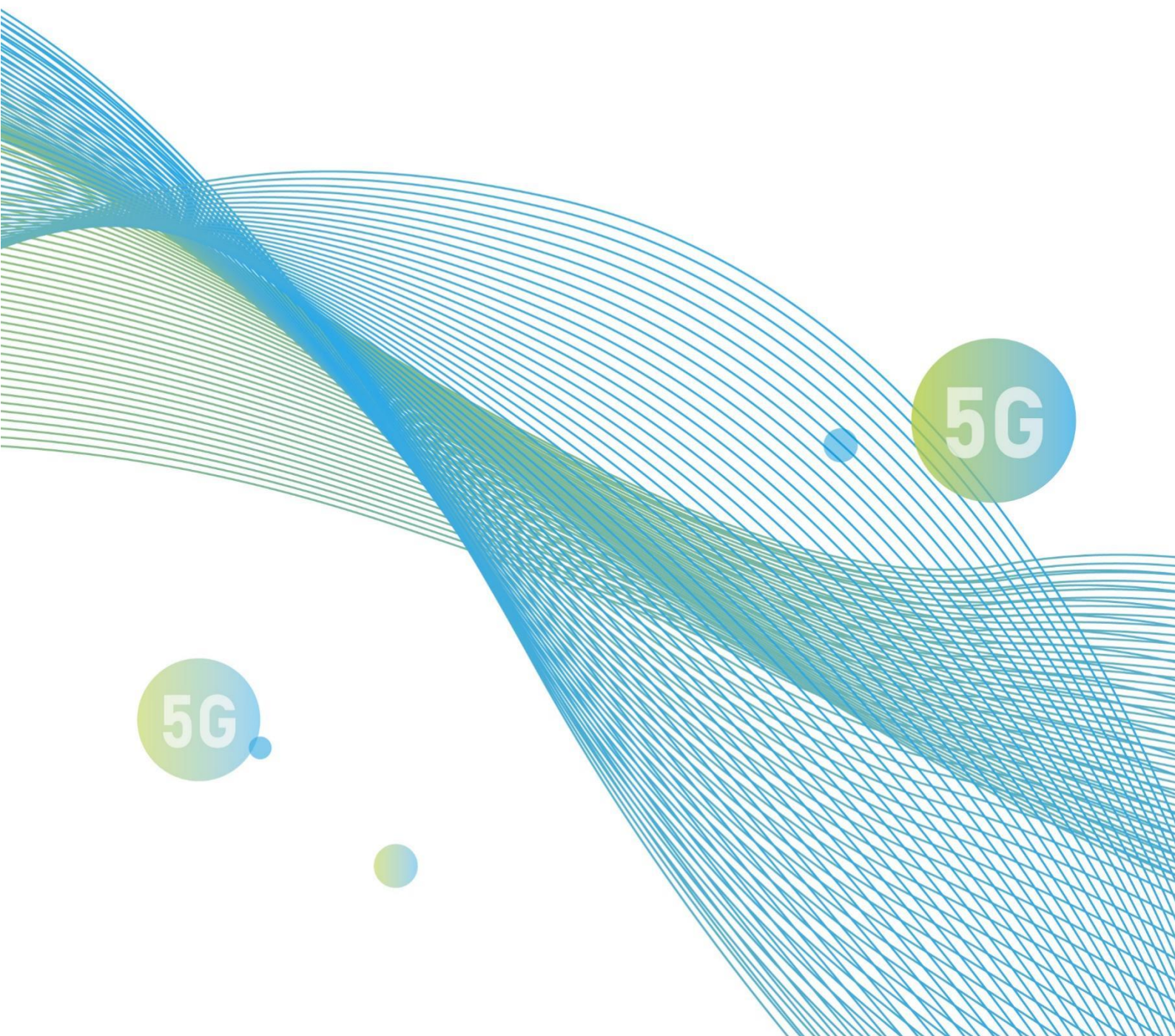


精简化 5G 芯片视频及电力应用白皮书



版权声明

本白皮书版权属于 5G 应用产业方阵，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：5G 应用产业方阵”。违反上述声明者，本方阵将追究其相关法律责任。

目录

引言	4
一、应用场景	6
1.1 视频行业应用	6
1.1.1 低功耗远程监控	6
1.1.2 大规模超高清接入	8
1.1.3 分布式智能协同	9
1.1.4 跨域目标跟踪监测	11
1.1.5 人流密集监控	13
1.2 电力行业应用	14
1.2.1 电力视频巡检监控	14
1.2.2 智能配网配电	18
1.2.3 智慧用能用电	26
1.2.4 移动作业办公	29
二、网络性能指标需求	32
2.1 电力应用指标	32
2.1.1 电力视频巡检监控	32
2.1.2 智能配网配电	32
2.1.3 智慧用能用电	34
2.1.4 移动作业办公	35
2.2 视频监控指标	35
2.2.1 低功耗远程监控	35
2.2.2 大规模超高清接入	36
2.2.3 分布式智能协同	37

3

引言

自 2019 年 6 月颁发牌照伊始，我国 5G 建设、应用高速推进。5G 已经成为新型基础设施的重要组成部分，也是推动实体经济数字化转型升级的关键驱动。目前，产业各方深入推进 5G 应用“扬帆”行动计划和“5G+工业互联网”融合应用，加速产业成熟，跑出了中国 5G 发展“加速度”，有力推动移动通信产业高质量发展，取得了积极成效。截至今年 6 月底，我国 5G 基站累计达到 293.7 万个，覆盖所有地级市城区、县城城区，覆盖广度深度持续拓展。5G 共建共享基站超 173 万个，启动全球首个 5G 异网漫游试商用，5G 网络加快向集约高效、绿色低碳发展。同时，融合应用深入拓展。5G 行业应用融入 60 个国民经济大类，应用案例数超 5 万个。开展 5G 工厂“百千万”行动，覆盖电子信息、装备制造、石化化工、钢铁等 12 个重点行业。5G 新通话、虚拟数字人等新应用创新活跃，撬动流量消费稳步增长，5G 移动电话用户达 6.76 亿户，5G 流量占比达 42.9%。此外，产业基础日渐夯实。5G 轻量化核心网、定制化基站等网络设备逐步落地。行业终端成本大幅降低，5G 模组价格下探至 400 元。5G 终端产品日益丰富，截至 6 月底，已有手机、无线 CPE、无线路由器、车载终端等 1274 款 5G 终端产品获得进网许可。发布新版无线电频率划分规定，率先在全球将 6GHz 频段划分用于 5G/6G 系统，引领创新发展。

综合我国 5G 当前情况来看，2021 年至 2023 年是行业应用发展的关键时期，具备了规模应用的基础条件，但仍面临诸多挑战。5G 行业终端整体市场规模大，可达千亿级别，但各行业应用场景多，需求碎片化，并要求终端具备相应特色属性，这对规模化应用形成了巨大挑战。更重要的是，5G 行业应用的主要形态是模组，目前价格昂贵，是 4G 的 10 倍以上，其中 5G modem 芯片占整体成本的 70% 以上，极大的减低行业用户规模应用 5G 的意愿。针对垂直行业网络化、数字化、智能化转型越加明确和迫切的需求，3GPP 5G 演进版本 R17 规划了 RedCap 标准进程，已于 2022 年中冻结。从往年标准和芯片的发展情况看，标准冻结到芯片落地的周期是 1-2 年。而行业定制型芯片仍处于探索阶段，芯片厂商尚未形成对行业 5G 芯片的明确路标和路线。

本白皮书重点从电力和视频行业应用场景出发，介绍分析了应用中对 5G 的性能指标需求，特别是终端侧芯片的需求。旨在为遵循 R17 RedCap 标准的 5G 芯片发展路线

5

一、应用场景

电力和视频行业的主要业务集中在上行数据传输，对可靠性、抖动、安全性等要求高，对更广阔更大落差的不同场景的适配能力要求高，同时要求更高能效、更智能化，并开放更多的定制化能力。从技术以及经济性角度看，行业应用场景的规模化 5G 部署应从模组层面适配化下沉至芯片。

5G 芯片在电力行业可装备于能源控制器、负控专变终端、电能表、DTU、FTU、故障指示器、AR/MR 巡检设备等电力终端中，市场规模大于 2 千万片。5G 芯片在视频行业主要应用于摄像头终端中，市场规模在千万片级别。

1.1 视频行业应用

1.1.1 低功耗远程监控

（1）场景描述

到 2025 年我国农业规模占全球比重将超过 1/5，AI 赋能农业、加快推进农业信息化进程，促进信息化和现代化融合已成为必然趋势。如图 1 所示果园、鱼塘、牧场等农牧渔区域覆盖面积大，财产安全的保障与管理离不开高清视频监控终端以及后端平台的智能管理。



