



中国联通
China unicom

中国联通5G赋能电力数字化解决方案

行业政策:聚焦新型电力系统建设和源网荷储一体化

新型电力系统是针对电力生产、存储、输送与消费模式的变革, 涵盖“**发输变配用**”**五大环节**以及“**源网荷储**”**四大要素**, 针对国家“双碳”战略, 提出的新的建设目标, 承载着能源转型的历史使命。

【习近平总书记在第七十五届联合国大会上提出】:二氧化碳排放力争2030年前达到峰值, 争取2060年前实现碳中和。

【关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见】:通过优化整合本地电源侧、电网侧、负荷侧资源, 探索构建源网荷储高度融合的新型电力系统。

【2023年能源工作指导意见】:深入推进能源革命, 加快规划建设新型能源体系, 着力增强能源供应链的弹性和韧性, 提高安全保障水平;着力壮大清洁能源产业, 加快推动发展方式绿色转型。

2020

2022

2023

2021

2022

【能源领域5G应用实施方案】:加快推动5G应用的相关部署要求, 拓展能源领域5G应用场景, 探索可复制、易推广的5G应用新模式、新业态。

【“十四五”现代能源体系规划】:加快能源产业数字化和智能化升级, 全面构建适应新能源特点的新型电力系统、以新能源为主体的能源结构、以安全绿色低碳智慧为特征的现代能源体系。

机遇与挑战:电力数字化转型背景下的破局之道

传统电力产业各环节彼此孤立，难以协同，依托5G、AI、大数据等数字化技术与电力业务相融合，助力电力系统打通各环节数据壁垒，构建安全可控、绿色低碳、高效敏捷的新型电力系统，加速电力数字化转型。

