

AISWare AgileNet

亚信科技 5G 专网产品 V3.0 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”）。

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）

亚信科技是中国领先的软件产品及服务提供商，拥有丰富的软件产品开发和大型软件工程实施经验。公司深耕市场 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、政务、交通、金融、邮政等行业。

2022 年，亚信科技完成收购商业决策服务领域的领先企业艾瑞市场咨询股份有限公司（「艾瑞咨询」），并整合形成新的“艾瑞数智”品牌。通过此次收购，亚信科技的核心能力从产品研发、交付服务、数据运营、系统集成延伸至咨询规划、智能决策，成为领先的数智化全栈能力提供商。

亚信科技始终致力于将 5G、AI、大数据等数智技术赋能至百行千业，与客户共创数智价值。公司以“产品与服务双领先”为目标，产品研发围绕数智、云网、IT 及中台产品体系持续聚焦，实现行业引领，其中云网产品保持国际引领，数智产品实现国内领先，部分国际先进，IT 领域产品处于国内第一阵营。

面向未来，亚信科技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	7
2 缩略语与术语解释	8
3 产品概述	10
3.1 趋势与挑战	10
3.2 产品定义	10
3.3 产品定位	11
4 产品体系	12
5 产品基础功能	13
5.1 核心网功能	13
5.1.1 控制面网元功能	13
5.1.2 用户面网元功能	15
5.1.3 核心网OMC功能	16
5.2 无线网功能	17
5.2.1 扩展型皮基站	17
5.2.2 一体化基站	20
5.2.3 无线网OMC功能	22
5.3 边缘计算功能	23
5.4 运营平台功能	24
5.5 专网智连功能	25
5.5.1 交换机功能	25
5.5.2 交换机网管功能	26
5.5.3 专网智连网关功能	26
5.5.4 专网智连网关网管功能	27
6 产品特色功能	28
6.1 算力内生功能	28
6.2 全云化核心网	30
6.3 5G LAN功能	31
6.4 VoNR高清语音功能	32
6.5 MOCN功能	33
6.6 一键开局功能	33
6.7 RedCap	34

6.8 5G 无线Relay回传	35
6.9 TSN时间敏感网络	36
6.10 SRS室内高精度定位	37
6.11 基站国产化平台	37
6.12 5G网络切片功能	38
6.13 灵活的边缘注智应用	39
6.14 业务保障功能	40
6.15 业务智能感知拨测分析功能	43
7 产品差异化优势	45
7.1 行业专属能力	45
7.2 灵活组网能力	45
7.3 通算一体能力	45
7.4 智简运维能力	46
7.5 国产自主可控	46
8 场景解决方案	47
8.1 智慧核电	47
8.1.1 智慧核电5G专网应用场景	47
8.1.2 智慧核电业务需求	47
8.1.3 智慧核电5G专网方案	49
8.2 智慧火电	52
8.2.1 智慧火电5G专网应用场景	52
8.2.2 智慧火电业务需求	52
8.2.3 智慧火电5G专网方案	54
8.3 智慧矿山	55
8.3.1 智慧矿山5G专网应用场景	55
8.3.2 智慧矿山业务需求	56
8.3.3 智慧矿山5G专网方案	57
8.4 智慧港口	58
8.4.1 智慧港口5G专网应用场景	58
8.4.2 智慧港口业务需求	58
8.4.3 智慧港口5G专网方案	61
8.5 智慧钢铁	61
8.5.1 智慧钢铁5G专网应用场景	62
8.5.2 智慧钢铁业务需求	62

8.5.3 智慧钢铁5G专网方案	63
8.6 5G专网运营	65
8.6.1 5G专网运营应用场景	65
8.6.2 5G专网运营业务需求	65
8.6.3 5G专网运营方案	66
9 产品客户成功故事	68
9.1 某核电厂5G专网	68
9.1.1 客户需求	68
9.1.2 建设方案与成效	69
9.2 某火电厂5G专网	71
9.2.1 客户需求	72
9.2.2 建设方案与成效	73
9.3 某大型露天煤矿5G专网	74
9.3.1 客户需求	74
9.3.2 建设方案与成效	74
9.4 某企业5G专网运营	75
9.4.1 客户需求	75
9.4.2 建设方案与成效	76
10 资质与荣誉	79
10.1.1 工信部入网证	79
10.1.2 公有云应用市场	81
10.1.3 获得奖项	82
11 联系我们	86

1 摘要

“5G 专网是指网络基础设施仅由最终用户机构授权的设备使用的 5G 网络。通常，这种基础设施被部署在一个或多个由最终用户组织拥有或占用的特定地点。在公共移动网络上注册的设备将不能在私有网络上工作，除非特别授权。”，这是 GSMA 对于 5G 专网的标准定义，简单说就是仅服务于特定组织或企业的 5G 网络，在 3GPP 标准中，这些网络被称为 NPN (Non-Public Network)。

5G 专网是相对于运营商公网来说的，它出现的根本目标是升级企业（也涵盖政府及其他组织单位）的通信基础设施，推动新一波的数字化转型。

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 基站、5G 核心网、5G 边缘计算平台、专网智连产品和 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。

2 缩略语与术语解释

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
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

缩略语或术语	英文全称	解释
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

3 产品概述

3.1 趋势与挑战

目前，全球已有 31 个国家/地区出台或计划出台本地 5G 频谱政策，用于推动 5G 专网发展。以德国为例，奥迪、宝马、西门子、博世、巴斯夫等多家工业巨头均已申请并建设了自有的 5G 网络。

国内 5G 专网的发展领先全球，政府对于 5G 在行业的推广不遗余力，2021 年 7 月国家 10 部门印发《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》，2022 年印发《5G 全连接工厂建设指南》、2023 年印发《关于推进 5G 轻量化(RedCap) 技术演进和应用创新发展的通知》等等，都在推动 5G 在行业快速规模落地。

当前企业的内网通信以有线网络和 Wi-Fi 网络为主，但面对日新月异的数字化需求承受着越来越大的压力，某些方面开始力不从心。大量高清视频内容的增加、机器人和无人机等移动设备的加入、超低时延应用的要求以及数以万计物联网设备的到来，都为企业连接提出了新的要求。有线网络缺乏灵活性，扩展成本高，而 Wi-Fi 网络则面临覆盖范围、连续性和可靠性的问题。

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。5G 专网则利用 5G 的优势，在保持灵活性的同时，提供更高的带宽、更低的时延和超高的可靠性，从而解决有线和 Wi-Fi 网络存在的不足。

3.2 产品定义

AISWare AgileNet（亚信科技 5G 专网产品体系），是一套包含 5G 基站、5G 核心网、5G 边缘计算平台、专网智连产品和 5G 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。

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 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。

4 产品体系

图 4-1 产品体系架构图描述了亚信科技 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：

- AISWare AgileNet-CN

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

- AISWare AgileNet-RAN

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

- AISWare AgileNet-OM

亚信科技 5G 专网运营平台，实现 5G 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。

- 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。



图 4-1 产品体系架构图

5 产品基础功能

5.1 核心网功能

AISWare AgileNet-CN 产品提供如下网元：

- 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)
- UPF (User Plane Function, 用户面功能)

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。

5.1.1 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，需要对网元进行了精简与合并。图 5-1 核心网精简合并描述了 AISWare AgileNet-CN 的精简方案。

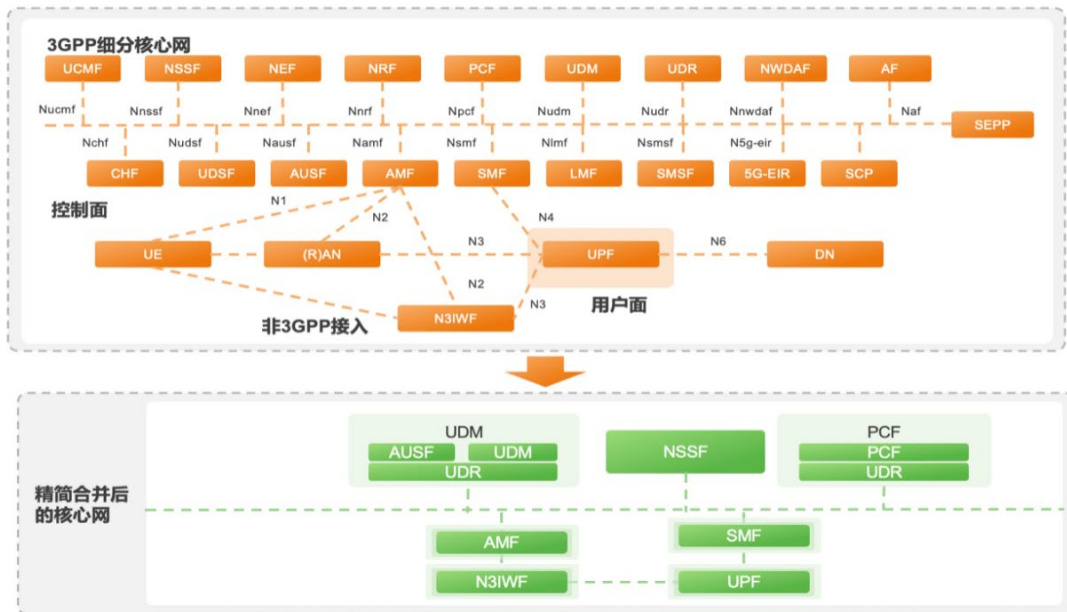


图 5-1 核心网精简合并

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。

亚信科技 5GC 网元	对应 3GPP 网元	功能描述
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 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 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、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。

