



辽宁省 5G 全连接工厂 应用实践案例集

2022 年 11 月

声 明

本白皮书所有材料和内容的知识产权归中国工业互联网研究院所有（注明是引自其他地方的内容除外），并受法律保护。任何单位和个人未经中国工业互联网研究院授权，不得使用或转载本书中的任何部分，授权后转载、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：中国工业互联网研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

中国工业互联网研究院

联系方式：010-87901254

邮箱：liming@china-aii.com

前 言

自 2019 年“5G+工业互联网”512 工程启动实施以来，“5G+工业互联网”创新发展取得阶段性成效。2022 年，为指导各地区各行业积极开展 5G 全连接工厂建设，带动 5G 技术产业发展壮大，工信部组织编制了《5G 全连接工厂建设指南》。依据建设指南，本案例集编制组梳理了辽宁省工业企业在建设 5G 全连接工厂的建设成果和不同行业对网络的典型需求后，汇集了 24 个辽宁省 5G 全连接工厂建设的优秀案例。

本案例集中的案例主要聚焦在装备制造业、钢铁、石化化工、电力等行业，主要分布在沈阳、大连、阜新、鞍山等城市，与辽宁工业体系发展情况基本匹配。在 5G 典型应用场景方面，现有案例主要应用在无人智能巡检、机器视觉质检、厂区智能理货、设备远程操控等场景。在 5G 全连接工厂的应用成效方面，在行业发展的提质、降本、增效、绿色、安全方面均具有明显效果。

下一步，案例集工作组将继续关注 5G 标准技术发展、5G 产品研发和一体化推进，持续推进辽宁省更丰富的 5G 全连接工厂建设，从而进一步打造“5G+工业互联网”中国方案和中国品牌。

目 录

辽宁省 5G 全连接工厂应用实践案例集	1
声 明	2
前 言	3
目 录	4
一、 本钢板材冷轧总厂 5G 智慧冶金项目	6
二、 本溪工具 5G 智慧工厂	12
三、 大连冰山集团 5G 智慧工厂	18
四、 国网辽宁“5G+能源互联网小镇”	24
五、 锦州丰安实业 5G+工业互联网平台项目	34
六、 喀左鹏达铸造 5G 全连接工厂项目	42
七、 辽宁排山楼黄金矿业 5G+智慧矿山项目	53
八、 绥中电厂 5G+智慧巡检项目	58
九、 大连核电石化 5G“数字赋能·智慧工业园区”	73
十、 大连中远海运川崎船舶 5G 智慧园区	80
十一、 鞍钢股份鲅鱼圈钢铁 5G 智慧冶金项目	85
十二、 鞍钢 5G 智慧冶金项目	92
十三、 抚顺新钢 5G 钢铁全连接工厂	101
十四、 大连亚明汽车部件 5G 全连接智慧工厂	116
十五、 航天三菱 5G+工业互联网智能工厂	129
十六、 华晨宝马 5G 全连接数字工厂	137
十七、 “5G+工业互联网”中航沈飞示范工厂	144

十八、	辽阳石化设备预测性维护项目	148
十九、	鞍钢 5G 无人驾驶及地下矿智慧矿山	152
二十、	福耀玻璃 5G+MEC 物流工厂	159
二十一、	东北制药 5G 融合定位项目	164
二十二、	芯元微电子 5G 协同设计项目	169
二十三、	大连冶金轴承 5G 全连接工厂	172
二十四、	海正工业设备 5G 定制网业务	183

一、 本钢板材冷轧总厂 5G 智慧冶金项目

(一) 基本信息

项目实施单位	本溪钢铁（集团）信息自动化有限责任公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司本溪分公司

(二) 项目简介

本钢板材冷轧总厂轧后库为酸洗及镀锌环节中间物料暂存区，共 4 台天车承担物料转运工作，为提升企业信息化水平、降低人工运营成本、提升生产效率，本钢板材公司联合本钢自动化、本溪移动、唐钢自动化开展 5G+无人天车系统研发探索，并于 2022 年 7 月正式投入运行。

无人行车系统平台建设中充分考虑三冷轧区域机组各产线生产工艺和生产节奏的特点，满足生产组织和管理的需要，实现最大限度地节约人力，降低钢卷的查找时间，减少库存占用，提高钢卷周转速度，提升钢卷的上料、产出入库及发货的作业率。同时，为了实时呈现各天车运营状态，引入数字孪生技术；结合现场作业安全保障要求，同步引入多台基于 5G 网络数据回传的摄像头，辅以机器视觉的安全管控，确保行车行使安全、吊运安全。

(三) 项目需求与痛点

天车是冶金场景的常用运输工具，但由于天车作业环境艰苦且工

资水平不高，目前本钢三冷轧后库的天车工均为工龄较长员工，在用工老龄化的同时，工作环境及待遇无法吸引年轻人问题彰显，未来经营存在较大风险，亟待引入无人化的天车控制系统。

传统无人天车都是通过工业 Wi-Fi 来实现中控室和天车之间的通信，但工业 Wi-Fi 的稳定性及可移动性问题较大，天车在互相移动的过程中如果出现信号断续，就有可能发生碰撞，不管是设备损伤、钢卷表面损伤还是人身伤害，损失都是巨大的。通过引入高可靠的 5G 专网，利用 5G 的低时延特性叠加保护通道，将 5G 网络作为无人天车的第一控制链，将 Wi-Fi 网络作为热备模式第二路由。

通过建设本钢三冷轧厂库区无人化系统，实现库区的智能化管理，高效利用库区空间，降低人力成本，有效延长设备寿命，同时提高生产效益，实现天车自动平稳驾驶。由库区无人化系统自动管理钢卷的倒垛、上线、下线，提高工厂的安全水平，降低人为事故风险。通过库区无人化系统与冷轧 MES 系统，产线一、二级系统的衔接，有效贯通工厂的信息流和物流，逐步达到建设智能化工厂的目的。

同时，在实现了无人天车系统控制后，通过引入数字孪生及机器视觉监控系统，远程化监控天车状态。

(四) 项目总体建设方案

项目根据现场调研和投资金额，确定为 5G 混合组网的方式进行 5G 网络建设，如下图所示。项目于本钢三冷轧后库内部署 UPF 设备实现生产数据不出厂，保障低时延、高可靠需求。同时，借助现网基

站设备的搬迁调整，将 3 台 AAU 设备搬迁至厂房内，实现整体轧后库库区 700MHz、2.6GHz 的双层 5G 网络无死角覆盖。

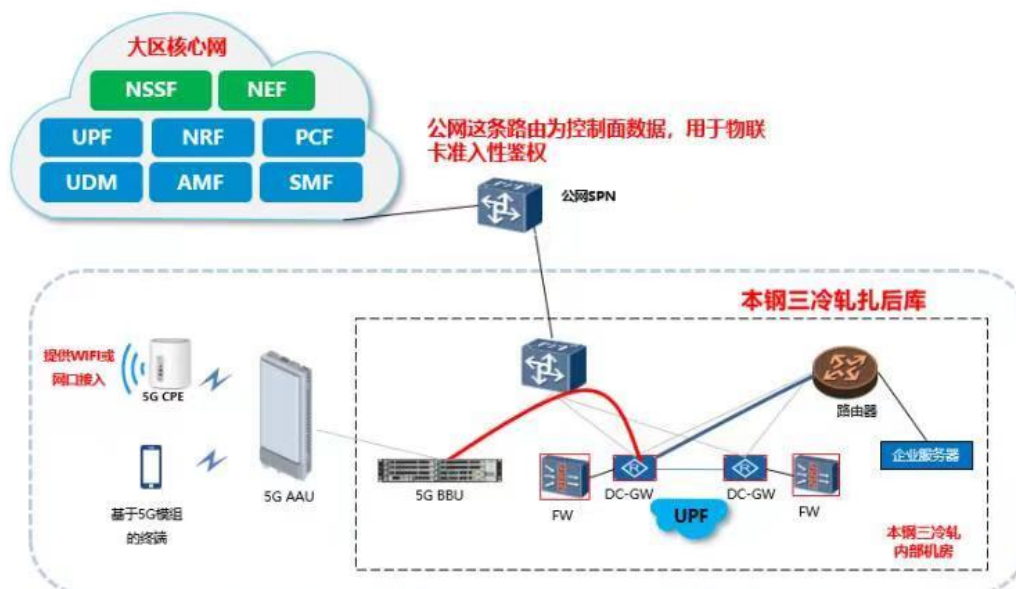


图 1 5G 专网组网拓扑图

在网络与应用协同方面，如下图所示，通过 5G 工业级 CPE 打通 PLC 数据向控制服务器的回传路径，同时通过开通 5G 终端互访功能，可实现天车本体、夹钳之间 5G 回传数据不经过服务器的信息交互（并建立了基于 Wi-Fi 的第二路由），最大程度降低控制时延。在出现不可预知的服务器故障等网络连接问题时，提供传统天车控制模式的选项，最大程度保障生产安全。

