

ZTE中兴



中兴通讯
5G 行业专网核心网白皮书

目录

01 前言

03 专网需求分析和部署模式

- 03 行业主要应用及需求
- 05 面向行业的网络建设方案
- 06 独立专网赋能行业转型

08 5G 行业专网核心网解决方案-i5GC

- 12 联接增强
- 13 精准定位
- 13 专网语音
- 15 超高可靠
- 17 极致安全
- 18 开放合作



20 5G 行业云网一体解决方案 - iCube

22 5G 行业运维解决方案 - ToBeEasy

23 即插即用

24 面向 5G 专网的专业设备运维

25 面向客户业务的自运维门户

26 行业实践

26 i5GC 使能智慧医疗更高效

27 i5GC+专网语音加速智慧矿山数字化

28 iCube 助力打造智慧制造标杆

30 总结

1 前言

5G 生态逐步成熟，向垂直领域延伸

2021 年一季度，中国 5G 终端连接数达到 2.85 亿，累计建成 5G 基站将近 81.9 万座，实现了重点区域的连续覆盖，5G 终端连接规模全球占比超过了 85%。截至 2021 年 4 月，全球 68 个国家/地区的 162 家运营商已推出符合 3GPP 标准的 5G 商用服务。

随着 5G 网络商用进程加快，5G ToB 应用已进入导入期，5G 行业应用呈现从外围环节向行业核心领域逐步扩展的趋势。超高清直播与监控、智能识别等应用将率先落地，如 4k/8K 直播、高清视频监控、基于机器视觉的质量检测、远程会诊等；行业通用的应用进入局部复制阶段，如 AGV 小车、智慧矿山、港口等。云边协同的沉浸式体验、低延时高可靠的远程控制类应用进入探索和储备阶段，将陆续成熟。



图 1-1 5G 行业应用发展路线

为更好地推动 5G 向垂直行业扩展，3GPP R16 标准针对垂直行业的多个特性进行了增强，支持 TSN，以满足工业互联网，工业控制自动化、电网配电自动化等场景；uRLLC 增强，实现网络 SLA 可视，并进一步提升可靠性。同样，ETSI 也发布了 MEC 和 3GPP 规范的协同架构，以支撑边缘计算生态发展。未来 3GPP 还会针对行业应用需求继续优化提升网络。

开拓 ToB 蓝海，实现 5G 最大价值

随着 ToC 市场增长放缓，运营商收入面临“天花板”。据 GSMA 的调查，69% 的运营商认为 ToB 市场对于 5G 盈利非常重要。运营商普遍希望跨界与其他领域的玩家和行业客户共建新的生态系统，开拓未来 5G 潜在的价值。近年来，随着行业数字化转型向纵深发展，行业专网需求也愈发旺盛。5G 行业专网作为承载各类创新应用的关键基础设施，成为千行百业数字化转型的刚性需求。

GSMA Intelligence 发布报告预测：到 2025 年企业级应用将占整个蜂窝连接的 54%，2023~2025 年期间，25%~40%的中小型企业将使用专网所提供的服务。

行业专网通信市场规模不断增长，咨询机构 Grand View Research 预测，全球 2020 年 5G 专网市场规模将达到 9.197 亿美元，2020~2027 年间的复合增长率将达到 37.8%，5G 专网市场规模随垂直行业客户需求持续攀升。

5G 行业专网，撬动千行百业

垂直行业领域众多，ToB 市场呈现需求碎片化特点，工业、电力、安防、金融等行业，对网络覆盖、可靠性、安全隔离性、数据保密性、设备移动性、网络控制权等特性的要求均不同于 ToC 公众网络，5G 如何撬动垂直行业？如何满足企业个性需求？是业界正在探索的课题。

5G专网部署模式	中国移动	中国电信	中国联通
与公网完全共享	优享模式	致远模式	虚拟专网
与公网部分共享	专享模式	比邻模式	混合专网
独立部署	尊享模式	如翼模式	独立专网

图 1-2 国内三大运营商 5G 专网对比

当前，国内运营商均已发布专网方案，考虑在重点行业采用“5G 专网+应用”进行拓展。中国移动的 5G 专网分为优享、专享、尊享三种模式，提出了 5G+工业互联网“1+5”应用场景，“1”即 5G 行业专网，“5”即 5G+工厂、5G+电力、5G+矿山、5G+钢铁、5G+港口五大重点细分行业；中国电信 5G 专网分为致远、比邻、如翼三种模式，发布了“网定制、边智能、云协同、应用随选”的 5G 定制网解决方案，为行业客户提供“网边云用服”五位一体的定制网融合服务；中国联通则是虚拟专网、混合专网、独立专网三种部署方式，从技术赋能、创新驱动、生态协作、

资本助力等方面推进 5G+ 工业互联网融合创新发展。尽管三家运营商对 5G 专网部署方式的命名不同，但架构是一致的，均可灵活满足行业客户对安全隔离、业务质量保障、业务服务等关键要求。

未来，各行各业将引入 5G 专网，以利用 5G 大带宽、低时延、高可靠、多连接的网络能力，与 AI、云计算、大数据、MEC 等技术深度融合，实现数字化转型，提升生产效率。

2 专网需求分析和部署模式

2.1 行业主要应用及需求

ToB 行业应用主要包括智慧城市、智慧园区、智慧医疗、智慧物流、工业信息化、政企、工业制造、智慧电网、自动驾驶的 V2X 应用、触觉交互等，其涵盖人类社会活动的方方面面。

业务类别	业务需求
视频、安防类	用于园区/厂区内安防巡检、生产线远程视频监控，机器视觉、基于 AR/VR 的远程操作/维护和培训、园区管理及业务运营的智能化，对数据和网络上下行带宽有较高要求。
采集检测类	联网终端多，用于环境检测、业务数据采集，实时边缘数据分析等，对数据的低时延和大带宽传输要求。
工业控制类	工业生产操作的安全可靠与高效运营，对网络的安全隔离、高可靠、确定性时延要求严格。
终端移动类	机器人、AGV 小车、无人驾驶汽车、无人机等联网移动终端，对网络时延、覆盖、切换及精准定位要求高。
集群通信类	行业运营的指挥调度、多媒体推送，需要组呼、广播，优先级控制

表 2-1 行业应用业务需求分析

为匹配行业应用的特点，面向 ToB 行业应用的网络需支持多样化的通信服务能力，包括：大带宽，如视频、AR/VR 等；超低时延，如自动驾驶、工业制造控制等；超高可靠性，如自动驾驶、控制等；广域网络覆盖，如超视距无人机、空天一体(ATG)等；确定性的网络服务，如远程控制、智慧医疗等；以及支持多样化、灵活的业务部署能力，支持现场接入、边缘侧、

集中部署等。行业专网还需要提供安全可靠的通信设备和完善的安全保障机制，包括但不限于鉴权、访问控制、数据保密、数据完整性等。

行业应用对网络服务多样性和差异化的要求，有着区别于传统 ToC 网络技术的诉求，归纳总结为三个核心点：

泛接入

行业应用对需要更广泛的接入，如智慧物流，5G 连接是基本诉求之外，NB 也是必需；如工业制造，5G+光网络模式会是最有效的通信解决方案；WIFI6 作为低成本解决方案一环，会成为室内覆盖的延伸。另外不同应用对具体的 5G 连接能力同样存在差异化需求，如智慧城市中的监控，对上行大带宽有着强烈的诉求，而触觉交互类，需要上下均衡，工业制造除了上行大带宽之外，还有着强烈的时间确定性的需求。

确定性

确定性是指业务开展中需要的确定性的带宽、速率、抖动、时延等，确定性将是 ToB 网络的关键指标，确定性的保证率将会成为 ToB 网络可用性核心评判标准。如一个网络，其上行带宽 50Mbps，端到端时延为 25ms，因无法满足配电网低于 20ms 的时延要求，则其相对于配电网而言就是一个不可用网络，但对于智慧城市，就是一个高可用的优质网络。

围绕确定性，3GPP 在无线、网络侧做了众多的改进，以提升 5G 网络的确定性；如无线的 mini slot、预调度等等；而网络侧也通过一系列的举措，推动面向 ToC 的 BE (best effort) 网络转型为面向 ToB 的 Deterministic 网络转变，包括但不限于，切片、PNI-NPN、CUPS、ULCL 分流等等，更配合 UPF 下沉，在边缘侧率先实现云网融合，业务就近部署并提供服务。部分要求较高的行业更是直接建立专用网络，来实现确定性。