图 1 农牧渔场景

农牧渔所处位置一般都比较偏远，监控设备的供电、有线网络的部署成本都比较高昂，为了降低成本，当前比较成熟的方案是通过太阳能面板+蓄电池的方式为监控设备

供电，同时通过 5G 网络实现高清视频的传输。

但是，当前 5G 模块功耗比较高，尤其是在 5G 信号覆盖较差区域 5G 功耗更高，增加了监控设备的供电不足风险。特别是一些区域因气候环境如连续阴雨天气影响，太阳能面板无法储备足够的电量供监控设备 7*24 小时工作。一些对设备尺寸和设备功耗有严格管控的无线供电场景，需要进一步降低 5G 模块的功耗。比如部分应用场景中，可根据业务需要通过 5G 模块的休眠唤醒机制实现设备电能的高效利用，其他时间段 5G 模块处于休眠状态使功耗降到最低。

应用成效：

- ① 实现无网无电区域的数智化管理，节省人力成本；
- ② 通过 5G 网络接入，节省光缆等网络覆盖成本。

（2）网络架构

低功耗远程监控场景系统架构如图 2 所示。平台层在特定时间段通过电话或者短信的方式唤醒感知层的前端设备进行视频抓拍，感知层的前端相机通过 5G 网络将视频图像数据回传至平台层进行图像智能分析等。



图 2 低功耗远程监控系统架构

1.1.2 大规模超高清接入

(1) 场景描述

2022 年，我国制造业增加值占全球比重近 30%，制造业规模已经连续 13 年居世界首位。与之对应的，我国工业园区占地面积大，导致工业园区数字化系统构建的复杂度极高。比如电力、石化企业厂区，有线部署施工存在安全隐患，Wi-Fi/4G 等传统无线网络的可靠性、带宽和时延无法满足行业需求，希望基于 5G 网络实现稳定的超高清视频监控。



图 3 电力石化工业园区

5G 的高带宽、低时延特性使视频通过无线传输成为可能。基于其无需拉线，灵活布控的特性，用于危险区域监控、周界防范等，保障电力、石化等行业企业的园区安全和生产安全。与此同时，5G 网络也存在着一些不足，如容易受周围环境影响造成网络波动、其他 5G 终端资源的不定时接入容易造成资源分配的不均导致视频画面延迟、花屏、卡顿等问题。如何保持大规模超高清接入时，视频能够稳定可靠接入，是一个巨大的挑战。

为应对这些问题，业界通常从图像编码和网络传输两个方面进行技术优化创新。其中，网络传输优化需要精确感知当前网络状态，然后基于当前网络状态进行灵活匹配视频关联参数，实现在不同网络环境、不同视频应用之间的平滑迁移，最终提升视频业务对复杂网络环境的传输适配能力。

应用成效：

- ① 随时随地实现超高清视频接入，对有线部署施工存在安全隐患的区域实现安全监控，节省人力成本；
- ② 实现计算、存储的分布式部署，数据不出园区，安全等级高，易部署维护。

(2) 网络架构

基于全覆盖 5G 网络的大规模超高清视频接入的无线终端监控系统应用架构如图 4 所示。

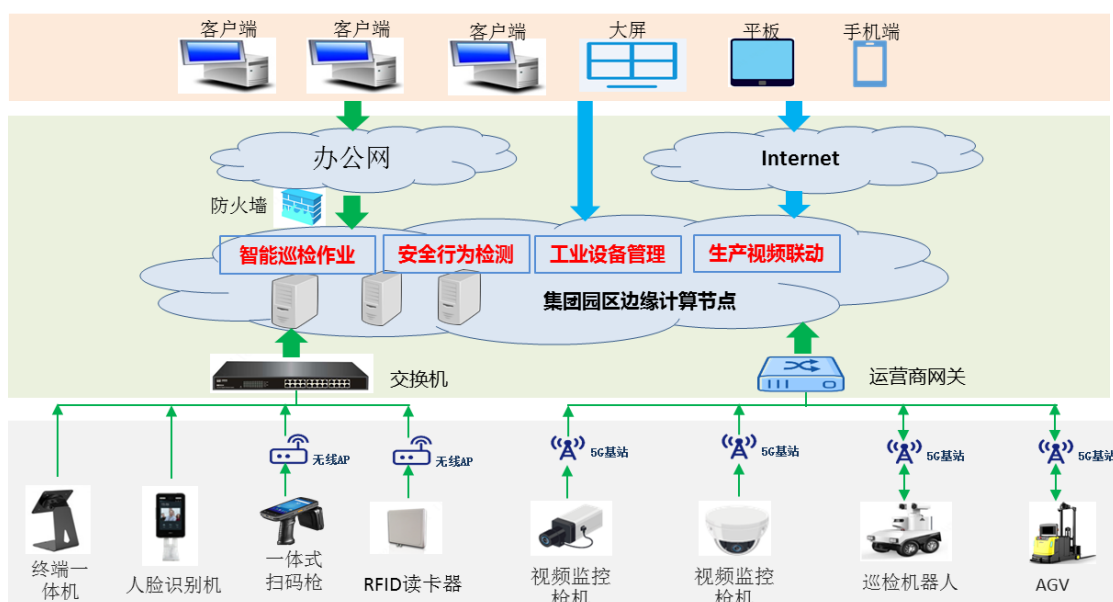


图 4 5G 大规模超高清视频接入网络架构

1.1.3 分布式智能协同

(1) 场景描述

为应对重大公共突发事件（如疫情管控、景区限流等），首选方案是使用智能门禁系统对出入人员进行身份识别和健康检测。在紧急布控场景下，有线网络部署困难，监控联动业务复杂，分布式协同处理难度大，突发事件频发且响应不及时。基于 5G 网络设计“云-边-端”分布式智能协同处理系统，如图 5 所示，可以实现海量离散数据的精准关联重构和复杂业务场景下感知、传输、处理的全流程实时响应。

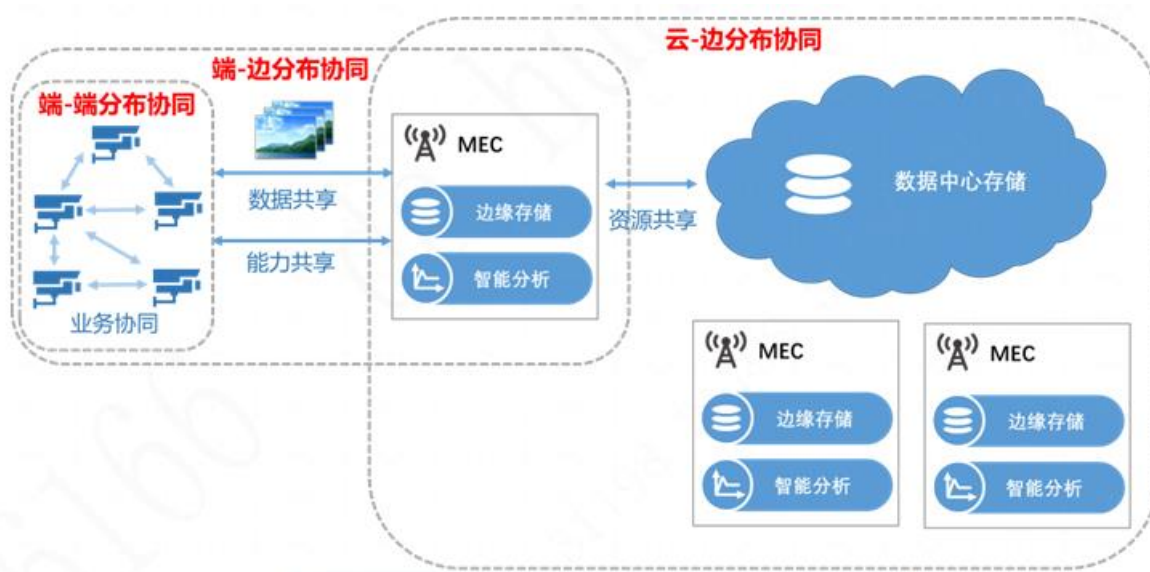


图5 分布式协同处理技术

门禁系统为了保证快速实时响应，通常将智能采集分析比对全流程能力部署在前端设备上。这使得前端设备对资源要求较高，在大规模业务场景下，存在大量的资源冗余和成本压力。以支持 10W 人脸的门禁设备为例，每台门禁设备，需要 4G 存储资源，1T 算力。大部分资源被浪费在存储大量冗余数据上。通过分布式智能协同处理技术，在低端门禁设备上集成简单的人脸检测，将高端门禁设备上复杂的人脸比对能力映射到低端设备，实现整体业务协同处理。

一方面，基于“云-边-端”的 5G 网络架构，所有前端数据均需要通过云侧或者边侧进行转发，存在一定的时延。另一方面，前端数据涉及到人脸等敏感信息，安全等级要求较高。显然，多设备之间的协同需要一个高安全、低延时的通信网络，采用 5G LAN 技术可以确保监控数据不出园区，提高数据安全性。同时，数据通过核心网 UPF 直接转发到内网节点，缩短通信距离，一定程度上可以降低数据通信时延，有利于进行分布式协同作业。

应用成效：

- ① 端-边-云在同一网络下分布式部署，达到成本和算力的平衡；
- ② 实现快速部署，降低突发事件的危害，保障人员安全。

（2）网络架构

基于全覆盖 5G 网络的分布式智能协同系统应用架构如图 6 所示，系统基于“云-边-端”协同的网络资源，支持“端-端”协同处理，“端-边”协同处理和“云-边”协同处理。

