

# AISWare 5G Agile Network

## 亚信科技5G行业专网产品白皮书

---

AISWare 5G Agile Network是亚信科技倾力打造的5G行业专网解决方案，目标是满足5G时代行业客户对于网络的差异化需求，保障更低的时延、更高的可靠性、更强的数据安全性、更便捷的网络运营和管理能力。基于亚信科技轻量化5G核心网、灵活可定制的边缘能力、一站式的专网运营管理系统以及丰富的IT系统建设经验，为运营商和行业客户提供了全栈式端到端的5G专网解决方案及服务，以敏捷的网络支撑敏捷的应用，助力行业数字化转型！

# 声明

任何情况下，与本软件产品及其衍生产品、以及与之相关的全部文件（包括本文件及其任何附件中的全部信息）相关的全部知识产权（包括但不限于著作权、商标和专利）以及技术秘密皆属于亚信科技（中国）有限公司（“亚信”）。

本文件中的信息是保密的，且仅供用户指定的接收人内部使用。未经亚信事先书面同意本文件的任何用户不得对本软件产品和本文件中的信息向任何第三方（包括但不限于用户指定接收人以外的管理人员、员工和关联公司）进行开发、升级、编译、反向编译、集成、销售、披露、出借、许可、转让、出售分发、传播或进行与本软件产品和本文件相关的任何其他处置，也不得使该等第三方以任何形式使用本软件产品和本文件中的信息。

未经亚信事先书面允许，不得为目的、以任何形式或任何方式对本文件进行复制、修改或分发。本文件的任何用户不得更改、移除或损害本任何文件所使用的任何商标。

本文件按“原样”提供，就本文件的正确性、准确性、可靠性或其他方面，亚信并不保证本文件的使用或使用后果。本文件中的全部信息皆可能在没有任何通知的情形下被进一步修改，亚信对本文件中可能出现的任何错误或不准确之处不承担任何责任。

在任何情况下，亚信均不对任何因使用本软件产品和本文件中的信息而引起的任何直接损失、间接损失、附带损失、特别损失或惩罚性损害赔偿（包括但不限于获得替代商品或服务、丧失使用权、数据或利润、业务中断），责任或侵权（包括过失或其他侵权）承担任何责任，即使亚信事先获知上述损失可能发生。

亚信产品可能加载第三方软件。详情请见第三方软件文件中的版权声明。

## 亚信科技控股有限公司（股票代码：01675.HK）

亚信科技创立于1993年，依托产品、服务、运营和集成能力，为电信运营商及其它大型企业客户提供业务转型及数字化的软件产品及相关服务，致力于成为大型企业数字化转型的赋能者。

根据弗若斯特沙利文的资料，我们是中国电信行业最大的电信软件产品及相关服务供应商，按2017年收益计，我们的市场份额为25.3%。根据同一资料来源，我们也是中国电信行业最大的BSS软件产品及相关服务供应商，按2017年收益计，我们的市场份额为50.0%。我们是中国第一代电信软件的供应商，从20世纪90年代开始与中国移动、中国联通和中国电信长期合作，支撑全国超过十亿用户。与电信运营商的长期合作关系让我们对电信运营商的IT及网络环境以及业务运营需求有了深度理解，使我们能够开发出拥有500多种任务关键型电信级软件的丰富的产品组合（软件产品主要面向电信运营商，对其业务运营至关重要），包括客户关系管理、计费账务、大数据、物联网及网络智能化产品。截至2018年12月31日，我们有214家电信运营商客户，包括中国移动、中国联通和中国电信的总部、省级公司、地市级公司、专业化公司和合营企业。

我们也正在积极拓展在中国非电信企业软件产品及相关服务市场的市场份额。凭借我们在电信软件产品及相关服务市场丰富的行业知识及专长及稳固的领导地位以及全方位、高度专业化的电信级产品图谱，我们相信我们也已经就解决各类企业，尤其是大型企业在业务转型与数字化方面与电信运营商相类似的、最为根本的需求占据了有利地位。截至2018年12月31日，我们有38家广电、邮政及金融、电网、汽车等行业的大型企业客户。通过资源、管理、专业知识及技术专长的共享，我们能够同时服务电信和非电信企业市场，凭借协同效应赢取新业务并保持竞争优势。

## 部分企业荣誉资质

ISO 9001质量管理体系认证	国家规划布局内重点软件企业
ISO 20000IT服务管理体系认证	2018年中国软件业务收入前百家企业前20强
信息系统集成及服务资质（一级）	2018年中国电子信息行业社会贡献500强
CMMI 5级（能力成熟度模型集成5级）认证	2018年中国电子信息研发创新能力50强企业

## 目录

一. 摘要 .....	5
二. 缩略语与术语解释 .....	6
三. 产品概述 .....	7
3.1 趋势与挑战 .....	7
3.2 5G行业专网建设模式 .....	7
3.3 产品与定位 .....	8
四. 技术介绍 .....	9
4.1 亚信科技AISWare 5G Agile Network .....	9
4.1.1 轻量化5GC .....	11
4.1.2 多接入边缘计算平台MEC .....	14
4.1.3 行业专网运营平台 .....	16
4.2 关键技术 .....	17
4.2.1 云原生技术 .....	17
4.2.2 转发加速技术 .....	17
4.2.3 开放N4接口 .....	18
五. 功能介绍 .....	19
5.1 基础功能 .....	19
5.2 特色功能 .....	21
5.2.1 网络切片能力 .....	21
5.2.2 灵活的边缘注智应用 .....	23
5.2.3 SLA行业专网专业保障 .....	24

5.2.4	终端感知智能拨测分析.....	25
5.2.5	5G专网运营平台.....	26
六.	带给客户的价值.....	28
七.	产品形态.....	29
八.	产品优势.....	30
九.	产品规格.....	31
9.1	虚拟专网场景.....	31
9.2	混合专网场景.....	32
9.3	独立专网场景.....	33
十.	应用场景.....	35
10.1	智慧港口.....	35
10.2	智慧钢铁.....	38
10.3	智慧核电.....	41
十一.	引用文件.....	49
十二.	联系我们.....	50



## 一. 摘要

5G网络从设计之初就被考虑满足包括最终消费者、垂直行业等尽可能多样的客户群和应用场景。随着行业数字化变革席卷全球，包括制造业、交通、能源、医疗卫生、媒体、金融等在内的各行各业都在积极探索其数字化转型之路，在数据采集、数据传输、数据应用三个方面寻求新技术的突破。当前蜂窝移动通信技术演进到5G时代，网络带宽、时延及可靠性、连接密度等技术能力均大幅提升，5G将有效使能行业数字化建设。

在行业5G网络建设及运营方面，行业企业希望利用本身的站址、网络传输等资源结合行业特定需求构建自己独享的5G网络，在保证网络可管可控的前提下，进一步提升网络的可靠性和安全性。

本白皮书将从5G专网建设的模式、客户需求、产品概述、网络架构设计、支撑软件功能、产品优势和行业应用案例等方面阐述亚信科技的5G行业专网产品。

## 二. 缩略语与术语解释

缩略语或术语	英文全称	解释
5GC	5G Core Network	5G核心网
MEC	Multi-access Edge Computing	多接入边缘计算平台
5G ANOP	5G Agile Network Operation Platform	5G专网运营平台
AMF	Access and Mobility management Function	接入及移动性管理功能
SMF	Session Management Function	会话管理功能
UPF	User Plane Function	用户面功能
UDM	Unified Data Management	统一数据管理功能
NSSF	Network Slice Selection Function	网络切片选择功能
N3IWF	Non-3GPP InterWorking Function	非3GPP互通功能
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
SSC	Session and Service Continuity	会话和服务连续性
NFV	Network Functions Virtualisation	网络功能虚拟化
NSSAI	Network Slice Selection Assistance Information	网络切片选择辅助信息
SLA	Service-Level Agreement	服务等级协议
CEM	Customer Experience Management	用户体验管理
SPV	Single Point Vulnerability	关键敏感设备

## 三.产品概述

AISWare 5G Agile Network是亚信科技倾力打造的行业专网产品集，包含5G核心网、MEC边缘计算平台和专网运营平台三大自主研发的软硬件产品，是囊括了5G专有网络规划、设计、建设、运营、运维等能力为一体的端到端解决方案。

### 3.1. 趋势与挑战

2/3/4G时代移动专网主要应用于铁路、公共安全、军用网络等场景。但由于网络能力相对有限，网络设备成本居高不下等原因，传统专网存在建设周期长、灵活性差、时延大、带宽低、网元设备运维门槛高等问题。导致传统专网难以满足行业客户需求，市场规模相对较小。

而5G网络从设计之初就考虑了垂直行业的多样需求，并提供了切片、边缘计算及核心网下沉等技术，5G专网可满足高速率、大容量、低时延以及组网灵活和数据本地化等一系列要求，必将成为垂直行业数字化转型最为有力的基础设施能力。

### 3.2. 5G行业专网建设模式

5G行业专网包括虚拟专网、混合专网、独立专网三种建设模式<sup>[1]</sup>。

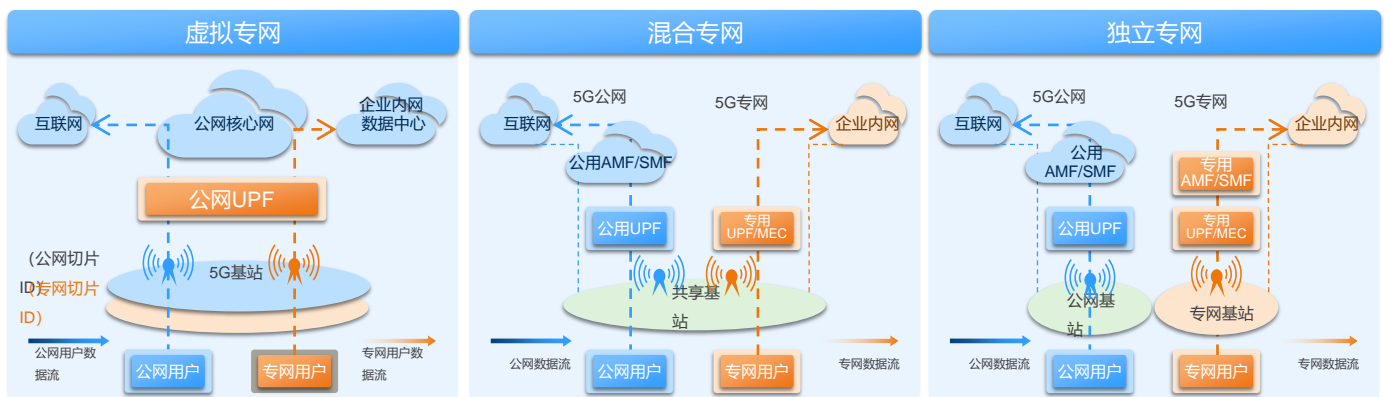


图1 5G行业专网建设模式



[返回目录](#)

	虚拟专网	混合专网	独立专网
运营商提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 公网无线、承载和核心网</li> <li>· 公网切片</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 公网无线、承载和核心网</li> <li>· 公网切片</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 不提供网络基础设施，需释放专网无线频段</li> </ul>
企业专享	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 切片</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 专用UPF/MEC</li> <li>· 切片</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 专用UPF/MEC</li> <li>· 专用5GC控制面网元</li> <li>· 专用无线和承载网络</li> </ul>
建设模式说明	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 虚拟专网以现有5G公网为基础，以切片方式实现专网用户的业务承载；</li> <li>· 虚拟专网与公网共享公用UPF网元；</li> <li>· 结合客户需求，专网可以通过现有虚拟专网连接至企业内部的数据中心。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 混合专网以5G公网的核心网控制面及无线接入为基础，承载专网业务；</li> <li>· 混合专网支持用户面数据私有化，混合专网UPF和MEC设备可建设在园区内。</li> <li>· 混合专网以切片标识对用户进行接入鉴权。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 独立专网与运营商5G公网完全隔离；</li> <li>· 独立专网采用轻量化的独立核心网，结合UPF及无线基站实现专网独立组网；</li> <li>· 专用基站保证覆盖无死角，专用UPF/MEC保障专网数据下沉，保障网络独立性。</li> </ul>

表1 建设模式说明

### 3.3. 亚信科技5G行业专网产品定位

AISWare 5G Agile Network是一套能够满足垂直行业5G专网需求的产品集，它提供了轻量化的5G核心网、边缘计算平台以及专网运营运维一体化软件，能够支撑用户以最小的代价建设并运营一张属于自己的5G网络，承载丰富多彩的数字化应用。

