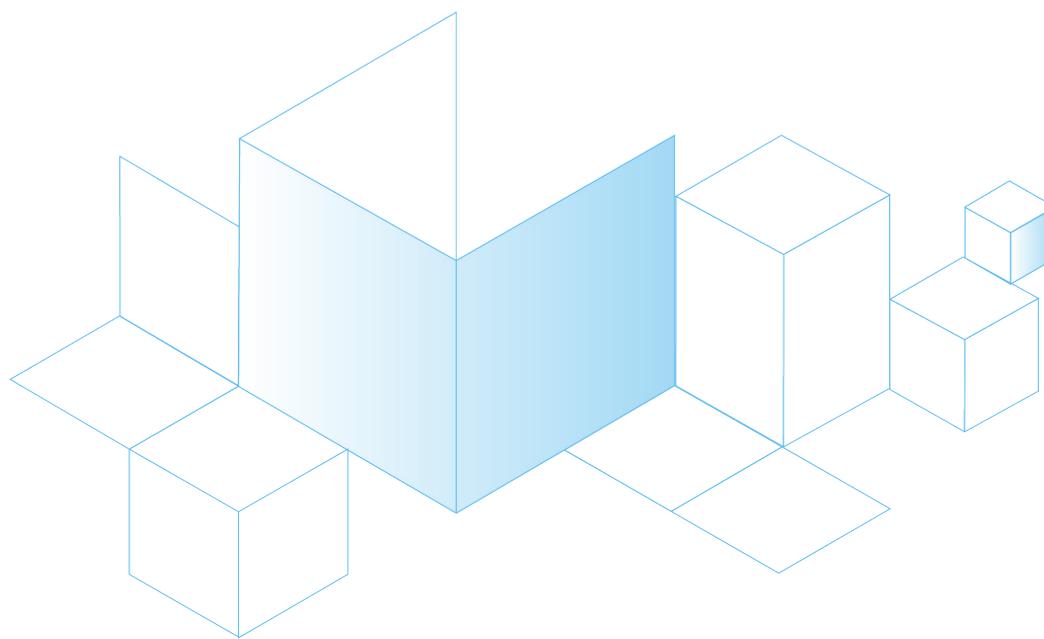
16

5G 中长期发展规划的投资回报分析

构建 5G 中长期规划 ROI 分析模型
关键数据获取及预测
ROI 分析结果的应用价值

19

总结





运营商 5G 发展的挑战及策略



迈过了 2019 商用元年，5G 前进的步伐越来越清晰，我们看到全球已经有超过 100 个 5G 商用网络在运营（截止到 2020 三季度），我们也看到基于 5G 网络的 4K/8K 视频、云游戏、VR 等新业务给移动端用户带来的极致体验，我们更看到 5G 网络应用到垂直行业来助力千行百业数字化变革和升级。根据 GSMA 预测，从 2019 年到 2034 年，5G 将为全球经济贡献 2.2 万亿美元。

5G 带来机遇的同时也带来新的挑战，这些挑战包括网络部署层面的确定性挑战以及在 5G 业务创新、商业经营层面的不确定挑战。



网络部署的挑战

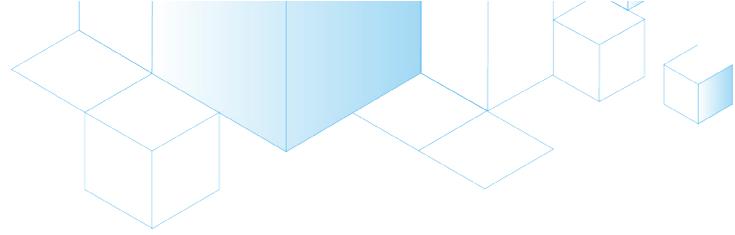
5G 网络带来超过 4G 网络数十倍甚至百倍的海量连接和数据流量，往往意味着比 4G 网络需要更大的站点规模以及更高的单站设备成本，因此运营商面临高投资挑战。同时 2/3/4/5G 多网共存、To B 和 To C 多种差异化业务共存也加剧了网络建设难度和运营维护的复杂性。

业务拓展的挑战

在 C 端，如何培育杀手级的业务最大化 5G 网络流量价值？更重要的挑战在 B 端，垂直行业是 5G 最大价值应用所在，也是运营商新的价值市场，然而相对于个人业务市场，垂直行业客户对 5G 服务的价值敏感高于价格敏感，且各行各业需求千差万别，如何提供优质服务来打动行业客户，如何选择高价值客户，如何在行业市场实现更好的投资回报等，是运营商面临的挑战。

运营模式的挑战

在 4G 时代 C 端增长已经乏力，传统的管道经营和流量经营难于让运营商在 5G 时代实现大的增长。同时 B 端的业务模式跟 C 端存在较大差异，原有的 To C 商业模式无法复制到垂直行业市场。



面对这些挑战，运营商未来如何发展 5G 是现实问题也是长期战略。基于在 ICT 行业长期的实践经验和对 5G 的深刻理解，中兴通讯适时提出了运营商 5G 中长期发展策略建议，从网络筑基、行业赋能和经营转型三个方面为运营商构筑 5G 中长期发展之路。

网络筑基之路

面向中长期发展建设高性价比的网络是运营商立身之本，网络的中长期规划首先需要做好顶层设计，包括频谱规划、架构规划及网络分期部署规划。在此基础上，兼顾高性能和低 TCO 方案规划来实现高性价比网络，夯实 5G 发展的基础。

行业赋能之路

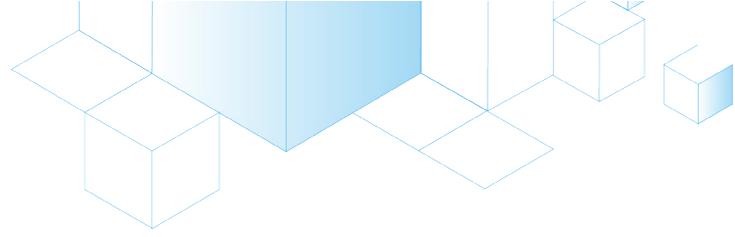
首先构建 5G 赋能核心能力体系是基础，5G 面向行业客户的核心能力体系包括网络核心能力（MEC、切片、IOT、云网融合等）和行业核心能力（视频、V2X、无人机、机器人等）。在此基础上，从价值行业客户选择、To B 商业模式设计等方面拓展行业市场。

经营转型之路

我们建议运营商面向价值经营转型，突破现有的商业模式、业务边界和组织能力边界，从而夯实转型之路。

基于以上三大策略，中兴通讯进一步提出了 5G 中长期发展具体网络规划和业务发展规划，并为海外部分运营商量身定制了相应的中长期规划方案。接下来讲述的网络规划、业务规划以及投资回报分析的内容都是在具体运营商 5G 发展规划的基础上总结出来的，供行业参考借鉴。





