

AISWare AgileNet 产品

亚信科技 5G 专网产品 V3.0 白皮书

AISWare AgileNet 是亚信科技倾力打造的 5G 专网产品，目标是满足 5G 时代行业客户对于通信网络差异化的需求，提供超低的时延、超高的可靠性、超强的数据安全性、超便捷的网络管理和运营运营能力，助力千行百业客户的数字化转型征程！

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，不得为任何目的、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使能者。

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	2018 年中国软件业务收入前百家企业前 20 强
ISO 20000IT 服务管理体系认证	
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
国家规划布局内重点软件企业	

目录

一. 摘要	6
二. 缩略语与术语解释	7
三. 产品概述	8
3.1 趋势与挑战	8
3.2 产品定义	8
3.3 产品定位	8
四. 产品整体架构	9
五. 产品功能架构	9
5.1 基础功能	10
5.1.1 5G专网核心网 (AISWare AgileNet-CN)	10
5.1.2 5G专网无线网 (AISWare AgileNet-RAN)	13
5.1.3 边缘计算平台 (AISWare AgileNet-MEC)	15
5.1.4 5G专网运营平台 (AISWare AgileNet-OM)	16
5.2 特色功能	17
5.2.1 算力内生网络	17
5.2.2 5G网络切片能力	19
5.2.3 灵活的边缘注智应用	21
5.2.4 行业专网业务保障	22
5.2.5 业务智能感知拨测分析	25
六. 产品优势特性	26
6.1 云原生开发部署	26
6.2 通用硬件数据转发加速	26
6.3 开放N4接口	27
七. 产品价值	28
八. 产品差异化优势	29
九. 应用场景	30
9.1 智慧核电	30
9.1.1 智慧核电5G专网场景	30
9.1.2 智慧核电业务需求	30
9.1.3 智慧核电5G专网方案	32

9.2 智慧港口	34
9.2.1 智慧港口5G专网场景.....	35
9.2.2 智慧港口业务需求	35
9.2.3 智慧港口5G专网方案.....	38
9.3 智慧钢铁	38
9.3.1 智慧钢铁5G专网场景.....	38
9.3.2 智慧钢铁业务需求	39
9.3.3 智慧钢铁5G专网方案.....	40
十. 产品客户成功故事	42
10.1 某核电厂5G专网	42
10.1.1 客户需求.....	42
10.1.2 解决方案.....	43
10.2 某火电厂5G专网	45
10.2.3 客户需求.....	45
10.2.4 解决方案.....	46
十一. 资质与荣誉	48
11.1 工信部入网证.....	48
11.2 获得奖项	49
十二. 联系我们	51

一. 摘要

5G 专网是相对于运营商公网而言,专用于特定组织或企业的 5G 移动通信网络,在企业园区或生产区域范围内建设,提供 5G 网络的全部或部分能力,用于解决当前企业网络能力不足的问题。

目前,受益于 5G 专网在国内国际都得到了企业的广泛关注,正在快速发展中。2021 年 7 月国家 10 部门印发《5G 应用“扬帆”行动计划(2021-2023 年)》,重点推进 5G 在工业互联网、车联网、智慧港口、智慧采矿、智慧教育、智慧医疗等 15 个行业的应用。国际上,德国、日本、韩国等国家已经为 5G 专网批准了专用的无线频段,企业通过简单的申请即可使用这些频段。以德国为例,奥迪、宝马、西门子等多家工业巨头均已申请和获批 5G 专网频段的使用权,并着手建设自有的 5G 网络。

本白皮书介绍了亚信科技在 5G 专网领域具有自主产权的产品:5G 核心网、5G 基站、边缘计算平台,专网统一网管和 5G 专网运营平台,分析了各个产品的优势特性以及对应的产品价值,描绘 5G 专网的典型应用场景,并结合真实的客户应用案例对 5G 专网的部署进行深入剖析。

二. 缩略语与术语解释

缩略语与术语如下表所示：

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
MEP	MEC Platform	MEC 管理平台
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 Virtualization	网络功能虚拟化
SLA	Service-Level Agreement	服务等级协议
BBU	Building Baseband unit	室内基带处理单元
pRRU	pico Remote Radio Unit	5G 基站远端射频单元
UOMC	Unite Operation Maintenance Center	统一 5G 专网管理系统
SPV	Single Point Vulnerability	关键敏感设备
AGV	Automated Guided Vehicle	自动引导小车
IAAS	Infrastructure as a Service	基础设施即服务
PAAS	Platform as a Service	平台即服务
DPDK	Data Plane Development Kit	数据面开发套件
PCF	Policy Control Function	策略控制功能
VPP	Vector Packet Processing	矢量包处理
DNS	Domain Name System	域名系统
AUSF	Authentication Server Function	认证服务功能
NSSF	Network Slice Selection Function	网络切片选择功能

三. 产品概述

AISWare AgileNet 是亚信科技倾力打造的 5G 专网产品，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。

3.1 趋势与挑战

在 2/3/4G 时代，移动通信专网主要应用于铁路、公共安全、军用网络等场景。但由于网络能力有限，网络设备成本高等原因，传统移动通信专网存在建设周期长、灵活性差、时延大、带宽低、运维门槛高等问题。这导致传统移动通信专网难以满足更多行业客户的网络需求。

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

3.2 产品定义

AISWare AgileNet 是亚信科技倾力打造的 5G 专网产品，包含了 5G 专网核心网产品、5G 专网无线网产品、边缘计算平台和 5G 专网运营平台等自主研发的软硬件产品，同时能提供 5G 专网规划、设计、建设、运营、运维等能力的端到端解决方案。

3.3 产品定位

基于 5G 网络的大带宽，低时延、高可靠的网络特性，AISWare AgileNet 产品在企业生产运营环节提供数据高可靠、安全隔离、低时延、大带宽的通信能力，解决大中型企事业单位数字化转型中对通信网络的性能需求。AISWare AgileNet 产品既可以作为端到端解决方案直接销售给垂直行业客户，也可以联合运营商网络为垂直行业客户提供方案。

四. 产品整体架构

图 4-1 描述了亚信科技 5G 专网产品的总体架构。亚信科技 5G 专网产品系列包括如下产品：

- AISWare AgileNet-CN：5G 专网核心网产品，实现轻量化 5GC（5G Core，5G 核心网），包含符合开放 N4 接口标准的 UPF（User Plane Function，用户面功能）和必备的控制面网元。
- AISWare AgileNet-RAN：5G 专网无线网产品，实现行业专网无线接入网络，包括室内室外覆盖所需的小站、皮站。
- AISWare AgileNet-MEC：边缘计算平台产品，实现边缘计算平台 MEC（Multi-access Edge Computing），包括 IAAS（Infrastructure as a Service，基础设施即服务）、PAAS（Platform as a Service，平台即服务）资源提供能力、MEP（MEC Platform，MEC 平台）能力，和能力开放。
- AISWare AgileNet-OM：5G 专网运营平台，实现 5G 专网产品的运营、运维和能力开放。

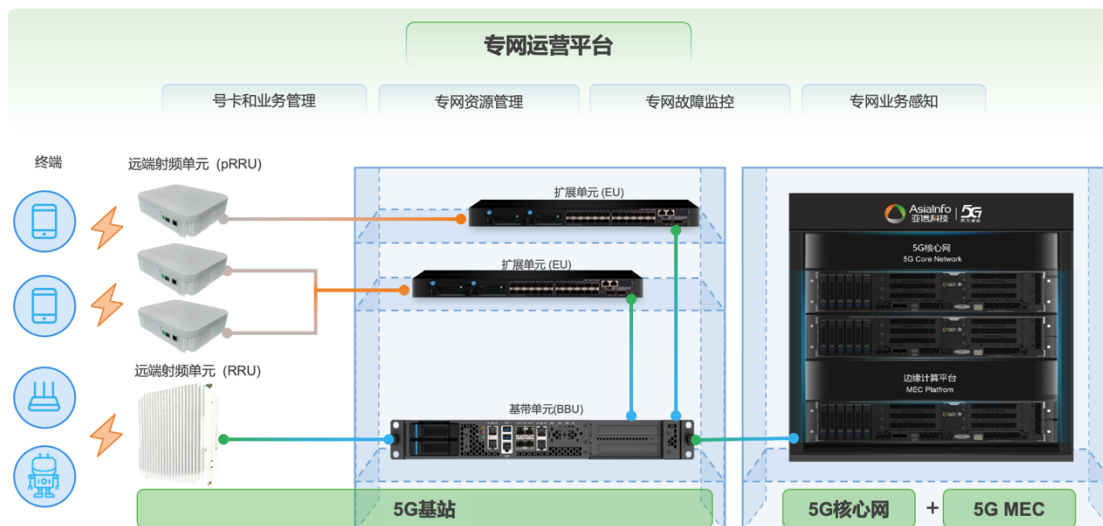


图 4-1 产品总体架构图

五. 产品功能架构

本章节阐述了亚信科技 5G 专网产品相关的一些基础功能和特有功能。

5.1 基础功能

5G 专网产品提供包括 5G 专网核心网产品、5G 专网无线网产品、边缘计算平台和 5G 专网运营平台。

5.1.1 5G 专网核心网 (AISWare AgileNet-CN)