大边缘

大边缘主要指面向行业的边缘云网共生，网络下沉边缘包括 5G 专网、UPF 下沉、基站分流等场景，边缘云致力于边缘异构增强及边缘侧的云网协同等；大边缘成为 ToB 网络的关键特点，即使基于运营商网络的虚拟专网，UPF 和算力同样会下沉到边缘。大边缘同时为行业客户提供更佳的安全解决方案，最大程度实现生产数据不出园区的安全或满足行业法规要求。

2.2 面向行业的网络建设方案

ToB 网络建设，需要与业务需求密切结合，同时兼顾各个行业特点，要综合成本、网络维护、安全、可靠等诸多因素。ToB 网络建设将主要有三种方式：

- ➔ 类似于 2C，由运营商建设，即由运营商建设一张共享的 ToB 公众网络，通过切片及大边缘方案为行业提供服务；
- ➔ 运营商和企业联合建设，部分网络设备为企业独享或资产归属企业，既能保证行业对网络服务质量要求同时又确保应用数据不出园区安全要求；
- ➔ 个别大型企业为满足自身业务发展或者行业法规要求，主导建设行业专网（企业独立建设或由运营商承接建设）。

在当前阶段，国内 ToB 网络建设，由于政策及技术原因，主要以运营商主导建设为主。运营商从需求和网络资源共享角度出发，给出了面向 ToB 应用的三种行业专网解决方案：

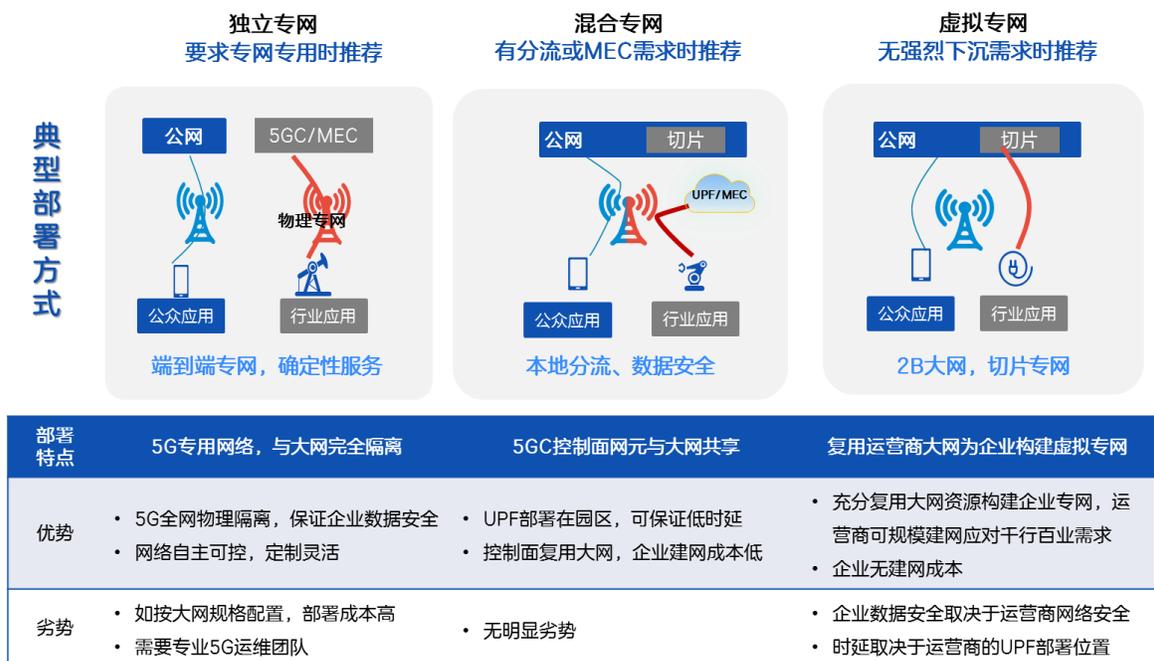


图 2-2 5G 专网部署模式及对比分析

虚拟专网：建设统一的 ToB 网络，通过切片技术，为行业提供专网；这种共享网络，可以称之为虚拟专网；该种网络方案可以最大程度的共享网络资源，包括无线、承载、核心网等，

通过运营商有规划的网络建设，满足业务演进需要，同时有运营商提供专用的网络运维支撑。该种方案最大的弊端，无法为特定的行业提供特殊确定性的网络服务。另外也无法根据行业发展的需要实时调整网络服务，并且由于隔离度低，给行业应用带来未知的风险。

混合专网：针对虚拟专网不足，在虚拟专网基础上，根据行业诉求，为行业建设独占的 UPF；该种网络，称之为虚拟混合专网；其既具有虚拟专网的成本、维护优势，同时由于 UPF 专用，可以为行业提供方案一所不具备的隔离性，满足部分行业对于数据高安全性的要求；另外由于 UPF 下沉园区，可以将边缘计算同步下沉，有效降低时延，提升行业客户业务感受。该种方案被众多的行业客户所接受，成为 5G 向行业拓展的关键解决方案。

独立专网：运营商为企业建设独立的专用网络，该种方案主要由于行业客户暂时无法获得频谱资源的情况，只能交由运营商承建专用网络。这种建设方式，在核心网层面，等同于企业自主建设专用网络。独立专用由于根据行业自身特点做匹配性网络建设，对于行业应用来看更有针对性，更能匹配行业发展需要，可以为行业提供高确定性的网络服务保障。独立专网相对于共享类网络而言，在成本方面存在一定的劣势，但由于专网业务明确，在部分应用场景中，反而获得更高的成本优势，如园区宽带接入，移动性、计费、以及其他特性的可以做针对性裁剪，同时可以使用更低成本的转发技术（异构加速），进而获得更高的成本优势。

不同的网络建设模式，决定了网络最终的能力：5G 网络为 ToB 行业应用提供了多种网络解决方案，行业可以根据自身特点，可选择单一网络方案或组合网络方案，如用于跨工业园区的办公网络，可以采用运营商提供的虚拟专用网络，用于工业生产或控制的网络可以采用独立专用网络。由于独立专用网络在确定性方面的优势，随着 5G 向工业领域的拓展，**独立专用网络会逐步成为行业网络的核心解决方案**

2.3 独立专网赋能行业转型

独立行业专网相对于运营商公众网络，具备以下差异化特点：

成本具有差异化优势

行业新需求带来的通信网络成本持续增加，基础设施、网络建设、网络维护、及网络兼容

性和扩展性，都在持续不断的增加网络整体成本。这就要求 5G 行业专网支持灵活的差异化成本，根据行业应用的特点，针对成本进行优化，对低附加值的行业应用，如 FWA，可以采用更低的成本策略；对于高附加值应用，如工业控制，为获得网络更好的确定性和可用性，需要加大网络设施投入，但可以适当优化运维成本。

高可靠性和安全性具有优势

由于专用网络不再受共享公众网络影响，因而可以通过增强网络技术，实现更高可靠性，如采用 uRLLC 定义的双会话，为工业控制提供双传输复制，同时各个网络节点采用更可靠的热备技术，实现工业生产要求的 6 个 9 可靠性。独立专网天然物理隔离，从而获得相对于公共网络更高的安全性。

即插即用、免运维

在传统电信网络中，需要有一支庞大的、专业的运维支撑团队，来确保网络运转正常，并对网络进行持续不断的优化来满足业务发展需要。而行业用户，无法培养一支专业的通信运维团队，这就要求独立专网具备易安装，免运维等关键特性，来降低网络维护对行业客户的技术门槛。提供简单有效的运维工具，满足用户的自配置和自管理；还要支持远程托管接口，可交由第三方专业机构代维。

功能可快速定制并支持向行业应用深度扩展

5G 成为社会数字化基石，就需要将网络应用拓展到千行百业，工业制造将成为关键“试金石”。当前工业领域的机器视觉、设备管理及运维、远程控制、仓储物流、园区安防、数字孪生均处于迅猛发展期，5G 要成为工业领域的基础通信，必须提供满足工业发展需要的网络能力。如在工厂生产应用时，需要上传下控的通信方式，上行需要高带宽，下行需要确定性的控制信号，网络需要支持 TSN；如在信号采集应用场景，如车载或机载通信，通常基于以太网通信，且存在点到多点的通信模式，需要网络支持 5G-LAN 等；园区通信存在 wifi、光、NB、4/5G 等多种制式，需要网络支持多接入、FMC 等泛在接入能力。

