

AISWare AgileNet

亚信科技 5G 专网产品 V5.0 白皮书

AISWare AgileNet 是亚信科技面向垂直行业网络基础设施升级打造的安全、可靠、高性能的 5G 专属网络产品体系，以及网络基础设施之上的数智化全栈解决方案，助力行业数字化转型成功。

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（“亚信科技”）。

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。未经亚信科技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。

未经亚信科技事先书面允许，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，亚信科技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，亚信科技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，亚信科技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，即使亚信科技事先获知上述损失可能发生。

亚信科技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）

亚信科技是中国领先的信息科技产品及服务提供商，拥有丰富的软硬件产品开发和大型工程实施经验。公司深耕市场超过 30 年，在 5G、云计算、大数据、人工智能、物联网、数智运营、业务及网络支撑系统（BSS&OSS）等领域具有先进的技术能力和众多成功案例，客户遍及通信、广电、能源、交通、政务、金融、邮政等行业。

近年来，亚信科技持续聚焦云网、数智、IT 三类产品的研发，并结合咨询规划、数智运营和系统集成能力，不断向“产品与服务双领先”目标迈进。2024 年公司进一步提出“四个转变”发展战略，聚焦打造 5G 专网、边缘智能、信创数据库、大数据与可信数据流通、xGPT 等战略级软件及软硬一体产品，并加强向非通信及国际市场的开拓。

亚信科技始终致力于将 5G、人工智能、大数据等数智技术赋能至百行千业，与客户共创数智价值。面向未来，公司将努力成为最可信赖的数智价值创造者，并依托数智化全栈能力，创新客户价值，助推数字中国。

部分企业资质

能力成熟度模型集成 CMMI5 级认证
 信息系统建设和服务能力评估（CS4 级）
 云管理服务能力评估证书卓越级
 数字化可信服务—研运数字化治理能力认证
 1S09001 质量管理体系认证证书
 150200001T 服务管理体系认证证书
 1S027001 信息安全管理体系统认证证书
 企业信用等级（AAA 级）证书
 信息系统安全集成服务资质（二级）
 信息系统安全开发服务资质（二级）

部分企业荣誉

连续多年入选中国软件业务收入百强榜单
 连续多年入选中国软件和信息服 务竞 争 力 百 强 企 业
 中国软件行业最具影响力企业
 中国软件和信息服务业最有价值品牌
 中国软件和信息服务业最具影响力的行业品牌
 中国数字与软件服务最具创新精神企业奖
 中国电子信息行业社会贡献 50 强
 中国人工智能领航企业
 新型智慧城市领军企业
 IDC 未来运营领军者

目录

1 摘要	8
2 缩略语与术语解释	9
3 产品概述	11
3.1 趋势与挑战	11
3.2 产品定义	11
3.3 产品定位	12
4 产品体系	13
5 产品基础功能	15
5.1 核心网功能	15
5.1.1 5G控制面网元功能	15
5.1.2 5G用户面网元功能	17
5.1.3 4G核心网EPC功能	18
5.1.4 核心网IMS功能	19
5.1.5 核心网OMC功能	20
5.1.6 边缘计算功能	21
5.2 无线网功能	22
5.2.1 扩展型皮基站	22
5.2.2 一体化基站	26
5.2.3 分布式宏基站	31
5.2.4 通感算智融合基站	34
5.2.5 无线网OMC功能	36
5.3 专网智连功能	37
5.3.1 交换机功能	37
5.3.2 交换机网管功能	43
5.3.3 智连网关功能	44
5.3.4 智连网关网管功能	47
5.4 5G CPE	48
5.5 专网运营平台功能	52
6 产品特色功能	54
6.1 通算智一体化	54

6.2 5G LAN功能	55
6.3 VoNR高清语音功能.....	56
6.4 MOCN功能.....	57
6.5 Wi-Fi设备安全接入功能.....	57
6.6 MEC通感智融合调度功能	59
6.7 5G网络切片功能	60
6.8 一键开局功能	60
6.9 RedCap.....	61
6.10 5G 无线Relay回传	62
6.11 TSN时间敏感网络.....	63
6.12 5G室内外融合高精度定位.....	64
6.13 本安型防爆基站.....	64
6.14 蓝牙高精定位	65
6.15 应用级安全管控.....	66
6.16 双发选收.....	66
6.17 专网业务感知能力	67
6.18 业务拨测管理能力	68
6.19 专网故障定界定位	69
6.20 终端模组探针能力	70
7 产品差异化优势	71
7.1 行业专属能力	71
7.2 灵活组网能力	71
7.3 通感算智一体能力	71
7.4 智简运维能力	72
7.5 国产自主可控	72
8 场景解决方案.....	73
8.1 智慧核电.....	73
8.1.1 智慧核电5G专网应用场景.....	73
8.1.2 智慧核电业务需求.....	73
8.1.3 智慧核电5G专网方案	75
8.2 智慧火电.....	78
8.2.1 智慧火电5G专网应用场景.....	78
8.2.2 智慧火电业务需求.....	78
8.2.3 智慧火电5G专网方案	80

8.3 智慧矿山.....	82
8.3.1 智慧矿山5G专网应用场景.....	82
8.3.2 智慧矿山业务需求.....	82
8.3.3 智慧矿山5G专网方案.....	83
8.4 智慧港口.....	84
8.4.1 智慧港口5G专网应用场景.....	84
8.4.2 智慧港口业务需求.....	85
8.4.3 智慧港口5G专网方案.....	88
8.5 智慧钢铁.....	88
8.5.1 智慧钢铁5G专网应用场景.....	89
8.5.2 智慧钢铁业务需求.....	89
8.5.3 智慧钢铁5G专网方案.....	90
8.6 智慧风电.....	92
8.6.1 智慧风电5G专网应用场景.....	92
8.6.2 智慧风电业务需求.....	92
8.6.3 智慧风电5G专网方案.....	93
8.7 5G专网运营.....	94
8.7.1 5G专网运营应用场景.....	94
8.7.2 5G专网运营业务需求.....	94
8.7.3 5G专网运营方案.....	95
9 产品客户成功故事	97
9.1 某核电厂5G专网	97
9.1.1 客户需求	97
9.1.2 建设方案与成效	99
9.2 某火电厂5G专网	100
9.2.1 客户需求	101
9.2.2 建设方案与成效	102
9.3 某大型露天煤矿5G专网.....	103
9.3.1 客户需求	103
9.3.2 建设方案与成效	103
9.4 某风电场5G专网	104
9.4.1 客户需求	104
9.4.2 建设方案与成效	105
9.5 某企业5G专网运营.....	106

9.5.1 客户需求	106
9.5.2 建设方案与成效	107
10 资质与荣誉	110
10.1 产品认证.....	110
10.1.1 工信部入网证	110
10.1.2 中国CCC认证	110
10.1.3 欧盟CE认证	111
10.2 荣誉和奖项	111
10.2.1 5G World	111
10.2.2 绽放杯	112
10.2.3 Network X	112
10.2.4 中国自动化学会	113
10.2.5 中国计算机学会	114
10.2.6 GTI Awards.....	114
11 联系我们.....	116

1 摘要

亚信科技 5G 专网产品系列是面向垂直行业网络基础设施升级打造的安全、可靠、高性能的 5G 专属网络产品体系，以及网络基础设施之上的数智化全栈解决方案。该产品体系基于 3GPP 标准，结合行业客户需求，提供轻量化、定制化的 5G 核心网、无线网、边缘计算平台、专网智连产品、5G CPE 和专网运营平台，满足工业、能源、交通、政务等多领域的需求。

亚信科技 5G 专网产品体系涵盖从核心网到无线接入的全栈功能，能够灵活适配不同场景的网络需求。通过算力内生、5G LAN、TSN 时间敏感网络、RedCap 等创新功能，实现了通信与计算的深度融合，为行业客户提供高效、智能的网络解决方案。

在应用场景方面，亚信科技 5G 专网已成功落地智慧核电、智慧火电、智慧矿山、智慧港口、智慧钢铁和智慧风电等多个行业，提供从规划、建设到运营、运维的端到端服务。例如，在某核电厂部署的 5G 专网通过设备监控、人员定位和移动办公等应用，显著提升了电厂的数字化管理水平；在某露天煤矿，5G 专网支持无人驾驶和远程操控，优化了矿山作业效率。

亚信科技 5G 专网产品通过了工信部入网认证、中国 CCC 认证和欧盟 CE 认证，并在多项国际和国内赛事中获得荣誉，包括“5G 切片全球最佳实践奖”、“绽放杯”5G 应用征集大赛一等奖等。这些资质与奖项充分验证了产品的技术实力和行业价值。

面向未来，亚信科技将依托 5G 专网产品体系，持续推动行业数字化转型，助力客户构建高效、智能、安全的通信基础设施，为数字经济发展注入新动能。

2 缩略语与术语解释

常见术语如表 2-1 所示。

表2-1 术语解释

缩略语或术语	英文全称	解释
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
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
UOMC	Unified Operation and Maintenance Center	统一操作维护中心
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
PCF	Policy Control Function	策略控制功能
AUSF	Authentication Server Function	认证服务功能
NSSF	Network Slice Selection Function	网络切片选择功能
N3IWF	Non-3GPP InterWorking Function	非 3GPP 互通功能
gNB	Next Generation NodeB	5G 基站
BBU	Baseband unit	基带处理单元
EU	Extention Unit	扩展单元
pRRU	pico Remote Radio Unit	5G 基站远端射频单元
RedCap	Reduced Capability	5G NR 轻量级实现
SD-WAN	Software Defined WAN	软件定义的广域网
SRS	Sounding reference signal	5G 上行信道参考信号

缩略语或术语	英文全称	解释
MOCN	Multi-Operator Core Network	多运营商核心网组网
VoNR	Voice over NR	基于 5G 网络的语音服务
TSN	Time Sensitive Network	时间敏感网络
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
SPV	Single Point Vulnerability	关键敏感设备
AGV	Automated Guided Vehicle	自动引导小车
DPDK	Data Plane Development Kit	数据面开发套件
DNS	Domain Name System	域名系统
5G LAN	5G Local Area Network	5G 局域网
COTS	Commercial Off-The-Shelf	商用现货
TWIF	Trusted WLAN Interworking Function	授信 WLAN 互通功能
N5CW	Non-5G-Capable over WLAN	不支持 5G 的 WLAN 可信设备
LTE FDD	Long Term Evolution with Frequency Division Duplexing	频分双工长期演进技术
ISAC ²	Integration of Sensing Artificial intelligence Communication and Computing	通感算智融合
TFLOPS	Tera Floating - Point Operations Per Second	万亿次浮点运算每秒

3 产品概述

3.1 趋势与挑战

GSA 数据显示，截至 2024 年 9 月，全球 80 个国家/地区的 1489 多个机构/组织已经或正在部署 LTE/5G 技术的专用移动网络，其中大约 47%是采用 5G 技术。GSMA 分析报告显示全球 5G 专网复合增长率达 66%。

面对数字化转型的迫切需求，传统的企业内网，主要依赖有线网络和 Wi-Fi，正面临前所未有的挑战。日益增长的高清视频流量、移动设备如机器人和无人机的集成、对超低延迟的需求，以及大规模物联网设备的接入，对网络的灵活性、带宽、时延及可靠性提出了更高要求。相比之下，有线网络扩展困难且成本高昂，Wi-Fi 则受限于覆盖范围和稳定性问题。

在此背景下，5G 专网的出现恰逢其时，利用其高带宽、低时延、高可靠性的特性，为解决当前企业网络困境提供了理想方案。面向 5G-A/6G 演进，移动通信与算力、AI、感知等多维度能力融合已经成为业界共识。2023 年 11 月，ITU-R 正式发布了面向 IMT-2030（6G）的最新的移动网络框架标准。在 IMT-2030 应用场景定义中，明确要求未来的通信网络需要将 AI 与通信深度融合，支持更高的灵活性和智能化水平，以适应不断变化的用户需求和应用场景。

亚信科技凭借其前沿的 5G 专网产品在智慧电力、智慧矿山、智能制造等多个领域成功实施项目，显著增强了数据传输速率和网络稳定性，为客户的数字化转型之路提供了强大助力。

3.2 产品定义

AISWare AgileNet（亚信科技 5G 专网产品体系），是一套包含专网基站、专网核心网、边缘计算平台、专网智连产品、5G CPE 和专网运营平台的软硬一体化产品集；基于该产品集，亚信科技面向垂直行业提供 5G 专网多场景解决方案，并面向行业客户提供 5G 专网规划、设计、建设、运营、运维、集成等端到

端的全栈服务。此外也可支持运营商 5G 室内与偏远地区覆盖等场景的公网部署需求。



图 3-1 亚信科技 5G 专网产品体系

3.3 产品定位

AISWare AgileNet是亚信科技面向垂直行业网络基础设施升级打造的安全、可靠、高性能的专属网络产品体系，以及网络基础设施之上的数智化全栈解决方案，助力行业数字化转型成功。此外也可支持运营商 5G 室内与偏远地区覆盖等场景的公网部署需求。

4 产品体系

产品体系架构图（下图）描述了亚信科技 5G 专网体系的总体架构。亚信科技 5G 专网产品体系包括如下产品：

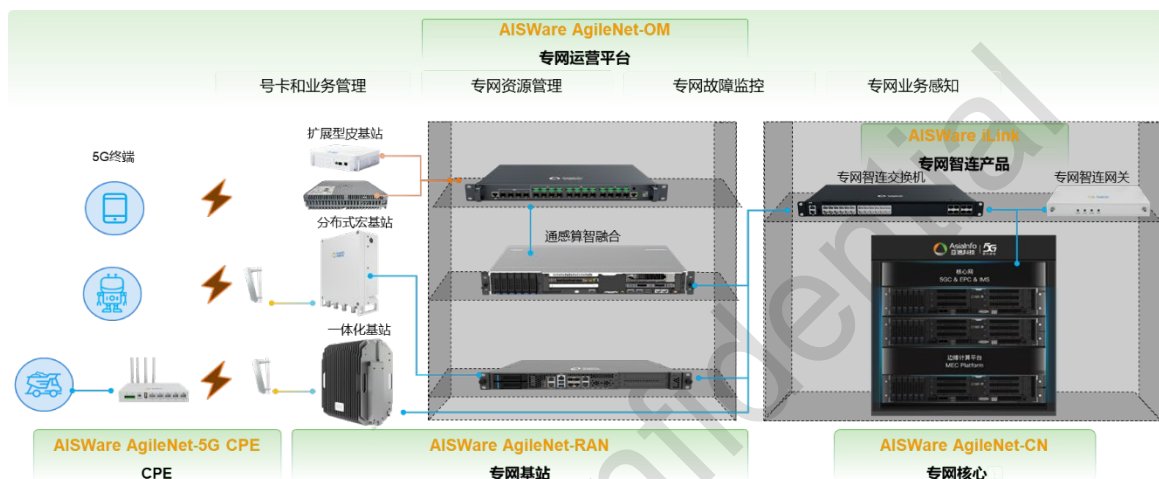


图 4-1 产品体系架构图

- AISWare AgileNet-CN

亚信科技专网核心网，实现 4/5G 网络的各种功能控制和用户面数据处理转发，包含 5GC、EPC、IMS、MEC 等主要功能。

- AISWare AgileNet-RAN

亚信科技专网基站，实现 4/5G 无线覆盖，满足专网与 4/5G 终端之间的无线信号传输，包含扩展型皮基站、一体化基站与分布式宏基站等多种站型。

- AISWare iLink

亚信科技专网智连产品，实现专网内与专网间的网络智能互连互通，降低网络配置及运维复杂度，包含智连交换机和智连网关子产品。

- AISWare AgileNet-5G CPE

亚信科技 5G CPE 产品，实现 5G 信号转换成 Wi-Fi 或有线信号，满足更多本地设备（摄像头、车辆和工业 PLC 等）接入 5G 专网。

- AISWare AgileNet-OM

亚信科技专网运营平台，实现专网的运营、运维和能力开放，降低行业客户使用专网的难度。

5 产品基础功能

5.1 核心网功能

AISWare AgileNet-CN 产品是在 3GPP 5G 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。

5G 核心网功能是在 3GPP R16 标准的基础上，面向行业客户需求定制的一整套功能全面、性能稳定、部署便捷、按需定制的轻量化 5G 核心网。

4G 核心网功能是 4G 移动通信网络的核心网 EPC，具备用户签约数据存储，移动性管理和数据交换等移动网络的传统能力，并能够给用户id提供超高速的上网体验。

IMS 核心网功能主要用于满足专网用户的高清语音和视频通话需求。

OMC 操作维护中心提供系统运维统一的 Web 界面，支持 5G 核心网、EPC、IMS 核心网和边缘计算平台的运维管理能力。

5.1.1 5G 控制面网元功能

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求。但在 5G 专网场景下，网络需求相对简单，非必要的网元会导致资

源占用增加、部署困难等问题，需要对网元进行精简与合并。图 5-1 描述了 AISWare AgileNet-CN 的精简方案。

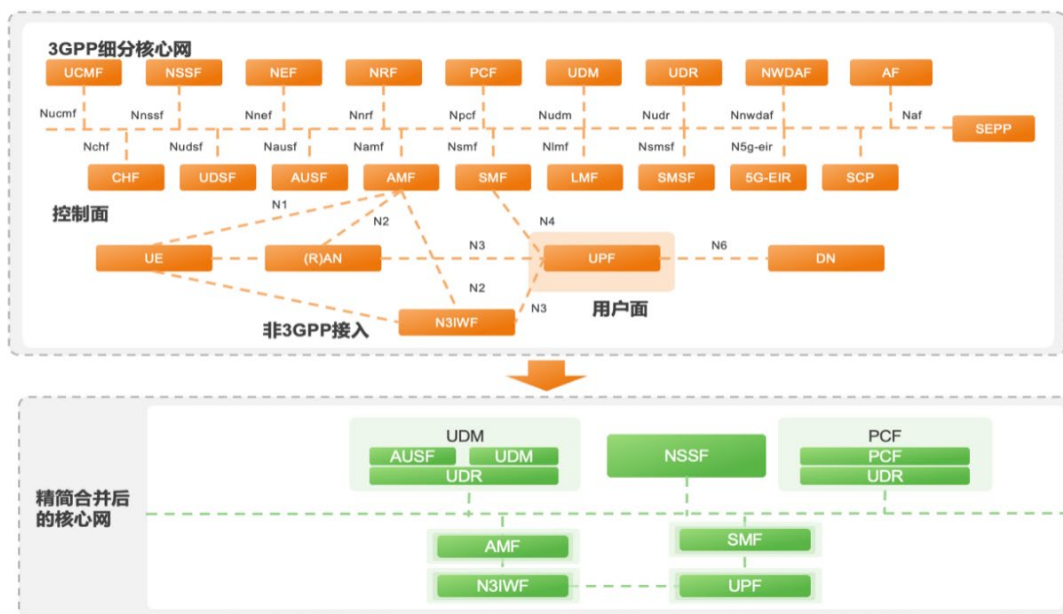


图 5-1 5G 专网核心网网元精简方案

亚信科技 5GC 控制面网元的功能如下表所示：

表格 5-1 控制面网元功能

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。
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

亚信科技 5GC 网元	对应 3GPP 网元	功能描述
		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。
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	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。

5.1.2 5G 用户面网元功能

5G 核心网中的用户面网元是 UPF。公网 UPF 相对功能繁杂, 价格高昂, 不利于在垂直行业应用, 需要精简掉对于专网来说不必要的功能, 诸如内容计费、漫游等。5G 专网行业需要一个低成本、轻量级的 UPF。

另外, 除了轻量化、低成本之外, 不同垂直行业还存在各种个性化的应用需求, 专网 UPF 还需要支持一些必要的定制化网元功能, 比如帧路由、以太会话、5G LAN 等。

亚信科技 UPF 网元的功能如下表所示:

表格 5-2 用户面网元功能

亚信科技 5GC 网元	对应 3GPP 网元	功能描述
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。

5.1.3 4G 核心网 EPC 功能

为了兼容行业客户已有 4G 基站和 4G 终端，亚信科技 5G 专网体系引入了 4G 核心网 EPC 功能。EPC (Evolved Packet Core)是 4G 移动通信网络的核心网，具备用户签约数据存储，移动性管理和数据交换等移动网络的传统能力，并能够给用户提供更高速的上网体验。EPC 的特点为仅有分组域而无电路域、基于全 IP 结构、控制与承载分离且网络结构扁平化，主要包含 MME、SGW、PGW、HSS、PCRF 网元。同时支持 4G/5G 互操作，终端可在 4G 和 5G 网络之间重选和切换，以保证专网业务的连续性。

亚信科技 EPC 采用了控制面和用户面分离的架构，带来了诸多优势，包括灵活性、性能优化、降低延迟、故障隔离和支持不同部署场景等，有助于提升网络的效率和可靠性。支持 4G SAE HSS、IMS HSS 和 5G UDM 的融合，同时具备三个网络的签约数据管理功能和接口，可以减少部署的网元数量，同时大幅降低开户配置的复杂度。

NB-IoT 是窄带物联网技术，具有覆盖广、连接多、功耗低、成本低等优势，在企业 4G 专网中已有广泛应用。亚信科技 EPC 支持 NB-IoT 设备终端接入，兼容更多物联网应用场景。

5.1.4 核心网 IMS 功能

IMS 核心网的 VoNR 解决方案，在专网环境下提供呼叫时延更短，清晰度更高，稳定性更好的超清语音、视频通话。

支持终端的注册、周期性重注册以及注销流程，保持终端在线，维护终端状态，支持终端在专网内部作为主叫、被叫来完成语音通话。支持 IMS 多方会议功能，满足行业客户专用终端会议电话需求。