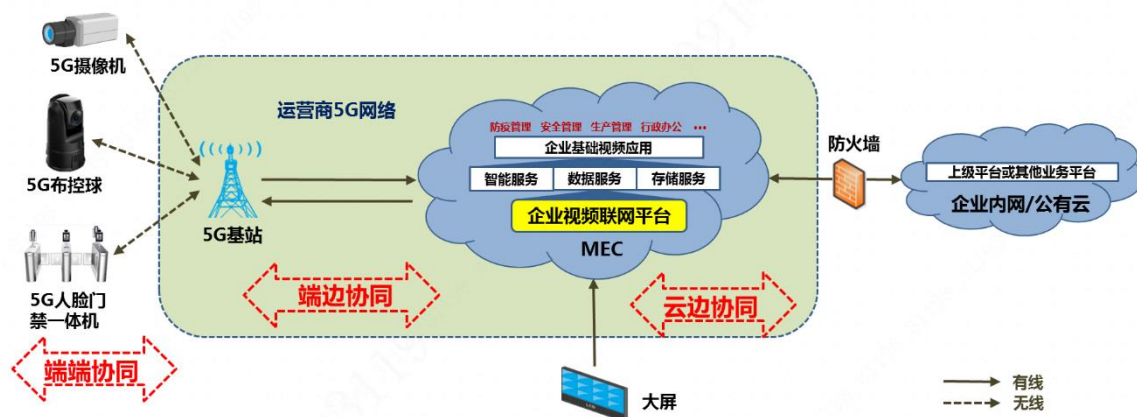


图 6 分布式智能协同系统架构

1.1.4 跨域目标跟踪监测

(1) 场景描述

在商场、楼宇、运输等场景中，出于安防以及人员监控需求，需要对进入楼宇或运输通道的特定人员或车辆进行连续不间断的行进轨迹跟踪。而被监控目标在跨域行进过程中，经常会超出设备监控范围内，发生跟丢的现象。通过使用 5G 技术，充分发挥 5G 网络高速、泛在的优势，实时监测和分析大范围目标音/视频及位置信息，保障社会公共安全。为实现精准的全生命周期目标溯源，基于 5G 网络和卫星定位技术进行高精度目标跟踪抓拍，多维属性识别、多维置信度评价和离散数据关联接力等，如图 7 所示。

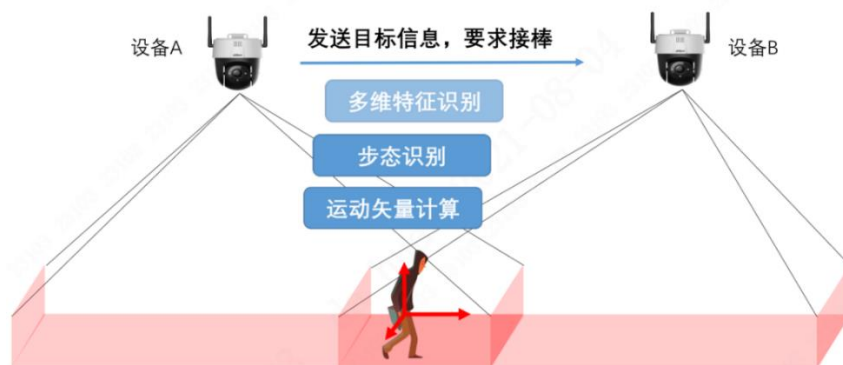


图 7 跨域目标跟踪业务示意图

当目标对象（如人员、车辆等）在设备 A 跟踪范围内移动时，设备 A 通过 5G 室内外定位技术对移动过程中的目标对象属性进行识别并记录运动轨迹。当目标对象移动到设备 B 跟踪范围时，设备 A 将已分析得到的信息传递给设备 B，设备 B 可以根据之前的运动轨迹和信息，对目标运动趋势、行为趋势等进行预测和分析。比如在电力生产过程安全管控中，通过该方案可对现场人员作业规范性进行实时监控分析和预警提示，例如，是否按照规定和要求到达指定地点进行现场勘察，作业顺序是否符合规范等，以此来降低风险，防止事故发生。

显然，跨域目标跟踪场景中需要获取大量实时的位置信息，特别是当目标移动到室内车库等位置信息无法获取的场景，5G 室内外定位技术可以很好解决上述痛点。同时，结合 5G LAN 技术将数据通过核心网 UPF 直接转发到内网节点，缩短通信距离，可以进一步降低数据通信时延，有利于快速进行跨域目标跟踪和协同处理。

应用成效：

- ① 实现高清视频的实时回传处理和跨域设备目标任务智能加载；
- ② 复杂场景下实现目标接力跟踪关联准确率超 95%。

（2）网络架构

基于全覆盖 5G 网络的跨域目标跟踪监测系统应用架构如图 8 所示，目标完整移动线路，涉及多个摄像机的布控范围。

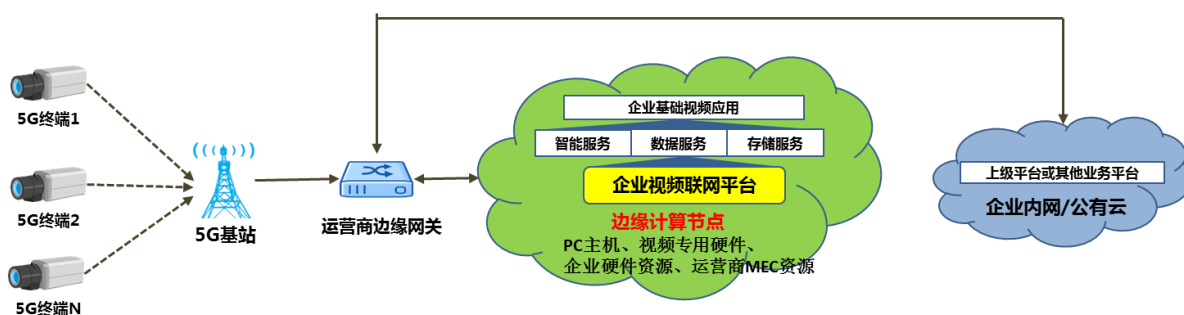


图 8 跨域目标跟踪监测系统架构



图 10 人流密集监控系统架构

1.2 电力行业应用

1.2.1 电力视频巡检监控

（1）场景描述

1.2.1.1 输电无人机巡检

该场景主要针对网架之间的输电线路物理特性检查，如弯曲形变、物理损坏等特征，该场景一般用于高压输电的野外空旷场景，距离较远。一般两个杆塔之间的线路长度在 200-500 米范围，巡检范围包括若干个杆塔，绵延数公里长。利用 5G 通信高速、低时延、安全特点，将巡检高清视频实时回传。实现巡检任务自动化，航线自动规划及任务编排，远程遥控二次精细化巡检任务，为高强度的输电线路巡检工作提供了自动化、智能化、现代化的替代方案。

但同时，困扰无人机发展的最大问题，就是电池的续航问题。目前的民用旋翼无人机，续航时间基本在 20-30 分钟之间，这个显然制约了无人机巡检的普及应用。因此，可以通过裁剪 5G 芯片功性能、缩小面积，降低功耗。

目前 5G 应用存在的主要问题是芯片功耗较高，高清摄像头的太阳能面板无法储备足够的电量监控设备长时间不间断工作。



图 12 输电线路可视化

应用成效：

- ⑤ 极大提升巡检效率；
- ⑥ 大尺寸缺陷识别准确率可达 90%；
- ⑦ 小尺寸缺陷识别准确率可达 70%。

1.2.1.3 基于 5G 的变电站 AR/MR 巡检

巡检人员通过智能穿戴设备在变电站进行现场设备和环境图像信息收集，采集数据及时传回后台处理，通过比对和识别图像信息正确判断相关设备信息，达到 MR 和 AR 技术所谓的“所见即所得”。AR/MR 巡检主要分为巡检现场和后端智能巡检专家系统。终端载体支持 PC 或安卓手持设备。现场巡检人员穿戴 AR/MR 智能眼镜，第一视角画面通过网络实时传输至后端，通过人工智能分析识别现场设备运行状态信息，由后端专家进行具体明确的指导。