出力不稳定

- 新能源发电惯性缺失
- 电网稳定性风险

安全风险高

- 人员作业管控
- 设备运行状态
- 环境数据超标

工作效率低

- 系统各自为政
- 数字化水平不足

管理手段单一

- 巡检类型多样
- 设备种类繁多
- 人工费时费力

构建新型电力系统

- 源网荷储一体化5G虚拟电厂
- 5G分布式能源调控

电力安全提升

- 人员安全
- 设备安全
- 环境安全

数据价值化

- 营配贯通与业务联动
- 数据分析与辅助决策

业务智能化

- AI智能巡检
- AI全量数据采集
- AI智能替代人工



5G技术与电力业务需求高度契合

大带宽

智能巡检

自主巡逻或远程控制,多个作业现场之间进行实时信息交互和协作

视频监控

针对配电网重要节点运行状态、资源情况进行监视



广连接

用电信息采集

对用电设备进行高频次数据采集
实物ID

连接海量电力物资等资产设备
配网状态监测

低时延

差动保护

实现故障的精准隔离

配网自动化

实现对配电网的自动化控制

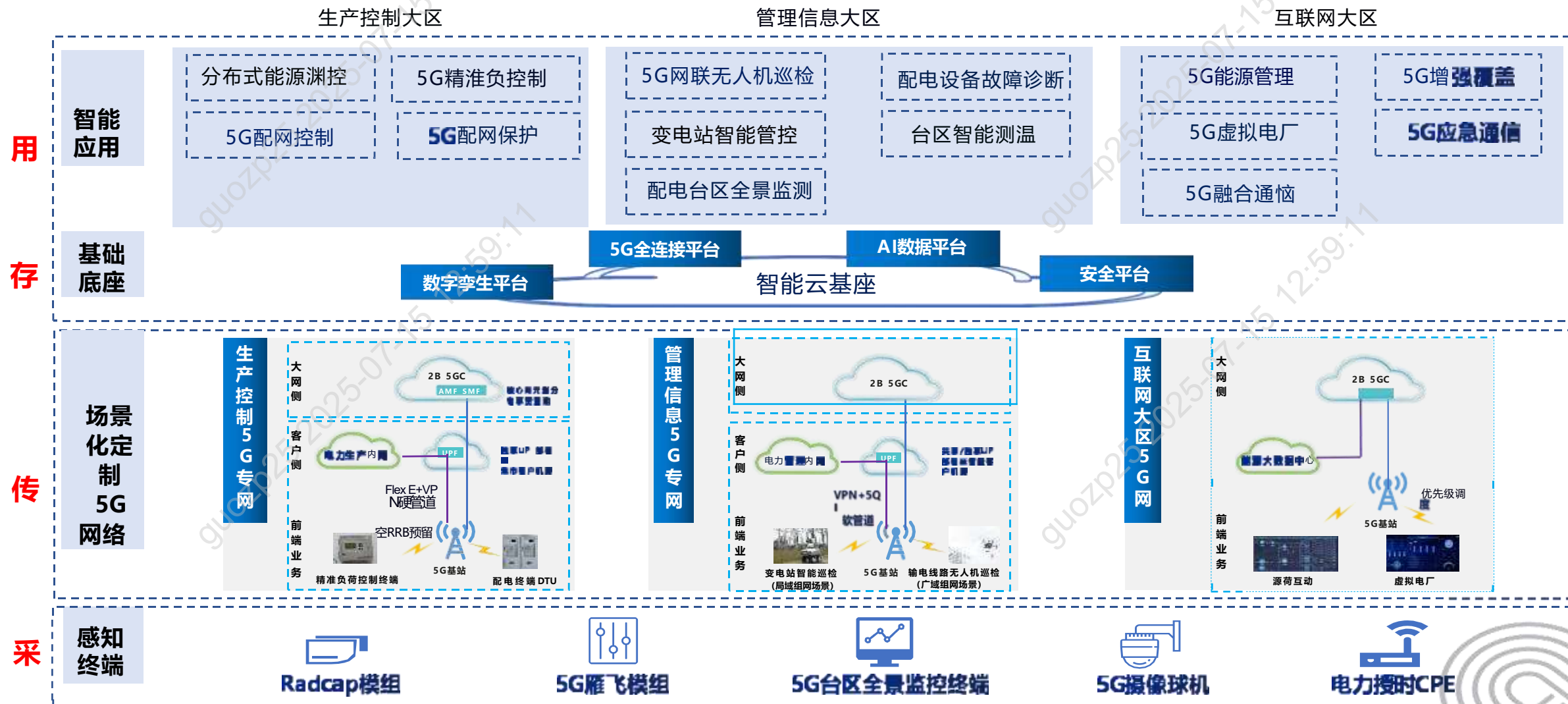
精准负荷控制

解决电网故障初期出现的问题

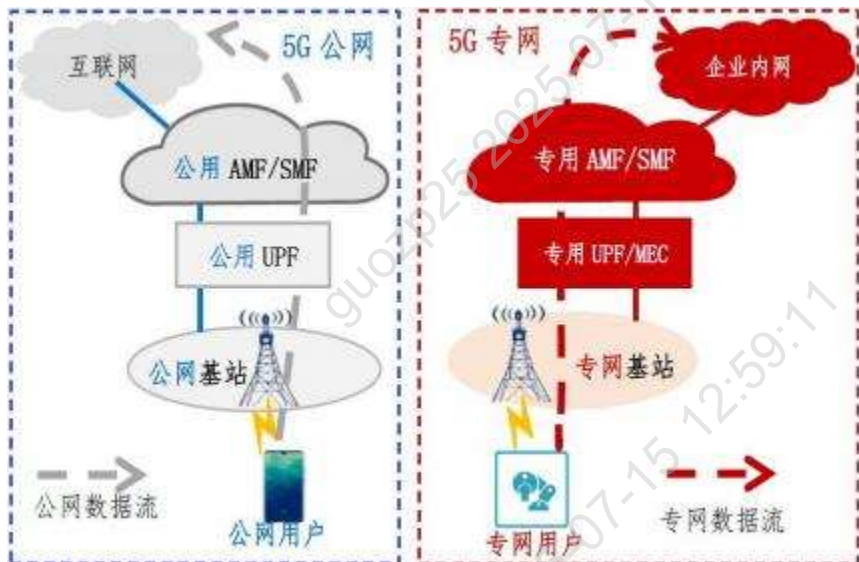
传统通信方式难以满足数字电网发展需求, 电力生产、传输、消费全过程需要低时延、大带宽、大连接, 对5G的诉求十分迫切