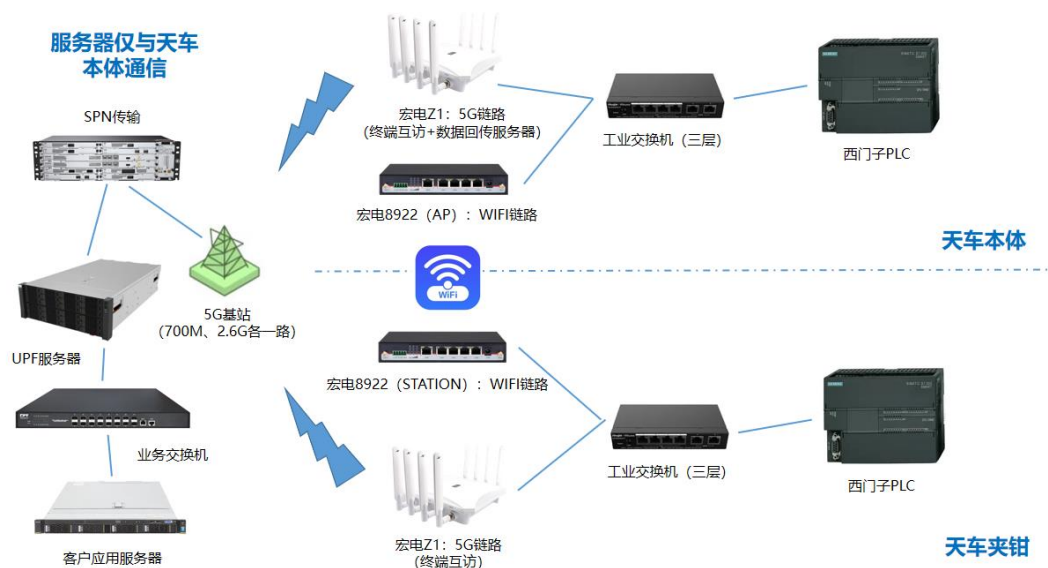


图 2 5G 与天车应用拓扑图

在天车控制系统建设方面，通过对 4 台天车系统更换智能夹钳并进行本体 PLC 数据交互的改造，实现与平台服务器的数据对接控制。同时，将三冷轧全量钢卷库位进行规范化位置点采样，确保无人天车能够精准完成物料搬运。天车的实时状态数据进行平台回传后，形成数字孪生呈现，并在天车关键点位安装视频监控。辅助后台机器视觉判别平台，对特殊行为进行管理。

(五) 5G 应用场景

1. 5G+无人天车

基于 5G UPF 下沉园区的低时延、高可靠保障，将天车运行数据与服务器平台交互，通过智能化的排产系统向天车下达施工指令，辅助以库位的规范化管理，从而达到天车无人化控制的目标。

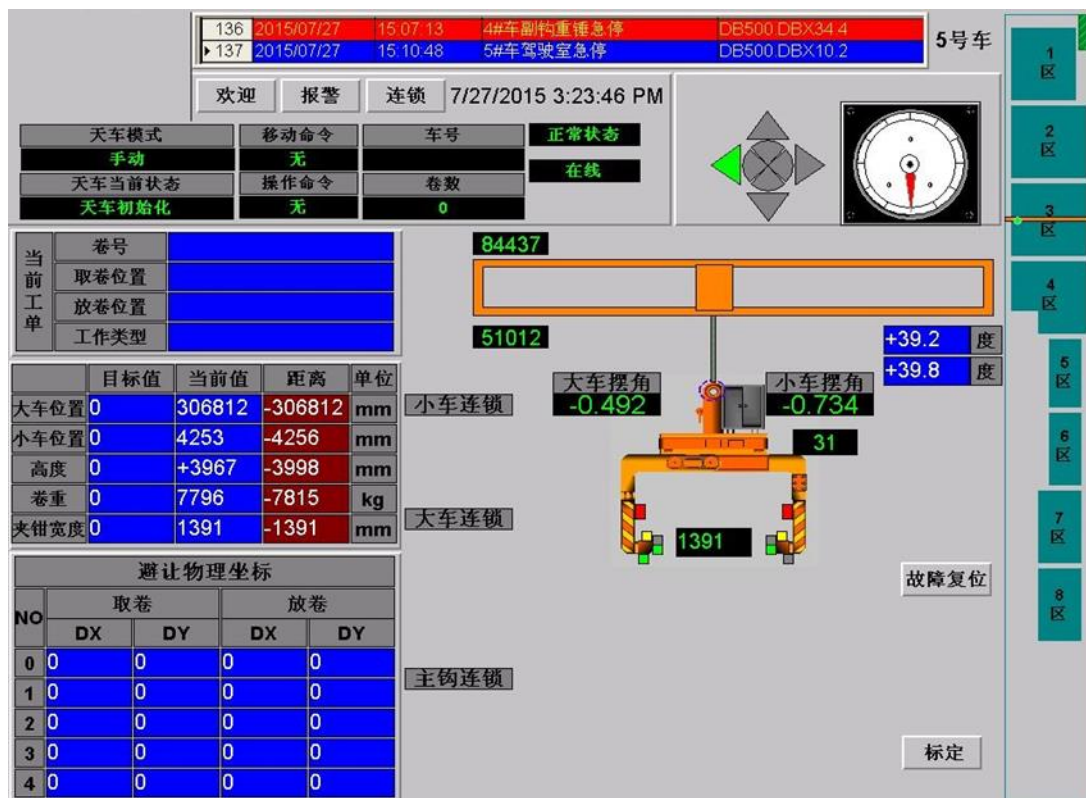


图 3 无人天车单体状态控制面板



图 4 无人天车四车联动控制平台

2. 5G+数字孪生

通过 5G 协助天车运行状态信息的实时采集，回传至数字孪生服务器，通过提前构建天车模型，实现实时化的天车状态呈现，辅助监控人员进行生产安全管理。

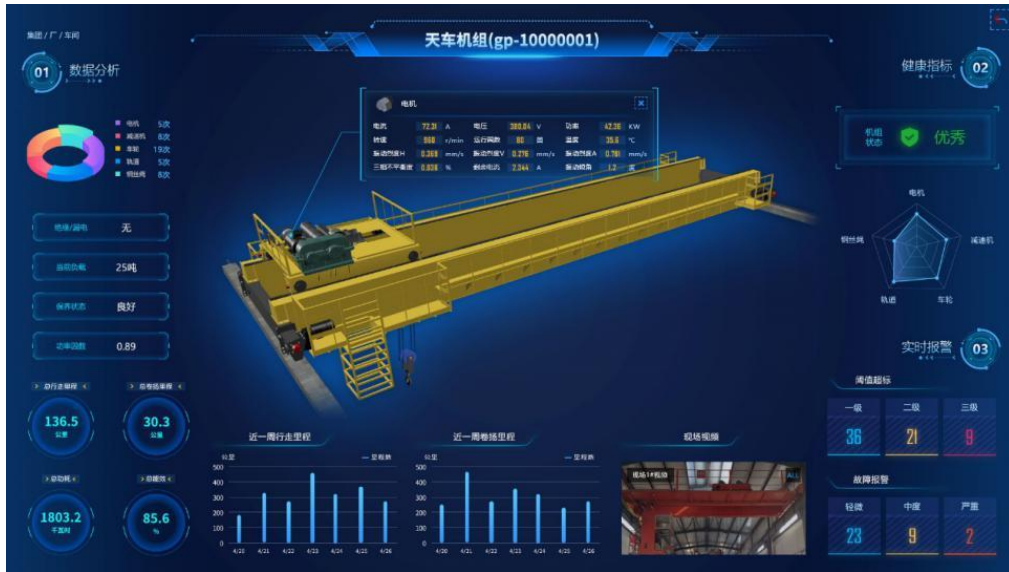


图 5 天车数字孪生平台呈现

3. 5G+智能监控

由于天车无人化管理后，对于生产安全提出了更大挑战，通过在 天车关键位置部署高清摄像头，并由 5G 工业级 CPE 将影像数据传送至后台服务器，在视频平台定制多项关键图像识别算法，在存在生产隐患后第一时间报警，降低事故发生概率。