命名为Agile Network，蕴含着部署轻量、敏捷弹性、灵活定制的寓意，期望能够将5G网络能力灵活提供给行业客户，无形的融入企业的数字化能力体系之中。

## 四. 技术介绍

### 4.1. 亚信科技AISWare 5G Agile Network

亚信5G行业专网产品集包括：

- AISWare Agile Core（轻量化5G核心网）
- AISWare MEC（多接入边缘计算平台）
- AISWare ANOP（行业专网运营平台）

亚信5G行业专网产品总体架构如下图所示：

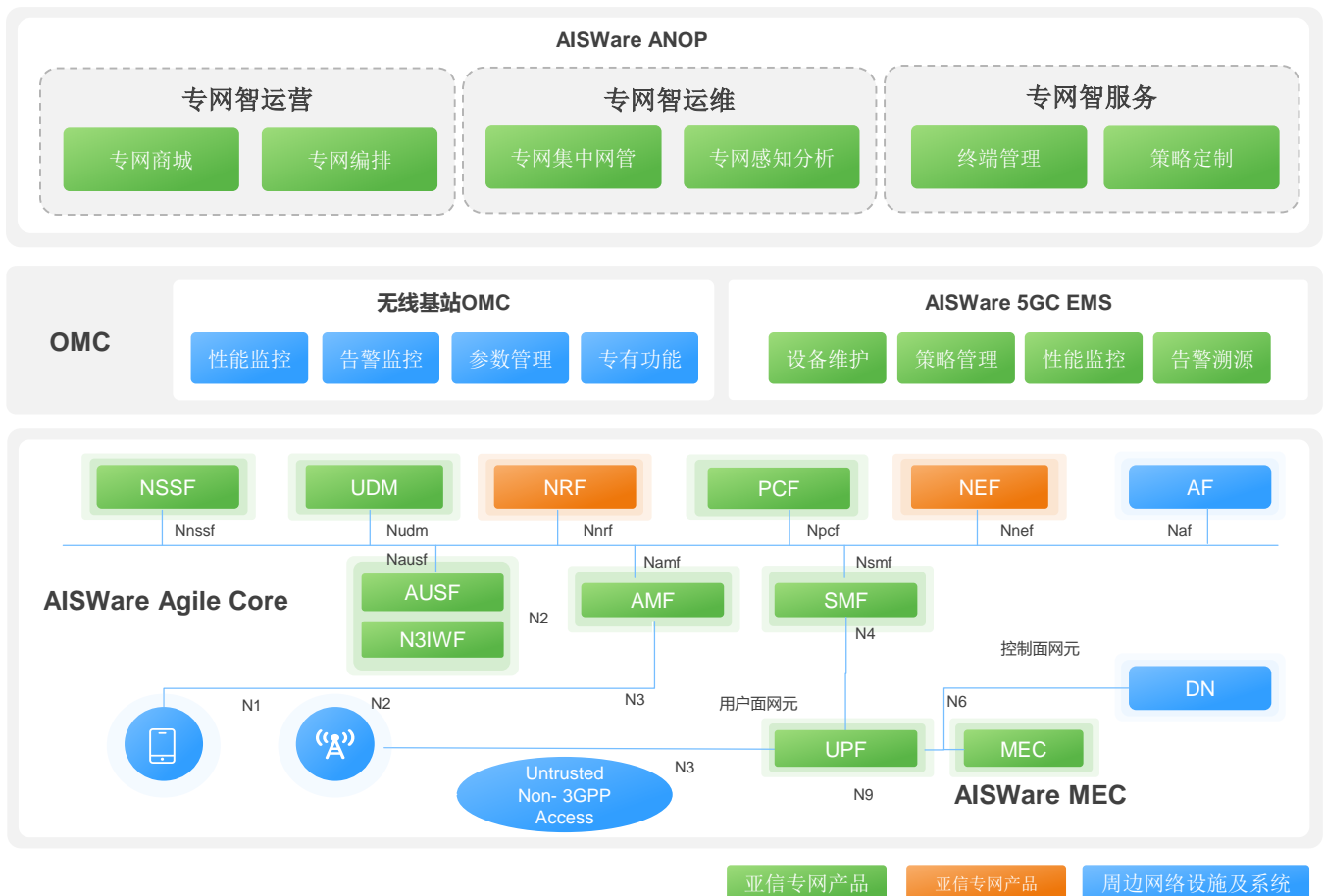


图2 5G行业产品总体架构

[返回目录](#)

- **AISWare Agile Core**

实现轻量化5GC，包含符合开放N4接口标准的OpenUPF、必备的控制面网元以及网元管理EMS，满足行业客户对于混合专网、独立专网的核心网需求。

- **AISWare MEC**

实现边缘计算平台，提供IaaS、PaaS资源提供能力，提供MEP能力，实现边缘应用和服务的管理和网络能力的开放。

- **AISWare ANOP**

实现专网产品的运营、运维和能力开放，包括产品订购、定单管理、计量计费、自服务自运营、切片管理、终端感知，网络智能监控和运维、SLA智能监控和分析，面向垂直行业的能力开放等功能。

### 4.1.1 轻量化5GC

亚信科技提供全套轻量化5GC网元，包括AMF/SMF/UDM/AUSF/NSSF/PCF/N3IWF，以及符合开放N4口标准的UPF网元。我们在3GPP的基础上对核心网做了减法和加法，保证提供给垂直行业客户的是一整套功能够用、性能稳定、部署便捷、按需定制的轻量化核心网。

- 网元精简与合并

3GPP中定义了大量的核心网网元，能够满足不同场景组网的需要，但面向行业专网应用时，太多的网元会导致资源占用增加、部署困难等问题，我们对网元进行了精简与合并，提供最简集合。

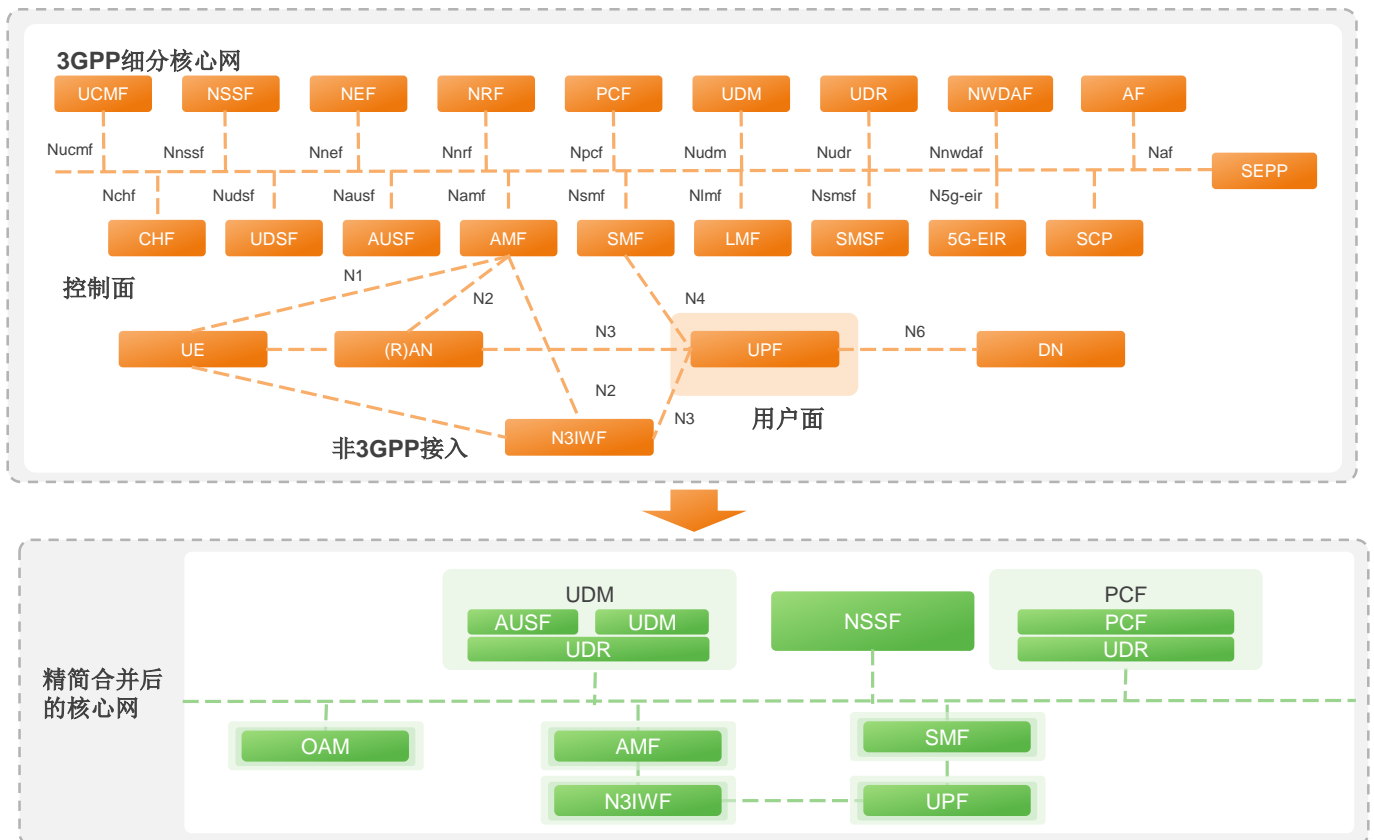


图3 核心网精简合并

[返回目录](#)

- 功能裁剪与定制

行业专网内的网元功能要求相对简单且某些性能要求不高，故针对网元我们还进行了功能的精简。以 UPF 为例：垂直行业需要一个定制化、低成本、轻量级的UPF，而当前为运营商大网设计的UPF相对厚重，研发成本高，价格高昂，不利于5G在垂直行业的拓展，我们精简掉了对于行业不必要的功能，诸如内容计费、IMS接入等，来给UPF瘦身。

在对网元及其功能进行裁剪后，不同垂直行业还有其个性化应用需求，我们支持一些必要的定制化网元功能(公众移动网络不常用的功能)，诸如帧路由、非3GPP接入（WIFI等通过N3IWF接入）等。

• 网元列表及功能

亚信轻量化 5GC网元	对应3GPP网元	功能描述
AMF	AMF	实现UE（User Equipment，用户终端）的注册、连接、访问验证授权、移动性和可达性管理，在UE和SMF之间提供SM（Session Management，会话管理）消息的传输。
SMF	SMF	实现与分离的数据面交互，根据自身配置或与PCF交互来制定策略和流模板，为会话选择和控制在UPF和SSC模式，管理会话的建立、更新和释放以及维护PDU会话状态、群组管理、控制和协调UPF的计费数据收集和流量控制等。负责UE的IP分配管理，具备DHCP、ARP代理或IPv6邻居请求代理功能。
UPF	UPF	响应SMF请求，作为移动基础设施RAN和DN之间的互连点、PDU会话锚点，负责完成用户平面上GTP-U协议的封装和解封装、分组路由和转发、数据包检查、QoS流映射等网络用户面的处理。完成用户平面部分策略规则实施，例如门控、重定向和流量转向。为计费以及合法拦截提供用户流量收集接口以及流量使用报告。
UDM	AUSF&UDM&UDR	存储和管理用户数据和配置文件。UDM内置UDR功能、AUSF功能，实现3GPP和非3GPP的UE的接入认证等功能。
PCF	PCF&UDR	实现用户的策略管理和实施，包括会话的策略、移动性策略等。PCF内置了UDR功能。
NSSF	NSSF	负责根据入网UE提供的NSSAI或S-NSSAI判断应该为UE提供哪个网络切片服务，进而决定由哪个AMF为该UE提供接入服务。
N3IWF	N3IWF	实现将不可信的非3GPP接入网（如Wi-Fi）接入到5G核心网。UE与N3IWF建立一个IPsec隧道，N3IWF分别通过N2接口和N3接口接入5G核心网的控制面和用户面。
OAM（EMS）	OAM	提供网元管理功能，针对亚信轻量化5GC网元，提供配置管理、资源管理、性能管理和告警管理。

表2 网元列表



## 4.1.2 多接入边缘计算平台MEC

亚信科技提供边缘MEC解决方案和产品，可以以全软件的方式提供，也可以以MEC一体机方式提供，内部集成边缘IaaS、PaaS、MEP、UPF、交换模块，提供更小的空间占用以及更方便的网络接入能力。借助亚信自研的边缘IoT网关和边缘AI一体机，可以便捷的将AI能力和物联网接入能力融入整体解决方案中。

