



燃煤发电厂5G应用方案

联通数字科技有限公司

5G应用创新中心

许灵军, 18610742388

5G应用方案概览

应用名称	场景	用途	创新性
5G无人机巡检应用	电厂厂区设备及输煤巷道	漏气、漏液、设备安全状况巡检，以及输煤巷道设备、巷道下方车辆及人员作业行为巡检	高（输煤巷道5G无人机巡检为 业界首创 ）
传送皮带5G智能巡检应用	输煤皮带	皮带撕裂、皮带跑偏、托辊损坏、皮带温度异常、发生明火、环境参数异常等巡检	中等（前期业界已有部署）
煤场5G智慧盘煤应用	煤场	煤炭物料实时盘点及煤场库容核算	高（5G盘煤为 业界首创 ）
5G煤仓疏堵应用	煤仓	对煤仓下、中、上部的堵煤做全方位智能清理	高（5G煤仓疏堵为 业界首创 ）
5G融合通信应用	安全生产、作业调度、应急指挥	提供超高清实时语音、视频对讲等多媒体服务和有线无线跨集群互联互通、统一管控能力，有效提升日常生产和应急处置效率，最大限度保障电力供应。	中等（前期业界已有部署）
5G综合准控应用	2C：移动办公（替代VPN） 2B：5G作为厂内有线的备份	2C：对电厂员工5G手机访问企业内网进行二次认证、分权分域、溯源审计、热点防私接管理等 2B：对电厂5G物联网设备接入企业内网进行二次认证、固定IP地址分配、后路由管理等	高（联通独有随行专网分流策略+二次认证双重防护，为 业界首创 ）
5G融合网管应用	电厂厂区所有网络设备	对厂区内5G设备（基站/UPF/MEC/切片/CPE）、PON设备（ONU/OLT）、Wi-Fi设备（AC/AP）、数通设备（交换机/路由器/防火墙）等统一纳管	高（联通独有5G专网管家+丰富网管经验，为 业界首创 ）

1、5G无人机巡检应用

火电厂巡检的典型挑战

火电厂巡检一般包括管线巡检及厂区巡检，通常面临各种复杂的环境，传统人工巡检需消耗大量人力且存在巡查死角。

管线巡检

- **巡检环境复杂：** 管线通常涉及到高海拔或城区复杂环境，传统地面人工巡检方式难以有效覆盖；
- **线路距离长：** 电厂涉及输电管线、取水管线、输煤巷道，管线类型多，长度长，覆盖面大；
- **人员工作量大：** 传统人工巡检需要大量人力物力才能完成高频次巡检
- **作业风险高：** 传统人工巡检需面临恶劣环境，存在大量作业安全隐患（中暑、低温、跌落、蜂害、蛇害等）

厂区巡检

- **整体感知力弱：** 厂区内设备分散，布局复杂，传统人工巡检难以对整体运行情况进行感知；
- **设备复杂度高：** 厂区中存在高度在百米以上的烟囱，高温高压的设备，人工巡检难度大，风险高；



无人机巡检优势

通过使用无人机进行巡检，可以克服地形困难，轻松应对各类精细化巡检场景。

自动化巡检

无人机能够预设航线，自动飞行，巡检过程无需人为操作

精细化巡检

无人机支持对巡检线路自定义角度进行拍照，高倍混合光学变焦相机，不错过任何细节

广泛适用

适合山区、大落差、城区等各种复杂环境，且白天夜间均可使用



无人机火电厂巡检方案架构

无人机火电厂巡检应用体系



联通增值服务

保养管理

平台对接

飞手培训

5G网联无人机平台产品

5G网联无人机平台产品，通过配合使用无人机网联设备（机载5G通信模组）为无人机提供基于5G通信的飞行控制、任务规划、设备管理、数据管理、智能分析等能力，可以有效解决传统无人机飞控距离短、数据实时性低等问题，实现无人机服务的网联化、实时化和智能化升级。



产品功能

飞行控制

任务规划

设备管理

数据管理

智能应用

历史统计

产品特色

- **领先技术**：通过“机-网-云”联动实现**超低时延**网联无人机应用，并提供多无人机+多管理端**综合调度**管控；
- **特色服务**：针对不同行业的业务编排能力，以自研能力支持灵活机动的**定制化**需求；
- **高兼容性**：跨品牌无人机统一管理，跨品类自动化设备统一管理；
- **灵活部署**：公有云/本地部署可供选择。

管线巡检场景——优势分析

无人机搭载高清可见光相机，通过快速建图航拍，即可获取长输管线地表影像数据，从而快速准确进行识别和巡检。

精细化巡检

- **高空视角：**通过高空视角，直观获取地表信息及周围隐患问题的全局图片；
- **全方位无死角：**从不同角度拍摄线路情况，实现多角度无死角巡检；
- **高像素+大变焦：**高倍混合光学变焦相机，支持高清摄像，不错过任何细节；
- **多环境拍摄：**相机算法优化，逆光情况仍可高效拍摄识缺，提升巡检质量效果；
- **精准测温：**通过热成像相机可轻松发现如线夹、刀闸等设备的高温异常问题，及时找到设备安全隐患；



管线巡检场景——输水管线

无人机搭载多传感器相机，高效作业，快速准确识别漏水点，降低泄露故障造成的影响。

输水管线巡检困境

- **线路长：**由于输水管线线路漫长，一般达到几十公里，巡检工作量大；
- **环境复杂：**途径区域偏僻，地貌复杂多变，管线漏水难以监控；
- **设备坏损率高：**设施经常因季节变换地层移动而损坏，这些外在因素极大增加了巡检难度，由此导致的巡检疏漏，将造成难以估量的后果。

无人机巡检作业

- **快速巡查：**无人机搭载多传感器相机对输水管线进行录像及拍照，实时回传拍摄画面，不同作业模式可以实现每天20~80km的巡检效率；
- **红外成像定位故障点：**使用无人机搭载多传感相机中的红外热成像镜头，通过清晰的红外热像图快速定位故障点，搭配变焦镜头拉近镜头远距离查看管线泄漏点细节，将清晰影像实时传输指挥端并保存，及时发现安全隐患，降低泄漏影响面积。



管线巡检场景——蒸汽管道

无人机搭载多传感器相机，高效作业，快速准确识别管道故障及漏汽点。

蒸汽管道巡检困境

- **高温高压环境：**蒸汽管道内存在高温高压蒸汽，人工巡检面临较大的危险；
- **线路复杂：**蒸汽管道布线复杂，高空管道人工难以巡查；
- **人眼识别漏点困难：**蒸汽管道漏汽一处漏点可能伴随多处冒汽，人工难以短时间寻找真正漏点位置；

无人机巡检作业

- **灵活巡查：**无人机搭载多传感器相机可对复杂布局的管道进行各个方位巡检；
- **红外成像定位漏汽点：**无人机红外热成像能快速查找到温度最高点，从而判定漏点位置，减少作业面，缩短施工时间。



管线巡检场景——输煤巷道

无人机搭载多传感器相机，对输煤巷道破损及周围环境进行巡检。

输煤巷道巡检困境

- **巷道周围巡检困难：**巷道覆盖范围广，巡检人员难以及时对巷道及设备是否有破损，巷道下方是否存在车辆及人员作业等行为进行及时发现；
- **环境复杂：**输煤巷道存在大量粉尘，对巡查人员身体健康造成危害；

无人机巡检作业

- **巷道破损巡查：**利用无人机高清镜头对巷道顶部，两侧及底部，以及巷道支架等设施进行全方位精细巡检，及时发现巷道破损以及相关设备损坏情况；
- **周围环境巡查：**利用无人机的高空视角的优势对巷道下方及周围环境进行巡检，发现违规车辆或人员目标后，可通过机载喊话器和警示灯驱离非法人员，后端人员可快速安排现场人员进行核查。



管线巡检场景——输电管线

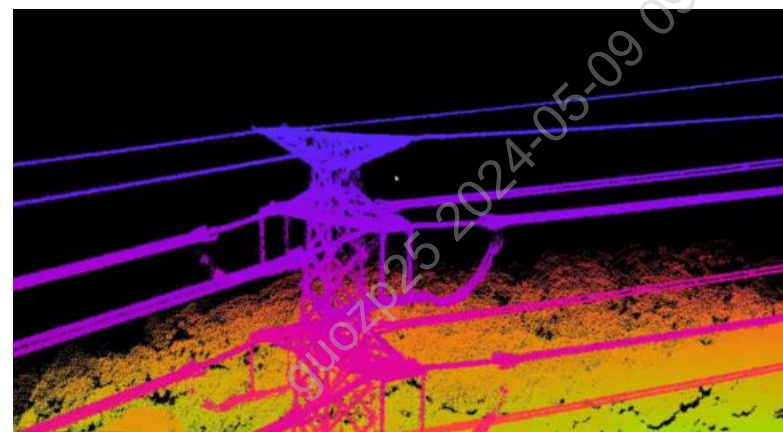
无人机搭载多传感器相机，高效作业，快速准确识别输电管线异常。

输电管线巡检困境

- **线路距离长：**输电线路一般存在覆盖范围广、基建环境差、传输距离远等问题；
- **环境复杂：**输电线路山地林区陡峭路线，配电线路城区高楼复杂环境；

无人机巡检作业

- **精细化巡查：**利用无人机抵近输电线路进行巡检，并可对输电杆塔的关键结构位置进行清晰全方位检查；
- **红外巡查：**无人机搭载红外相机可对发热部件进行全方位，多角度的拍摄，精准定位隐藏发热位置，快速排查隐患和故障；
- **数字化巡检：**无人机搭载激光测距雷达获取高精度的模型数据，构建数字化电网沙盘，其数据可以直接用于自动化树障测量，杆塔倾斜状态分析等数字化应用



厂区巡检场景

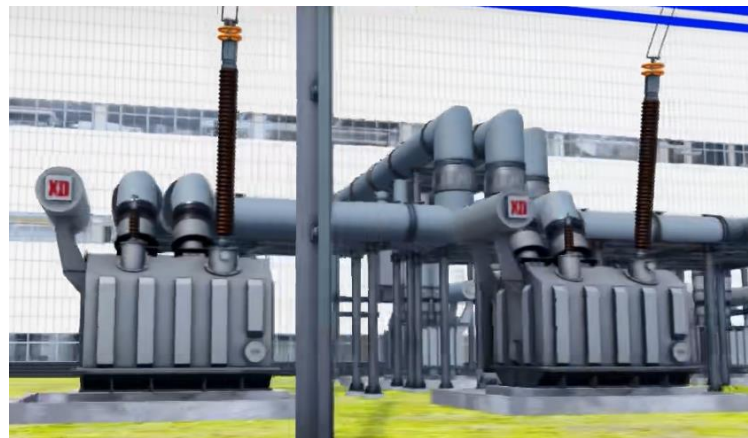
利用无人机可对火电厂厂区整体运行情况及重点设备进行自动化巡查。

场站整体运行情况巡检

借助空中视角优势,利用无人机全景模式和超清拍照模式可从空中视角全览厂区整体运行情况。

重点设备自动化巡检

可利用无人机设置航线进行自动飞行,对厂区内室外重点设备,如冷却塔、变压器等进行精细化巡检,高清变焦相机可拍摄表计读数等设施细节。



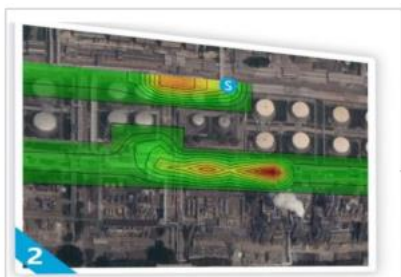
厂区巡检场景

利用无人机搭载专业的气体监测仪器，可对厂区可能发生泄漏的气体进行监测。

气体泄漏监测

利用无人机搭载专业气体检测仪，对厂区内处理烟气的各类设备，如锅炉、烟气脱硫塔、布袋除尘器、烟囱等，进行监测，并生可视化分析，准确定位污染源。

- **支持9参数同时监测：**环保七参数PM2.5/PM10/SO₂/CO/NO₂/O₃/VOCs/，及其他气体 CxHy / CH₄ / LEL / H₂S/NH₃/CO₂/CL₂/H₂/PH₃/HCl；
- **准确性：**与科学级空气监测站相比，长期比对 数据平均误差 < ±10%（校准后），长期数据相关性 (R²) 为0.81-0.95，达到行业领先水准；
- **可视化分析：**三维污染分布情况一目了然，快速锁定污染源；
- **一键报告：**任务结束后，自动生成带有关键分析结果的任务报告和数据表格