整体架构:以5G数据连接为核心，助力电力数字化转型

依托联通在泛在链接上的基础网络资源、云网一体、属地化服务优势，结合长期的数字化运营经验，以5G泛在连接为基础，电力数据深度挖掘为核心，AI智能化场景应用为方向的战略布局。



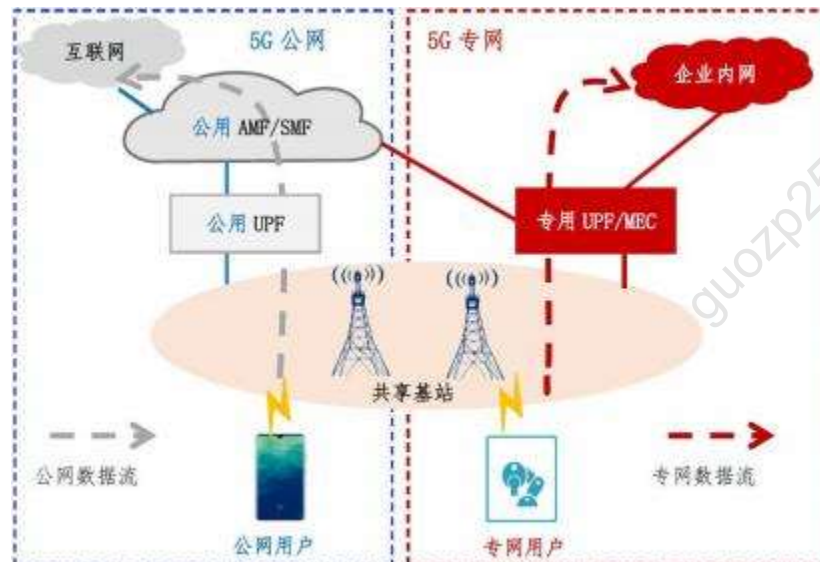
5G独立专网



利用5G组网、切片和边缘计算等技术，采用专有无线设备和核心网一体化设备，为行业用户构建一张增强带宽、低时延、物理封闭的基础连接网络，实现用户数据与公众网络数据完全隔离，且不受联通公众网络影响。

场景：适用于局域开放园区，港口码头、城市安防、工业制造等。

5G混合专网



以5G数据分流技术为基础，通过无线和控制网元的灵活定制，为行业用户构建一张增强带宽、低时延、数据不出园的基础连接网络。

场景：适用于局域封闭区域，矿井、油田、核电、监狱、军队等。

5G虚拟专网



基于5G公众网络资源，利用端到端QoS或切片技术，为客户提供一张时延和带宽有保障的、

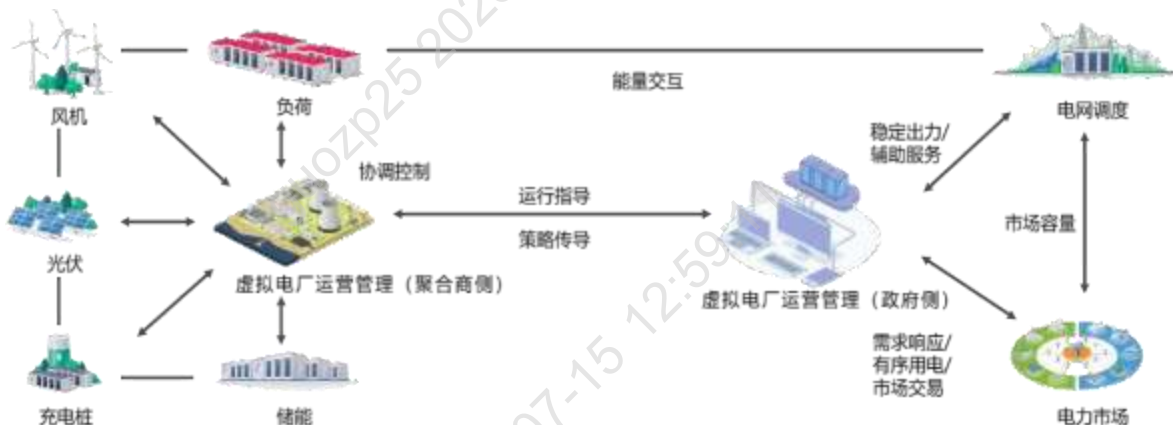
与公众网络普通用户数据隔离的虚拟专有网络。

场景：用于广域专网业务，智慧城市、智慧景区、新媒体、智能交通

构建新型电力系统：“源网荷储”一体化5G虚拟电厂

整合工业、商业、居民用户的**分布式电源、储能、柔性负荷以及能源场站**等资源，参与**电力需求响应**，辅助服务市场、电力现货市场，接受电网调度，保障电网安全稳定运行，实现**市场资源优化调节**。