(六) 项目成效

本项目为全省首个 5G 无人天车应用、全国领先的 5G+Wi-Fi 热备应用，更是全国首个基于 5G 终端互访调度的本体、夹钳通信案例。

在社会效益方面，无人天车信息化达到省内领先，通过验证 5G+无人天车的可行性对于本行业与 5G 融合的影响巨大。经济效益方面，累计从天车生产中释放 16 个人力资源，以投入到安全生产监控当中，年平均降低成本超百万元。

二、 本溪工具 5G 智慧工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	本溪工具股份有限公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司本溪分公司

(二) 项目简介

本溪工具厂结合自身战略发展方向，响应辽宁省工信厅和本溪市工信局在“5G+工业互联网”、碳达峰碳中和、数字化等发展的建设号召，并重点目标解决自身体上述的需求的痛点，梳理规划了“1+N+IOT”整体的 5G 工业智慧园区规划。建设一张连接生产数字化要素的精品 5G 专网、落地 N 个 5G+工业互联网创新应用、打造一个企业级别全方位数字化升级管理的数字化 IOT 管理平台。

(三) 项目需求与痛点

本溪工具厂信息化水平不高，大量依赖人工进行生产。同时，工序之间生产物料人工转运，以及质量品控的人工抽检存在生产效率低，

出错率高，且工人管理难等痛点。企业存在扩产和产线调整需求，但既有的 MES 等信息化系统接入改造投资巨大，而且由于协议封闭、一期规划等原因，数字化的精度不足，缺少人员管理、订单追溯的有效数据支撑，企业数字化基础设施不够完备。MES、OA 等全部于公有云部署，存在信息泄露风险的同时，性能不够稳定并且物流领域暂未实施数字化、智能化改造，货物周转不透明、码放随意，码放方式决定只能通过人工进行搬运、不及时错料等情况频发。

同时，当前企业外部竞争压力巨大，例如招工困难、疫情导致的全球市场影响等。东北地区年轻人流失严重，不愿意去工厂，工厂工人老龄化严重。由于新冠疫情蔓延，全球制造业停滞，工具股份今年订单飞速增长，导致生产人力资源极度短缺。企业生产数据孤立且无法进行质量溯源。企业有 40% 的收入来源于出口，国外客户要求产品质量数据全溯源而本溪工具厂缺乏此类产品质量追溯。

(四) 项目总体建设方案

本溪工具厂建设了 2.6+4.9G 双模 4*4 MIMO 有源室分基站覆盖的车间 5G 网络，如下图所示，通过下沉 UPF 分流至园区内新建机房和移动公有云，将既有应用和系统进行迁移。同时，业务层面使用 5G 工业网关与客户生产线控制系统 PLC 机柜互联并进行协议解析，实现产线数据的全面感知，落地 iWMS 和 5G 无人叉车、5G AGV 设备实现厂区内物料周转的无人化搬运和透明化管理，部署机器视觉应用对齿条进行齿形检测，以提升产品品质和市场竞争力。在 5G 创新业

务单点落地的基础上，本溪工具厂还建立了智慧工业园区平台，做到先期部署的数字化工业 APP 和 5G 行业应用的集中一站式纳管。

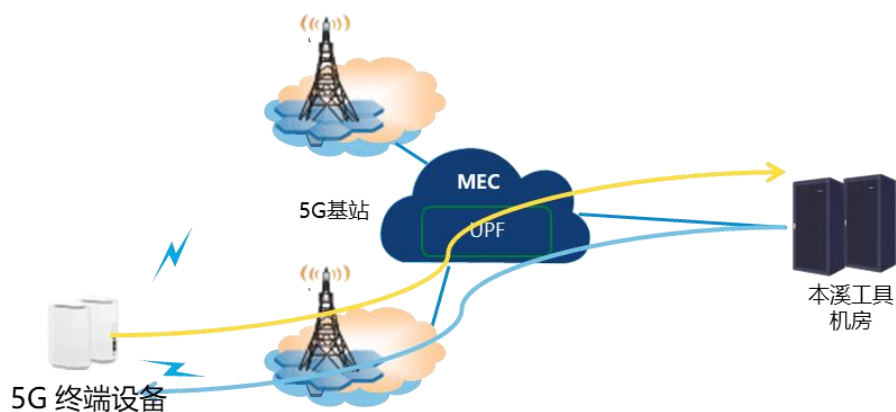


图 6 5G 组网拓扑图

(五) 5G 应用场景

1. 5G 云化在线质量检测

由于需要极高的检测精度、极为复杂的工况条件以及工艺约束条件复杂，一直以来铣齿检测都是业界难题。同时，由于铣齿的精度直接影响了客户的满意度，故本溪工具多年来尝试了很多方案。通过历时 2 年的研发，最终探索出基于 5G+超高清工业相机+自动化联动机构的全量、在线检测方案：

该方案通过在 40 条铣齿两侧，分别部署 2K 超高清工业相机和高清双侧远心镜头，实现检测精度高达微米级。另外，项目通过采用 5G 4.9GHz 专网深度优化，解决了超高清图片并发对于 5G 上行带宽挑战问题，最终，将终端客户最为关心的四大检测指标（相邻尺高度差、一定长度范围尺尖高度超差、相邻齿间距、撸刀）统一实现 7*24h

在线检测，精测精度高达 98%。同时，结合异常实时报警和停机连锁控制，最终有效地提升了成品货物的品质，最终为产品远销海内外的本溪工具公司提升了核心竞争力和品牌效应。

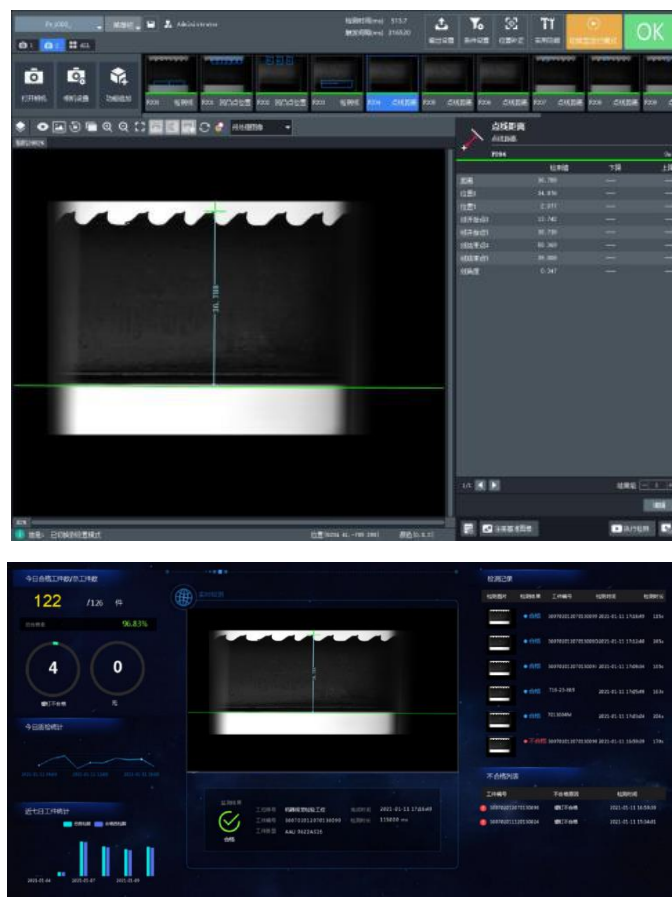


图 7 机器视觉质检平台

在整个应用创新的过程中，本溪移动联合中兴通讯为本溪工具厂进行了单条产线的业务实验局部署。经过一年多的联合优化，让该机器视觉应用从硬件易用性到软件准确度等方面都有了较大幅度的提升。因此，本溪工具厂得以在剩余 30 条产线上成功快速上线，并采用全新架构充分发挥网络侧和边缘算力侧的优势。