自动任务规划



浓度实时显示及报警



报警数据记录及备注



报告生成及处置对比

自动化无人值守方案

通过无人机机场方式，进一步提升无人机自动化水平，达到无人值守的效果。

自动化机场优势

无人机机场具有远程监控、自动充电、防雨防尘等特点，使用大疆机场进行计划任务，可自动进行航线巡检任务，上传视频或照片数据，轻便管理巡检任务和巡检数据，适合部署在园区和管道环境，完成管线及园区无人值守巡检任务。

标准化工作

全自动飞行，降低人工干预，使巡检结果流程化、标准化、客观化

简单安全

多种自主飞行规划方式，针对不同园区及管线环境情况进行灵活规划

广泛适用

适合园区及山区、大落差、城区等各种复杂环境，且白天夜间均可使用

高拓展性

通过自主飞行应用，为后续缺陷识别标准化、无人值守等打好基础

严苛环境

IP55 防水防尘，-35~50°C 工作温度，备用电源，可应对各种复杂环境

轻巧易用

整机重量约 105 公斤，占地小于 1 m²，部署更友好



资质能力

联通数科具有中国民用航空局官方颁发的通用航空经营许可证，代表公司具有国家认证的无人机通航经营活动能力



联通数科5G网联无人机平台产品具有多项核心软件著作权



联通数科5G网联无人机平台荣获多项学会、产业协会奖项



产学研合作



中华人民共和国海事局

Maritime Safety Administration of the People's Republic of China



中华人民共和国国家邮政局

State Post Bureau of The People's Republic of China



2、传送皮带5G智能巡检应用

需求分析

传送带巡检现状

- ✓ 靠大量人工日常巡检，一班4人-三班
- ✓ 巡检环境差
- ✓ 靠人工看，无检测手段
- ✓ 皮带纵横交错，存在安全隐患
- ✓ 皮带故障无法实时监测，生产中断，造成损失

传送带巡检需求分析

- ✓ 通过智能化手段，用机器替代人，提升员工工作环境，同时降本增效。
- ✓ 实现主要检测问题，皮带撕裂、皮带跑偏、托辊损坏、皮带温度异常、发生明火、环境参数检测等常见问题。
- ✓ 避免皮带异常，造成生产中断。

高空封闭式管状输煤皮带



新一代信息化技术越来越成熟，无人化、智能化巡检在不同行业广泛应用，实现机器替代人，帮助企业降本增效

皮带5G智能巡检应用总体方案



无线信号



跑偏、托辊损坏、皮带温度异常、发生明火监测

皮带表面痕迹监测

纵向撕裂监测

皮带检测系统

预测性维护系统

皮带控制系统

视频AI监控系统



通过导轨式巡检机器人和固定式视频监控相结合，利用AI替代人，实现皮带无人巡检，故障预警，实现降本增效目标！

5G巡检机器人

5G巡检机器人

5G巡检机器人系统是一套结合人工智能、自动控制、机器视觉、物联网等技术的5G创新应用系统。该系统很好地解决了当前人员只能进行定时检查、驻点值守的情况，避免复杂的环境、狭小的空间、不安全因素等对人员巡检的影响，检视结果不受个人经验和情绪、主观意识的影响，不受监测手段、数据记录、数据分析方面的制约，最大程度提高安全性和对设备的保护能力。

主要功能

- 移动行走功能
- 视频采集及存储
- 测温及火点检测
- 自主充电
- 精确定位
- 避障功能
- 巡检模式
- 热成像功能
- 巡检模式
- 云台控制
- 一键返航
- 5G数据回传



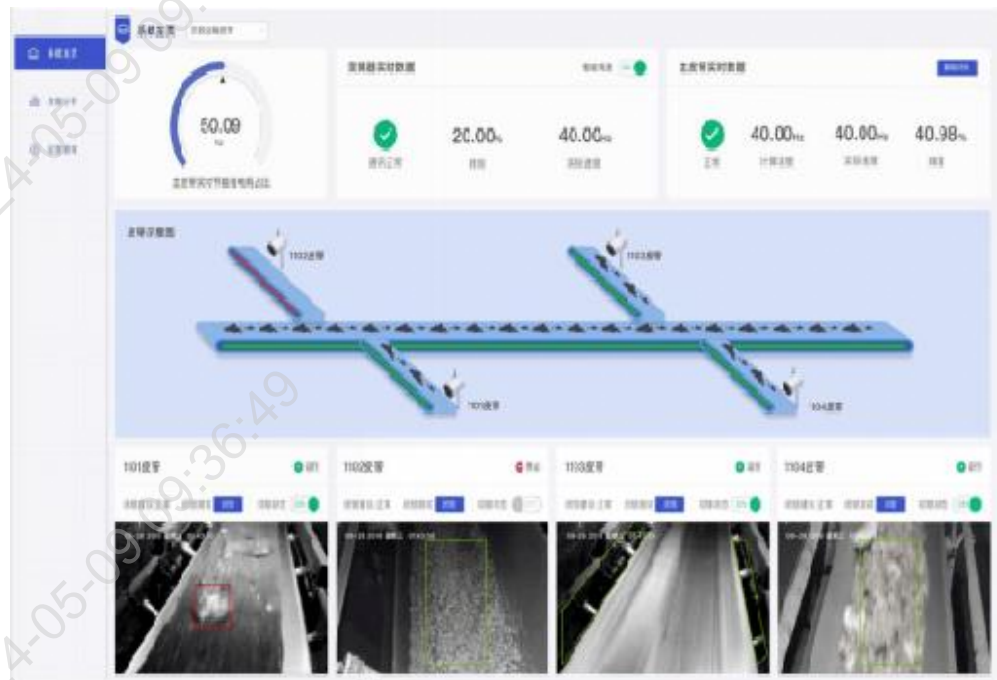
传送带检测软件



主要功能

基于AI人工智能技术，实现皮带异常AI检测告警，并可以远程控制皮带启停，主要功能如下：

- ✓ 组织管理及权限分配
- ✓ 机器人运动控制
- ✓ 数据采集管理
- ✓ 报表管理
- ✓ 巡检结果查询与导出
- ✓ 参数设置与管理
- ✓ 视频可视监控
- ✓ AI分析报警



3、煤场5G智慧盘煤应用

□ 问题现状

- 火电厂发电的主要原料为煤炭，发电前大量煤堆放在煤场中，煤炭的物料盘点及煤场库容核算困难，给生产排产及物料管理带来很大的困难。

□ 客户需求

- 煤场部署具备煤炭物料实时盘点及煤场库容核算功能的5G智慧盘煤系统，以科学精准的规划煤炭的使用及入库。



总体方案

工作原理

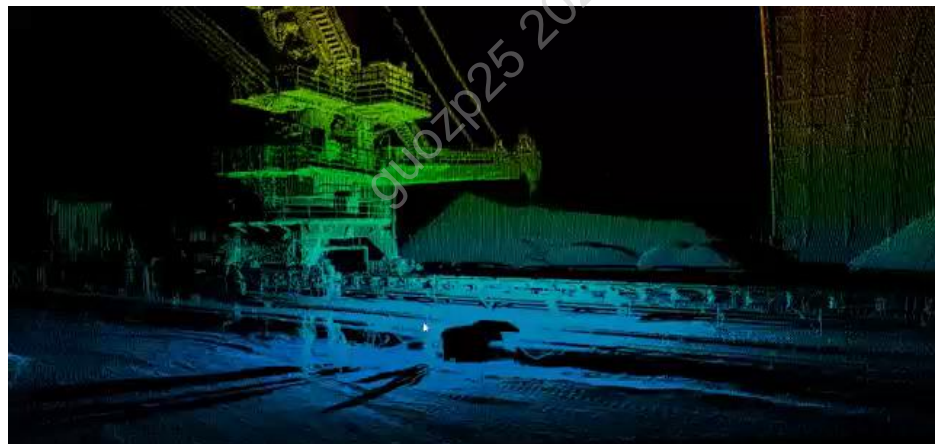
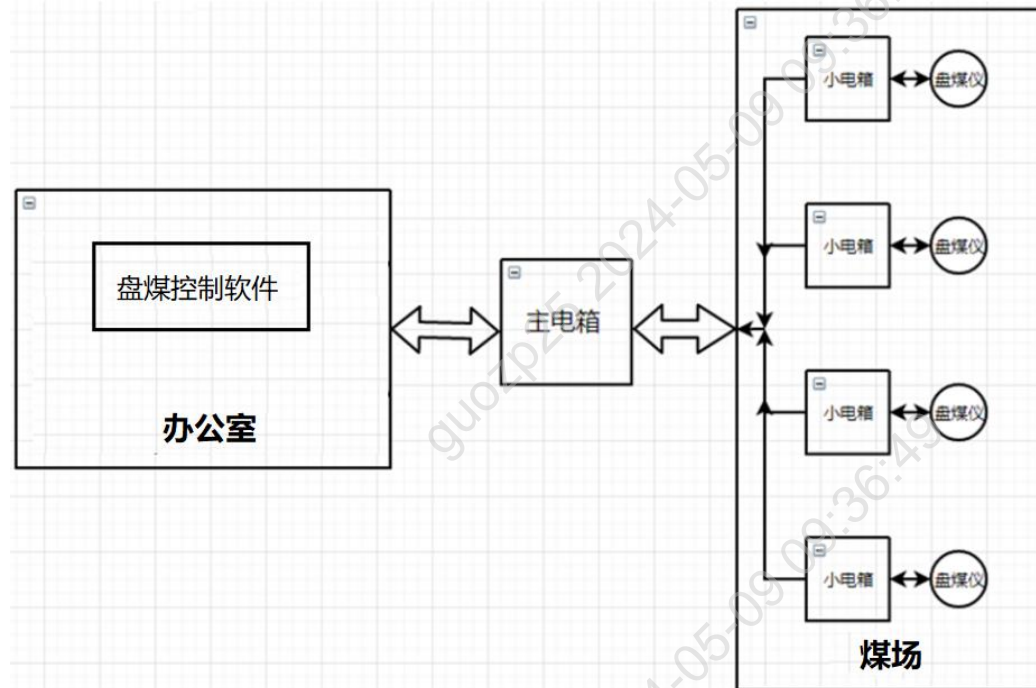
- 采用激光雷达扫描煤堆，基于扫描数据实时完成煤堆的3D建模，基于3D建模实时计算出煤炭的体积、重量以及煤场剩余库容。

产品方案

- 在煤场内固定部署多台**业界首创**的5G盘煤仪，对煤堆进行实时三维扫描，扫描数据通过5G网络传至盘煤控制软件，以自动计算煤炭体积、重量及煤场空闲容积，并可自动生成报表。
- 系统由5G盘煤仪（集成5G通信模组的三维激光扫描仪）、现场电源箱及盘煤控制软件构成，盘煤控制软件可自动设置扫描频率，进行全自动扫描。

方案优点

- 速度快（扫描一遍小于3分钟）、全自动化（全程无需人工）、高精度（厘米级点位误差，体积重复性误差小于0.5%）、全天候作业（昼夜均可操作）等优势



5G盘煤仪

- **集成度高**：重量4.5kg公斤，确保单人可以进行安装拆卸及维护。
- **扫描速度快**：扫描速度大于2万点/秒，煤场扫描时间小于3分钟。
- **测量距离远**：扫描覆盖范围大于300米，能确保扫描整个煤场区域。
- **环境适应性好**：达到IP67环境防护标准，保证在现场恶劣环境下，能防尘、防水。
- **安装简单**：内置高精度双轴倾角补偿器，补偿精度达到0.002度，仪器在煤场内安装时无需调平。
- **可靠性高**：扫描仪云台采用的摩擦制动技术，当扫描仪被阻挡停止时，电机不会堵转导致发烫烧毁。