### • MEC能力架构

在通用计算、存储、网络和加速硬件基础之上，亚信以轻量化的OpenStack提供虚拟机资源能力，满足基于IaaS架构NFV应用的需求。同时，OpenStack (Ironic) 还提供裸金属管理能力，为数据库、中间件、大数据架构应用提供无性能损耗的裸金属服务器。整个OpenStack层为可选架构，如无相关应用支撑需求，可以不进行部署，以节省资源。

亚信MEC提供PaaS层软件（基于K8S或K3S），在实现云原生应用支撑和管理的同时，还提供轻量化的PaaS管理能力，如服务网关、软件资产管理、监控采集、物联网网关等。

MEP（MEC platform）提供MEC应用管理，服务管理以及流量规则的管理下发、DNS规则配置等，作为核心的能力平台，MEP还提供基础服务的提供，如无线网络信息服务、带宽管理、流量引导、UE标识服务和位置服务等。

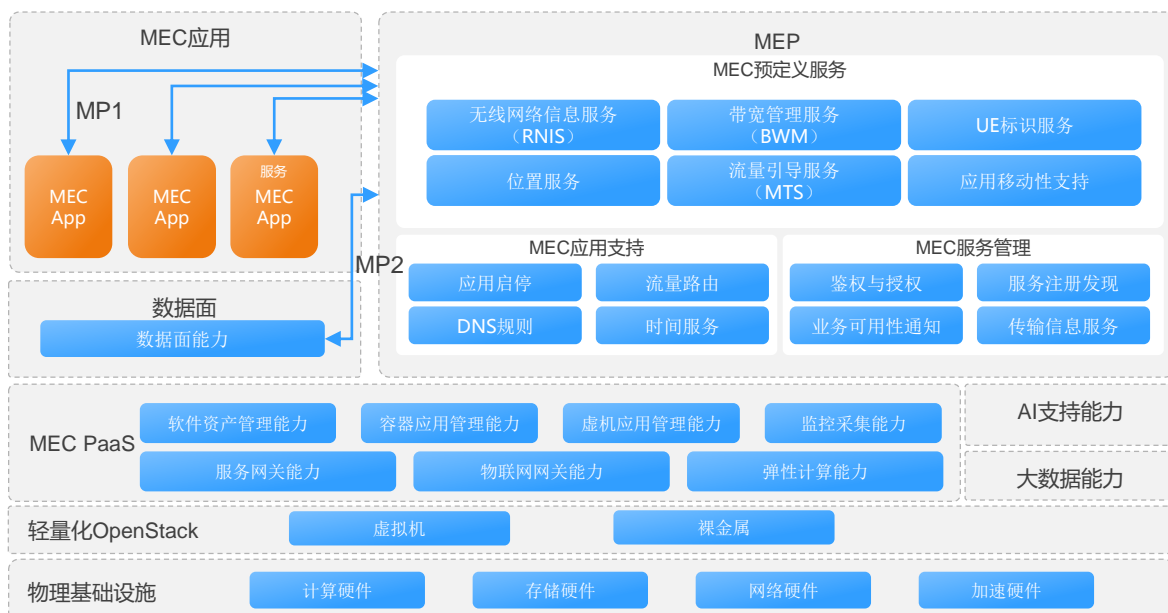


图4 亚信MEC架构

[返回目录](#)

- **边缘MEC一体机**

为了提高边缘网络及服务的集成能力，简化边缘基础设施的部署难度，亚信提供边缘MEC一体机，将边缘UPF、MEC、交换模块，以及BBU模块和承载接入模块集中在满足OTII标准的一体机柜当中，实现开箱即用。



图5 边缘MEC一体机

### 4.1.3 行业专网运营平台

亚信科技在提供专网网络能力的基础上，提供行业专网运营平台解决方案，为运营商提供各类场景专网集中运维、运营支撑，同时能够给企业客户提供网络自服务能力，解决企业网络监控、终端策略管理等专网应用目标。基于AI人工智能的专网运营产品，为行业客户打造保姆式专网的运营服务，实现专网的智运营、智运维、智服务的专网应用体系。

**专网智能运营**提供一体化运营服务，通过定制化的流程设计、业务编排、开通能力注智以及场景融通的流程为行业客户提供定制化、自主式、可视化的运营系统，实现5G切片、边缘计算、AI、大数据、位置服务、风险防控等能力的快速融合。

**专网智能运维**为垂直行业专网提供网络全生命周期的智能化运维保障能力，基于亚信科技通信人工智能平台和智能运维平台，聚焦智能故障定位、智能异常检测、智能预测等运维场景和需求，提供网络业务智能运维能力，从而提升运维效率、保障运行质量、降低运营成本。

**专网智能服务**助力运营商进行垂直行业客户专网拓展，服务千行百业的数字化转型。基于运营商的通用网络服务能力，亚信科技专网运营平台构建交易中心、数据共享中心、AI中心、网络运维中心、用户感知中心、数字孪生中心，为行业客户打造定制化的管家式专网服务。



图6 行业专网运营平台

## 4.2 关键技术

### 4.2.1 云原生技术

亚信5GC产品基于云原生技术打造，在Kubernetes平台之上，利用容器化和微服务技术，让5G网元拥有更轻便的弹性能力，更好的安全性以及更低的性能损耗。通过增强Kubernetes基础架构，同时合理设计微服务集群，不但满足了5G核心网对于网络复杂性和高性能的要求，还为5GC提供了更强的高可用能力和平台适应性，无论是在MEC中，私有云平台中，还是一体机中，都能快速的进行高可用部署。基于良好的IT架构，亚信5GC网元拥有更好的可视可管特性，并极大的降低了运维成本。

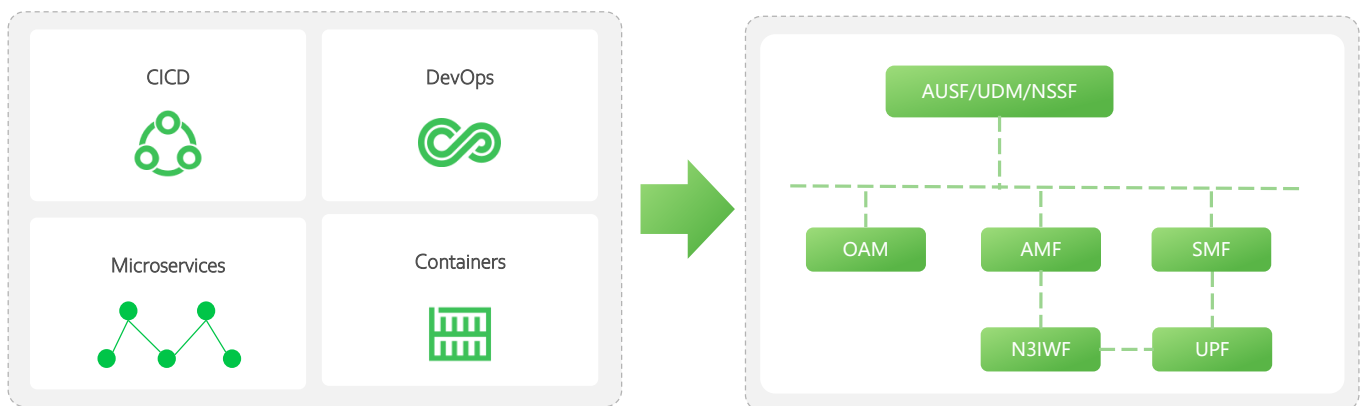


图7 云原生技术

### 4.2.2 转发加速技术

考虑到产品部署灵活性及成本因素，亚信5GC产品基于通用X86服务器硬件来实现，配合电信级云原生软件，完成实时信令处理以及高效的用户面转发。

通过X86硬件实现超高的数据转发吞吐量，是业界在实现通信系统虚拟化和软件化一直在研究和不断突破的关键技术。亚信利用VPP（Vector Packet Processing）矢量包处理技术，结合DPDK（Data Plane Development Kit）用户态轮询驱动、环形缓冲区等加速技术，实现了非常优秀的转发能力。面向容器化的部署方式，亚信对加速技术进行了进一步的调优，保证了云原生架构下的高转发能力。



图8 转发加速技术

### 4.2.3 开放N4接口

5G核心网架构实现了彻底的C/U分离，将EPC的网关设备拆成了SMF和UPF，通过N4口相连。但是由于N4接口涉及的信令信元多、不同运营商策略规则差异大，导致厂家在实现接口时掺杂了很多私有内容，无法实现跨厂家解耦。当前3GPP标准对N4接口的定义存在多种可选实现，定义不完整，导致不同产品在协议实现上的差异。

这种不标准的接口形势在5G时代引发的问题尤其明显。云化的发展使得核心网的云更加集中，而面向多样的行业的UPF应该按照场景、需求来部署，而不应该被控制面的云化所绑定。

好在运营商已经意识到这个问题，并且已经发布了开放N4接口的解耦规范，亚信UPF完全支持解耦后的规范，能够与异厂家SMF进行对接。

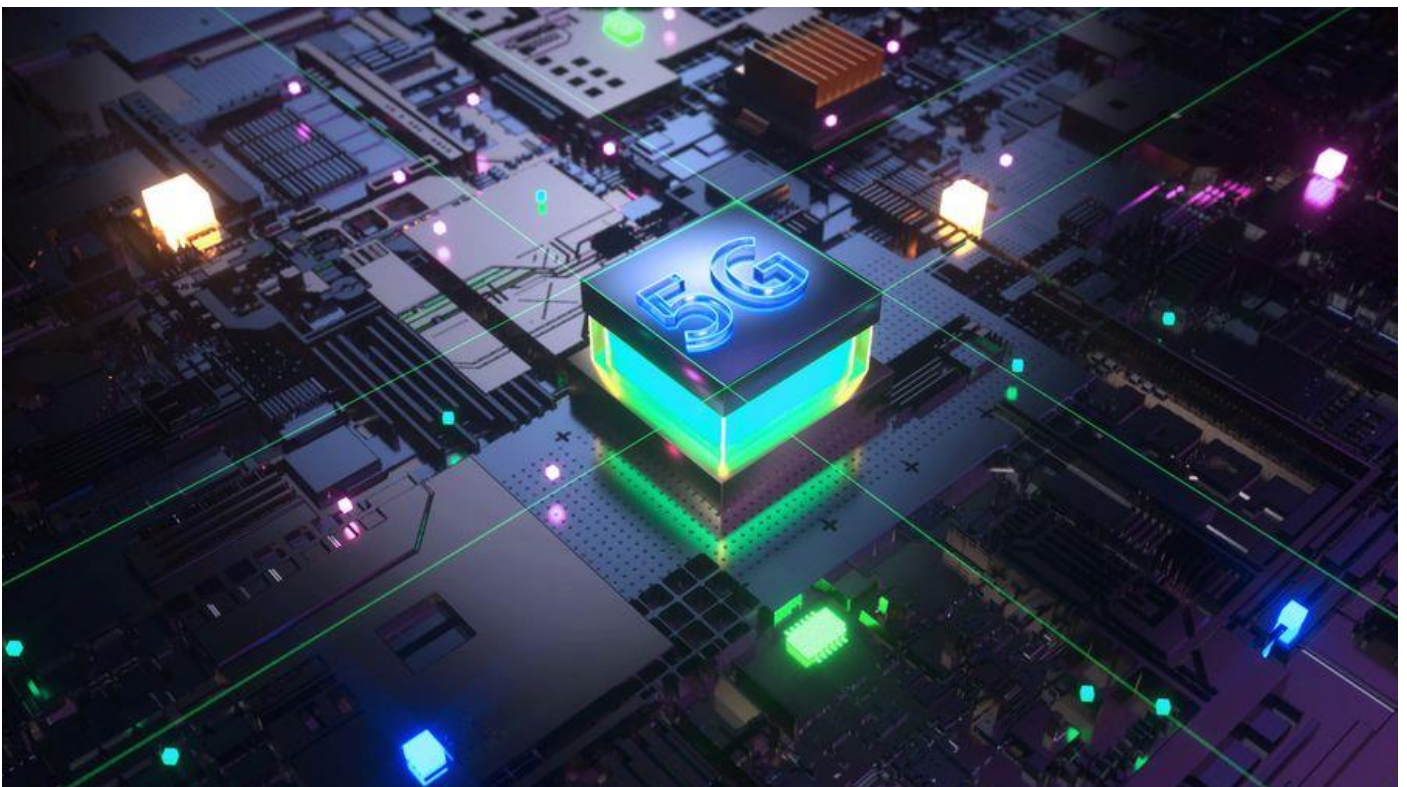


图9 开放N4接口



## 五.功能介绍

### 5.1. 基础功能

功能点	功能点描述
5G核心网基础能力	支持服务化架构及OAM数据配置。包含核心网服务的注册、去注册、发现、授权、更新，与EMS建立OAM链路，通过EMS下发网元配置，并将配置同步给各个业务处理模块。
UPF N4口支持	支持PFCP节点管理，偶联的建立、释放以及心跳检测，支持PFCP会话建立、更新和删除，支持会话信息的上报。
UPF N3口支持	支持GTP协议，实现与gNB N3口对接。
UPF数据转发	支持基本的数据转发功能，使用VPP+DPDK对转发进行加速。
UPF IP地址分配功能	支持IP地址分配功能，支持为UE分配IPV4地址以及IPV6地址前缀。
UPF DPI报文解析功能	支持深度报文解析功能，接收网管或PCF下发的解析规则，支持URL识别以及多种常用应用层协议的识别
UPF QoS控制	实现上下行流量限速、QoS门控以及QoS flow QoS控制。
MEC数据面功能	支持MEC数据面转发能力，支持转发规则设置和DNS规则设置。
MEC应用支持能力	支持对边缘应用进行管理，包括应用的启动和停止，负载均衡能力。
MEC服务支持能力	支持服务的注册和发现，服务的鉴权，服务的可用性通知。