5G 网络中长期发展规划

网络顶层设计

在做网络规划之前，首先要明确运营商中长期发展愿景和目标，具体包括市场份额、用户规模、收入规模和现金流等，实现这些目标需要从哪些战略来支撑，例如 5G 率先商用抢占高端用户、现有网络价值最大化挖掘、追求网络性能来提升用户体验确保用户粘性、低 TCO 策略确保经营收益等。有了战略目标的指导，我们再从频谱、架构、部署节奏等做网络顶层规划设计。

频谱规划策略

频谱策略是顶层设计的首要考虑，5G 频谱规划需要考虑产业成熟度、频谱价格和组网性能。3.5GHz 是 5G 主流频段，在大多数国家可用频段资源较宽具备更大容量，尽管价格昂贵但仍是大多数运营商的首选，而 2.6GHz 相比 3.5GHz 具有组网优势，如果能够获取到足够的带宽也是很好的选择。同时需要考虑高低频组合实现 5G 网络的低成本覆盖，包括中短期规划 700M 新建、现有的 2.1G/1.8G 演进以及远期规划高频 mmWave 频段引入。

网络架构策略

一方面 NSA 是部分运营商 5G 初期谨慎投资选择，另一方面 SA 是目标架构，运营商需要站在中长期发展的角度合理选择，我们建议具备条件的运营商选择 SA 一步到位从而降低中长期网络 TCO，并且可快速切入行业市场。如果选择初期部署 NSA 后续升级到 SA 的方案，则要考虑网络具备平滑演进的能力，例如融合架构的核心网、NSA/SA 双模基站，避免或减少重复投资并降低工程实现难度。

部署节奏

有了频谱和架构的规划策略，就可以进一步制定 5G 分期发展规划，一般情况下我们把 5G 中长期发展分为三个阶段，如下以东南亚某运营商规划案例举例展示。



图 1 某运营商 5G 分期发展规划



无线网络规划

无线网络规划首先基于顶层设计，同时做好现网分析是很重要的，因为一方面分析现网的业务分布识别高价值区域，有助于现有 4G 网络增强的规划部署和 5G 初期精准热点覆盖，另一方面现网资源利旧对于加快 5G 部署并降低 5G 网络部署成本至关重要。在现网分析的基础上，无线网络中长期规划重点在全场景设备选型、KPI 规划以及关键技术应用。

全场景无线网络规划及选型

针对不同的覆盖场景匹配最适合的产品并且分阶段部署是无线网络规划的关键方案规划，是提升网络性价比的重要手段。



图 2 全场景无线产品覆盖规划

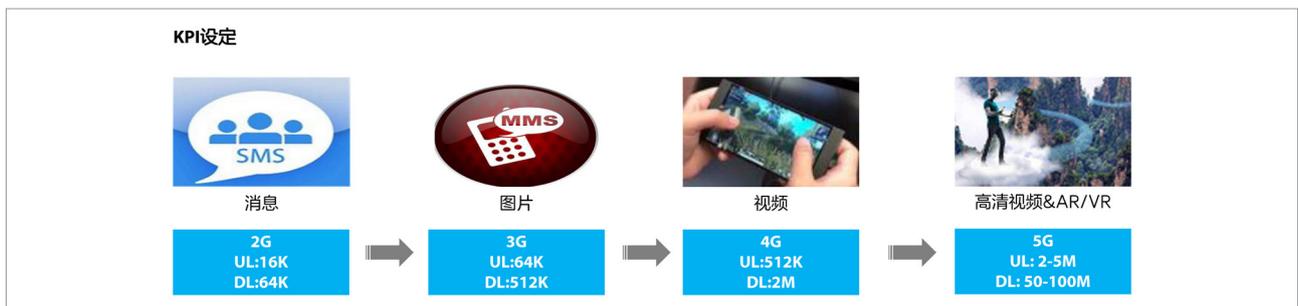
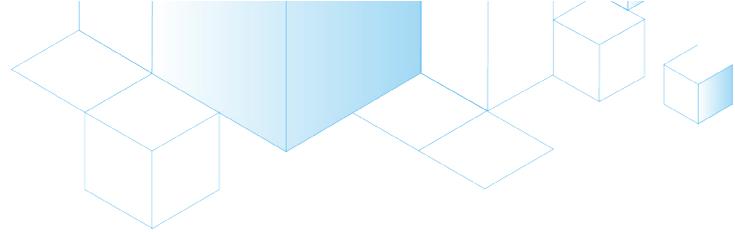


图 3 无线业务关键 KPI 规划

业务 KPI 规划

5G 网络仍然是上行覆盖受限，因此上行边缘速率设定是决定站点密度的关键，而随着面向 5G 的创新业务不断涌现例如手机直播，上行速率也是用户体验的关键诉求，合理的上行边缘速率设定既可以满足用户体验又控制了网络建设规模。



关键技术规划应用

无线网络规划中上行增强技术例如 FAST(FDD Assisted Super TDD)、动态频谱共享技术 DSS、基于 AI 的自动天线模式配置 AAPC(Automatic Antenna Pattern Control)、同步及广播波束 SSB 1+X 增强覆盖模式等关键技术应用也是规划的重点。

核心网规划

我们建议核心网规划要从长计议，兼顾当前业务需求和未来演进能力。因此一开始就部署融合架构的核心网 common core，在 NSA 阶段提供 vEPC 网元功能，在 NSA+SA 混合组网阶段提供 EPC + 5GC 融合网元功能，并逐步平滑演进，软硬件均可以实现有效复用从而降低成本并减少对用户体验的影响。核心网规划部署重点包括多级 DC 规划、4G 和 5G 互操作、语音业务、用户数据平台、策略平台、网络编排和管理平台规划等。

多级 DC 部署是 5G 时代应对低时延、大带宽业务需求的方案，一般 5G 网络我们规划 2-3 级 DC，分别是中心 DC、区域 DC 和边缘 DC。对于垂直行业应用的专网 UPF 和 MEC，规划部署在边缘 DC；公网 UPF 以及针对垂直行业的控制面网元规划部署在区域 DC；其余控制面网元、用户数据平台、IMS 等部署在中心 DC。多级 DC 也是按需分阶段部署，首先部署中心 DC 然后是区域 DC，而边缘 DC 按需部署。