盘煤控制软件

支持两种盘煤模式

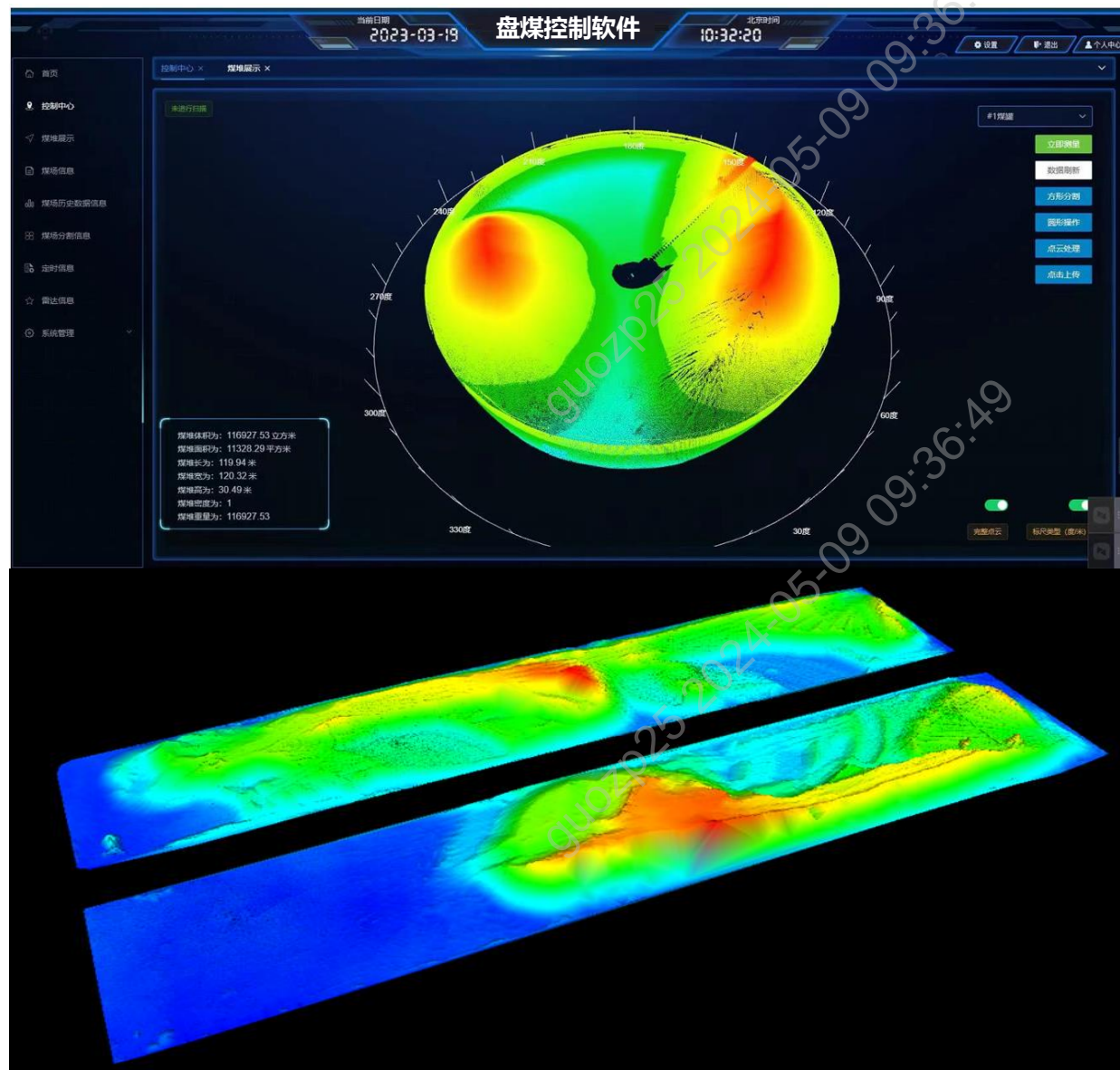
- 现场盘煤：一键操作将多台扫描仪扫描的堆体点云数据自动融合，合并成完整的坐标数据，并构建显示完整逼真的三维模型，生成体积数据。
- 远程盘煤：通过盘煤控制软件发送盘煤指令进行，支持定时自动测量功能，一次设定，即可全天候自动测量，无需二次人工干预。

支持堆场管理：支持分堆、分区管理，可查看煤场任意点、区域的相关技术参数。

支持报表生成：具备数据库管理及报表统计功能，具备图文报表生成及存储功能。

支持生动形象的展示：煤场三维图形可旋转、缩放、平移等，可显示煤场坐标标尺，便于用户查看堆体的长宽高信息。

支持便捷的数据查看及上报：盘煤控制软件基于B/S网络架构开发，凭用户名和密码登陆，不同的用户具有不同的管理使用权限。盘煤数据经授权的人员可通过浏览器随时浏览盘煤数据、当前煤场存煤情况数据等内容，盘煤数据网络发布上报。



□ 实施思路

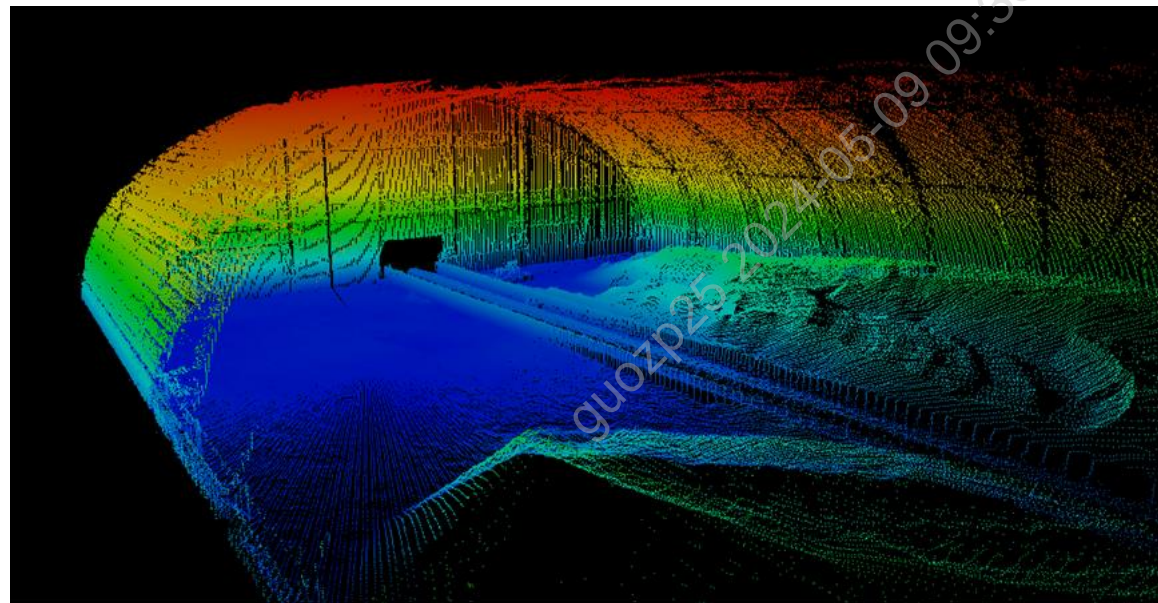
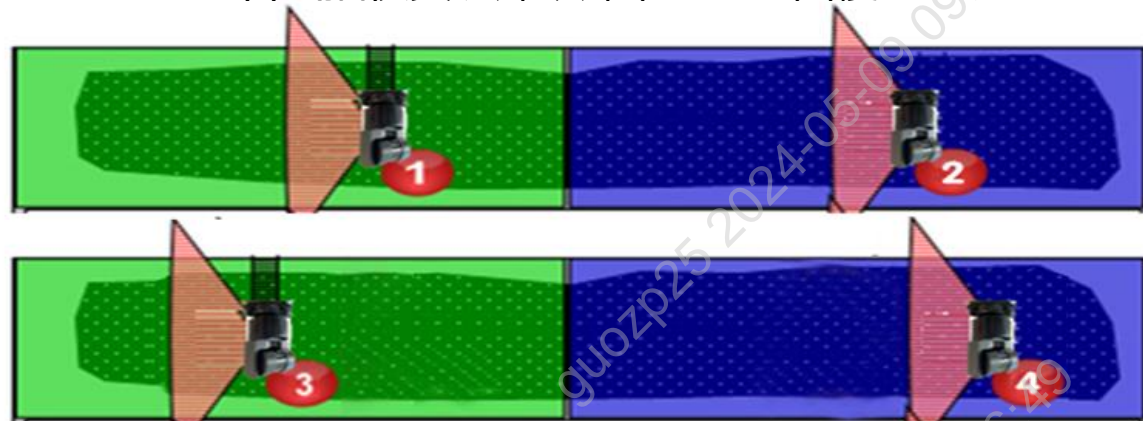
- 根据煤场情况，可在顶棚指定位置安装若干台固定悬挂式激光扫描仪。
- 煤场长度280米、宽100米，场内有2条煤炭物料，可安装4台固定式激光盘煤仪，盘煤仪安装在煤堆的正上方。
- 激光扫描仪采用室外增强型激光扫描仪，该扫描仪对煤堆扫描半径在150米以上，4台可以实现该煤场内煤堆的全范围覆盖。

□ **设备成本：**盘煤仪每台8万元，盘煤控制软件10万/套，4台盘煤仪及1套盘煤控制软件合计42万元。

□ **网络连接：**盘煤仪通过5G网络与盘煤控制软件相连，实现远程控制盘煤的要求。

□ **部署流程：**逐次安装扫描仪、配电柜、电缆布线、盘煤控制软件。

4台扫描仪实现煤场煤堆的全范围覆盖



盘煤控制软件输出的煤场三维效果图

□ 降低煤场运营成本

- 5G智慧盘煤系统可以取代人工盘煤，传统人工盘煤按照1个人计算，采用5G智慧盘煤系统可以减少1个人，人力成本按照15万元/人，每年可以节省人工15万元，不到3年可以收回全部投资。

□ 保障生产供料及安全库存

- 5G智慧盘煤系统可实时盘点煤炭物料总量，一旦不足则及时补料，确保煤场内的煤炭满足生产需求
- 5G智慧盘煤系统可实时计算煤场闲置库容，确保进厂的煤炭可以有足够的空间堆放，避免运输车辆在厂区积压排队

□ 保障生产人员安全

- 煤场粉尘大、噪音高且运行多种机械装备及车辆，人工到煤场盘点煤炭物料存在较高的安全风险隐患，采用5G智慧盘煤系统取代人工盘点，可以避免盘煤环节的人员伤害风险

□ 提升工厂智慧化程度

- 5G智慧盘煤系统是5G+工业互联网创新应用，其落地应用可以提升工厂智慧化程度，为打造5G灯塔工厂添砖加瓦

4、5G煤仓疏堵应用

“煤仓清理疏堵解决方案”是国家煤矿安全监察局2019年第1号公告中，煤矿机器人重点研发的38个项目之一，公告中的名称为“煤仓清理机器人”，本方案也是属于智能矿山推荐实施的目录清单中的项目之一。即可应用于矿山行业，也可应用于电力的火电厂等相关场景。

中华人民共和国中央人民政府中华人民共和国应急管理部
2019-01-09 18:02 来源：煤监局行管司

国家煤矿安全监察局

公告

2019 年 第 1 号

《煤矿机器人重点研发目录》已经国家煤矿安全监察局 2018 年第 41 次局长办公会议审议通过，现予公告。

国家煤矿安全监察局鼓励支持煤矿企业与国内外科研单位、机器人制造企业开展合作，大力研发应用煤矿机器人，推进煤炭工业高质量发展，推进煤矿安全发展；对组织煤矿机器人研发应用的企业（单位），国家煤矿安全监察局将积极提供相关政策和信息服务，有需要者可联系国家煤矿安全监察局行业管理司。