目前的 5G 芯片基于 R15 标准，针对 eMBB 场景，并未完全体现低时延特性，在应用 VR 技术时，难以完全避免由于时延带来的“眩晕感”。

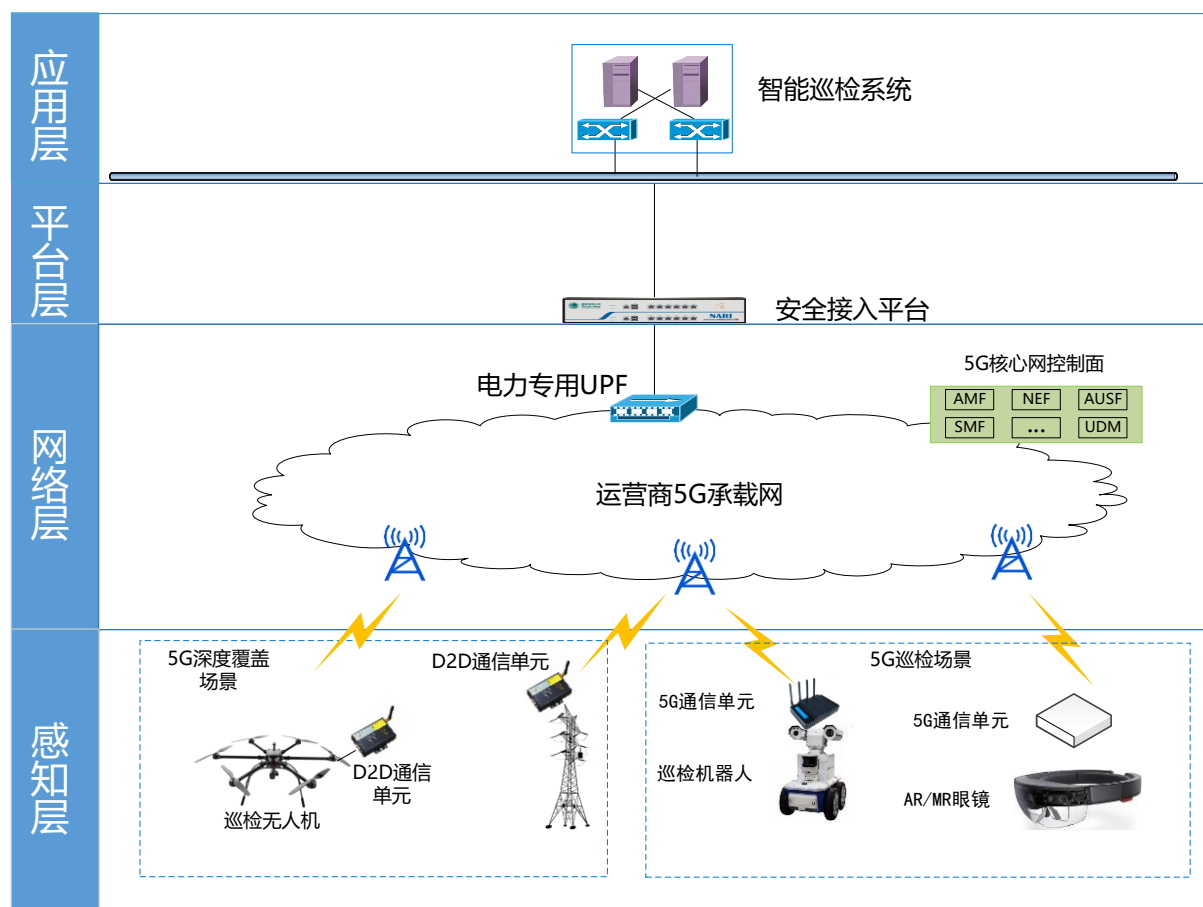


图 14 5G 网联智能巡检系统

1.2.2 智能配网配电

(1) 场景描述

1.2.2.1 分布式电源

分布式电源业务可实现分布式电源运行监视和控制，具备数据采集和处理、有功功率调节、电压无功功率控制、孤岛检测及与相关业务系统互联等功能，主要由分布式电源监控主站、分布式电源监控子站、分布式电源监控终端和通信系统等部分组成。目前系统架构如图所示：

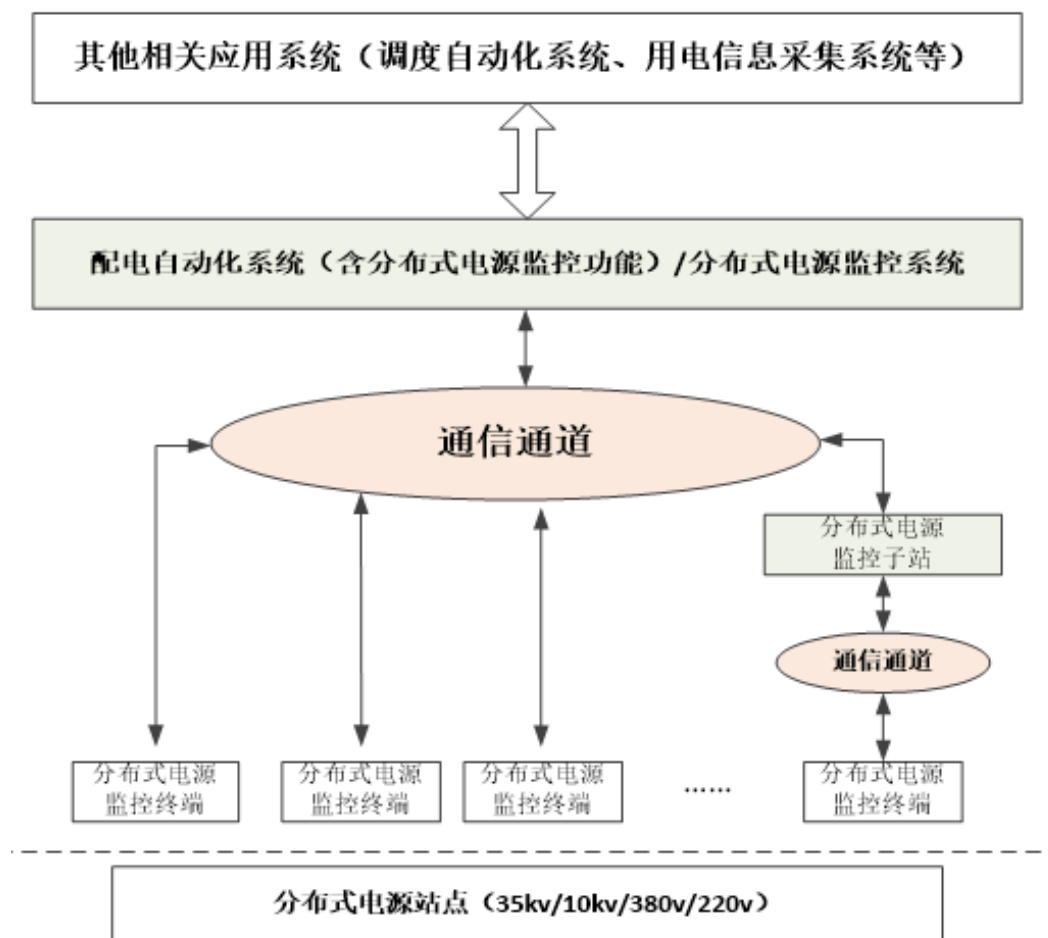


图 15 分布式电源接入系统架构

分布式电源监控终端与主站系统之间通信为点对点通信，部分 10kV 新能源电站和 35kV 及以上电压等级主要通过调度数据网进行采集。还有部分 10kV 站通过无线采集，10kV 以下站主要通过电表采集，其通信方式取决于用电采集的通信方式。其中 35/10kV 分布式电源与主站之间传输的数据包括电能质量监测、测控和关口计量信息，电能质量监测和测控信息通过终端通信接入网和地市骨干通信网传到主站，关口计量信息为用电信息采集的一部分，直接传到用电信息采集主站。380/220 伏分布式电源仅有关口计量信息，关口计量信息为用电信息信息采集一部分，通过无线网络直接传到用电信息采集主站。根据《电力监控系统安全防护规定》，生产控制大区的业务系统在与其终端的纵向联接中使用无线通信网、电力企业其它数据网（非电力调度数据网）或者外部公用数据网的虚拟专用网络方式（VPN）等进行通信的，应当设立安全接入区。安全接入区与生产控制大区中其他部分的联接处必须设置经国家指定部门检测认证的电力专用横向单

向安全隔离装置。基于公网的数据采集通过公网专线通道接入到安全接入区，之后接入到业务系统中。

应用成效：

- ① 提升数据通道的可靠性和安全性；
- ② 满足主站、子站协同控制要求，从而实现逆变器功率的群调群控；
- ③ 大幅提升运维成效，降低运维成本。

1.2.2.2 配电自动化

配电自动化业务终端广泛分布于 10kV 线路，敷设光缆协调难度大、费用高、运维复杂。未来基于 5G 的分布式配电自动化将原来主站的处理逻辑分布式下沉到智能分布式馈线自动化终端，实现智能判断、分析、故障定位、故障隔离以及非故障区域供电恢复等操作，从而实现故障处理过程的全自动进行，使配网故障处理时间从分钟级提高到毫秒级。

集中式配电自动化通过终端采集监测配电线路实时状态，并上送到主站，主站根据馈线线路或全网各节点终端信息进行综合分析判断和处理。从而进行线路故障或设备故障的判断、定位、隔离和恢复供电，保证供电可靠性。

分布式馈线自动化（分布式 FA）不依赖于配电主站，通过局部区域的配电终端之间相互通信实现馈线的故障定位、隔离和非故障区域自动恢复供电的功能。速动型分布式 FA 可快速定位、隔离故障，在变电站/开关站出口断路器保护动作前完成故障隔离，故障影响范围小，故障隔离时间短；缓动型分布式 FA 在变电站/开关站出口断路器保护动作后完成故障隔离，故障隔离时间比速动型长。