支持 IMS 短信功能，可通过行业短信平台将短信的发送能力开放给行业的业务应用，实现验证码及工作组群发等能力，为行业提供更多应用场景。

亚信科技 IMS 网元的功能如下表所示。

表格 5-3 IMS 网元功能

亚信科技 IMS 网元	对应 3GPP 网元	功能描述
CSCF	CSCF	VoNR 语音/视频通话；支持标准 IMS 的终端接入；支持与公网语音通话；支持 IPSec 加密信令；支持 AKAv1 认证机制；IPv4/IPv6；语音呼叫支持 AMR-NB、AMR-WB、G.711、G.722 等编码；支持网元虚拟化部署；支持 WEB/SNMP 网管；支持和 HSS 接口（Cx 接口）；支持和 PCRF 接口（Rx 接口）。
MRF	MRF	负责呼叫失败相关的提示音业务。
HSS	HSS	用户签约数据管理；身份验证；用户配置管理；位置注册管理；服务授权管理。

5.1.5 核心网 OMC 功能

UOMC-C (Unified Operation and Maintenance Center for Core Network) 核心网统一操作维护中心，具备端到端的核心网设备集中管理能力，提供系统运维统一的 Web 界面，支持 5G 核心网、EPC、IMS 核心网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。

北向可以对接上级 OSS 网管或专网运营平台，满足专网运营管理 FCAPS/SLA 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。

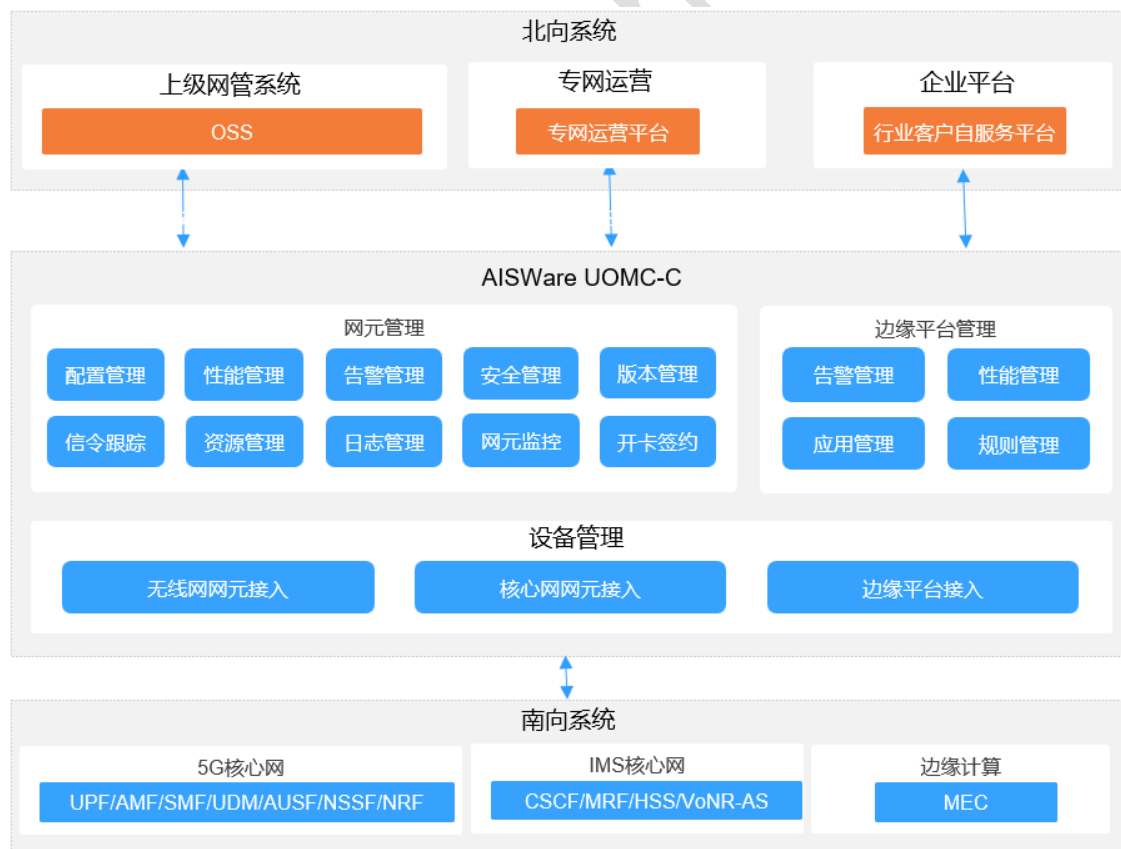


图 5-2 UOMC-C 功能架构

5.1.6 边缘计算功能

AISWare AgileNet-MEC 产品内部集成边缘 IaaS、MEO、MEP 及众多的边缘 APP，支撑了灵活的网络接入能力。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。在通用计算、存储、网络 and 加速硬件基础之上，亚信科技 MEC 产品以轻量化的 K8S 提供 IaaS 能力，实现云原生应用运行支撑和管理。

下图描绘了亚信科技 MEC 产品架构与主要功能。

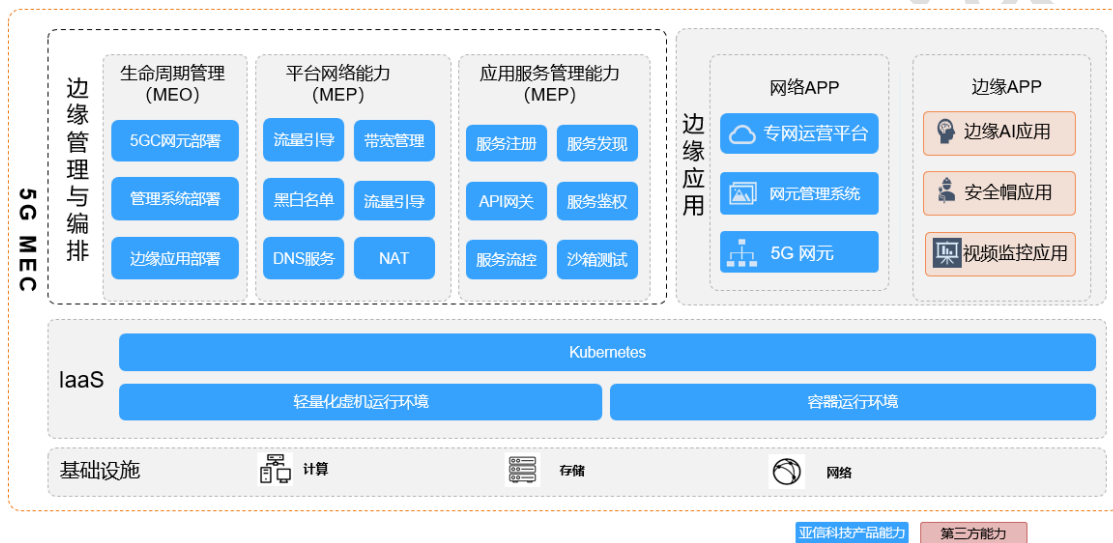


图 5-3 MEC 功能架构

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。

5G MEC 支持基站内生算力的调度，随着 AI 技术的发展，基站 BBU 服务器可搭载智能算力，为外部提供智算服务。MEC 产品支持基站智能算力纳管和调度能力，实现了无线网智算能力的开放。同时支持人工智能大小模型生命周期管理能力，实现了智能应用的上传、发布、部署等功能，为客户提供更为全面的应用管理服务。

5.2 无线网功能

AISWare AgileNet-RAN 产品基于 3GPP R16 标准进行开发。5G 专网无线网产品包含扩展型皮基站、一体化基站、分布式宏基站等多种设备类型，满足室内外、矿井下等不同环境部署要求。

5.2.1 扩展型皮基站

亚信科技专网扩展型皮基站产品（AISWare AgileNet-RAN S1/S2/S3/S49/D26），包括主机基带单元（BBU）、扩展单元（EU）和远端单元（pRRU）三个主要设备。

扩展型皮基站产品是一种小型低功率室内数字分布式基站，主要为室内场景提供 4/5G 移动通信信号覆盖。产品组网方案灵活，适用于制造工厂、物流仓储、医院、办公楼、交通场站等室内类型场所中的视频回传、工业控制、传感数据回传、移动办公等应用场景。产品支持多种 5G 频段以及 1.8GHz 的 LTE FDD 频段，可根据现场无线环境进行选用。

如图 5-4 专网扩展型皮基站所示，AISWare AgileNet-RAN 扩展型皮基站产品架构包括三个主要单元：

- pRRU 远端射频单元：负责射频信号放大处理；
- EU 扩展单元：负责扩展和拉远多个远端射频单元；
- BBU 基带处理单元：负责基带信号处理。

远端射频单元 (pRRU)

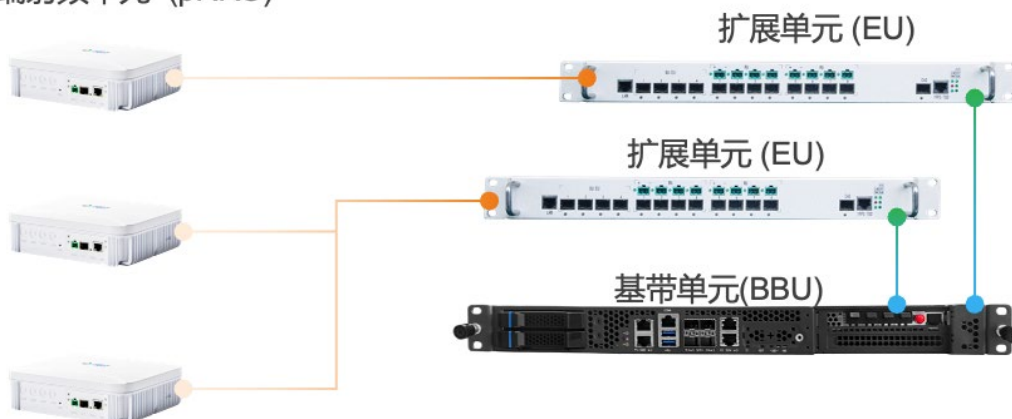


图 5-4 专网扩展型皮基站

扩展型皮基站产品特点：

- 多频段/双模：支持多种 5G 专用频段（2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz、4.9GHz）。支持 LTE FDD 频段（1.8GHz）
- 高性能：传输速率高、用户容量大、业务时延低。
- 大上行：支持 TDD 多种帧结构，可实现大上行速率。
- 蓝牙定位：支持对接蓝牙信标，实现蓝牙终端的定位。
- 网络切片：支持多业务无线网络切片，实现无线资源分配。

扩展型皮基站产品主要参数指标：

表格 5-4 NR 单模 pRRU 指标

序号	参数	规格
1	工作频段	N41: 2515~2675MHz N78: 3300~3600MHz N79: 4800~4960MHz
2	工作带宽 (OBW)	N41/N79:160MHz N78:300MHz
3	信号带宽 (IBW)	100MHz/60MHz/40MHz/20MHz
4	射频通道数	4T4R
5	输出功率	4*0.25W
6	误差向量幅度	256QAM:<3.5%

序号	参数	规格
7	频率误差	≤0.01ppm
8	ACLR	≤-45dB
9	杂散发射	满足 3GPP 标准
10	接收机灵敏度	满足 3GPP 标准
11	阻塞	满足 3GPP 标准
12	天线接口	内置天线或外置天线(SMA-F)
13	供电方式	采用光电复合缆供电方式，拉远距离≥200m
14	功耗	≤35W
15	工作温度	-5~+55℃
16	工作湿度	5%~95%
17	防护等级	IP31
18	重量	≤2.5kg
19	产品尺寸	219mmX174.5mmX62mm
20	安装方式	支持挂墙、吊顶等安装方式

表格 粿粿粿 双模 pRRU 指标

序号	参数	规格
1	工作频段	NR N41: 2515~2675MHz LTE FDD B3: 1710MHz-1735MHz 1805MHz-1830MHz
2	工作带宽 (OBW)	NR: 160MHz LTE FDD: 25MHz
3	信号带宽 (IBW)	NR: 100MHz/60MHz/40MHz/20MHz LTE FDD: 20/15/10/5MHz
4	射频通道数	NR: 4T4R/2T2R LTE FDD: 2T2R
5	输出功率	NR: 4*0.25W/2*0.4W FDD LTE: 2*0.125W
6	误差向量幅度	256QAM: <3.5%
7	频率误差	≤0.01ppm
8	ACLR	≤-45dB
9	杂散发射	满足 3GPP 标准
10	接收机灵敏度	满足 3GPP 标准

序号	参数	规格
11	阻塞	满足 3GPP 标准
12	天线接口	内置天线或外置天线(SMA-F)
13	供电方式	采用光电复合缆供电方式，拉远距离 $\geq 200\text{m}$
14	功耗	4T4R $\leq 43\text{W}$ 2T2R $\leq 36\text{W}$
15	工作温度	-5 $\sim$ +55 $^{\circ}\text{C}$
16	工作湿度	5% $\sim$ 95%
17	防护等级	IP31
18	重量	$\leq 3\text{kg}$
19	产品尺寸	219mmX174.5mmX62mm
20	安装方式	支持挂墙、吊顶等安装方式

表格 5-6 EU 指标

序号	参数	规格
1	供电能力	8 $\times$ 40W，每个远供端口供电能力 40W
2	主机/扩展单元侧传输接口	主机/扩展单元侧：4 $\times$ 10Gbps（接口协议 eCPRI）
3	远端单元侧传输接口	远端单元侧：8 $\times$ 10Gbps（接口协议 CPRI）
4	组网方式	星型
5	级联能力	2 级
6	拉远能力	光电复合缆 200 米
7	时钟同步	支持从主机单元接口提取时钟同步 支持 GPS 或 BD 双模工作，具备自动切换功能
8	输入电压	220V AC（176V $\sim$ 264V）交流电源模块
9	输出电压	-48V DC（-40V $\sim$ -57V）直流电源模块
10	功耗（W）	$\leq 55\text{W}$ （静态）
11	环境温度	-20 $\sim$ 55 $^{\circ}\text{C}$
12	环境湿度	5% $\sim$ 95%
13	防水防尘等级	IP31
14	噪音要求	<40dBA

表格 5-7 BBU 指标

序号	参数	规格
1	尺寸	410mm*410mm*44mm
2	重量	约 7.5kg
3	供电方式	交流 220V/DC -48V
4	机箱防护	防护等级 IP20,适应室内工作环境要求
5	安装方式	放置在标准机柜中
6	散热方式	风冷散热
7	工作温度	-5°C~+55°C
8	功耗	350W
9	小区数	4 小区 x 4T4R
10	RRC 连接用户数	1200/小区
11	RRC 激活用户数	400/小区

5.2.2 一体化基站

亚信科技 5G 专网一体化基站产品（AISWare AgileNet-RAN S4/A21）（图 5-5 5G 专网一体化基站所示），采用 5G BBU 和 RRU 集成一体化设计方式，实现完整的 5G NR 无线接入功能，可为用户提供便捷可靠的 5G 无线覆盖网络。AISWare AgileNet-RAN-A07 支持 700MHz、AISWare AgileNet-RAN-A21 支持

2.1GHz。AISWare AgileNet-RAN-BA7 为一款专为矿井巷道提供 5G 覆盖的特殊站型，满足本安要求，其支持频段为 700MHz。



图 5-5 5G 专网一体化基站

大功率一体化基站产品具备结构紧凑、体积小、工程施工方便等优势，特别适合智慧矿山、电厂等对 5G 广域覆盖要求较高的专网场景以及城郊、农村等需要 5G 大范围覆盖的应用场景。本安型一体化基站适合矿井巷道低功率，满足防爆等高安全性要求。

一体化基站产品特点：

- 部署简易、回传灵活、功耗低、维护成本低，有效减少建设/运维压力。
- 环境适应性好，防震动，防盐雾，防风沙。系统稳定，安全可靠。
- 支持专网公网共用，基站支持对接多个 5G 核心网（MOCN）。
- 灵活的时钟同步方案，支持 GPS/北斗/1588V2。
- 满足矿井本安防爆要求。

以下表格介绍了 AISWare AgileNet-RAN-S4 产品关键性能指标

表格 5-8 AISWare AgileNet-RAN-A07 整机指标

序号	参数	规格
1	整机功耗	300W
2	授时	GPS/BD/1588v2
3	外部供电电压	AC: 220V
4	接口	1*千兆以太光口、1*千兆以太电口、1*电源输入口、1*GPS 天线口、2*射频主天线口
5	指示灯	电源、运行、告警
6	基本功能	支持 NG/Xn 接口的系统内切换；支持 MOCN；支持 VONR
7	小区数量	1
8	RRC 连接用户数	200/小区
9	RRC 激活用户数	100/小区
10	天线通道数	2T2R
11	发射功率	单通道 40W
12	下行峰值速率	300Mbps@30MHz（理想条件）
13	上行峰值速率	150Mbps@30MHz（理想条件）
14	工作温度	-40~+55°C
15	工作湿度	5%~95%
16	外形尺寸 (mm)	402*328*195.2（含接头最大外形） 382*285*195.2（有效外形）
17	重量 (kg)	18
18	体积 (L)	21

表格 5-9 AISWare AgileNet-RAN-A07 射频指标

序号	参数	规格
1	工作频率	N28（上行：703~748 MHz；下行：758~803MHz）
2	双工方式	FDD
3	输出功率精度	-40°C~+15°C: +/-2dB; +15°C~+30°C: +/-2dB; +30°C~+55°C: +/-2dB

序号	参数	规格
4	载波带宽	5G NR:15/30MHz
5	子载波间距	15KHz/30KHz
6	EVM	"QPSK:<18.5%, 16QAM:<13.5%, 64QAM:<5%, 256QAM:<3.5%"
7	ACLR	<-45dBc
8	频率误差	<0.05ppm
9	射频功率配置范围	>10dB
10	带内杂散	TS 38.104&&TS 38.141 6.6.4.2.2.1 Category B
11	杂散发射	TS 38.104&&TS 38.141 6.6.5.2.1 Category B
12	灵敏度	-97dBm@room temp -95dBm@over temp
13	RSSI Measurement Accuracy	+/-3dB@-55dBm~-77dBm

以下表格介绍了 AISWare AgileNet-RAN-A21 产品关键性能指标

表格 5-10 AISWare AgileNet-RAN-A21 整机指标

序号	参数	规格
1	整机功耗	<350W
2	授时	GPS/BD/1588v2
3	外部供电电压	AC: 220V
4	接口	2*10G 光口、1*电源输入口、1*GPS 天线 口、2*射频主天线口
5	指示灯	电源、传输链路、光纤接口
6	基本功能	支持 NG/Xn 接口的系统内切换；支持 MOCN；支持 VONR
7	小区数量	1
8	RRC 连接用户数	200/小区
9	RRC 激活用户数	100/小区
10	天线通道数	2T2R
11	发射功率	单通道 40W
12	下行峰值速率	400Mbps@40MHz 256QAM 2 流 1DMRS
13	上行峰值速率	200Mbps@40MHz 256QAM 1 流 1DMRS
14	工作温度	-40~+55°C

序号	参数	规格
15	工作湿度	5%~95%
16	外形尺寸 (mm)	402*328*195.2 (含接头最大外形) 382*285*195.2 (有效外形)
17	重量 (kg)	<18
18	体积 (L)	<21

表格 5-11 AISWare AgileNet-RAN-A21 射频指标

序号	参数	规格
1	工作频率	N1 (上行: 1920~1975 MHz; 下行: 2110~2165MHz)
2	双工方式	FDD
3	输出功率精度	全温范围内 RRU 最大发射功率保持在额定发射功率的 $\pm 1.5\text{dB}$ 范围内
4	载波带宽	5G NR:10MHz/15MHz/20MHz/30MHz/40MHz
5	子载波间距	15KHz
6	EVM	256QAM 调制且最大功率发射时, EVM 指标小于 3.5%
7	ACLR	$<-45\text{dBc}$
8	频率误差	$\pm(0.05 \text{ ppm} + 12 \text{ Hz})$
9	射频功率配置范围	$>20\text{dB}$
10	带内杂散	TS 38.141 6.6.4.2.2.1 Category B
11	杂散发射	TS 38.141 6.6.5.2.1 Category B
12	灵敏度	-97dBm@room temp -95dBm@over temp
13	RSSI Measurement Accuracy	$\pm 3\text{dB}@-55\text{dBm} \sim -77\text{dBm}$

表格 5-12 AISWare AgileNet-RAN-BA7 整机指标

序号	参数	规格
1	工作频率	N28 (上行: 703~748 MHz; 下行: 758~803MHz)
2	双工方式	FDD
3	载扇容量	支持 1 个 2T2R 小区 (可分裂为 2x1TR 以增大覆盖)
4	小区用户数	每小区支持 128 个 RRC 连接态用户、64 个激活态用户
5	峰值速率	20MHz 带宽:下行双流 205Mbps, 上行单流 84Mbps

序号	参数	规格
		30MHz 带宽:下行双流 310Mbps, 上行单流 127 Mbps
6	最大发射功率	2 通道, 每通道 250mW
7	同步方式	支持 IEEE1588v2 时钟同步
8	尺寸 (长*宽*高)	300mm*200mm*81mm; 不带挂耳
9	光口	2x 10G 接口, 支持基站级联
10	重量	<5kg
11	覆盖	单基站分裂成 2 个 1TR 使用, 分别定向辐射一个方向, 单向覆盖 800m (10dbi 天线增益) 可实现语音、数据等业务
12	供电方式	2 路 DC 12V 供电, 电压范围±10%, 最大电流 1.8A
13	天线	外接天线
14	工作温度	长期工作温度-40℃~+50℃
15	工作相对湿度	10%~95%