3 5G 行业专网核心网解决方案 - i5GC

中兴通讯面向电信运营商和行业客户,在 ToB 行业网络解决方案基础上,推出行业专用 i5GC (industry 5GC) 产品,既满足运营商对设备的专业通信要求,同时满足了行业对网络服务的需求。i5GC 实现专网专用、物理隔离、超高带宽/超低时延,确定性 SLA,全面满足 ToB 行业客户业务需求。i5GC 面向千行百业的差异化定制需求,在标准 5GC 基础上实现轻量化、行业专用性增强,提供既“简”又“专”的 5G 行业专网解决方案。



全场景硬件, 灵活部署

在物理形态上, 提供多样化专网产品方案供不同行业用户选择。典型场景, 最简一台服务器部署轻量化核心网, 满足行业低成本的建网要求。对于有可靠容灾并且吞吐量有较高要求的行业场景, 推荐选用标准型部署。对于云网一体的大型园区, 推荐选用云网柜形态部署。

口袋型	极简型	标准型	嵌入式	云网一体型
				
PC版	1台服务器	3台服务器	嵌入BBU或OLT机框	云网柜
应急救灾、家庭	中小型行业 5~10 Gbps	大、中型行业 高可靠 10~50Gbps	机房空间受限, 无线 或有线共部署 5~10 Gbps	中大型行业 云网业统一部署 ~20Gbps

图 3-1 全场景硬件, 灵活应对 5G 专网

网络功能，灵活组合

i5GC 可以灵活选择、量体裁衣，在 NF 组合形态上提供了系列化软件形态，并可根据行业客户需求做扩展和叠加。

- AMF+SMF+UDM+PCF+UPF：适用于核心网全量下沉，提供融合数据&语音接入；
- AMF+SMF+UDM+UPF：适用于核心网全量下沉，提供数据接入；为应对更高可靠性的独立专网，满足故障场景下的业务惯性运行和应急逃生，可部署两级 UDM，主用为大网 UDM，备用为本地 UDM；
- AMF+SMF+UPF：复用大区 UDM，其它网元可下沉部署；
- UPF：仅下沉部署 UPF。

在 NF 的部署方案上，存在如下三种场景，可以根据运营商和行业需求进行灵活选择。

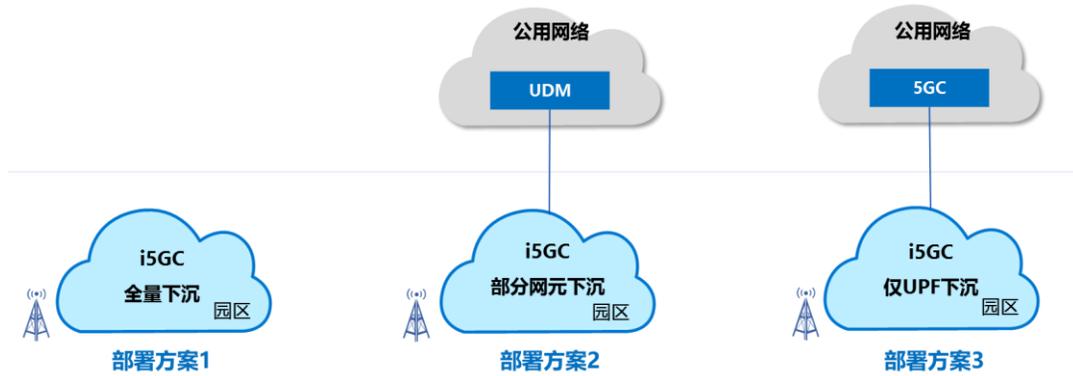


图 3-2 i5GC 满足 ToB 多样型典型部署场景

“联接”增强，精准赋能

为满足千行百业的差异化需求场景，i5GC 不仅提供 5G 基础连接能力，同时增强“联接”之上的能力，精准为行业赋能。



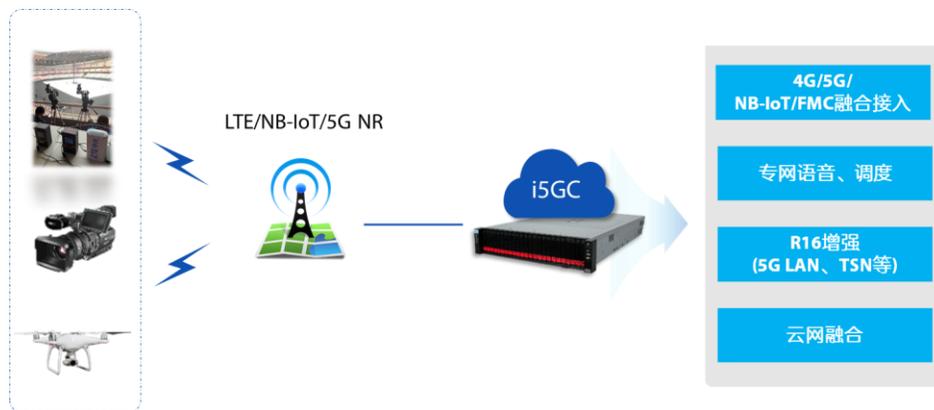


图 3-3 i5GC 差异化联接能力增强

融合接入，广泛连接

i5GC 可以扩展支持 4G/5G/eMTC/NB-IoT 等融合接入能力、以及未来向 FMC 固移融合演进的能力。通过部署融合的极简核心网，满足行业园区各类终端的泛在接入，实现统一管理、统一运维，降低行业客户的建网成本和运维成本。专网语音，沟通安全：为了满足企业园区、智慧矿山等 5G 行业专网的语音需求，i5GC 叠加轻量化 iIMS，提供整体 5G 专网语音解决方案，为行业用户提供体验佳、成本低、功能全、部署便捷的语音通讯能力。可通过对接特定行业的第三方调度系统，实现语音专网的调度功能。

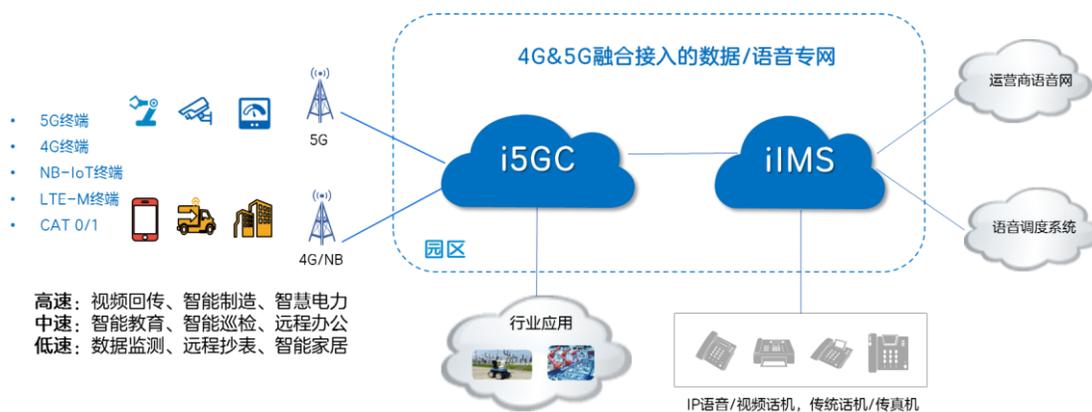


图 3-4 融合接入

工业增强、赋能智造

针对智能制造、交通运输等工业领域，i5GC 向 3GPP R16 进行持续的演进增强，支持 5G LAN、QoS Monitoring、TSN 等创新特性，为工业赋能。通过 5G LAN，使用 5G 替代传统有线及二层网

络，提供柔性生产环境，提高生产效率。通过 QoS Monitoring 进行端到端的 SLA 检测和控制，对工业网络做到可视、可管、可控。通过引入 TSN，把 5GS 作为一个桥接设备接入 TSN 网络，提供精准转发能力，为不确定性的工业环境提供确定性的网络能力。