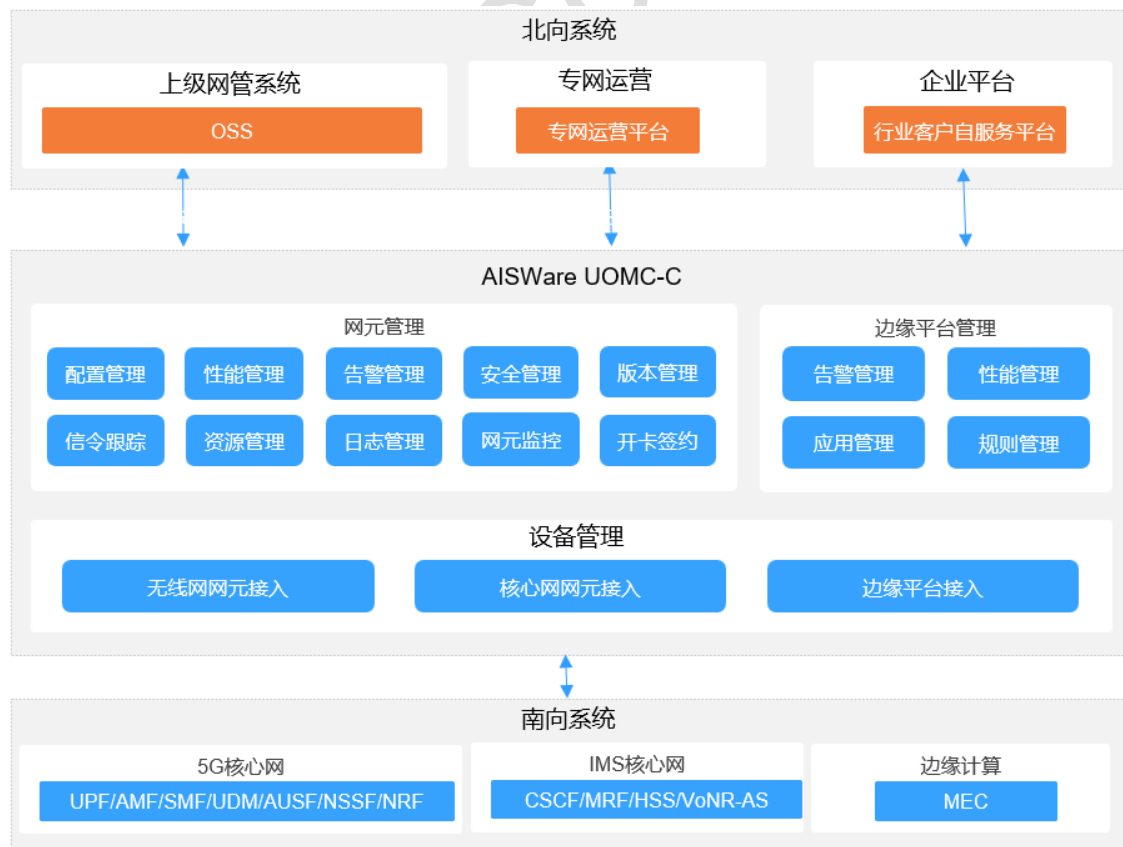


图 5-2 UOMC-C 功能架构

5.2 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与一体化基站两种设备类型，分别适用与室内和室外环境部署。

5.2.1 扩展型皮基站

亚信科技 5G 专网扩展型皮基站产品（AISWare AgileNet-RAN S1/S2/S3/S49），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 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，可根据现场无线环境进行选用。

如图 5-3 5G 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)

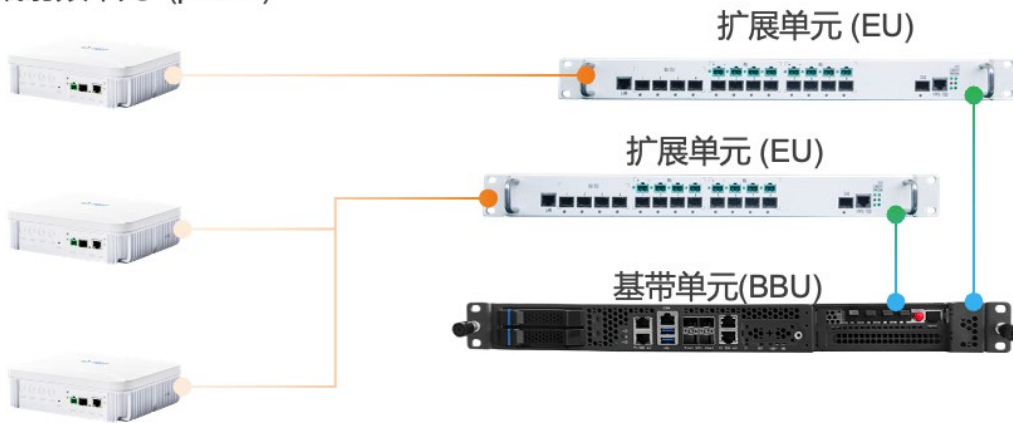


图 5-3 5G 专网扩展型皮基站

扩展型皮基站产品特点：

- 多频段：支持多种 5G 专用频段（2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz、4.9GHz）。
- 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 5-3 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)	60M/100M
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%
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 $\geq 200\text{m}$
14	功耗	$\leq 35\text{W}$
15	工作温度	$-5\sim+55^{\circ}\text{C}$
16	工作湿度	5%~95%
17	防护等级	IP31
18	重量	$\leq 2.5\text{kg}$
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 5-4 EU 指标

序号	参数	规格
1	供电能力	8×40W，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：4×10Gbps（接口协议 eCPRI）
3	远端单元侧传输接口	远端单元侧：8×10Gbps（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~264V）交流电源模块
9	输出电压	-48V DC（-40V~-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%~95%
13	防水防尘等级	IP31
14	噪音要求	$< 40\text{dBA}$

表格 5-5 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	2 小区 x 4T4R

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) (图 5-4 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。

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、智慧园区等 5G+垂直行业的应用, 也适合城郊、农村等需要 5G 大范围覆盖的应用场景。



图 5-4 5G 专网一体化基站

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。
- 支持专网公网共用，基站支持对接多个 5G 核心网（MOCN）。
- 基于自主研发的协议栈和系统软件，系统稳定，安全可靠。
- 灵活的时钟同步方案，支持 GPS/北斗/1588V2。

表格 5-6 一体化基站整机指标

序号	参数	规格
1	整机功耗	300W
2	授时	GPS/BD/1588
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	连接态用户数	200
9	激活态用户数	100
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 5-7 一体化基站射频指标

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
4	载波带宽	5G NR:10MHz/20MHz/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	发射机动态范围	>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

5.2.3 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。

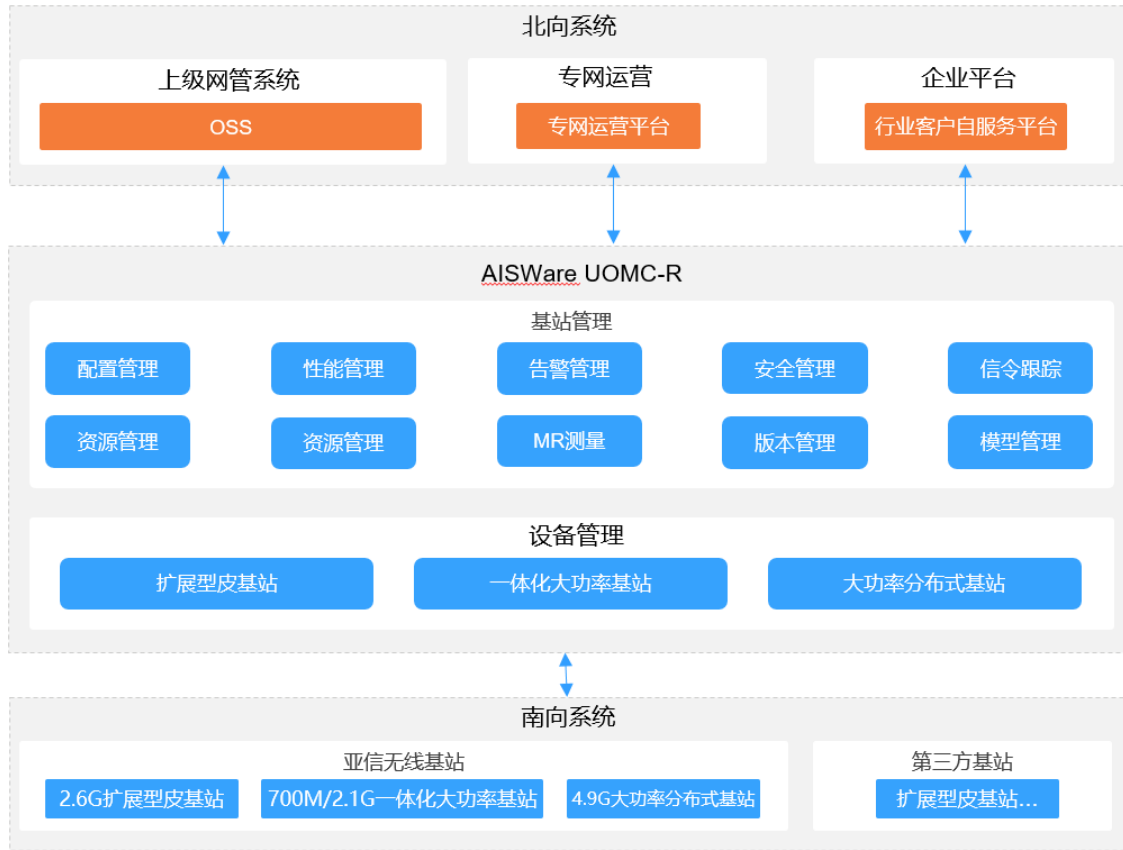


图 5-5 UOMC-R 功能架构

5.3 边缘计算功能

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、MEO、MEP 及众多的边缘 APP，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