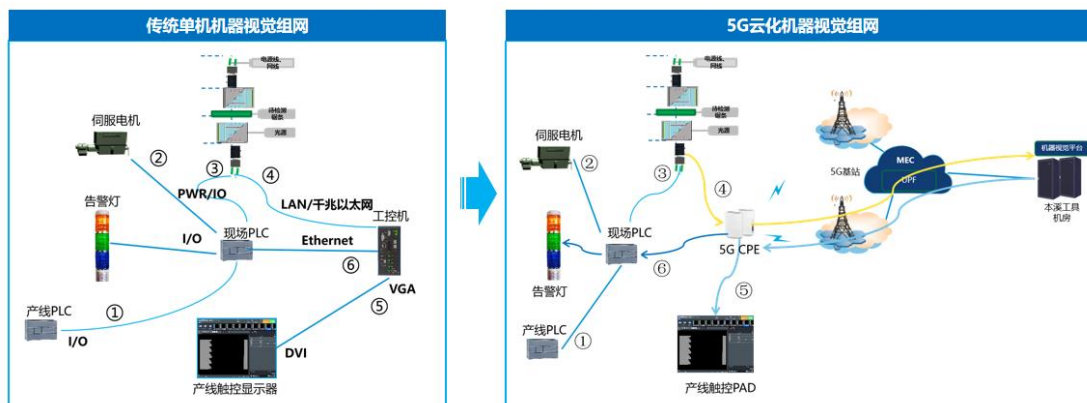


图 8 5G 云化机器视觉质检与传统质检组网对比

2. 车间生产线数据采集

数字车间主要是基于产线布局 and 各类生产设备、人员、物流等信息进行建模，形成虚拟的产线模型，并借助产线数据采集方案，形成实时的数据采集，从而形成信息流，驱动虚拟的产线模型进行相关生产动作的仿真和三维展示，并结合各类数据统计，给出车间的看板信息。总体部署架构如下图所示：

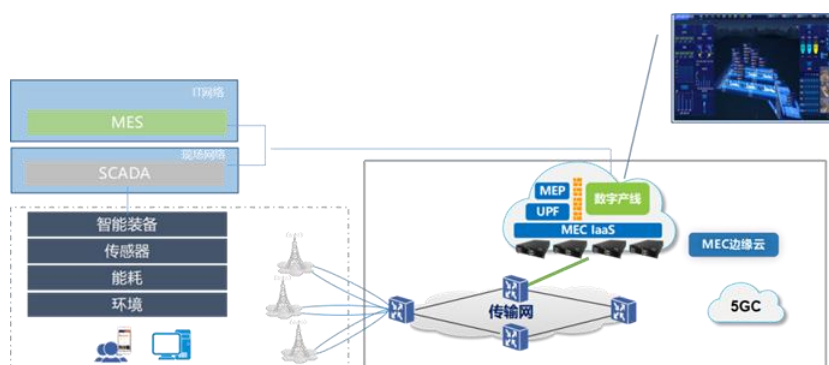


图 9 车间网络部署架构

本溪工具厂以沈飞电子建设 MES 为信息流汇聚层，打破原有接入设备协议标准众多且封闭的困难点，以 5G 工业网关为接入终端，解析 PLC、变送器等发送的数据，并能够反向控制启停、调温等远程

化联动管控。同时，在本溪工具厂近期的产线调整中，5G 的无线化优势也突出显现。

3. 5G AGV 无人化厂区物流

本溪工具厂以无人物流为契机，重塑了企业内部的货物存放和周转方式，将货品仓储使用定制的高位货架进行存储，不仅取放更精准灵活，更搭配 iWMS 实现了所有中间料、成品的透明化可查询追溯。通过以上的 5G AGV 多场景转运，本溪工具厂实现了厂区内物料周转的无人化，切实提高了物料周转的效率。



图 10 无人化厂区物流实景图

(六) 项目成效

以往设备状态不透明，隐患不能实时掌控，导致非计划停机。通过广覆盖的数据采集和系统设备监管的实时报警，不仅通过预测性、精细化维护的手段避免了停产等问题的发生，一线工人每人可负责 12 台设备操作，而负责整个车间上百台设备的管理人员只有 3 人。搬运人力节省超 10 人，同时解决了人员闲置和安全问题。同时，目前人工检测负担较重，虽不良率出现概率较低，但是“宁可错杀一千，不

能一人漏网”的高质量要求让质检人员工作负荷重，项目实施释放了枯燥而低价值的工作，高水平人才也得到了极大的关注和引进。综上，公司人员减少五分之二，但现有员工收入却增加近一倍，人员结构也得到优化。产品产量从信息化改造之前的年产 1000 万米到现在的年产 1500 万米，提高 1.5 倍；传统的物料储备人工管理通过信息化解绑，实现了实时管理，企业原材料采购提前期缩短 40%，停工待料时间减少 50%，交货期缩短 20%，资金占用减少一半；外部客户质量问题反馈售后处理、问题溯源、质量排查一气呵成。项目的实施不仅为企业的产品质量提升找到了完善的闭环路径，也提升了本溪工具厂在国际市场的产品声誉和综合竞争力，提升东北老工业基地企业的整体形象，成为中小企业中专精特新的“隐形冠军”。

三、 大连冰山集团 5G 智慧工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	大连冰山集团有限公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司大连分公司

(二) 项目简介

大连冰山结合制冷装备制造行业企业需要和行业发展趋势，结合行业数字化发展趋势和企业需求，建设 5G 专网，并实现设备远程监控管理、机器视觉检测、专家诊断等三个 5G 应用，取得了较好的应

用效果，促进了企业数字化、智能化水平的提升。

(三) 项目需求与痛点

制冷装备制造行业经过多年发展，相关设备和技术日趋完善。近几年，随着工业互联网的发展，制冷装备行业各企业更加注重以冷热产业为核心，打造产业链上下游制造协同体系，从卖产品向卖服务改变，从被动监控向预测性维护转变，从提供单类产品向提供定制化解决方案转变。制冷装备行业衍生出了工业设备监控、云服务、物联网及大数据采集分析、冷库环境监控等需求；同时，设备复杂性的提升对服务人员的素质要求也逐年提升，如何提升维护人员的能力，降低维护成本成为制冷装备行业降本增效的有效手段。5G 网络建设中针对的主要项目痛点如下：

5G+专家诊断系统平台应用痛点：冰山集团生产的制冷设备服务于全国各个地区，冰山集团也在全国多地部署售后服务单位用于设备的售后服务支撑，但遇到难以解决的问题时，还需要从公司派遣专家予以支撑，解决故障时间长、成本高，迫切需要新的方式手段解决专家远程支撑的问题。

5G+远程监控管理应用痛点：冰山集团面向冷库、制冷设备、车间、机房等维护保障托管业务，对于氨泄漏等常见故障需要进行实时监控，但传统监控手段受制于通信手段存在报警难等问题，难以及时发现故障并处理，需要新的技术手段提高安全运维预控水平，降低技术管理难度。

5G+机器视觉表面缺陷检测痛点：客户当前产线生产印刷电路板（常用英文缩写为 PCB），是电子元件的支撑体，是重要的电子部件。在 PCB 生产过程中，会产生相关质量问题，如下图所示：