联系人及电话：煤矿机器人协同推进中心，孔晋华，010-64463199。

国家煤矿安全监察局

2019 年 1 月 2 日

煤矿机器人重点研发目录

十九、名称：煤仓清理机器人

基本要求：研发储煤筒仓自动化清理、疏通机器人，具备蓬煤、粘壁、冻煤趋势预判、目标识别、清理、等功能，安全有效地替代人工解决落煤不畅和煤仓阻塞难题。

二十、名称：水仓清理机器人

基本要求：研发水仓煤泥自动挖掘、脱水、运输机器人，具备煤泥自动清挖、自动输送、固液分离、煤泥块装运等功能，实现水仓煤泥及时、高效清理。

二十一、名称：选矸机器人

基本要求：研发运输过程中矸石及其他非煤杂物智能分拣机器人，具备目标破碎、自动识别、精确定位、快速选拣、分类投放等功能，实现煤矸高效分离。

储煤筒仓堵塞情况分析

筒仓粘壁原因分析：

煤料较细、含水多时，在煤仓出煤口位置，因为出口收缩、压力累积，在出煤口斜面上会出现粘壁，导致出煤口逐渐变窄，影响煤料下落。

筒仓内壁也有粘壁现象，因为垂直面为水泥裸面，早期建筑工艺落后，煤仓圆周内壁表面很不平整，有局部凹凸面，而且水泥表面也很粗糙，煤粉容易积存形成粘壁。

筒仓棚煤堵塞原因分析：

粘壁会导致落煤变慢、煤仓吞吐能力降低，严重到一定程度就会造成棚煤。因为煤在仓内下落过程中，都是靠近落煤口中心的煤移动的快，靠近仓壁的煤移动的慢，再加上漏斗处上宽下窄，造成漏斗最下部的出口处，由于缩口及四周仓壁上粘煤的相互蓬架作用，使下煤的通道越来越小，以至最后完全棚煤堵塞住。

通常棚煤堵塞位置易发生于：从落料口往上、至锥斗斜面范围内，下部堵煤时间长了以后有时也会造成锥斗上部棚煤。



储煤筒仓堵塞情况分析

筒仓冻煤堵塞原因分析：

当冬季气温较低时，如果煤含水量大、灰份较多，煤块和煤泥混合一起粘度就大，形成粘壁后，会从落料口区域、从下往上逐渐在内壁冻结，并越冻越厚；此时由于落煤口内壁变为粗糙的冻煤层，加上落煤通道变狭窄，使煤料下落更慢，堵煤棚煤会更严重，最终落煤口完全堵塞冻结为一体，形成冻堵。此时即使采用捅、砸等手段，通常只会在落煤口范围内形成锥形空洞，其上部的煤仍然落不下来。

另一种冻堵情况，是由于煤仓顶部进煤口是敞开的，与外界相通，冬季气温很低，若煤料含水多、并且在煤仓内积存时间较长，煤料顶部会冻结一层，达到足够厚度后，有可能冻结在内壁上不随煤料下落，形成棚盖。此种情况很罕见，通过控制含水多的煤入仓就可以避免。