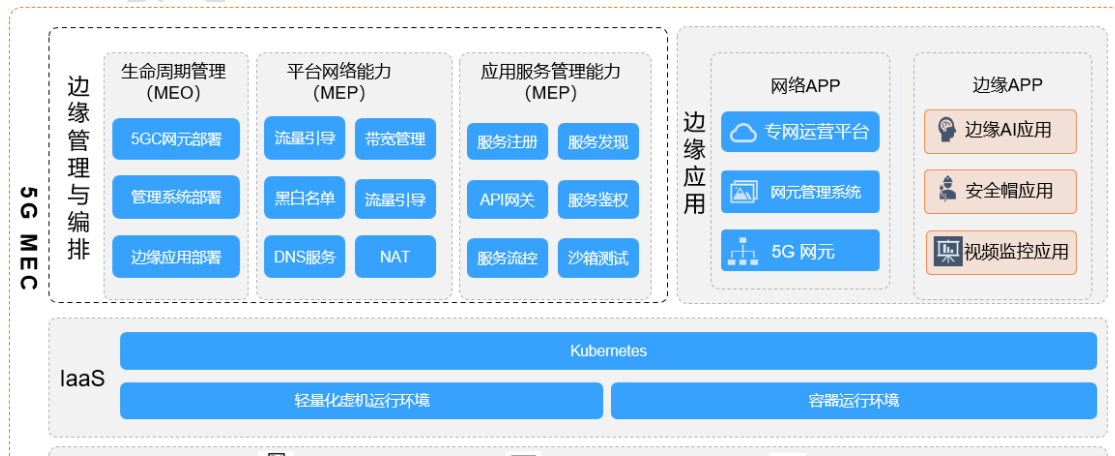


图 5-6 MEC 功能架构

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 5-6 MEC 功能架构错误!未找到引用源。描绘了亚信科技 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 K8S 提供 IaaS 能力，实现云原生应用运行支撑和管理。

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。

5.4 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：

- 资源集中纳管：提供从设备数据直采和台账相结合的方式，实现 5G 专网的网络资源，端侧设备和企业 IT 资源的统一纳管与监控。
- 业务集中管理：提供网络切片开通管理、DNN 新装管理、5G LAN 群申请、TSN 模板管理、群成员签约管理等功能，支持多种形态 5G 专网的开通，灵活、自助的切片网络开通，边缘应用能力协同完成独立建网运营，助力业务上云，实现专网业务按需自助办理与业务集中、场景化管理。
- 网络监控分析：实现集中的专网、网络切片、DNN 网络多维度端到端监控，实时还原无线、传输与核心网的网络拓扑，一点看全专网网络质量概览，监视和分析网络运行情况，集中管理全网故障和异常，统一完成网络健康度分析。
- 业务监控分析：在传统网络监控分析基础能力以上，面向 ToB 典型业务场景实现端到端的连接分析与感知能力，借助终端软探针、网络探针、应用探针实现对业务端到端溯源和定界分析，按照场景实现各类协议业务的质量分析。

- 专网号卡自营：通过对专网园区的独立号卡自治，实现对园区物联网卡的生命周期管理、号卡实时状态监控、号卡用量监控，实现专网园区物联网卡号卡精细化、在线化、场景化运营。



图 5-7 运营平台功能架构

5.5 专网智连功能

5.5.1 交换机功能

AISWare iLinkS 专网智连交换机产品包括标准版、高阶版、专业版三种款型产品，满足 5G 专网各场景网络互通。专网智连交换机主要特点如下。

- 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。

5.5.2 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图 5-8 交换机网管功能架构所示，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 5-8 交换机网管功能架构

5.5.3 专网智连网关功能

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如下。

- 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。

5.5.4 专网智连网关网管功能

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图 5-9 专网智连网关网管功能架构所示，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。

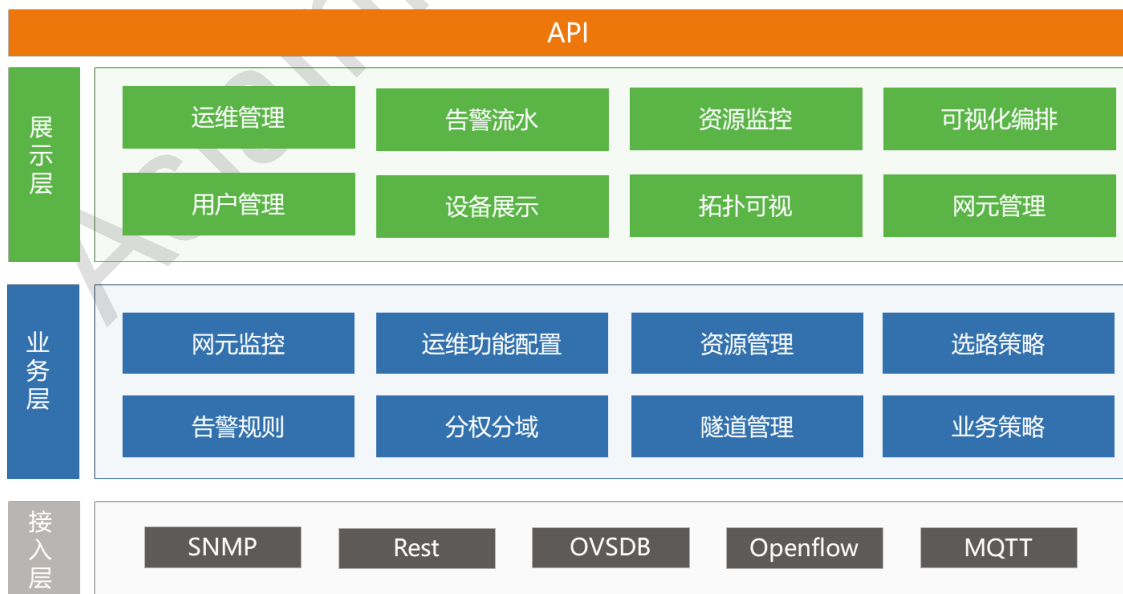


图 5-9 专网智连网关网管功能架构

6 产品特色功能

6.1 算力内生功能

亚信科技算力内生功能是在不改变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。如图 6-1 算力内生网络所示。

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。

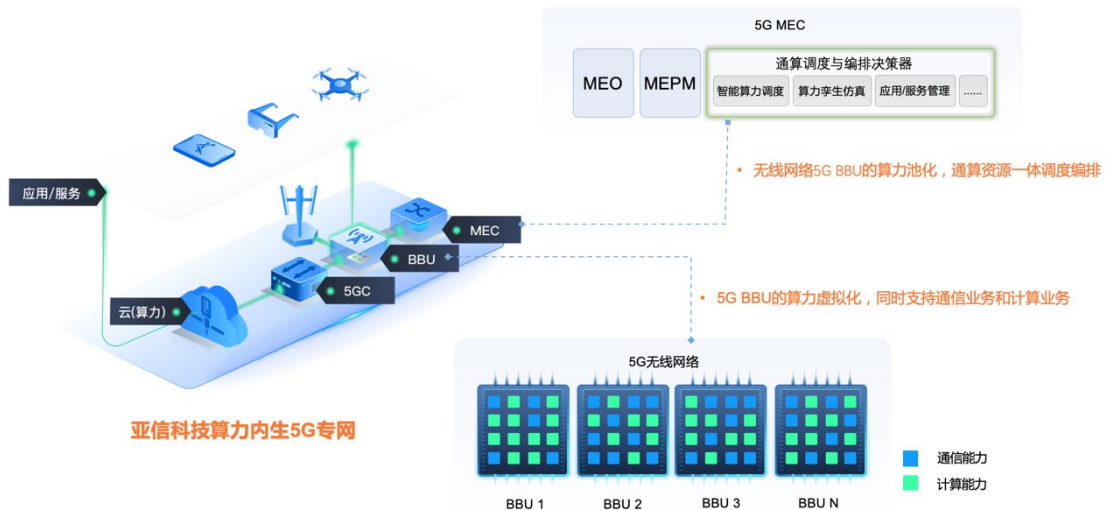


图 6-1 算力内生网络

算力内生功能具有三大核心价值。

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 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，实现基站能力做加法。

算力内生功能的 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：亚信科技算力内生功能遵循 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。

6.2 全云化核心网

亚信科技 5G 核心网产品基于云原生技术打造，得益于容器化和微服务技术，5G 网元可方便的部署在各类私有云、公有云环境之上，且原生拥有便捷的弹性能力，更好的安全性以及更低的性能损耗。



图 6-2 全云化核心网

目前亚信科技 5G 核心网产品已率先完成与 AWS 亚马逊云科技和天翼云的兼容性测试，并成功上架应用商城。

6.3 5G LAN 功能

亚信科技核心网支持 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。属于同 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。