方案架构



功能介绍

(1)政府侧虚拟电厂运营管理平台:

- 对各类聚合商侧进行统一管理，与电力交易系统、电网调度管理系统对接
- 提供虚拟电厂全景监测、市场服务功能，满足政府对区内宏观、微观层面的可调节资源与碳排放监测管理

(2)聚合商侧能源聚合服务平台

- 区域内“源网荷储”全量资源聚合数据采集和高级量测;
- 分布式光伏、风电等新能源和分布式储能的调节能力评估、发电预测以及场站运行状态分析
- 承接政府侧虚拟电厂运营管理平台发布的需求，参与电网需求响应、削峰平谷

统一接入模型



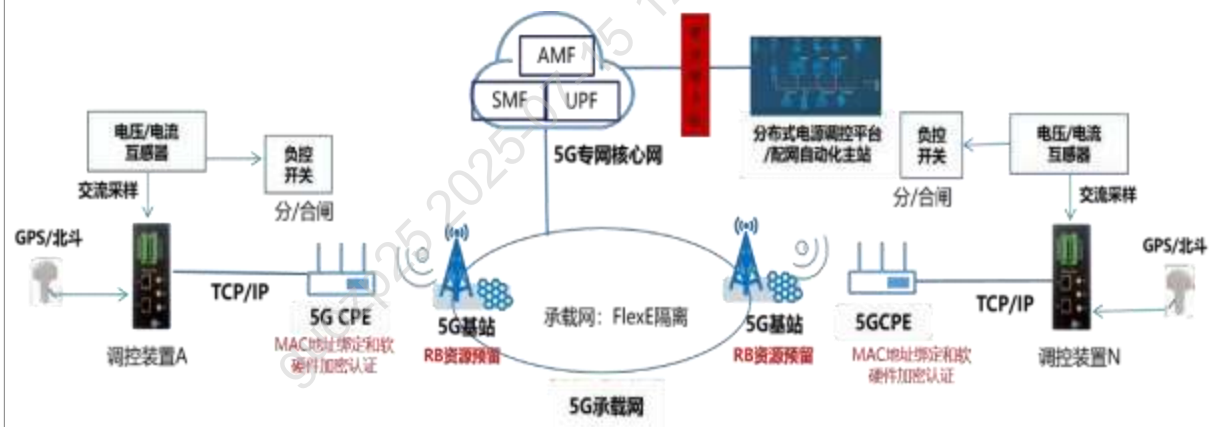
业务架构



构建新型电力系统:5G分布式能源调控

方案概述

- 面向离散单点分布式电源接入，根据电力行标**分布式电源接入配电网技术规范**，按照并网电压等级和并网容量划分，进行配电自动化和用电计量两种业务进行监视，
- 联通提供定制化的5G网络切片服务，满足业务的**带宽、时延和可靠性**需求，并通过安全接入区接入分布式电源监控主站。实现分布式电源的**群观群控**，支撑电网调度运行



实现效果

- 联通定制化5G网络切片服务，提供的**稳定、可靠**网络服务
- 解决在光纤覆盖不到的区域，**分布式电源接入**需求
- 根据电能供应及负荷的变化，做出**精细化的能源调度策略**，保证电网**安全、稳定**运行

核心产品

承载业务种类	定制化5G网络服务产品	终端产品	保证的性能指标
分布式电源接入配网 (生产控制大区业务)	资源独享, E2E硬切片	提供满足电网协议适配的5G CPE	带宽: $\geq 2\text{Mbps}$ 时延: $< 50\text{ms}$,
分布式电源采集计量 (管理信息大区业务)	通过QoS切片方式提供资源优先调度	提供满足电网协议适配的5G 模组、5GCPE	带宽: $\geq 2\text{Mbps}$ 时延: 秒级
分布式电源调控 (生产控制大区业务)	资源独享, E2E硬切片提供5G授时服务 5G LAN服务	提供满足电网协议适配的5G CPE; 5G授时CPE等	带宽: $\geq 2\text{Mbps}$ 时延: $< 20\text{ms}$ 授时精度: $10\mu\text{s}$