冻堵位置主要易发生于：从落料口往上、至锥斗斜面范围内，极严重时有可能锥斗斜面上部区域也会冻。

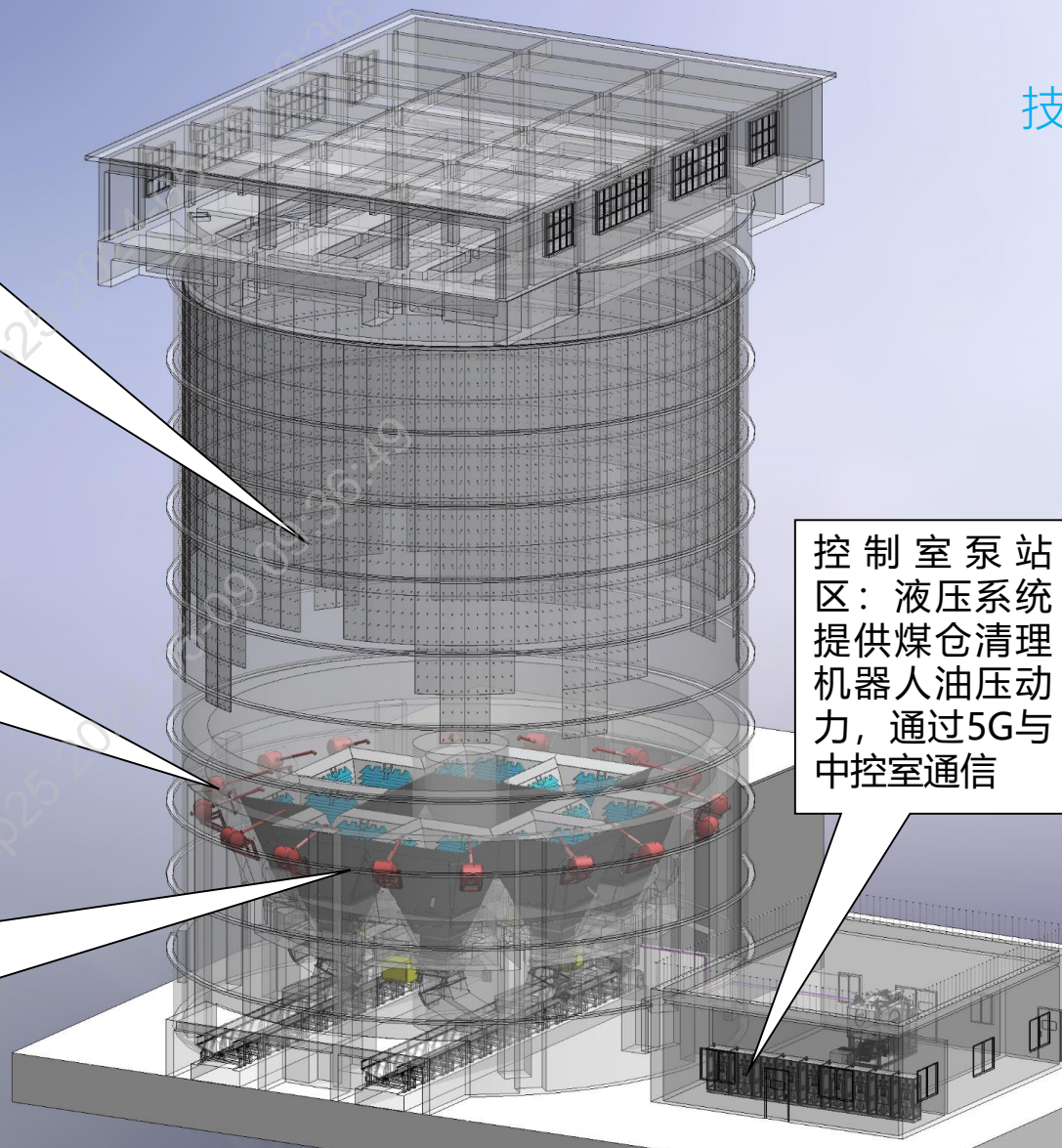


煤仓堵塞自动疏通机器人系统构成

上部棚煤、减轻预防挂壁结冰粘冻措施：
煤仓内壁立面：
铺设超高分子量聚乙烯板

中部棚煤措施：
煤仓溜煤漏斗口斜面：
圆周方向布置空气炮

下部棚煤、冻粘壁措施：
煤仓溜煤漏斗口斜面：
安装煤仓清理机器人



技术团队通过了总体技术方案：

下部智能清理机器人+中部
自动控制空气炮+内壁高分子衬
板。

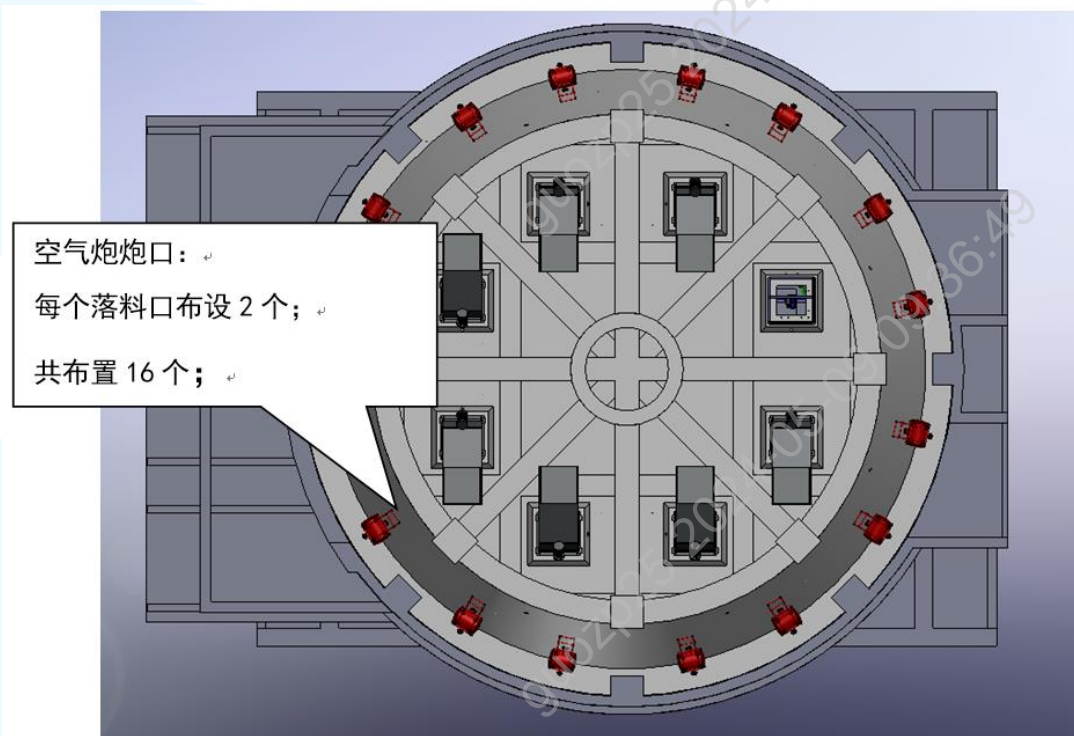
通过这些措施能够对煤仓
下、中、上部的堵煤做全方位智
能清理。

具有自动破除棚煤功能、减
轻预防挂壁结冰粘冻功能、对已
结冰粘壁煤料具有破碎清理功
能。

空气炮设备结构

空气炮安装

每个落煤口上部安装空气炮2台，共16台。



空气炮安装后

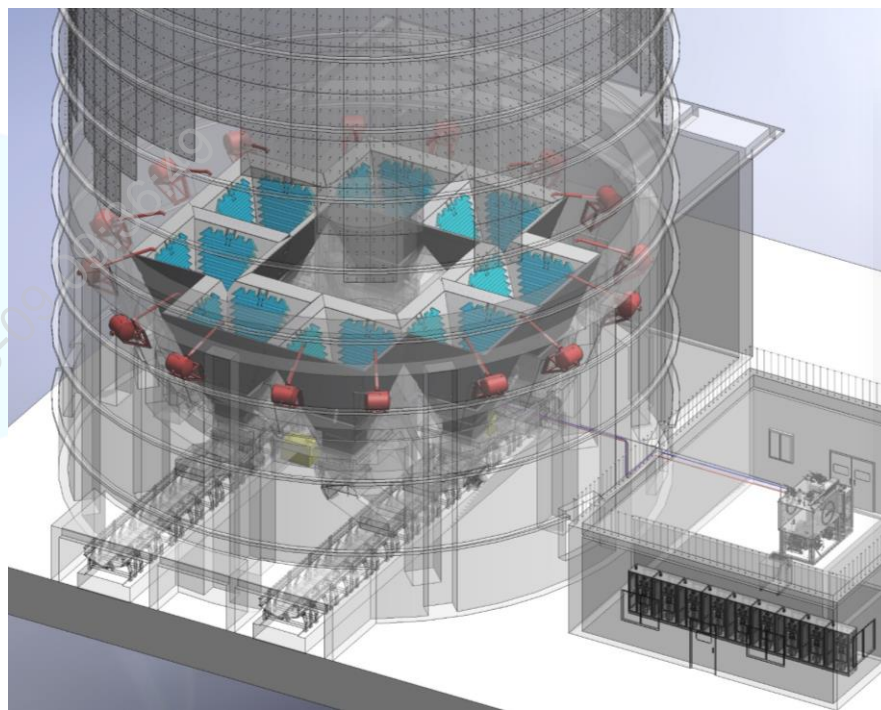
煤仓机器人设备结构

机器人液压执行单元：

每个落煤口斜面安装一套液压执行单元，共32套。

液压执行单元上的刮板可以边捶打边往复运动，实现破碎结块煤料、疏堵、破碎冻结功能。

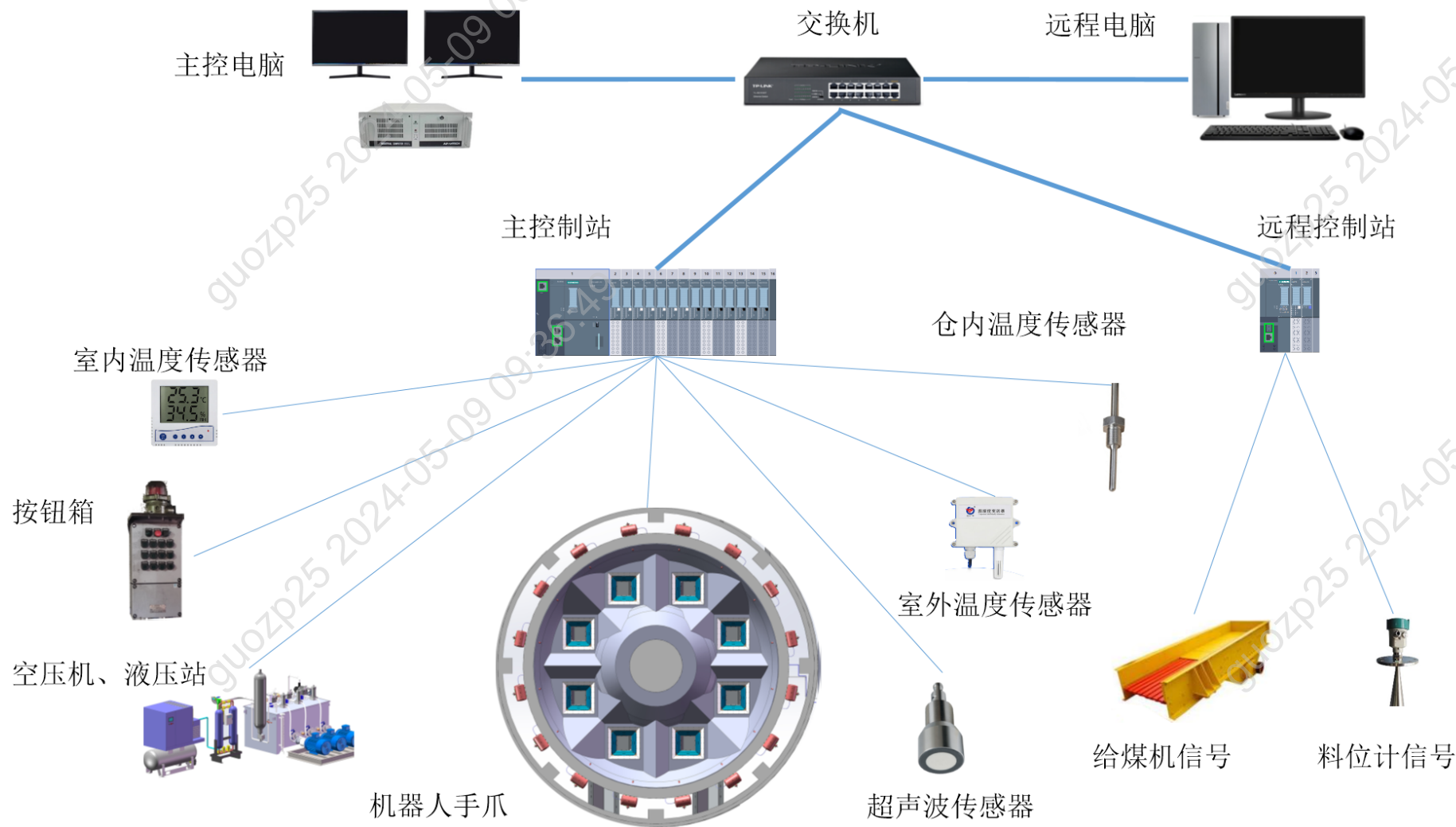
- 专为煤仓内恶劣的工作环境设计的机器人结构，具有防粉尘、防爆、防水、防冻、高强度、耐磨损、抗煤堆挤压、还具有破冰能力、高可靠性的特点，能够在-40℃ ~ 60℃的环境温度范围内稳定可靠工作。
- 系统可扩展，可以满足多个筒仓集中控制，降低成本，提升生产效率。
- 技术路线、工作原理，适合大多数煤仓及料仓的疏堵，具有**可推广复制性**。



机器人液压执行单元安装后

机器人控制系统

电气系统拓扑图



机器人软件系统

软件系统主控终端：

机器人软件系统具有自动运行、手动控制模式。

有预防、防冻、疏通三种自动模式。具备预防蓬堵冻堵、冻堵预警功能。

图形化界面显示能够反映全过程控制内容，如运行状态、仪表数据、报警信息、操作日志等，并有完善的互锁保护。



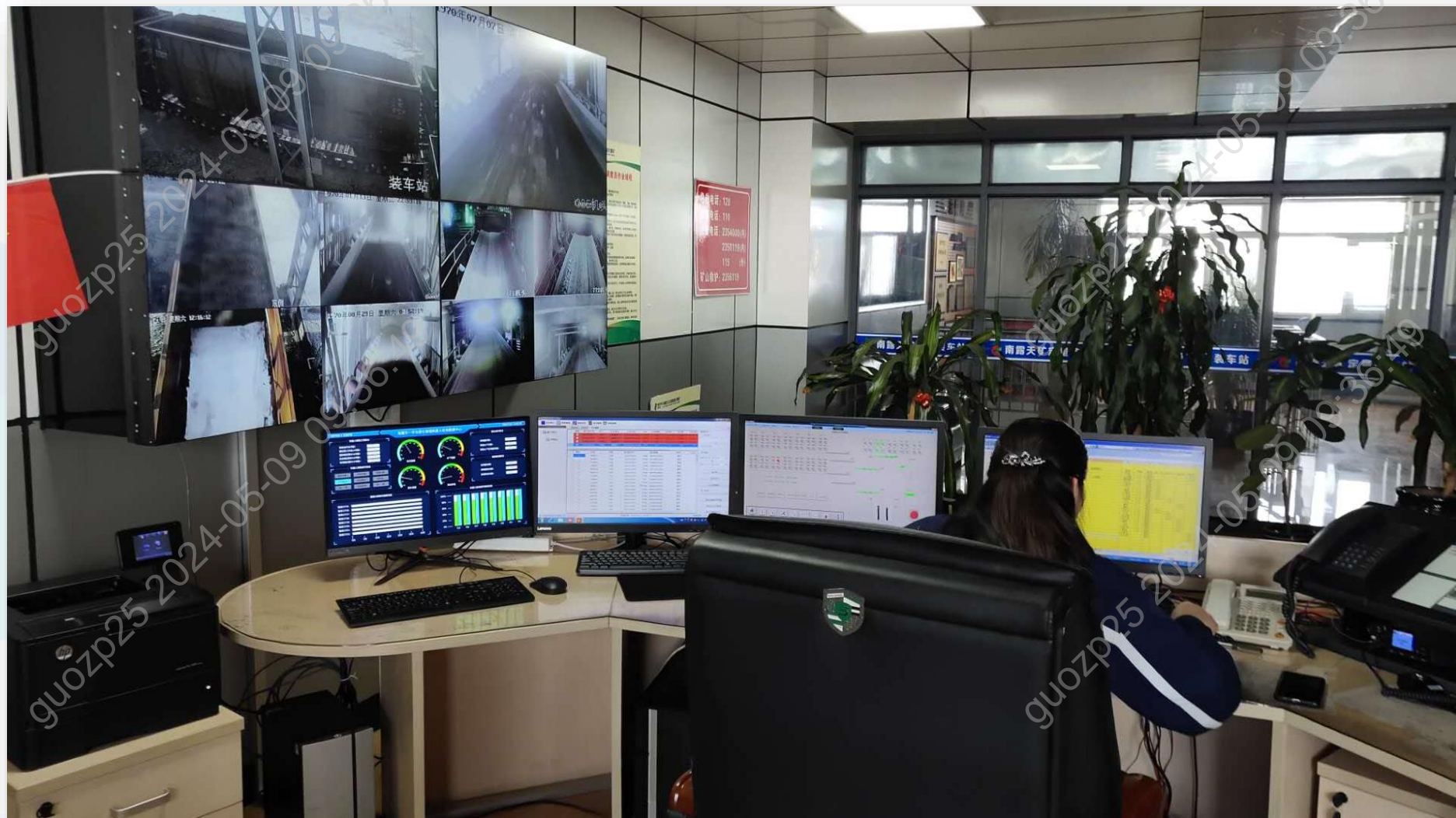
远程监控系统

远程监控系统

远程监控系统安装在装车站调度室。

通过网线与主控机房通讯。

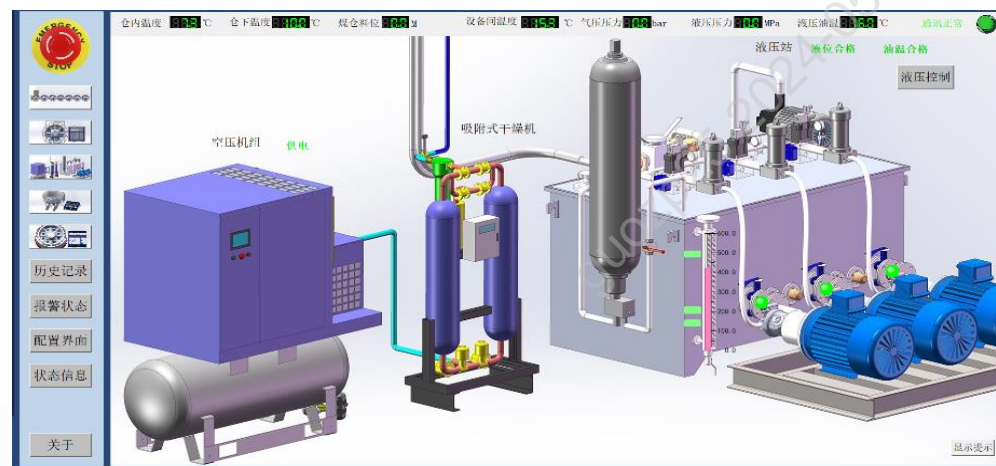
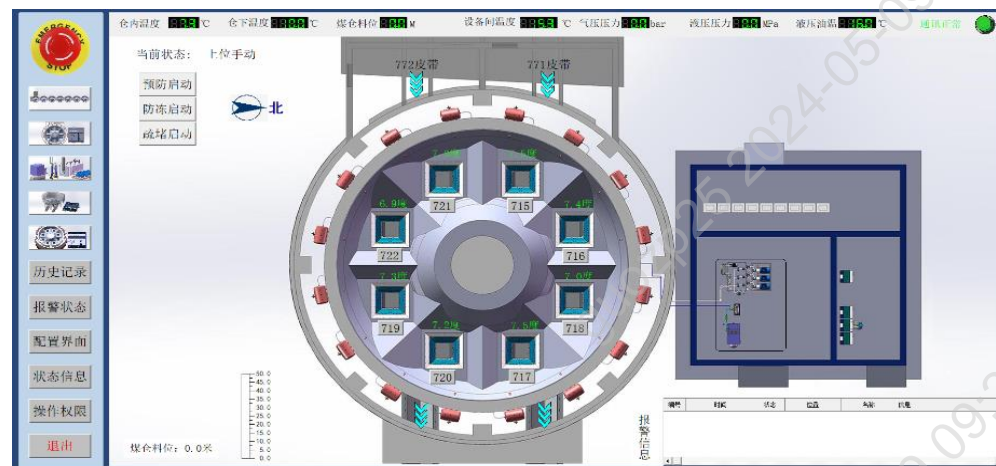
具有与主控制机房内控制台相同的功能，软件界面及操作方法一样。



主要技术性能指标

智能控制体现

- **无人化全自动运行。**
煤仓不再堵、不再需要人工疏通、不会因此人员伤亡。
自动智能模式、手动控制模式都具备；
- **可感知外界情况：**
机器人控制系统通过堵塞传感器实时监测煤仓每个落料口的工作状态和仓内温度，自动发现堵塞位置。
- **可自主选择行为模式：**
根据感知到的堵塞情况，自动选择最优疏堵程序，控制执行单元精准动作、迅速疏堵。（并非普通自动化设备那样始终按一套固定程序运行）