AISWare AgileNet-CN 产品提供包括 AMF (Access and Mobility Function, 接入和移动性功能)、SMF (Session Management Function, 会话管理功能)、UDM (Unified Data Management, 统一数据管理)、AUSF (Authentication Server Function, 认证服务功能)、NSSF (Network Slice Selection Function, 网络切片选择功能)、PCF (Policy Control Function, 策略控制功能)、N3IWF (Non-3GPP InterWorking Function, 非 3GPP 互通功能) 等控制面网元, 以及符合开放 N4 口标准的 UPF 网元。AISWare AgileNet-CN 产品是在 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) 标准的基础上, 针对行业客户需求做了定制化, 形成的一整套功能够用、性能稳定、部署便捷、按需定制的轻量化 5G 核心网。

- 控制面网元精简

3GPP 标准中定义了大量的 5GC 控制面网元, 用来满足 5G 公网中不同网络场景的需要。但在 5GC 专网场景下, 网络场景相对简单, 非必要的网元会导致资源占用增加、部署困难等问题, 需要对网元进行了精简与合并。图 5-1 描述了 AISWare AgileNet-CN 的精简方案。

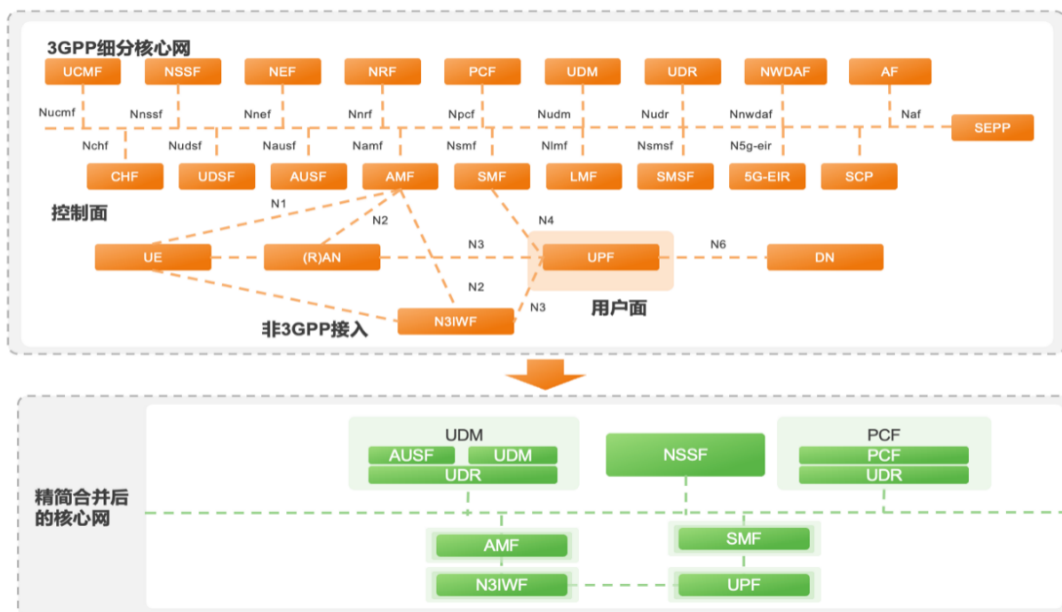


图 5-1 核心网精简合并

● 功能裁剪定制

5G 专网对网元功能和性能要求与 5G 公网有不小差异，故针对网元还需进行功能裁剪定制。以 UPF 为例，5G 专网行业需要一个低成本、轻量级的 UPF，而为运营商 5G 公网设计的 UPF 相对厚重，价格高昂，不利于 5G 在垂直行业的拓展，需要精简掉了对于行业专网来说不必要的功能，诸如内容计费、漫游等，来给 UPF 瘦身。

另外，不同垂直行业还有其个性化的应用需求，专网 5GC 还需要支持一些必要的定制化网元功能，比如帧路由、非 3GPP 接入等。

● 亚信科技 5GC 网元及功能

表 5-1 AISWare AgileNet-CN 产品网元

亚信科技 5GC 网元	对应 3GPP 网元	功能描述
AMF	AMF	负责 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。

亚信科技 5GC 网 元	对应 3GPP 网元	功能描述
SMF	SMF	支持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 UPF 和 SSC (Session and Service Continuity, 会话和服务连续性) 模式。负责管理会话的建立、更新和释放以及维护 PDU (Protocol Data Unit, 协议数据单元) 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。
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&U DR	负责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。

UOMC (Unite Operation Maintenance Center) 统一运维中心，具备端到端的 5G 专网网络设备集中管理能力，提供系统运维提供统一的 Web 界面，支持 5G 核心网、5G 基站和边缘计算平台的运维管理需求；同时开放北向接口，能够与上一级网管对接，满足上级网管对专网的统一运维、管理需求。

南向对接核心网控制面、用户面网元，提供接入、配置、性能、告警、资源、TOPO、安全、日志、备份恢复、信令跟踪等功能需求；对接无线，提供无线基站的配置、性能、告警、TOPO、MR 测量、版本管理等功能需求；对接边缘计算平

台，提供边缘计算平台的接入、配置、应用、规则管理等。北向采用规范标准接口，对接上级网管系统满足北向 FCAPS 采集需求；

北向可以与不同厂商的设备进行对接，对接专网运营平台，满足专网运营管理 FCAPS/SLA（Service-Level Agreement，服务等级协议）监控需求；对接企业平台，开放 API 接口，满足企业指标监控和网络运维需求。



图 5-2 UOMC 功能架构

5.1.2 5G 专网无线网（AISWare AgileNet-RAN）

AISWare AgileNet-RAN 产品基于 3GPP R16 标准进行开发，同时遵循 O-RAN 规范。如图 5-3 所示，AISWare AgileNet-RAN 产品架构包括三个主要单元：

- 基站主机 BBU（Building Baseband unit，室内基带处理单元）：完成基站的数字信号处理功能；
- 扩展单元（EU）：在 BBU 与 pRRU（pico Remote Radio Unit，5G 基站远端射频单元）之间完成数据分发与汇聚功能；
- 远端射频单元 pRRU：完成数字信号与射频信号之间的转换。

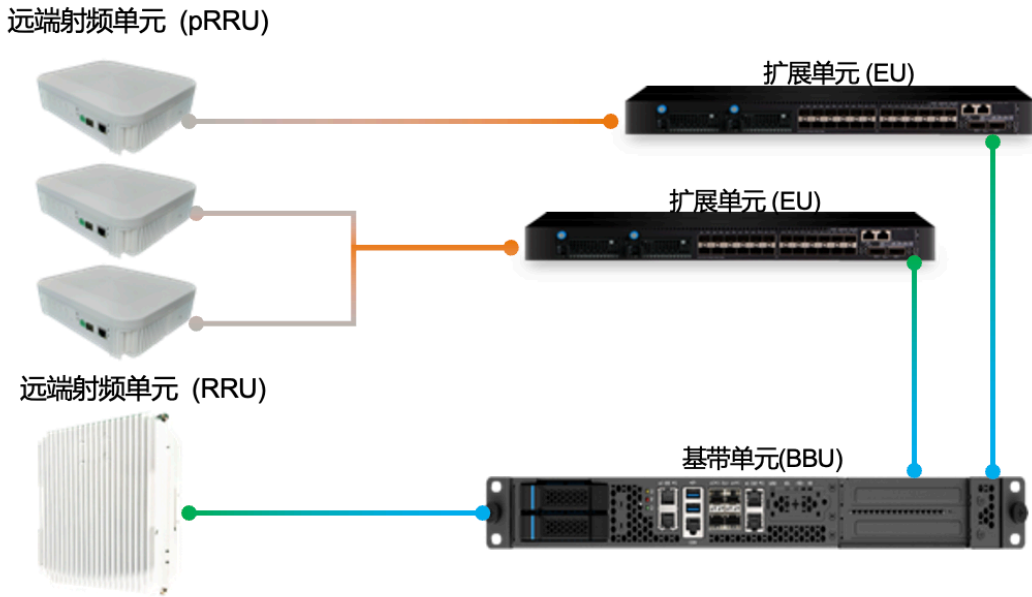


图 5-3 5G 专网无线网产品架构

AISWare AgileNet-RAN 产品主要技术特点：

- 支持基站软硬件解耦，灵活部署；
- 支持开放前传接口 Option 7-2，便于与异厂家 RU 对接；
- 支持通用服务器部署以及云化部署两种形态，满足不同客户使用场景；
- 支持上行大带宽传输，满足行业应用场景中对上行带宽大于下行的需求；
- 高精度室内定位，在无 GPS 的室内环境中支持定位应用；
- 智能节能降低功耗，实现绿色基站。