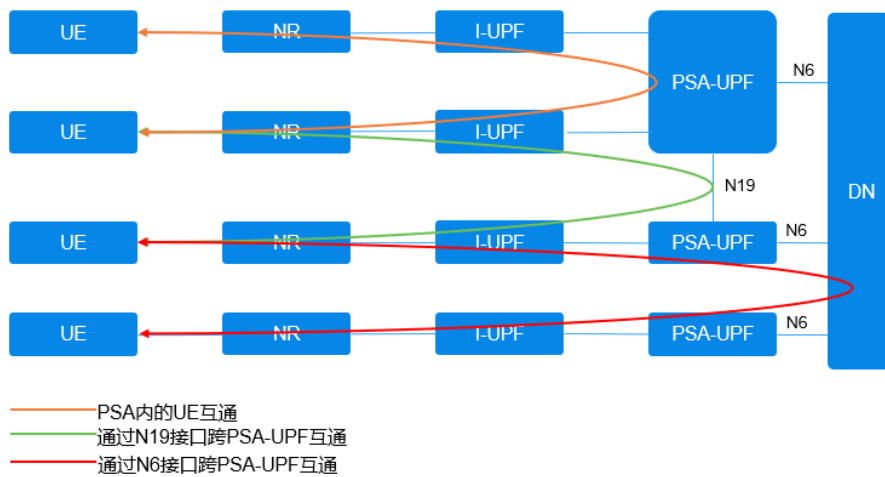


图 6-3 5G LAN

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：不同的 5G LAN 组之间是相互隔离的，不会互相影响，可以实现在二层网络上就实现隔离，与采用 VLAN 隔离效果是一样；
- LAN 组建灵活：通过用户在 UDM 中的签约就可以加入到 5G LAN 组中，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，而这个能力在 4G 网络中是不具备的。

6.4 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。

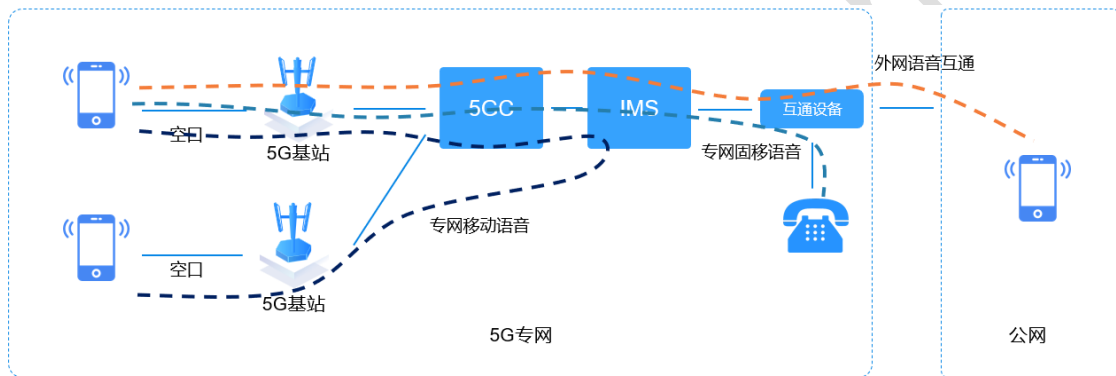


图 6-4 灵活语音通话能力

6.5 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，即保障了专网数据的安全性，又可以在偏远地区为公网用户提供网络覆盖。