[返回目录](#)

功能点	功能点描述
AMF用户注册、去注册	支持用户首次注册（使用SUCI、5G-GUTI）、移动注册和周期性注册。支持用户去注册，关机、隐式去注册。
AMF业务请求	支持终端发起的业务请求和网络侧下行数据触发的业务请求处理。
AMF SMF选择	根据当前的上下文信息，选择合适的UPF（基础场景）。
SMF会话建立、修改、释放	支持UE发起的IPV4会话建立和IPV6会话建立、改变、释放。
SMF UPF选择	根据当前的上下文信息，选择合适的UPF（基础场景）。
SMF IP地址分配功能	支持IP地址分配功能，支持为UE分配IPV4地址以及IPV6地址前缀。
AUSF/UDM鉴权参数管理	支持SIM开户及鉴权参数管理功能，可以为AMF按需提供鉴权参数。
AUSF/UDM用户数据管理	支持用户开户数据、签约数据的管理，并可以在用户注册的过程中将签约数据按需下发到AMF或SMF。
AUSF/UDM位置更新和purge	支持在用户服务AMF/SMF变更时，更新相关位置信息，支持在用户长期不活动时purge用户位置。
5G专网性能管理	5G专网性能数据管理，性能监控，异常诊断，支撑专网智能运维场景。
5G专网资源管理	5G专网资源数据管理、拓扑管理、资源状态管理。
5G专网告警管理	5G专网告警数据管理、实时告警处理、历史告警分析、故障根因分析。
5G专网租户管理	多级运营租户管理，对租户增删改查和审批信息维护，为不同租户提供差异化的运营管理视图。
5G专网业务订购管理，融合订单流程管理	针对客户专网诉求，完成针对专网业务上架，按照客户SLA保障等级进行专网方案推荐。完成客户订单生成，订单建设进度监控。完成5G专网订购业务流程流转，完成和网元、业务系统开通同步。

表3 功能列表

## 5.2. 特色功能

### 5.2.1 网络切片能力

网络切片是5G最为核心的技术之一，使得我们可以在同一套5G网络基础设施之上，构建多张专用的、互相隔离的、有能力保证的逻辑网络，满足用户对于网络能力的个性化需求。即使是客户专用的5G网络，也一样存在切片需求，可以对不同的业务进行隔离和优先级保障，保障高优先级业务在任何情况下不会受低优先级业务的影响。

亚信5G专网产品把支持切片能力作为必选项，是作为原生能力来提供的。所有5GC网元默认均支持切片能力，结合合作伙伴的基站和承载网产品，在网络层面具备端到端的切片能力。结合亚信在专网运营平台的切片运营管理能力，可以实现全自动端到端切片开通和SLA监控保障。

拿钢铁行业专网需求举例，存在六大类业务场景，对于网络的需求总结如下：

	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
5G无人天车	控制信令下发	$\geq 1\text{Mbps}^*$	无特殊要求	$\leq 50\text{ms}$	$\geq 99.99\%$	生产线
	高清视频传输	$\geq 50\text{Mbps}^*$	无特殊要求	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	生产线
5G高清视频应用	摄像头型号	每个终端上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
	1080P	$\geq 5.2\text{Mbps}$	无特殊要求	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	生产线
	2K	$\geq 9.4\text{Mbps}$	无特殊要求	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	生产线
机器视觉质量检测	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
	高清视频传输	$\geq 100\text{Mbps}$	$\geq 20\text{Mbps}$	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	生产线

[返回目录](#)

	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
加渣机器人	摄像头视频传输	≥5.8Mbps	无特殊要求	≤100ms	99.90%	生产线
	PLC	≥1Mbps	≥1Mbps	≤40ms	99.90%	生产线
无人机巡检	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
	最高2K分辨率摄像头	≥10Mbps	无特殊要求	≤100ms	99 %	无特殊要求
5G AR远程辅助	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
	视频回传	≥50Mbps	无特殊要求	≤100ms	99 %	无特殊要求

表4 5G网络切片场景

以上六大业务场景中，5G无人天车PLC控制及加渣机器人机械臂PLC控制，时延要求低至毫秒级，超时会自动停机，因此属于低时延类业务；5G超高清视频检测、机器视觉检测、无人机巡检及AR远程辅助，需通过摄像头回传数据流，因此需较大上行带宽，属于大带宽类业务。PLC控制类业务必须通过切片来保障时延和可靠性，如无线采用PRB预留技术，承载网进行FlexE硬切片，核心网近距离部署并配备MEC。通过不同切片标识区隔不同的应用场景，还有利于对于业务端到端的独立监控，实现业务的可视、可管和可控。

## 5.2.2 灵活的边缘注智应用

亚信科技产品提供敏捷专网同时，对行业专网应用场景深度分析，打造各类物联网设备的灵活接入方案，同时在MEC边缘计算节点，提供智能化边缘应用。实现亚信科技边智能、云协同的敏捷专网解决方案，助力行业专网与应用场景的高度融合，形成智能敏捷专网。

### 基于AISWare AIoT的边缘智能方案

亚信科技提供各类通信协议的物联网边缘网关一体机，实现不同协议边缘设备的集中化管理，打造智能边缘设备管理方案。现场端侧设备需要通过边缘平台实现云边端一体化协同，将生产数据上发到云端，完成设备的实时监控、智能运营、生产流程优化。

边缘智能方案基于亚信专网基础，完成网络各类边缘设备的统一注册管理、设备监控及策略触发，实现云、网、边协同发展。

[返回目录](#)

## 基于AISWare AI的云协同方案

亚信科技MEC产品，在基本MEC功能基础上，增加人工智能应用算法，实现与智能边缘设备的协同，打造云化的智能化边缘一体机。

亚信智能化边缘一体机融合行业常规应用人工智能算法，实现边端设备与MEC算法的智能适配，打造基于MEC云边智能协同的行业场景智能化解决方案。支持实时分析视频内容，自动探测异常信息，主动进行风险防控，可以为社区、园区、楼宇、学校、商场、医院、工厂、工地、矿山、电厂等边缘AI注智场景提供基于AI识别模型的智能服务。



图10 边缘AI应用

### 5.2.3 SLA行业专网专业保障

5G的重点商业前景在于垂直行业，随着5G专网的部署和推广，各企业客户的使用体验急需有一套完整的系统来进行实时感知、问题主动发现、质差定界和体验优化，并对客户服务和切片管理器提供数字化能力支撑。亚信科技专网运营平台为行业客户提供一套基于SLA差异化的专网业务质量保障系统，核心功能包括垂直行业客户体验仪表盘、SLA指标及评分趋势分析、端到端业务指标问题根因分析、以及端到端业务感知监控中心。

垂直行业的客户对网络的使用往往是行业级和工业级的需求，“用户级”的指标如果稍有波动，将可能带来事故和损失。5G垂直行业客户体验仪表盘，基于5G网络的各子域KPI（无线、传输、核心网）与垂直行业的服务保障等级要求（SLR, 3GPP TS 28.541）相关联。通过机器学习的方式对垂直行业客户体验进行拟合及根因分析，通过仪表盘的方式进行监控和分析，提供专网业务质量监控的统一视图。

当5G网络SLA指标出现异常情况时，需要对业务级别指标结合历史数据进行分析，从而达到优化SLA闭环监测和保障流程的目的。5G SLA指标及评分趋势分析，基于主动拨测和虚拟化探针采集的数据进行多维度关联，当SLA指标出现异常情况时，支持历史数据回放分析和评分趋势预测，及各维度下钻分析。

通过5G SLA端到端业务指标问题根因分析，提高5G网络的智能化运维自动化级别和效率。基于主动拨测和虚拟化探针数据、基于网元和云端业务数据和性能指标，进行端到端关联以及指标问题原因的定界定位，并给出根因分析和对应参考概率。

5G SLA端到端业务感知监控中心，支持包含切片网络在内的专网端到端感知分析。对于切片网络，以切片指标与用户感知分析为基础，进行不同切片网络感知评估模型。以AI联邦学习及模型迁移，完成不同切片间感知评估模型完善。以智能异常诊断阈值完成分场景用户感知评估。智能输出切片工单，支撑专网端到端感知分析。

## 5.2.4 终端感知智能拨测分析

亚信客户行业专网产品，在提供网络能力同时，还能通过终端探针方式进行终端业务感知拨测，实现园区网络感知智能评测，为不同场景客户提供差异化的网络服务保障。

5G专网环境下，客户对“云网边”的端到端业务质量有着严苛的要求，每一次SLA的违约均有可能带来严重的业务事故。Agile Network可为客户提供业务指标的全域精准感知、灵活部署编排和快速智能排障功能，为企业级业务保驾护航

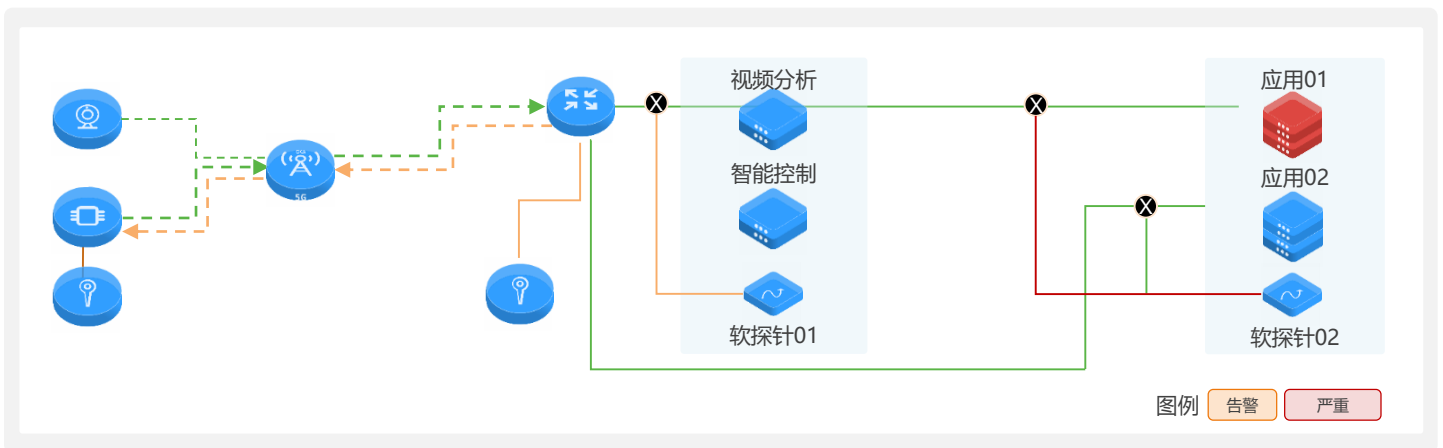


图11 业务感知拨测

网络按照场景业务特征触发网络业务测试，通过各节点探针进行业务质量分析。同时以AI手段对日常业务性能指标进行动态阈值分析及异常监测，实现专网异常预测及专网异常智能诊断。



图12 SLA指标管理



## 5.2.5 5G专网运营平台

专网运营平台作为敏捷专网分析管理平台采集各网元及终端统计数据及网元参数配置，支持用户对园区网络进行运营管理、对敏捷专网进行运维监控、对各类场景及各类用户提供专网场景化服务控制台。基于AI人工智能的专网运营产品，为行业客户打造保姆式专网的运营服务，实现专网的智运营、智运维、智服务的专网应用体系。