图 4 多级 DC 部署规划

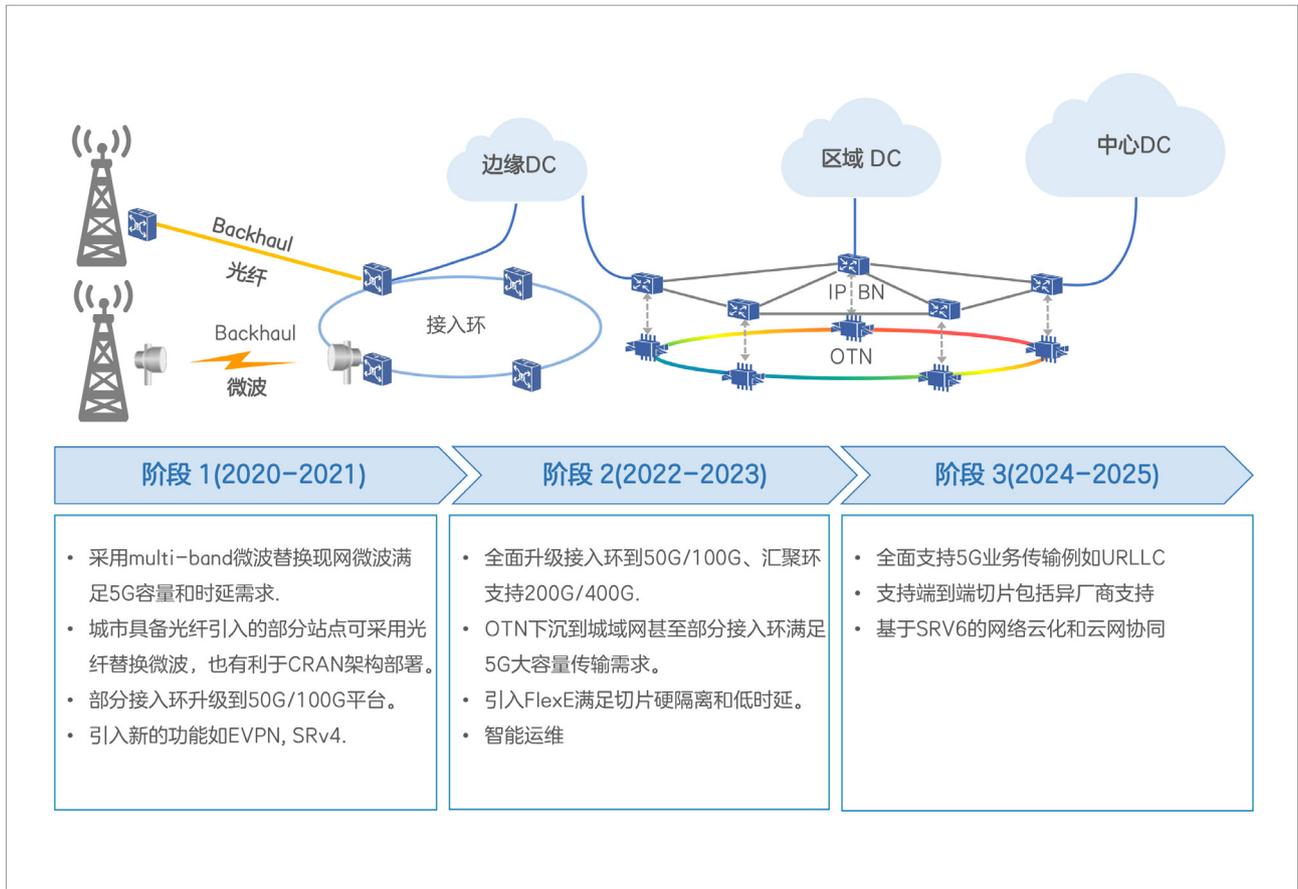


图 5 承载网分期发展规划

承载网规划

承载网发展的大趋势是高带宽、低时延、高精度同步、自动化和智能化。总体趋势来看，无线接入网光纤化比例会逐步上升，同时 OTN 下沉也是一个趋势。但是在大多数国家，微波传输是 2G/3G/4G 无线网络的主要回传接入方式，当前 5G 微波传输具备提供 10Gbps 以上吞吐能力，可以满足大部分 5G 端站传输需求，因此承载网规划要兼顾微波传输和光纤传输，以实现最优建网成本。

考虑到 5G 传输带宽需求，我们建议在接入环构建 50G 或 100G 平台，在汇聚环构建 200G/400G 平台，在骨干网构建 T 级承载。承载网规划需要逐步引入关键的技术来满足 5G 业务需要，包括 FlexE、SRv6、SDN、高精度同步、TSN 等。同时，对于现网设备能力要仔细评估，如果能升级满足 5G 需求就最大化利旧，否则需要替换，或者构建双平面分别承载 4G 和 5G 业务。

5G 行业专网规划

行业应用相对于普通个人业务需要超低时延、高可靠、高安全等特殊需求，需要构建 5G 行业专网来满足各行各业的业务应用，因此端到端 5G 行业专网规划也是 5G 网络中长期规划的重要组成部分。

多种 5G 行业专网模式灵活实现差异化行业应用

- 5G 专线 (5G private line) : 5G 专线从核心网到无线接入完全共享 5G 公网, 通过 QoS+APN 方式为企业提供专线服务, 这种模式适用于小微企业。5G 专线在 NSA 和 SA 模式下均可以实现。
- 5G 虚拟专网 (5G Virtual Private Network) : 这种模式仍然是完全共享 5G 公网, 通过端到端切片为企业提供专网覆盖, 主要适用于中小企业。
- 5G 混合专网 (5G Hybrid Private Network) : 混合专网为企业单独部署 MEC 和控制面网元 UPF, 实现本地业务数据不出园区, 主要针对大中型企业。
- 5G 物理专网 (5G Physical Private Network) : 针对超大型企业建立单独的物理网络, 包括 5GC、MEC、传输及无线基站, 一般应用场景是大型港口、矿区等。