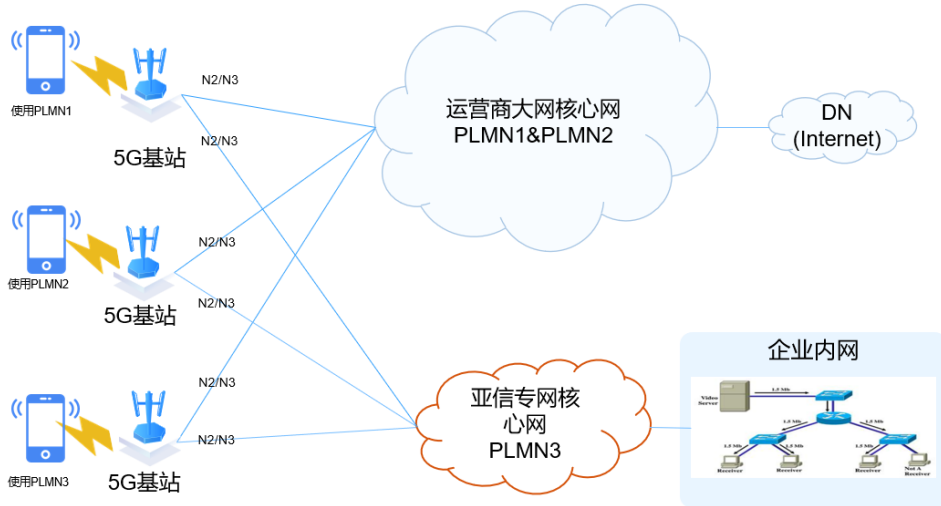


图 6-5 共享基站组网

6.6 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。图 6-6 描述了一键开局。

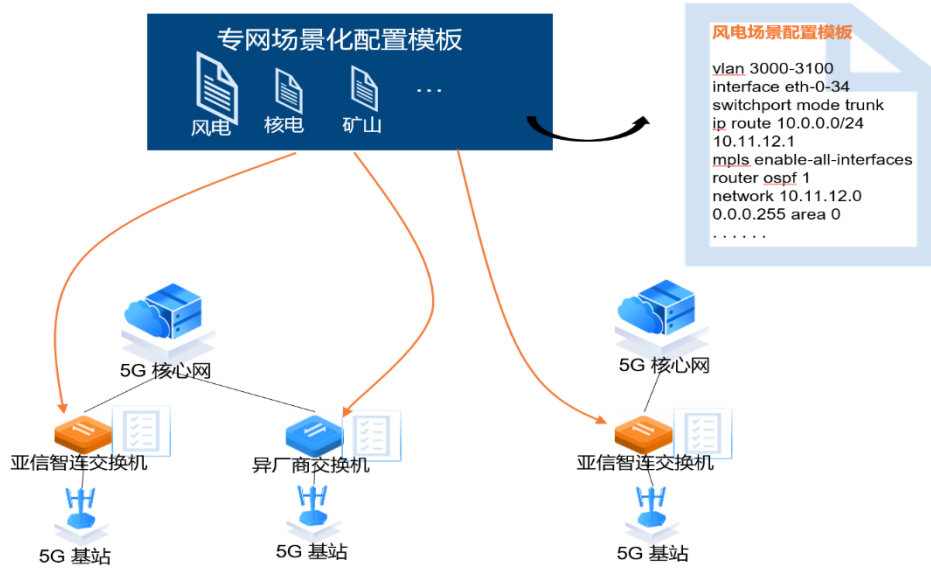


图 6-6 一键开局

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。

6.7 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。

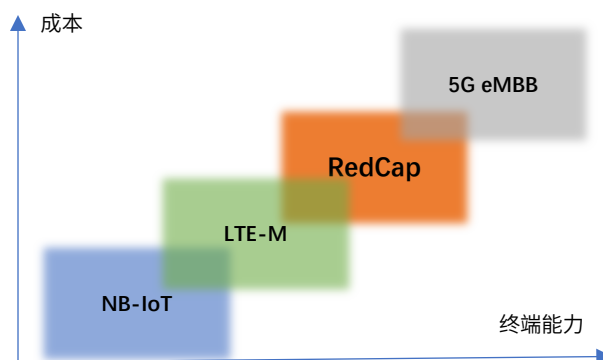


图 6-6 RedCap 定位

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。

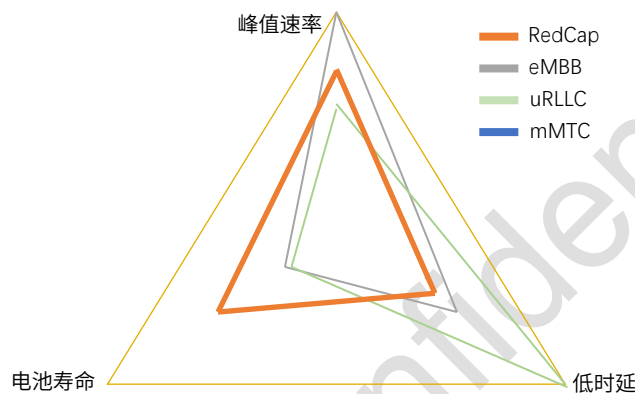


图 6-7 RedCap 能力

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。

6.8 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

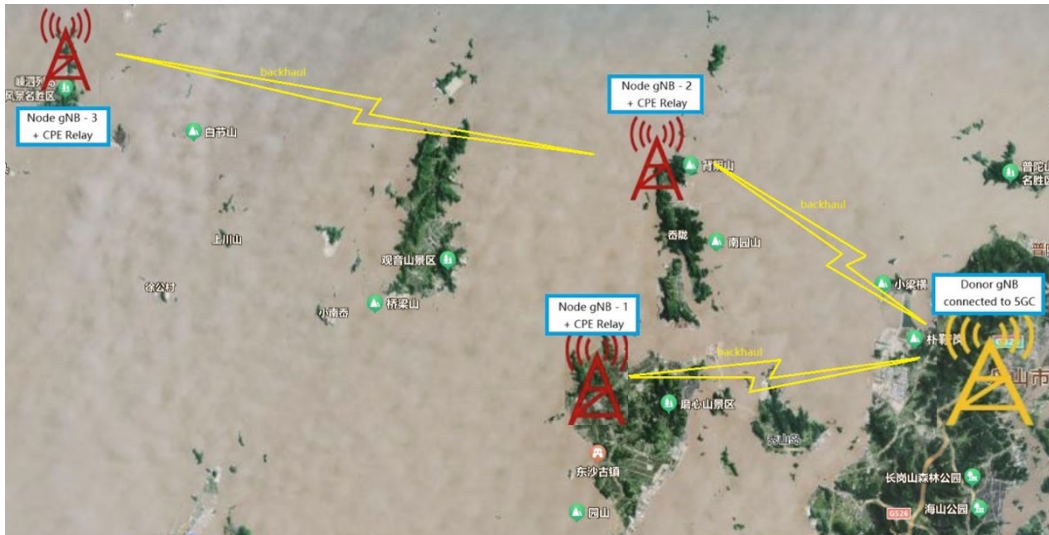


图 6-8 5G Relay 场景示意图

6.9 TSN 时间敏感网络

TSN（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。

工业中的核心部分-工业控制对网络的要求很高，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。

5G URLLC 能够提供低时延，高可靠的无线接入传输。

所以 5G 与时间敏感网络（TSN）的融合，能为业务承载提供确定化的传输保障能力。

6.10 SRS 室内高精度定位

根据终端发射的上行 SRS 参考信号到达多个基站的时延 (t_1, t_2, t_3) 来估算终端与各基站天线之间的距离。

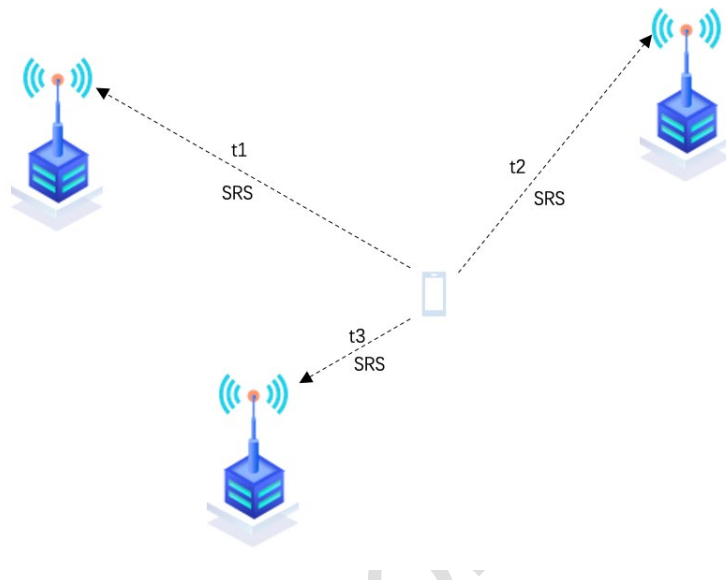


图 6-9 SRS 定位原理

结合 3 个相邻基站的距离估算，通过 3 点定位原理，以及 3 个基站的坐标来推算终端的位置。

用于室内定位，可支持自动驾驶 AGV 等室内定位应用场景。

6.11 基站国产化平台

通信技术是现代信息技术的重要组成部分，实现通信设备的国产化对于信息安全和国家安全具有重要意义。亚信 5G 基站在核心硬件、操作系统等方面采用国产化产品，以确保信息安全和自主可控。主要的国产化关键器件、系统软件包括：

BBU 硬件：

- CPU
- 物理层加速芯片

RRU 硬件：

- FPGA
- CPU
- DFE 数字前端

操作系统：

- 欧拉 openEuler

6.12 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。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，存在五大类业务场景，对于网络的需求如表格 6-1 钢铁行业专网需求所示。

表格 6-1 钢铁行业专网需求

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
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
	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
---------------	------	----------	-------	--------	------	-----

以上五大业务场景中，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，如无线网基站采用 5QI 或 PRB 预留技术，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。

6.13 灵活的边缘注智应用

亚信科技提供了敏捷的 5G 专网，对 5G 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 6-10 亚信科技边缘 AI 产品所示，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 6-10 亚信科技边缘 AI 产品

6.14 业务保障功能

5G 专网业务场景多样化、端到端组网和配置复杂，但是行业客户对 5G 专网的业务保障并不熟悉。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 6-11 5G 专网全景监控所示，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，为行业客户提供全景监控服务能力。



图 6-11 5G 专网全景监控

如图 6-12 5G 专网业务监控和故障定界定位所示，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。

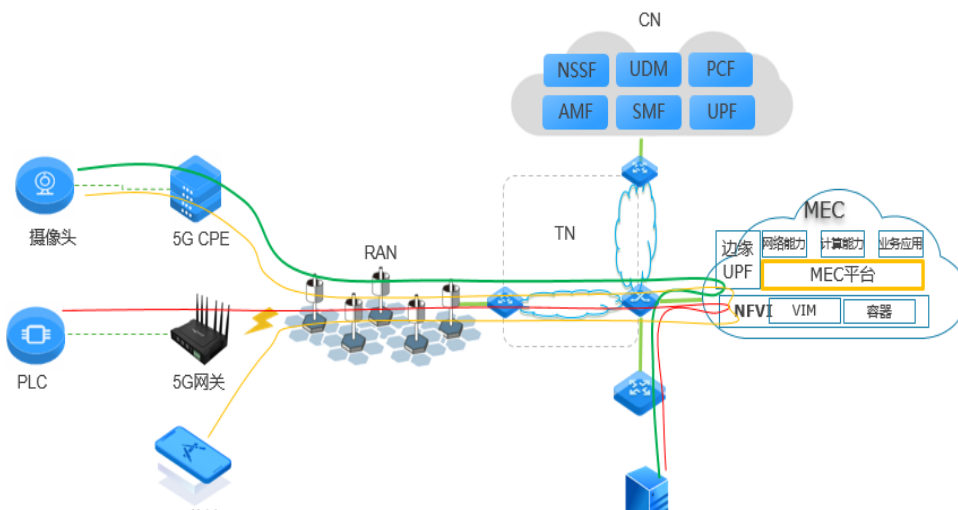


图 6-12 5G 专网业务监控和故障定界定位

如图 6-13 5G 专网业务质量管理所示，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。

如图 6-14 5G 专网行业模版所示，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 6-13 5G 专网业务质量管理



图 6-14 5G 专网行业模版

6.15 业务智能感知拨测分析功能

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 6-15 业务感知拨测描述了亚信科技 5G 专网产品的业务感知拨测方案。

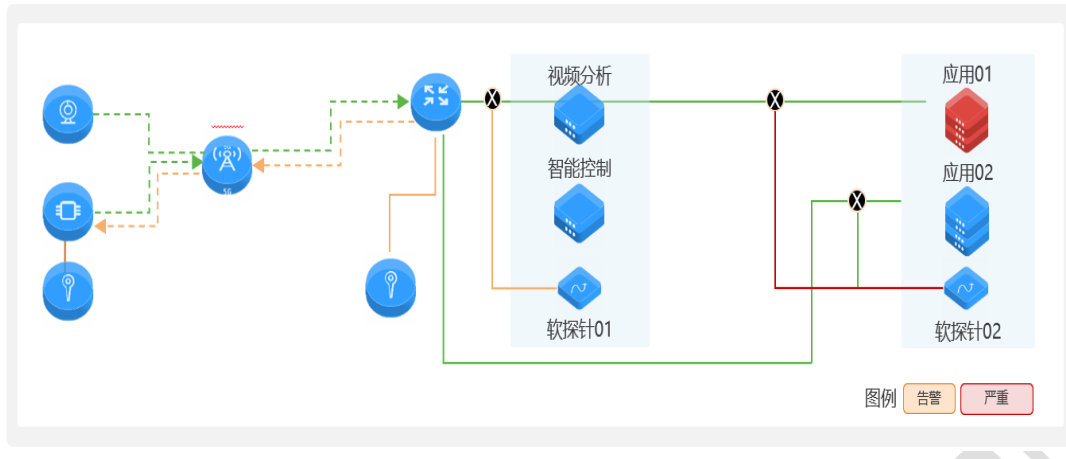


图 6-15 业务感知拨测

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 6-16 SLA 指标智能诊断所示的 5G 专网异常预测及专网异常智能诊断。



图 6-16 SLA 指标智能诊断

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、通信与计算一体化能力、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、耐核辐射等特性，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、精准定位等行业急需特色能力，全面满足工业数采、PLC 控制、AR 辅助设计等关键应用场景的通信需求。
- 具备 VoNR 语音能力，可实现专网内部高质量音视频通话，以及安全合规的专网与公网终端间的语音互通。

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 通算一体能力

- 业界首创利用 5G 基站内生算力，为边缘应用提供算力资源，客户无需额外购买算力服务器或算力板块，同时降低客户运营维护成本。
- 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，智能决策通信业务和计算任务的编排调度。

- 基于算力内生网络的联邦学习系统，实现 AI 应用分布式计算，具有性能高效，能耗低，数据隐私等特点。

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。

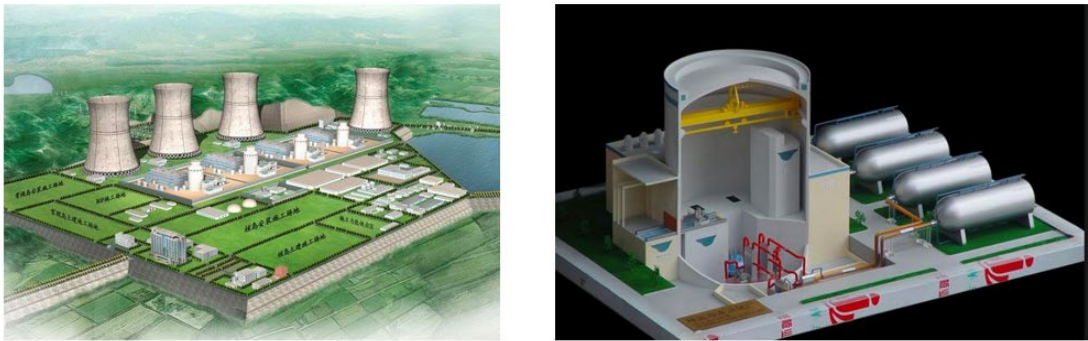


图 8-1 智慧核电应用场景

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			
	上行速率	下行速率	传输时延	连接数
移动办公	≥ 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。