5.2.3 分布式宏基站

亚信科技 5G 专网基站产品 (AISWare AgileNet-RAN M35/M49), 包括主机基带单元 (BBU) 和大功率射频单元 (RRU) 两个主要设备, 两者通过光纤相连。在网络部署时, 基带处理单元可和与核心网等设备共机房部署或单独部署, 通过光纤与远端射频单元进行连接, 实现灵活组网为专网室外场景提供无缝可靠的 5G 覆盖。

分布式宏基站产品特点:

- 部署简易、组网灵活、维护成本低, 有效减少建设/运维压力。
- BBU、RRU 通过光纤连接实现分布式部署, 进一步降低射频线缆损耗。

- 支持单小区下行 4 流，上行 2 流，有效提升系统容量及用户感知。



图 5-6 分布式宏基站 RRU&BBU

以下表格介绍了 AISWare AgileNet-RAN-M35 产品关键性能指标。

表格 5-13 AISWare AgileNet-RAN-M35 分布式宏基站 BBU 指标

序号	参数	规格
1	尺寸	438mm*400mm*44mm
2	重量	约 6.5kg
3	供电方式	交流 220V/DC -48V
4	机箱防护	防护等级 IP20,适应室内工作环境要求
5	安装方式	放置在标准机柜中
6	散热方式	风冷散热
7	工作温度	-5°C~+55°C
8	功耗	<350W
9	小区数	2 小区 x 4T4R
10	RRC 连接用户数	1200/小区
11	RRC 激活用户数	400/小区

表格 5-14 AISWare AgileNet-RAN-M35 分布式宏基站 RRU 指标

序号	参数	规格
1	工作频段	N78: 3400~3600MHz
2	工作带宽 (OBW)	OBW: 200MHz
3	信号带宽 (IBW)	IBW: 60/80/100MHz
4	射频通道数	4T4R
5	输出功率	4*40W
6	误差向量幅度	256QAM:<3.5%

序号	参数	规格
7	频率误差	≤0.01ppm
8	ACLR	≤-45dBc
9	杂散发射	满足 3GPP 标准
10	接收机灵敏度	满足 3GPP 标准
11	阻塞	满足 3GPP 标准
12	电调天线	AISG 2.0
13	供电方式	支持直流-48V（-40.5V~-58.5V）供电
14	功耗	<420W
15	工作温度	-40~+55°C
16	工作湿度	5%~100%
17	防护等级	IP65
18	重量	10kg
19	产品体积	10L
20	防雷	满足 YD/T 2324-2011《无线基站防雷技术要求 和测试方法》的要求

以下表格介绍了 AISWare AgileNet-RAN-M49 产品关键性能指标。

表格 5-15 AISWare AgileNet-RAN-M49 分布式宏基站 BBU 指标

序号	参数	规格
1	尺寸	438mm*400mm*44mm
2	重量	约 6.5kg
3	供电方式	交流 220V/DC -48V
4	机箱防护	防护等级 IP20,适应室内工作环境要求
5	安装方式	放置在标准机柜中
6	散热方式	风冷散热
7	工作温度	-5°C~+55°C
8	功耗	<350W
9	小区数	2 小区 x 4T4R
10	RRC 连接用户数	1200/小区
11	RRC 激活用户数	400/小区

表格 5-16 AISWare AgileNet-RAN-M49 分布式宏基站 RRU 指标

序号	参数	规格
1	工作频段	N79: 4800~5000MHz
2	工作带宽 (OBW)	OBW: 200MHz
3	信号带宽 (IBW)	IBW: 60/80/100MHz
4	射频通道数	4T4R
5	输出功率	4*20W
6	误差向量幅度	256QAM:<3.5%
7	频率误差	≤0.01ppm
8	ACLR	<-45dBc
9	杂散发射	满足 3GPP 标准
10	接收机灵敏度	满足 3GPP 标准
11	阻塞	满足 3GPP 标准
12	电调天线	AISG 2.0
13	供电方式	支持直流-48V (-40.5V~-58.5V) 供电
14	功耗	<310W
15	工作温度	-40~+55°C
16	工作湿度	5%~100%
17	防护等级	IP65
18	重量	10kg
19	产品体积	10L
20	防雷	满足 YD/T 2324-2011 《无线基站防雷技术要求 and 测试方法》的要求

5.2.4 通感算智融合基站

亚信科技 5G 专网基站产品 (AISWare AgileNet-RAN-ISAC²)，具备边缘智算及无线感知能力。可灵活组合支持用户边侧 AI 应用及目标识别等需求。主机基带单元 (BBU) 支持主流的智算板卡，能够提供如大模型推理等边缘智能业务。射频单元 (pRRU/RRU) 可分别实现室内外目标感知能力。在网络部署

时，基带处理单元可和与核心网等设备共机房部署或单独部署，通过光纤与远端射频单元进行连接，实现灵活组网为专网室外场景提供无缝可靠的 5G 覆盖。

通感算智融合基站产品特点：

- 利用智算硬件以及 AI/ML 技术进一步动态优化网络性能，提升频谱效率。
- RAN 基础设施可转化为 AI 算力节点，形成开放生态，为运营商提供更多商业机会。
- 实现 AI 与 RAN 流程整合，以更有效地使用基础设施。



图 5-7 通感算智融合基站

以下表格介绍了 AISWare AgileNet-RAN- ISAC²产品关键性能指标。

表格 5-17 通感算智融合基站关键技术指标

序号	参数	规格
1	BBU 智算显存	单 BBU 支持 48GB 智算显存
2	BBU 智算算力	INT8 算力 240TFLOPS, FP16 算力 120TFLOPS
3	探测距离	室内探测距离+6m；室外探测距离 240-500m
4	多普勒精度	0.08 m/s（室外）
5	距离分辨率	7.5cm–105cm

序号	参数	规格
6	容量	单小区 400 RRC 激活用户
7	峰值速率	小区峰值吞吐量 上行不低于 750Mbps，下行 不低于 230Mbps
8	CAPS 用户	100MHz 带宽，CAPS 冲击用户数为 60，接入 成功率达到 99%以上
9	VoNR 用户	100MHz 带宽，支持 VoNR 的高清语音 (24.4kbps) 用户数为 200

5.2.5 无线网 OMC 功能

UOMC-R (Unified Operation and Maintenance Center for Radio Network) 无线网统一操作维护中心，具备无线网基站设备集中管理能力，提供统一的系统运维 Web 界面，支持对亚信科技扩展型皮基站、一体化大功率基站的运维管理，支持对接、管理符合移动接口规范的第三方厂商的基站；同时开放北向接口，能够对接上级网管，满足上级网管对专网的统一监控、运维、管理需求。

南向对基站设备，提供接入、配置、性能、告警、资源、安全、日志、MR 测量、信令跟踪等功能需求。

北向对接上级网管或专网运营平台，满足专网运营管理 FCAPS/SLA (Service-Level Agreement, 服务等级协议) 监控、运维需求；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。

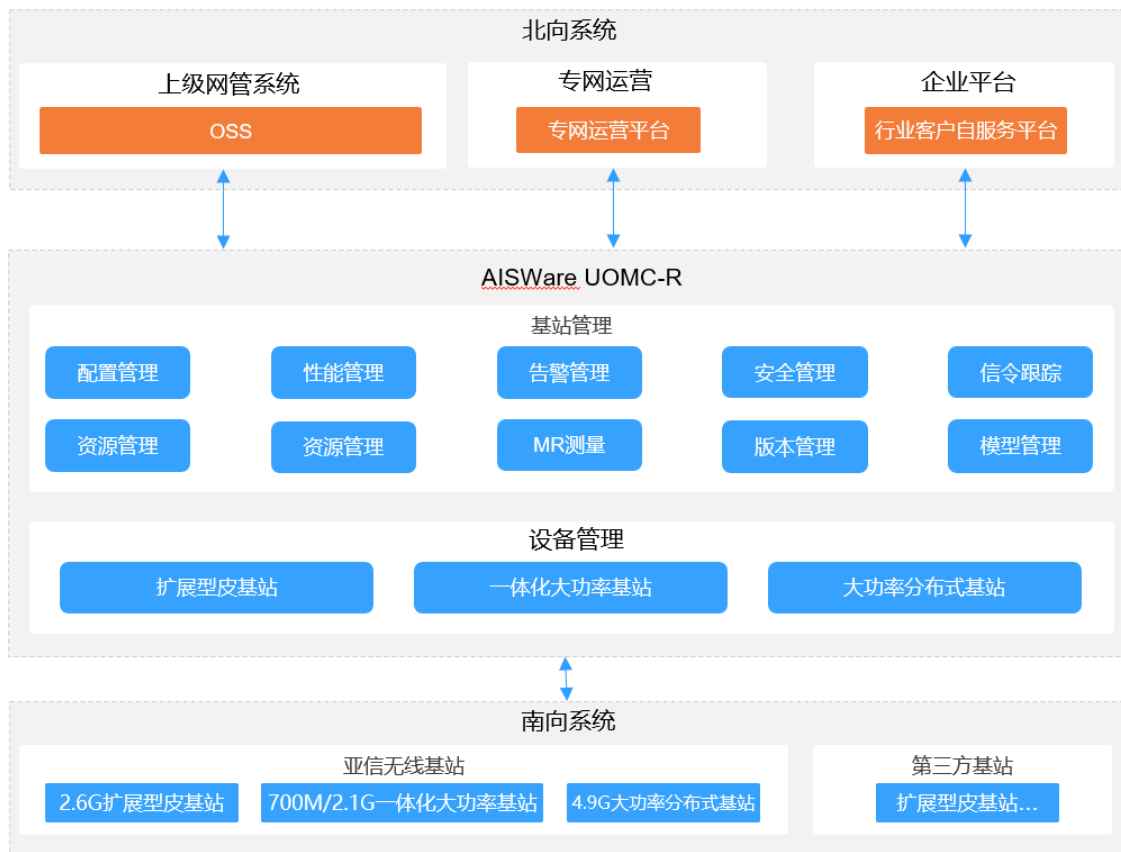


图 5-8 UOMC 架构

5.3 专网智连功能

5.3.1 交换机功能

AISWare iLinkS 专网智连交换机产品包括标准版、高阶版、专业版、本安型四种款型产品，满足 5G 专网各场景网络互通。

专网智连交换机主要特点：

- 高可靠性：现场可插拔模块化电源，风扇支持 2+2 备份和智能调速。支持对芯片组的温度、电源与风扇的状态进行实时监控。
- 全面安全策略：支持用户级、交换机级和网络级的安全控制。IPv4 / IPv6 ACL 可以在一个规则内同时匹配报文的二、三、四层信息。

- 丰富 QoS 管理：支持多阶调度 WDRR / SP 和 TD/WRED 等拥塞保护机制，入口和出口方向可根据端口的速率灵活调整监测的颗粒度。
- SDN 架构：支持通过开放的 API 接口实现 SDN 能力，大幅简化了网络的管理及维护难度。
- 绿色节能：采用智能的风扇调速方案，支持实时功耗检测，为客户降低运维成本，打造绿色节能网络。
- 数据中心特性：支持基于优先级的流量控制，显式拥塞通知；支持 MLAG 实现跨设备链路聚合；支持 VXLAN /NVGRE 等 Overlay 隧道技术。



图 5-9 专网智连交换机基础版

表格 5-18 专网智连交换机基础版指标

序号	参数	规格
1	交换容量	208 Gbps
2	包转发率	155 Mpps
3	端口	24*10/100/1000Mb Base-T, 8*10GbE SFP+
4	系统安全	AAA、ACL、ARP 检测、IP 源防护、端口安全、VLAN 安全、CPU 流量限制、防 DDoS 攻击、链路震荡检测等
5	最大 MLAG 组数	63
6	VLAN 划分	基于端口、MAC、子网、协议
7	隧道	VxLAN、GRE、NVGRE、GENEVE
8	PTP	IEEE 1588
9	VxLAN	支持分布式网关、双活接入 支持修改 VxLAN 外层头 DSCP 支持修改 VxLAN 内层头 Ethertype 支持 BGP EVPN 支持 overlay 水平分割

序号	参数	规格
10	QoS	每个端口提供 10 个硬件队列 支持多阶调度拥塞保护机制 队列调度算法来实现流量整形 出入方向智能带宽监测
11	风扇	2 块，智能调速
12	串口	1*RJ45
13	管理口	1*RJ45 带外管理口
14	USB	1*标准 USB 端口
15	电源	双电源，热插拔
16	输入电压	交流 操作电压: 100 ~ 240V; 50/60Hz 最大电压: 90 ~ 264V; 47~63Hz 直流 最大电压范围: -48 ~ -60V
17	最大功耗	55W
18	操作温度	0 to 45 °C
19	存储温度	-40 to 70 °C
20	相对湿度	0 to 95%
21	尺寸	4.4 x 44.2 x 24.5 cm
22	重量	3.50KG



图 5-10 专网智连交换机高阶版

表格 5-19 专网智连交换机高阶版指标

序号	参数	规格
1	交换容量	1.44 Tbps
2	包转发率	1071.4 Mpps
3	端口	48*10GbE SFP+ ,6*40GbE QSFP+

序号	参数	规格
4	系统安全	AAA、ACL、ARP 检测、IP 源防护、端口安全、VLAN 安全、CPU 流量限制、防 DDoS 攻击、链路震荡检测等
5	最大 MLAG 组数	63
6	VLAN 划分	基于端口、MAC、子网、协议
7	隧道	VxLAN、GRE、NVGRE、GENEVE
8	PTP	IEEE 1588
9	VxLAN	支持分布式网关、双活接入 支持修改 VxLAN 外层头 DSCP 支持修改 VxLAN 内层头 Ethertype 支持 BGP EVPN 支持 overlay 水平分割
10	QoS	每个端口提供 10 个硬件队列 支持多阶调度拥塞保护机制 队列调度算法来实现流量整形 出入方向智能带宽监测
11	风扇	4 块,支持 2+2 备份和智能调速, 热插拔
12	串口	1*RJ45
13	管理口	1*RJ45 带外管理口
14	USB	1*标准 USB 端口
15	电源	双电源, 热插拔
16	输入电压	交流 操作电压: 100 ~ 240V; 50/60Hz 最大电压: 90 ~ 264V; 47~63Hz 直流 最大电压范围: -40 ~ -72V
17	最大功耗	145W
18	操作温度	0 to 45 °C
19	存储温度	-40 to 70 °C
20	相对湿度	0 to 95%
21	尺寸	4.4 x 44.2 x 45.1 cm
22	重量	8.15KG



图 5-11 专网智连交换机专业版

表格 5-20 专网智连交换机专业版指标

序号	参数	规格
1	交换容量	4 Tbps
2	包转发率	2976 Mpps
3	端口	8*25GbE SFP28, 8*100GbE QSFP28
4	系统安全	AAA、ACL、ARP 检测、IP 源防护、端口安全、VLAN 安全、CPU 流量限制、防 DDoS 攻击、链路震荡检测等
5	最大 MLAG 组数	63
6	VLAN 划分	基于端口、MAC、子网、协议
7	隧道	VxLAN、GRE、NVGRE、GENEVE
8	PTP	IEEE 1588
9	VxLAN	支持分布式网关、双活接入 支持修改 VxLAN 外层头 DSCP 支持修改 VxLAN 内层头 Ethertype 支持 BGP EVPN 支持 overlay 水平分割
10	QoS	每个端口提供 10 个硬件队列 支持多阶调度拥塞保护机制 队列调度算法来实现流量整形 出入方向智能带宽监测
11	风扇	4 块,支持 2+2 备份和智能调速, 热插拔
12	串口	1*RJ45
13	管理口	1*RJ45 带外管理口
14	USB	1*标准 USB 端口
15	电源	双电源, 热插拔
16	输入电压	交流 操作电压: 100 ~ 240V; 50/60Hz 最大电压: 90 ~ 264V; 47~63Hz

序号	参数	规格
		直流 最大电压范围：-40 ~ -72V
17	最大功耗	160W
18	操作温度	0 to 45 °C
19	存储温度	-40 to 70 °C
20	相对湿度	0 to 95%
21	尺寸	4.4 x 44.2 x 45.1 cm
22	重量	8.85KG



图 5-12 网智连交换机本安型

表格 5-21 专网智连交换机本安型指标

序号	参数	规格
1	交换容量	128Gbps
2	包转发率	83 Mpps
3	端口	8x1GE Combo, 4*10GE SFP+
4	系统安全	支持端口限速，风暴抑制 端口汇聚 端口流控，支持 ACL，对 L2-L7 层数据进行过滤 支持 SP，WRR 队列调度
5	VLAN 划分	支持 VLAN
6	隧道	VxLAN、GRE、NVGRE、GENEVE
7	PTP	IEEE 1588

序号	参数	规格
8	路由	支持 RIPv1/v2、RIPng、OSPFv1/v2 支持静态路由协议
9	管理与维护	支持 Console, Telnet, WEB 管理方式, RMON 支持 SNMPv1/v2c, 可通过 MaxView 集中管理 支持 FTP, TFTP 文件传输及软件升级 支持失电告警、电源告警、端口告警、环网风暴告警 支持端口镜像、Syslog、LLDP、RTC、SNTPv4 IP 支持 DHCP server/relay/client
10	风扇	铝合金单肋形机箱表面散热, 无风机
11	电源	双电源
12	输入电压	DC12/24V
13	最大功耗	20W
14	操作温度	-40°C~+70°C
15	存储温度	-40°C~+85°C
16	相对湿度	5%~95%
17	尺寸	185mm×63mm×135mm
18	重量	约 1Kg

5.3.2 交换机网管功能

专网智连交换机网管主要完成各形态专网智连交换机设备管理, 同时支持三方厂家设备管理能力, 完成网络设备统一管理、统一运维、统一配置, 满足客户网络互联互通快速上线, 并简化客户网络运维管理。

专网智连交换机网管功能架构如下图所示，南向支持 SNMP、NETCONF、REST、Telemetry 等协议接入及数据采集，支持资源、告警、性能管理分析，QoS 配置及一键开局等运维能力。



图 5-13 专网智连交换机网管功能架构

5.3.3 智连网关功能

AISWare iLinkG 专网智连网关产品包括小型接入、中型接入、小型汇聚三种形态设备，满足 5G 专网各场景专线互连。

专网智连网关产品主要特点：

- **图形化编排**：资源管理和配置下发全部实现图形化编排，极大简化业务开通流程。
- **智能选路**：实时监测链路状态，根据时延、抖动等参数，进行链路的智能切换，保障 SLA。
- **状态可视**：对网元、隧道实时监控，告警自动检测与分类，便于网络问题定位、简化运维管理。
- **多租户隔离**：通过多租户承载能力的 IPsec VPN，实现租户数据的完全隔离，实现差异化转发。
- **安全灵活**：支持双 WAN 口保护和切换，数据全程加密，并支持 LTE/5G 等无线接入方式，安全灵活。

- 分权分域：账号的权限灵活可配置，可实现管理员、经销商、客户等不同类型账号的隔离。



图 5-14 智连网关基础版

表格 5-22 智连网关小型分支版指标

序号	参数	规格
1	CPU	2 核
2	内存	2GB
3	存储	32GB
4	虚拟化	支持
5	SDN/NFV	DPDK、OVS、VPP、OpenStack agent
6	IPSec 硬件加解密	支持
7	网口	5*GbE
8	LTE/5G	选配
9	WIFI	选配
10	VPN	IPSec、VxLAN、PPTP、L2TP、GRE、OpenVPN、VxLAN over IPSec、SRv6
11	QoS	支持流分类、流标记、流策略, 支持流量监管(CAR)、流量整形(Shaping), 支持拥塞避免, 拥塞管理, WRED、PQ、CQ、WFQ 等队列调度技术
12	USB	1*USB3.0
13	天线	LTE:2, 5G:4, WIFI:2
14	工作环境	室内
15	工作温度	-10°C to 45°C
16	存储温度	-40°C to 70°C
17	尺寸	173mm*115mm*30mm
18	电源	DC 12V 3A
19	重量	0.7kg



图 5-15 智连网关中型分支版

表格 5-23 智连网关中型分支版指标

序号	参数	规格
1	CPU	4 核
2	内存	4GB
3	存储	32GB
4	虚拟化	支持
5	SDN/NFV	DPDK、OVS、VPP、OpenStack agent
6	IPSec 硬件加解密	支持
7	网口	5*GbE
8	LTE/5G	选配
9	WIFI	选配
10	VPN	IPSec、VxLAN、PPTP、L2TP、GRE、OpenVPN、VxLAN over IPSec、SRv6
11	QoS	支持流分类、流标记、流策略, 支持流量监管 (CAR)、流量整形(Shaping), 支持拥塞避免, 拥塞管理, WRED、PQ、CQ、WFQ 等队列调度技术
12	USB	1*USB3.0
13	天线	LTE:2, 5G:4, WIFI:2
14	工作环境	室内
15	工作温度	0°C to 55°C
16	存储温度	-20°C to 70°C
17	尺寸	270mm*180mm*33.5mm
18	电源	DC 12V 3A
19	重量	1.6kg