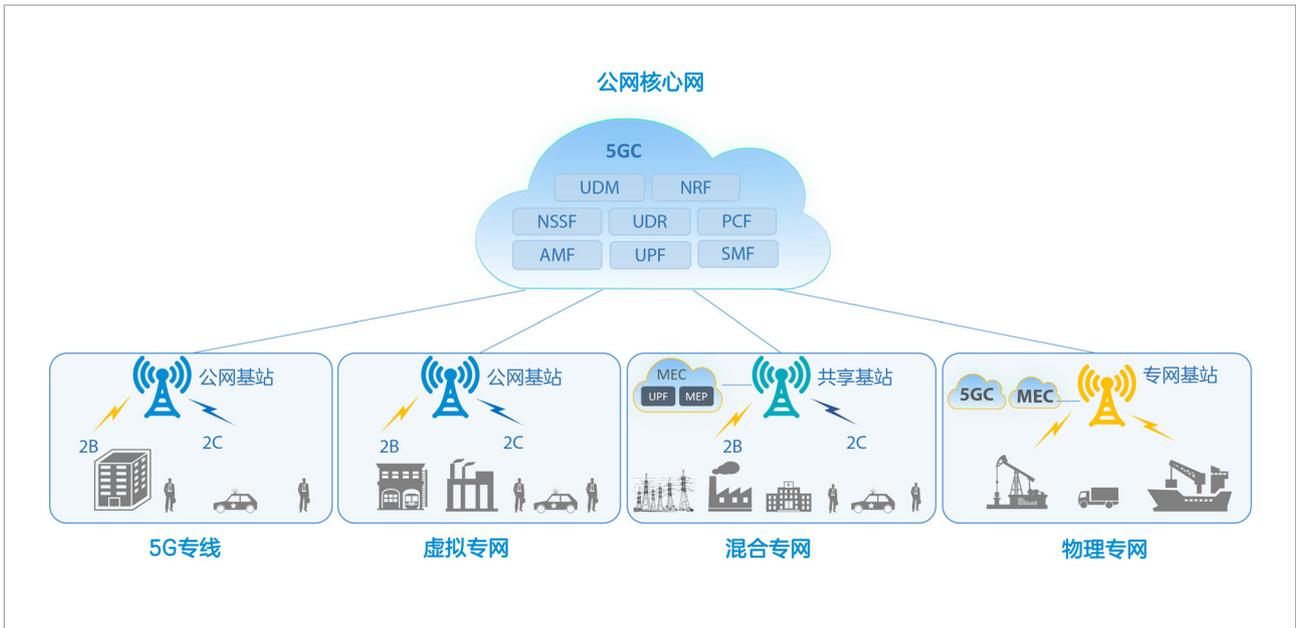
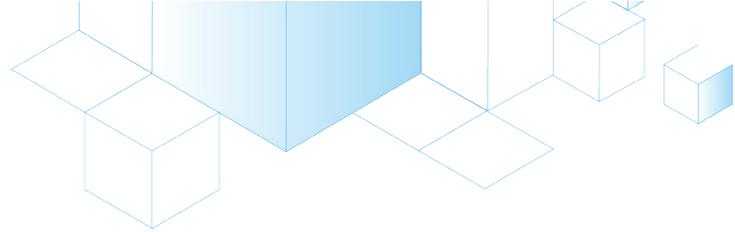


图 6 典型行业专网模式





端到端 5G 行业专网规划思路

端到端 5G 行业专网解决方案规划，包含业务平台、核心网、边缘云、无线接入、承载以及行业应用终端规划。这里特别强调这是针对运营商 To B 应用的全网端到端顶层规划，而不是针对具体某个企业的专网规划。从整体 To B 网络端到端规划的层面考虑，业务云平台的构建是重点，同时 To C 和 To B 核心网平台是否共建也是关键策略。

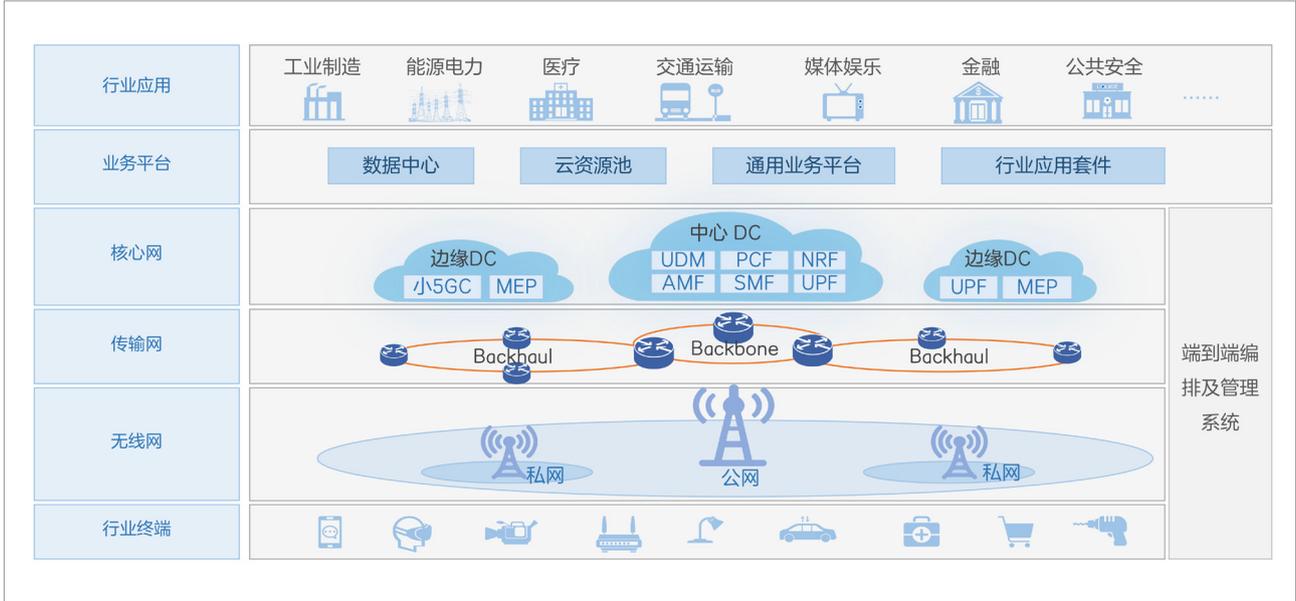


图 7 端到端行业专网规划

5G 行业专网关键技术及功能规划

行业应用相对普通个人业务具有更高的性能需求，5G 行业专网除了针对性的端到端网络规划之外，更要引入关键的技术和功能来支撑行业应用业务需求。



图 8 行业专网关键技术和功能

典型行业客户 5G 专网规划

尽管各种行业客户的需求千差万别，但是相同行业客户的行业专网规划有一定的共性，这里我们以智能电网的 5G 行业专网规划举例。

电网一般都是超大型企业，但同时业务空间分散，因此我们规划混合专网模式，多套 MEC 分别部署在区域数据中心和总部数据中心，基站与公网共享。典型业务包括差动保护、PMU、精准负荷控制、视频监控、无人机巡检等，这些业务按照业务属性做了 3-4 个切片，其中尤其 URLLC 切片对时延和抖动要求极高，需要引入 PRB 资源预留及 TSN 技术方案来保障业务性能。