主要技术性能指标

- **具有定点清理、按需清理特点。**
精准定位清理堵塞点、按需启动、疏通即停。
- **可预防棚煤、预防冻沾壁、冻堵预警。**
监测到可能冻堵后及时预警。还可通过定期运行起到预防棚煤和冻沾壁的作用，使堵煤不再发生。
- **不影响筒仓原有性能。**
不改变筒仓通导，免维护设计，冗余设计，无需经常维护检修。
- **多处同时监测控制，安全便捷。**
具备远程监测、控制功能，现场端也具有控制功能。
- **图形化操作，简洁方便。**



与现有疏堵技术对比

煤仓堵塞的原因较复杂，现有空气炮、振动斗仓等机械化技术手段仅针对特定条件下的轻微堵煤情况具有效果，通常还需由人工进行疏通。

现有筒仓堵塞发现技术：

目前国内储煤筒仓的棚煤、冻堵，均是依靠人工巡检发现并处理，还没有自动在线监测处理系统。

现有筒仓堵塞疏通技术：

目前针对储煤筒仓实施机械化疏通的方式，较成熟的主要有空气炮、疏松机、旋转清堵机。

- 空气炮是以突然喷出的压缩气流冲入闭塞区，使容器内的物料恢复流动。缺点是：空气炮主要对小范围内气流路径上的较为蓬松物料能够起到疏松作用，但面对大范围的整体粘结时仅能打通射程范围内的一条通道，其周围区域反而在冲击波应力作用下板结更加牢固，对于大范围的冻粘壁甚至冻堵则无能为力。
- 疏松机是通过仓壁外侧的液压油缸，驱动犁煤叶片刮擦堵塞区的原煤，实现疏堵。缺点是：由于疏松机只能安装在筒仓落煤口下部和给煤机之间的联接区域，而筒仓下部最易堵煤的位置高于其很多，导致只能对下部轻微堵煤有效，高于其位置的堵煤或大范围冻粘壁甚至冻堵则无法进行清堵。而且受液压油缸的挡板和大量犁煤叶片的影响，导致仓壁摩擦阻力增加，反而增加了蓬煤的概率。

煤仓堵塞自动疏通机器人系统的主要功能：

- ◆ 应用于电厂储煤筒仓，无人化全自动运行，可保障煤仓不再堵塞，杜绝因疏通煤仓导致的人员伤亡，减少巡检人员工作量。
- ◆ 采用机器人智能控制算法、监测煤仓运行数据、自主选择最优疏堵动作。
- ◆ 可智能预防堵塞、预警冻堵，控制模式一键自动化、简洁易用，可靠长效。
- ◆ 模块化、系列化，根据工况量身定制。
- ◆ 可接入智能电厂大系统，使煤仓盲区实现数据孪生等可视化管理。

运行及测试试验情况



南矿的应用工程于2020年10月开始负载（装煤）试运行，期间对方案进行测试，成功通过各种堵煤疏通测试。**持续运行至今**机器人系统全部工作正常。

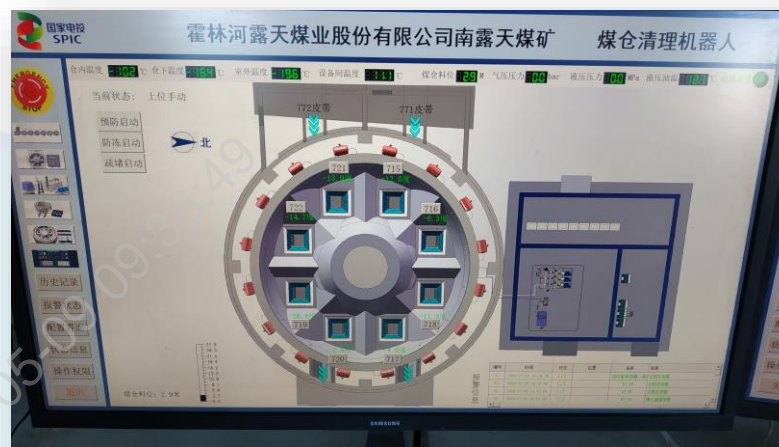
普通蓬煤疏堵测试



人工制造蓬堵后，开启输煤皮带及给煤机，清理机器人系统自动发现了蓬堵的落料口，并自动启动疏堵动作，该落料口立刻就恢复了畅通，**疏堵成功**。

测试时间：2020年冬季
环境温度：最低 -36°C。

冻堵蓬煤疏堵测试



测试冻堵棚煤：空仓进入湿煤，降温通风，使落煤口内的湿煤逐渐粘壁冻结。足够时间后，冻粘壁增厚变为冻堵。

启动清理机器人的疏堵模式后，液压执行单元破碎自身结冰正常工作，随着往复锤击动作，冻堵的煤料逐渐恢复下落。启动输煤皮带及震动给煤机，出煤正常，**冻堵疏通成功**。

机器人进水结冻破冰测试



测试冻堵：进入湿煤后，降温通风，用水将煤和设备浸透，期间仓内最低温度-26°C，设备已完全冻结。（仓内温度传感器在机器人设备内部）。

此时启动清理机器人，液压执行单元立刻破碎自身结冰，**往复动作、锤打功能均正常工作**。

试验、测试效果及结论

测试内容	实验结果	结论
堵塞监测功能测试	出现堵塞后，系统自动发现了堵塞的落料口，并定点疏通。	合格
冻堵预警功能测试	系统持续监测温度及落煤情况，有冻堵可能时即发出警示。	合格
自动防冻功能测试	机器人自动定时清理冻粘壁煤料，使其不能持续增厚，有效防止冻堵发生。	合格
普通蓬煤堵塞疏通测试	自动启动疏堵动作后，该落料口立刻就恢复了畅通，10秒内疏通。	合格
冻粘壁清理测试	湿煤进仓、低温冻粘壁后，执行单元启动后立刻破碎冻粘煤料。	合格
冻堵疏通测试	执行单元启动后破碎自身结冰、往复锤击，冻堵的煤料逐渐恢复下落，疏通成功。	合格
内壁衬板防冻粘壁性能	衬板材料物理特性耐磨、与冰结合力极低，浇水冻结试验证实：煤料未出现大块冻粘。	合格
机器人设备进水结冰测试	仓内浇水冻结后，执行单元立刻破碎自身结冰，往复动作、锤打功能均正常工作。	合格
机器人设备抗煤粉能力	设备长期埋在20米深煤层内，运行正常	合格
软件系统各项功能测试	全部功能正常、有效	合格
远程监控、就地控制测试	全部功能正常、有效	合格
对煤仓原有功能的影响	没有影响	合格
空气炮测试	功能正常有效	合格
耐低温测试	经过 -36°C环境温度考验，全部功能正常运行	合格

与现有疏堵技术对比

储煤筒仓棚煤堵塞疏通设备功能比较

功能	空气炮	疏松机	旋转清堵机	自动疏通机器人系统V2.0
疏堵设备安装及作用位置，能否用于水泥筒仓	安装于筒仓中下部外壁，作用于内壁，作用范围有限	安装于钢制料仓底部落料口侧壁上，不能用于水泥筒仓内部	装于筒仓落料口外部，不能用于水泥筒仓内部清理	安装于水泥筒仓落料口内壁，适合筒仓底部最常发生堵塞部位的清理
是否适用于筒仓的方形落料口	与落料口形状无关	适用	不适用	适用
监测煤仓运行情况、可以与煤仓联动	可以增加控制系统实现	可以增加控制系统实现	可以增加控制系统实现	可以
监测煤仓落料情况、自动发现堵塞	无	无	无	具备自动发现堵塞，精确到每一个落料口
针对不同堵塞情况，自动选择疏通程序	无	无	无	具备
减轻预防筒仓中上部内壁的蓬煤冻粘壁	无	无	无	具备
筒仓下部蓬煤的疏通	具备	无	无	具备
筒仓底部蓬煤的疏通	功能较弱	具备一定功能，疏通范围小	仅适用于圆筒落料口使用	具备刮扫功能，大范围秒级疏通
筒仓底部冻粘壁的清理	无效	具备一定功能，疏通范围小，功能很弱	仅适用于圆筒落料口使用，功能很弱	具备刮扫功能，大范围秒级清理
筒仓底部冻堵的破碎疏通	基本无效	功能很弱	功能很弱	具备锤打功能，严重冻堵均可破碎疏通
疏堵设备与煤料一起冻结后的疏通	无效	无效甚至损坏	无效甚至损坏	自身冻结仍然正常运行，破碎自身结冰，再破碎结冰煤料，有效疏通
非冻堵情况的疏通速度	中等	中等	较快	极快，秒级疏通
是否无人化操作	人工操作	人工操作	人工操作	无人化全自动运行
定点清理、按需清理能力	人工操作	人工操作	人工操作	具备，自动监测，未堵塞不启动，定点秒级清理，节能
设备损坏是否影响功能	单个损坏不影响其他使用，但影响疏通范围	冗余性能很弱	是	冗余能力强
预防蓬煤冻堵功能	人工定期操作，对预防冻堵无效	持续运行，但作用范围有限	持续运行，但作用范围有限	自动根据监测数据调整预防措施，全自动预防蓬煤冻堵
会否影响煤仓原有落料性能	不影响	落料阻力加大、更易棚煤	影响不大	不影响
极低温下运行能力	-20℃	-25℃	-25℃	-40℃
是否适合筒仓全部蓬煤堵塞、冻堵情况的疏通	仅适合非冻堵、特定位置的疏通	不适用	不适用	适用

项目落地情况

2019年5月，某煤矿集团应用工程正式启动。

- 该煤矿主要出产三种热值的褐煤，冬季严寒漫长，多大风，最低气温-39.4℃。
- 1号成品仓建筑时间1989-1992年，钢筋混凝土+外保温层结构，仓内底部锥斗铺有铸石板。落料口下部安装有震动给煤机、手动插板阀、底部是煤料输送皮带线。

1号成品仓尺寸：

- 煤仓内部直径：22m
- 煤仓高：44.7m
- 容煤量：7200t

底部有8个锥形出煤口，每个出煤口尺寸1米正方形。

煤仓下部空间有暖气，冬天正常情况可维持气温0℃左右，仓内视煤料情况实测温度-20℃左右。

储煤筒仓受多方面因素影响，有蓬煤堵塞情况，冬季常有沾壁冻堵情况。



应用效果分析



方案实施前

➤ 发现不及时

储煤筒仓发生棚煤时，不能立刻发现，发现后还需通知人员去现场处理；

➤ 人工清理慢

准备工具、做安全防护、拆卸入口、冒险疏通，时间最短也以小时计；

➤ 操作有风险

人工疏通有风险，人员身体承受工作安全风险，容易发生安全事故；

➤ 疏通效率低

疏通时间长，如果冻堵煤情况严重，甚至可能无法疏通，严重影响发电站效率。

方案实施后

➤ 自动化操作解放人工

疏通煤仓的工作可实现无人化全自动疏堵，以成体系的技术化手段安全有效地替代人工高危工作。避免了人工清堵的高强度高风险作业，从根本上杜绝了因人工煤仓清堵而导致人身伤亡事故的可能性，具有较高的社会效益。

➤ 疏堵工作安全且效率高

安装智能清理机器人系统后，棚煤可以立刻发现、立刻启动疏堵，没有延迟，且疏堵很快，基本都可以在1-5分钟内自动疏通，保证筒仓的正常吞吐量和煤矿的产能不受影响。持续保障煤矿与电厂的正常生产秩序，保护发电系统安全，使煤矿与电厂的产能和效益不再受煤仓冻堵影响，具有巨大的市场前景和经济效益。



5、5G融合通信应用

安全生产

- 安全生产是保障电力企业运转的重中之重，长期以来，提高电力**安全监管智能化**水平，提升巡检作业效率，加强作业安全监管标准化、信息化，已经成为电力信息化建设极为关注的焦点。
- 核心诉求：一是借助5G等新技术能力实现**生产信息的实时准确上报**，并进行统一管理和分析；二是实现巡检人员与指挥中心间可靠、安全、实时的**音视频多媒体信息交互**，提高处置效率。