图 5-16 智连网关小型汇聚版

表格 5-24 智连网关小型汇聚版指标

序号	参数	规格
1	CPU	8 核
2	内存	16G
3	存储	32GB
4	虚拟化	支持
5	SDN/NFV	DPDK、OVS、VPP、OpenStack agent
6	IPSec 硬件加解密	支持
7	网口	2 个 combo 口，4 个千兆以太网电口
8	LTE/5G	NA
9	WIFI	NA
10	VPN	IPSec、VxLAN、PPTP、L2TP、GRE、OpenVPN、VxLAN over IPSec、SRv6
11	QoS	支持流分类、流标记、流策略, 支持流量监管 (CAR)、流量整形(Shaping), 支持拥塞避免, 拥塞管理, WRED、PQ、CQ、WFQ 等队列调度技术
12	USB	2*USB2.0
13	天线	NA
14	工作环境	室内
15	工作温度	0°C to 50°C
16	存储温度	-20°C to 70°C
17	尺寸	212mm*179mm*44.5mm
18	电源	DC 12V 5A
19	重量	1.16kg

5.3.4 智连网关网管功能

专网智连网关网管主要完成各形态网关设备的管理，通过管理平台统一下发配置，实现站点之间零接触配置部署，并能实现拓扑和流量的可视化、智能选路、模板配置等增值功能。

专网智连网关网管功能架构如下图所示，南向支持 SNMP、REST、OVSDb 等多种协议接入及数据采集，支持网关设备资源、告警、性能管理，可视化配置及隧道管理等运维能力。

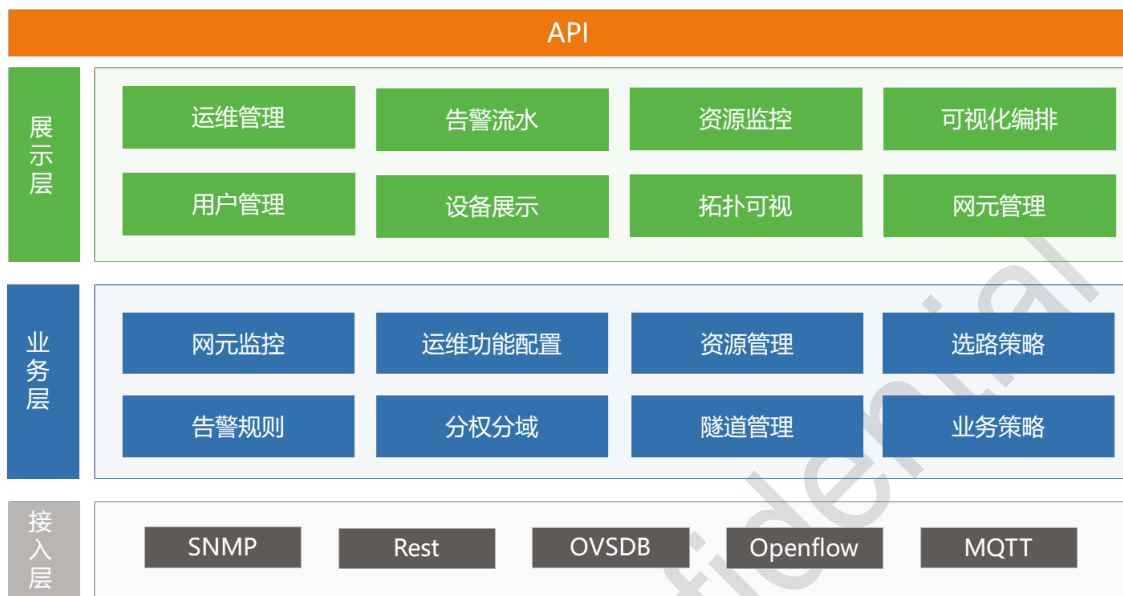


图 5-17 专网智连网关网管功能架构

5.4 5G CPE

亚信科技 5G CPE 是面向行业 5G 专网场景各类终端安全灵活接入 5G 网络的终端产品，包括标准版、大功率版、工业加强版产品，实现 Wi-Fi、有线、IoT 等各类终端接入及数据回传。

5G CPE 产品特点：

- 5G LAN：提供更灵活、安全的二层互通能力；
- 双发选收：提供双 5G 链路及 5G +有线双链路，提升网络可靠性；
- 大发射功率：适应更为严苛的环境，扩大无线覆盖范围；
- 质量探针：实时采集并上送终端基础数据、运行数据和各类事件；
- 终端安全及流量管控：核心网 UPF 配合实现安全接入与流量管控；
- 泛终端接入：Wi-Fi、有线、IoT；

- 工业级：宽温，防尘防水，TSN；



图 5-18 5G CPE 基础版

表格 5-25 5G CPE 基础版整机指标

序号	参数	规格
1	5G 频段	n1/n2/n3/n5/n7/n8/n20/n28/n41/n66/n71/n77/n78/n79
2	5G 天线	4*4 MIMO
3	WIFI 天线	2*2 MIMO
4	网口	1*WAN/4* LAN(10/1000/1000Mbps)
5	串口	1*RS232,1*RS485
6	网络协议	PPTP,L2TP,IPSEC VPN,TCP,UDP, DHCP,HTTP,DDNS,TR-069,GRE, HTTPS, SSH,Open VPN,SNMP 等协议
7	5G 带宽	下行最大 2.1Gbps, 上行最大 900Mbps
8	发射功率	23dBm±2dB
9	Wi-Fi 频段	2.4G/5GHz 双频
10	SIM	2 * SIM 卡接口
11	GNSS	GPS、GLONASS、北斗、Galileo, 可选
12	电源供电范围	直流输入: +6/2.5A~36V/0.5A
13	工作温度	-30 °C ~ +70°C
14	存储温度	-35 °C ~+75°C
15	环境湿度	5%~95%
16	功耗	≤5.64W
17	防护等级	IP30
18	尺寸	155mm * 105mm * 25mm

序号	参数	规格
19	安装方式	桌面或导轨
20	重量	225g
21	5G LAN	支持



图 5-19 5G CPE 大功率版

表格 5-26 5G CPE 大功率版整机指标

序号	参数	规格
1	5G 频段	n1/n2/n3/n5/n7/n8/n12/n13/n14/n18/n20/n25/n26/n28/n29/n30/n38/n40/n41/n48/n66/n70/n71/n75/n76/n77/n78/n79
2	5G 天线	4*4 MIMO
3	WIFI 天线	2*2 MIMO
4	网口	1*WAN/LAN 2.5G, 1* LAN(10/1000/1000Mbps)
5	串口	1*RS232,1*RS485
6	网络协议	PPTP,L2TP,IPSEC VPN,TCP,UDP, DHCP,HTTP,DDNS,TR-069,GRE, HTTPS, SSH,Open VPN,SNMP 等协议
7	5G 带宽	1Gbps
8	发射功率	37dBm
9	Wi-Fi 频段	2.4G/5GHz 双频
10	SIM	2 * SIM 卡接口
11	GNSS	GPS、GLONASS、北斗、Galileo
12	电源供电范围	直流 12~36V
13	工作温度	-40°C ~ +70°C
14	存储温度	-40°C ~ +85°C
15	环境湿度	5% ~ 95%

序号	参数	规格
16	功耗	<24W
17	防护等级	IP67
18	尺寸	259 x 178 x 48 (mm)
19	安装方式	抱杆
20	重量	2KG
21	5G LAN	支持
22	锁频/锁 PCI	支持



图 5-20 5G CPE 工业加强版

表格 5-27 5G CPE 工业加强版整机指标

序号	参数	规格
1	5G 频段	n1/n2/n3/n5/n7/n8/n12/n13/n14/n18/n20/n25/n26/n28/n29/n30/n38/n40/n41/n48/n66/n70/n71/n75/n76/n77/n78/n79
2	5G 天线	4*4 MIMO
3	WIFI 天线	2*2 MIMO
4	网口	1*WAN/LAN 2.5G, 1* LAN(10/1000/1000Mbps)
5	串口	1*RS232,1*RS485
6	网络协议	PPTP,L2TP,IPSEC VPN,TCP,UDP, DHCP,HTTP,DDNS,TR-069,GRE, HTTPS, SSH,Open VPN,SNMP 等协议
7	5G 带宽	1Gbps
8	发射功率	37dBm
9	Wi-Fi 频段	2.4G/5GHz 双频
10	SIM	2 * SIM 卡接口
11	GNSS	GPS、GLONASS、北斗、Galileo

序号	参数	规格
12	电源供电范围	直流 12~36V
13	工作温度	-40°C ~ +70°C
14	存储温度	-40°C ~ +85°C
15	环境湿度	5% ~ 95%
16	功耗	<24W
17	防护等级	IP67
18	尺寸	259 x 178 x 48 (mm)
19	安装方式	抱杆
20	重量	2KG
21	5G LAN	支持
22	工业级特性	宽温、防尘、防水、TSN、防盐雾

5.5 专网运营平台功能

AISWare AgileNet-OM 在提供专网网络能力的基础上，为行业客户提供差异化网络开通保障、行业服务运营能力，以场景化能力支撑垂直行业端到端一体化自运营、智运维，打造 5G+行业数字化运营样板间。产品能够提供以下核心功能：

- 号卡管理：实现对专网 5G toB 物联网卡生命周期管理、单卡流量采集计量、单卡 IP 溯源监控管理，实现园区号卡在线化、精细化运营。
- 设备管理：实现对专网网络设备与专网业务智能设备管理与监控，协同产业生态完成模组探针的部署与端侧数据采集。
- 集中管理：实现对专网一站开通、成员签约、工业特性 5G LAN 群签约以及 TSN 策略配置管理，满足工业互联网业务一站式开通能力。
- 应用管理：实现专网边缘应用部署协同，实现应用就近部署与分流。
- 网络监控：实现专网、网络切片、DNN 网络多维度端到端监控与网络拓扑还原，一点看全网络质量概览。
- 业务监控：在网络监控基础上，面向 ToB 典型业务场景实现端到端的连接分析与感知能力。

- 故障定界：基于 AI 定界定位算法，结合探针数据、拨测数据、网络性能指标数据、告警数据，能够自动识别业务故障与劣化趋势，自动完成故障溯源分析、降低运维门槛。
- 巡检拨测：基于自研网络探针下发关键业务拨测任务，实现网络节点连通性探测，业务质量主动测量等功能，为 5G 专网提供主动质量监测手段和业务故障定界分段定界工具能力。
- 安全认证：支持设备安全接入，通过端侧 CPE 下挂设备接入管控、DN-AAA 业务访问认证增加接入安全加固。

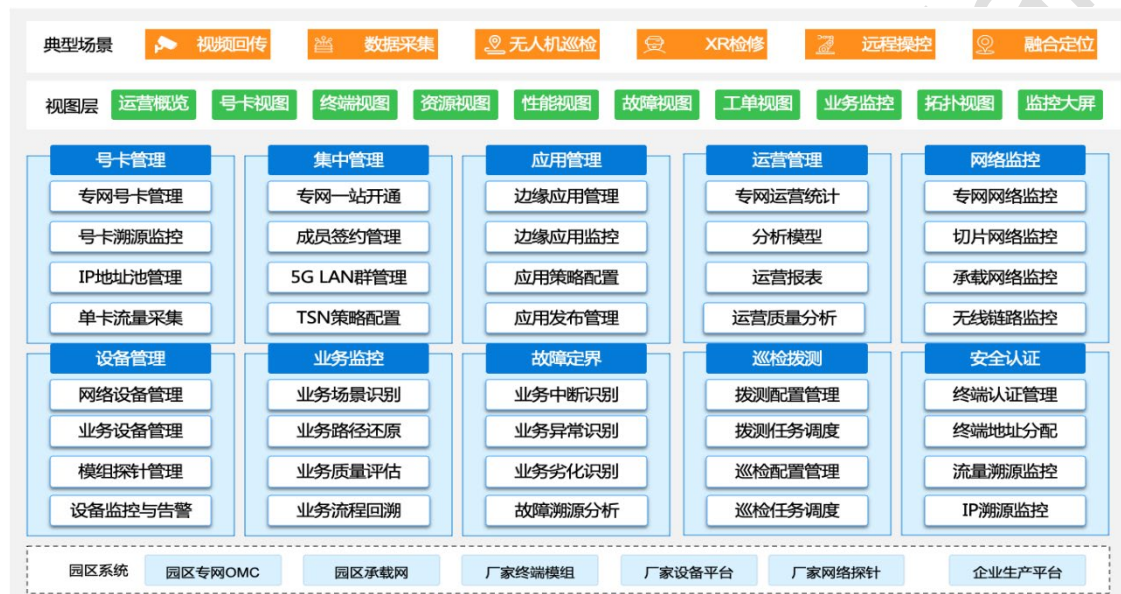


图 5-21 运营平台功能架构

6 产品特色功能

6.1 通算智一体化

亚信科技通算智一体化功能是在不改变现有 5G 网络基础功能与架构的前提下，通过对 5G BBU 网元和 5G MEC 的功能增强，实现了网络中算力内生，智能内生，通过 5G 网络设施一体化提供通信、算力、智能的能力。

如下图所示。

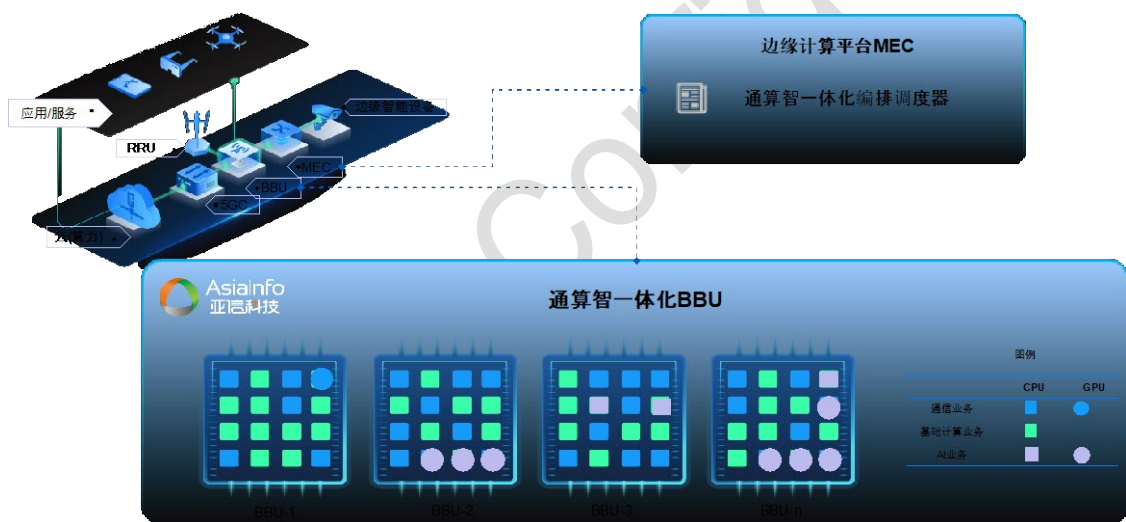


图 6-1 通算智一体化

在 5G 无线网络中，创新将 5G BBU 的 CPU 和 GPU 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、基础计算业务和 AI 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。

通算智一体化功能具有三大核心价值。

第一是“投资做减法”：相较于传统方案的传统基站+专用算力板卡或算力服务器投资，通算智一体方案采用 COTS 硬件，减少了投资成本。

第二是“资源做乘法”：算力内生 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 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。

通过智能调度网络资源，通算智一体功能在不影响通信性能的前提下，成功将 5G 网络空闲时的计算能力转化为额外的计算资源，可用于边缘应用技术，从而提高了资源利用效率，增加了无线网络的服务能力。

6.2 5G LAN 功能

亚信科技 5G 核心网产品支持 5G LAN 业务，通过 5G 网络可以为无线用户提供类似局域网（LAN）的服务。同 LAN 群的两个或多个终端，无论地域分布有多遥远，均可进行一对一通信和一对多通信，不同 LAN 群的用户则相互隔离。

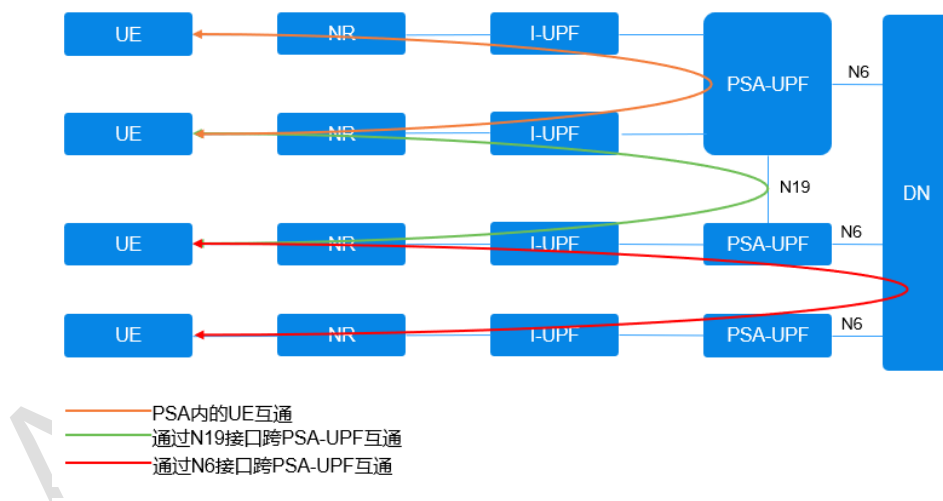


图 6-2 5G LAN

5G LAN 为 5G 工业终端（特别是 PLC 等二层互通的设备）的便捷互连提供了技术手段，具备如下优势：

- 直接互通：加入 5G LAN 的用户组成了一个局域网，加入相同 LAN 组的用户可以直接互通；

- **空间扩展性**：使用 5G LAN 的用户，可以分布在不同的地方，而不必要局限在同一个大楼，甚至 5G LAN 的成员可以分布在不同的城市；
- **移动性**：因为 5G 本身就是移动网络，那么用户移动到不同的区域，5G LAN 可以继续保持，并进行互相通信；
- **安全性**：不同 5G LAN 组之间可实现逻辑隔离，与采用 VLAN 隔离效果一样；
- **LAN 组建灵活**：支持基于用户需求灵活配置 5G LAN 组，快速组建 5G 局域网；
- **二层转发能力**：5G LAN 支持二层数据转发与三层数据转发，特别是二层转发能力，可以满足很多运行在二层协议的需求。

5G 专网运营平台在现有切片成员签约基础上，实现 5G LAN 局域网内智能设备互联。支持 5G LAN 群管理；支持 VN LAN 群和 LAN 群差异化网络策略配置（PDU 会话类型、DNN 信息、Qos 配置）；支持 5G LAN 群成员签约管理，实现 VN LAN 群成员签约、解约和群成员变更操作。调用核心网 UPF 接口实现 5G LAN 群策略配置和 MAC 地址识别。

5G LAN 与 TSN 等技术相结合，在满足移动性的同时为工业用户提供高可靠，低时延保障。

6.3 VoNR 高清语音功能

基于亚信科技自研 IMS 核心网的能力，用户在 5G 专网覆盖的园区内可以进行灵活的语音通话，包括专网内移动终端间的语音互通、专网内移动终端和固定电话终端的互通，以及专网与公网终端的语音互通，均可以在合法合规的情况下实现。

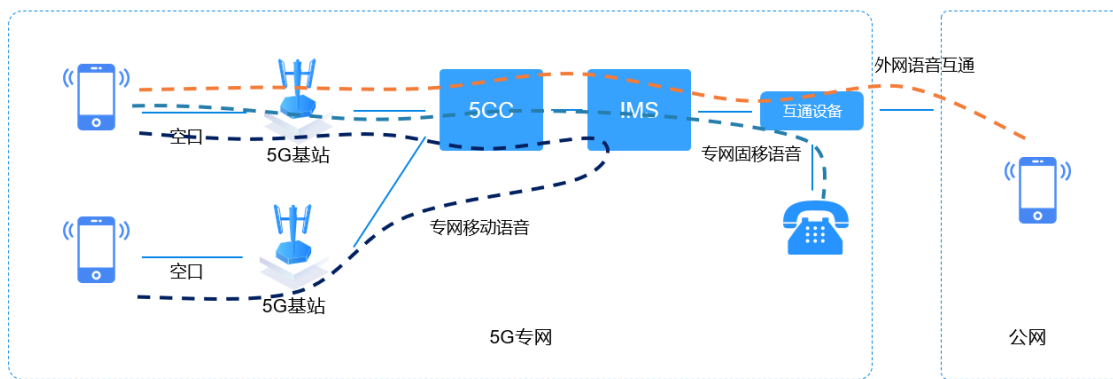


图 6-3 灵活语音通话能力

6.4 MOCN 功能

亚信科技 5G 核心网和基站产品均支持 MOCN 功能，因此在行业部署场景中可支持 5G 专网与公网共享基站的组网方式。此组网方式为公网和专网分配不同的 PLMN，5G 专网用户和公网用户通过同一个基站接入不同的核心网，在保障专网数据安全性的同时，又可以为公网用户提供网络覆盖。