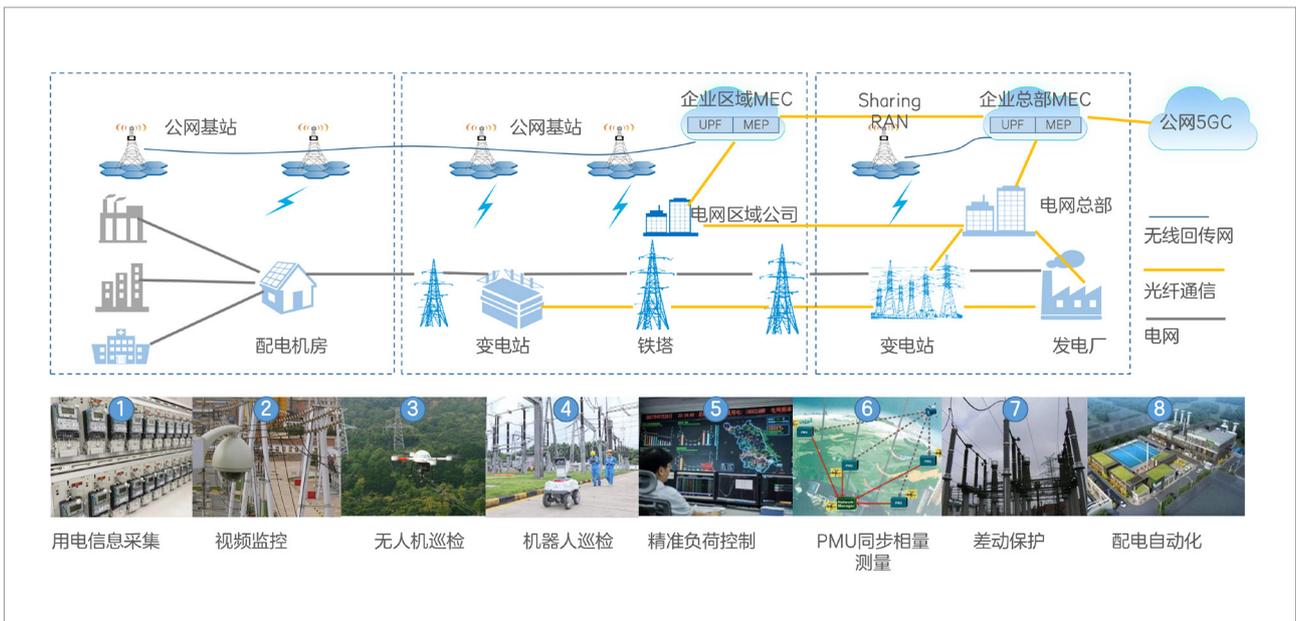


图 9 5G 智能电网专网规划及业务应用

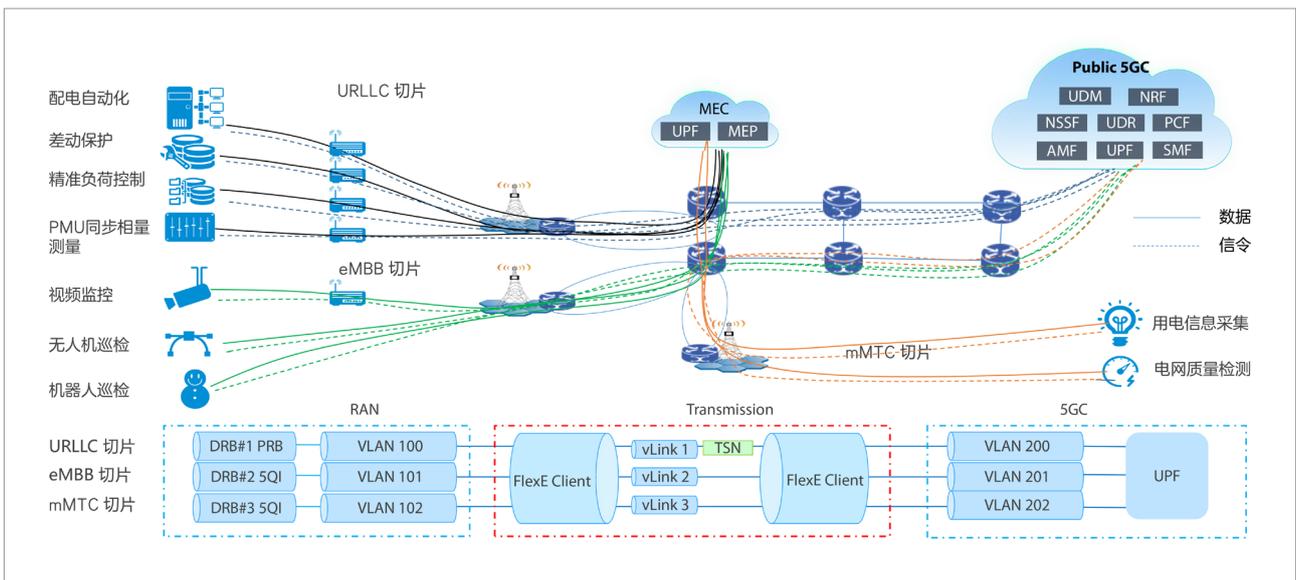
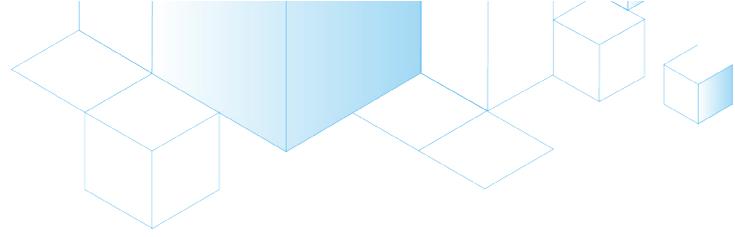


图 10 5G 智能电网端到端切片方案



5G 业务中长期发展规划

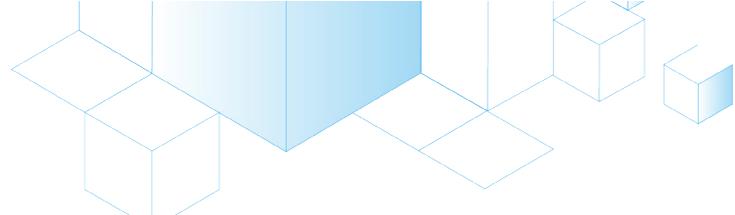
5G 高性能网络已经和即将催生大量创新业务，例如 4K/8K 高清视频、VR/AR、云游戏、自动驾驶、远程控制等。任何新形态业务的发展推广在宏观环境上需要大量的产业生态培育，在微观层面需要运营商结合自身环境条件做好 5G 业务中长期规划。



5G To C 业务发展规划

消费者领域的业务发展，一直是运营商战略的重中之重。5G 时代，价值用户争夺愈演愈烈，使得各运营商都力图确保消费者领域稳步发展巩固营收，实现可持续发展的重要基石，那么如何做好 5G 时代消费者业务的规划来打破 4G 增长乏力的天花板呢？

主要是两个方面的创新：业务创新和模式创新。前者，毋庸置疑大家都想探索 5G 时代的杀手级业务，希望能进一步抓取用户的流量粘性；后者，结合多元商业模式提供给不同客户不同的服务等级和内容从而实现用户和网络的价值经营。