重合器和电压时间型馈线自动化系统主要利用重合器、分段器等设备进行操作。利用线路中的馈线终端装置对线路节点电压电流等信息进行实时采集，并对采集信息进行分析判断是否存在故障。若线路存在故障，则将故障信息上传至调度终端，由终端对各节点信息进行分析判断、定位故障、远动开关实现隔离故障区间及恢复无故障区间供电。

配电自动化终端设备主要包括：FTU（馈线终端），DTU（站所终端）等。



图 16 FTU、DTU 和故障指示器

目前 5G 应用主要基于 R15 标准，并未完全体现低时延高可靠特性。智能配网配电的应用未来需要基于 R17 标准，缩短芯片处理时延，提升传输可靠性。同时，通过 UPF 直接转发数据到内网节点，缩短通信距离，进一步降低数据通信时延。此外，可采用 5G LAN 技术，进一步提高数据安全性。

应用成效：

- ① 大量节约巡检费用；
- ② 基于 5G 的高可靠和安全隔离能力，可以同时满足配电自动化“二遥”和“三遥”业务需求。

1.2.2.3 智能配电台区

目前超过 50%的分布式能源通过低压配电网接入，台区智能融合终端通过对接入设备和分布式能源的全景监控，为“源-网-荷-储”友好互动提供本地协调策略，支撑分布式能源大规模消纳。智能配电台区业务场景主要通过多类型传感器和采集终端获取电网状态基础信息，并利用物联网等信息通信技术构建数据链路，5G 利用低时延特性，实现数据的互联、互通、互享，对电网运行状态的实时感知、综合能源管理、故障快速研判、线损分析等功能。



图 17 台区智能配电场景

目前 5G 应用主要问题是，基于 R15 的芯片并未完全体现低时延特性。

应用成效：

- ① 配电网供电可靠性提升至 99.996%；
- ② 每条配电线路每年减少停电经济损失几十万元。

1.2.2.4 精准负荷控制

电网负荷控制主要包括调度批量负荷控制和营销负荷控制系统两种控制模式。传统配网由于缺少通信网络支持，切除负荷手段相对简单粗暴，通常只能切除整条配电线路。基于 5G 精准负荷控制系统从业务影响、用户体验等角度出发，尽可能做到减少对重要用户的影响，通过精准控制，优先快速切除可中断非重要负荷，例如电动汽车充电桩、工厂内部非连续生产的电源等，做到对负荷的快速精准控制。

目前基于 R15 的芯片并未完全体现低时延特性。

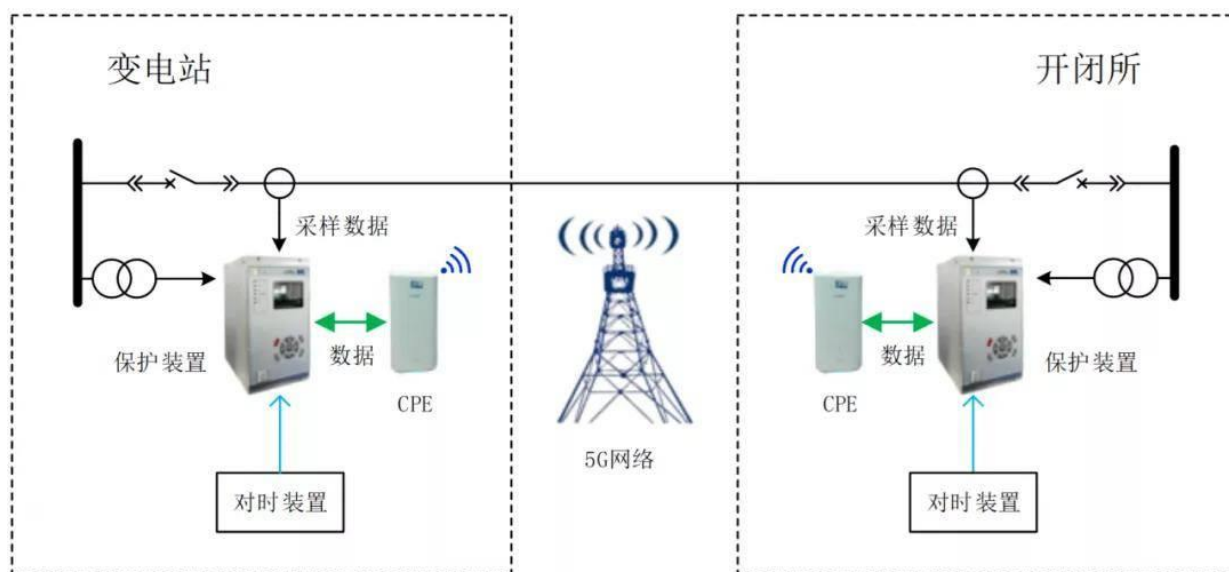


图 19 配网差动保护

应用成效：

- ① 能快速隔离故障，减少故障对用户影响的持续影响；
- ② 故障精准隔离，可解决常规保护不配合引起的越级或不正确动作，减少停电范围，提高供电可靠性；
- ② 利用 5G 交互各点数据，可在故障隔离后的通过快速自投自愈功能，迅速恢复供电；
- ③ 故障定位精确，缩短故障查找时间和抢修时间，从而缩短用户的停电时间。

1.2.2.6 配网微型同步相量测量 uPMU

微型同步相量量测的高密度实时数据通过与自动化、信息化系统实现信息集成和融合共享，可为智能配电网高频运行状态估计、小电流故障诊断与定位、动态特性优化协调控制等高级应用提供数据信息支撑。

微型同步相量测量装置使用以太网接入 5G TUE 终端，将所测的电压电流基波正序相量、三相电压基波相量、三相电流基波相量、频率、频率变化率、开关状态信号、幅值、发电机功角等数据实时、快速传输到 WAMS 主站系统，同时利用 5G 网络的精准授

时功能为测量装置提供高精度的时钟同步信息。

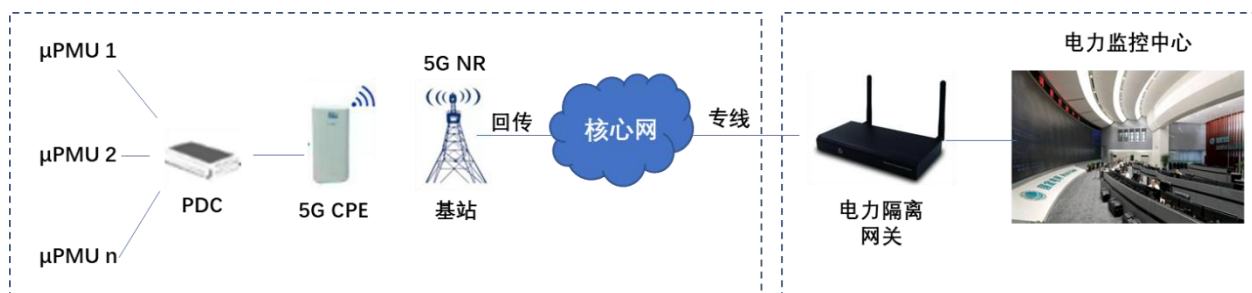


图 20 配网微型同步相量测量 uPMU

应用成效：

- ① 代替了传统光纤的接入，实现了灵活部署，减少施工和维护成本；
- ② 5G 网络可以提供精准授时功能，与光纤方式相比，有效节省 uPMU 终端部署的实际成本；
- ③ 5G 低时延为 uPMU 数据实现快速回传提供了安全通道。

(2) 网络架构

智能配网配电台区业务场景包括感知层、网络层、平台层和应用层。感知层各类监控设备将配电状态数据、动环数据、设备状态数据、可切负荷信息等汇聚到台区智能融合终端,再由台区智能融合终端通过 5G 网络上传至平台层的物联管理平台。在平台层,业务中台与物联管理平台进行协作,完成边和端的配置、管理,支撑实时故障智能研判、负荷分配等服务能力。数据中台按分析模型进行清洗、存储、管理,为配电主站提供数据多维分析、挖掘分析等服务。最后经过处理后的数据由平台层上传至配电自动化主站及其他业务系统。具体技术方案如图 21 所示。