**专网智能运营**提供一体化运营服务，通过定制化的流程设计、业务编排、开通能力注智以及场景融通的流程为行业客户提供定制化、自主式、可视化的运营系统，实现5G切片、边缘计算、AI、大数据、位置服务、风险防控等能力的快速融合。

专网运营平台，为运营商提供专网门户，专网建设进度监控及专网集中运维管理。基于专网运营平台，为客户提供针对专网的全周期专网建设运维管理，同时完成针对专网终端端侧的典型用户场景拨测感知分析。

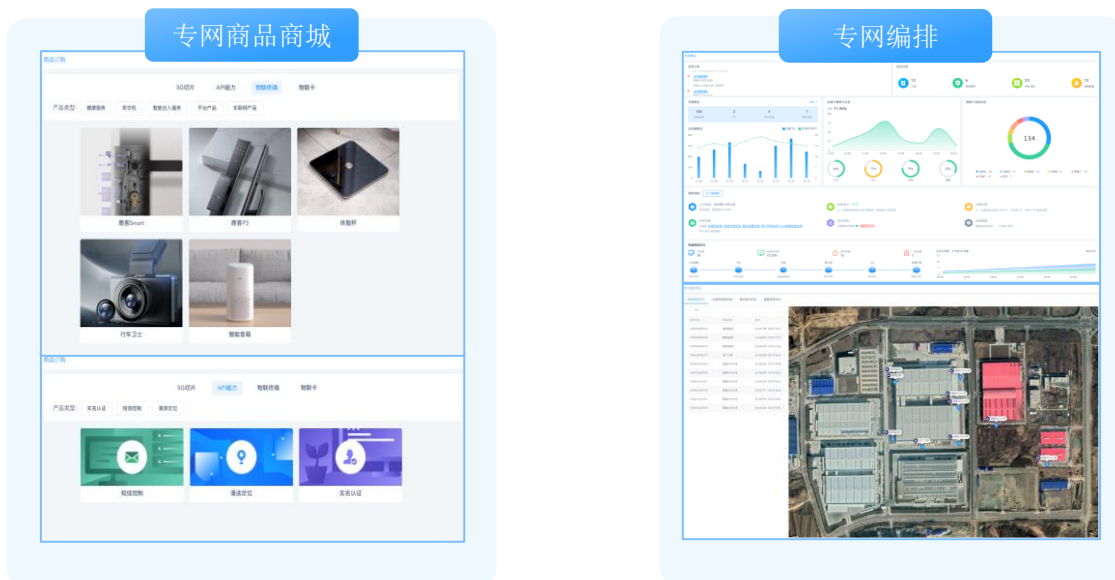


图13 专网智能运营

**专网智能运维**为垂直行业专网提供网络全生命周期的智能化运维保障能力，基于亚信科技通信人工智能平台和智能运维平台，聚焦智能故障定位、智能异常检测、智能预测等运维场景和需求，提供网络业务智能运维能力，从而提升运维效率、保障运行质量、降低运营成本。

[返回目录](#)

专网运营平台在专网运行阶段，提供针对专网的标准通信级运维及定制化的智能运维保障，完成基于专网SLA等级的网络自愈措施；对网络下沉网元设备及物联网终端设备进行智能巡检，对设备故障问题实现快速自愈。



图14 专网智能运维

专网智能服务助力运营商进行垂直行业客户专网拓展，服务千行百业的数字化转型。基于运营商的通用网络服务能力，亚信科技专网运营平台构建交易中心、数据共享中心、AI中心、网络运维中心、用户感知中心、数字孪生中心，为行业客户打造定制化的管家式专网服务。

专网运营平台行业客户应用，为运营商建设专网对外保证能力，为企业客户提供专网用户资源性能监控页面，提供专网园区三维可视化服务；基于专网终端设备分布及性能状况，实现专网园区信息数字化呈现分析。



图15 专网智能服务

5G行业专网智慧化运营的诉求是设备可管、业务可控、性能可视、故障可愈。亚信科技5G专网运营平台支持虚拟、混合、独立专网的全维度管理，为运营商和行业客户提供一体化的专网解决方案，以及行业专网所需要的智能化网络运维运营能力。

## 六. 带给客户的价值

- **更安全的数据：**基于网络切片、UPF下沉和边缘计算技术，建设混合专网，实现承载隔离、数据不出园区，可获得高于移动大网的数据安全性。通过建设独立专网，在享受5G网络超大带宽、超低时延和超密连接的同时，还可保持完全的隔离性和安全性。
- **更深远的覆盖：**基于亚信网络技术，建设5G独立专网，作为运营商大网的补充，让网络上天、入地、下海，赋能交通、能源、港口、采矿、医疗、农业等众多行业，推动行业客户5G创新应用、拓展生产效能、提速企业数字化转型。
- **更便捷的网络运营管理：**亚信5G专网运营平台提供专网订购-规划-建设-开通-运维-运营的全生命周期管理，以及网络规划、开通、业务编排、流程设计的可视化，让运营运维工作更贴近行业的需求和能力水平。



图16 客户价值

## 七.产品形态

亚信科技5G专网解决方案支持根据不同场景的多样化部署形态，包括纯软件的形态以及多种组合的一体机柜形态。

产品形态	描述
全软件形态	轻量化5GC（包含UPF）、MEC、专网运营平台均可以纯软件的方式提供，基于用户提供的X86硬件、虚拟机、K8S容器平台等运行。需要说明的是，UPF网元需要通用服务器具备支持DPDK加速工具包的特殊型号的网卡。
5GC一体机	全套轻量化5G核心网预先部署一体机柜中，包含AMF/SMF/UPF/UDM/AUSF/PCF/OAM等网元，交付用户。可选的包含N3IWF等网元，可选的包含MEC平台、交换机模块、专网运营平台。
5G边缘计算一体机	UPF和MEC预先部署在一体机柜中，交付用户。可选的包含交换机模块。
UPF一体机	UPF预先部署在单服务器中，交付用户。

表5 产品部署形态



## 八. 产品优势

### 亚信科技5G 行业专网产品的优势集中体现在：

**端到端的解决方案：**亚信科技为客户提供完整的端到端一体化的软硬件解决方案，包含切片管理、专网运营、UPF、MEC以及5G核心网能力。

**企业上云能力和服务：**为垂直行业企业上云提供关键能力和服务，实现关键能力垂直和水平扩展。垂直维度向上与企业应用深度融合，实现“云+网+X”，向下实现企业组网及IT集成服务延伸，以云服务方式提供ICT服务。

**协同运营商与垂直行业：**基于亚信多年来对行业客户业务的理解和成熟的解决方案，在运营商与垂直行业之间建立桥梁，协同拓展行业专网业务，实现三方利益共赢。



图17 亚信5G行业专网产品优势

## 九. 产品规格

### 9.1. 虚拟专网场景

5G行业虚拟专网由运营商大网、网络切片和边缘计算平台组成。通过网络切片能力，基于运营商大网，可以构建端到端的5G虚拟网络，通过为客户新增DNN并设置分流策略，可以实现跨地域的虚拟专网形式，实现终端访问加速和按需分流。



图18 虚拟专网场景

亚信科技在5G行业虚拟专网场景下为运营商提供切片网络的端到端管理系统，包括规划阶段的网络设计、建设阶段的切片设计、运维和优化阶段的故障管理、差异化SLA保障、专网级感知分析。



[返回目录](#)

产品	专网运营平台	MEC	轻量化核心网
是否适用	●	NA	NA
可选/必选	必选	NA	NA
部署形态	软件形态	NA	NA

表6 虚拟专网场景产品应用列表

## 9.2. 混合专网场景

5G混合专网是指以5G数据分流技术为基础，通过无线和控制网元的灵活定制，为行业用户构建一张高带宽、低时延、数据不出园的基础连接网络。核心网用户面网元UPF下沉到客户园区，给客户专享，无线基站、MEC则根据客户需求灵活部署，为用户提供部分物理独享的5G专用网络，5G混合专网适用于局域园区，包括交通物流、港口码头、高端景区、城市安防、工业制造等。

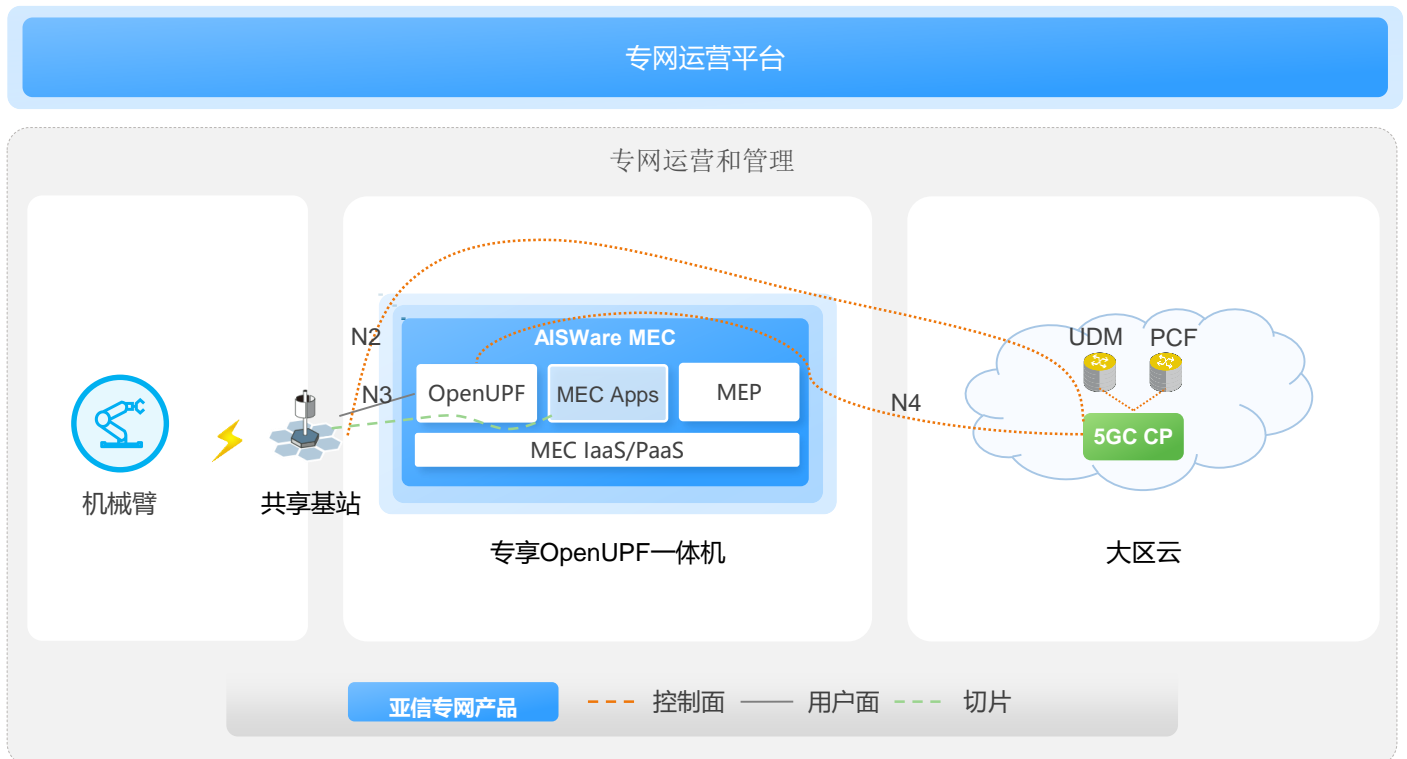


图19 混合专网场景

[返回目录](#)

5G混合专网场景中亚信科技提供专网运营平台，以及下沉到客户园区的OpenUPF或OpenUPF与MEC一体机。

产品	专网运营平台	MEC	轻量化核心网
是否适用	●	●	●
应用内容	面向运营商大网的完整能力	全部能力	UPF、EMS
可选/必选	必选	可选	必选
部署形态	软件形态	5GC一体机	5GC一体机、UPF一体机

表7 混合专网场景产品应用列表

### 9.3 独立专网场景

独立专网场景下，亚信可以为垂直行业客户提供专用5G网络所需的全部产品和服务，从无线覆盖，到5G核心网和MEC，再到网络的规划、建设、维护、优化等全场景端到端的服务。