创新业务及规划

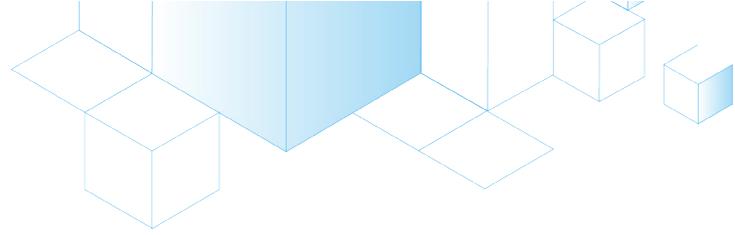
主要有高清视频，AR/VR，云游戏，5G 消息，FWA（无线固定接入）、V2X（车联网）这几类。

<p>高清视频</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2K、4K、8K; • 手机直播、多路直播、多角度观赛; 	<p>VR/AR</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4K、8K; • VR游戏、VR观赛、AR协作等 	<p>云游戏</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高清、3D、VR游戏等; • 云服务器解放终端，高品质游戏容易抵达用户;
<p>5G 消息</p> <ul style="list-style-type: none"> • 提供多媒体消息，商业类消息以及互动式服务等全新体验; 	<p>FWA</p> <ul style="list-style-type: none"> • 取代光纤，快速低成本解决最后一公里宽带接入; 	<p>V2X</p> <ul style="list-style-type: none"> • V2X既是2B也是2C业务应用; • V2X全面商用属远期规划;

图 11 5G To C 典型创新业务

运营商在 5G 业务中长期规划中，结合产业成熟度，根据本地用户业务发展需求，主动引导，逐步导入规划，下面以亚太某运营商的 5G To C 业务规划举例。

第一阶段（2020-2021）	第二阶段（2022-2023）	第三阶段（2024-2025）
2K/4K 高清视频	8K 高清视频	XR
FWA	云游戏	V2X
	5G 消息	
	AR/VR	



5G To B 业务 发展规划

面向垂直行业的 5G 应用正是一片广袤的商业蓝海。根据 Gartner 预测，2026 年 5G 在垂直行业领域将为全球运营商带来 6190 亿美元收入，占运营商营业收入的 36%。在 5G 早期阶段，一些领先的运营商就已经开始 5G 行业应用探索，比如，沃达丰、德国电信在欧洲启动了医疗服务、远程控制、视频监控等应用，SKT、KT 在韩国开启了自动驾驶、智慧工厂、智慧电网等应用，而中国的三大运营商更是在多个行业进行了更为广泛的应用探索。

根据中兴通讯在 5G 行业应用的实践经验，我们认为运营商拓展 5G 垂直行业需要重点解决行业选择、运营定位、盈利模式、业务框架及方案等问题。

多维度评估进行行业选择

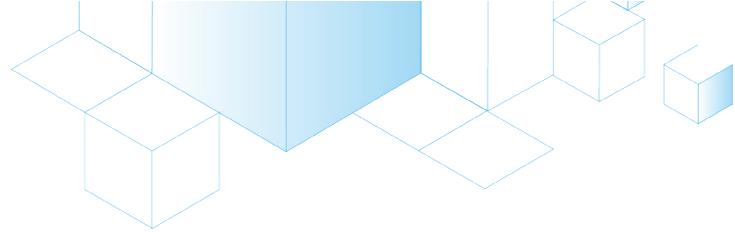
如何选择目标行业及合适的应用场景，是运营商开拓行业市场的第一步。针对目标行业选择，中国信息和通信技术研究院提出了行业选择 5 大关键因子：可盈利性、数字化水平、5G 刚性需求、竞争风险、竞争机会；中国电信也提出了 PRMCC+A 模型，即 Policy 政策、Revolution 变革、Market 市场、Customer 客户、Case 用例及 Advantage 自身优势。目前中国的运营商重点聚焦在工业制造、能源电力、矿山港口、医疗及公共安全等对 5G 业务需求强烈且受到政策支持的行业。

找准运营商在行业应用中的商业定位

在充分考虑运营商自身能力、产业市场规模、产业对 5G 的依赖程度、行业数字化水平等多种因素，根据运营商可参与的深度，运营商在行业应用中有 4 种基本商业定位。

	连接提供商	平台提供商	集成服务商	业务提供商
核心价值	<ul style="list-style-type: none"> 5G 端到端连接服务 	<ul style="list-style-type: none"> MEC平台 行业PaaS平台 	<ul style="list-style-type: none"> 一站式系统集成 端到端解决方案 	<ul style="list-style-type: none"> 提供端到端服务
资源能力	<ul style="list-style-type: none"> 5G网络规划及优化 泛5G终端 网络切片服务 	<ul style="list-style-type: none"> 通用能力平台 行业应用套件 	<ul style="list-style-type: none"> 行业生态资源 业务规划能力 	<ul style="list-style-type: none"> 行业生态资源 行业深度参与整合 行业咨询、运作能力
变现模式	<ul style="list-style-type: none"> 连接费用 流量使用 网络切片租用 	<ul style="list-style-type: none"> 边缘计算资源费 中台资源费 定制及部署费用 	<ul style="list-style-type: none"> 集成服务费 收益共享 	<ul style="list-style-type: none"> 周期性支付费用 按需支付 收益共享
典型行业	 能源  农业  医疗	 制造  教育  港口	 公共交通	 新媒体

图 13 运营商在 5G To B 应用的商业定位



定价及盈利模式创新

对于 5G To B 行业应用来说，产品与服务的定价也是运营商商业模式主要研究的方向之一。与 4G 和 To C 基于流量的定价模型不同，5G 的定价模型更加复杂，与运营商的 4 种价值定位相对应，采用基于价值的定价模型，基本连接作为基础报价包，而平台、服务、运维等可以作增值服务。在基本连接报价包中，又可以结合 5G 行业专网的类型与行业用户的流量进行差异化定价。

连接服务	5G 专线 / 虚拟专网	按流量大小收费； 根据增值服务的 SLA 等级，参考对标个人流量包收费标准；
	5G 混合专网	园区内网流量免费，按月收取维护及使用费； 专属 UPF 及相关设备部署初装费，无线接入侧基站按资源预留率收费；
	5G 物理专网	建网一次性收费，按月收取运维及其他服务费； 按照成本加成法进行收费定价；
云平台服务	电信边缘云	边缘计算平台按照算力、存储能力及网络接入带宽收费； 使能平台包括一次性部署费用及软件平台使用费；
	业务平台	可采取合作运营或利润分成的收费模式； 需加强与行业解决方案提供商的合作，挖掘适应行业应用的网络能力；

图 14 运营商 5G To B 收费模式概要

业务方案及规划

每个行业有自身的业务特点，同时 5G 在 eMBB、URLLC、mMTC 三大类业务上的应用是逐步成熟的，因此对于具体行业业务框架设计和方案规划是需要有针对性的设计。下面以 5G 智能制造为例展示行业应用的业务规划设计。