应急指挥

- 各类施工事故、自然灾害等突发事件都极易引发大规模停电事故甚至电力瘫痪，如何快**速处理突发事件**，实时上报故障区域、故障问题是应急指挥的关键诉求。
- 传统聚焦单一业务的调度系统已难以满足复杂环境下的智能指挥需求，新型应急指挥系统要求构建天地一体的通信网络，实现**复杂多集群融合互通**，在任意时间、地点建立事故灾害现场与指挥中心间的快速实时**语音、视频、地理信息等数据互联互通**，满足一体化指挥需求。

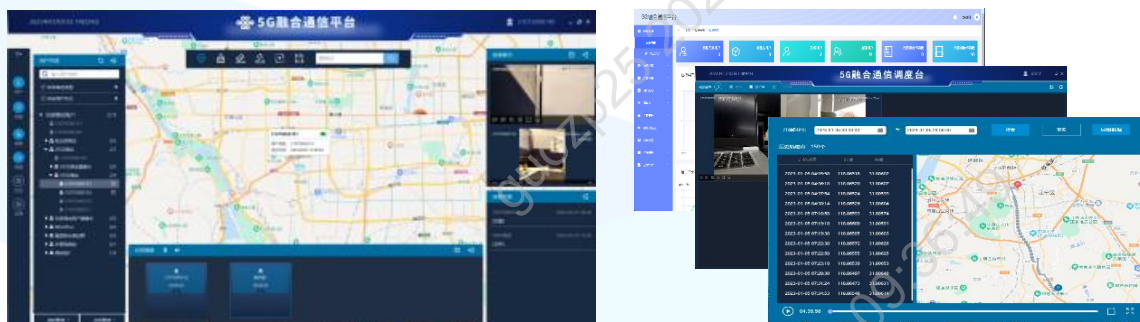


5G融合通信产品功能



5G融合通信平台包括智能调度指挥台和对讲终端，平台充分发挥5G大带宽、低时延网络优势，实现超高清音视频对讲、高精定位、智能巡检等业务能力，可为电力园区安全管控、作业协同、调度指挥等业务提供关键支撑。

智能调度指挥台



多功能客户端



产品功能

集群对讲

- 群呼/组呼
- 单呼/1对1对讲
- 临时组呼
- 迟后进入优先级
- 动态重组
- SOS

定位业务

- 实时置查询
- 轨迹/里程统计
- 电子围栏
- 圈选
- 第三方GIS接口

视频业务

- 视频回传
- 视频分发
- 视频伴音
- 远程视频查看
- 视频监控

图像拍传

- 图片拍传
- 图片转分发
- 调度台图片
- 调度图片检索

融合通信

- 公网对讲&IP电话互通
- 公网对讲&窄带集群互通
- 公网集群&跨带集群互通
- 窄宽带集群&IP电话互通

IM信息

- 文本消息
- 图片/位置共享
- 短视频
- 文件
- 群发
- 广播

录音录像

- 实时录音
- 实时录像
- 周期存储
- 检索回放查看
- 本地下载

巡检作业

- 路线安排
- 数据记录
- 状态监控
- 数据汇总
- 其他

开放平台

- 终端适配
- 平台业务对接
- API接口/SDK
- 异系统互通

第三方音视频接入

- 执法记录仪接入
- AR眼镜接入
- 工业PDA接入
- 视频监控接入
- 巡检无人机接入
- ...



电力5G融合通信解决方案



面向电力安全生产、作业调度、应急指挥场景，打造电力融合通信应急指挥体系，提供超高清实时语音、视频对讲等多媒体服务和有线无线跨集群互联互通、统一管控能力，满足电力生产通信对移动性、突发性、紧急性和临时性等高标准服务保障要求，有效提升日常生产和应急处置效率，最大限度保障电力供应。

多业务交换，融合互通

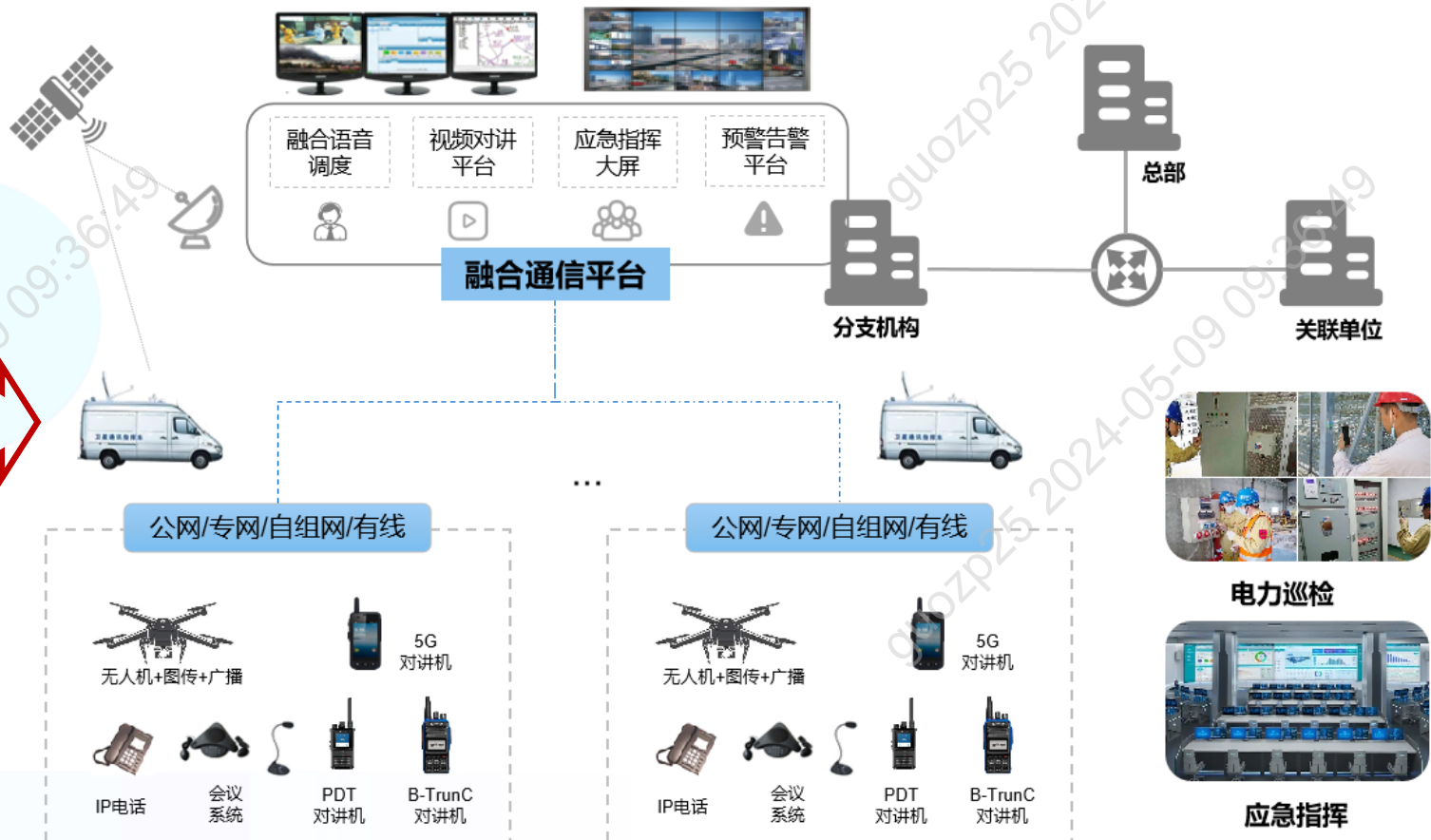


多业务融合：实现语音、视频、位置等多媒体业务融合，实现各业务系统间信息资源的互联共享，高效协同

异构集群，统一接入



多集群融合：支持窄带/宽带集群、模拟/IP电话、公网对讲、广播等多通信集群的融合接入，无缝连接；实现不通制式终端间的群组通信



产品落地情况



工程
巡检



工厂
建筑



交通
物流



电力
安保



蓝色：已经发生业务省分

广东佛山佛明安保（首批发展97户）

河南中牟大孟镇政府（两批共100户用户）

合肥铁路公安处（首批337户）

...

河南濮阳龙源电力（首批243用户）

产品实际落地案例130+

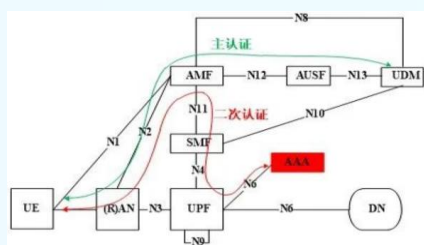
6、5G综合准控应用

■ 企业内网业务安全访问的痛点

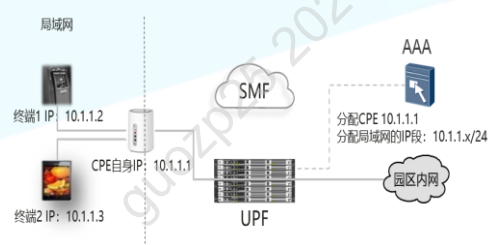
- 身份认证安全：现有单一的用户名密码认证方式，安全强度不高，极易遭到窃取、暴力破解
- 终端访问安全：终端普遍安全防御水平较低，通过VPN远程接入总部网络，总部的防护设备很难抵御VPN隧道中的威胁
- 权限划分安全：总部内网中有众多的应用系统，对于不同的应用系统需要对访问人员做好细致的访问权限控制
- 应用访问审计安全：了解何时何地何人访问了哪些应用系统，做到有据可查

■ 5G主认证+二次认证，双重防护增强网络安全

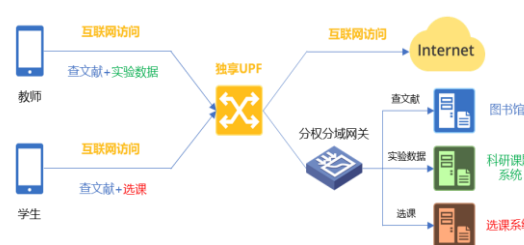
- 对于普通公众用户，首先需要完成5G移动通信网络的**主认证鉴权**（一次认证），验证其身份的合法性，才可访问Internet
- 对于垂直行业用户，所访问的企业内网业务通常关系国家安全、国计民生或商业机密，相较于普通公众用户有着更高的**安全保密**、**自主管理**需求。因此除了需通过5G网络的主认证鉴权，通常还需要通过企业数据网络（DN）的**二次认证**



二次认证



CPE后路由



分权分域

序号	时间	源IP	端口	协议	源应用	目的IP	目的端口	目的应用	操作
1	10:00	10.1.1.2	80	HTTP	查文献+实验数据	10.1.1.1	80	图书馆	成功
2	10:05	10.1.1.3	80	HTTP	查文献+选课	10.1.1.1	80	选课系统	成功
3	10:10	10.1.1.2	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
4	10:15	10.1.1.3	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
5	10:20	10.1.1.2	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
6	10:25	10.1.1.3	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
7	10:30	10.1.1.2	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
8	10:35	10.1.1.3	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
9	10:40	10.1.1.2	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
10	10:45	10.1.1.3	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
11	10:50	10.1.1.2	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
12	10:55	10.1.1.3	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
13	11:00	10.1.1.2	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功
14	11:05	10.1.1.3	80	HTTP	查文献	10.1.1.1	80	图书馆	成功

溯源审计



热点防私接

产品定义及功能



■ 企业综合准控系统定义

- 企业综合准控系统将**5G专网无感分流**优势与**精细化业务管控**封装在一起，可**替代VPN**，对企业终端进行自主认证、固定IP地址管理、CPE后路由地址段管理、热点防私接管理等，实现终端和服务侧的双向访问。同时，与企业统一身份认证平台对接，实现基于5G用户群组的分权分域准控访问及行为溯源审计。从而为客户提供**可管、可控、可追溯**的5G专网增值服务