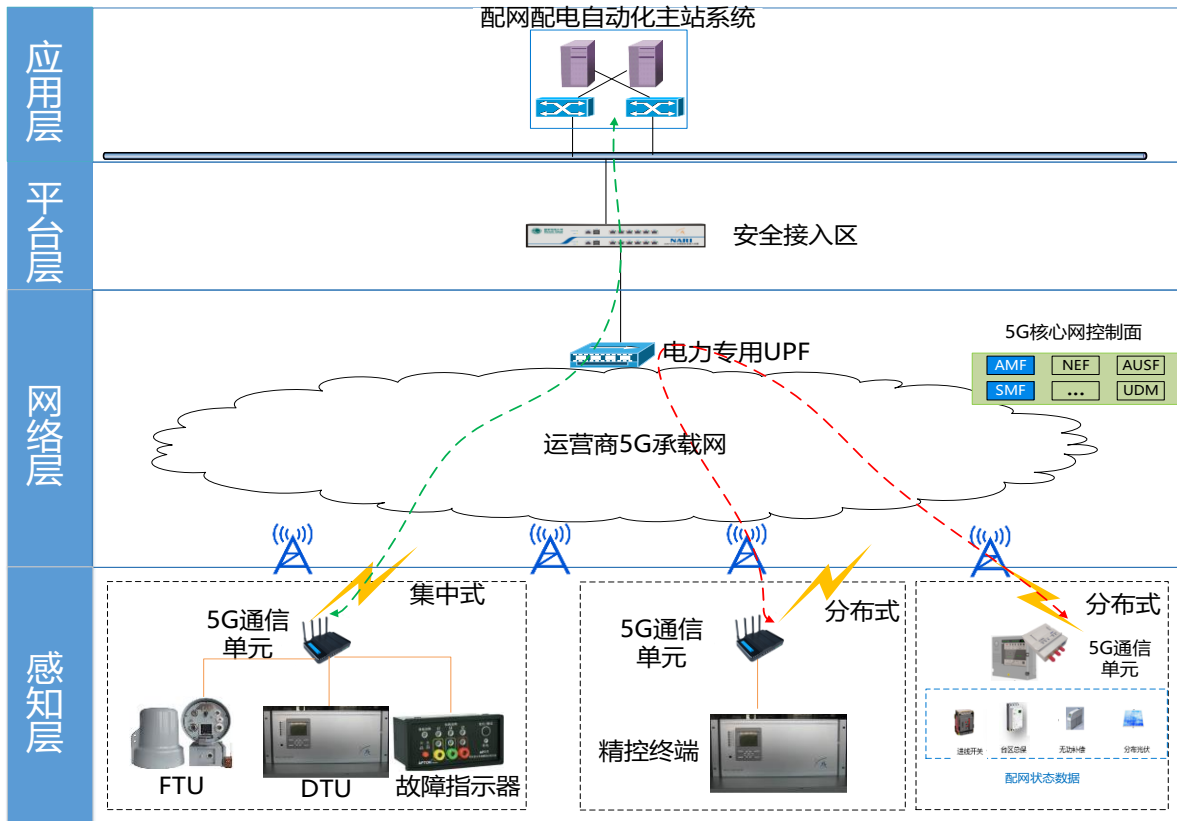


图 21 5G 智能配网配单网络架构

1.2.3 智慧用能用电

(1) 场景描述

1.2.3.1 用电信息采集

用电信息采集系统是对电力用户的用电信息进行采集、处理和实时监控的系统，实现用电信息的自动采集、计量异常监测、电能质量监测等功能。目前一般以天、小时为频次采集上报用户基本用电数据，数据以上行低速为主，后续发展趋势主要呈现出采集频次提升，采集内容丰富、双向互动三大趋势。采集频次提升，为更有效地实现用电削峰填谷，支撑更灵活的阶梯定价，计量间隔从现在的小时级提升到分钟级，达到准实时的数据信息反馈。



图 22 电能表、集中器与嵌入式通信单元

1.2.3.2 智慧家庭用能

智慧家庭用能系统充分利用非侵入负荷辨识、高频采集、高速传输等技术，融通公司、政府、第三方云平台的家庭用能数据网络，利用智能家居互动控制、需求响应控制等应用，产生自上而下的智能家电启停、负荷柔性调节控制流，形成内外资源有机结合的业务流。未来为了减少集中器对所辖大量电表轮询采集而产生的时延，避免集中器单点故障导致的大面积采集瘫痪，提升网络集约化水平，在技术产业推动下，智能电表、智能插座等直采的方式将逐步推广。这种情况下，网络连接数量将有 50-100 倍的提升。

对于智慧用能用电业务，目前 5G 芯片应用的主要问题是成本高，严重制约大规模节点的海量接入。

应用成效:

- ① 实现海量接入；
- ② 用电信息采集频率由小时级提升至分钟级，支撑滑差线损计算。

1.2.3.3 基于 5G 的电动汽车充电服务

在电动汽车充电桩应用 5G 模组,利用 5G 大连接、高可靠特性,实现充电桩的海量、多远数据实时传输和分析,建立“用户-车-桩-站-平台”之间安全快速的友好互动,支撑电动汽车“分时、分桩、延迟”有序充电。当充电设备负载达到变压器阈值时,平台会灵活调节充电桩功率,确保车、桩充电安全。可完成充电设施采集控制业务、充电设施增值类业务、社会充电桩联网业务等。



图 23 电动汽车充电服务

应用成效：

- ① 实现海量、多元充电数据的高速传输和实时分析；
- ② 实现安全、快速、可靠地实现用户-车-桩-站-平台之间的友好互动，提升用户充电体验。

（2）网络架构

智慧用能用电网络主要包括终端层、网络层和应用层，如图 24 所示。

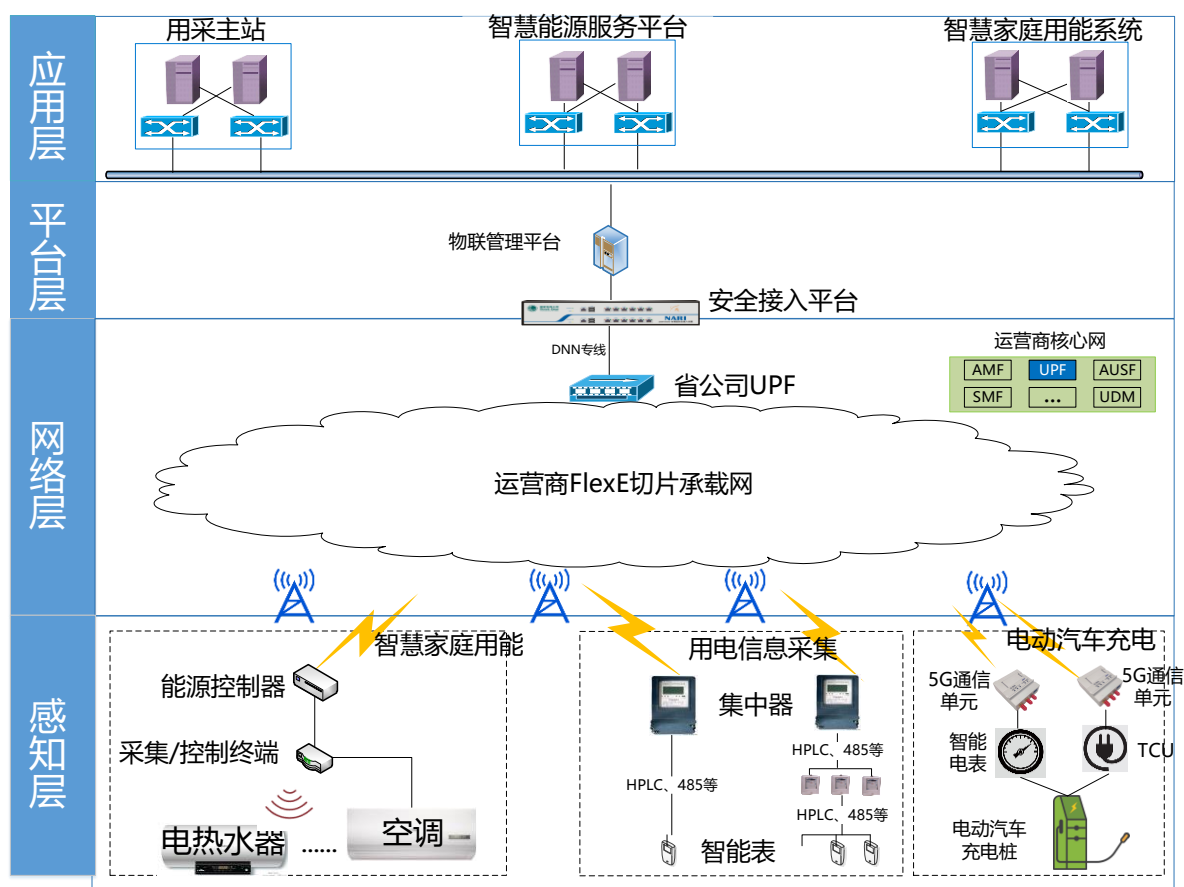


图 24 基于 5G 的智慧用电用电网络架构

1.2.4 移动作业办公

(1) 场景描述

1.2.4.1 移动作业办公

5G 移动作业办公 PAD 广泛应用于营销、运检、基建、物资等多个专业部分，实现线上线下系统业务流程、环节、操作和数据传递的无缝连接，包括现场巡视作业、巡视签到、巡视监控等巡检应用，电费收取、费控停复电、计量换表、全能型供电所等营销服务应用。加速各专业业务系统应用向作业现场、客户服务现场延伸，提升电网安全生产与管理、客户服务水平。