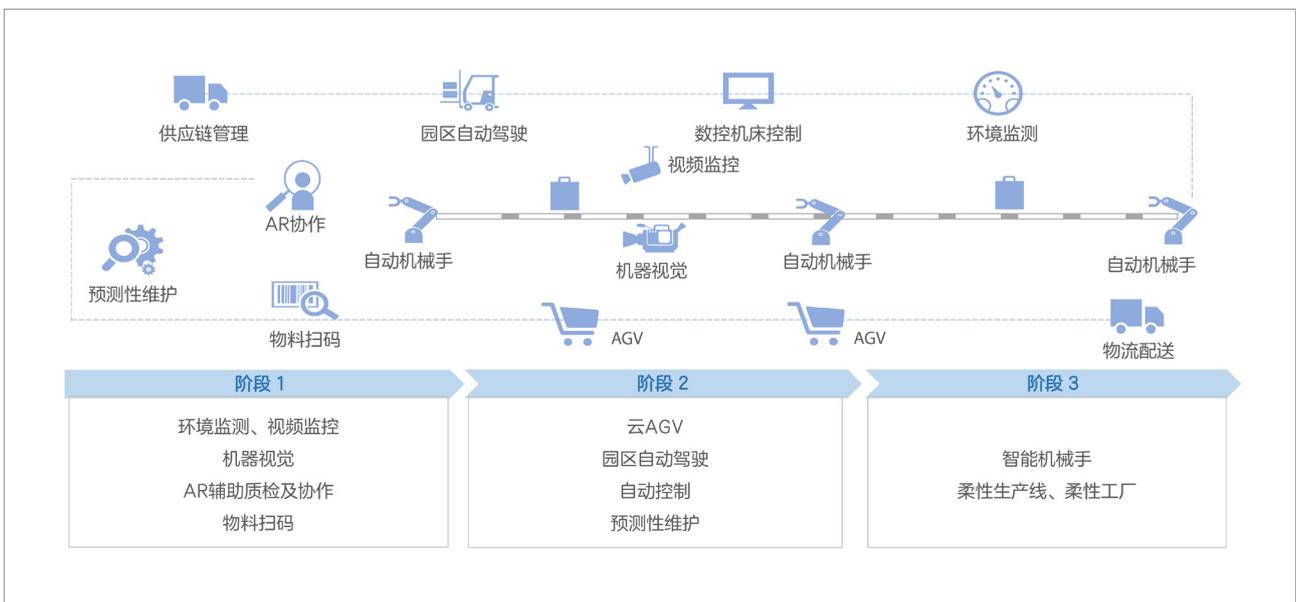
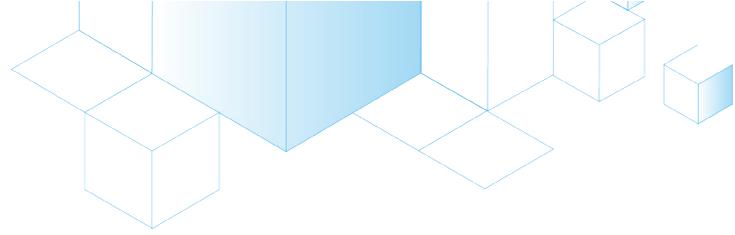


图 15 智慧工厂业务规划



5G 中长期发展规划的投资回报分析



当我们完成运营商 5G 中长期规划后，如何评估这个规划方案的合理性呢？财务层面的投资回报 (ROI, Return on Investment) 分析是检验 5G 中长期规划合理性的一个重要手段，也可以进一步修正 5G 中长期规划方案。中兴通讯基于通信行业特点为运营商 5G 中长期规划设计了专门的 ROI 分析工具和方法，包括基本的建模思路、数据预测及获取、ROI 分析结果的应用价值等。



构建 5G 中长期规划 ROI 分析模型

下图是我们构建的 5G 中长期规划 ROI 模型框架。在收入部分，5G 时代运营商收入包括 To C 和 To B 两大块收入，而 2/3/4G 时代 To B 的收入占比极小可忽略不计。在 CAPEX 部分，一方面是网络建设部分投资，包括设备和工程，另外还要计入牌照费用。在 OPEX 部分，一方面是网络相关的运营维护成本，另外是非网络相关的营销费用、管理费用和其他费用例如国际关口流量费、财务费用等（这部分费用往往会在运营商年报上体现）。

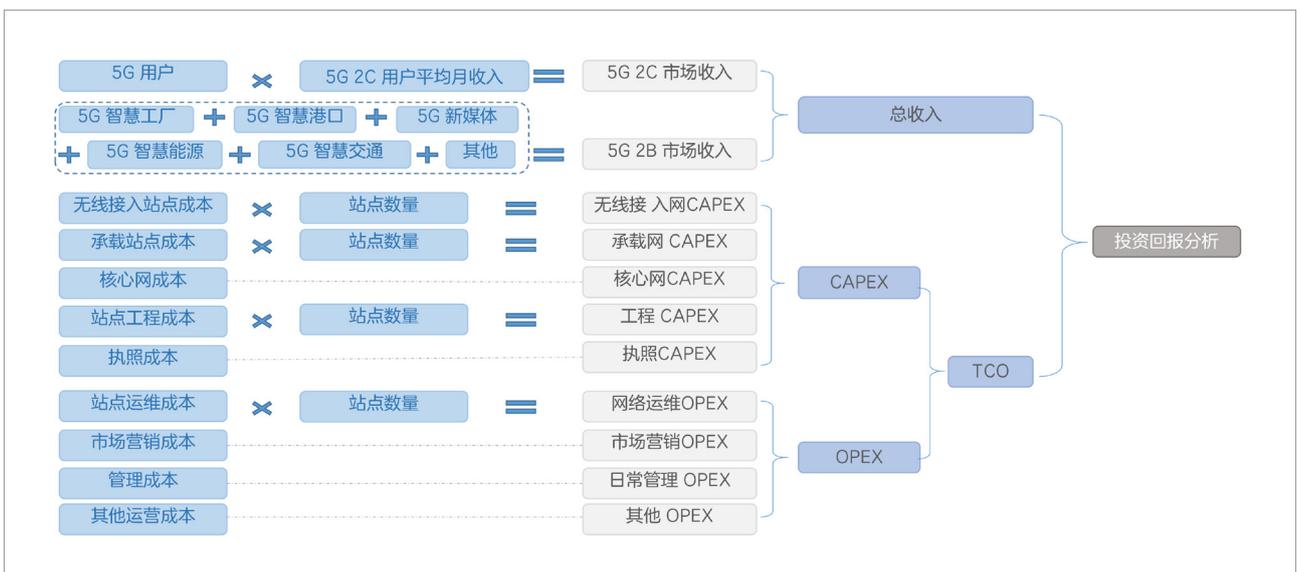
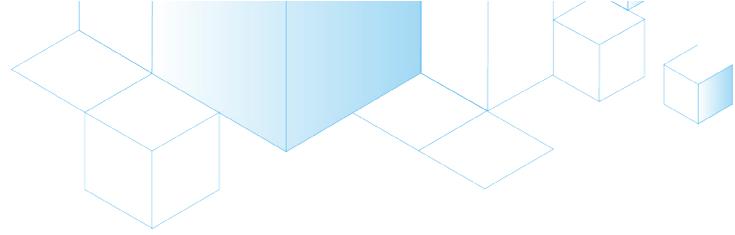