■ 企业综合准控系统功能



二次认证

UPF支持SMF代理
有感、无感



IP地址管理

NAT映射，避免IP冲突
分配固定IP，IP溯源



CPE接入管理

后路由+反向寻址
集中用户管控
跨CPE的漫游认证



内网访问管理

分权分域、黑白名单
开放账单，业主自行计费
用户身份生命周期同步



合规访问审计

行为管理
溯源审计



防代理私接

控制个人热点接入的
终端类型、数量等



可视化大屏

网络运营数据

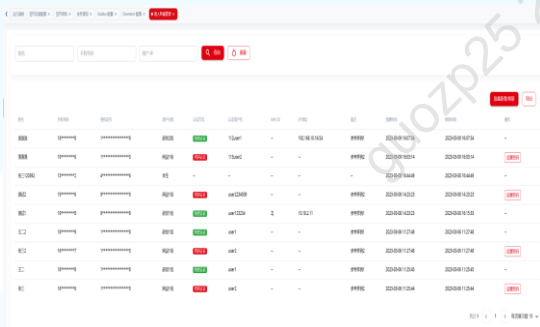


自服务Portal

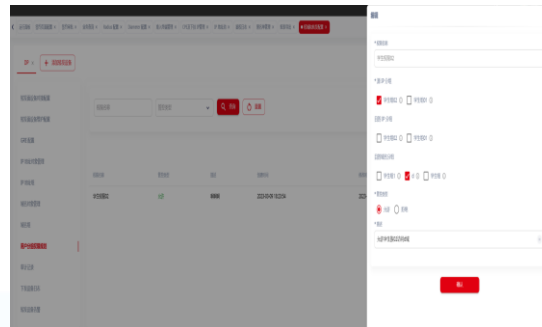
分组管理、权限管理



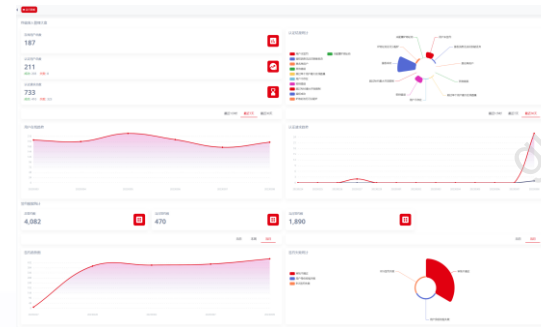
校园5G业务签约



校园5G终端准入管理



用户组分权分域设置



自服务运行面板

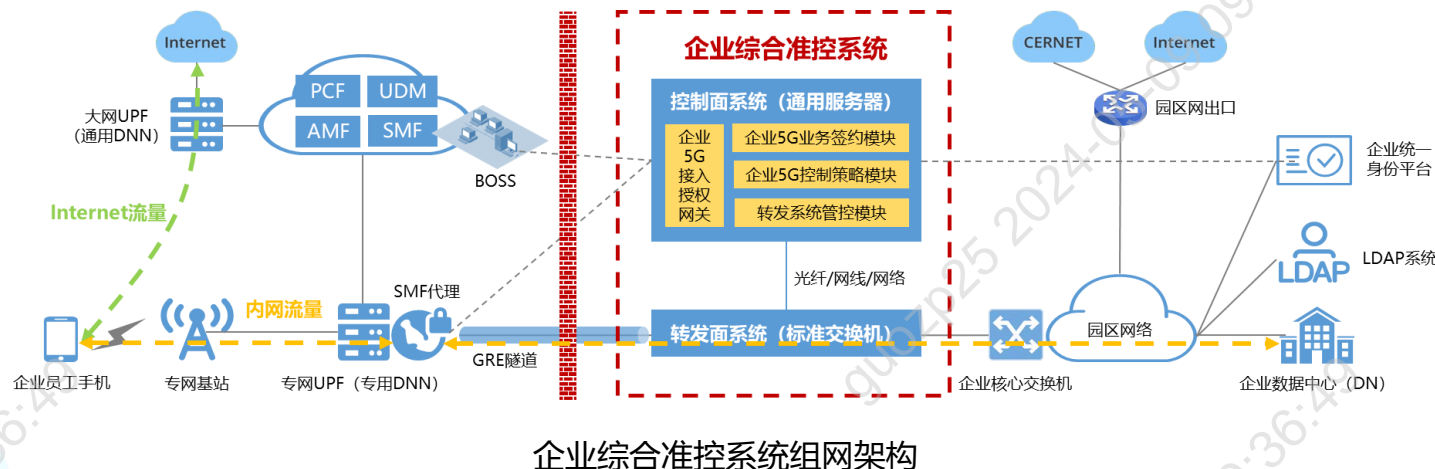


运营展示大屏56

产品架构及优势

■ 企业综合准控系统组网架构

- 建议电厂部署**5G混合专网**，即在电厂内网数据中心下沉一套**专享UPF**
- 企业综合准控系统位于**UPF与电厂内网**之间，对**所有经过5G专网的流量**进行管控
 - 硬件产品形态：MEC、X86通用服务器、云化部署皆可
 - 软件产品形态：控制面系统 + 转发面系统（包括5G业务签约、5G接入授权、5G控制策略、转发管控等模块）



■ 企业综合准控系统产品优势

① 部署方式灵活

- 可软硬一体机，可**纯软**（MEC、虚拟机/容器、物理机等）
- 针对5G虚拟专网，支持到共享UPF的VPN隧道；针对5G混合专网，支持到独享UPF的网线直连
- 如果仅监测，可旁挂在链路中；如果需要管控，可串接在链路中

② 产品成熟度高

- 目前企业综合准控系统已完成与**华为、中兴**5G核心网的对接测试，具备现网试点条件

③ 可对标竞品

- 对标**电信**：电信采用第三方产品，对接5GC需拆解为AAA-P、DN-AAA两部分，增加故障点；联通自研产品隶属于5GC可信域，可直接对接UPF，只需在客户侧部署DN-AAA
- 对标**业界主流ISV**（如派网、城市热点、锐捷等）：ISV提供的5G与企业内网融合认证产品，报价过高。联通自研产品价格实惠，亦可兼容友商的UPF
- 对标**主设备厂商AAA**：联通自研产品除了AAA，功能更齐全、强大，更能满足客制化需求；即使客户未部署5G专网，也可以提供分权分域、溯源审计等功能
- 对标**MEC自有AAA**：企业综合准控系统可集成MEC AAA能力，同时UI界面更友好、交互方便，无需手动敲入命令行实现配置；并附加客户自服务、运营大屏等功能

7、5G融合网管应用

■ 企业网络设备管理及故障排查的痛点

- 企业网络包括现场总线、工业以太网、工业光网等有线网络，以及4G/5G、Wi-Fi等无线网络，各自都有一套**单独的网管且不互通**，增加客户的采购成本和管理成本
- 设备厂商提供的设备级网管EMS，无法做到**跨厂商、端到端、定制化**，出了问题也很难在短时间内定位故障并解决
- 特别对于5G网络，涉及基站、传输、核心网、终端等多个节点，企业不具备运维管理能力，一般外包给运营商

网络出故障了，
不知道问题根源
在哪儿？

01

应该如何做好日
常的网络巡检预
警工作，以减少
出现故障的可能？

03

新业务、新设备的
配置、修改太麻烦
了，很容易出错，
有没有一键式操作
手段？

05

为什么业务质量
越来越差了？比
如网速越来越慢
了？数据总是有
丢包或延时？

02

终端设备去哪儿
了？

04

缺乏网络拓扑可
视化，无法把整
网情况了然于胸，
网络维护和调优
工作无从下手

06



产品定义及功能

■ 5G融合网管系统定义

- 5G融合网管系统作为**三方网管**，可涵盖大部分企业网络，支持业界**80%**以上通信设备**直采**，**兼容**企业存量ICT设备，提供统一视图、统一纳管和统一配置，实现对企业网络的端到端、可视化、集约化、融合化管理

■ 5G融合网管系统功能

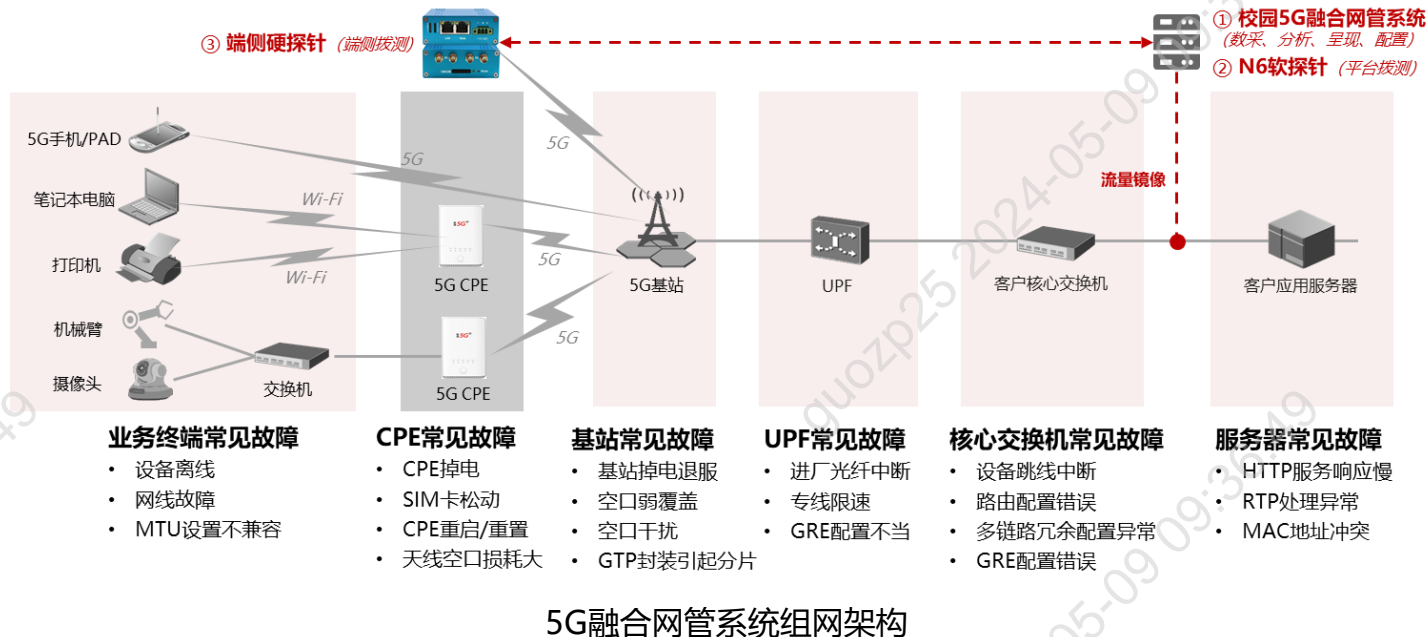
- 5G融合网管可纳管：**5G专网**、**5G CPE**、**工业光网**、**工业无线**、**工业以太网**、**工业环网**等，可按需选配



产品架构及优势

■ 5G融合网管系统组网架构

- 5G融合网管系统部署在客户侧**核心交换机出口**，在出口做流量镜像后，通过网线可达
- **5G融合网管系统**：包括前端应用层页面和后端采控适配，主要对采集到的数据进行接收、清洗、存储、展示等
- **N6软探针**：平台侧的拨测能力，类似于微型DPI，获取时延、抖动、丢包率等信息，吐给5G融合网管系统
- **端侧硬探针**：终端侧的拨测能力，类似于路测终端，获取链路质量、空口质量、5G信令、业务拨测等信息，吐给5G融合网管系统



■ 企业综合准控系统产品优势

① 部署方式灵活

- 可软硬一体机，可**纯软**（MEC、虚拟机/容器、物理机等）
- 相当于**旁挂**模式，只对链路进行监测，不影响客户业务

② 产品成熟度高

- 5G融合网管系统属于成熟产品，已登记软著，在现网中可直接商用部署

③ 差异化能力强

- **数据直采**：5G融合网管系统与网络设备直接交互，采集设备数据，并对数据进行解析、校验；同时可登录设备直接下发配置指令
- **端侧硬探针**：便携式硬探针，可监测5G模组的空口质量，监测MAC、RRC、NAS层信令等
- **纳管型号多**：86款交换机、8款安全设备、12款CPE设备、5款PON设备、10款Wi-Fi设备等
- **CPE管理强**：5G融合网管系统可以针对业界主流的12款CPE设备进行统一纳管和配置，同时可以对全部CPE的Wi-Fi参数进行批量管理



可信赖的政企客户 数字化转型服务商