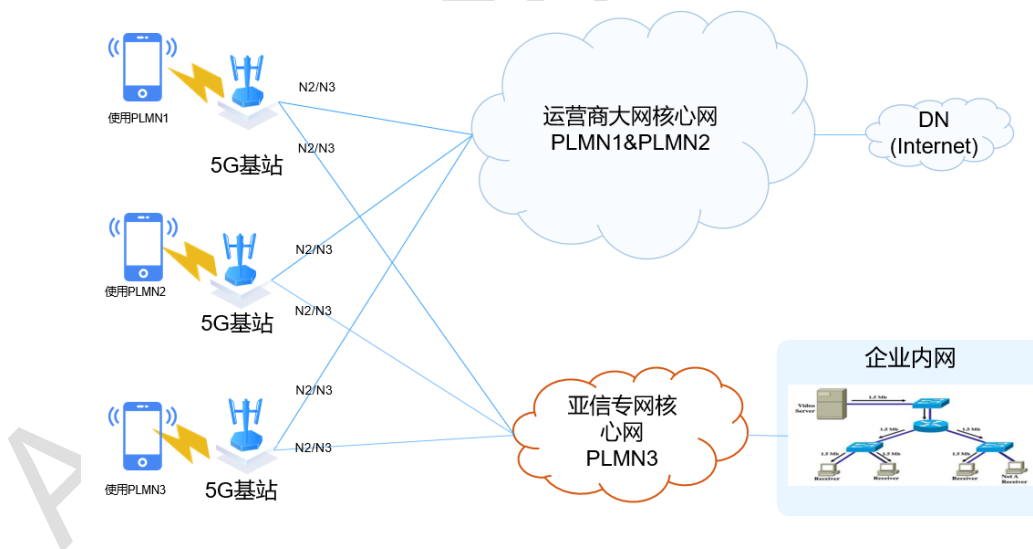


图 6-4 共享基站组网

6.5 Wi-Fi 设备安全接入功能

随着 5G 网络建设加速，商用终端也在同步向支持 5G 升级。但当前阶段工厂、园区等行业客户依然有大量的 Wi-Fi 设备和网络在使用中。在引入 5G 网络

的同时，利旧原有 WiFi 网络并与 5G 网络融合形成一张网，通过 TWIF 网元支持受信终端的非 3GPP 接入，避免对现有网络设备硬件的大量改造和升级。实现统一接入认证、统一安全策略和统一路由管理。达到资源利旧、简化管理、安全提升的效果。

如下图所示 Wi-Fi 设备通过 TWIF 安全接入 5G 网络。

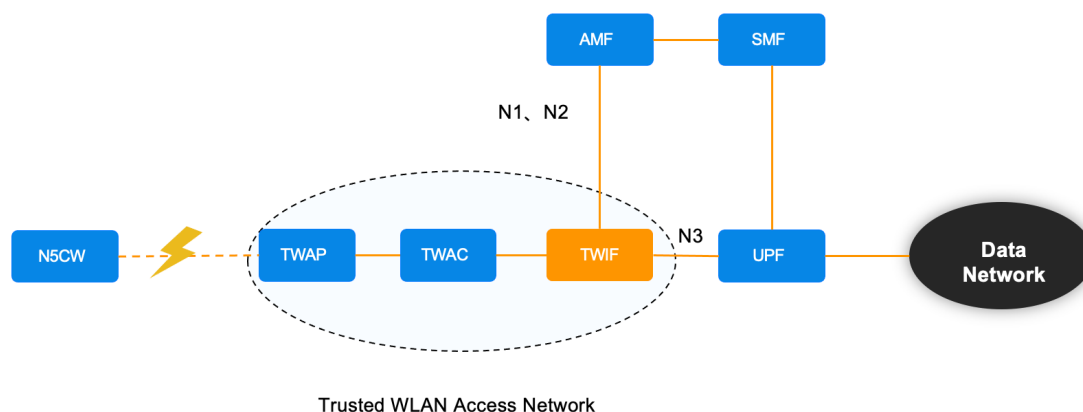


图 6-5 Trusted WLAN Access Network

TWIF（Trusted WLAN Interworking Function）网元将与 TWAP、TWAC 的传统接口，转换为与 5G 核心网的 N1、N2 和 N3 接口，实现融合。

- 代理 N5CW 终端（Non-5G-Capable over WLAN，不支持 5G 直接接入的传统 WLAN 局域网内可信设备）完成 3GPP 系统内的鉴权和注册过程。
- 代理 N5CW 终端完成 3GPP 系统内的 IP 地址分配和会话建立过程。
- 建立和维护与 UPF 之间的 GTPU 隧道。
- 支持基于 IP 的路由和转发。
- 支持工业场景下的二层包转发。

6.6 MEC 通感智融合调度功能

随着 AI 技术的发展，BBU 服务器也将搭载智能算力，为外部提供智算服务。因此，亚信科技在算力内生的基础上，引入基站智能算力纳管和调度单元，同时增加大小模型生命周期管理能力，为客户提供更为全面的应用管理服务。

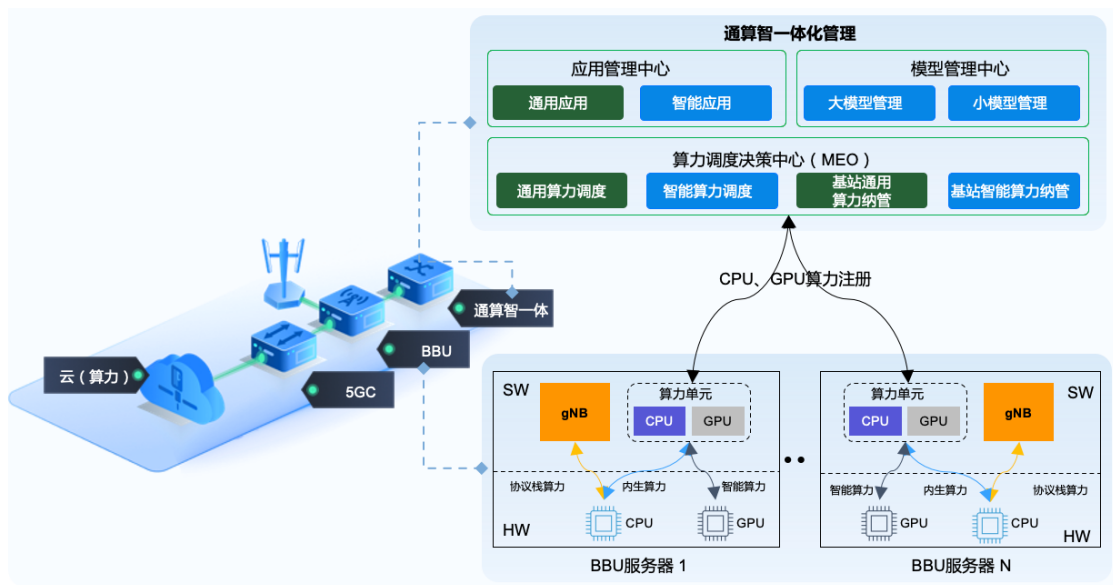


图 6-6 MEC 通感智融合调度

MEC 通感智融合调度包含算力调度决策中心、应用管理中心、模型管理模型。

- 算力调度决策实现：实现基站智能纳管与调度，用于智能算力单元动态注册、注销、调度等。
- 模型管理中心实现大小模型管理：实现大模型和小模型的生命周期管理、大/小型上传与部署、模型对应用的授权管理。

应用管理中心实现智能应用的上传、发布、部署等。

6.7 5G 网络切片功能

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。

亚信科技 5G 专网产品把支持切片能力作为原生能力来提供的。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。

6.8 一键开局功能

专网智连交换机网管提供基于业务场景的产品配置模板，既可适用亚信科技专网智连交换机，又可覆盖异厂商专网交换机，提供场景化预配置能力，即通过模板化界面，填入开局配置参数（可设置默认值），统一批量下发配置，满足企业客户网络互联互通快速上线，秒级开局。下图展现了一键开局。

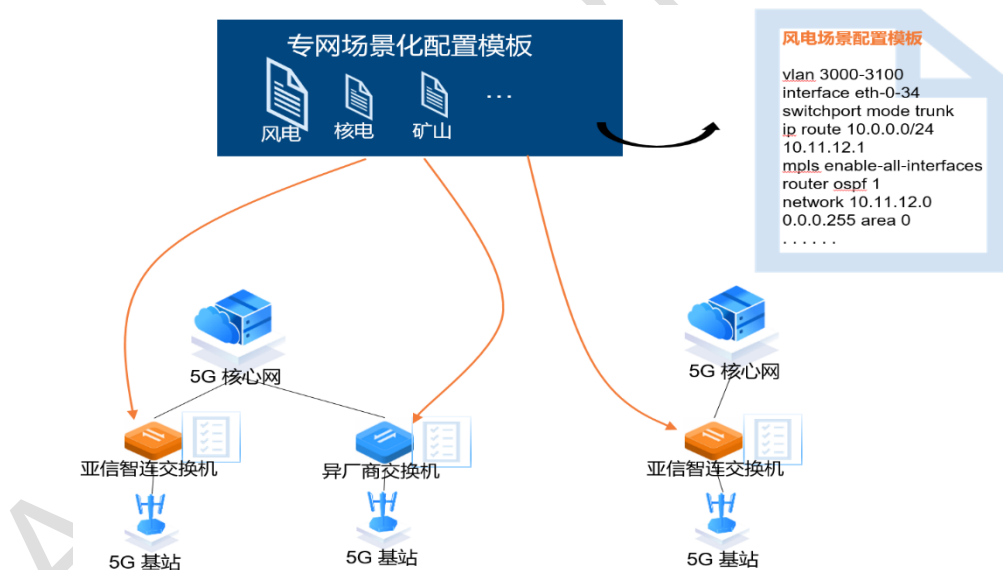


图 6-7 一键开局

一键开局功能可配置多种属性模板，配置模板完成后，选择已经纳管的具体设备进行统一 SSH 登录，智连交换机网管将配置模板信息转换成已选择设备型号的专有配置命令，自动下发配置。

6.9 RedCap

5G 最初定义了 eMBB、uRLLC 和 mMTC 三大应用场景。与之相对应，5G 时代的物联网类型包括宽带物联网、关键任务型物联网和大规模物联网。虽然这三大场景差异化匹配了高速率、低时延和低速率的物联网应用需求，但对于中等需求的物联网应用还没有覆盖到。RedCap 正是为了填补中等要求的“空白地带”而生的蜂窝物联技术。

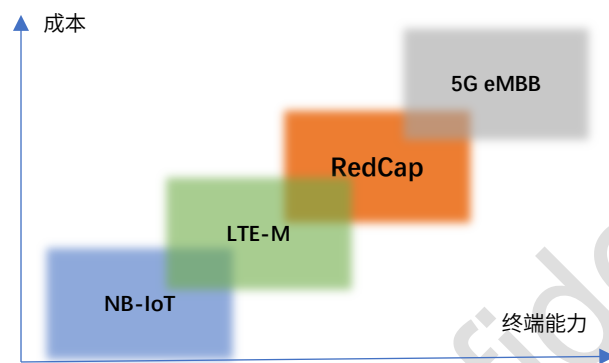


图 6-8 RedCap 定位

RedCap 优势：

- RedCap 于 3GPP R17 版本引入，通过对 NR 终端能力进行裁剪，从而更加匹配中等的网络连接需求。
- 与 LTE 物联技术相比，RedCap 具备 5G 能力优势，未来可以与毫米波、5G 网络切片、5G 定位技术等结合，提供更好的物联服务。
- 降低终端成本。

适用场景：

可穿戴设备、工业无线传感器、监控摄像头等中等物联应用。

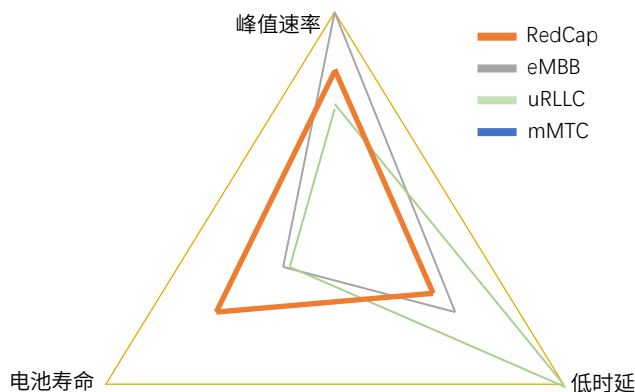


图 6-9 RedCap 能力

6.10 5G 无线 Relay 回传

在 5G 专网在偏远地区的建设过程中，基站部署会受限于有线传输基础设施。5G 无线 Relay 回传技术，可以支持在光纤不足的地区利用无线回传实现全频段灵活的小区部署，为边缘或者孤立的覆盖缺口提供覆盖能力，有助于 5G 网络容量和覆盖性能的提升。

5G 无线 Relay 回传技术基于商用 CPE。核心网 UPF 可以将不同层级的基站数据进行转发和解析。相比与其它无线回传技术，5G 无线 Relay 回传技术优点有：

- 组网简单，现网基站通过有线直连到 CPE 即可实现数据回传
- 成本低，商用 CPE 产品成熟

适用场景包括：

- 边远地区，海上作业平台等不易部署光纤的区域

- 应急保障、临时增容等



图 6-10 5G Relay 场景示意图

6.11 TSN 时间敏感网络

TSN (Time Sensitive Network, 时间敏感网络), 即在非确定性的以太网中实现确定性的最小时间延时的协议族, 是 IEEE 802.1 工作组中的 TSN 工作组开发的一套协议标准, 定义了以太网数据传输的时间敏感机制, 为标准以太网增加了确定性和可靠性, 以确保数据实时、确定和可靠地传输。

工业控制作为工业中的核心部分对网络的要求很高, 例如低时延、低抖动、高可靠性等。由于具有低时延、确定性传输、高可靠性等特点, TSN 成为工业互联网 OT 域中重要的传输技术。

传统的 TSN 是有线网络, 但是在很多应用场景中, 有线网络存在成本高、灵活性差等局限性。

得益于创新的 5G 网络切片技术和精准的时间同步机制, 亚信专网产品可为工业控制、车路协同等时间敏感业务提供确定性的超低时延传输。经权威机构测试, 系统端到端时延低至 0.5ms, 时延抖动小于 0.1ms, 远优于行业平均水平 (<10ms)。大幅领先的指标体现了产品在 TSN 领域的技术引领能力。在智能电网项目中, 亚信专网产品通过 TSN 承载智能配电自动化业务, 电网故障隔离与恢复控制时延减少 80%, 可再生能源发电并网效率提升 15%, 充分保障了电网的安全稳定运行。

所以 5G 与时间敏感网络的融合, 能为业务承载提供确定化的传输保障能力。

6.12 5G 室内外融合高精度定位

定位功能是 5G 专网重要功能之一，尤其是风电、核电等领域，同时有室内外精确定位的需求，满足运维过程中人员、设备定位及轨迹追踪等需求。通过室外基于 MDT GPS 数据，室内的 SRS 定位，可以实现对终端用户的持续融合定位，实现轨迹追踪预测等功能，相关定位信息可进一步回传专网运营平台，实现对外赋能。

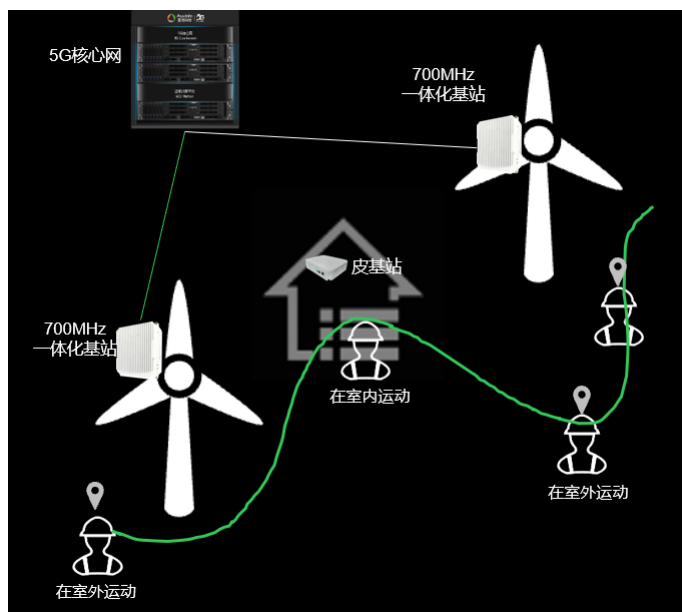


图 6-11 5G 室内外融合高精定位

6.13 本安型隔爆基站

安全生产是煤矿智能化的第一要素。井下生产环境中瓦斯浓度高、煤灰粉尘多，电气设备存在引发爆炸的风险，相对复杂的作业环境也让设备安装空间受限。本安型 5G 一体化皮基站模块是亚信面向矿山井下巷道定制化开发的 5G 微功率深度覆盖产品，可以由具有矿山行业煤安认证资质的厂商集成在本安型 5G 综合分站中使用，集成后的分站可以实现矿山井下巷道 5G 网络容量覆盖。产品采用国产 5G 基带 SoC 芯片设计，内部集成基带处理、微功率射频处理、交换处理等模块，产品具备功耗低、体积小、重量轻、安装便捷、维护简单等特点。



图 6-12 本安型基站

6.14 蓝牙高精定位

在某些 5G 专网场景下经常需要对室内目标进行高精度定位，将蓝牙信标定位技术与 5G 专网结合，可以实现更快速的数据传输和更稳定的连接，从而提高定位服务的响应速度和可靠性。在 5G 专网的支持下，蓝牙信标定位技术可以更好地服务于各种行业，提供精准的室内导航、资产管理和人员跟踪等功能。例如，在大型医院中，通过 5G 专网和蓝牙信标技术，可以实现对医疗设备的精确追踪，优化资源分配，提高医疗服务效率。

5G 基站 RRU 与蓝牙网关之间通过以太网相连，蓝牙信标以 RS485 总线方式连接到蓝牙网关。信标数据通过蓝牙网关进行汇聚，转发到 BBU。

蓝牙终端持续发射参考信号，蓝牙信标扫描到终端的参考信号之后，将信号强度信息发送到 BBU。BBU 根据定位算法来计算终端设备的位置，并将位置信息发送到专网运营管理平台进行图形化呈现。

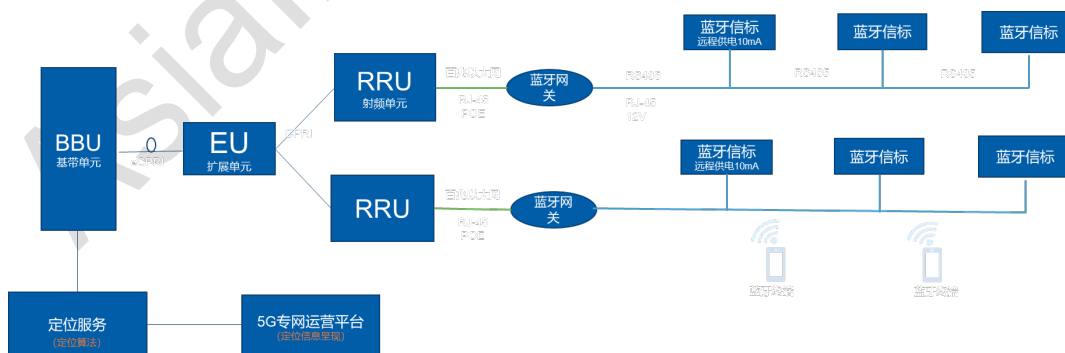


图 6-13 蓝牙高精定位流程

6.15 应用级安全管控

亚信科技专网智连网关实现基础防火墙能力，实现包过滤、应用检测等基础功能，将小型分支和移动办公 PC 的网络流量通过轻量级终端引至本地汇聚设备或 PoP 点进行安全检测，统一进行安全管理。能够对流量中关键业务进行区分针对性分析，进行应用级安全管控，如下图所示。

专网智连网关支持将完整的安全能力聚集在云端，统一实现分支上网安全、组网和集中管理。

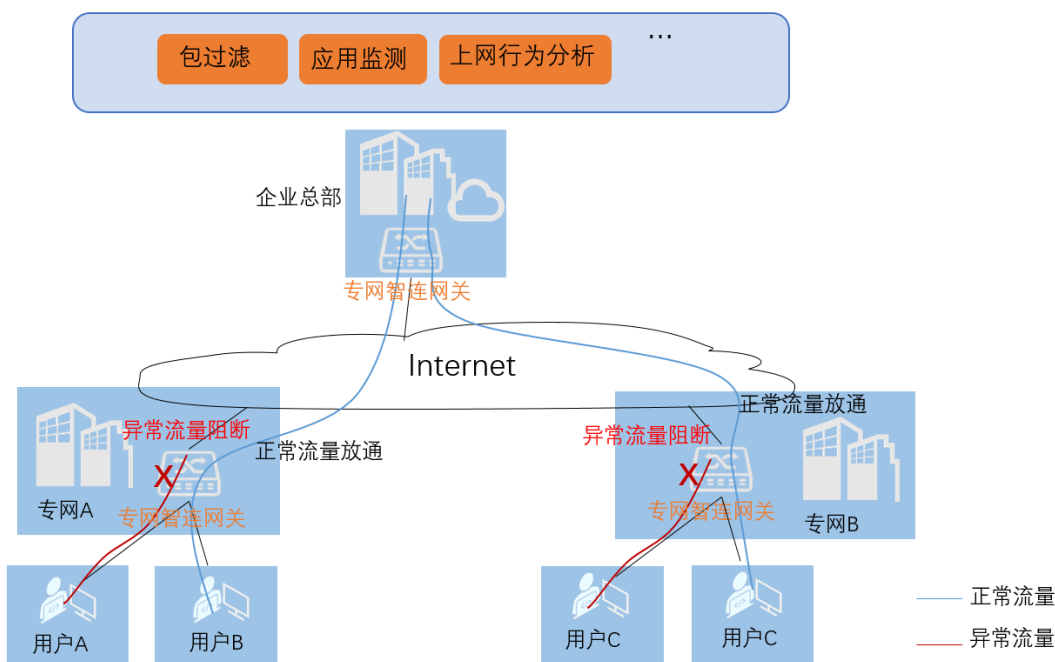


图 6-14 智连网关应用级安全管控

6.16 双发选收

通过增强 5G CPE 产品提供多场景的 5G 无线双链路及 5G+有线双发选收方案，实现高可靠 5G 专网，满足工业控制等业务无中断、稳定时延要求。

- 5G CPE 实现数据双发，汇聚网关实现数据选收，完成数据可靠传输。
- 5G 无线双链路，通过 5G CPE 双卡分别接入两个基站，并通过汇聚网关实现双 5G 链路双发选收。