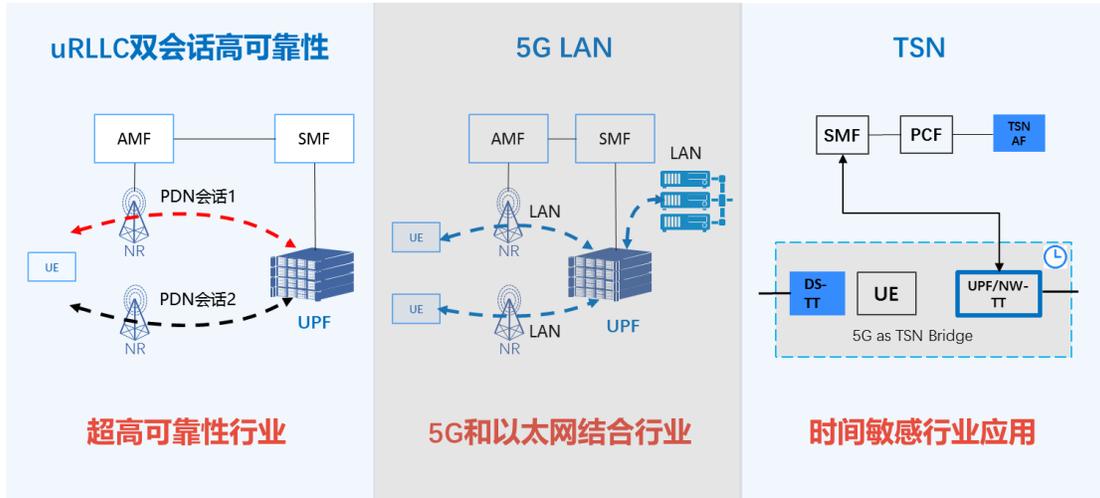


图 3-5 工业增强

云网一体、唾手可得

以 5GC 为基础能力，持续扩展“网”的能力和叠加“云”的能力，通过双核云基础设施和轻量化 5G 网络的灵活部署，按需集成 5G 模组、NR、传输、5GC、MEC、第三方应用等组件，以云网一体柜形态构建云网一体的基础设施，赋能 5G 千行百业。



3.1 联接增强

i5GC 提供 5G LAN, uRLLC, TSN 等工业化领域增强特性。5G LAN 特性提供了工业终端之间的群组通信能力, 方便工业终端快速组建工作域, 并支持工业终端间的单播/组播/广播通讯能力。uRLLC 特性提供了超低时延和超高可靠通信能力, 能够为远程控制类应用提供支持。TSN 特性提供了传输时延和传输抖动可预测, 可承诺, 并可保障的确定性通信能力, 是工业化技术中最重要的一项。但是, 设备除了具备基本特性之外, 行业应用对 5G 网络提出了更为严苛的要求, 其中, 最关键的需求点如下:

传输能力确定性

网络需要满足关键业务流的 QoS 要求, 端到端的报文传输能够获得毫秒级低时延和低抖动保障。并支持更高精度时延和抖动控制, 支持可视化确定性流调度机制。通讯网络精准度是通过报文传输时延(报文从发送端到接收端的时间延迟)和传输抖动(单个报文时延和统计平均时延之间的偏差值)来反映的。工业化环境期望传输时延值小且恒定, 传输抖动值越小越好。要想满足工业化环境苛刻的要求, 必须引入特别的实现。i5GC 引入的专有硬件采用 PCI 网卡形态, 该网卡支持高精度时钟同步, 超低时延转发, TSN 精准调度转发能力。在插入专用网卡后, i5GC 能够支持纳秒精度的时钟同步, 能够支持 us 精度的转发时延和转发抖动控制。行业客户需要通过直观的调度界面来指派数据流, 监控数据流状态, 评估数据流调度结果, 获取数据流的运行报告。i5GC 提供可视化的流状态报告, 并可根据状态智能调整、优化。

可服务能力确定性

网络需要提供设备高可用性, 传输通道高可靠性, 支持设备全冗余机制, 支持传输通路冗余机制, 网络可用性达到 99.999%。使用多套 i5GC, 能够部署全冗余的工业化容灾方案。在电路故障, 火情, 水情以及其他自然灾害下提供全面的容灾考虑。多套 i5GC 之间, 或者 i5GC 和运营商核心网之间, 具备设备间关键数据同步和容灾能力。在故障产生时, 邻居设备能够立即产生告警, 并给出可能的故障分析和处理建议。同时, 在管理系统的协助下, 正常运行的设备将快速调整传输策略, 设备间重新分配关键业务流, 消除故障对业务带来的影响。通过上述功能, i5GC 能够满足工业化环境 99.999% 以上的可用性要求。i5GC 在设备冗余基础上, 通过提供

传输路径并行冗余解决方案，如 uRLLC，可提供 99.9999%的超高可靠服务能力。

3.2 精准定位

定位业务相对 2/3/4G，在 5G 移动通讯网络中要求更高，主要表现在：



中兴通讯 i5GC 为了满足 5G 时代垂直行业用户精准定位的诉求，支持可选部署位置定位功能 LMF 服务组件。云原生 LMF 组件，具有部署资源灵活可定制，定位技术丰富的特点，对外通过能力开放接口，提供网络位置等信息，增强对第三方应用的支持，丰富定位能力。

3.3 专网语音

语音作为重要的交互工具，在金融、教育、医疗、政务、矿山、能源、汽车等多种行业具有刚性需求。在 5G 行业专网部署中，需同步考虑基于 5G 行业专网的语音解决方案。行业专网的语音需求和 ToC 网络有很大的区别，如矿山行业有调度台需求，机场轨交有专用话务台需求，铁路系统有 V5 接入需求等。因此，从下面两个维度考虑专网语音方案：

➔ **技术成熟，体验良好：**因语音的交互属性，成熟的技术体系是保障客户体验感的先决

条件；

- **行业对语音方案的定制能力：**行业应用的多样性，只有深入行业，方案触达行业核心痛点，才是专网语音的最佳方案。

为满足 5G 行业专网的语音需求，中兴通讯推出 i5GC 叠加轻量化 iIMS (industryIMS) 的 5G 专网语音解决方案，轻量化 iIMS 根据 3GPP、TISPA 等国际标准规范，实现 IP Centrex 和补充服务，为固定和移动终端提供符合国际标准定义的 PES / PSS 架构及业务，5G 新通话采用更高清的编解码技术和更丰富的通话方式，进一步提升语音质量和体验。中兴通讯 5G 专网语音方案基于 5G 新通话为行业专网提供体验佳、成本低、功能全、部署便捷的最优的语音通讯能力。方案架构如下图所示：

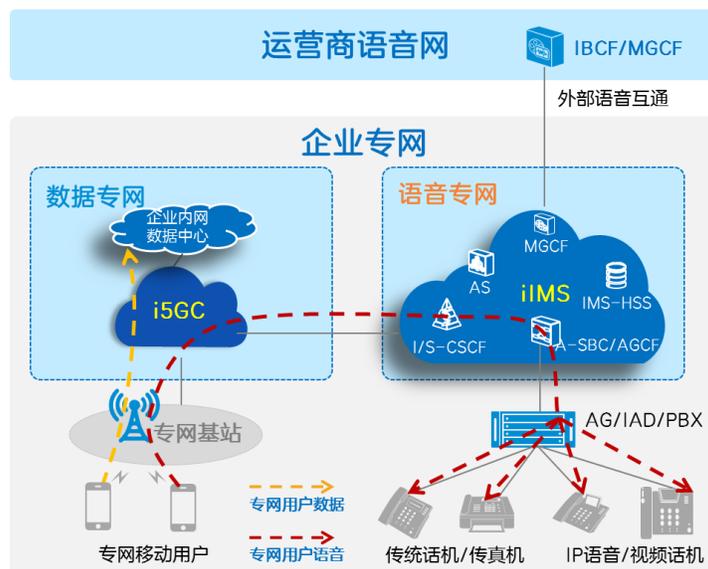


图 3-6 中兴通讯 5G 专网语音解决方案

中兴通讯 5G 专网语音方案具备如下优势：

- **支持多种类型的语音终端：**包含固定、VoLTE/VoNR 移动终端、VoIP 终端；
- **支持与运营商语音大网互通：**实现专网与外网用户语音互通；
- **支持对接企业现有调度系统：**实现企业专网内部调度和广播功能；
- **支持自动台功能：**包含自动台转人工台，支持自动台转接放音；