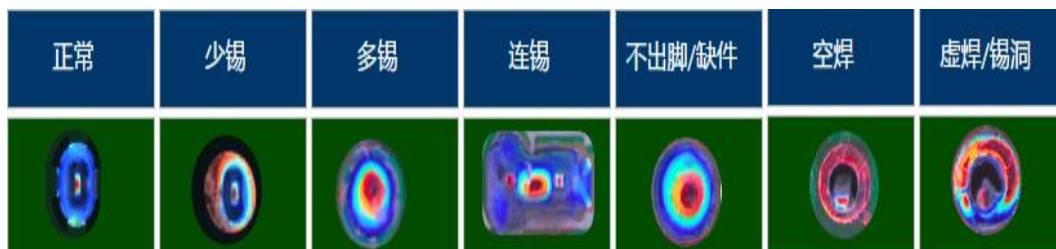


图 11 PCB 生产过程质量问题

目前质检采用人工方式进行，存在用工多、效率低等问题，需要利用机器视觉等新技术实现自动质检。

(四) 项目总体建设方案

如下图所示，本期项目建设内容包括 5G 虚拟专网一套，UPF 下沉到园区实现不出厂，实现专家诊断系统平台应用、远程监控管理应用、机器视觉检测应用等 3 个场景的应用。

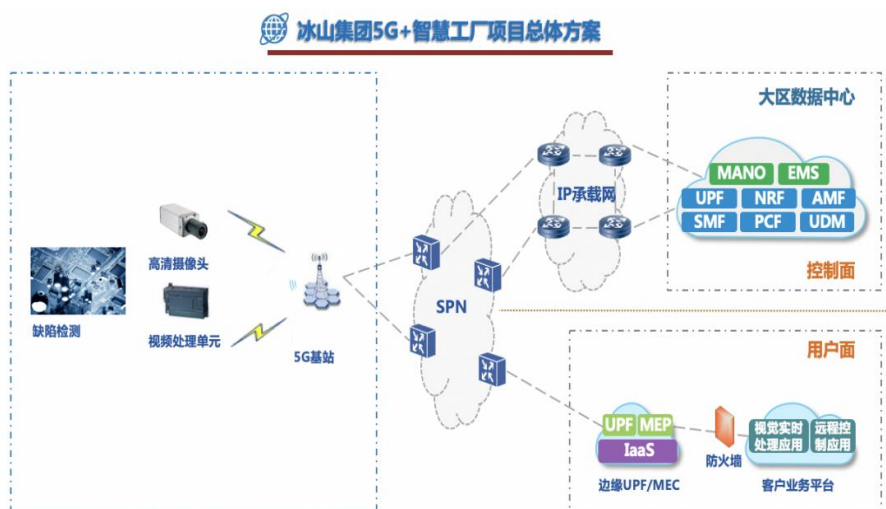


图 12 冰山集团 5G+智慧工厂项目总体方案

(五) 5G 应用场景

1. 5G+专家诊断系统平台

建设一套专家诊断系统支撑平台，与 AR 眼镜协作，实现专家的远程支撑服务功能：

- 1) 实景互联：多方多地协同，实时响应、犹如亲临现场，节省人力成本；
- 2) 移动可视：双目 AR 眼镜支持，移动大屏实时显示所需数据；
- 3) AR 交互设计：自主完整工具链-编辑+发布+模版。

AR 眼镜第一视角的技术与大数据、云计算结合，测试专家可以远程在线进行故障诊断，并且实时指导维修作业人员进行安装调试，以及对新员工进行在线实时培训等应用。



图 13 5G+专家诊断系统平台实景图

2. 5G+远程监控管理

面向冷库、制冷设备、车间、机房等维护保障托管业务，通过 5G 网络环境下视频监控的图像识别技术，如热成像或人员倒地画面识别的测试应用，来为用户解决氨泄漏即时报警等安全管理难题提供新的选择方案。通过 5G 网络采集现场设备的运行状态技术参数和环境温度等参数，可及时向现场终端用户提供运行状态监控管理服务和故障感知服务。通过 5G 网络将采集参数数据即时上传云平台，达到对远程危险源快速预警与即时处置，提高安全运维预控水平，降低技术管理难度的目标。



图 14 5G+远程监控管理监控

3. 5G+机器视觉表面缺陷检测

在 PCB 产线上贴片及插件工序上，增加 AI 机器视觉质检设备，如下图所示，通过高精度彩色工业相机实时抓取板卡图像，采取卷积神经网络算法处理图像，智能判定元器件及焊锡不良，实现产品的自动质检和快速维修。



图 15 AI 机器视觉质检示意图

(六) 项目成效

5G 专网和应用场景建设完成后，促进了大连冰山数字工厂的建设，提升了企业的生产效率和服务能力。AI 质检项目的建设，加快了产线焊板、电路板缺陷检测速率，同时提升了不良产品的维修速率。专家诊断系统平台为大连冰山集团带来了经济效益的提升，减少专家人力资源需求 3 人。远程监控管理帮助企业实时监控制冷设备的现场情况，在丰富报警手段的同时，为设备预测性维护创造了条件。

本项目丰富了大连冰山云平台的服务支撑能力。大连冰山作为行业的龙头企业，支持各类企业和创业者以冰山云平台、专家诊断平台为基础，利用大数据、物联网、人工智能、区块链等新技术，将应用市场从制冷业再延伸至化工、大型机器制造、汽车制造等其他细分市场，积极培育平台经济、分享经济等新业态、新模式。

四、 国网辽宁“5G+能源互联网小镇”

(一) 基本信息

项目实施单位	国网辽宁省电力有限公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司

(二) 项目简介

立足智慧高效、生态宜居、清洁低碳三大定位，建成清洁能源占比高，供电品质高、综合能效高、信息广泛感知、服务广泛覆盖、用户广泛参与的清洁低碳、安全高效的智慧能源创新示范工程。基于 5G 网络技术，同时以数字化能源物联网为基础，以能源大数据分中心为依托，构建起有效面向政府、能源产业上下游、用户等产业链参与方的清洁能源综合服务体系、清洁能源调控管理体系、企业能耗管理服务体系、碳资产管理服务体系、智能代运维服务体系等现代能源生态体系，打造国内领先绿色工业互联网示范区和智慧生态旅游宜居示范区，促进企业向能源产业价值链整合商、能源生态系统服务商转型，树立能源互联网典范样板，助力阜新地区清洁能源发展和“碳达峰、碳中和”目标达成。

(三) 项目需求与痛点

为深入贯彻落实党中央、国务院深入推进污染防治攻坚战、“碳达峰”和“碳中和”有关决策部署，促进减污降碳，改善大气生态环境质

量，持续推进绿色发展，国网辽宁电力公司在阜新打造全国重要的新能源示范基地，由传统能源大市蝶变为新能源强市。目前阜新新能源产业和电网架构存在的一些不足：首先在电源侧，保障清洁能源消纳的新型储能产业发展滞后，相对于风电、光伏发电容量快速增长，区域内储能产业技术水平和消纳能力亟待提升，现有的清洁能源消纳能力和储能容量远远无法满足未来能源跨越式发展的要求；其次是网架结构方面有待进一步优化，北部电网电力外送受限，彰武地区供电可靠性低，变电站配置不合理，部分农网地区网架薄弱，限制新能源高比例接入；最后在负荷侧，阜新地区对于清洁能源的利用和吸纳有限，季节性的能源消耗的供暖供热还是依赖传统化石能源，尤其冬季采暖季，用散煤取暖，导致阜新空气质量 PM2.5 严重超标，亟需利用清洁能源替代烧煤取暖；最后以双碳为目标的源网荷储一体化和多能互补水平不足，新能源的综合服务支撑体系不健全，缺少集约化、规模化运维管理支撑，制约新能源产业的快速发展，亟需结合阜新地区资源优势，打造一个集中式与分布式发电储能并举，风、光、氢、储多能互补的智慧能源体系。同时，在能源行业的转型升级过程中存在如下痛点：

痛点 1：在电源侧，相对于风电、光伏发电容量快速增长，区域内储能产业技术水平和消纳能力亟待提升，现有的清洁能源消纳能力和储能容量无法满足未来能源跨越式发展的要求。

痛点 2：网架结构方面需进一步优化，北部电网电力外送受限，彰武地区供电可靠性低，变电站配置不合理，部分农网地区网架薄弱，

限制新能源高比例接入。

痛点 3: 在负荷侧, 阜新地区对于清洁能源的利用和吸纳有限, 在冬季采暖季, 供暖供热仍依赖传统化石能源, 尤其是用散煤取暖, 导致阜新空气质量 PM2.5 严重超标, 亟需利用清洁能源替代烧煤取暖。