- 5G 无线+有线双链路，通过 5G CPE 接入基站，并通过 5G CPE WAN 口接入光纤链路，实现双发选收。

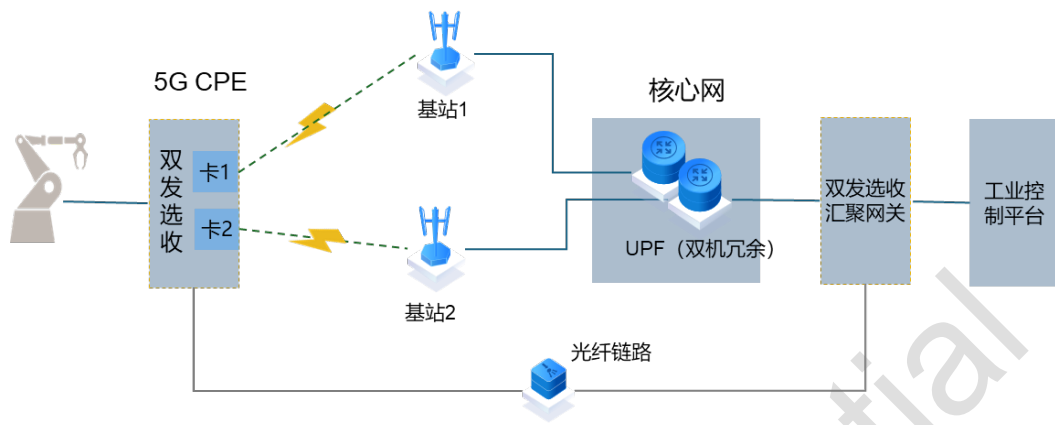


图 6-15 双发选收

6.17 专网业务感知能力

5G 专网运营平台基于自研网络边缘探针，通过对园区专网下特色业务场景（如视频监控、PLC 工控器场景、其他物联网、互联网等业务场景）监控与业务感知能力，实现终端连接场景化业务监控、业务路径还原、业务质量分析评估。

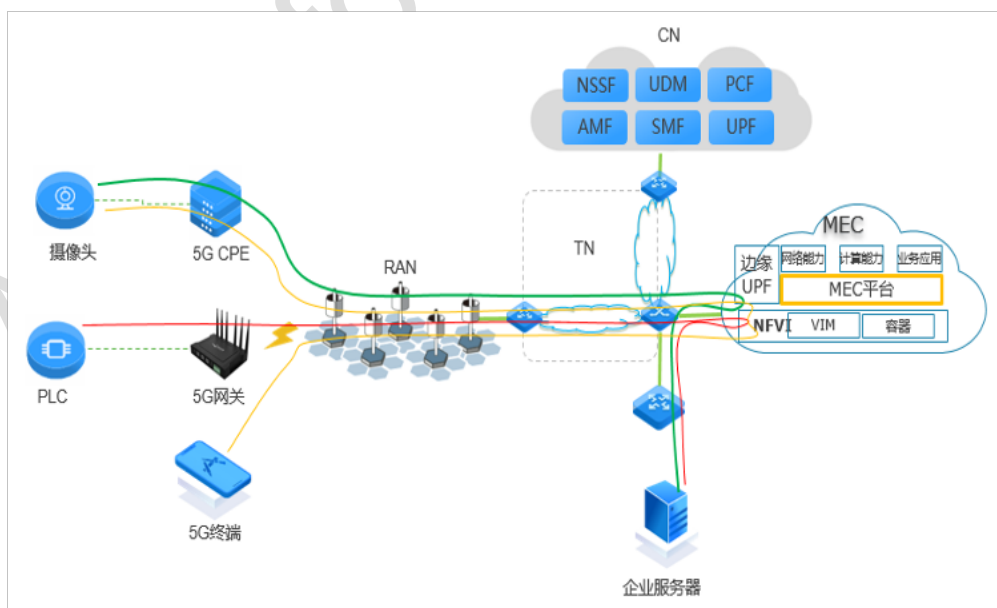


图 6-16 专网业务感知

专网业务感知具备以下能力：

- 自研网络边缘探针
 - 支持 N3、N4、N9、S1-u、S5/S8-u 等接口的报文采集和深度解析。
 - 支持 DNS、HTTP、HTTPS、FTP、RTSP、S7 等协议解析。
- 场景化的业务监控
 - 从专网客户视角，以业务为中心，提供业务场景化监控能力，为场景下的每次业务提供监控能力。
- 专网业务路径还原
 - 拉通信令面，用户面，业务面业务链条，还原每个业务连接的拓扑。
- 业务质量分析评估
 - 提供基于连接的体验指标监控及业务质量分析与评估。

6.18 业务拨测管理能力

5G 专网运营平台通过自研网络边缘探针、端侧模组探针下发关键业务拨测，实现网络节点连通性探测，业务质量主动测量等功能，为 5G 专网提供主动质量监测手段和业务故障定界分段定界工具能力。下图描述了实现关键网络指标采集与故障定界分析能力，包含：

- N6 侧拨测：适用于集中监测的场景，无须安装部署 CPE 软硬探针，即可实现提供关键网络指标的采集。
- N3 侧拨测：用于园区 5G 基站、UPF、5GC 的故障定界，时延定界。
- 节点连通性探测：对拨测节点，定时主动发起连通性监测，实时发现节点的可用性状况。
- 业务质量主动测量：根据日常业务 DPI 数据，自动发现业务路径，沿着已有路径发起业务仿真拨测，主动测量路径的业务质量指标（时延，速率，抖动等），为业务质量实时评估提供主动监测数据。
- 路径节点自动学习：利用 Trace 技术，主动发现报文转发的每一跳节点，自动发现未知的业务节点，补充业务路径上的节点。

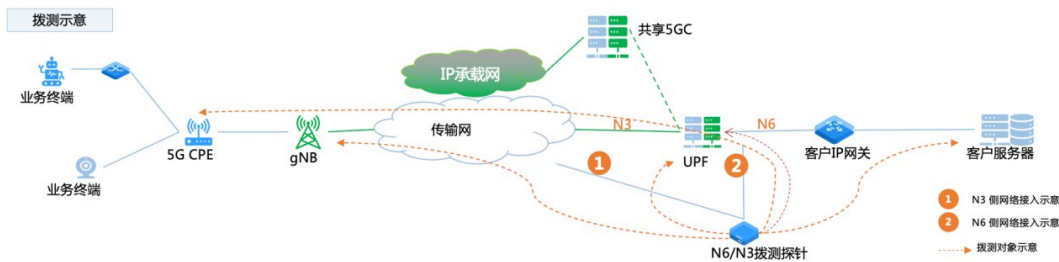


图 6-17 拨测管理

- N6 口拨测通过独立探针，按照园区业务应用服务器、UPF、终端等具体的网络连接场景，自定义园区设备拓扑并进行分段、分目标的网络层测试。
- N3 口拨测分配 RAN VPN 地址给拨测探针，对园区 5G 基站，UPF 地址，5GC 地址进行拨测。

6.19 专网故障定界定位

专网场景中，当业务故障发生时，专网维护人员很难及时发现故障或者业务已经趋于劣化，即使发现问题由于涉及环节众多，协议和专业过于复杂，也没有办法找到准确的问题原因。下图描述了 5G 专网运营平台基于 AI 定界定位算法，结合探针数据，拨测数据，网络性能指标，网络告警数据，能够自动识别业务故障和劣化趋势，并自动完成故障溯源分析，降低运维门槛。

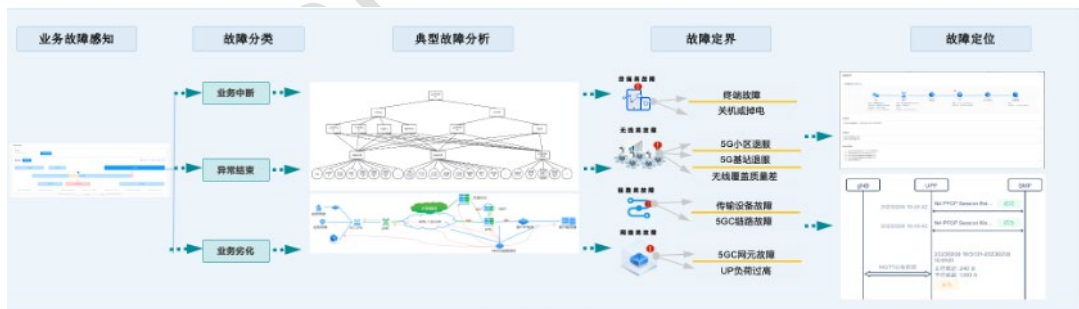


图 6-18 专网故障定界定位

- 业务故障感知：基于多维数据的综合分析，能够自动识别业务的中断故障，异常结束故障和业务劣化趋势。
- 业务故障分析：通过专家经验沉淀的故障定界定位算法，能够完成故障的定界分析。

7 产品差异化优势

亚信科技 5G 专网产品在以下五个方面体现出差异化优势能力：面向行业特定需求的专属能力、满足各种需求的灵活组网能力、通感算智一体化能力、智简运维能力以及国产自主可控能力。

7.1 行业专属能力

- 支持抗振动、防盐雾、耐辐照、隔爆、本安等特性，满足能源、矿山、化工、交通等行业特殊环境要求。
- 支持 5G LAN、TSN 稳定低时延、RedCap、融合精准定位、双发选收等行业急需特色能力，全面满足工业数采、PLC 控制、AR 辅助设计、超高可靠等关键应用场景的通信需求。
- 支持 WiFi 设备接入 5G，通过 5G 原生的更加安全可靠的接入管控措施统一纳管存量终端设备。

7.2 灵活组网能力

- 核心网全量或部分下沉部署、5G 无线 Relay 回传、MOCN 等技术的引入可以满足封闭园区、海上风电等特殊场景多样化组网需求。
- 全云化设计核心网可部署于各类公有云和私有云之上，大大提高可靠性、缩短部署时间并降低维护成本。产品已上架 AWS 云和天翼云应用市场。

7.3 通感算智一体能力

- 基站同时具备通信与智能计算能力，将 AI 和 RAN 工作负载整合在同一计算基础设施上，实现了资源的动态分配和高效利用。

- 自主研发通算一体智能编排调度器，实现计算应用服务保障和网络质量保障互感互知，智能决策通信业务、通用计算任务、边缘智算业务的编排调度。
- 通感融合，实现能够实现多维环境和目标感知功能，包括目标测距、测速、测角、成像、目标检测、目标跟踪和识别等。

7.4 智简运维能力

- 号卡自主管理，实现专网号卡资源开卡、激活、注销等全生命周期管理。
- 业务级 SLA 监控，支持企业应用业务级别的 SLA 监控管理，满足企业精细化管理需求。
- 故障智能定界定位，基于专网数据的智能化分析，实现故障的快速定界定位，提升专网整体可靠性。

7.5 国产自主可控

- 基于国产硬件平台、国产 5G 基带芯片与国产操作系统的，全国产化 5G 基站与核心网设备，满足大型企业自主可控、安全管理需求。

8 场景解决方案

亚信科技 5G 专网产品包含智慧核电、智慧火电、智慧矿山、智慧港口，智慧钢铁以及 5G 专网运营典型应用场景。

8.1 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。

8.1.1 智慧核电 5G 专网应用场景

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，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 8-1 智慧核电应用场景

8.1.2 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;

表格 8-1 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。

表格 8-2 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；

表格 8-3 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

8.1.3 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 8-2 核电生产区 5G 网络设计所示，生产区采用专网专用的建设方案，建设独立 5G 专网。

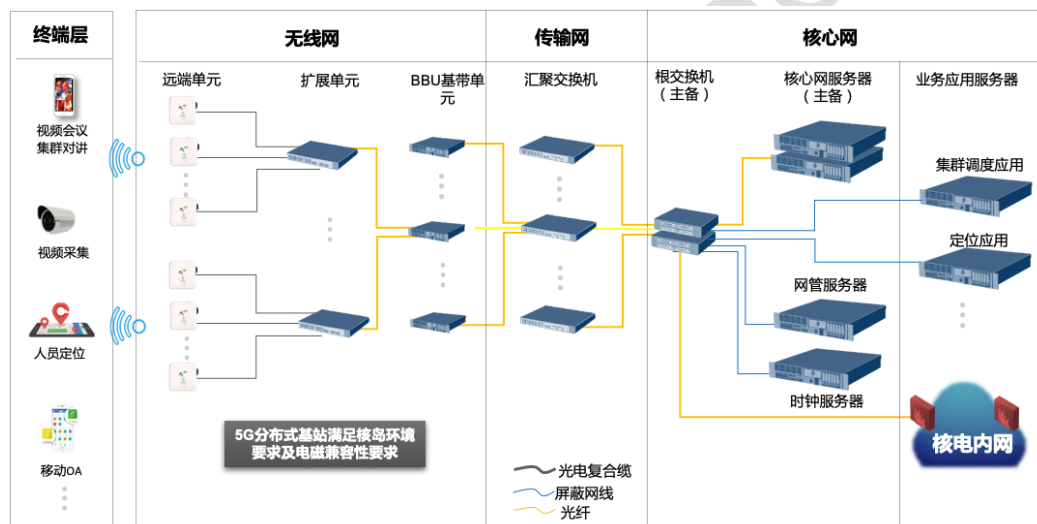


图 8-2 核电生产区 5G 网络设计

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。

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 EU、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 EU、pRRU 进行补盲。
- 厂前区 5G 网络设计

如图 8-3 核电厂前区 5G 网络设计所示，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。

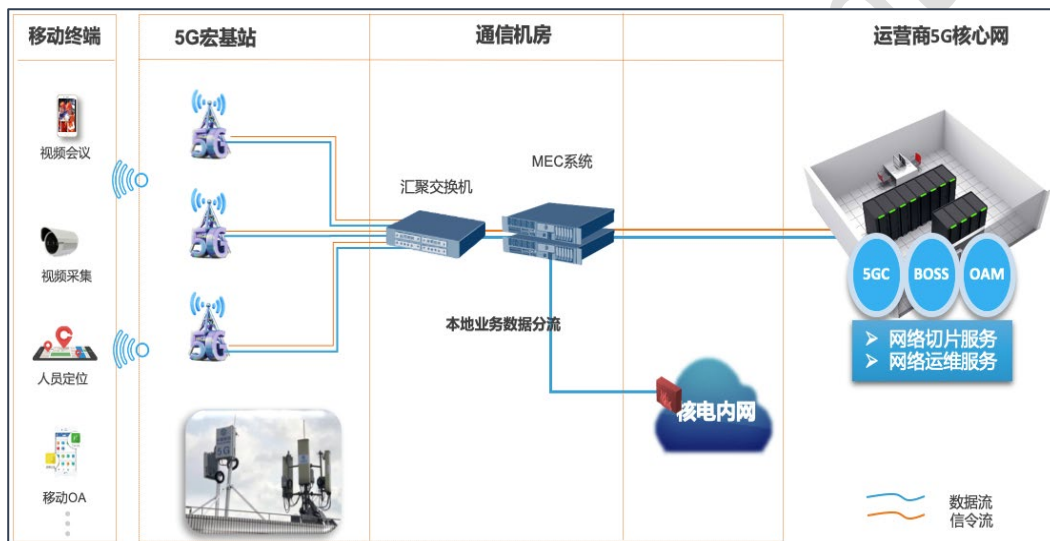


图 8-3 核电厂前区 5G 网络设计

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。

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。

8.2 智慧火电

8.2.1 智慧火电 5G 专网应用场景



图 8-4 智能火电场景

在智慧火电 5G 专网建设中，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，遵从电力智慧企业建设规范“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，构建管控一体化系统。

8.2.2 智慧火电业务需求

传统火电厂自动化、智能化程度低下，存在诸如每次大修依靠集装箱办公，花费大量的人力和物力、火电厂离线巡检效率低、人员巡检存在安全隐患等问题。如图 8-5 智慧火电业务需求所示，智慧火电 5G 专网能够提供诸如视频安防、AR 展示、人员定位、无人机巡检等新型智能应用，提升火电厂的自动化程度，决策目前火电厂中的问题。



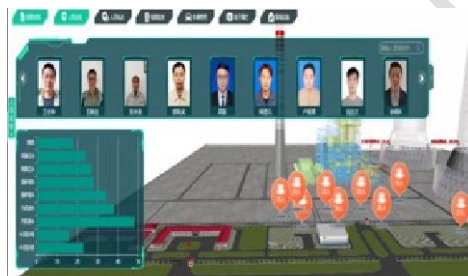
视频安防：设置电子围栏，安全防护人员识别



AR展示：钢塔、锅炉等建筑物可视化展示



无人机：巡视厂区内，消除安全隐患。



人员定位：对厂区内人员及车辆的精准定位。

图 8-5 智慧火电业务需求

表格 8-4 视频回传需求指标描述了智慧火电厂中视频回传、AR 展示、定位管理等应用的网络指标需求。

表格 8-4 视频回传需求指标

应用场景	网络需求		
视频安防，无人机 巡检	上行速率	下行速率	传输时延
	≥40 Mbps	无特殊要求	≤100 ms

表格 8-5 AR 展示需求

应用场景	网络需求			
AR 展示	上行带宽	下行带宽	传输时延	覆盖范围
	≥500 Mbps	无特殊要求	≤100 ms	厂房

表格 8-6 人员定位需求

应用场景	网络需求				
人员定位	上行带宽	下行带宽	传输时延	连接数	覆盖范围
	无特殊要求	无特殊要求	≤100 ms	>1000	生产线

8.2.3 智慧火电 5G 专网方案

智慧火厂信息化建设需求，需要建设一套能够支持物理隔离充分保障信息安全的 5G 专网。火电 5G 专网建设方案需重点电磁兼容安全和网络信息安全两方面要求：

- 电磁兼容安全

火电厂内存在对电磁敏感的仪控设备，需要确保无线网络的部署和应用不会对原有仪控设备造成干扰，并在电厂内的无线电磁环境下确保网络设备自身的稳定运行，从而保障电厂的安全生产运行。

无线通信网络系统需满足 IEC 61000 系列或 GJB151B 系列标准的电磁兼容性要求，以确保它们可在覆盖范围内的所有区域内安全、可靠地使用，不影响电厂其它设备与系统的正常运行。

- 网络信息安全

火电厂 5G 无线专网系统要满足监控系统安全防护规定及《电力监控系统安全防护总体方案》中的相关要求，确保电厂业务数据的安全。无线通信网络系统包括采用专用通信系统或私有通信协议、确保网络不易被非法入侵或攻击、有线和无线接入侧均与外界进行网络隔离等，确保无线通信数据传输的安全性。

智慧火电 5G 专网采用 SA 组网架构，采用完全新建 5G 网络模式，系统包括核心网、无线接入网、应用平台及接入终端四个层面，同时配备统一的网管系统。系统具有高带宽、高可靠、高性能、高安全的特性。

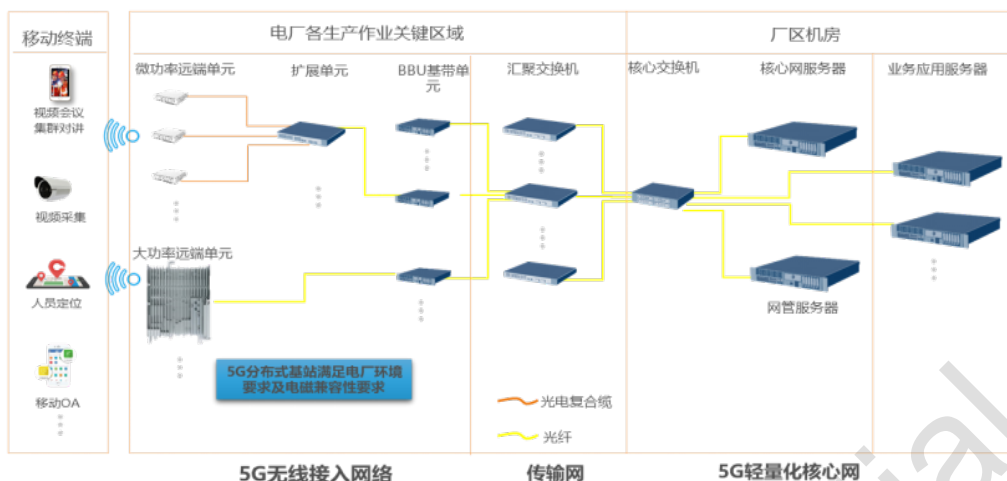


图 8-6 智慧火电 5G 专网网络架构

5G 专网采用扁平化组网架构，无线基站通过万兆光纤传输汇聚到核心交换机，传输层采用全万兆接入并预留扩容端口。

对于电厂室外区域的覆盖，可采用大功率基站设备完成覆盖，室内区域采用扩展型皮基站完成补盲覆盖。

智慧火电 5G 专网通过安全隔离装置与电厂内网进行数据交换，与公网实现完全物理隔离。园区内 5G 连接通过专用 SIM 卡认证，保证网络用户身份唯一性、真实性。同时，5G 专网运营平台对上网用户行为进行行为监管，保证网络环境安全。