产品的主要参数指标如表 5-2 所示：

表 5-2 5G 基站参数指标

支持频段	TDD 2.6GHz/3.5GHz/4.9GHz；FDD 700MHz
工作带宽	100MHz、80MHz、60MHz、30MHz
发射功率	2 小区 x4T4R,250mW；4 小区 x2T2R,500mW
最大容量	单小区 400 激活用户
峰值速率	下行 1.4Gbps；上行 260Mbps

BBU 尺寸	1U
时钟同步	GPS、北斗

5.1.3 边缘计算平台（AISWare AgileNet-MEC）

AISWare AgileNet-MEC 产品支持全软件的提供方式，也支持 MEC 一体机的提供方式。AISWare AgileNet-MEC 产品内部集成边缘 IaaS、PaaS、MEP、UPF 和交换模块，以小的占用空间支撑了灵活的网络接入能力。借助亚信科技自研的边缘 IoT 网关和边缘 AI 一体机，边缘 MEC 产品可以便捷将 AI 能力和物联网接入能力融入整体解决方案中。图 5-4 描绘了亚信科技 MEC 产品架构。

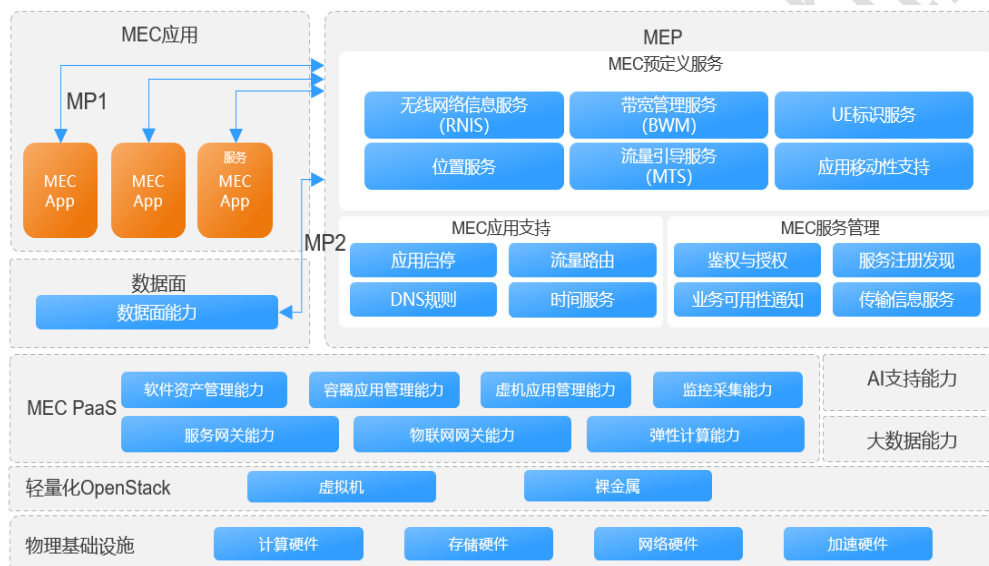


图 5-4 亚信科技 MEC 产品架构

在通用计算、存储、网络和加速硬件基础之上，亚信科技 MEC 产品以轻量化的 OpenStack 提供虚拟机资源能力，满足基于 IaaS 架构 NFV（Network Functions Virtualization, 网络功能虚拟化）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。

AISWare AgileNet-MEC 产品提供 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 提供 MEC 应用管理,服务管理以及流量规则的管理下发、DNS (Domain Name System, 域名系统) 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。

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,亚信科技提供边缘 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 5-5 边缘 MEC 一体机

5.1.4 5G 专网运营平台 (AISWare AgileNet-OM)

AISWare AgileNet-OM 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的专网集中运维、运营,支撑运营商构建一体化专网集约管理平台提供云网边端业融合业务的集中开通,管控和监控。同时能够给企业客户提供网络自服务能力,以场景化的形式端到端支撑垂直行业一体化运维运营。

- 资源集中纳管:提供从设备数据直采和台账相结合的方式,能统一纳管 5G 专网的网络资源,端侧设备和企业 IT 资源;
- 网络编排开通:提供切片管理,DNN 管理,边缘云管理等功能,支持多种形态 5G 专网的开通,切片网络的开通和云网的开通,协同网边能力完成独立建网,助力业务上云;
- 业务编排开通:基于场景模版提供端到的业务开通,支持号卡的烧制和管理,业务的签约和应用的部署,以及业务级别的云网边端业融合拉通;
- 网络监控分析:能够集中的监控专网网络,监视和分析网络运行情况,集中管理全网故障和异常,统一完成排障分析;
- 业务监控分析:通过集中监控专网实时业务情况,完成业务运营分析的同时,能够完成业务故障的端到端定界定位。

图 5-6 描述了 AISWare AgileNet-OM 产品架构。



图 5-6 AISWare AgileNet-OM 产品架构

5.2 特色功能

主要介绍产品具备的特色功能及主要的优势点。

5.2.1 算力内生网络

亚信科技算力内生网络是在不改变网络基础功能与架构的前提下,通过对 5G BBU 元和 5G MEC 的功能增强,实现了网络中算力内生。如图 5-7 所示。

在 5G 无线网络中,创新将 5G BBU 的 CPU 能力抽象虚拟化,转化为通信能力和计算能力,实现 5G BBU 同时支持通信业务和计算业务。在 5G MEC 中,创新设计了通算调度与编排决策器,将无线网络中 5G BBU 的算力池化,完成算力应用与通算资源的融合调度与编排。

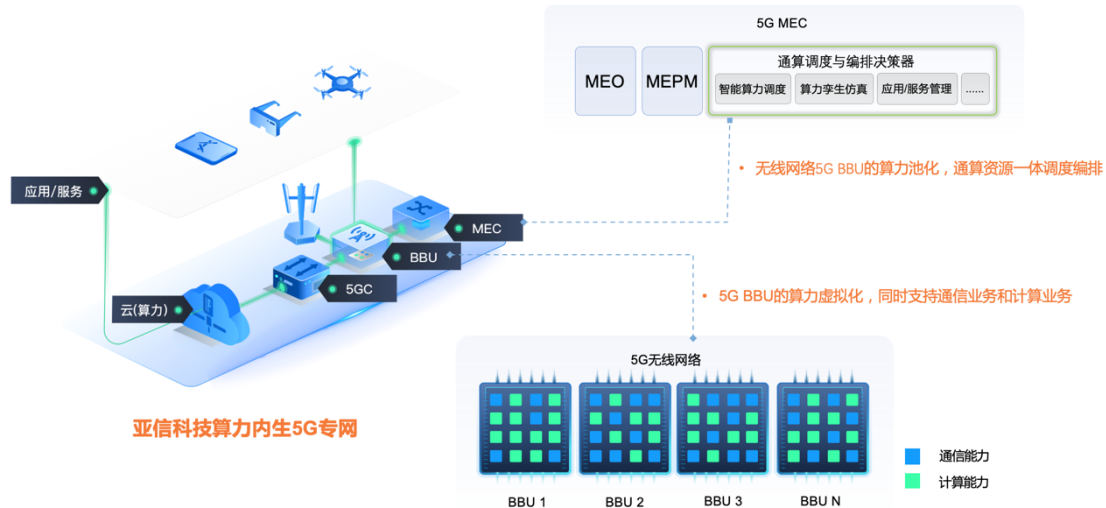


图 5-7 算力内生网络

亚信科技算力内生网络产品具有三大核心价值。

第一是“投资做减法”：如果运营商额外购买算力板卡和算力服务器，会显著增加运营商 TOC，此方案将带来额外的投资成本。亚信科技算力内生网络可以避免运营商额外投资成本，帮助运营商投资做减法。

第二是“资源做乘法”：算力内生网络 5G 基站空闲通信能力可以转化为计算能力，以时分复用方式实现通信能力与计算能力互转，从而提升资源利用率，实现资源做乘法。

第三是“能力做加法”：算力内生网络 5G 基站除了提供基础网络能力外，可提供通用计算能力，并运行多行业应用服务，实现基站能力做加法。

算力内生网络的 6 项核心技术：

1、算力虚拟化，其核心是通过 5G BBU 算力虚拟化，实现 BBU 通信能力与计算能力的智能时分复用，使 BBU 可同时提供计算与通信能力。其他方案，因为需要保持网元通信的独占性，需要运营商购买额外的算力服务器或算力板卡。