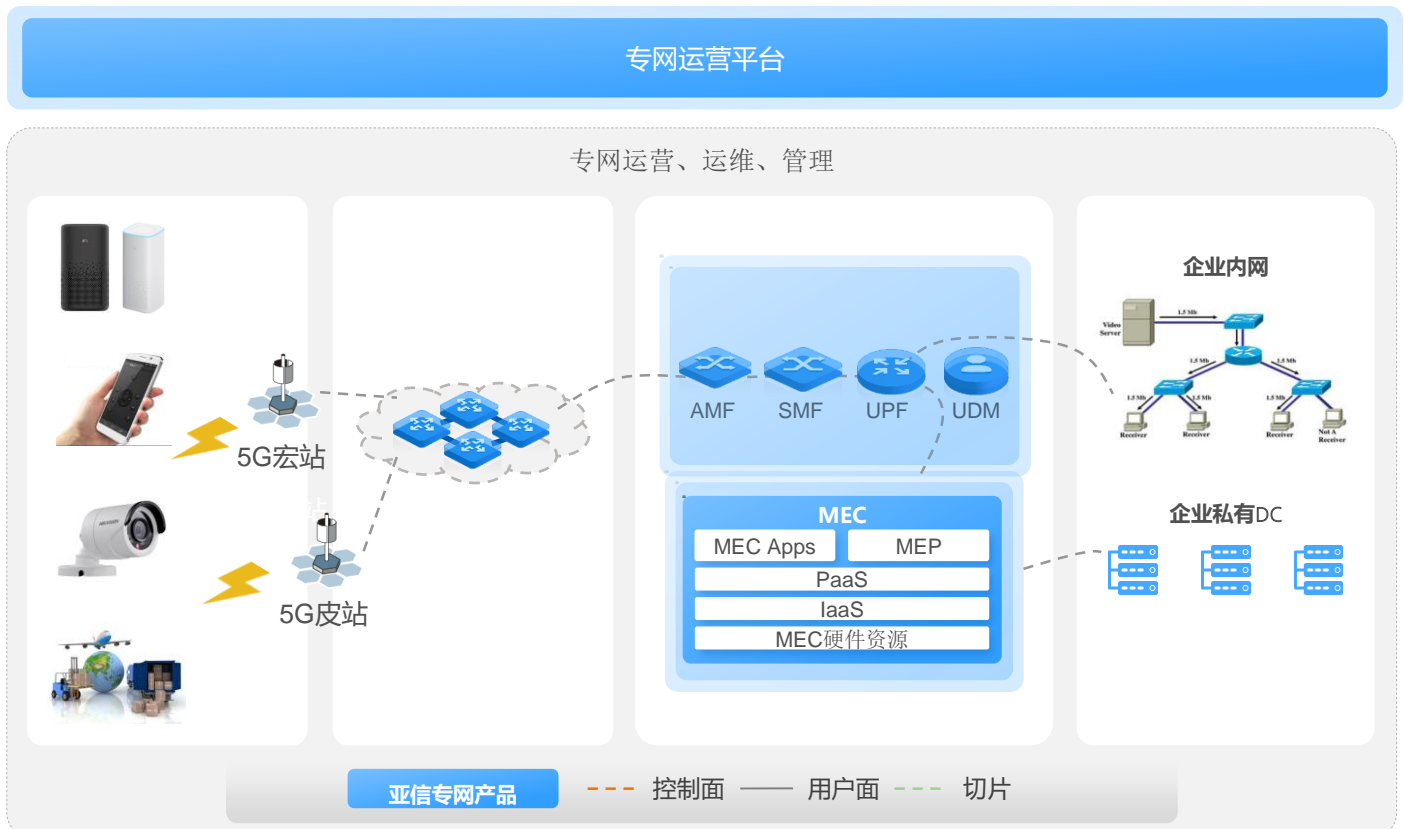


图20 独立专网场景

[返回目录](#)

亚信科技5G Agile Network产品，为行业建设独立专网场景，提供精简化的5GC网元，实现网络控制面与业务面的独立部署，按照行业场景需求进行切片划分，按照边缘云化场景进行MEC边缘服务器部署，支持对行业专网进行独立的网络智能监控及维护。同时亚信科技产品具备边缘AIoT方案，实现各类物联网设备融合管理，支持边缘智能一体机，以AI技术对行业场景进行赋能。

产品	专网运营平台	MEC	轻量化核心网
是否适用	●	●	●
应用内容	面向行业的完整能力	全部能力	全部网元（包含UPF、EMS）
可选/必选	必选	可选	必选
部署形态	软件形态或5GC一体机	软件形态或5GC一体机	软件形态或5GC一体机

表7 独立专网场景产品应用列表

## 十. 应用场景

### 10.1. 智慧港口

5G网络技术的发展是各行各业实现数字化转型、提高生产效能的契机。港口兼具工业和交通两种属性，生产运营智慧化、自动化的需求迫切。港口码头生产环节包括垂直运输系统、水平运输系统和整体安防监控等系统。充分利用5G网络大带宽、低时延、海物联的特性，实现与港机远程控制、无人集卡和AGV调度、安防智能监控等业务的快速融合，从而提升港口码头的自动化运营效率和智能化运作水平，打造绿色、环保、高效的智慧港口。此外，基于5G无线回传部署的灵活性可极大降低光纤回传的成本。

港口的垂直运输系统包含桥吊和轨道吊两类大型的港口机械设备。其中桥吊实现集装箱从船到岸装卸，轨道吊实现集装箱等货物进行装卸、理货等操作。

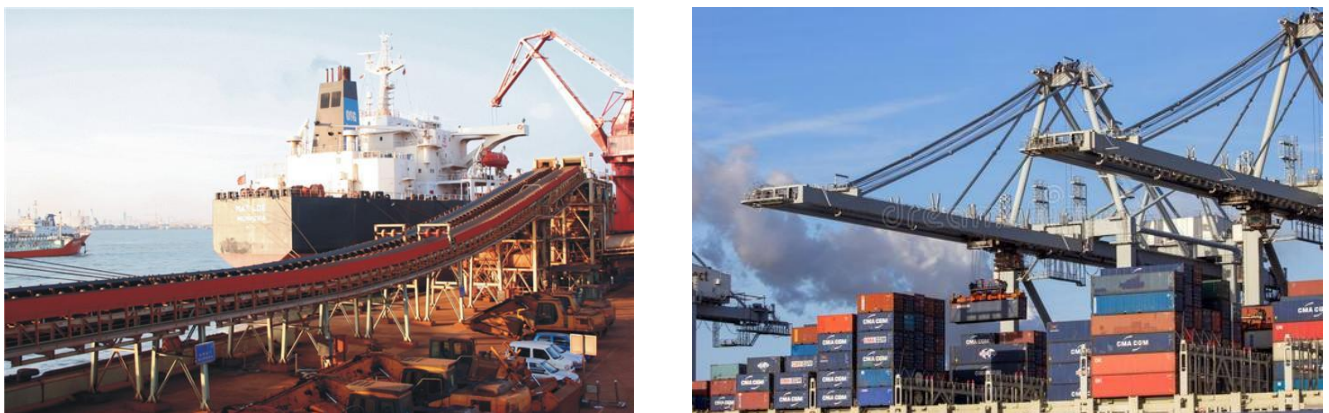


图21 港机远程控制

传统港机设备操作主要是人工现场高空作业，工作环境恶劣、人工成本高，因此港口有迫切的远程控制作业需求。部分改造港口通过光纤、Wi-Fi实现视频回传和控制信号下发，但光纤回传存在基建成本高、维护替换期造成停工的问题，Wi-Fi回传存在带宽低、稳定性差的缺陷。借助5G网络的大带宽可满足桥吊、轨吊摄像头高清视频回传的网络带宽要求，基于低时延特性可满足控制信号下发的实时性要求，同时5G专网灵活的组网方式可满足生产数据不出港区，数据隔离的需求。以下是相应的网络指标要求：

[返回目录](#)

应用场景	网络需求			
港机远程控制	上行速率	下行速率	传输时延	可靠性
	≥ 30 Mbps	≥ 100 Mbps	≤ 18 ms	≥ 99.9%

表8 港机远程控制需求

港口的水平运输系统主要包含内部集装箱卡车和AGV（自动引导小车），实现集装箱在岸桥和堆场之前的运输，其中堆场是指港口码头集装箱堆砌的场地。



图22 无人集卡和AGV调度

港口是密集型产业区域，集卡驾驶员容易造成疲劳驾驶，存在安全隐患。目前自动化港口主要采用基于传感器、视觉摄像头的智能集卡和地磁引导的AGV完成运输，利用LTE-U专网完成车辆远程调度。但是智能集卡受限于车辆感知设备的灵敏度，而地磁引导系统的建设成本高、线路不能灵活配制。基于5G的自动驾驶技术可满足车辆的高精度定位及低时延高可靠的感知信息传输需求。以下是相应的网络指标要求：

应用场景	网络需求			
无人集卡和AGV调度	上行速率	下行速率	传输时延	可靠性
	≥ 30 Mbps	-	≤ 20 ms	≥ 99.9%

表9 无人集卡和AGV调度需求



[返回目录](#)

港口安防监控系统主要包含摄像头、无人机等，实现港口安全监控、设备设施巡检、海岸线巡检等内容。

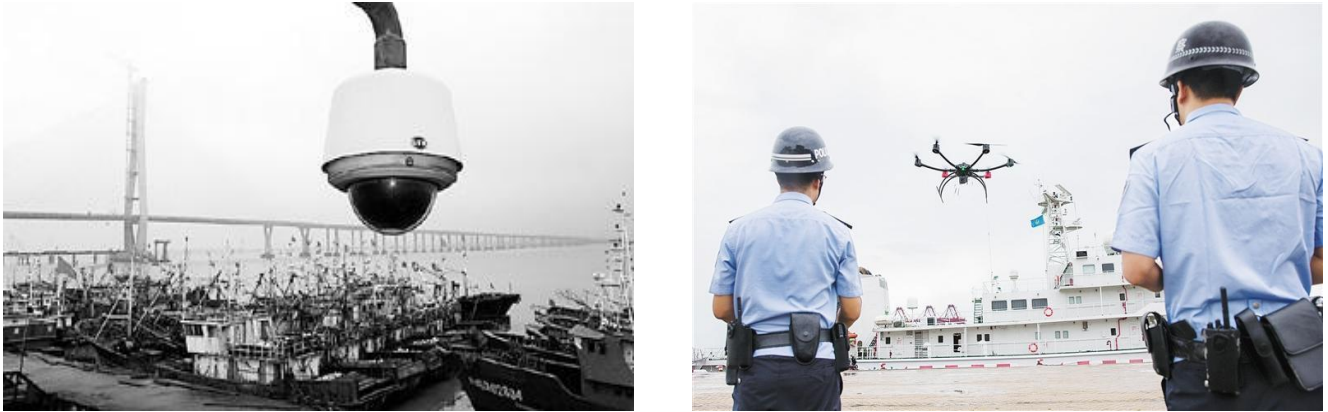


图23 安防智能监控

港口的实时监控是建设高效、自动化港口的重要保障手段。监控内容包括人员、车辆、船舶、货物、以及生产运营全流程。监控手段采取码头地面、空中一体化监控，通过无人机巡检、地面监控等技术减少人工投入。当前的Wi-Fi解决方案存在安防监控死角、容量不足、稳定性差等不足。5G行业专网通过5G网络、AR/VR、高清摄像头、以及无人机巡检的组合方案，实现港口区域的全方位覆盖、实时可视化监控。以下是相应的网络指标要求：