8.3 智慧矿山

8.3.1 智慧矿山 5G 专网应用场景

矿山是目前人们生活和工业生产最重要的能源之一，是实体经济的重要组成部分，现阶段矿业走到了变革的关键点。5G 专网的低成本、高可靠性能、加固的安全性以及行业定制化特性在制造业有着不可替代的优势，能够承载多类生产运营场景，助力企业提效、降本、创新发展。



图 8-7 露天矿山应用场景

8.3.2 智慧矿山业务需求

矿山行业矿场大多在偏远地区，网络覆盖差，人员与车辆众多，管理能力有限。客户痛点包括：

网络覆盖不全：露天矿山处偏远，通信网络及电力建设难度大，通信覆盖成本高，内部通信还停留在固定电话和广播通信的阶段，急需全能力的通信技术设施。

管理水平低下：开采人员基数大，施工车辆多，位置分散，难以实时把控全区域人车情况，无法及时获得承包商人员当前位置，作业动态，难以把控承包商作业规范和人员安全。

紧急事件调度：安全是矿山第一要务，由于无法知晓人员分布位置，发生紧急情况时，无法快速形成应急战略指挥，调度管理，严重影响救援效率。

巡检质量管控：矿山涉及区域广，运输路线长，车辆工作环境差，无法科学合理地规划巡检路线，划分巡检班组，执行规范度和巡检质量难以把控。

我国计划在 2035 年建成智能矿山体系，各类中大型矿山基本智能化。智慧矿山主要业务需求包含以下 4 个方面：

1. 矿山以智能化为目标，按照工业互联网内涵要求采矿、运输、生产都智能化，减少安全事故提升工作效率。打造绿色矿山，提高资源利用率。
2. 生产可视，生产过程实时感知，可视可控可管，人员和车辆智能定位。
3. 少人化，无人化：实现机器人远程开采，驾驶，巡检，杜绝开采野蛮化，效率低。
4. 智能运维统一管理：业务质量可视，网络可管，安全可控，远程操作。

8.3.3 智慧矿山 5G 专网方案

针对矿山需求，亚信科技提供的 5G 专网采用全下沉的独立专网方案，提供大带宽、低时延、大规模机器通信等能力的同时，兼顾安全等保要求。利用低频段大功率 5G 一体化基站实现矿山全部道路与作业区覆盖，可满足低成本、广覆盖、野外环境适应与简单安装的需求。一体化基站可实现数据直接回传到核心网，无需边缘的机房，降低了矿山客户成本。

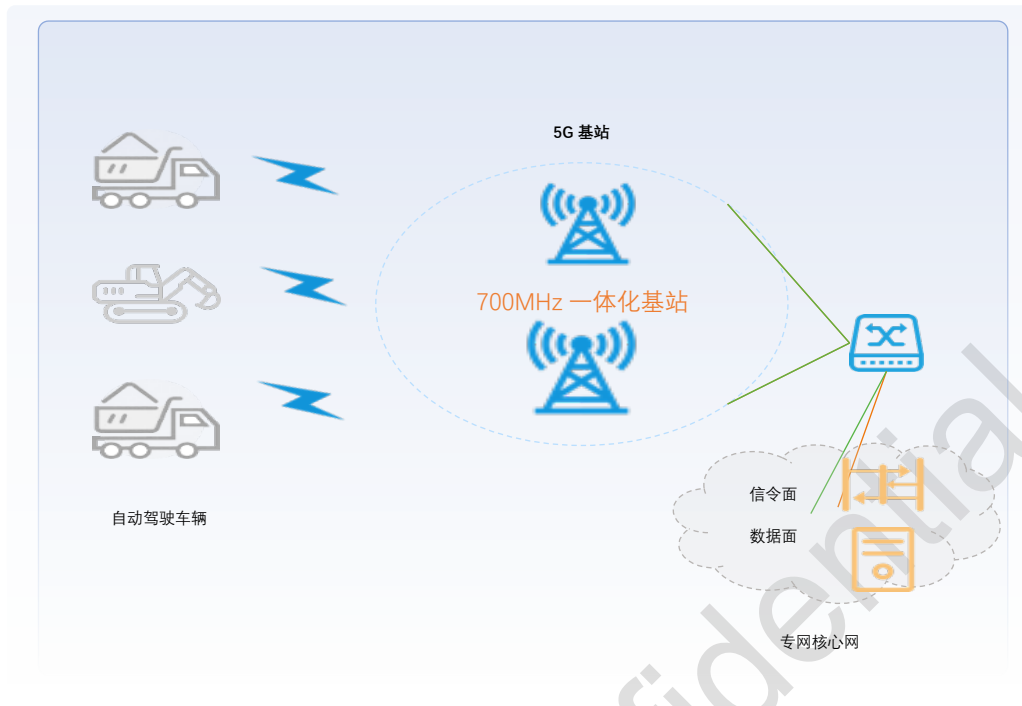


图 8-8 矿山行业 5G 专网方案

8.4 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。

8.4.1 智慧港口 5G 专网应用场景

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 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 8-9 港机远程控制所示，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 8-9 港机远程控制

8.4.2 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。

表格 8-7 港机远程控制需求描述了港口机器远程控制的网络需求。

表格 8-7 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	≤18ms	≥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 8-10 无人集卡和 AGV 显示了无人集卡和 AGV 调度的场景。



图 8-10 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。表格 8-8 无人集卡和 AGV 调度需求列出了无人集卡和 AGV 调度业务对于 5G 网络的需求。

表格 8-8 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	≤20ms	≥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 8-11 安防智能监控展示常见的安放智能监控方式。

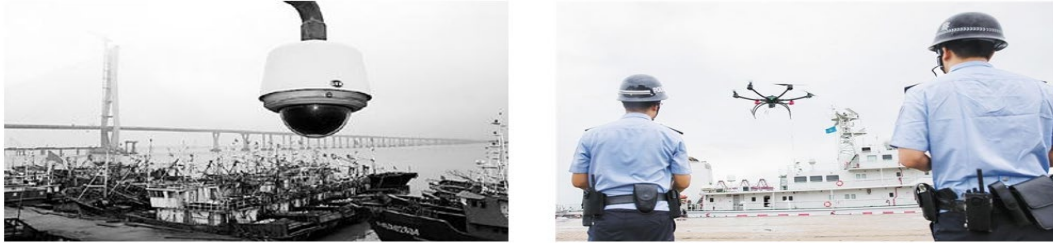


图 8-11 安防智能监控

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。

表格 8-9 安防智能监控需求指标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：

表格 8-9 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	≤100ms	≥50

8.4.3 智慧港口 5G 专网方案

图 8-12 智慧港口 5G 专网方案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。

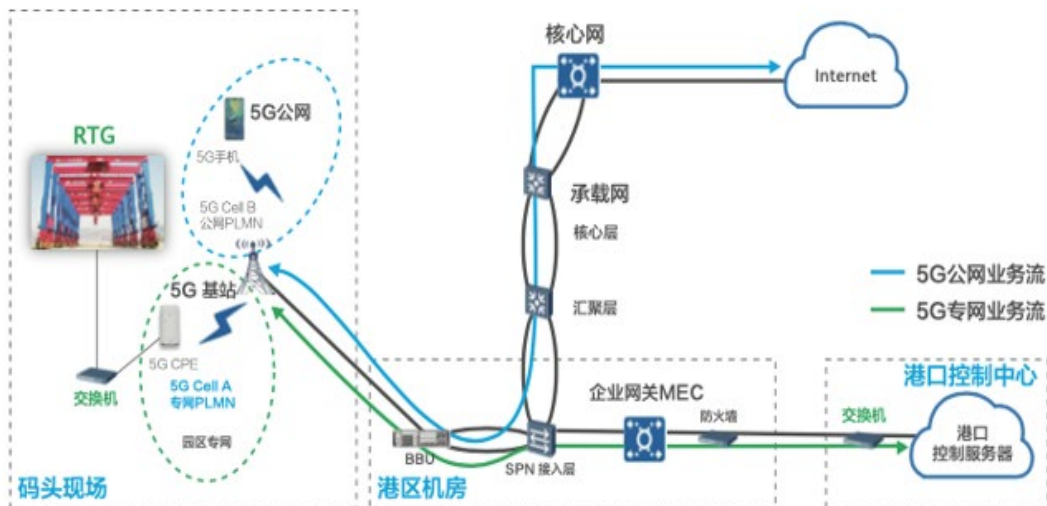


图 8-12 智慧港口 5G 专网方案

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。

8.5 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。

8.5.1 智慧钢铁 5G 专网应用场景

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 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 8-13 智慧钢铁应用场景描绘了智慧钢铁的应用场景。



图 8-13 智慧钢铁应用场景

8.5.2 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。表格 8-10 5G 无人天车网络需求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。表格 8-11 机器视觉质量检测需求列出了机器视觉质量检查网络需求。

表格 8-10 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

表格 8-11 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
	高清视频传输	≥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。表格 8-12 AR 远程辅助需求列出了 AR 远程辅助的网络需求。

表格 8-12 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	≥99.99%	生产线

8.5.3 智慧钢铁 5G 专网方案

图 8-14 智慧钢铁 5G 专网方案给出了一个智慧钢铁 5G 专网租方案，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。

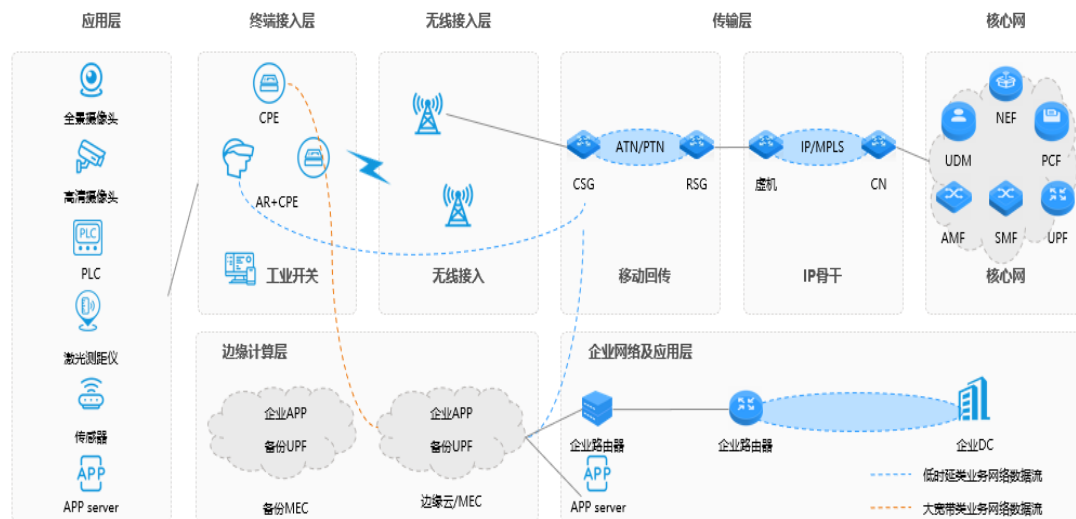


图 8-14 智慧钢铁 5G 专网方案

8.6 智慧风电

8.6.1 智慧风电 5G 专网应用场景

智慧风电是指利用先进的信息技术对风电场的设计、建设、运营和维护进行智能化管理和控制的新型风电系统。它通过集成和分析风电场内外的数据，优化风电场的运行效率和能源产出，降低运维成本，提高风电的可靠性和经济。

5G 技术的应用使得风电场能够实现更精细的远程监控和控制，提高风电场的自动化水平和响应速度。例如，5G 网络可以支持风电场内大量传感器和智能设备的实时数据采集和传输，使得运维人员能够及时获取风电机组的运行状态和环境信息，进行精准的故障诊断和维护。

8.6.2 智慧风电业务需求

风力发电场通常远离闹市，交通不便，环境恶劣。一旦发生故障，维护机组、检修故障异常困难。目前智慧风电的主要业务需求包括

- 风电场站区域提供即时通信，即相关工作人员能够通过 5G 专网实现语音，短消息等即时通信。
- 基于 5G 网络的作业管理，主要需求包括结合作业系统实现作业向导、作业人员车辆实时位置管理、专家/作业远程指导等。
- 基于 5G 网络的风机定检维护，包括可视化巡检指导，在线视频指导等需求。

表格 8-13 5G 远程专家辅导需求

应用场景		网络需求				
5G 远程专家辅导	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	≥99.99%	风机周边

8.6.3 智慧风电 5G 专网方案

针对智慧风电应用场景，亚信科技整体 5G 专网整体解决方案包括无线 5G 基站系统、光纤传输系统、交换机、核心网、防火墙系统等。完成风场全场的无线 5G 网络部署和覆盖，提供 24 小时不间断通信、数据传输等业务承载，同时配套 5G 专网提供场站即时通信工具、外来人员作业管理等应用工具。

图 8-15 智慧风电 5G 专网方案给出了一个典型的智慧风电方案，其中核心网实现 4 网元下沉，无线网采用 700MHz 一体化基站，满足电力安防要求，充分利用 700MHz 频段传播损耗小，覆盖能力强大的优势，解决了风电场站周边广域覆盖的难题。

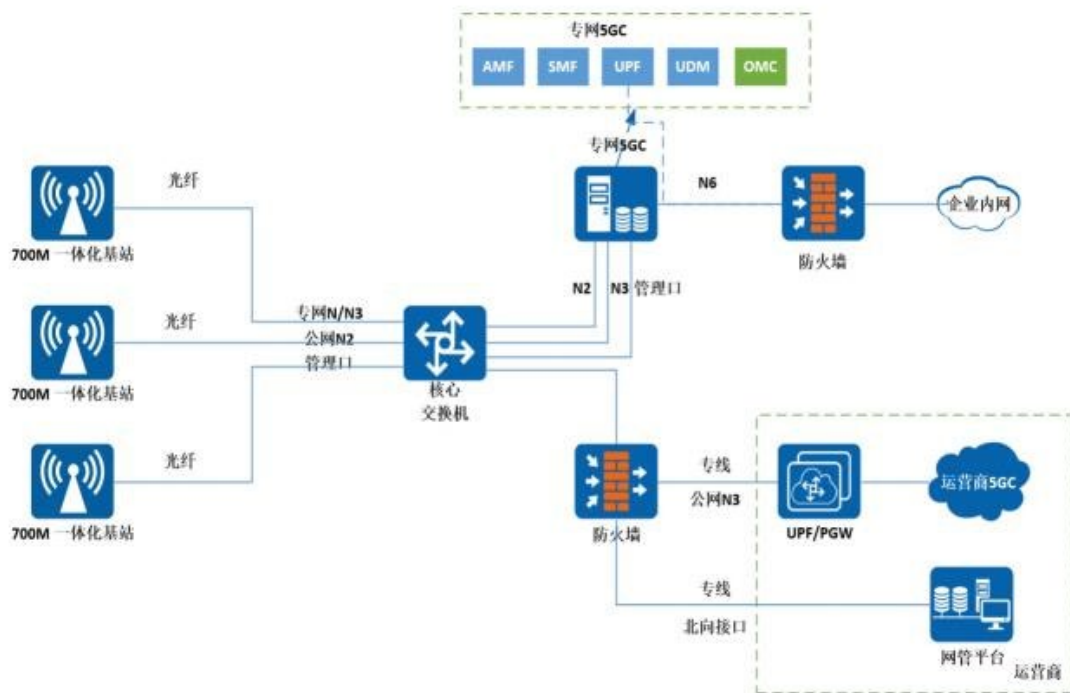


图 8-15 智慧风电 5G 专网方案

8.7 5G 专网运营

8.7.1 5G 专网运营应用场景

针对 5G 行业专网场景，5G+垂直行业场景成为经济增长的新引擎，以 CT 为基础，深度融合 IT、OT 技术实现差异化网络保障、园区端侧设备协同与生态管理、网络质量感知、低成本与标准化的样板间复制。形成生产单元广泛连接、数据要素充分利用、创新应用高效赋能的先进工厂。

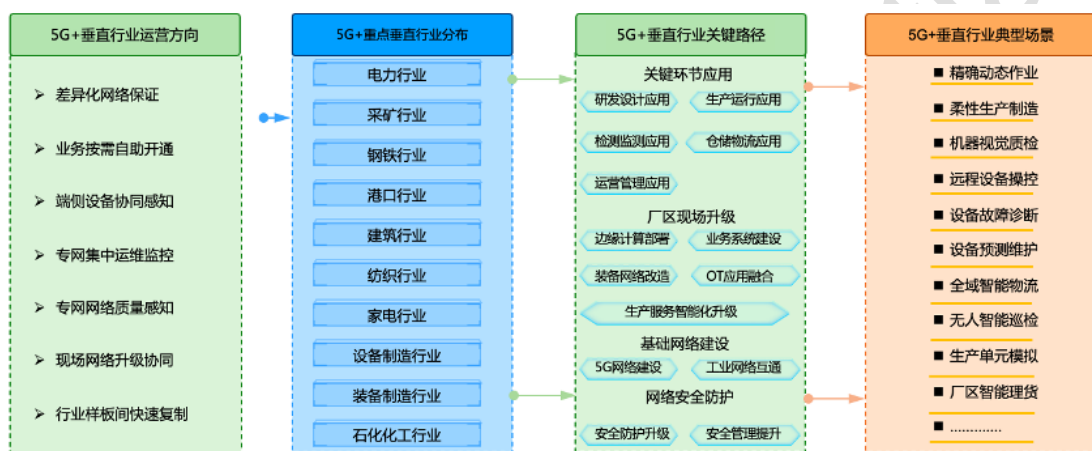


图 8-16 5G+垂直行业重点运营场景

8.7.2 5G 专网运营业务需求

数字化转型，对垂直行业的应用场景纵深由外围辅助向核心生产流程核心生产延伸，实现园区设备触达协同，5G 运营补齐短板，推进场景化监控、工业级场景业务开通、行业按需部署能力，延申行业 5G+产业生态。

解决垂直行业碎片化、行业专属化、个性化与场景化的需求，急需一体化运营服务平台实现按需、灵活部署与协同，以场景化为牵引推动行业 5G+样板间的低成本、快速复制能力。

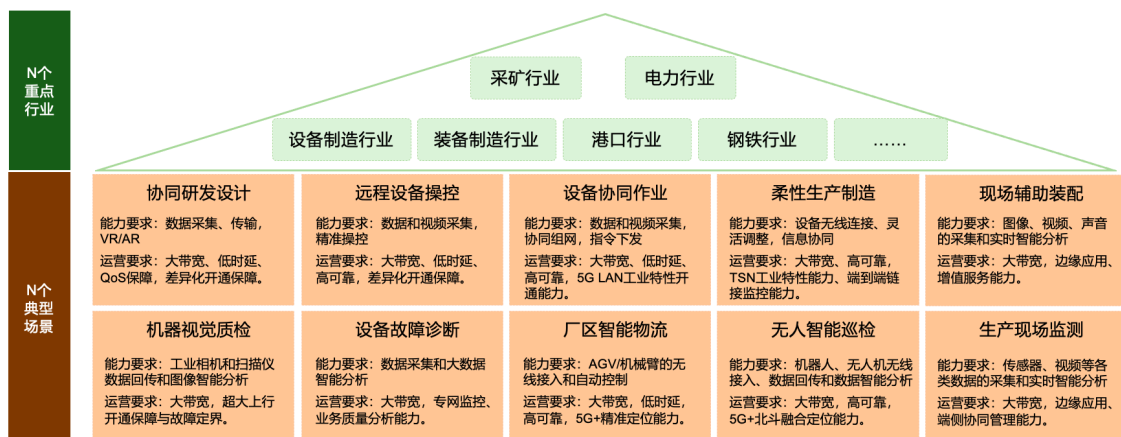


图 8-17 垂直行业对专网运营要求

8.7.3 5G 专网运营方案

5G 专网运营基于园区 5G 独立组网架构，对接园区 OMC 网管平台以及园区生产系统实现对专网的一体化运营、智能运维监控。



图 8-18 5G 专网运营整体方案

5G 专网运营广泛接入基础网络设备，完成独立组网下的号卡自营、网络监控、业务场景监控、故障诊断，降低行业客户使用门槛，核心功能包含：

- 专网号卡管理：面向独立组网场景，对接卡商与专网核心网网管实现号卡激活、生命周期管理，完成园区号卡自治。
- 专网业务集中监控：为专网提供网络切片、5G LAN、TSN、二次认证等场景化、差异化、精细化的行业特征开通与管理能力。
- 专网边缘应用管理：边缘应用市场开放、边缘应用部署、边缘应用监控、边缘增值服务开放，在边缘 PaaS、AI 算法等基础上实现对边缘应用的配置与个性化拓展，满足客户各类业务场景创新。
- 专网终端管理：为专网提供智能化终端、智能模组管理，实现终端信息管理、终端场景化与地理位置分布管理。
- 专网数字化大屏：满足专网客户对核心业务、关键设备数字化监控能力，提供客户千人千面灵活定制客户大屏，提升数字化监控效果。
- 专网网络监控：提供专网、切片网络、DNN 等多维度的网络端到端监控，能够还原无线，传输网，核心网的网络拓扑，方便客户直观的对网络质量进行检测和分析。
- 专网业务场景监控：在专网网络监控基础上，面向 ToB 典型业务场景实现端到端连接分析与感知能力。通过网络探针报文解析，协同模组软探针、应用探针实现业务端到端溯源，按照场景实现各类协议场景的业务质量分析。
- 专网故障定界定位：支持业务连接中断、异常结束、连接劣化等故障定界和展示，结合拨测等手段完成业务根因定位和故障溯源。
- 专网巡检拨测：针对集中监测的场景，支持 N3、N6 口任务拨测管理，实现对关键网络指标的采集、故障定界与时延定界。
- 专网运营分析管理：实现对专网运营数据分析统计，建立包含核心业务指标运营分析、关键业务数据业务报表、网络运营质量概览分析。