→ **支持大小号功能**: 实现企业内部小号互拨, 运营商外部号码可拨打大号呼叫企业终端;

中兴通讯在语音领域长期耕耘, 积累了丰富的技术和案例经验。随着 5G 专网赋能千行百业, 专网语音也是大势所趋。中兴通讯将持续创新、开放合作, 携手运营商、行业共同探索 5G 专网语音以及 5G 新通话等新兴业务, 为行业客户提供高质量的 5G 语音服务。

3.4 超高可靠

首创五级容灾机制, 全力护航 toB 网络可靠安全运行

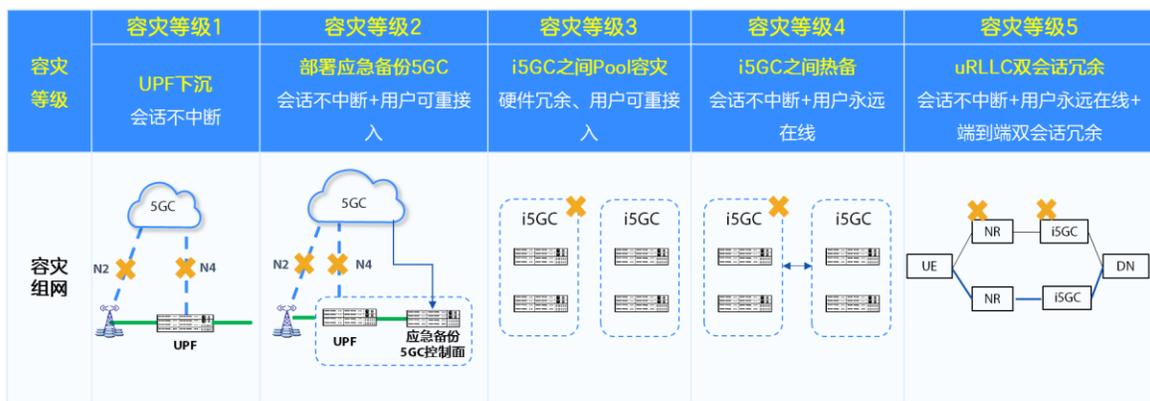


图 3-7 中兴通讯 5G 专网核心网五级容灾机制

中兴通讯根据对行业需求的分析, 提供五级容灾方案, 满足不同行业客户的可靠性要求。

容灾等级 1

园区与公网失联场景, 如传输线路故障或者公网控制面网元升级等, i5GC 产品支持连接态用户业务惯性运行不受影响。

容灾等级 2

i5GC 可同时为专网专用和公网专用两种场景提供业务高可靠性保障。

专网专用场景下, i5GC 作为主用独立专网通过部署本地备份 UDM, 和大网 UDM 形成两级 UDM 架构。主用网络为 i5GC 内的本地 AMF/SMF/UPF 等网元和大区 UDM, 本地 UDM 为应急备份。运营商在大网 UDM 统一开通放号, 并同步至园区备份 UDM。当园区与大网之间链路故

障时，业务自动切换到本地备份 UDM，现有业务继续惯性运行，同时新接入的行业终端仍可以正常接入 i5GC 享受 5G 服务。

公网专用场景下，公网控制面优先为终端提供接入服务，下沉控制面作为公网的应急备份。公网失联或升级时，移动终端通过园区应急控制面重建传输通道，实现业务快速恢复；公网恢复后，终端自动切回公网，或者由用户根据业务影响最小原则计划切回。

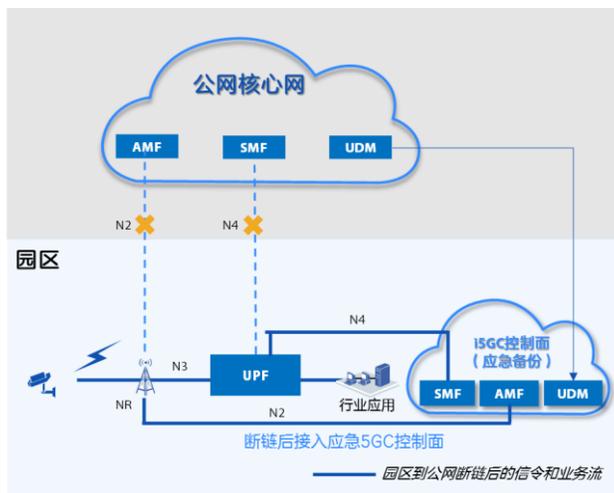


图 3-8 容灾等级 2 容灾机制

容灾等级 3

两套 i5GC 之间以 Pool 方式运行，相互容灾备份。适用于大部分园区专网部署场景，如视频监控、智能巡检、远程教育等；

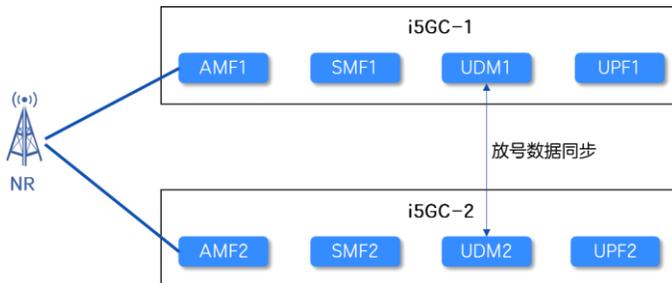


图 3-9 容灾等级 3 容灾机制

容灾等级 4

两套 i5GC 之间热备，会话数据实时同步，1 套 i5GC 故障，另外 1 套可实时接管业务，会

话不中断。适用于对业务连续性要求较高的专网场景，如工业制造等。

容灾等级 5

uRLLC 双会话冗余，端到端双链路可靠性保证。适用于对端到端业务连续性要求超高的场景，如远程医疗等。

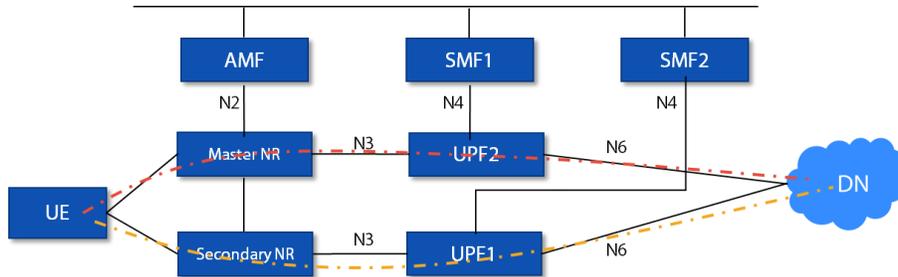


图 3-10 容灾等级 5 容灾机制

3.5 极致安全

中兴通讯在 ToC 领域 5GC 安全建设实践基础上，针对 ToB 行业专网特殊安全需求如可信接入、数据可控等，采取多种安全措施打造安全可信的行业专网：

增强接入控制，保证园区可信接入

利用 5G 内置的机密性、完整性保护特性，防止终端信息泄露，实现终端的安全接入；部署二次鉴权，在行业侧增强终端的接入可信认证能力。

多级安全隔离，保障业务安全运行

区分不同流量，在底层网络实现多平面隔离；针对行业客户内部不同业务流量的差异性安全需求，可基于不同 DN 实现业务隔离，并分别使用安全隧道，保证各类流量互不干扰及安全传输。

网络韧性设计，确保服务天然在线

基于韧性思维，以业务连续性为基准设计行业专网，核心数据本地备份存储，重大安全事故发生时实现业务快速本地接管。

敏感数据防护，打造 ToB 安全网络

可支持核心业务全量下沉，数据流动可控可管，确保关键信息不出园区；增强隐私防护控制，保证网络运维正常同时实现用户隐私匿名化，避免个人信息泄露。

多层安全防护，实现恶意攻击免疫

物理层面采用防盗、防破坏设计，并对接口及 I/O 访问加强控制，避免设备的非法访问；引入硬件可信机制，逐层验证，实现可信链的完整构建；网络边界防护与主机入侵检测并举，防止恶意行为横向扩展，实现威胁及时处置；采用微分段机制，实现流量精细化控制。