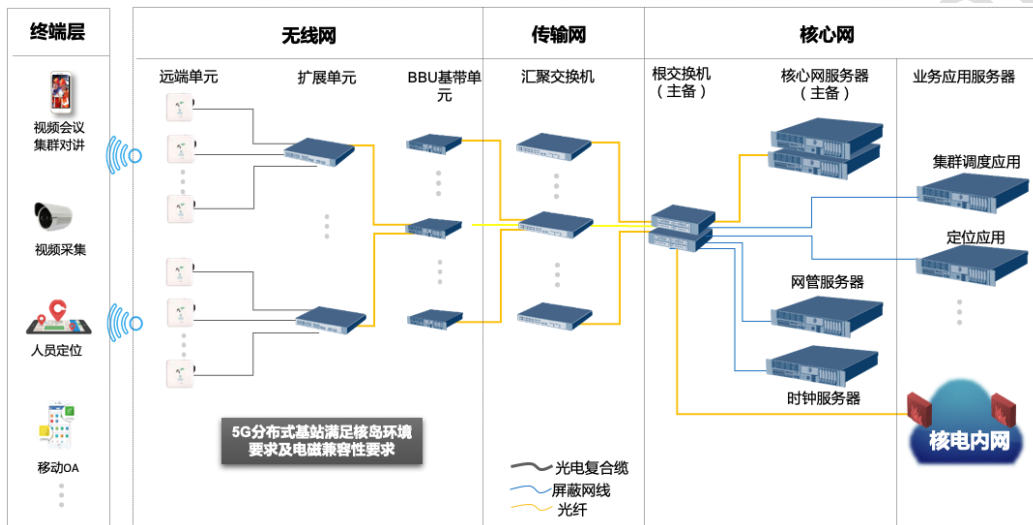


图 8-2 核电生产区 5G 网络设计

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。

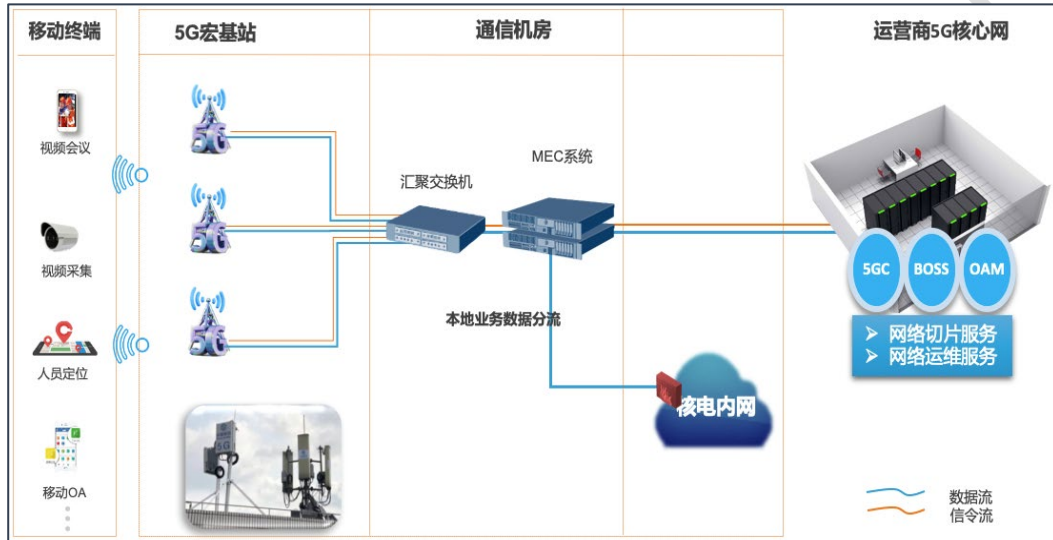


图 8-3 核电厂前区 5G 网络设计

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
	≥500Mbps	无特殊要求	≤100ms	厂区

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	≤100ms	>1000	生产线

8.2.3 智慧火电 5G 专网方案

智慧火电厂信息化建设需求，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。

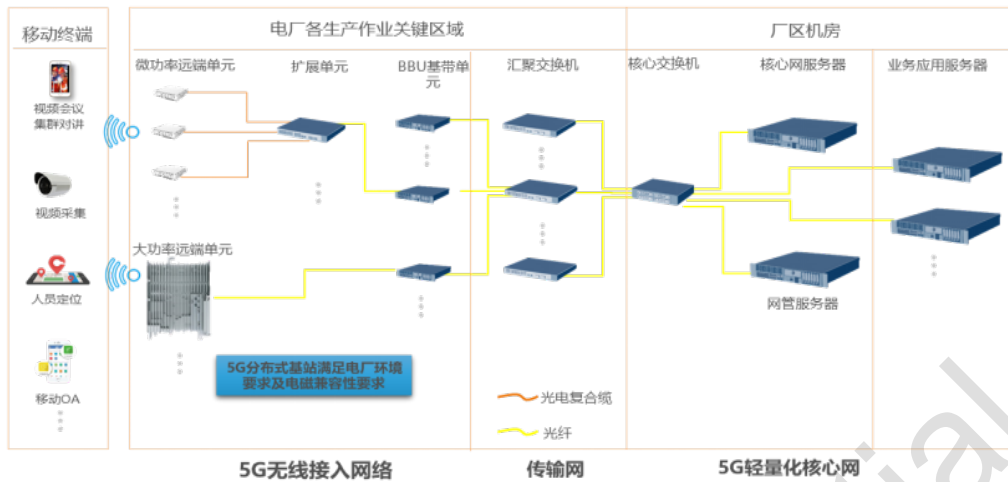


图 8-6 智慧火电 5G 专网网络架构

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，要做到，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。

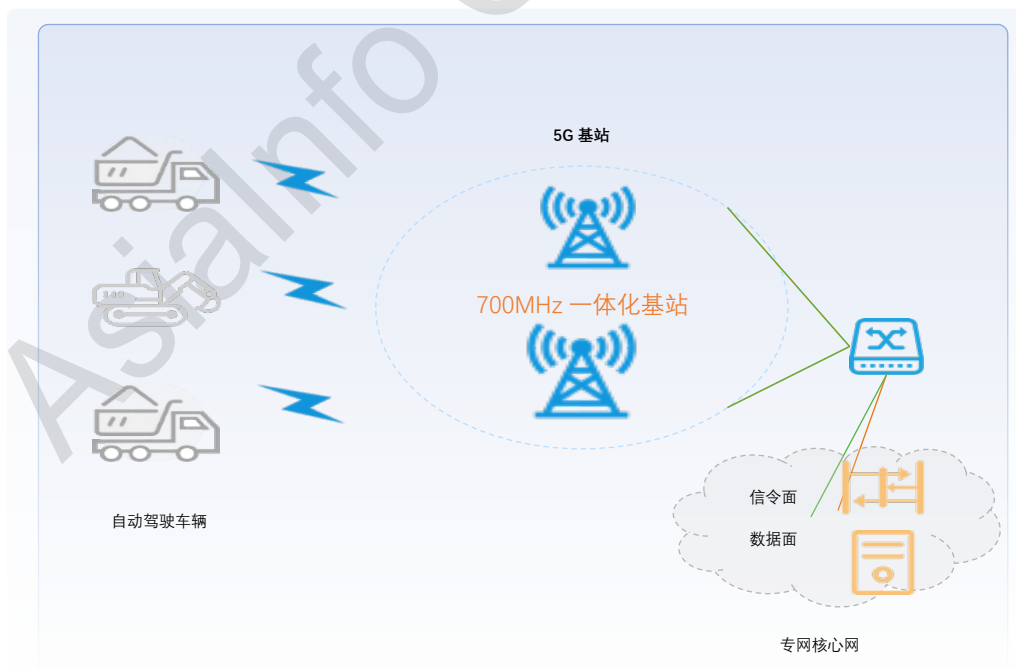


图 8-8 矿山行业 5G 专网方案

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、大物联网的特性，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。

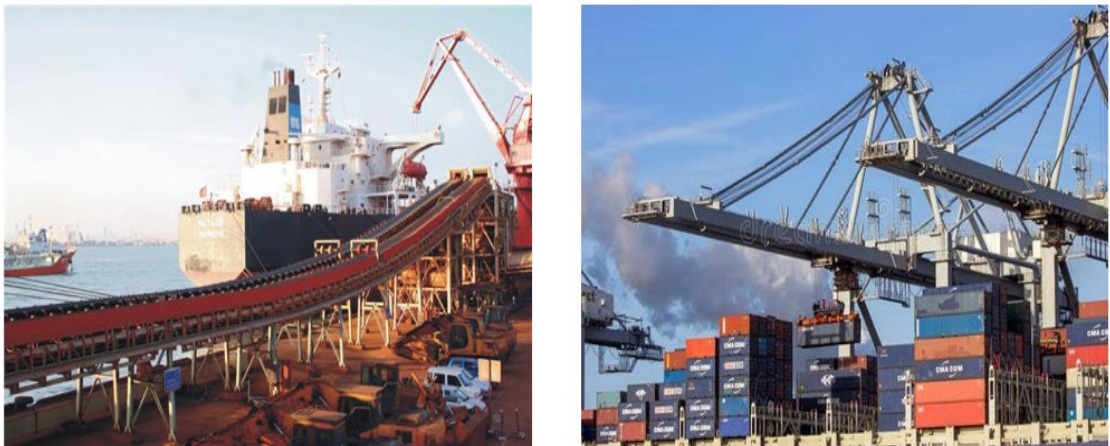


图 8-9 港机远程控制

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	≤ 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 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
	≥ 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 8-11 安防智能监控展示常见的安放智能监控方式。