2、算力调度“边缘化”。针对基于中心云的算力调度存在因网络带宽或时延等影响调度效率的问题，通过在 5G MEC 内置通算调度与编排决策器，实时感知 5G BBU 负载情况，将计算应用调度到有可用计算资源的 5G BBU 上，实现算力调度“边缘化”，提升调度效率。

3、网络无损伤，主要包括：

网络架构无损伤：亚信科技算力内生网络遵循 3GPP 5G 网络部署架构，不需要额外网络基础设施投资；

网络协议无损伤：维持 3GPP 5G 网络控制面和用户面协议不变，实现网元空闲通信能力转化为计算能力；

网络 QoS 无损伤：采用通信业务优先保障机制，严格限制内生算力隔离边界，并进行算力安全边界智能化实时调整。

4、在 5G MEC 上部署算力资源动态编排与调度服务，通过 4 个步骤实现 5G BBU 资源智能调度。

第一步：资源态势感知。基于 AI 回归算法，分析 5G BBU 资源消耗的“潮汐效应”，预测 5G BBU 资源消耗的未来变化趋势，以实现 5G BBU 集群资源的态势感知；

第二步：节点评估与推荐。基于图神经网络算法，分析网络的组网拓扑结构、供给/需求侧的资源特征等数据，动态匹配有效 5G BBU 节点集合，并实现 BBU 集群资源的最优推荐；

第三步：节点资源动态分割。基于机器学习算法，实时跟踪 5G BBU 集群及本节点的通信与计算资源的消耗状况，为当前节点分配最优分割阈值，以实现 5G BBU 节点资源的最优划分；

第四步：任务编排与调度。基于动态规划算法，通过成本、性能、效率和安全角度分析，为当前任务规划最优资源编排调度方案，实现 5G BBU 集群资源的最优调度；

5、基于算力内生 5G BBU 集群的联邦学习系统。通过分别在 5G MEC 节点和选定的 5G BBU 子集群上部署“联邦学习”服务端和客户端。建立多节点之间的联邦模型计算，基于联邦机器学习算法，在确保本地数据不向外传播的基础上，实现满足数据隐私保护要求的多方联合模型训练和推理，打破“数据孤岛”。

6、算力内生网络数字孪生技术。它实现了面向算力内生网络资源的数字孪生建模，构建了算力内生网络的数字孪生模拟运行环境及仿真能力，实现算力内生网络业务灵活编排、用户体验自优化、网络运维智能化等。

5.2.2 5G 网络切片能力

网络切片是 5G 网络最为核心的技术之一，支持在一套物理的 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。

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。所有网元默认均支持切片能力，在网络层面具备端到端的切片能力，并且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，对于网络的需求如图 5-8 所示。

应用场景		网络需求				
5G 无人天车	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
	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
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
	控制信令下发	≥ 1Mbps	无特殊要求	≤20ms	≥ 99.99%	生产线
	高清照片传输	≥100Mbps	≥ 20Mbps	≤100ms	≥ 99.99%	生产线
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	≥500Mbps	无特殊要求	≤100ms	≥99%	生产线

图 5-8 钢铁行业专网需求

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。

5.2.3 灵活的边缘注智应用

亚信科技提供了敏捷的 5G 专网，对 5G 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。

- 集成 AISWare AIoT 的边缘智能方案

AISWare AIoT 产品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。

5G 专网产品与 AISWare AIoT 产品集成边缘智能方案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。

- 集成 AISWare AI 的云协同方案

AISWare AI 产品是亚信科技打造人工智能产品，提供 AI 应用能力。在 5G 专网基本的 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。

如图 5-9 所示，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 5-9 亚信科技边缘 AI 产品

5.2.4 行业专网业务保障

5G 专网业务场景多样化、端到端组网和配置复杂，但是现状却是行业客户并不懂 5G 专网业务保障。行业客户急需一套完整的 5G 专网保障系统对行业专网提供一体化，数字化能力支撑。亚信科技专网运营平台，针对不同行业场景，拉通终端，网络和业务的完整 5G 专网服务链，提供一体化、综合化、智能化的保障体系。

如图 5-10 所示，亚信科技专网运营平台以全景监控为目标，通过对基础设施层、资源数据层、应用服务层的全专业数据采集和汇总分析，智能还原不同场景资源拓扑；从场景业务出发，实现业务线的跨终端、网络、业务应用的端到端实时监，为 5G 行业客户提供全景监控服务能力。



图 5-10 5G 专网全景监控

如图 5-11 所示，亚信科技专网运营平台结合信令面-用户面-业务面的多维数据，拉通跨终端设备、网络设备、基础硬件设施和业务应用等方面的业务链条，构建端到端业务故障定界定位模型，通过主动发现和业务行为模拟等手段，丰富典型场景故障特征库，实现业务故障快速定界定位，异常事件的追溯分析。

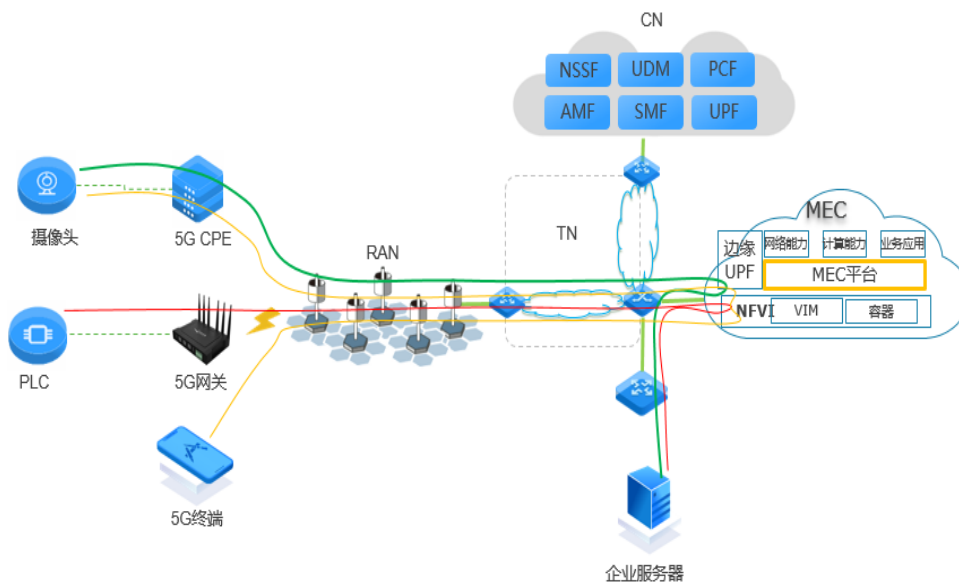


图 5-11 5G 专网业务监控和故障定界定位

如图 5-12 所示，亚信科技专网运营平台实现业务域，网络域，感知域综合服务质量图谱构建，从网络的整体质量评估入手，打造区域、网络、用户、终端、业务五位一体的专网端网业态势实时感知和质差分析体系。根据业务报文识别业务特征，自适应，自匹配不同场景的评价模型，完成专线级别的 SLA 指标分析，终端级 SLA 质量实时可视，业务层质差实时可视。



图 5-12 5G 专网业务质量管理

如图 5-13 所示，亚信科技专网运营平台深度融合 IT、CT、OT 技术，进行多个系统业务服务能力的适配，面向重点行业如智慧园区、智慧电力、智慧港口、智慧矿山、智慧医疗、智慧农业等，基于 TOSCA 建模完成网络切片模版和行业专网商品打造，提供开箱即用行业场景业务模版，提供专网业务快速开通能力。



图 5-13 5G 专网行业模版模板

5.2.5 业务智能感知拨测分析

亚信科技 5G 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的感知拨测，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。

在行业 5G 专网场景下，客户对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。亚信科技 5G 专网产品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 5-14 描述了亚信科技 5G 专网产品的业务感知拨测方案。

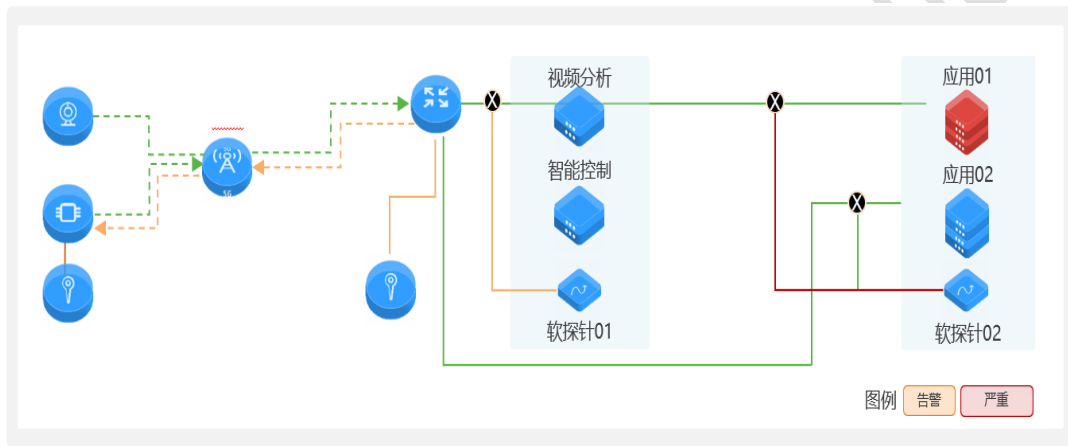


图 5-14 业务感知拨测

亚信科技 5G 专网产品支持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，同时以人工智能手段对日常业务性能指标进行动态阈值分析及异常监测，实现如图 5-15 所示的 5G 专网异常预测及专网异常智能诊断。