9 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。

9.1 某核电厂 5G 专网

亚信科技 5G 专网产品在多个核电厂已经成功商用，下文详细介绍其项目需求、建设方案与成效。

9.1.1 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格 9-1 智慧核电应用场景常见业务需求所示。

表格 9-1 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、防火门筒化运维方案
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

序号	分类	业务需求
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
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

9.1.2 建设方案与成效

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。下图描绘了某核电 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。

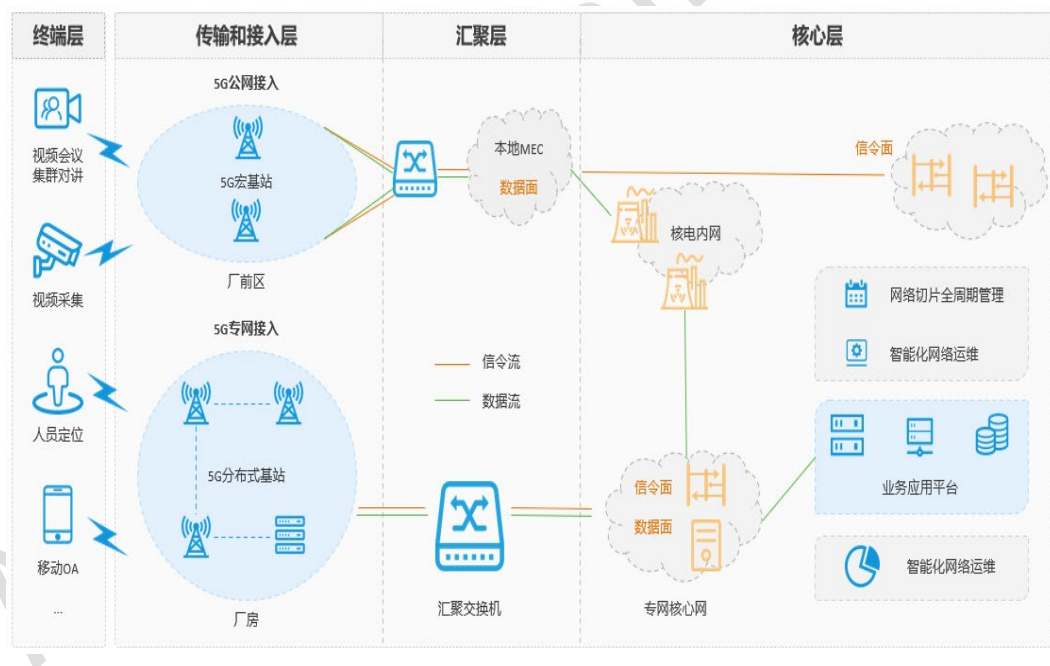


图 9-1 某核电厂 5G 专网方案

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。

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：

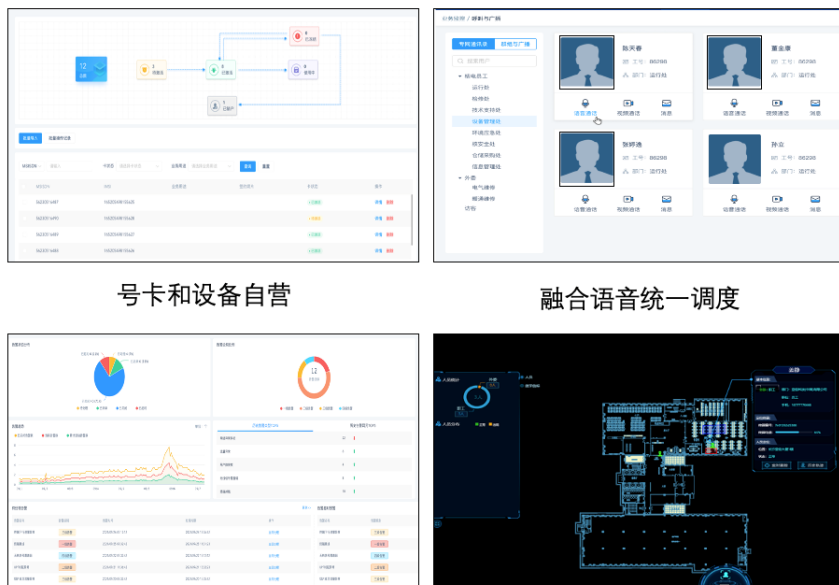


图 9-2 核电 5G 专网运营平台主要功能

- 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，降低人员工包耗时成本、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。

9.2 某火电厂 5G 专网

亚信科技 5G 专网已成功应用于火电行业，下面以典型应用案例为例进行介绍。

9.2.1 客户需求

某火电厂是绿色燃煤电站示范工程和智慧燃煤电站示范工程。见下图所示。



图 9-3 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，项目同时将应用泛在感知、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。

9.2.2 建设方案与成效

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。

下图所示的某火电厂 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。

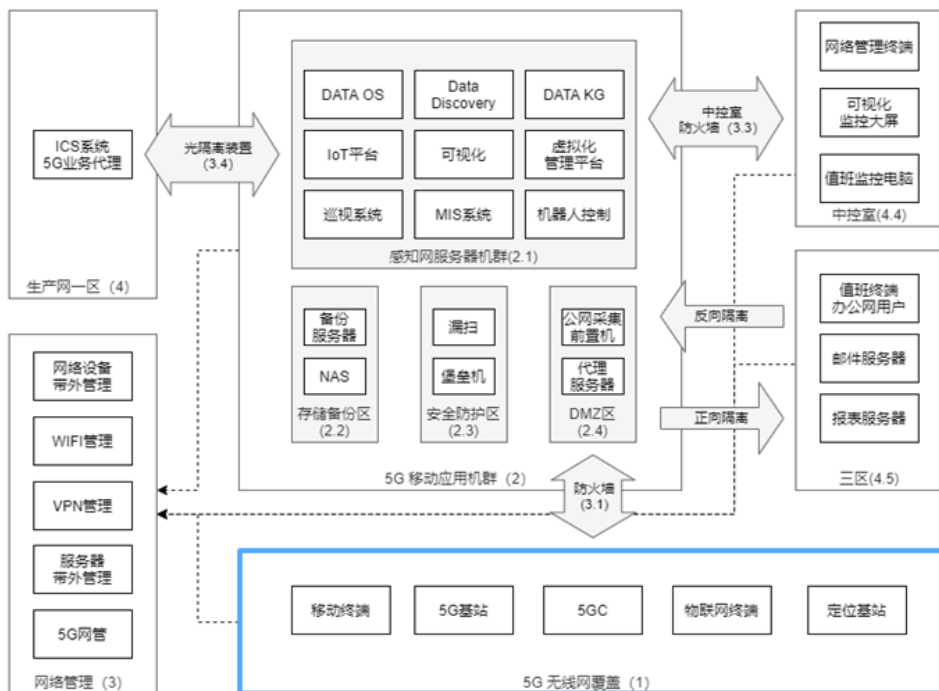


图 9-4 某火电厂 5G 专网集成方案

9.3 某大型露天煤矿 5G 专网

亚信科技 5G 专网在某大型露天煤矿已成功商用，下文详细介绍其应用案例。

9.3.1 客户需求

在露天矿坑封闭区域内搭建 5G 专网，支持多台卡车无人驾驶和挖机远程驾驶业务。该项目实施地是在新疆某露天煤矿，该矿是某露天矿山示范矿，5G 专网项目示范意义重大。

该项目主要客户需求是实现工业无线网在厂矿区设备管理中的应用。在厂矿区实现工业无线网络的全覆盖后，借助于厂矿区工业无线网络可实现无人驾驶、无人机巡检、皮带巡检机器人、视频监控、快速获得现场设备的所有信息，对设备进行远程诊断。5G 网络安全接入控制系统，将 5G 网络安全的厂矿区控制系统，实现 5G 网络与生产网络的互联互通，采用 MEC 平台系统设备。利用 5G 的全覆盖，为现场工程车辆安装车载设备，具备语音、视屏实时回传、实时通讯的能力。厂矿区无人驾驶技术的推广必须依托强有力的互联网作为支撑，而 5G 网络下，最直接的受益技术就是无人驾驶，高精度的地图导航和远程控制程序将得到极大的发挥和全面的应用。

9.3.2 建设方案与成效

新疆某 5G 智慧矿山，项目采用 5G 无线通信系统，总工程量为 1 套 5G 核心网+2 台 5G 大功率 700MHz 一体化基站及其配套设施，系统由 5G 基站系统，光纤传输系统，交换机，核心网，防火墙系统组成，完成矿山范围的无线 5G 网络部署和覆盖，提供 24 小时不间断通讯，数据传输等业务承载，同时配套 5G 专网提供场站即时通信工具，外来人员作业管理等应用工具。

该解决方案实现了高速的数据通信与智能化管控；经由 5G 专网下发控制指令，完成各项车载数据的上行下达与多元融合，提升了全矿无人驾驶编组的运行效率；创新性地将无人驾驶运输系统与数字孪生技术相结合，打通了采矿作业流程和智能调度、智能分析监控等关键环节。

在全矿实施无人驾驶后，运输效率能提高 10%以上，油耗降低 10%，运营成本降低 10%。



图 9-5 新疆某大型露天煤矿 5G 专网建设

9.4 某风电场 5G 专网

9.4.1 客户需求

某国家级能源集团风电场坐落于有“竹乡”美誉的肇庆广宁，场址用地面积超过 7 平方公里，项目采用 15 台大型风力发电机组。在风电场区域内通信运营商公网主要针对居民区域，风场整体覆盖弱，多处风机作业面无法通过运营商网络进行及时通信；地处山地复杂地形，易受不利气象条件影响，引发高处坠落、触电、雷击和火灾等事故，场区内风机平台与道路应急通信手段受限。全部自主运维成本高，人才稀释严重，专家资源稀缺，同时需要外部专业队伍辅助，存在管控难点，远程集中支援手段不足；缺乏外来人员作业管理工具，缺乏智

能化手段；应急事件发生时，让相关人员难以立即准确获取现场信息并迅速沟通、决策和指导现场工作及下达任务，形成闭环。

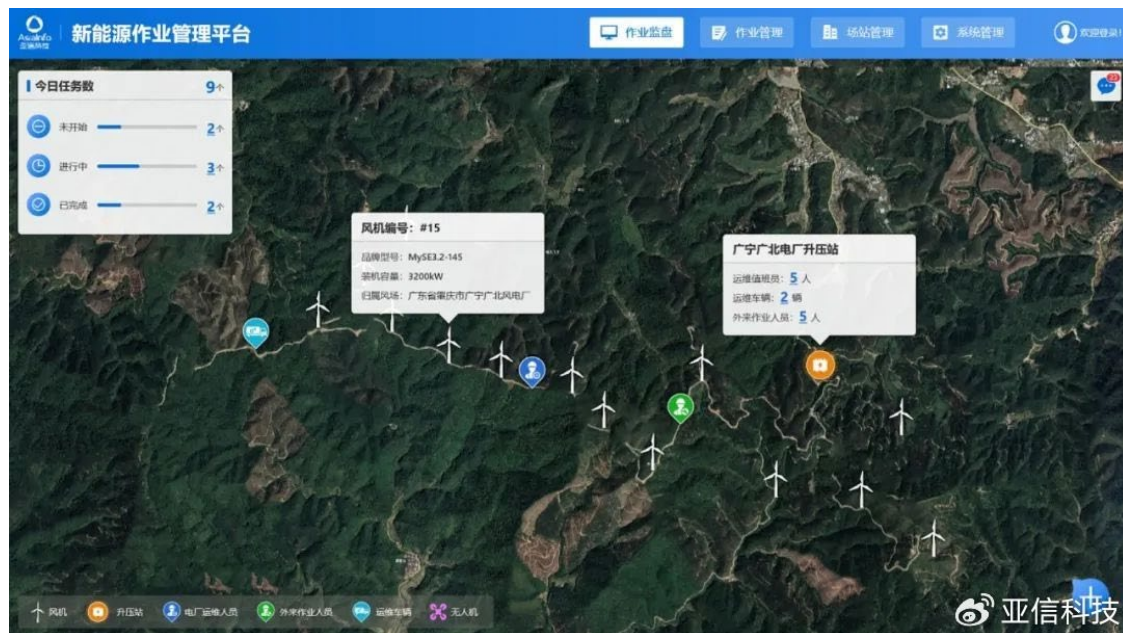


图 9-6 广东某智慧风电场站

9.4.2 建设方案与成效

本项目中，采用亚信科技自研 5G 专网核心网，软硬件解耦、全云化部署、弹性扩容，集成边缘算力能力、AI 网络自运维能力、业务安全分流能力以及网络开放能力，为无人机巡检、爬塔机器人、振动监测、叶片裂纹分析、雷击预警等各类 5G 智能化应用提供基础网络，实现场区生产、运营管理数字化和智慧化。自研国内首款适配风电行业的 700MHz 一体化基站，满足电力安防要求，成功验证 700MHz 频段是移动通信传播损耗小，覆盖能力最强大的低频段。率先尝试风电 5G 专网搭配边缘数据采集、运检过程管控、作业安全管理和远程诊断排障，提供专业网络管理平台，7*24 客服响应 SLA 支撑体系，确保网络稳定运行，率先探索出 5G 在风电工控领域的可行性路径。

相较于其他的 5G 专网，亚信科技联合运营商、某新能源公司三方打造的 5G 专网基于全量网元本地化部署，在安全性上达到领先水平。且与风电场生产运维业务深度结合，包含了人员入场、作业过程管理、作业闭环管理等多个生产环节。在整个专网的建设过程中，充分利用了风电场通讯系统的特点，复用了风电场内的光纤资源，大幅度降低了传输网络的建设成本。同时，基站借助风机安装，最终使得整个专网的造价极低，达到了性价比最优的结果。实现 5G 专网+边缘数据采集，5G 专网+运检过程管控，5G 专网+作业安全管理，5G 专网+远程诊断排障，为无人机巡检、爬塔机器人、振动监测、叶片裂纹分析、雷击预警等各类 5G 智能化应用提供基础网络，实现场区生产、运营管理数字化和智慧化。



图 9-7 智慧风电现场部署

9.5 某企业 5G 专网运营

亚信科技 5G 专网运营平台在多家省级电力公司已成功商用，下文详细介绍其应用场景。

9.5.1 客户需求

新型电力系统业务发展呈现“终端海量接入、信息交互频繁、控制向末梢延伸”的态势，对电网通信的灵活接入能力、业务承载能力、安全隔离能力、综合运营提出新需求。其中 5G 网络高速率、低时延、高可靠、大连接的技术特征与新型电力业务需求高度契合，可有效解决最后一公里可靠通信问题，扩展新型电力系统检测控制的范围与能力。

9.5.2 建设方案与成效

智慧电力 5G 专网运营平台构建运营商三网融合、协同共治、电力全业务保障运营机制，实现业务线上办理、网络全景监控、终端实时管控，强化网络承载能力，促进电网业务管理智能化、精细化。



图 9-8 某智慧电力 5G 专网运营平台整体架构

面向电力信息管理大区、生产大区提供 5G 网络覆盖与差异化运营能力，构建发、输、变、配、用五个环节提供开箱即用行业场景业务模板与集中监控运维。

- 发电侧：通过部署 5G 网络切片，利用 5G 无线接入方式实现电力调度中心对电厂的统一调控，解决地方电厂、分布式电源光纤未覆盖，存在调控盲区和新建光缆线路造价较高问题，实现泛在终端连接。
- 输电侧：5G 切片网络、电力北斗地基增强系统，完成 5G+北斗无人机电力线路巡检、输电线路高清视频监控等应用，实现监控高清影像实时回传、缺陷在线识别，提升线路巡视效率和智能化水平。
- 变电侧：通过电力 5G 机器人巡检、AR/MR 巡检等应用，实现了高清视频实时回传、远程专家现场实时联动，提升变电站智能化巡检效率，提高巡检准确性和安全性。

- 配电侧：将 5G 无线技术与配电业务相结合，验证了 5G 高可靠、低时延的通信特性承载配电自动化、配网差动保护等配电业务能力，实现配电调度处理指令快速下达、线路故障精准定位、源网荷友好互动，提高对配电网的运行管理水平及供电可靠性。
- 用电侧：利用 5G 通信大连接、高带宽的特性，完成“5G+用电信息采集”、“5G+电动汽车充电桩”等，解决业务接入经济性、安全性等问题，满足用电场景快速部署建设、高频次数据采集需求，提升营销专业客户用能服务质量和管理水平。
- 用电侧：利用 5G 通信大连接、高带宽的特性，完成对作业现场设备设施、现场构建物、工作人员、来访人员的动态监控管理和人员位置分布轨迹监控，达到提升现场作业安全度和施工进度的目的。
- 在智慧电力场景中，5G 专网运营平台提供的能力：基于虚拟与混合组网下的三网融合标准化、规划化、协同共治。
- 面向电力业务场景根据 5G 网络时延、抖动性、连接密度、隔离性、上下行、带宽等业务需求完成 5G 差异化切片模板设计和 DNN 开通管理能力，实现网络统一规范化，提升电力网络统一安全管理。
- 通过公网专用、根据不同业务场景提供灵活切片能力完成海量设备接入，提供智能化设备统一纳管，助力安全生产。
- 构建发、输、变、配、用五个环节分布式光伏、配电自动化、无人机巡检等大类场景支撑和号卡集中线上申请、号卡按需申购、号卡生命周期管理、号卡流量实时监控、台账用量分析等精细化运营有效分配机卡、降低 5G 号卡资费成本实现电力资产在线化、精细化运营。
- 提供三大运营商网络能力开放与融合，实现电力系统网络概览、可视化和工单协同闭环，实现网络故障快速定界。网络端到端连接业务质量感知。

某电力公司引入亚信科技 5G 专网运营产品，联合三大运营商网络切片能力协同开放标准，实现国内首个广域 5G 专网运营服务平台。



图 9-9 某电力专网运营成功发布

10 资质与荣誉

亚信科技 5G 专网产品已获得中国工信部颁发的入网证，以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能力，为 5G 专网产品大规模商用奠定了基础。

10.1 产品认证

10.1.1 工信部入网证

如下图所示，亚信科技 5G 专网产品基站、核心网、交换机、CPE 等网络设备已通过工信部入网测试，并已获得入网许可证。



图 10-1 工信部入网证

10.1.2 中国 CCC 认证

亚信科技 5G CPE 产品通过了中国质量认证中心的认证获得 CCC 认证。



图 10-2 中国 CCC 认证

10.1.3 欧盟 CE 认证

亚信科技 5G 专网基站与核心网产品已通过欧盟测试并获得 CE 认证。



图 10-3 欧盟 CE 认证

10.2 荣誉和奖项

10.2.1 5G World

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”，如下图所示。



图 10-4 亚信科技“5G 切片全球最佳实践奖”

10.2.2 绽放杯

如下图所示，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 10-5 第五届“绽放杯”5G 应用征集大赛一等奖

亚信科技凭借“广电 700MHz 频段 5G 专网智慧广宁风场项目”，与合作伙伴共同获得了第七届“绽放杯”全国总决赛一等奖，并获得 5G 应用征集大赛能源有色专题赛一等奖。

10.2.3 Network X

欧洲通信展（Network X，原 BBWF）是全球移动通信领域最重要的盛会之一。本次大会汇集全球 1500 多家运营商、供应商、行业机构、政府和媒体，众多专业人士云集。大会聚焦“光纤、Wi-Fi、光传输、移动网络和移动服务”五大主题，旨在深入探讨行业挑战和最新发展趋势。



图 10-6 Network X Award 的“最佳行业方案奖”

亚信科技与合作伙伴联合申报的“风电行业 700MHz 5G 专网解决方案”斩获 Network X Award 的“最佳行业方案奖”（Best Service for the Enterprises），标志着亚信科技 5G 专网在风电行业的创新应用及其商业价值进一步获得国际市场高度认可。

10.2.4 中国自动化学会

2023 年亚信科技基于算力内生网络申报的“算力内生网络关键技术及应用”项目获得了 2023 年中国自动化学会科技进步一等奖。



图 10-7 2023 年中国自动化学会科技进步一等奖

10.2.5 中国计算机学会

同年亚信科技凭借 5G 专网产品与解决方案在内蒙古某火力发电厂的创新应用获得了 2023 年中国计算机学会科技进步二等奖。



图 10-8 2023 中国计算机学会科技进步二等奖

10.2.6 GTI Awards

MWC25 · Barcelona（2025 世界移动通信大会 · 巴塞罗那）期间，亚信科技 5G 专网产品凭借优秀的产品能力和广泛的行业应用，斩获 GTI Awards “最佳市场拓展与商业价值奖”（Market Development & Business Value Award），标志着亚信科技 5G 专网产品在技术创新、行业应用、商业价值等方面获得了国际市场高度认可。



图 10-9 2025 GTI Awards 最佳市场拓展与商业价值奖

11 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