然而目前 5G 芯片成本与 4G 相比并没有优势，此外，存在功耗较大的问题，限制了移动作业办公终端的广泛应用。



图 25 移动作业办公应用

应用成效：

利用 5G 高带宽、低时延特性，加速各专业业务系统应用向作业现场、客户服务现场延伸，提升电网安全生产与管理、客户服务水平。

1.2.4.2 现场安全管控

在基建现场的高清视频终端、手持终端及作业现场的布控球、现场安全管控终端部署 5G 模组，利用 5G 大带宽特性，实现视频图像实时回传，融合 AI 技术，并对现场设备运行、作业情况、环境异常等进行自动化监视，提高作业现场检测力度及违章识别准确度，及时有效发现现场不规范、不文明施工行为，并在设备端对视频数据进行智能分析及预警。

5G 芯片成本、功耗与 4G 相比并没有优势，制约了安全管控终端的普及应用。此外，还需要进一步提升 5G 低时延特性，提升智能监控的实时性。



图 26 人脸识别系统、人员安全行为监控和智能安全帽

应用成效：

可对非法作业人员闯入及时预警，及时准确发现现场异常情况。对作业人员遇到危险状况时及时预警，能够实现对作业现场人员行为和状况的高效、科学管控。

(2) 网络架构

移动作业办公终端包括具备 5G 通信功能的 PAD、手台等手持终端、接入门禁、摄像头、智能安全帽等。在应用方面，部署相应的 APP 应用程序；在接入通道方面，采用 5G 专用切片，接入 5G 网络，通过省公司 UPF 进行数据分流；在边界安全方面，通过内网安全接入平台，实现终端身份认证、边界安全数据交换和统一接入管理；在终端安全方面，遵循公司现有内网终端安全防护要求，安装终端安全专控软件进行安全加固，确保其不能连接信息外网和互联网，并通过安全 TF 卡进行认证及安全加解密后接入信息内网。

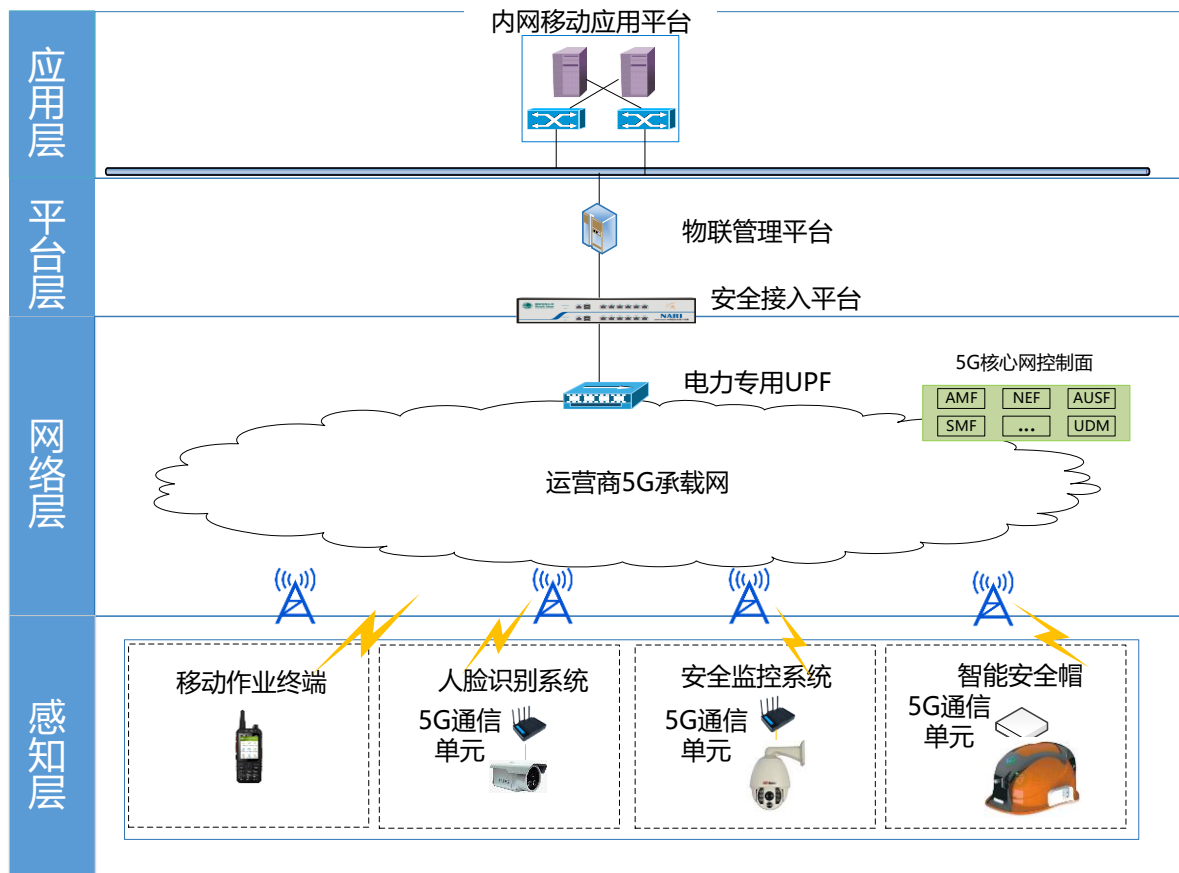


图 27 基于 5G 的移动作业办公业务技术方案

二、网络性能指标需求

2.1 电力应用指标

针对智能巡检、配网配电等典型电力应用，分析各场景对通信网络传输带宽、时延、可靠性、安全性、连接密度等方面的需求。

2.1.1 电力视频巡检监控

视频巡检监控类业务传输数据主要包括高清视频图像、定时录像、拍照功能、飞行状态监控、远程操控、定位导航信息等，基本要求如下：

- (1) 通信速率：视频传输速率 $\geq 25\text{Mbps}$ （4K 高清），视频传输速率 $\geq 6\text{Mbps}$ （1080P 高清），视频传输速率 $\geq 2\text{Mbps}$ （480P 标清），图片传输速率 $\geq 2\text{Mbps}$ ；
- (2) 通信时延：控制链路通信时延 $\leq 100\text{ms}$ ，图像/视频链路通信时延 $\leq 200\text{ms}$ ；
- (3) 通信可靠性： $>99.9\%$ ；
- (4) 连接密度：约 10~20 个/ km^2 ；
- (5) 隔离要求：业务属于管理信息大区，与生产控制大区进行物理隔离，与管理信息大区其他业务进行逻辑隔离。

2.1.2 智能配网配电

智能配网配电业务通信内容包括终端之间相互传递过流标记、过流方向标记等信号数据、配网配电“一键式”指令、负荷恢复、控制指令。具体通信指标需求如下：

通信速率：

- (1) 分布式能源调控控制类 $\geq 2\text{Mbps}$ ；
- (2) 配电自动化“三遥” $\geq 19.2\text{kbps}$ ；
- (3) 分布式馈线自动化 FA $\geq 2\text{Mbps}$ ；
- (4) 智能配电台区 $\geq 19.2\text{kbps}$ ；

隔离要求：生产控制大区业务，要求与管理信息大区业务物理隔离。

2.1.3 智慧用能用电

根据智慧能源服务柔性负荷控制广域通信业务及其特点，其通信指标如下：

通信速率：

- (1) 当前用电数据采集终端约 3kbps, 负荷控制终端约 5kbps, 未来 50kbps~100kbps;
- (2) 当前智慧家庭用能约 400kbps~800kbps, 未来综合带宽需求 $\geq 2\text{Mbps}$;
- (3) 日常业务数据交互单个充电桩通信速率 $\geq 8\text{kbps}$, 充电站视频监控业务通信速率 $\geq 4\text{Mbps}$;

通信时延：

- (1) 用电信息采集 $< 2\text{s}$;
- (2) 智慧家庭用能 $< 1\text{s}$;
- (3) 电动汽车充电服务 $< 2\text{s}$;

通信可靠性：

- (1) 用电信息采集当前远程一次采集成功率 $> 97\%$, 未来要求 $> 99\%$;
- (2) 智慧家庭用能 $> 99\%$;
- (3) 电动汽车充电服务 $> 99\%$;

连接密度：

- (1) 集中器或能源控制器模式连接数量约数百个/ km^2 ;
- (2) 智能电表模式模式下连接数量约数千至数万个/ km^2 ;
- (3) 电动汽车充电桩几百/ km^2 ;

隔离要求：智慧用能用电业务属于管理信息大区，与生产控制大区进行物理隔离，与管理信息大区其他业务进行逻辑隔离。

休眠唤醒应满足以下要求：

- (1) 支持通过 GPIO 管脚方式实现 5G 模块休眠和唤醒；
- (2) 支持 UART 设备通过 AT 指令实现 5G 模块休眠和唤醒；
- (3) 支持语音，短信，IP 报文远程唤醒 5G 模块；
- (4) 唤醒时间建议小于 300ms，不超过 500ms。
- (5) 支持上位机和模组之间通过 USB 方式实现 5G 模块休眠和唤醒。