图 5-15 SLA 指标智能诊断

六. 产品优势特性

亚信科技 5G 专网产品优势包含云原生，通用硬件数据转发加速和开放 N4 接口。

6.1 云原生开发部署

亚信科技 5GC 产品基于云原生技术打造。依托于 K8S 平台提供容器化和微服务技术，亚信科技 5GC 网元拥有更轻便的弹性能力，更好的安全性以及更低性能损耗。

亚信科技通过增强 K8S 基础架构，同时合理设计微服务集群，不但满足了 5GC 产品对于网络复杂性和高性能的要求，还为 5GC 产品提供了更强的高可用能力和平台适应性。5GC 产品在 MEC 一体机中，还是私有云平台中，都能实现快速而起高可用部署。基于良好的云原生架构，亚信科技 5GC 网元拥有更好的可视可管能力，极大的降低了运维成本。

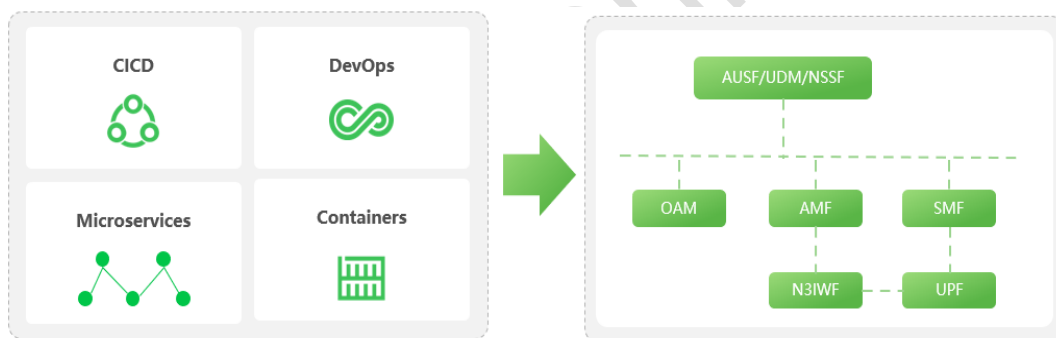


图 6-1 基于云原生的产品开发

6.2 通用硬件数据转发加速

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 服务器硬件开发电信级云原生软件，完成实时信令处理以及高效的用户面转发。

实现通用 X86 硬件实现超高的数据转发，是业界在实现通信系统虚拟化和软件化的关键技术。亚信科技利用 VPP (Vector Packet Processing, 矢量包处理) 技术，结合 DPDK (Data Plane Development Kit, 数据面开发套件) 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，亚信科技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 6-2 转发加速技术

6.3 开放 N4 接口

在 3GPP 标准中，5GC 架构实现了彻底的用户面和控制面的分离，用户面和控制面之间通信通过 SMF 与 UPF 之间 N4 口相连。目前 N4 接口涉及的信令信元多，加上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。另外，3GPP 标准对 N4 接口的定义存在多种可选实现，定义不完整，导致不同厂商产品在 N4 接口协议实现上的差异。

5G 专网的客户场景要求 5GC 的部署场景更加灵活，尤其 UPF 下沉的方案中，但是 N4 接口的封闭性制约行业专网部署。面向行业需求的 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。中国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，亚信科技 UPF 产品完全支持解耦后的 N4 规范，能够与异厂家 SMF 进行对接。

七. 产品价值

5G 专网产品价值如下：

更安全的数据传输：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，可获得高于移动公网的数据安全性。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，还可保持数据完全的隔离性和安全性。

更广的场景覆盖：基于亚信科技 5G+X 产品体系，建设 5G 独立专网，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。

更便捷的运营管理：亚信科技 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，使能网络规划、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。

八. 产品差异化优势

亚信科技 5G 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、5G 专网无线网、MEC、UPF 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：基于亚信科技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。

九. 应用场景

亚信科技 5G 专网产品包含智慧核电, 智慧港口, 智慧钢铁等典型应用场景。

9.1 智慧核电

AISWare AgileNet 亚信科技 5G 专网在核电行业已落地应用, 下面以典型应用案例为例进行介绍。

9.1.1 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。

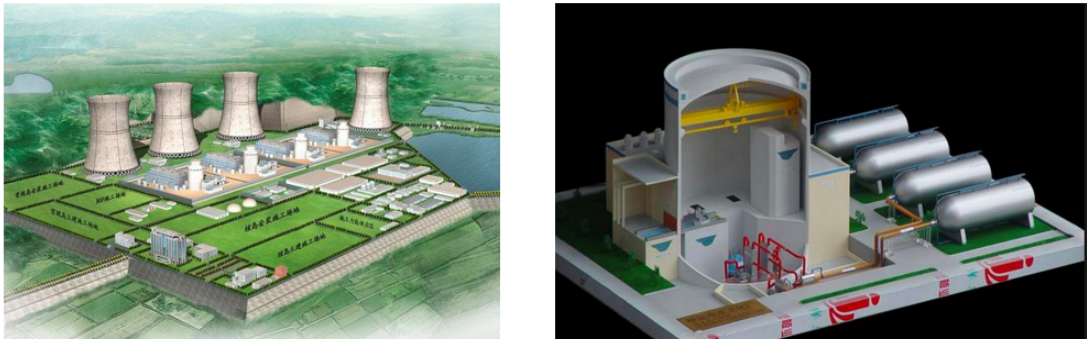


图 9-1 智慧核电应用场景

9.1.2 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 (Single Point Vulnerability, 关键敏感设备) 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。SPV 设备管理是核电业务对 5G 专网的重要需求。某核电一年曾发生 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。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管理能力与安全性保障能力。

在智慧核电场景中，5G 专网需求大致可以分为三类：视频安全监控、人员设备管理和移动办公。

- 视频安全监控类业务主要包括如下业务：

- 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；

表 9-1 视频安全监控网络需求

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

- 人员设备管理类业务主要包括如下业务：

- 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；
- 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。

表 9-2 人员设备管理网络需求

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

- 移动办公类业务主要包括以下业务：
 - 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；

表 9-3 移动办公需网络求

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

9.1.3 智慧核电 5G 专网方案

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

生产区：包括核岛、常规岛、BOP 厂房以及应急指挥中心等区域，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、检修楼等区域，采用 5G 混合专网方案，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。

针对核电场景无线环境特殊性，5G 专网络设计要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设计采用小功率、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

如图 9-2 所示，生产区采用专网专用的建设方案，建设独立 5G 专网。

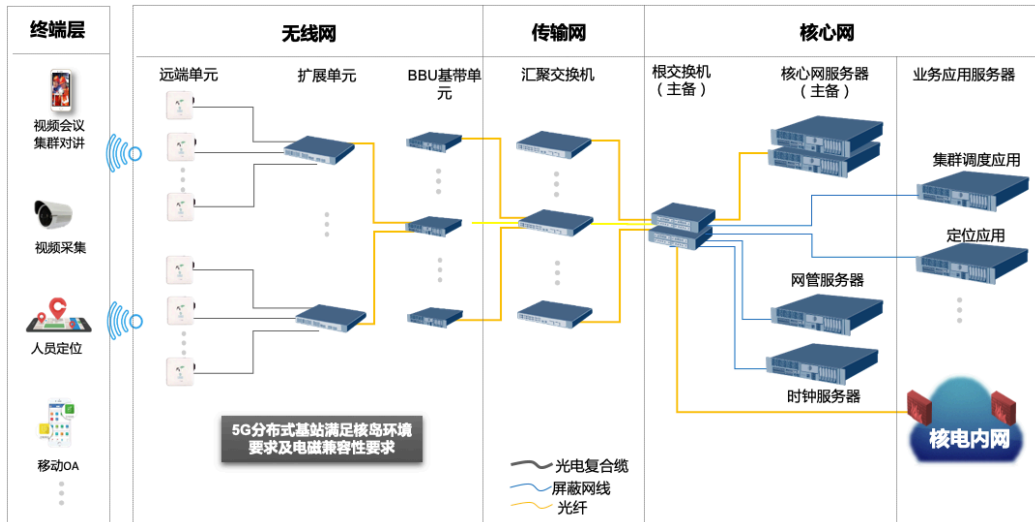


图 9-2 核电生产区 5G 网络设计

5G 核心网：部署轻量化 5G 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。

5G 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 pRRU 或无源天线，其中橙区、红区使用无源天线；黄区、绿区、白区使用 pRRU。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：**在位置较高、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。