电力安全提升:无人机巡检

方案概述

- 无人机搭载高清可见光摄像头、红外设备、激光雷达等传感器，通过5G网络巡检输电杆塔及线路，解决**传统人工巡检**，**巡检效率低下**等问题
- 通过**联通基于QoS保障的5G虚拟专网**，实现巡检视频实时回传，出现断网视频本地存储，待网络恢复后，支持将位置信息和时间戳的巡检视频断电续传；
- 通过**MEC平台**，搭载AI视觉智能分析识别算法，实现对险情自动提取，实时反馈至巡检平台



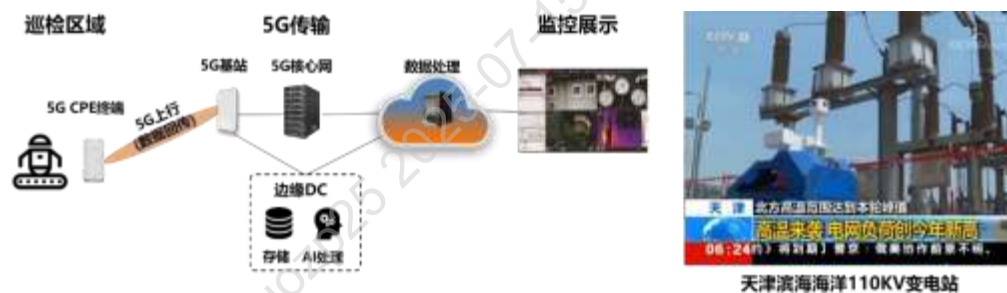
方案价值

- **提高巡检效率：**通过5G网络实现视频实时回传，断网后支持本地存储后，断电续传
- **扩大巡检距离：**支持无人机集群协同飞行，地空全面覆盖
- **增强预警时效：**融合5G+AI算法，巡线中险情特征自动提取，实时反馈管理平台

核心产品

承载业务种类	定制化5G网络服务产品	应用产品
输电线路无人机巡检 (信息管理大区业务)	通过QoS切片方式提供资源优先调度	(1) 5G多旋翼巡检无人机 (2) 5G+MEC+AI视频识别应用

应用案例



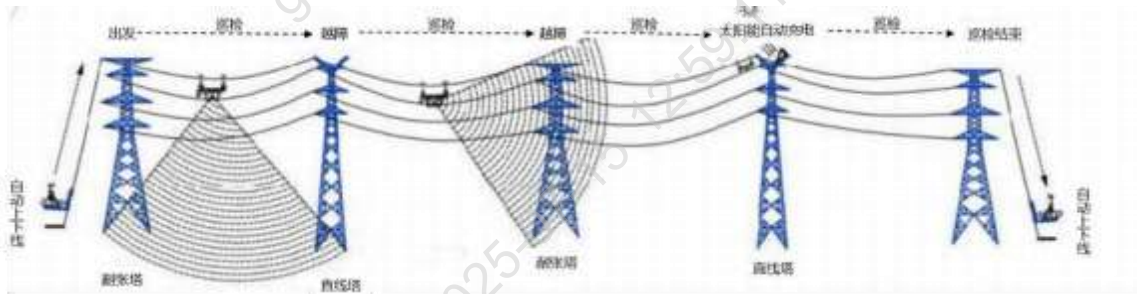
北京电力冬奥保障项目：在昌平、延庆的76条冬奥输电线路的324基杆塔，开展5G无人机巡检，实现无人机敏捷控制和高清视频实时回传，形成5G+无人机电力业务巡检的规模实践，**相比人工巡检，提高巡检效率8倍**



电力安全提升:巡检机器人/室外带电作业机器人

巡检机器人方案概述

- 输电线路巡检机器人，实现**全线路巡航**、**线路带电巡航**、**近距离检测**
- 实现外观检查：破损、缺失、移位；红外检测：接头温度
- 线路走廊：LIDAR 3D扫描
- 支持带电检测、故障判别、状态评估、综合管控