图 16 5G ROI 模型框架



关键数据获取及预测

在 ROI 分析中，数据获取及预测是基础工作也是关键支撑，有的数据来自于网络规划的直接输出，有的数据来自于基础数据库，而有的数据则需要通过合理的预测工具和方法得到。

对于网络规模，我们通过 E2E 网络规划输出。首先是无线站点数量，通过网规工具，应用新的 5G 链路预算、业务 KPI 设置等输出各个阶段的站点部署规模。对于核心网规划，一般基于用户预测，业务预测，同时结合用户和业务的平均速率计算各个网元容量配置。而承载网规模主要按照无线网络站点规模进行规划，其中涉及到新建和升级扩容。

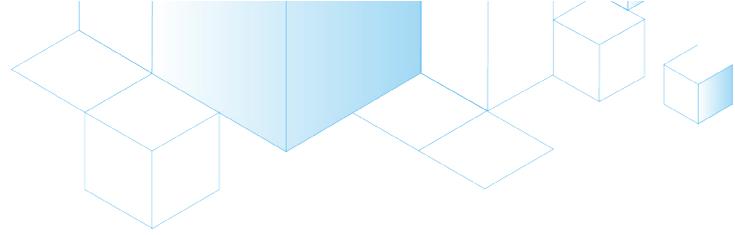
单站成本的估算非常关键，在网络规划中我们会建立典型站点模型，通过典型站点模型我们可以清楚各个站点配置的设备数量以及工程部署内容，然后结合单设备成本估算单站的设备 CAPEX 和工程 CAPEX。

对于用户数、ARPU 值、垂直行业收入等关键数据，我们采用针对性的预测方法并借助智能大数据平台进行预测。下面以 ARPU 值的预测举例。



图 17 多维度 5G ARPU 值预测模型





ROI 分析结果的应用价值

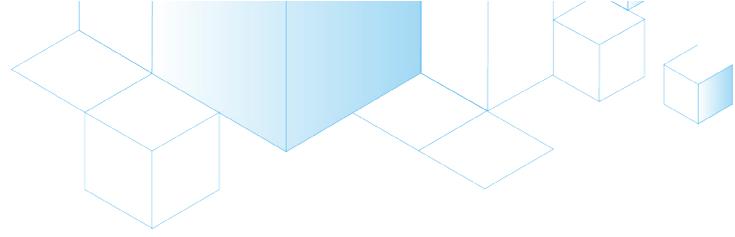
ROI 分析的主要目的除了了解中长期投资回报的情况之外，更重要是指导我们对未来 5G 网络和业务规划进行有针对性的策略应对。

首先是 CAPEX 分析，通过部分运营商的 5G 中长期规划 ROI 分析来看，无线设备投资占据整个网络 CAPEX 的 70%-80%，传输网络成本占据 15% 左右，核心网占据 5% 左右。因此，从成本控制的角度，如何降低无线网络 TCO 至关重要。而降低无线网络投资第一大策略是控制站点规模，主要的方案包括频谱合理规划、覆盖场景合理规划、业务指标尤其是上行边缘速率的合理设定。同时，降低单站设备成本，那么最简化站点方案是规划方向。

第二是 OPEX 分析，我们分析发现网络运维费用、市场营销费用、管理费用占比相当，构成 OPEX 的绝大部分。从设备商的角度，我们重点从网络运维费用给出策略建议，通过进一步分析发现在其中电费、站点租赁费和网络维护费三足鼎立，那么降低能耗、简化站点、智能运维是重点方案诉求。

最后是关键财务指标分析，我们特别关注现金流发展趋势，由于 5G 投资大，前期个人用户数较低且行业应用难见规模效益，因此现金流压力是非常大的，因此运营商需要储备足够的资金应对，包括以 4G 业务收入反哺 5G，如果运营商自身资金实力较弱，则需要拓宽融资渠道，或者在于供应商的合作中采用创新的商业模式。ROI 财务指标分析中，几个关键指标可以评估 5G 投资的合理性。1) EBITA 利润率 (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization, 即息税折旧及摊销前利润)，从通信行业的普遍水平看该数据大于 40% 是比较健康的。2) NPV (Net Present Value 净现值)，指未来资金流入 (收入) 现值与未来资金流出 (支出) 现值的差额，NPV 为正数，代表该投资的结果可以增加企业的价值，相反的则代表此投资会减少企业的价值，该项目不应该接受。3) IRR 即内部回报率 (Internal rate of return)，是指项目投资实际可望达到的收益率，一般要大于本地银行贷款利率才合理。





总结



筑基固本、赋能万业、经营转型是运营商在5G中长期规划中重要的发展策略，三者缺一不可，只有齐头并进从而实现协同效应才能真正实现运营商长远健康发展。我们将这三大策略贯穿到运营商5G中长期网络及业务发展规划中，并结合特定运营商量身定制，为运营商构筑5G中长期发展之路。

中兴通讯作为5G先锋，在技术方案、产品、网络及业务创新各个方面强大的综合能力是我们为运营商提供5G中长期规划方案的基础。中兴通讯具备提供从泛终端、无线接入、承载网、核心网及业务平台端到端产品及服务能力，并且在5G技术创新方面持续的推出了AAPC、1+X SSB、FAST、SuperDSS、PowerPilot以及极简站点、智能运维等方案打造面向未来的极致网络。在业务创新尤其是5G行业应用方面，中兴通讯借助中国新一轮产业数字化变革和新基建建设，将5G应用到数十个行业的数百家行业客户中，为赋能千行百业贡献自己的力量，同时也积累了大量的5G行业应用经验可以向海内外推广。

风物长宜放眼量，运营商在5G伊始就应该明确中长期发展策略和制定相应的网络及业务规划，实现长远健康发展。中兴通讯，作为数字经济的筑路者和5G先锋，愿意携手客户，贡献智慧，共创未来。





中兴通讯版权所有

转载、编摘或利用其他方式使用本白皮书的全部或部分内容的，应注明来源违反上述声明者，
著作权方将追究其相关法律责任