● 厂前区 5G 网络设计

如图 9-3 所示，厂前区采用公网专用的方案，通过切片技术配合 UPF/MEC 下沉技术建设混合 5G 专网。

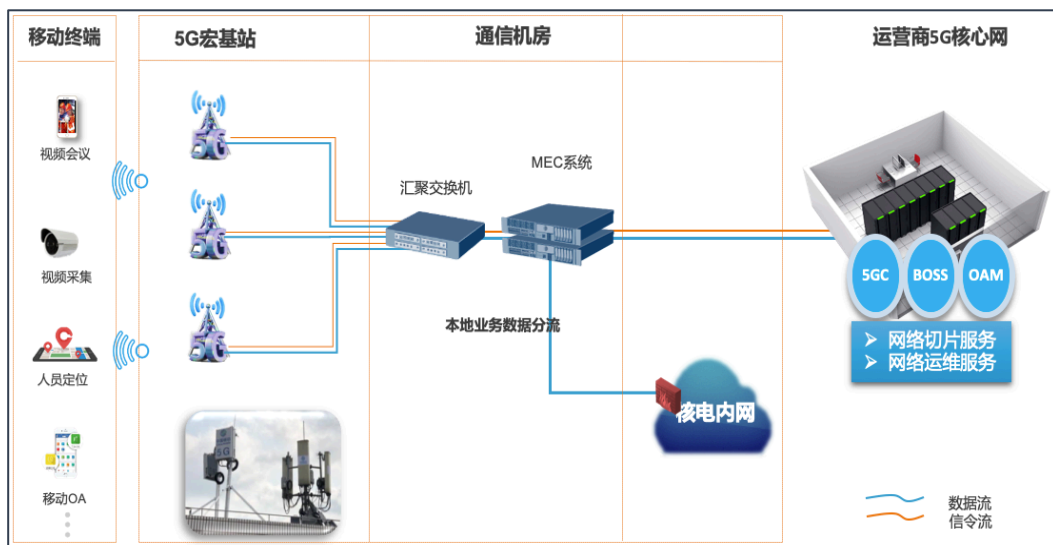


图 9-3 核电厂前区 5G 网络设计

5G 核心网：依据电厂的安全要求要求控制数据不出场区，所以将 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，并提供 FlexE 硬通道切分能力。

5G 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 系统。

9.2 智慧港口

5G 专网也广泛应用于智慧港口，下文从专网场景和业务需求等角度阐述 5G 专网的应用。

9.2.1 智慧港口 5G 专网场景

5G 网络技术为各行各业实现数字化转型、提高生产效能提供了契机。港口兼具工业和交通两种属性，在生产运营智慧化、自动化方面的需求十分迫切。港口码头生产环节涉及垂直运输系统、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、大物联的特性，实现 5G 网络与港机远程控制、无人集卡和 AGV（Automated Guided Vehicle，自动引导小车）调度、安防智能监控等业务的快速融合，可以提升港口码头的自动化运营效率和智能化运作水平，进而打造绿色、环保、高效的智慧港口。

如图 9-4 所示，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，其中桥吊设备实现集装箱从船到岸装卸，轨道设备吊实现集装箱等货物进行装卸、理货等操作。

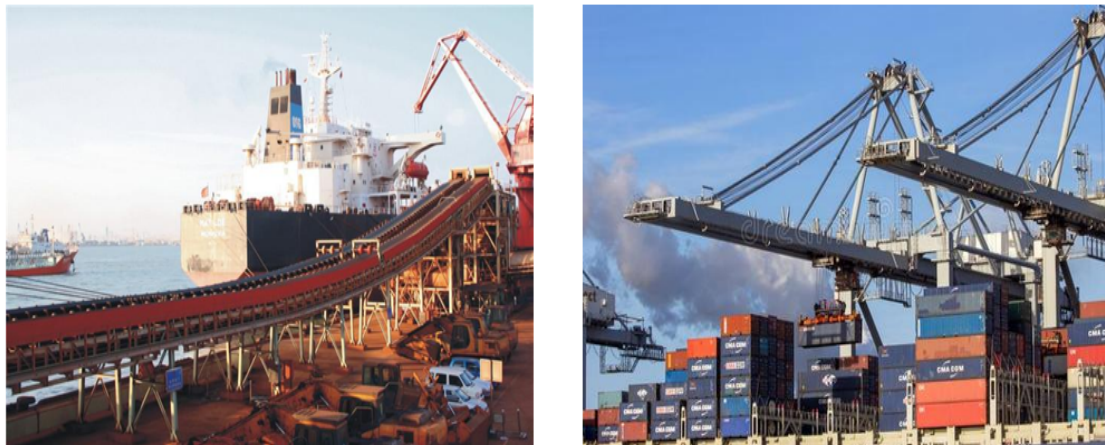


图 9-4 港机远程控制

9.2.2 智慧港口业务需求

传统港机设备操作主要是人工现场高空作业，由此造成工作环境恶劣、人工成本高等问题，因此港口有迫切的远程控制作业需求。部分已改造港口通过光纤、Wi-Fi 网络实现视频回传和控制信号下发。

但是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 技术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 5G 技术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。

表 9-4 描述了港口机器远程控制的网络需求。

表 9-4 港机远程控制需求

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%

港口水平运输系统主要包含无人集装箱卡车和 AGV，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 9-5 显示了无人集卡和 AGV 调度。



图 9-5 无人集卡和 AGV

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。表 9-5 列出了无人集卡和 AGV 调度的网络需求。

表 9-5 无人集卡和 AGV 调度需求

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	无特殊要求	≤ 20 ms	≥ 99.9%

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 9-6 展示常见的安放智能监控方式。

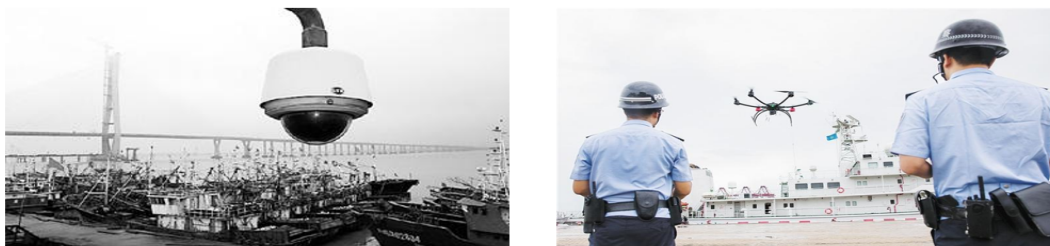


图 9-6 安防智能监控

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 专网方案是 5G 网络、AR/VR、高清摄像头、以及无人机巡检的组合方案，能实现港口区域的全方位覆盖、实时可视化监控。

表 9-6 给出了安防智能监控的网络需求指标。以下是相应的网络指标要求：

表 9-6 安防智能监控需求指标

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	无特殊要求	≤ 100 ms	≥ 50

9.2.3 智慧港口 5G 专网方案

图 9-7 描述了一种智慧港口 5G 专网的设计方案示例，是一个混合 5G 专网的组网方式。利用运营商已有的 5G 网络设施，采用 UPF 下沉加 MEC 系统的方式建设 5G 专网。

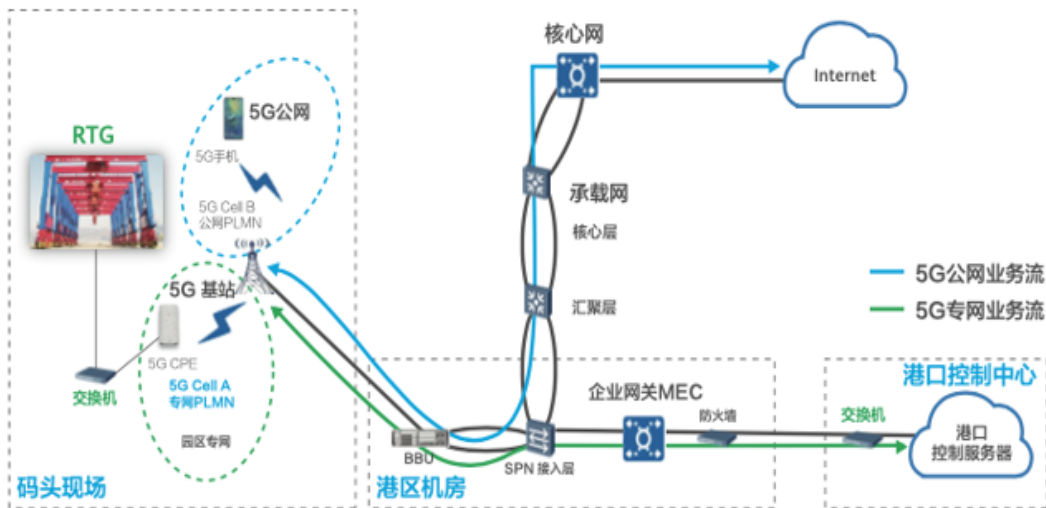


图 9-7 智慧港口 5G 专网方案

在码头，利用运营商公用基站，同时开启 5G 公网 PLMN 和 5G 专网 PLMN。普通手机用户接入 5G 公网网络，码头专用系统设备接入 5G 专网网络，二者逻辑隔离。