痛点 4: 以双碳为目标的源网荷储一体化和多能互补水平不足, 新能源的综合服务支撑体系不健全, 缺少集约化、规模化运维管理支撑, 制约新能源产业的快速发展。

按照“能源转型升级、5G 场景同步建设、业务精益管理、服务持续提升”的思路, 以能源与城市融合协同发展为愿景, 围绕“5G、一中心、五体系”建设, 打造阜新特色的 5G+智慧能源互联网小镇, 提升能源生产、能源输送、能源消费各环节的服务能力, 实现多元互动、柔性适配、智能高效、清洁低碳, 为用户提供高品质、高能效、智慧化的能源服务。

(四) 项目总体建设方案

聚焦 5G 网络与能源互联网的转型替代升级、多能融合互补服务等方面, 推广能源互联网在城镇多场景综合应用, 围绕清洁能源综合服务、清洁能源调控管理、企业能耗管理服务、碳资产管理服务、智能代运维服务五大方面, 提升能源生产、能源输送、能源消费各环节的服务能力, 实现多元互动、柔性适配、智能高效、清洁低碳, 为用户提供高品质、高能效、智慧化的能源服务。

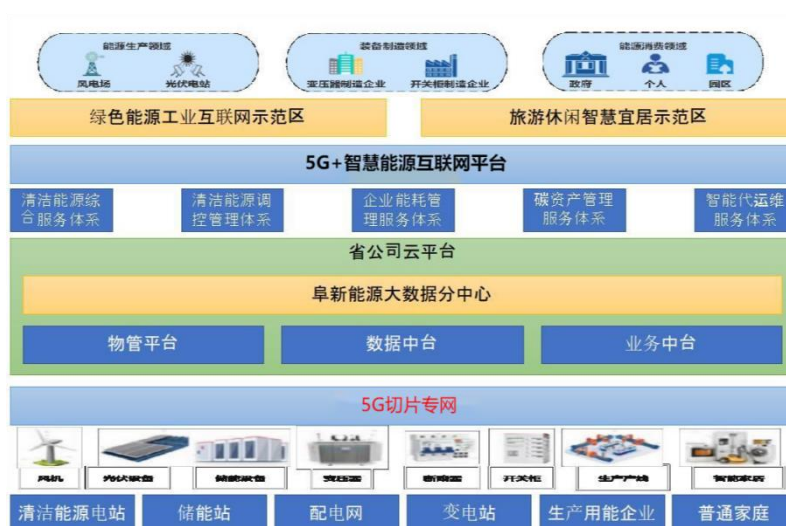


图 16 能源互联网多场景综合应用体系

本项目根据能源互联网实际业务需求，中国移动在阜新能源互联网小镇示范现场新建 5G 无线网及传输网，阜新供电公司保障基站供电，通过 QoS、网络切片技术等功能性技术与手段做到业务优先保障、业务逻辑隔离，满足网络速率、时延、可靠性优先保障的需求，达到业务逻辑隔离、按需灵活配置的效果。

阜新能源互联网小镇的 5G 无线基站及传输组网采用 CRAN 组网模式，1 个室外站点安装 AAU 设备，通过传输光缆将信号传递到网络节点机房，在现场项目部采用 SPN 设备及 BBU 设备将信号收敛，通过整体 SPN 网络回传交换。采用 BBU+AAU 的模式做拉远宏站。BBU 设备集中安装在边缘节点机房中。如下图所示，UPF 部署物理位置与边缘云在同一机楼中，并配套防火墙、管理交换机，UPF 按照 10Gbps 吞吐能力，会话处理能力 0.5 万 PDU 进行部署，支持按需扩容至 100Gbps，10 万 PDU 会话处理能力。

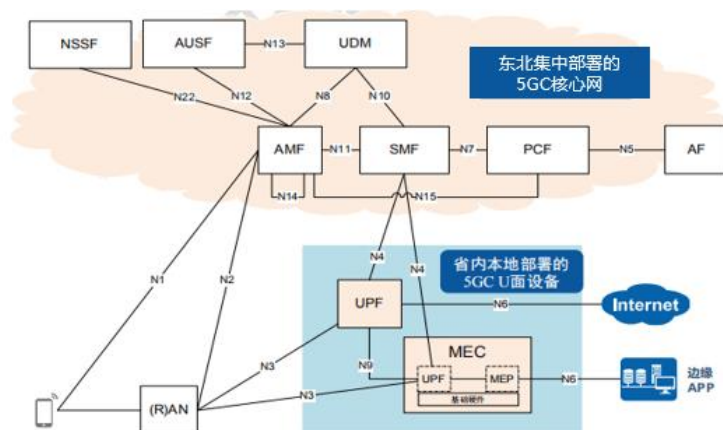


图 17 5G 网络部署架构

核心网与基站通过 N2 接口经 SPN 传输网和 IP 承载网与核心网控制面进行连接，通过 N3 接口经 SPN 传输网与核心网用户面 UPF 进行连接。核心网用户面 UPF 通过 N4 接口经 IP 承载网与核心网控制面进行交互，通过 OM 接口经 IP 承载网与省内管理平台进行连接。

项目通过建设智慧能源通信管理平台，面向通信的各个环节通信进行管理，为智慧能源小镇 5G 专网连接，电力通信设备管理，切片管理，工作流程管理提供便捷化管理工具，为智慧能源小镇提供了可观、可管、可控的一体化能力，保障通信安全。



图 18 智慧能源通信管理平台

(五) 5G 应用场景

1. 多“源”互补

通过掌握阜新地区风、光、水、气等新能源的分布及能源出力情况，分析多种新型能源碳替代方面的贡献，为解决能源利用的储存、调峰、低位热能利用、微电网等技术难题提供数据支撑。

项目已完成针对“光热+”、“绿氢”两大能源接入场景设计与建设，其中“光热+”部分主要分析了“光热+”项目对光能、热能的利用情况，量化“光热+电”项目在碳减排方面的作用；“绿氢”部分主要分析清洁能源产业基地的绿氢生产情况，分析绿电生产氢气的投入产出情况、碳减排情况。



图 19 “光热+”项目统计分析界面

2. 多“网”融合

以电网为核心，利用大数据、5G、北斗、物联网、区块链等数字

化手段，融合电力网架、天然气网络、供热网络、道路交网络形成能源互联共享网络，充分利用能源互联网的物理模型、先进计量基础设施提供的在线量测数据、能源互联网的历史运行数据，集成电气、流体、热力、计算机、通信、气候、经济等多学科知识进行的多物理量、时空尺度、多概率的仿真过程，通过在虚拟空间中完成对能源互联网的映射，反映能源互联网的全生命周期过程。

项目已完成阜新配电网网架数据接入，通过对变压器功率与负载情况实时监控，及时掌握各地区变压器运行状态，保证配电网的正常运行；针对阜新市冬季光热+用户夜间电取暖，对电网压力大以及绿氢工业等工业园区，峰电用电量等问题，指导阜新微电网建设进行前期规划设计。



图 20 阜新微电网组网分析界面

3. 多“荷”服务

通过对居民、工业、农业、商业、公共事业多行业的用电负荷分析，提升用能用户供电可靠性和电能质量、电费管理；多样化服务电

网调峰、调频、备用容量及电压支撑，为电网削峰避谷、柔性电网动态调节、战略安全储能提供有力支持。

项目已完成对“光热+”用户的用电习惯系进行分析，根据光热+用户负荷情况分析，各区域所能承受光热+用户数量。基于数据中台，将光热+设备与所属配变器进行对应，实时监测光热+电锅炉开机情况；同时，通过直观反映阜新智慧工业园区的整体情况，查看园区内各行业的地理位置分布，并通过点击进入查看各工业企业的耗能情况详细数据。



图 21 光热+接入负荷管理界面

4. 多“储”共享

获取区域内风电、光伏、市电、绿氢等储能资源配置情况监控其储备及用能情况，为电网削峰避谷、柔性电网动态调节提供有力支持。目前已完成阜新市内氢储区域定位，通过对加氢站的加氢量、氢气储备情况及整体用电情况进行监测展示。

(六) 项目成效

智慧能源小镇目前已安装部署光热+设备 20000 余套，按实际情况计算，每年减少煤炭燃烧 185 吨、减少碳排放 460 吨、节约电量 172 万度，解决电费 103 万元。