方案价值

- 提高巡检效率与准确度
- 底稿带电作业自动化水平
- 提高巡检覆盖率
- 降低巡检成本
- 提高巡检安全性
- 减少带电作业风险



室外带电作业机器人方案概述

- 带电作业机器人具有智能化、安全可靠、环境适应性强特点，**替代人工在恶劣场景下进行10kV带电作业**



作业流程自主为主
人工遥操作为辅



多级绝缘防护

操控简单，依托强大算法
路径自主规划、自动障碍

算法距离保障
机械臂和相邻带电体
控制安全距离

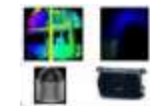
"全局激光" + "面阵激光"
实现厘米级精准定位



末端工具支持异常情况脱困
异常场景下自动和主线脱离

智能剥线器-自动感知不同
主线线径、不同线皮厚度

个线夹适应不同主线
和支线组合



厘米级定位精度

智能剥线，环境适应性强



方案价值

- 杜绝操作安全隐患
- 提升设备运行质量
- 缓解操作频次压力
- 提高检修操作效率
- 降低整体操作成本

电力安全提升:5G+ 高清视频

需求

- 电厂安全高于一切， 必须进行稳定可靠、 精确、 持续的安全监控；
- 电厂运营少人化， 甚至是“无人化” 是智慧电厂发展的趋势；
- 电厂设备分布零散， 监管起来比较困难， 有线网络有部署限制， 亟需实现全场景多路高清视频的实时回传， 方便运维及管理人员随时查看；
- 现有4G上传带宽有限， 难以支撑多路高清视频应用。