在港区机房，部署港口 5G 核心网 UPF 和 MEC 系统，实现港口业务数据分流，普通公网数据进入公共互联网，港口专网数据进入港口控制中心。这样就保证了港口 5G 专网数据保证安全性和网络性能要求。

9.3 智慧钢铁

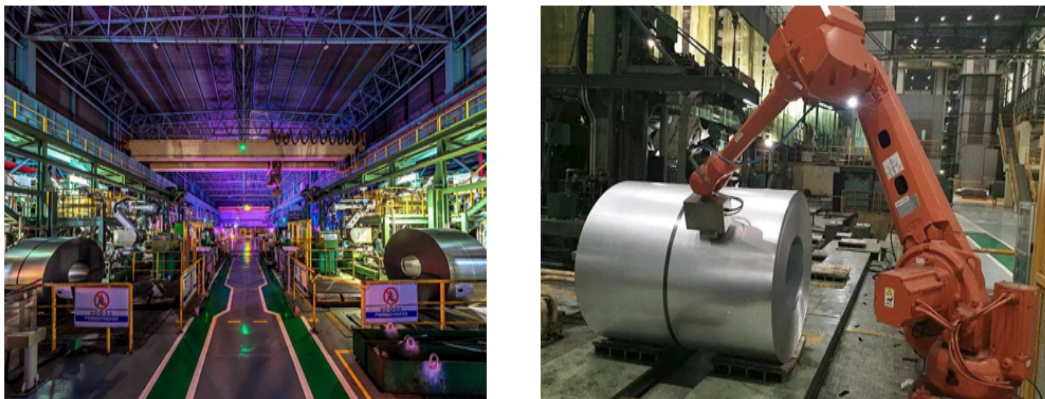
5G 专网可提高钢铁行业的智慧化需求，解决对应商业问题。

9.3.1 智慧钢铁 5G 专网场景

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 网络带来的新特性，将极大地改善钢铁行业的风险程度，提高钢铁行业的智慧程度。

钢铁行业生产的场景中，无人天车、超高清视频安防监控、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 专网技术提供可靠的通信网络支持，从而实现智慧钢铁解决方案。图 9-8 描绘了智慧钢铁的应用场景。

图 9-8 智慧钢铁应用场景



9.3.2 智慧钢铁业务需求

钢铁行业的不同应用场景对网络性能的需求大致可归纳为 2 类，一类为低时延网络指标需求，如加渣机器人、PLC 控制等场景；另一类为大上行网络带宽需求，如机器视觉、质量检测等场景。

无人天车的 PLC 远控低时延要求较高，时延不可高于 50ms。另外还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。表 9-7 列出了无人天车的网络需求。

在机器视觉质量检测，控制信令下发，对时延性能要求较高，需低于 20ms；高清照片传输，对上行带宽要求较高，需高于 100Mbps。表 9-8 列出了机器视觉质量检查网络需求。

表 9-7 5G 无人天车网络需求

应用场景		网络需求				
5G 无人天车	功能	上行带宽	下行带宽	传输时延	可靠性	覆盖范围
	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 9-8 机器视觉质量检测需求

应用场景		网络需求				
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
	控制信令下发	≥ 1Mbps	无特殊要求	≤20ms	≥ 99.99%	生产线
	高清照片传输	≥100Mbps	≥ 20Mbps	≤100ms	≥ 99.99%	生产线

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。表 9-9 列出了 AR 远程辅助的网络需求。

表 9-9 AR 远程辅助需求

应用场景		网络需求				
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	≥500Mbps	无特殊要求	≤100ms	≥99%	生产线

9.3.3 智慧钢铁 5G 专网方案

图 9-9 给出了一个智慧钢铁 5G 专网方案，是一个典型的 UPF 下沉+MEC 应用的混合 5G 专网。

无线侧根据业务带宽、上行业务的分布情况，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。

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，比如是否同时包含低时延及大上行两类业务，可建设 1~2 个端到端 5G 切片实例，配置不同的网络资源保障差异化的业务性能。

针对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。

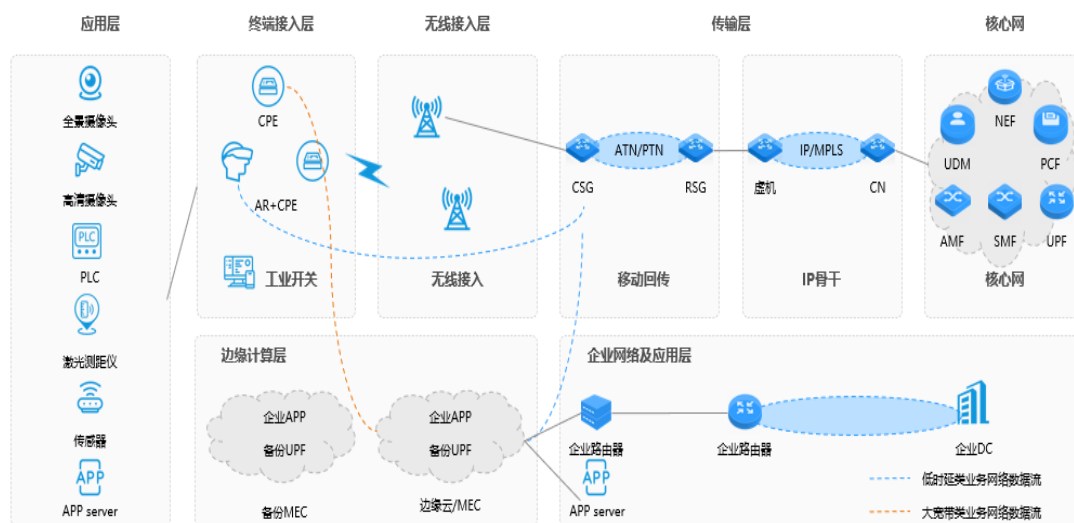


图 9-9 智慧钢铁 5G 专网方案

十. 产品客户成功故事

亚信科技 5G 专网产品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，以敏捷的网络支撑个性化的应用，助力行业数字化转型。

10.1 某核电厂 5G 专网

亚信科技 5G 专网产品在核电厂已成功商用，下文详细介绍其应用场景。

10.1.1 客户需求

某核电厂建设的总目标是：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。其电厂无线网络需承载具体业务需求如表 10-1 所示。

表 10-1 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
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情况