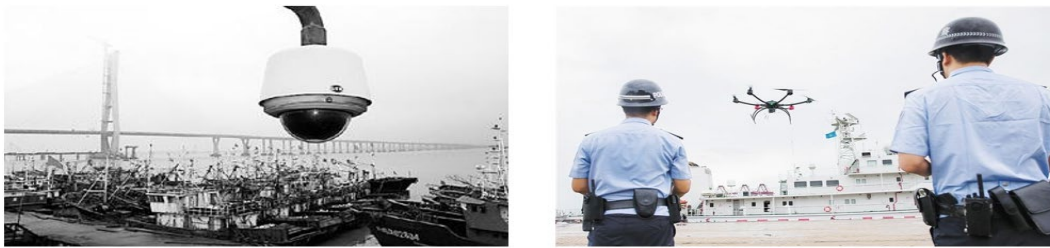


图 8-11 安防智能监控

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
	≥ 40 Mbps	无特殊要求	≤ 100 ms	≥ 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。

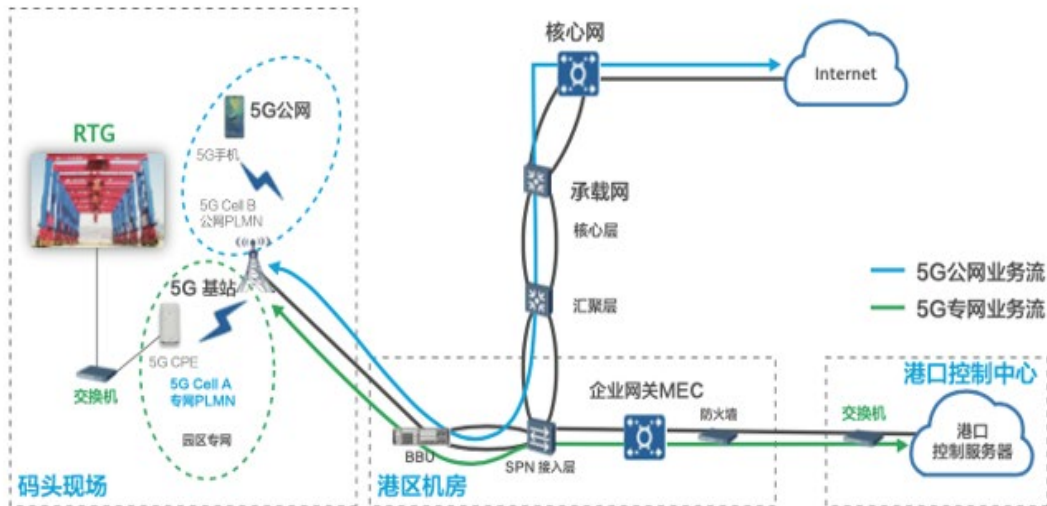


图 8-12 智慧港口 5G 专网方案

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。

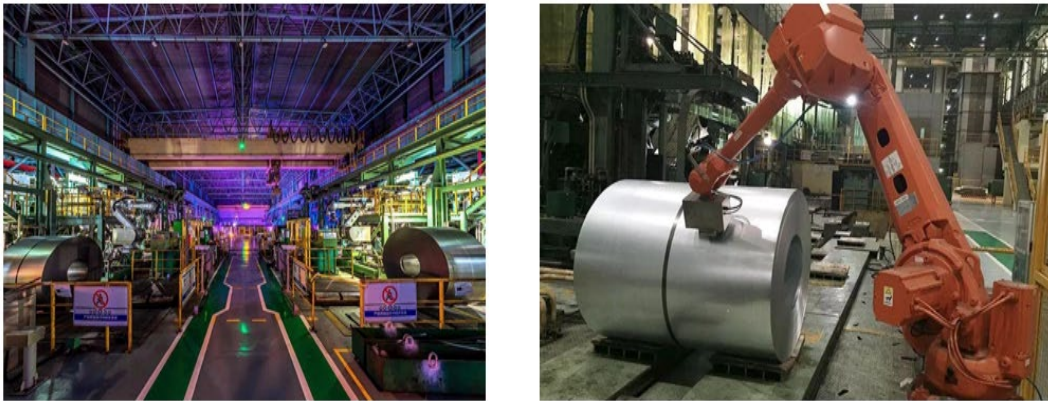


图 8-13 智慧钢铁应用场景

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 8-12 AR 远程辅助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%	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。

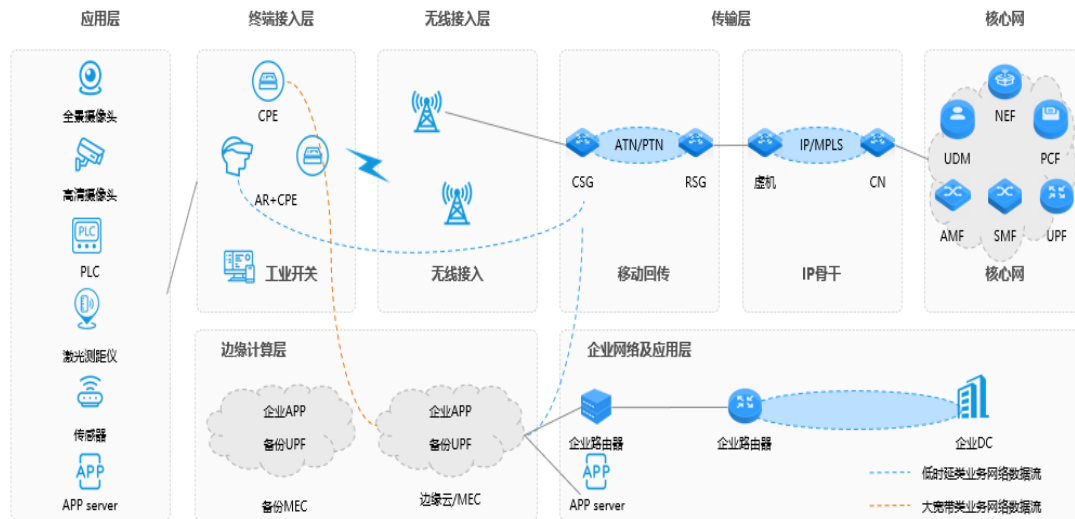


图 8-14 智慧钢铁 5G 专网方案

8.6 5G 专网运营

8.6.1 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 8-15 5G+垂直行业重点运营场景

8.6.2 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。

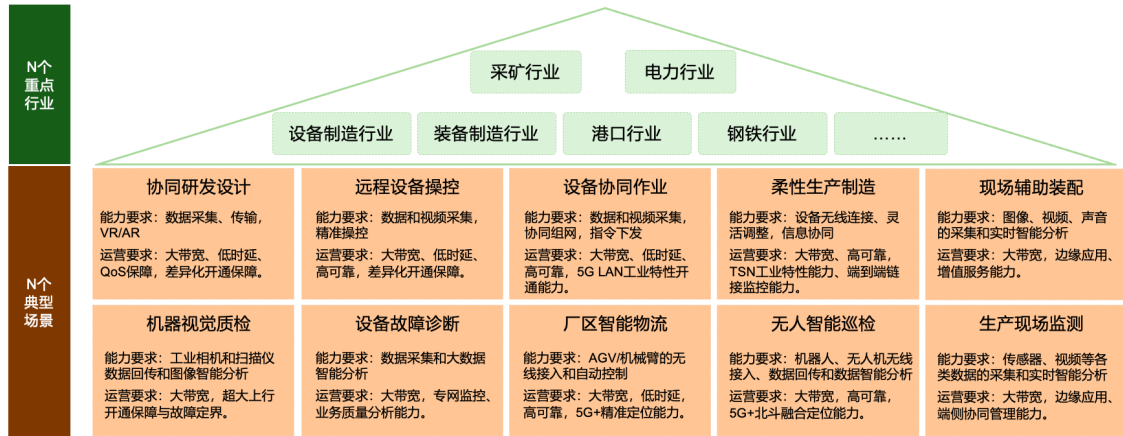


图 8-16 垂直行业对专网运营要求

8.6.3 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 8-17 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

序号	分类	业务需求
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		巡检人员实时录入发现的问题和缺陷
21	工作活动管理提升	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。图 9-1 某核电厂 5G 专网方案描绘了某核电 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。

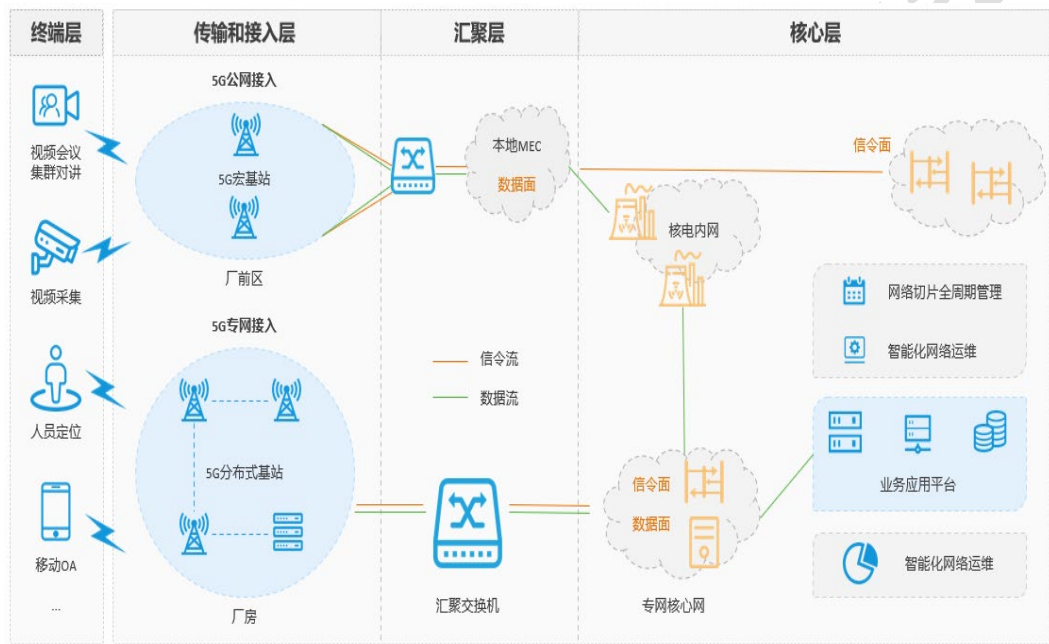


图 9-1 某核电厂 5G 专网方案

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。如图 9-2 核电 5G 专网运营平台主要功能所示。

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。见图 9-4 某火电厂 5G 专网项目所示。

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”