场景

□ **5G+高清视频**： 通过5G大上行的多路高清视频实时回传能力， 实现对电厂安全生产的**集中运维管理**， 管理员在机房进行厂区安全监测。

关键设备



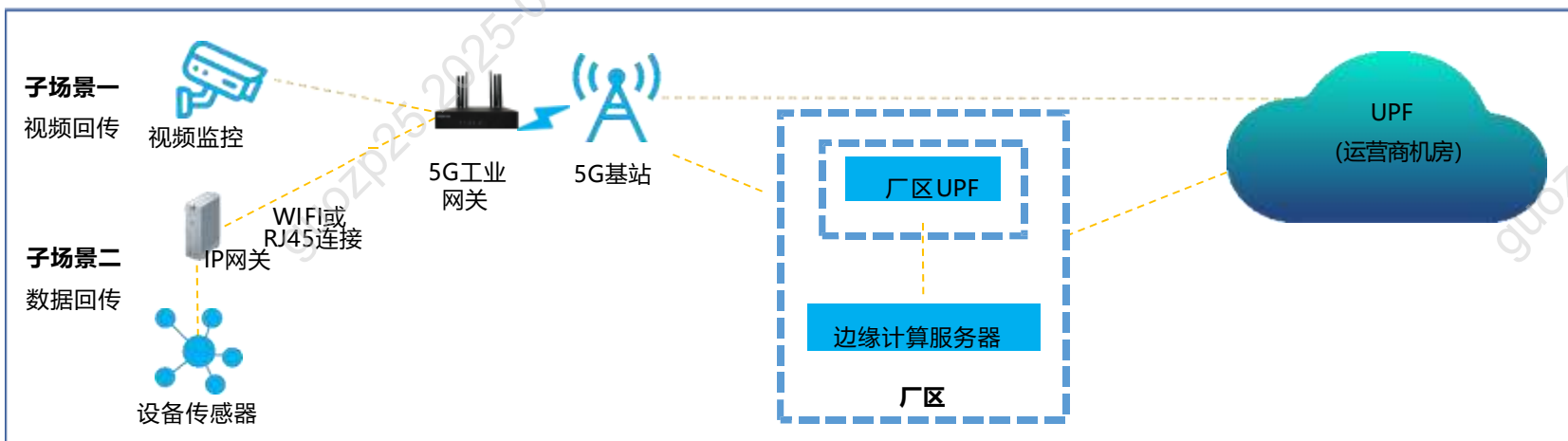
重大危险源



重大隐患



核心装置

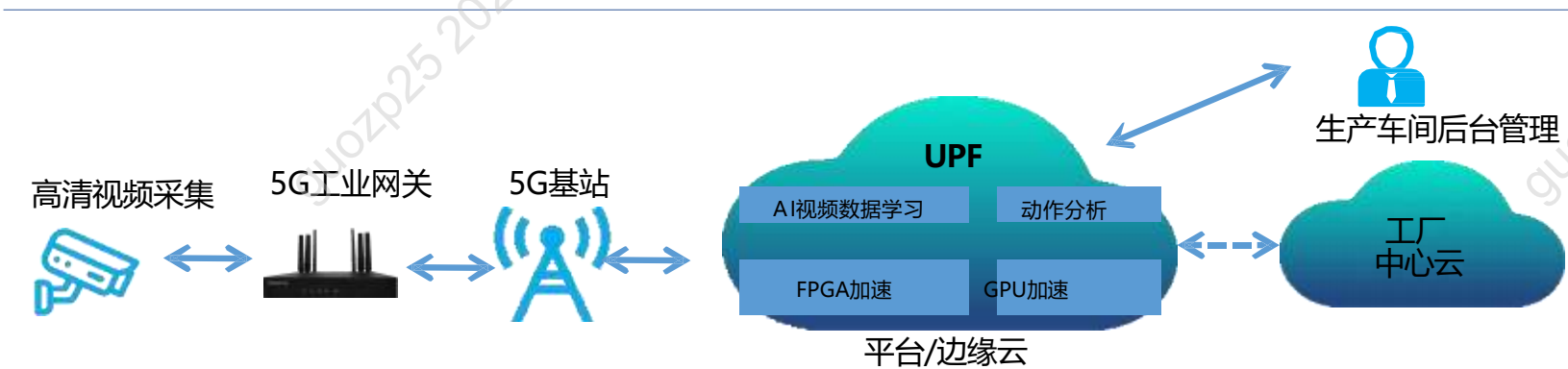


核心产品

承载业务种类	定制化5G网络服务产品	应用类产品
电厂视频监测 (管理大区业务)	通过QoS切片方式提供资源优先调度； UPF下沉， 数据不出厂区	(1) 高清摄像头 (2) 5G工业网关 3 电厂智能运维平台 4 边缘计算服务器

电力安全提升:5G+AI合规性监测

需求	场景	应用
<ul style="list-style-type: none"> 实现电厂生产安全的精细化管理 减少电厂安全生产事故的发生概率 提升电厂安全生产综合管理水平 	<p>5G+AI: 5G把视频监控数据实时回传至边缘侧或中心侧, 以AI视觉分析技术为核心, 实现生产安全合规监测, 助力智慧产线和智慧工厂实现降本、提质、增效。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 工装穿戴识别、进出人数统计、人员越界侦测 在岗行为检测、在岗脱岗监测、操作工序合规 设备仪表监测、人机作业安全、物体计数统计



基于5G+AI智能分析技术, 结合图像进行分析, 打造全方位厂区安防监控系统

核心产品		
承载业务种类	定制化5G网络服务产品	应用类产品
电厂安防监控 (管理大区业务)	通过QoS切片方式提供资源优先调度; UPF下沉, 数据不出厂区	(1) 高清摄像头 (2) 5G工业网关 (3) 边缘计算服务器

方案痛点

- 在生产过程、能源传输、用户管理上使用**系统众多**，**数据分散**，**无法统一管理**，形成**数据孤岛**的问题；
- 对于发电机组的运行状态没有进行监控，造成**机组运行状态不明确**、**维护费用高**等问题。

方案价值

- 整合生产核心数据，打破当前多系统孤岛，实现从原料→机组运行→客户能源使用的**生产经营闭环数据展示**，提前预测告警耗能、用能可能存在的问题；
- 实现用户用热、冷等的信息的远程在线监测，提升企业用户管理的效率，减少人工现场抄表成本。

方案概述

基于建立大型园区智慧能源综合管理平台的应用项目，针对电力行业设备、生产数据做精细化把控场景中网络建设、数据采集、分析、显示等设计。



应用案例

华电智慧园区能源综合管理





数字信息基础设施运营服务国家队
网络强国数字中国智慧社会建设主力军
数字技术融合创新排头兵