安全能力协同，实现安全服务共建

基于安全前移理念，对专网提供漏洞修复、渗透测试等安全服务，及时发现与解决安全威胁；7*24 小时专业安全支持，实现重大安全事件的及时响应与小时级恢复。

中兴通讯践行“安全融入血脉 透明增进信任”。5GC 产品首批通过第三方安全公司独立审计的 GSMA 网络设备安全保障计划(Network Equipment Security Assurance Scheme, NESAS)，并以高分完成软件安全构建成熟度 (BSIMM) 评估，软件安全能力达到国际领先水平。

3.6 开放合作

i5GC 从设计之初就秉持开放的理念，在硬件、NFVI、VNF/CNF、虚拟化 E2E 系统集成等各个领域与业界主流技术厂商进行了广泛的合作。

跨平台部署

i5GC 产品基于云原生设计理念，采用 SBA 服务化架构、微服务组件、轻量化容器、无状态设计等 5G 新技术构建融合核心网网元，实现灵活敏捷的业务创新、部署和运维。

2021 年 3 月，中兴通讯 Common Core (i5GC) 成功获得 Red Hat OCP (OpenShift Container Platform) 官方认证，成为业界首个通过 Red Hat OCP 认证的 2G/3G/4G/5G/Fixed 全融合核心网

产品，为中兴通讯 5G 核心网与 Red Hat 在全球的合作开启了新的篇章。

N4 开放

UPF 作为连接运营商和垂直行业的纽带，开拓 5G ToB 新业务的起点，其部署位置最贴近行业用户，是 5G 行业用户业务开展、数字化升级的先行者。然而，行业 UPF 面临功能可灵活定制，产品规格多样，行业部署环境差异巨大等挑战，因此中兴通讯积极参与 5G 行业核心网一致性探索，联合运营商、行业伙伴，共同打造开放的、统一的 UPF 认证体系。

中兴通讯 Open UPF 方案，围绕着 UPF 的产品形态、业务功能、接口开放、统一运维等角度进行设计，使得中兴通讯和认证体系中的异厂家的 SMF 能够快速对接，实现行业 UPF 的即插即用、敏捷上线、集中运维。

中兴通讯积极参与国际、国内 N4 口解耦方案的研究和探讨，基于当前 3GPP 规范对于 N4 口解耦依然存在不确定性，行业 N4 口解耦亦未形成可行的统一标准，中兴通讯对于 N4 口开放持谨慎态度。综合考虑行业的实际对接需求，中兴通讯将有序推进、逐步开放 N4 口解耦。截止当前，中兴通讯 Open UPF 已经支持对接异厂家 SMF。



4 5G 行业云网一体解决方案 - iCube

行业数字化转型对联接、算力以及应用的快速集成提出新的要求，迫切需要一种全集成、按需加载、整体交付的一站式解决方案，解决园区专网建设在网络联接、算力下沉、业务集成以及开通和运维等方面的挑战。

中兴通讯 5G iCube(industry Cube)行业云网一体解决方案, 通过打造靠近用户的轻量 5G 网络, 构建支持虚机和容器的双核驱动的云基础设施, 以及统一极简网管, 为行业客户提供网随云动、云随需生的联接和算力资源, 同时, 通过工厂预装、现场一键开通, 极大降低专网落地建设和维护的复杂度。在运营商独享专网落地过程中, 对于网络建设形态、行业应用部署方式, 云网一体端到端交钥匙的交付模式等方面都实现了创新突破。

iCube 云网一体，为行业数字化转型筑基

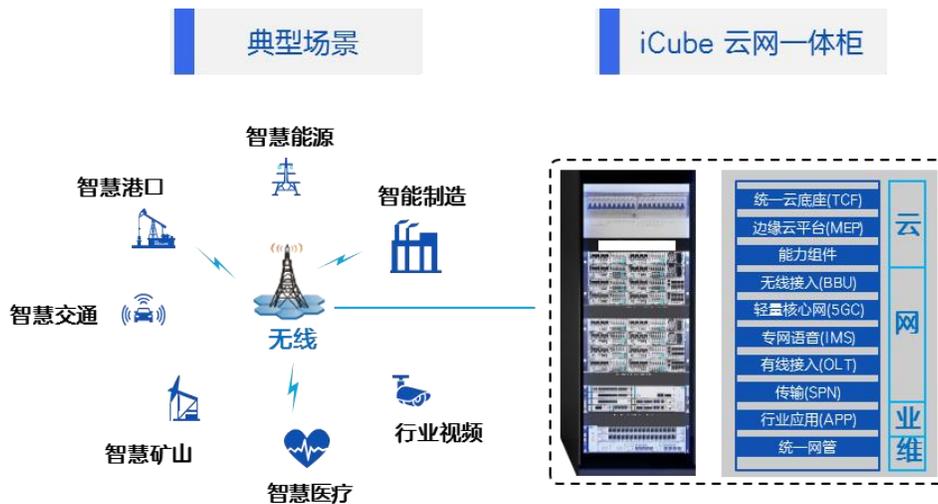


图 4-1 中兴通讯 iCube 行业云网一体方案

iCube 云网一体柜是行业云网一体解决方案的主要形态, 面向园区专网场景一站式集成了云、网、业、维, 满足智能制造、能源、港口、交通、矿山、医疗以及视频等行业对联接和算力的需求, 可根据场景需要支持无线和有线的融合接入、以及专网语音、消息以及典型应用等特色功能, 并按需下沉至企业园区或者移动接入机房。

云	边缘算力需求	提供支持虚机和容器的双核驱动的云基础设施及MEC边缘算力
网	5G连接需求	提供4/5G、NB、固网OLT、SPN接入，满足大带宽、高可靠、低时延的连接能力
业	典型应用预置	按需加载AI、数据、视频等应用组件，以及AGV、机器视觉、远控、AR/VR等典型应用
维	网络运营和维护	灵活提供远程运维和本地简维

“多规格”硬件模型，灵活按需部署

根据场景的不同，iCube 提供两种模型，为行业提供差异化的网络和算力资源。

- **典配模型**：在紧凑型机柜中部署云网资源，提供 5 万用户接入和 20Gbps 的转发能力，满足典型园区专网建设的需要。
- **高配模型**：采用双标准机架云网隔离的方式部署，默认提供 10 万用户接入和 50Gbps 的转发能力，满足超大型行业应用的部署需要。



图 4-2 iCube 两种硬件模型

“多、快、好、省”，加速行业创新

运营商规划的专网体系采用独享的无线或频率，核心网定制化下沉，满足行业客户对高隔离、超高可靠、专属上行、资源独享等高端需求。iCube 云网一体柜解决方案，为行业客户的数字化转型，提供了**多、快、好、省**的一站式解决方案。

- **多**：统一融合的云底座支持多种网络接入（无线、有线）、多种异构硬件的多种应用场景；

- **快**: 通过出厂前预安装, 实现快速开通; 统一网管, 两级运维, 方便快捷进行运维操作; 预置典型的行业应用和应用能力组件, 支撑行业应用快速集成上线;
- **好**: 采用电信级可靠性架构设计, 为园区打造了高可靠、低时延、确定的网络; 集成内置软防火墙, 在保障网络安全的基础上, 资源占用少;
- **省**: 统一硬件, 统一资源池, 一站式解决网络核算力需求, 显著降低 CAPEX; 整体交付, 统一运维, 显著降低 OPEX; 功能模块化组合, 应用预置, 工厂预装, 部署和维护很省心。

随着 5G 网络在行业领域的深耕推进, 云网一体柜作为独享专网的一体化建设形态, 相比于传统的分散建设的方案, 必将在功能、集成、部署、开通和运维方面形成整体优势, 成为独享专网建设的重要落地方案, 助力工业企业数字化智能转型、创新网络建设和智能制造示范工厂建设, 为实现国家“十四五”智能制造发展规划目标提供重要支撑。

5 5G 行业运维解决方案 - ToBeEasy

中兴通讯为 5G 行业专网核心网及 5G 行业云网提供 ToBeEasy 运维方案, 提供面向运营商/集成商/企业的集中专业运维与面向集成商/企业的园区自运维两种运维机制, 包括集中运维 EMS、本地运维 LMT 及企业自运维门户等。EMS/LMT 可提供北向对接运营商标准运维体系, 自运维门户可以提供给企业园区本地简维使用。根据不同的应用场景, 不同的运维对象, 可选择采用专业 EMS/LMT 集中运维或自运维模式。