图 9-4 某火电厂 5G 专网项目

（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组成部分，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

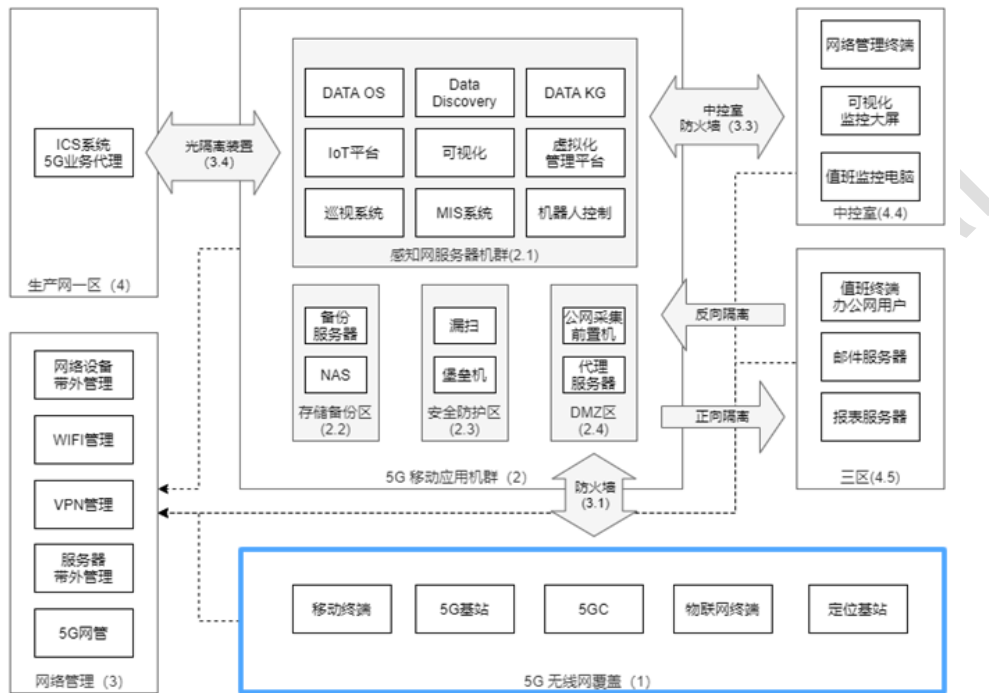


图 9-5 某火电厂 5G 专网集成方案

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 9-5 某火电厂 5G 专网集成方案所示的某火电厂 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。

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 9-6 新疆某大型露天煤矿 5G 专网建设

9.4 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。

9.4.1 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。

9.4.2 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 9-7 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、现场构筑物、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 9-8 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 5G 基站、5G 核心网全套网元和专网智连交换机入网证，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。

10.1.1 工信部入网证

如图 10-1 亚信科技 5G 专网无线网入网许可和图 10-3 亚信科技专网智连交换机入网许可所示，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 10-1 亚信科技 5G 专网无线网入网许可



图 10-3 亚信科技 5G 专网核心网入网许可

亚信科技专网智连交换机标准版已经通过工信部测试并获得入网许可证，其它更多型号正在申请中。



图 10-2 亚信科技专网智连交换机入网许可

10.1.2 公有云应用市场

亚信科技 5G 专网产品通过天翼云兼容性测试，并成功上架天翼云甄选商城。亚信科技 5G 专网解决方案基于公有云商业模式，为行业客户提供标准化的软件、



图 10-4 亚信科技 5G 专网获得天翼云产品兼容性认证

硬件和服务商品，并支持灵活选择多种产品组合，以满足客户的不同需求。上架天翼云甄选商城，进一步开拓了新的市场渠道。

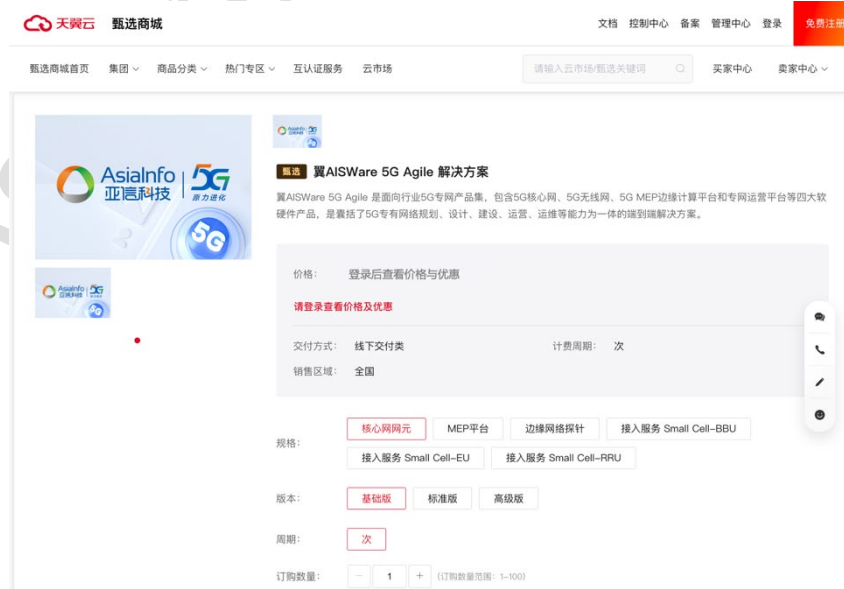


图 10-5 亚信科技 5G 专网上架天翼云甄选商城

基于云原生架构的亚信科技 5G 专网核心网产品，于 2022 年 12 月 2 日正式通过 AWS 亚马逊云科技技术测试与认证，并在 AWS Marketplace 上线发售，



图 10-6 AWS Marketplace 上线

标志着亚信科技 5G 专网产品完全满足云服务商全面技术要求，开启了 5G 专网产品体系全新公有云商业模式。该模式大大缩短了亚信科技 5G 产品触达客户的路径与时间，未来将成为 5G 专网标品面向行业客户的主要拓展方式之一。

10.1.3 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 10-7 亚信科技“5G 切片全球最佳实践奖”是获奖证书。



图 10-7 亚信科技“5G 切片全球最佳实践奖”

如图 10-8 第五届“绽放杯”5G 应用征集大赛一等奖所示，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 10-8 第五届“绽放杯”5G 应用征集大赛一等奖

FutureNet Asia 是亚太地区通信行业顶级峰会，旨在围绕网络自动化与智能化，探讨通信产业未来发展之路。亚信科技“自感知网络客户体验管理解决方案”从众多国内外企业参评方案中脱颖而出，斩获“AI 与自动化最佳创新应用大奖”。亚信科技“智能客户体验管理系统”具备优异的用户全业务感知与体验分析能力，有助于通信运营商减少用户投诉、提升用户满意度。

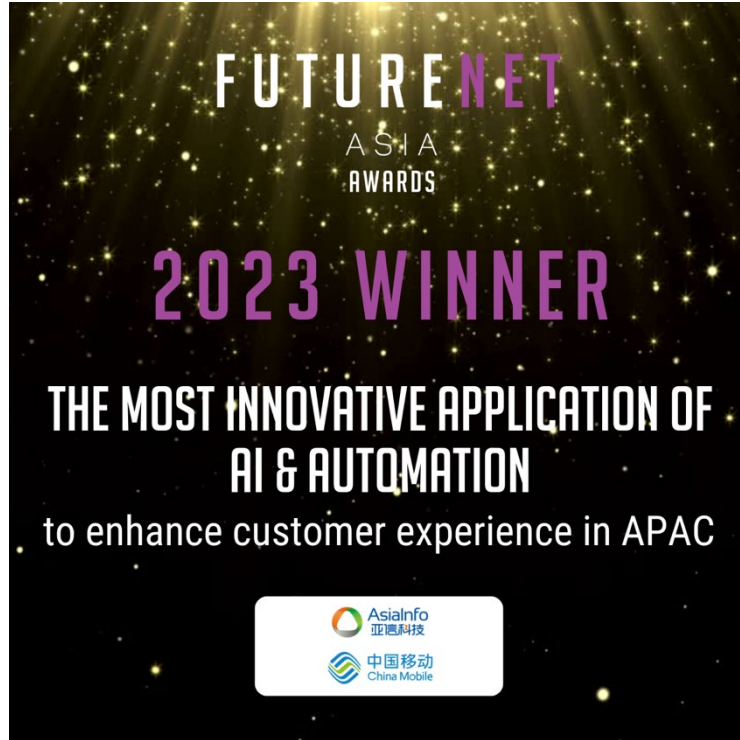


图 10-9 AI 与自动化最佳创新应用大奖

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。

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 10-10 2023 中国计算机学会科技进步二等
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