支持 VOLTE 和 VONR

5G 视频监控场景要求视频能够稳定、流畅播放，当监控设备在处理短信、电话业务时也希望设备能够驻留在 4G 或者 5G 网络，保证视频传输的连续性。

2.2.2 大规模超高清接入

应支持层 2 网络状态感知：

PDCP 缓存信息

基于大规模 5G 超高清视频接入场景，视频业务对实时预览和端边云联动延时比较敏感，为了控制终端设备的视频传输延迟时间，需要终端 5G 芯片支持获取当前层二 PDCP 的缓存大小信息。PDCP 缓存信息准确获取后，视频业务网络感知速度和延时均会可知可控。

上行带宽测量

基于大规模 5G 超高清视频接入场景，视频业务对播放流畅性和录像数据完整性要求较高，需要终端 5G 芯片支持获取统计周期内 TB Size 的累加和，上行频谱效率（MCS 转换）平均值，物理资源带宽 RB NUM 平均值。其中，统计周期支持可配，建议在[100ms, 1000ms]，统计量的误差率小于 10%。上行带宽测量准确度和速度提升后，视频业务能够做到在无线网络小范围波动时不丢帧不卡顿。

设置周期内上行频谱效率（MCS 转换）；

设置周期内物理资源带宽 RB NUM。

2.3 性能需求总表

应用场景 芯片需求	低功耗 远程监控场景	大规模 高清接入场景	分布式 智能协同场景	跨域 目标跟踪 监测场景	人流 密集监控 场景	视频 巡检监控 场景	智能配 网配电场 景	智慧能 用电场 景	移动 作业办 公
功耗	<5W	/	/	/	/	/	/	/	
通信速率	上行>15Mbps	上行>40Mbps	上行、下行>20Mbps	上行、下行>20Mbps	上行>20Mbps	上行2Mbps~25Mbps	上行、下行>19.2kbps~10Mbps	上行、下行>3kbps~4Mbps	上行、下行>128kbps~4Mbps
休眠&唤醒	✓					✓			
VONR	✓								✓
5G LAN			✓	✓			✓		
5G 定位				✓		✓		✓	✓
层二状态感知		✓							
网络切片&URSP					✓	✓	✓	✓	✓
网络异常信息上报	✓	✓	✓	✓	✓				
时延	<100ms	<40ms	<20ms	<20ms	<40ms	<100ms~200ms	<15ms~2s	<1s~2s	<100ms~600ms
可靠性	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.999%	99%	99.9%
连接密度						10~20个/km ²	<几十个/km ²	几百~几万/km ²	几十个/km ²
信号覆盖高度						<200M			

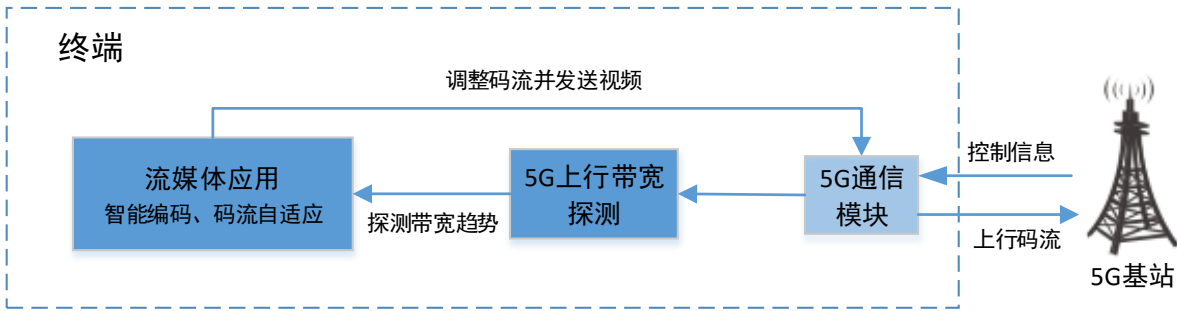


图 29 基于 5G 上行带宽预测的视频终端应用

3.2 跨域目标跟踪监测应用

图 30 为某 5G 智慧城市建设项目，该项目涉及整个区监控设备的智能联合，涉及城市道路、商场、地下车库等室内外区域。通过 5G LAN 技术实现监控设备的快速发现及目标事件联动，结合 5G 室内外定位技术实现在该系统范围内对感兴趣目标进行跨域追踪。



图 30 跨时空全过程追踪效果图

系统可以基于多路摄像头的关联传递对目标进行持续的关联追踪，并通过追踪结果绘制完整的行径路线。同时系统可以输出不同摄像头，不同时间点的抓拍图像和属性状态。最终实现对感兴趣目标的全过程溯源。



图 32 人流密集监控应用方案

3.4 故障指示器应用

基于 5G 的故障指示器已在河北省某地的输配电线路广泛应用并取得良好成效。故障指示器可以实时获取线路电气参数、故障瞬间波形等信息并发送至主站进行研判，再通过 5G+北斗卫星导航系统获取精准三维坐标，可精准绘制线路拓扑，明确故障区间，利用配套的故障定位 APP，将巡线人员导航至故障区段，大幅减轻人工巡视配电线路的难度和负担，提高预警能力和工作效率，提升配电网的供电可靠性。其中，故障指示器使用的 5G 通信模块基于 R17 标准，引入低时延特性，将时延缩短至 10ms 量级以下。通过裁剪射频通道输、降低带宽、采用 eDRX、小包传输、测量放松等终端节能技术，可将功耗减少到目前的 1/3，保证故障指示器可以在线 7*24 小时不间断工作。



图 32 河北某地故障指示器在线监测图

现场设备包括远端数据分析服务器、一个以上的故障指示汇聚器、一个以上的 RF 通讯接口的采集器。故障指示汇聚器通过 RF 通讯和一个以上的采集器连接，组成数据传输的通讯网络。故障指示汇聚器通过 5G 网络与远端抄表服务器进行双向交互。基于 5G 的故障指示汇聚器包括：测量模块，用于测量 10kV 配电线路负荷电流，使用户实时了解各处线路电流值，以便及时发现排除故障隐患；中央处理模块，对获取的数据进行存储、计算、分类处理；加密模块，用于对处理后的数据进行加密设置。5G 通信传输模块，将加密处理后的数据进行传输到用户端。

采集器检测线路三项负荷电路、场强、温度等，并将故障前后电路和场强进行录波输给汇聚器。汇聚器接收、处理采集单元上传信息。汇聚器与采集器通过 RF 微功率无线双向通信。然后中央处理模块对获取的数据进行处理，并定时传达数据采集和传输指令。加密单元用于对通过通信传输模块传输过程中的数据进行加密，防止数据更改；5G 无线传输将加密处理后的数据进行传输到云端进行数据智能分析和处理。

通过 5G 无线传输模式进行上行大宽带、可靠、快速、智能、海量通信，大大缩短了物联网终端之间的交互时间，极大提高数据的安全性，并支持云端大数据分析。使配网故障处理时间从分钟级提高到毫秒级，有效缩短线路故障恢复时间，变“被动人工报修”变为“主动智能监控”，切实提升电网运维水平。

3.5 智能电能表应用

在山东省某市，基于 5G 的智能电能表已完成数十万台终端节点的装替，可以实现自动采集功能、电量统计、配电检测、能耗监测、远程控制等功能。有了 5G 网络海量连接终端能力的加持，用电信息的采集时间间隔将提升到分钟级甚至秒级，实现实时的数据信息反馈。



图 33 山东某市智能电能表应用

智能电能表应用的现场设备包括远端抄表服务器、一个以上的智能电表采集器、一个以上的带载波通讯接口的用户表。智能数据采集器通过低压电力载波通讯和一个以上的用户表连接，组成数据传输的通讯网络。智能电表采集器通过 5G 网络与远端抄表服务器进行双向交互。基于 5G 的智能电能表包括：抄表模块，用于对不同的记录表进行数据的获取；中央处理模块，对获取的数据进行存储、计算、分类处理；加密模块，用于对处理后的数据进行加密设置。5G 通信传输模块，将加密处理后的数据进行传输到用户端。

通过抄表模块对不同的用户表进行数据的获取；然后中央处理模块对获取的数据进行处理，包括对不同的记录表进行分类，计算所需费用，设置一个固定的时间将计算后

通过 5G 无线传输模式进行可靠、快速、海量通信，大大缩短了物联网终端之间的交互时间，且通过对所获取的数据进行多重加密，极大的提高数据的安全性。

四、总结

5G 商用两年来，我国 5G 终端应用规模不断扩大，视频及电力行业作为众多行业的典型代表见证了 5G 行业的持续发展。5G 终端是连接网络基础设施和和行业应用的桥梁，而 5G 模组是实现终端设备入网的关键环节。目前，5G 芯片的高成本、适配性不足等问题极大制约着视频、电力等垂直行业 5G 模组的规模化落地。

本白皮书介绍了视频及电力行业的典型应用，体现了 5G 安全、可靠、大宽带等特性，带来了明显的应用成效。针对行业 5G 场景应用中仍存在的痛点和不足，文中提炼梳理了 5G 芯片需要满足的指标需求，以全面覆盖视频及电力的关键应用指标，加快视频及电力行业的数字化转型，推动低成本、低功耗、低复杂度的 5G 芯片研发及产业化，加速 5G 行业应用规模化发展，助力 5G 应用“扬帆起航”。