应用场景	网络需求			
安防智能监控	上行速率	下行速率	传输时延	连接数
	≥ 40 Mbps	-	≤ 100 ms	≥ 50

表10 安防智能监控需求

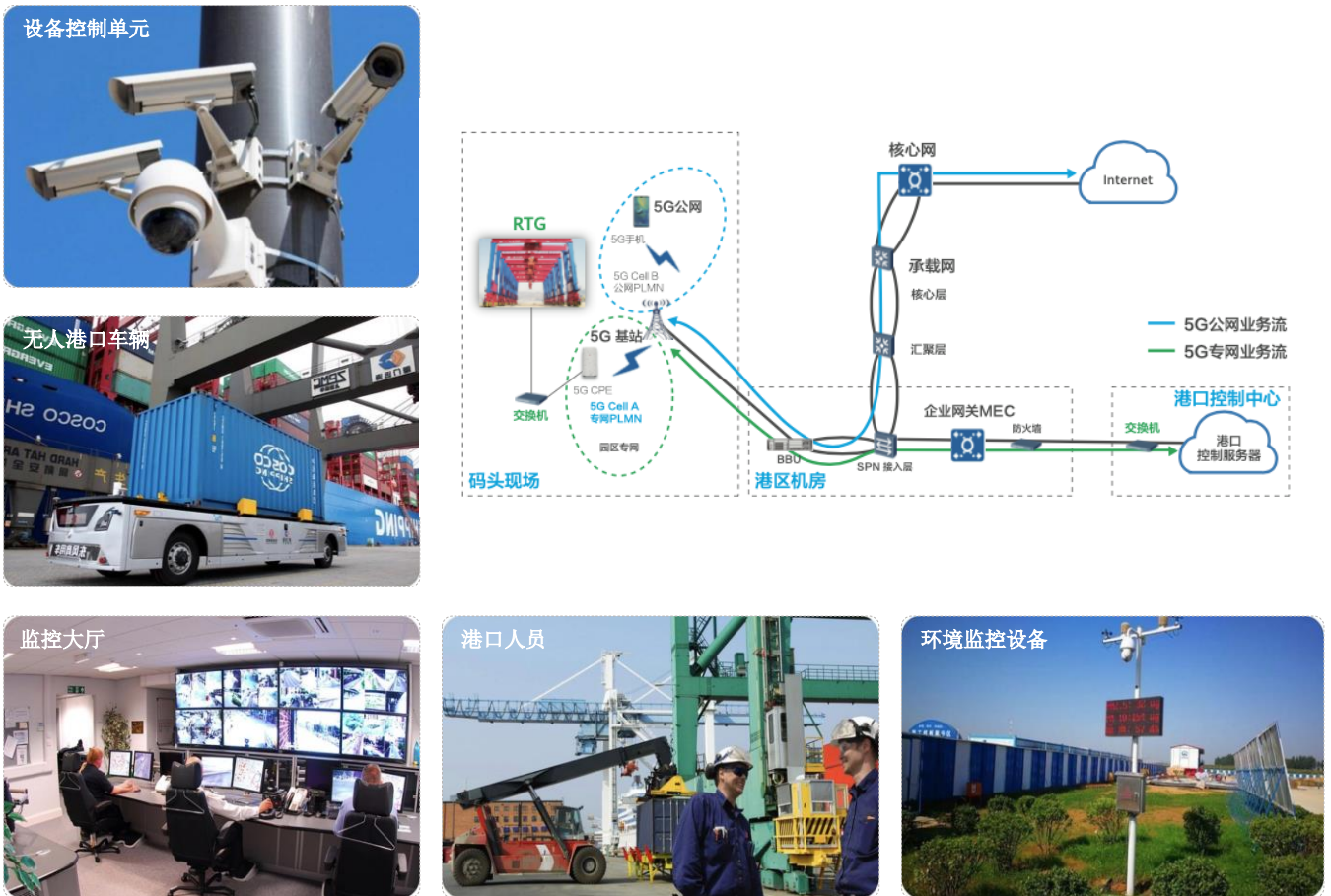


图24 智慧港口专网组网方案

## 10.2. 智慧钢铁

钢铁行业是整个工业制造领域中，涉及复杂程度及风险程度非常高的典型代表，5G专网带来的新特性，将极大的改善工业制造行业的智慧程度。钢铁行业生产的场景中，5G 无人天车、5G 超高清视频安防监控、5G 机器视觉质量检测、加渣机器人、无人机巡检和 AR 远程辅助六大业务场景需要5G专网解决方案提供专业的解决方案。



图25 智慧钢铁应用场景



钢铁行业是整个工业制造领域中，涉及复杂程度及风险程度非常高的典型代表，5G专网带来的新特性，将极大的改善工业制造行业的智慧程度。钢铁行业生产的场景中，5G 无人天车、5G 超高清视频安防监控、5G 机器视觉质量检测、加渣机器人、无人机巡检和 AR 远程辅助六大业务场景需要5G专网解决方案提供专业的解决方案。

当前钢铁行业不同应用 场景对网络性能的需求可归纳为2种，一种为低时延网络指标需求，如“加渣机器人 PLC 控制场景”；另一种为大上行网络指标需求，如“机器视觉质量检测场景”。需针对两种网络性能要求构建相应的网络通道。

针对大上行业务在车间内的分布情况，以及钢铁行业车间内信号穿透损耗高干扰大的特点，需对基站位置、基站设备类型、频点选择等无线侧组网方案进行精细化规划及设计。钢铁行业的工业生产对网络保障要求较高，需要在企业园区内存放MEC、CPE、AR 路由器等备品备件。

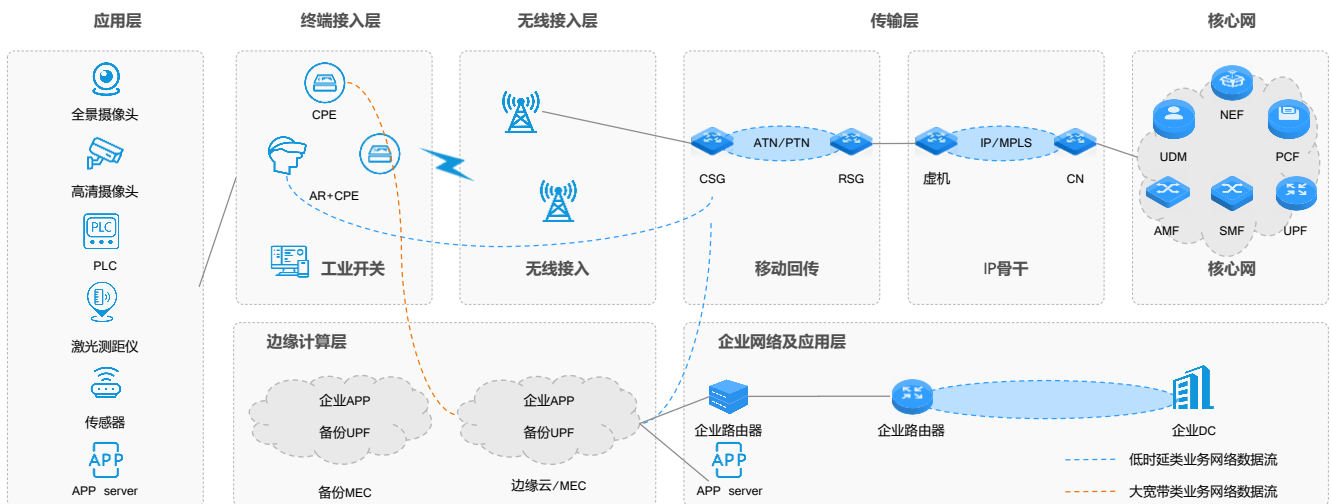


图26 智慧钢铁5G专网

无人天车 PLC 远控低时延要求较高，时延不可高于 50ms，需要为操作员提供第一视角的多位置高清视频，保障远程操控精准、实时操控性。

应用场景	通信需求					
	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
5G无人天车	控制信令下发	≥1Mbps	无特殊要求	≤50ms	≥99.99%	生产线
	高清视频传输	≥50Mbps	无特殊要求	≤50ms	≥99.99%	生产线

表11 5G无人天车需求

机器视觉质量检测关键功能点包括控制信令下发，对时延要求较高，需低于 20ms;高清照片传输，对上行带宽要求较高，需高于 100Mbps。

应用场景	通信需求					
	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
机器视觉质量检测	高清视频传输	≥100Mbps	≥20Mbps	≤100ms	≥99.99%	生产线

表12 机器视觉质量检测需求

在设备故障维修场景中，AR技术可解决企业技术专家资源匮乏、技术支持差旅成本高等痛点，有效提升企业设备维修效率。

应用场景	通信需求					
	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
5G AR远程辅助	视频回传	≥500Mbps	无特殊要求	≤100ms	≥99%	生产线

表13 AR远程辅助需求

组网方式方面，无线侧根据业务带宽、上行业务的分布情况，采用4.9GHz组网或者2.6GHz+4.9GHz 双频组网模式，传输侧采用 SPN 组网，核心侧按实际需求，是否有用户面数据不出园区的需求，如有则采用UPF下沉至厂区的方式。根据客户实际需求(是否同时包含低时延及大上行两类业务)，可建设 1 至 2 个端到端 NSI 切片实例，配置不同的网络资源保障差异化的业务性能。

## 10.3. 智慧核电

### 10.3.1 智慧核电5G专网场景

为了响应节能、环保、减排，世界各国都在大力加速发展核电能源，中国也将大力发展清洁能源，其中核电是全国今后电源结构调整的主攻方向，投资规模将大大超过常规电厂。核电企业已经规划智慧核电建设，采用物联网技术建立电厂系统与设备数据采集网络系统，提升对电厂状态的数字化监控水平；建立电厂无线网络覆盖，为运行维修过程数字化、移动化及全过程跟踪提供基础。5G专网的技术和产业能力较强，是核电企业的优先选择。



图27 智慧核电应用场景

### 10.3.2 智慧核电业务需求

5G专网赋能核电数字化转型升级，核电厂内的需求包括：设备/材料管理、场地/环境管理、工作活动管理、人员安全管理等方面。

SPV 设备管理是核电业务对5G专网的首要需求，SPV(Single Point Vulnerability)设备是指单个设备故障即可导致电站停堆，停机，降功率，功率大幅度波动的设备。某核电一年曾发生了6起由于设备故障导致的非计划停机停堆事件，反映出在设备管理方面存在不足<sup>[2]</sup>。通过5G专网实现对SPV设备的连续监控、数据采集和数据预警以及对于放射源、危化品的跟踪监控，能够大幅提升核电企业的设备管理能力与安全性保障能力，同时体现了5G专网的业务价值。

核电行业详细业务需求还包括以下方面：详见表14 智慧核电应用场景常见业务需求。

序号	分类	业务需求
1	设备/材料管理提升	SPV设备或其他重要设备连续监控
2		SPV设备或其他重要设备数据采集
3		SPV设备或其他重要设备数据预警
4		放射源、危化品状态监控
5		放射源、危化品移动流转溯源跟踪
6		路灯、照明、机柜风扇、火警探头、防火门简化运维方案
7	场地/环境提升	关键敏感区域出入管理
8		重要环境参数连续监控、
9		重要环境数据采集
10		重要环境数据预警
11		重要设备和区域的电子围栏
12		高风险作业现场区域提醒
13		高风险作业现场工作时间提醒
14		重要作业现场、临时施工点、事故点实施监控
15		无人职守厂房建设
16		井盖监控、漏水检测、停车位管理
17		建立辐射监测信息网，实时传输现场辐射水平数据，工作人员剂量数据
18		热点位置防误入
19		人员精确定位、人员清点及人员流量监控

表14 智慧核电应用场景常见业务需求-1

序号	分类	业务需求	
20	工作活动管理提升	巡检人员实时录入发现的问题和缺陷	
21		巡检人员上传照片、视频、巡检数据并记录跑冒滴漏的情况	
22		巡检计划、路线、内容自动规划和巡检任务有效管理	
23		部分边远地区无人巡检	
24		运行操作远程监护	
25		减少现场操作人因失误	
26		运行规程、图纸、操作单数字化移动应用	
27		移动维修	
28		多媒体调度	
29		即时通信	
30		应急响应	
31		厂区配送	
32		仓储管理	
33		工具跟踪管理	
34		固定资产现场定位、遗失设备搜寻	
35		人员安全管理提升	巡检安全
36			操作安全
37			辐射安全
38	装具佩戴监督		
39	行为监督		
40	安全见证		
41	安保提升		

表15 智慧核电应用场景常见业务需求-2

### 10.3.3 智慧核电5G网络需求分析

视频安全监控类需求分析，主要业务需求包括：

- 装具佩戴监督、行为监督、安全见证；
- 放射源、危化品状态监控；
- 重要作业现场、临时施工点、事故点的实时监控；
- 关键敏感区域出入管理；

应用场景	网络需求			
	上行速率	下行速率	传输时延	连接数
视频安全监控	≥ 50 Mbps	-	≤ 50 ms	≥ 100

表16 视频安全监控需求

人员设备管理类需求分析，主要业务需求包括：

- 人员定位、人员清点及流量监控；
- SPV设备或其他重要系统设备的数据采集和预警；
- 放射源、危化品移动流转溯源；
- 辐射监测信息网，实时传输现场辐射水平数据；
- 路灯、照明、机柜风扇、火警探头、防火门等分布广泛系统设备简化运维。

应用场景	网络需求			
	上行速率	下行速率	传输时延	连接数
人员设备管理	≥ 10 Mbps	≥ 10 Mbps	≤ 200 ms	≥ 2000

表17 人员设备管理需求

移动办公类需求分析，主要业务需求包括：

- 运行巡检：巡检人员使用无线网络实时录入发现的问题和缺陷，上传照片、视频（实时通信）、巡检数据并记录跑、冒、滴、漏的情况；
- 运行操作：方便运行操作远程监护，运行操作电子记录，实现运行规程、图纸、操作单等数字化移动应用；
- 移动维修：通过移动终端实现取票、换票，质量、安全控制点的见证；