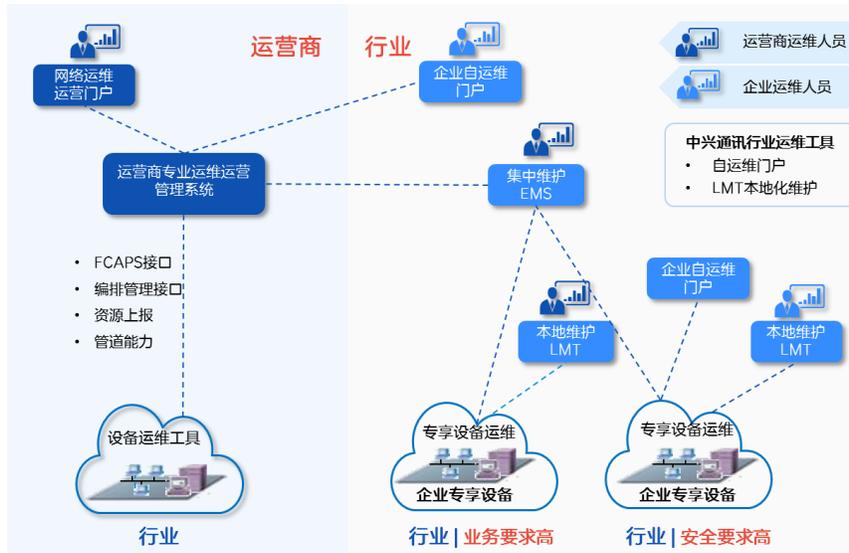


图 5-1 5G 专网“分场景”运维架构

i5GC 运维系统面向企业运维全生命周期过程，包括专网设备即插即用，快速开通；全方位告警、指标监控、故障智能定位、网络优化、版本升级等；以及面向企业的自服务、自运维能力，实现对网络侧、业务侧、用户侧的企业专网运维能力。

5.1 即插即用

为满足极速开通要求，i5GC 开通流程遵循通用数据标准化预配置，个性化数据远程一键改配，支撑行业专用即插即用、快速部署，缩短 i5GC 站点上线周期。



图 5-2 即插即用，实现 5G 专网一站式开通和运维

1. **标准化预安装:** i5GC 设备在出厂前, 自动化完成标准化 i5GC 运行环境、软件的自动化安装, 标准化预配置通用数据;
2. **一键配置:** 预装 i5GC 设备支持在边缘节点自动接入设备网管域, 网管域依据现场的具体环境自动化设计 i5GC 设备的配置脚本, 并通过 EMS 一点配置个性化局数据;
3. **自动化测试:** EMS 提供自动化测试工具, 封装 i5GC 测试用例、测试工具, 运维人员依据不同场景选用测试用例, 自动化实现 i5GC 业务端到端测试。

5.2 面向 5G 专网的专业设备运维

i5GC 维护功能主要面向运营商/集成商或企业专网网络维护者, 需要基本的网元维护功能。在部分应用场景下, 网元设备并未有功能齐套的 EMS 产品, 此时要求一套本地运维管理 LMT 系统能够管理网元的基本能力。无论是集中运维 EMS 或本地运维 LMT, 其主要特点均需要轻量化、简易性强, 能够满足网元设备的本地开通配置、指标监测、告警监测、故障排查等日常运维能力, 其系统的主要功能包括:

- ➔ **告警管理:** 专网 i5GC 网元的异常监控, 包括硬件层、虚拟层、应用层等, 同时上报到本地维护终端统一展示并存储, 按条件对历史告警进行查询检索, 用以排查问题;
- ➔ **性能监控:** i5GC 基本统计指标及关键 KPI 指标的周期性统计及实时监控, 实时监控粒度可达秒级, 实时快速展示 i5GC 中硬件层、资源层、应用层等各层性能状况, 及时发现问题, 及时提醒传递维护人员关注问题的隐患及处理;
- ➔ **配置管理:** 对 i5GC 中各逻辑网元完成地址、端口、链路等业务信息的配置, 使得 i5GC 网元业务激活可用;
- ➔ **信令跟踪:** 跟踪 i5GC 设备中各逻辑网元、业务端口的信令信息, 并呈现信令序列;
- ➔ **日志管理:** 采集 i5GC 设备中硬件层、虚拟化层、业务层等各个层次业务运行日志、系统操作日志、安全日志等, 此记录日志可用于分析系统对其进行综合分析定位, 排查故障;
- ➔ **安全管理:** 对负责 i5GC 设备运维的人员分配相关合适的权限, 满足不同角色人员在不同场景下的维护要求。

5.3 面向客户业务的自运维门户

i5GC 的管理除了运营商外，企业也需要参与其中，通过双方协作更好的完成网络运维。运营商侧重部署、深度维护等技术要求较高的操作；企业侧重管理自身的应用及终端，以及主要的监控网络状况，对运维人员技能要求一般。自维护服务门户作为企业运维系统，可以支撑企业高效运维，管理好企业终端以及企业 APP，并对网络进行协助运维。

自运维门户提供覆盖终端设备，网络管道，企业应用多个层面的运维，并提供全面的网络监控和智能的定位分析，帮助用户精确掌握网络业务质量情况，快速排除网络故障，保障业务稳定运行。



图 5-3 自运维门户

- ➔ 监控终端设备的运行状态，设备流量，设备链路质量等；
 - ➔ 监控网络管道的资源情况及状态，如无线信道时延，传输速率，API 调用情况等；
 - ➔ 监控企业自身应用的各项指标，如网络性能，用户的安全日志，业务 QoS 指标等。
- 区别于运营商的运维系统，企业自维护门户更加简化和灵活，大幅减轻企业运维压力。

- ➔ 功能简化：仅提供网络性能，资源监控，告警处理等基础功能，不包含复杂网络操作如网元实例化，业务配置等，减轻企业用户运维压力；
- ➔ 界面简化：支持用户自定义大屏指标，如仅展示 TOP N 项指标，或仅呈现企业用户关心的业务 SLA。

6 行业实践

6.1 i5GC 使能智慧医疗更高效

随着 5G、IoT、AI、MEC、大数据等技术的快速发展和推动，医疗和健康领域也正在由信息化逐步向智慧化转型。5G 网络所具备的高速率、大带宽、低时延、高可靠性等特点，将成为推动医疗健康领域应用场景升级的重要技术手段。为进一步提升患者就诊体验服务和医务人员工作效率，江苏某医院联合本地运营商、中兴通讯启动 5G+智慧医疗的应用探索，本项目在院区独立部署 i5GC (1+1 互备容灾)，为院区构建一张高可靠 5G 独立专网。

截止目前，院线已实现两类业务优先上线：移动查房办公优化，解决传统 wifi 只能查看医嘱病例等文字内容，传输影像图片卡顿严重、网络安全性差等问题，通过 5G 专网网络覆盖，满足各科室对影像的大带宽需求；集约化移动示教和 ICU 探视，利用 5G 高带宽、低时延等特性，实现集约式共享远程示教，提升医疗协作效率等。

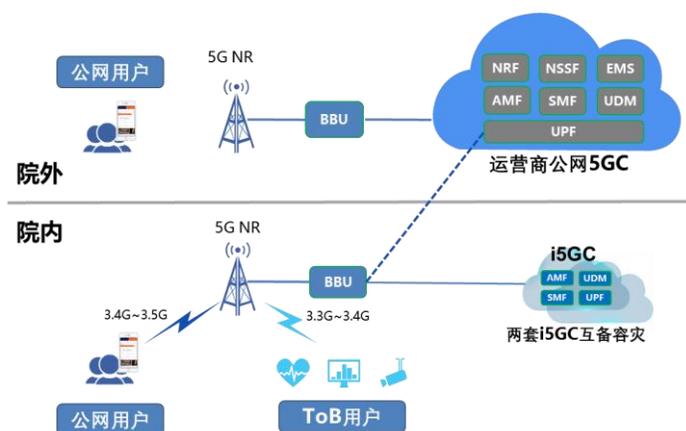


图 6-1 智慧医疗 5G 专网架构

该项目具备以下创新优势：

- 1) 行业专用 i5GC，与公网 5GC 对比，具备轻量化、小型化、可定制等特点，机房适配性更强、能耗低，降低投资成本；

- 2) 根据医疗专网高可靠传输特性，部署两套 i5GC 组 Pool 实现地理容灾，设备间负荷分担，为医疗业务带来电信级可靠性；
- 3) 提供自服务门户，包含状态网络运行指标监控、告警上报、KPI 指标查看、日常维护等，根据业务情况实时调整和优化，企业可自主运维或由运营商代维；