序号	分类	业务需求
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

10.1.2 解决方案

采用生产区独立专网+厂前区混合专网的方式，实现 5G 信号的全覆盖，满足核电全厂区的 5G 通讯需求。图 10-1 描绘了某核电 5G 专网整体方案。

本核电厂 5G 专网具备如下特征：

满足重点需求：安全生产、高效检修、辐射防护、防人因管理、在线培训考试等。

网络安全：生产区 5G 专网按照国家信息安全等级保护三级进行系统配置和管理，厂前区混合专网（本地 MEC）按照国家信息安全等级保护二级进行系统配置和管理。

电磁兼容：相关设备要满足严格的电磁兼容（EMC）要求，保证设备不会影响核电厂其它设备和系统（主要考虑 DCS 设备、现场安全仪表等）的正常运行。

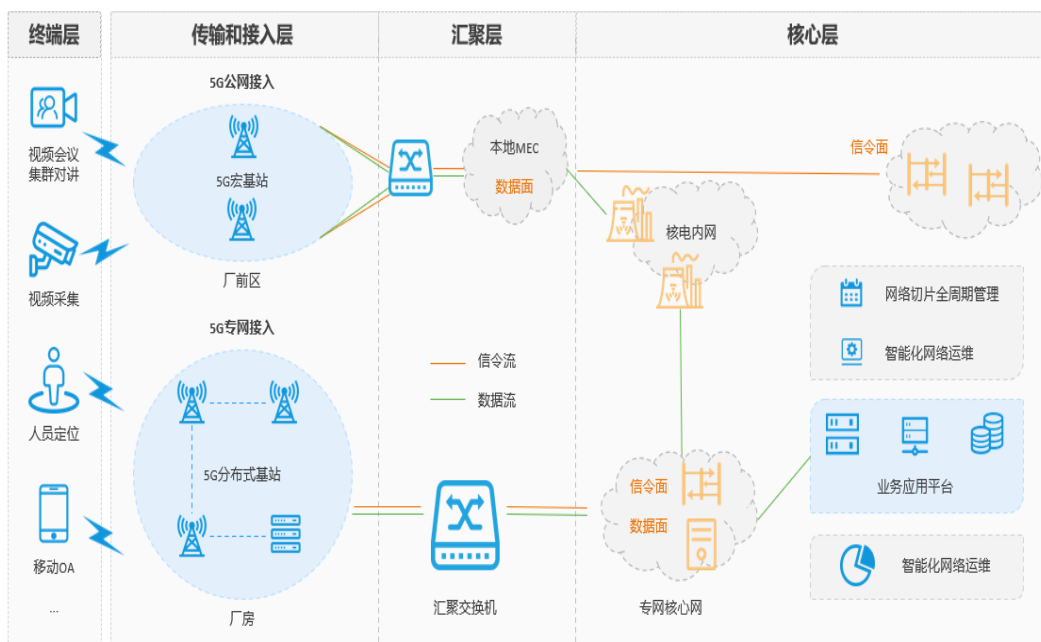


图 10-1 某核电厂 5G 专网方案

核电 5G 专网运营平台，构建面向核电行业的 5G 专网业务运营与网络管理能力，实现独立组网模式下的切片开通、号卡自营、融合运维、设备纳管、人员定位、融合语音，不断挖掘新型智能应用，赋能数字化电厂发展。如图 10-2 所示。



图 10-2 核电 5G 专网运营平台主要功能

亚信科技 5G 专网与智慧核电综合解决方案为核电客户带来了可观的经济效益。按照单台核电机组来估算，可带来的经济效益为：

- 通过 5G 通讯集中调度，减少核电厂大修期间临时通讯的搭建、广播/固话找人等方式缩短大修工期，降低运营成本约 150 万元/年。
- 通过引入电子工单系统，降低人工工包耗时成本、降低纸质工包经济成本，可降低成本约 300 万元/年。
- 通过引入智能巡检系统，实现巡检数据实时传送后台、人员移动办公等，减少大量的人工巡检中记录数据、整理数据、分析数据等人工成本和纸质成本，预期节省约 50 万元/年。
- 通过不断引入其他智能化运行系统辅助核电厂运行、检修，预计共可降低成本约 750 万元/年以上。

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。

10.2 某火电厂 5G 专网

AISWare 5G 专网已成功运用于火电厂等行业，下面以典型应用案例为例进行介绍。

10.2.3 客户需求

某火电厂是国家“西电东送”发展战略的重要项目之一，电厂响应“国家大气污染防治计划”和“煤电节能减排升级与改造行动计划”的号召，是绿色燃煤电站示范工程和智慧燃煤电站示范工程。见图 10-3 所示。



图 10-3 某火电厂 5G 专网项目

某火电厂是集团倾力打造的首个智慧化标杆电厂。项目充分发挥“四机一控”（四台发电机组集中控制）优势，从源头上优化设计加强创新，遵从智慧企业建设规范“两平台（智能发电 ICS、智慧管理 IMS）、三网络（生产控制网、管理信息网、工业无线网）”的整体架构，按照基础设施层、平台层、应用层和交互层的统一要求，构建管控一体化系统。5G 工业无线专网作为基础设施层的重要部分，为全厂移动应用、人员定位、无人机、AR 等智能工器具的接入提供网络支撑。

在 5G 网络能力基础上，项目同时将运用泛在感知、数字孪生、大数据、云计算、人工智能等技术，实现具备“自分析、自诊断、自管理、自趋优、自恢复、自学习、自提升”特征的全生命周期智慧电厂生态系统。

5G 专网的高性能、高安全、高可靠优势，将为电厂安全生产提供智慧网络保障。项目采用“统一规划、分步实施”的建设模式，在基建期开展智慧工程建设。在生产期力争实现全员劳动生产率目标：首先实现“无人巡检、少人运行”，最终达到“少人运行，少人管理”的目标。

10.2.4 解决方案

依据安全规范要求，建设整核心网下沉的全厂 5G 无线专网，实现厂区范围内 5G 无线网络信号无盲区覆盖，同时保障重点施工、生产区域网络信号可靠性与稳定性。满足从工程基建期至生产运营期全阶段 5G 网络使用需求，满足高清视频回传、大数据采集、AR/VR 远程辅助、智能巡检机器人、智能巡检无人机等智能工器具的数据传输需求。

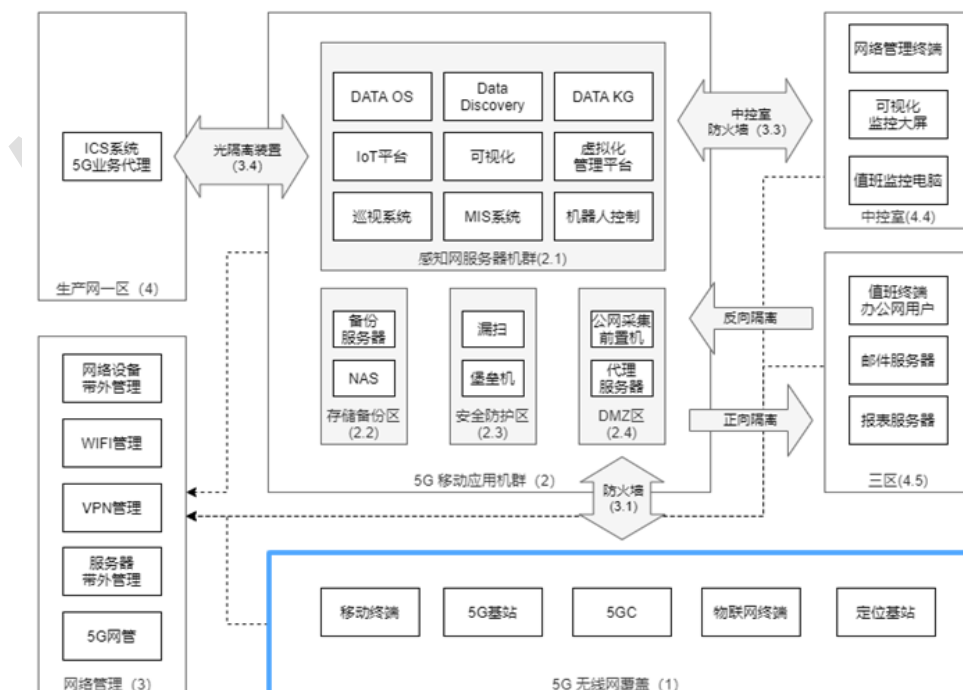


图 10-4 某火电厂 5G 专网集成方案

图 10-4 所示的某火电厂 5G 专网集成方案具有如下特征：

- 为支撑 ICS2.0 设计，实现智能电厂提供完整的接入解决方案；
- 5G 无线覆盖，采用核心网下沉，在电站内构造成一张电信级安全的、无联边界的高带宽低延时网络；
- 5G 移动应用集群，配合站内移动业务，提供了基础 IaaS 平台、数据备份、等保三级安全、业务发布区等具体措施；
- 通过光隔离装置与生产网一区内的 ICS 系统 5G 业务代理通讯，实现最小边界接入生产网一区；
- 专网运营平台，将所有边界及基础设施统一运维管理，降低运维难度。

十一. 资质与荣誉

亚信科技 5G 专网产品已获得 5G 专网无线网和 5G 核心网 7 大网元入网证，及众多其他荣誉证书，充分验证了 5G 专网产品的基本功能，网络性能及网络安全，为 5G 专网产品大规模商用奠定了基础。

11.1 工信部入网证

如图 11-1 和图 11-2 所示，亚信科技 5G 专网无线网与 5G 专网核心网全套网元已通过工信部入网测试，并已获得入网许可证。



图 11-1 亚信科技 5G 专网无线网入网许可



图 11-2 亚信科技 5G 专网核心网入网许可

11.2 获得奖项

亚信科技凭借在运营商和行业应用领域对于切片的突出贡献，获得了 2021 年度 5GWorld 颁发的“5G 切片全球最佳实践奖”。图 11-3 是获奖证书。



图 11-3 亚信科技“5G 切片全球最佳实践奖”

如图 11-4 所示，亚信科技凭借“智慧核电 5G 专网项目”，与合作伙伴共同获得了第五届“绽放杯”5G 应用征集大赛一等奖。



图 11-4 第五届“绽放杯”5G 应用征集大赛一等奖

十二. 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。

亚信科技（中国）有限公司保留所有权利