应用场景	网络需求			
	移动办公	上行速率	下行速率	传输时延
	≥ 10 Mbps	≥ 50 Mbps	≤ 100 ms	≥ 500

表18 移动办公需求

### 10.3.4 智慧核电5G网络设计

智慧核电5G网络按照安全生产要求分为生产区和厂前区，5G专网分区域单独设计。

生产区（包括：核岛、常规岛、BOP厂房以及应急指挥中心）：采用5G独立专网方案，核心网下沉，物理隔离的独立组网方式，并通过网络安全设备与核电内网连接；

厂前区（包括办公楼、检修楼等）：采用5G虚拟专网方案，数据不出园区卸载到核电基地，信令与运营商核心网保持连接，且通过MEC与核电内网连接；

对于核电场景无线环境特殊性设计，会考虑到电磁兼容性要求以及核岛对无线信号的屏蔽，在核岛厂房内部署的无线采用小功率、多基站的分布式系统架构，确保基站功率可控，将基站和移动终端对岛内敏感的电气、仪控设备的电磁干扰影响降至允许范围内。

对于核岛外大面积的覆盖，可采用发射功率较大的宏基站，设置在厂房较高处，达到增大覆盖范围，减少设备成本、设计成本、施工工程量的目的。

对于常规岛、BOP各子项中有人员驻留、值班或巡检的地下区域以及弱覆盖区域，可进行补盲设计。



### 生产区5G网络设计：

结合整体架构及以上设计原则，生产区5G网络采用专网专用的方案，建设独立的5G网络：

**核心网：**部署轻量化核心网，以主备方式或组POOL方式提供容灾，双路供电，根据需要与集群调度系统和定位应用系统对接，实现调度互通和室内定位等增值服务。5G核心网服务器、网管服务器、应用服务器等设备布置在厂前区办公楼内；

**传输网：**使用汇聚交换机连接多个BBU设备，汇聚到主备设置的根交换机。如需支持切片业务，应使用支持IPRAN或SPN的专业承载网设备。

**无线网：**在核岛的各个房间部署分布式基站，在核岛外的区域采用宏基站进行广域覆盖。核岛：所有房间部署射频处理单元（pRRU）或无源天线。其中橙区、红区使用无源天线进行无线信号覆盖。黄区、绿区、白区使用pRRU进行无线信号覆盖。所有rHUB、BBU均部署在黄区、绿区和白区。无线设备均需通过抗电磁兼容测试。

**常规岛&BOP：**位置较高、空间较为开阔的区域部署大功率RRU进行广域覆盖，对于信号难以覆盖的区域，如PX泵房的地下区域，使用rHUB、pRRU进行补盲。

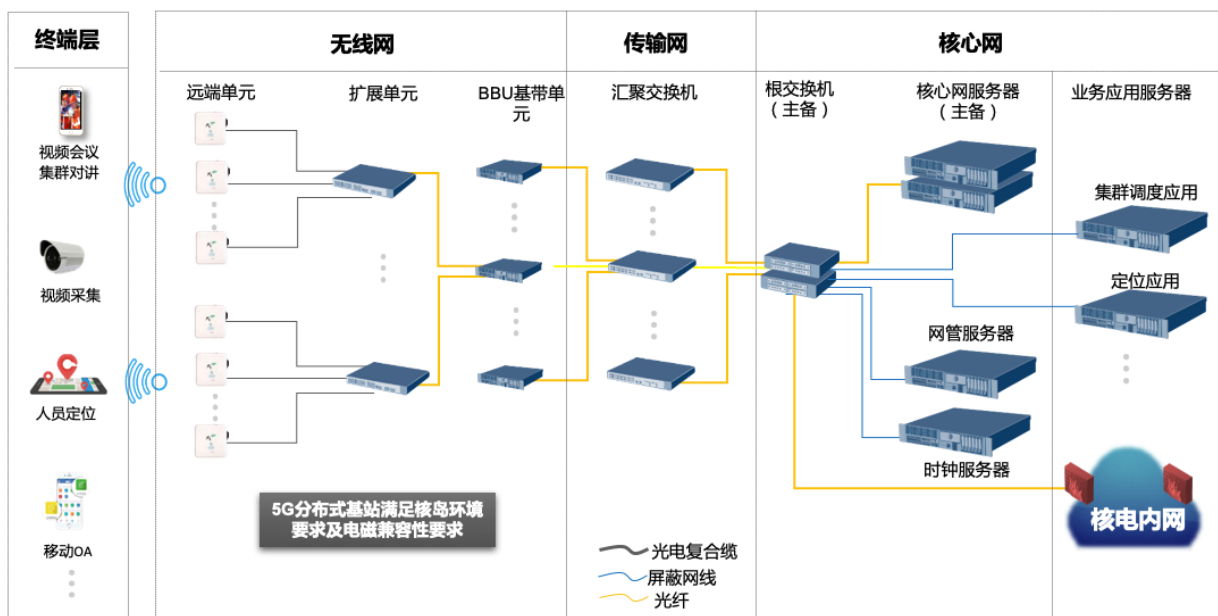


图28 核电生产区5G网络设计

### 厂前区5G网络设计：

结合整体架构及以上设计原则，厂前区5G网络采用公网专用的方案，通过切片配合UPF/MEC下沉的：

**核心网：**依据电厂的安全要求，需要控制数据不出场，所以需要将UPF下沉到电厂园区内机房，并部署MEC；厂前区的用户手机，仅可以通过园区内的基站信号访问MEC，因此需要针对园区内无线覆盖规划单独TA，并在核心网配置黑白名单，仅园区内手机可以通过此TA接入MEC。

**传输网：**需要控制园区内基站到UPF的直接连接，保证厂前区特定终端数据路径不出园区，要求高时提供FlexE硬通道切分能力；

**无线网：**需要为厂前区规划宏站，宏站采用公网频段，位置要落在园区范围内，同时为厂前区规划特殊TA，保证从此TA接入的且签约了特定切片和DNN的终端，流量会被分流到厂区内MEC。

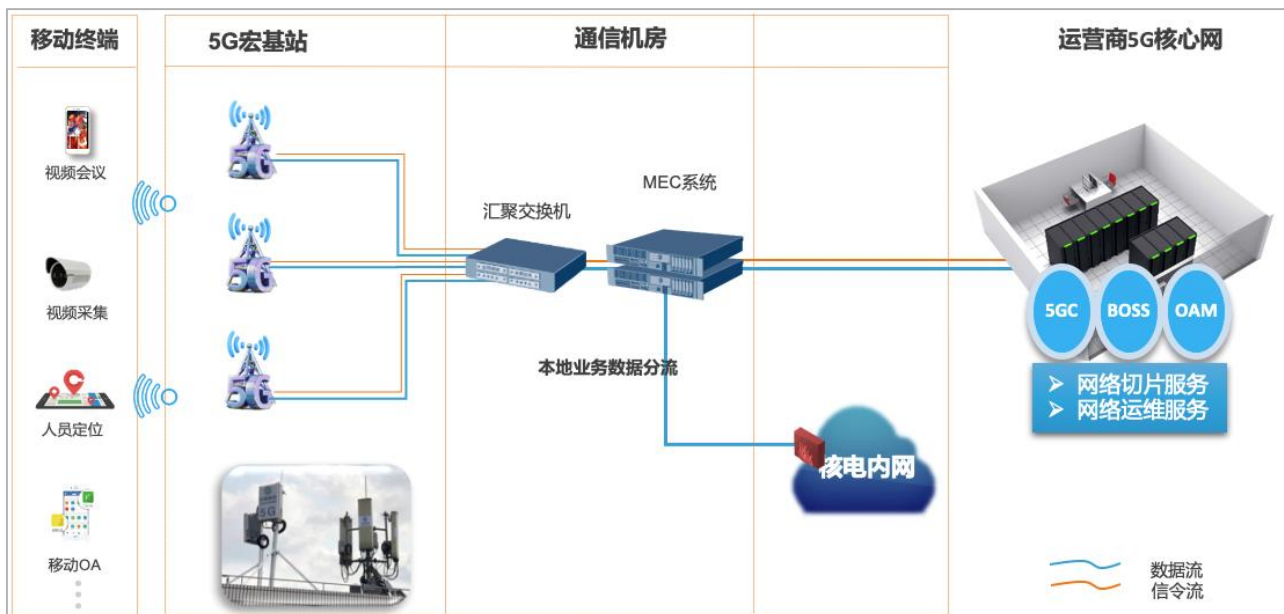


图29 核电厂前区5G网络设计

### 10.3.5 智慧核电5G专网整体方案

核电厂的5G网络根据安全要求会分为独立的生产网和混合式公网。

生产无线网络的生产区专网部分采用四层网络架构，包括终端、传输和接入层、汇聚层、核心层，重要节点能够冗余热备，保障系统连续稳定运行，具有高带宽、高可靠、高性能、高安全的特性。

公网则包含汇聚层、传输和接入层、终端，核心层为当地运营商的核心网络，传输和接入层的信令和数据经过MEC（边缘计算系统）进行分流，将数据保留在本地，而与核心层之间仅保持信令连接，以此保证电厂数据的安全。

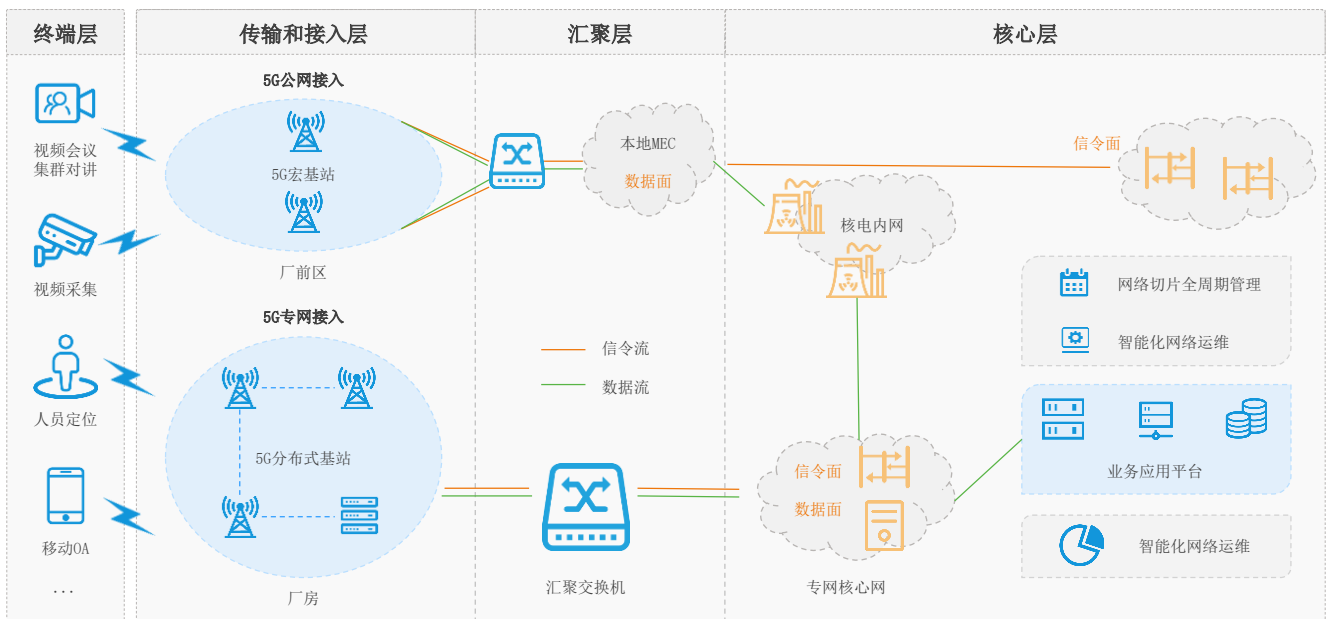


图30 智慧核电5G专网<sup>[3]</sup>

通过5G专网的部署实施，能够提升核电企业整体的数字化运营能力，为核电业务运行维修过程数字化、移动化及全过程跟踪提供基础。

## 十一. 引用文件

[1]中国联通5G行业专网白皮书, 2020年8月.

[2]章拓霆. 核电厂关键敏感设备质保管理创新与实践[J]. 企业管理, 2019(S2):78-79.

[3]中国核能电力股份有限公司 生产无线网络建设项目技术规格书

[返回目录](#)

## 十一. 联系我们

亚信科技（中国）有限公司

地址：北京市海淀区中关村软件园二期西北旺东路10号院东区亚信大厦

邮编：100193

传真：010-82166699

电话：010-82166688

Email：5G@asiainfo.com

网址：www.asiainfo.com







# Thank you



亚信科技依托产品、服务、运营、集成能力助力企业数字化，持续创造新价值。