依托 5G 专网，后续会探索和部署更多医疗应用场景，例如 5G 远程急救、5G 远程会诊等，实现整个院区的远程化、移动化、信息化快速升级改造，打造更高效、更安全、更智能的医疗服务体系，以 5G 新基建加速智慧医疗发展进入新阶段。

6.2 i5GC+专网语音加速智慧矿山数字化

在传统工业领域，矿山具有举足轻重的地位。随着国家绿色矿山政策的逐步推进，借助于 5G、自动化、信息化等技术，矿业开采逐渐向智能化演进。基于此，中兴通讯联合运营商、山西某矿山联合打造 5G 智慧矿山，通过在矿区部署 5G 专网使能矿山数字化、少人化、无人化转型，提升企业安全生产、降低生产成本，提升经济效率。

- 1) 该项目在矿区井上部署 5G 专网，两套 5GC 组 POOL 互为容灾，为矿山提供高可靠通信。满足矿区复杂工作环境下，大量环境监控和设备监控对网络的高带宽、低时延能力需求，使能矿山人、机、物全面互联，截止当前已落地如下应用：智能采煤、智能巡检、无人矿卡等。
- 2) 基于 UPF 本地部署，业务矿区内分流和卸载，为矿井辅助运输或无人矿卡提供低时延移动基础通信网络，通过实测，端到端时延小于 20ms，可靠性达到 99.999%及以上。通过精准井下定位，辅以高清摄像头返回实时图像，让调度员准确掌握井下实时路况，实现对井下运输系统的定位、通信、管控、调度、导航。
- 3) 在 5G 专网之上叠加部署轻量化 IMS 系统，与现网中矿井语音调度系统对接，满足矿山应用语音通话的普适需求，比如应急广播、指挥调度、对讲通话等。

该矿山在实现车辆人员定位、作业信息采集、机械装置自动控制的同时，再辅助以智能识别、机器学习、AI 等先进技术，将矿山业务中依靠“人治”的地方进行智能化自动管理，依托 i5GC

独立专网，实施高清视频监控、无人矿卡、智能采掘、5G 智能机器人巡检等创新应用，实现矿山所有人员、设备全部联网，将矿山建成一体化的智能系统。

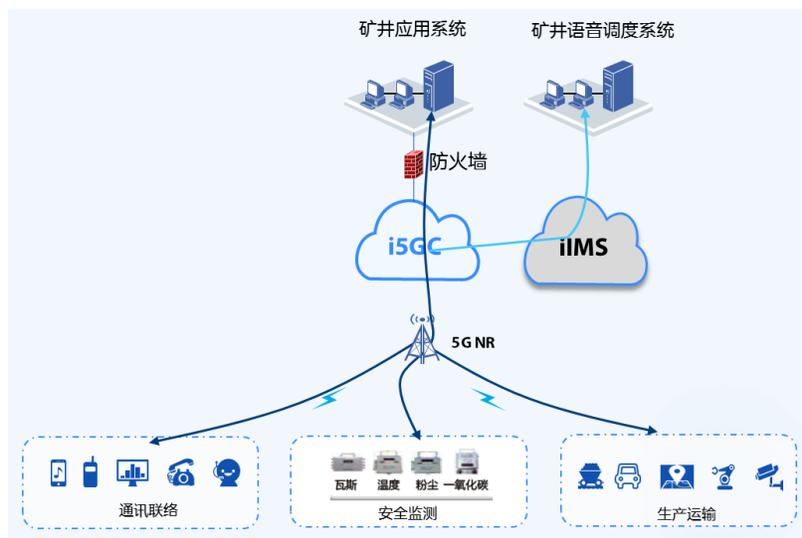


图 6-2 山西某矿山 5G 专网架构

6.3 iCube 助力打造智慧制造标杆

随着“中国制造 2025”国家战略的不断推进，制造业逐渐向信息化、数字化、智能化转型升级。三一重工作为中国智能制造首批试点示范企业，把数字化转型作为企业的重要发展战略，该项目对联接、算力及应用的快速集成提出更高要求，迫切需要一种全集成、按需加载、整体交付的一站式方案。

中兴通讯联合北京移动基于 iCube 行业云网一体解决方案帮助三一重工构建新型云网，业界首次实现云、网、业、维一体化部署，精准匹配工业园区业务场景，按需加载数字采集、机器视觉、数字孪生、天车远控、云化 AGV 以及融合定位等行业创新应用，促进工厂车间提质增效，推动 5G+工业互联网应用的融合创新。

该方案在以下四个维度实现创新：

- 1) **连接维度**：园区内 BBU、i5GC、OLT、MEP 等按需搭配、灵活组合，提供无线、有线等泛在接入能力；

- 2) **算力维度：**采用高密服务器，提供异构硬件、统一云底座以及灵活多样的应用组件；
- 3) **运维维度：**基于 ToBeEasy 实现无线、有线、核心网设备的统一管理，灵活提供本地设备运维以及面向客户业务的自服务门户；
- 4) **生态维度：**在连接和算力构筑的极致云网根基上，集成 AGV、机器视觉、调度和管理系统、AR/VR 等行业应用，使能 ICT 融合创新，打造智慧制造数智化转型标杆。

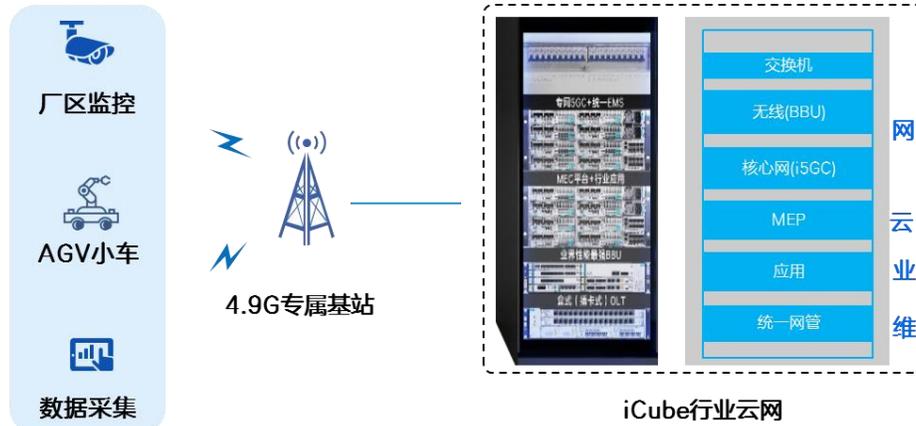


图 6-3 三一重工 5G iCube 行业云网一体架构图

依托 5G 行业云网，进一步深化 5G 与园区生产融合，持续推动 5G+工业互联网创新应用场景落地，赋予制造业自动化、数字化、智能化新能力，打造 5G 智能制造应用样板。



7 总结

中兴通讯为行业提供化繁为简、量身定制的专网解决方案，5G 行业专用核心网以其高性价比和快速部署的能力加速 5G 在各行各业的落地，推动社会经济整体效能的提升。随着与各行各业的合作和创新的深入，5G 的潜能与价值正不断释放。作为数字经济中重要的一环，5G 能为行业提供优质、高效的基础能力服务。

截止目前，中兴通讯已与超过 500 家合作伙伴，在工业、交通、能源、媒体、医疗等 15 个重点行业展开 5G 应用探索，形成近百个 5G 创新应用场景。

中兴通讯在数字化经济的浪潮中，把自身定位为数字经济的筑路者，为产业提供产品和技术，我们坚持“共生赋能，全新开放”，与产业合作伙伴一起，用 5G 重新定义行业，共赢数字经济未来！



5G 先锋

ZTE Corporation. All rights reserved.

版权所有 中兴通讯股份有限公司 保留所有权利

版权声明:

本文档著作权由中兴通讯股份有限公司享有。文中涉及中兴通讯股份有限公司的专有信息，未经中兴通讯股份有限公司书面许可，任何单位和个人不得使用 and 泄露该文档以及该文档包含的任何图片、表格、数据及其他信息。

本文档中的信息随着中兴通讯股份有限公司产品和技术的进步将不断更新，中兴通讯股份有限公司不再通知此类信息的更新。