目前接入光热+用户数 24444 户，每日实时获取用户数据，对用户的分布情况、光热+设备供暖情况、光热+电锅炉使用情况进行监测。通过对光热+用户分布情况的分析，光热+项目推广完成进度约为 34.8%；通过对光热+设备的水箱温度与回水温度进行计算，光热+项目每年转化光能产生热量 24.7×10^9 万焦，对比传统取暖方式每年减少 18000 吨二氧化碳；通过对光热+电锅炉运行功率的检测，实时监测所属配变器负载情况，保证了配变网络的稳定运行，为光热+项目的推广计划提供了数据支撑。

目前以嘉寓清洁能源产业基地为能耗研究对象，对绿氢的生产及能耗情况进行监测分析，监测的目标包括：制氢车间、电堆组装车间、电堆检测车间、膜电极生产车间、系统组装车间和仓库。嘉寓清洁能源产业基地预计年产氢气 300 吨，全年耗电量约为 10 万度，其中电能转换量约为 7 万度；将以绿电替代标准煤电生产氢气，每年可减排约 5000 吨二氧化碳。氢气生产将立足在以光伏、风电、水电等为代表的可再生能源制氢技术，不仅促进新能源消纳，在成本大幅度降低后，生产出的“绿氢”将成为稳定新能源利用主流。依托绿电生产绿氢，实现和现有能源系统的融合，在工业制造、化工品生产、氢能汽车利

用以及配合电网开展负荷侧“削峰平谷”都将起到积极推动作用。

智慧能源小镇树立了能源行业与通信行业推进数字化转型合作的典范，是推动传统能源产业向网络化、数字化、智能化方向加速转型的关键一步，也是国网阜新供电公司紧扣国家电网公司“一体四翼”发展布局、实现建设具有中国特色国际领先的能源互联网企业战略目标的重要举措。利用数字新基建 5G 技术将更好地发挥电力大数据资源价值，推进能源大数据中心建设，服务政府、支撑企业、方便公众，加快推进一流现代化能源强企建设，为现代化品质生活之城建设贡献更大力量。



图 22 智慧能源小镇实景图

五、 锦州丰安实业 5G+工业互联网平台项目

(一) 基本信息

项目实施单位	锦州丰安实业有限责任公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司锦州分公司

(二) 项目简介

项目以 5G 数字工厂工业互联网平台为底座,提供 PaaS 层及 SaaS 层的能力,建设数据采集管控应用模块,快速实现设备数据采集和汇聚及具备高效的边缘计算功能;建设大数据建模及可视化管控模块,打通企业信息孤岛,建立企业级的统一数据平台;建设设备全生命周期管控模块,构建设备数字孪生系统及可视化系统。本项目用新一代信息技术推动工业生产运营环节信息化、数字化转型,加快“数字锦州、智造强市”发展建设。

(三) 项目需求与痛点

工业互联网正在通过全要素、全产业链、全价值链的高效连接,为我国制造业数字化、网络化、智能化发展提供实现途径。锦州丰安实业有限责任公司为 5G 工业园区,目前现场有部署 5G 700M 设备,700M 带宽未 30M 且终端渗透率低,无法满足工业园区对于 5G 无线覆盖业务的需求。

(四) 项目总体建设方案

为了更好的满足园区的 5G 覆盖,计划新建 5G 室分和 5G 的 2.6G 设备,满足园区覆盖。部署后 5G 相比于 4G,具备高速率、低时延和大连接的特点,峰值速率单小区将达到 GE 以上,在满足客户基础通话,上网业务体验基础上,更适合于开展 5G 行业的相关需求,例如部署高清视频回传等。整体网络覆盖示意图如下,宏站采用 AAU 直接对接 BBU,通过承载对接至核心网。室分通过 RRU 设备馈入传统室分来实现 5G 的信号覆盖。

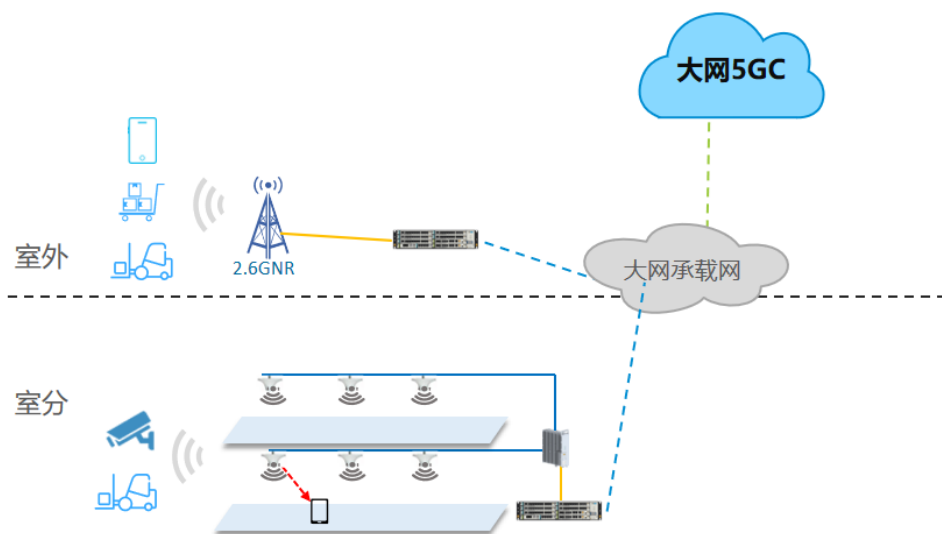


图 23 5G 网络部署方案

其中园区室内场景覆盖规划方案如下:

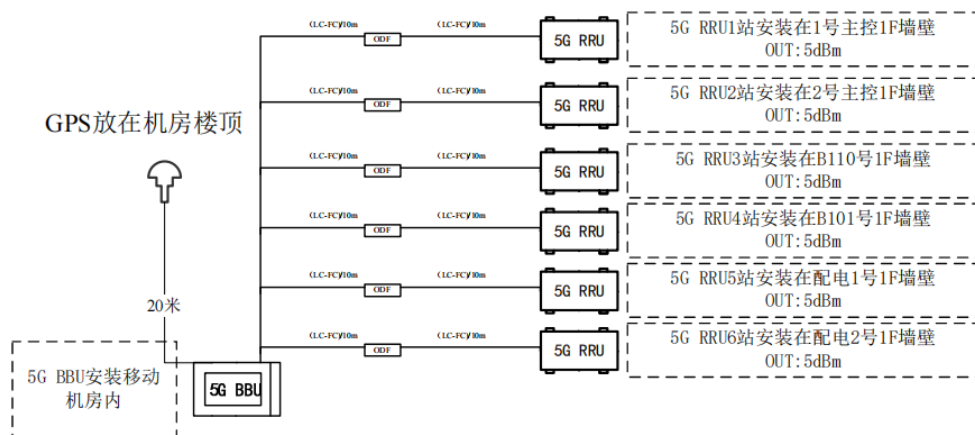


图 24 园区室内场景覆盖规划方案 1

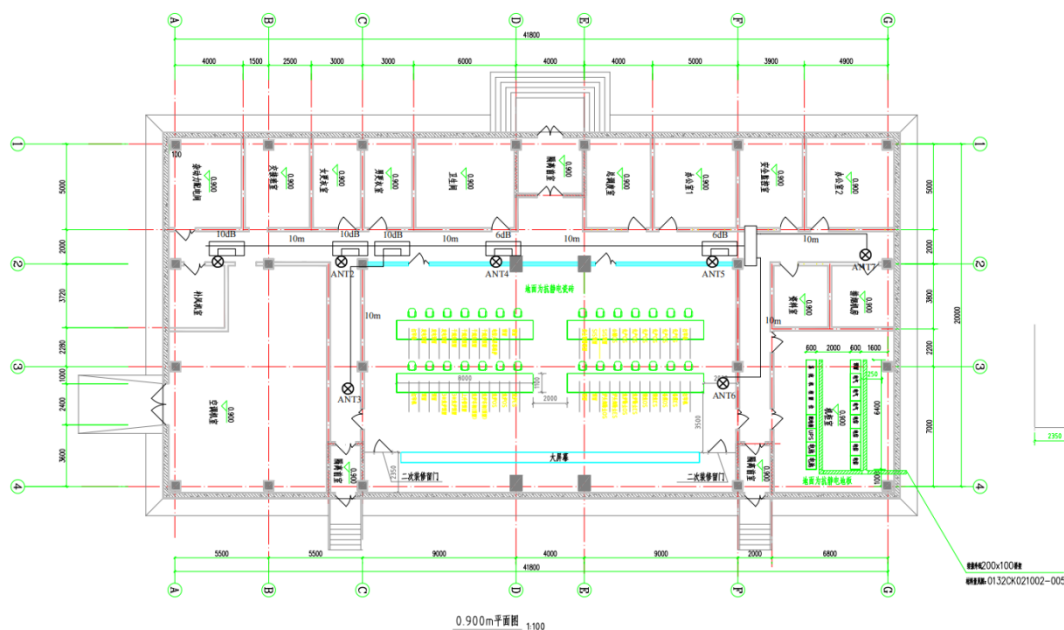


图 25 园区室内场景覆盖规划方案 2

(五) 5G 应用场景

1. 5G+大规模数据采集管控

生产设备数据的采集是打造 5G 智慧工厂的基础，工厂在实际生产过程中，往往配备有多种类型的设备，数据采集面临如下问题：一是工业协议标准不统一、互不兼容，且数据开放性不够；二是工业数

据采集和传输需要较高的安全性。因此，迫切需要为工厂打造 5G 大规模数采应用场景，解决工厂设备联网、协议对接、数据安全传输等问题。

丰安实业数字工厂利用 5G 网络大连接和高速率的特点,通过 5G 网络打通前端 OT 层与后端 MES、ERP 等应用系统,依托于工业通讯协议解析系统和云数据控制系统,及配合数据采集工业 APP,对自动化控制系统的数据采集:设备的运行、报警状态信息,浮点、整型等参数检测信息,字符串等设备管理信息,从而实现工厂内大量不同设备数据的实时解析与高速上传,并在平台上对数据进行统计分析、可视化呈现,应用 5G 远程控制场景,快速实现设备数据采集和汇聚及具备高效的边缘计算功能。让生产管理人员掌握工厂的实时生产状态,辅助其优化生产决策,提升生产效率。

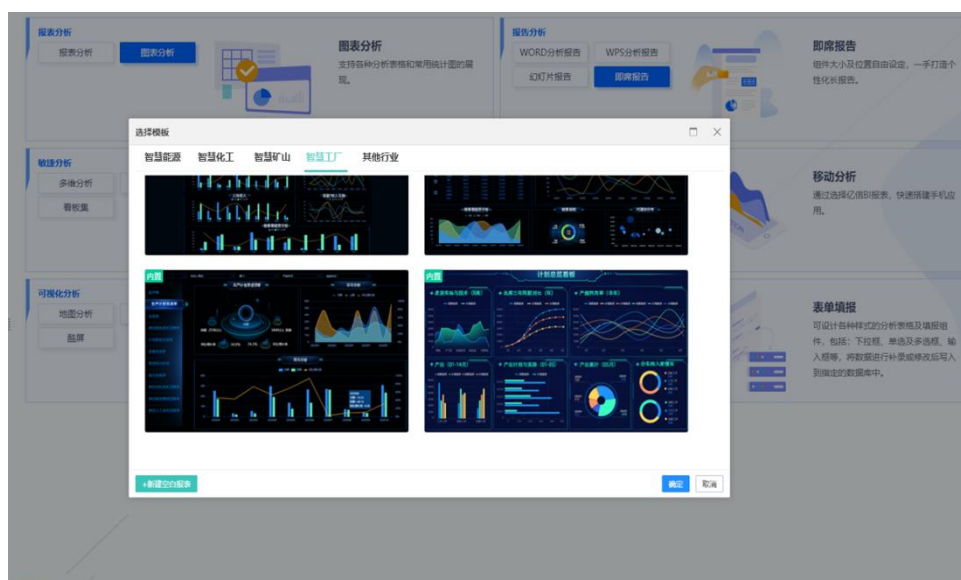


图 26 基于 5G 网络的生产设备数据的采集

2. 大数据建模及 5G 可视化管控平台

目前厂区存在的主要问题为末端能源信息感知匮乏。能源信息采集系统覆盖率低、自动化水平差，能源数据碎片化、分散化，难以支撑精细化管理。并且能源系统存在信息孤岛，难以发挥多系统之间互补优势。由于没有实现统一管理和协同运行，各个子系统效率难以达到最优。

通过建设 5G 能耗管控系统及企业级的统一数据平台，可以实现能耗系统各个节点数据采集，打通企业信息孤岛，采集管理多源异构数据，实现实时汇聚，即刻入库，整合数据资源，支持跨部门及部门内部常规数据分析。不仅可以精确分析节点耗能情况，还能够针对用能浪费情况，制定对应节能策略，达到厂区节能目的。



图 27 5G 能耗管控系统及企业级的统一数据平台界面

使用 5G 工业数字孪生技术，帮助决策者获得可视化以及三维化数据，让数据分析更为精准和科学，帮助企业快速制定科学合理决策。除了帮助企业管理者跟踪和监控整个生产过程中设备情况，实现透明

化、精细化生产作业管理外，还能根据自己需求对所管理的数据进行自定义配置显示数据条数；对每条数据关联的操作人、关联设备、数据位置、历史曲线等信息进行追溯查询，为企业管理者管理决策提供数据支持。

3. 工业互联网设备 5G 全生命周期管控

从目前丰安实业生产运行的角度看，车间对设备的运行状态缺乏直观、实时掌控，对潜在故障无法及时发现和预判，始终存在故障停机和生产异常的风险隐患。一旦设备发生故障时，工程部门难以快速判定故障类型、定位故障部件，处理缓慢，严重影响生产进度。

依托 5G 网络低时延特性，在末端数据采集层，实现设备的实时数据的采集，和其他管理系统的对接交互。构建设备数字孪生系统及可视化系统，每台设备相关重点数据呈现出来，点击某台设备后可了解该设备的详情，包含该设备的实时数据、调节控制数据（设备数据通过系统里数据自定义配置）报警数据、操作规范和工艺规范。同时，还可查询该设备的历史数据、报警记录、异动记录、操作记录、实时曲线等信息。在数据展示端，可以直观的显示分析数据和管理图表，为业务管理提供决策依据。提供电脑、大屏幕、手机三种终端的浏览方式，方便操作者实时掌握生产进度，及时做出下阶段工作准备。



图 28 工业互联网设备 5G 全生命周期管控

4. 工业互联网生产进程 5G 可视化管理

通过对工厂底层设备数据的采集与 MES、EPR 等信息系统数据的集成汇聚融合，基于 5G 工业互联网平台，适配开发客户所需的应用功能，结合大规模数据采集能力，形成数据采集+工业互联网平台的业务流程融合与数据融合，构建企业生产工艺数据驾驶舱。

各级管理者根据不同的数据管控权限对生产工艺重要管控点精准实时管理控制，解决现场仪表数无就地显示的问题。通过工艺生产数据建模分析，关联数据统计分析实时计算，根据企业实际工艺管控需求，以生产为主线，利用 5G 网络回传，用数据描述产线的实际生产状态和操作管控等参数，进行远程和现场生产工艺的监测与自动控制，构建生产线工艺数字孪生系统及可视化系统。



图 29 生产设备数据的可视化管理

(六) 项目成效

丰安实业 5G 智慧工厂建设不仅解决了企业方在生产过程中遇到的实际问题,也通过 5G 在智能工厂的应用探索了智慧工厂的新业务、新业态和新模式,为 5G 在工业制造领域甚至是其他更多领域的垂直应用提供了宝贵的经验。丰安实业在锦州市工业行业具有一定的影响力和示范性。本项目的建成必将对省市内的工业企业向数智化发展起到很大的促进和引导作用。

通过 5G+智慧工厂带来的技术应用与模式创新,将影响其他传统工业产业的转型升级,促使工业的互联网化发展,实现社会生产全要素、全产业链、全价值链的重构升级,助力实体经济数字化转型发展,进而促进锦州市经济持续健康发展和社会全面进步,为加快建设富数字锦州做出积极的贡献。

六、 喀左鹏达铸造 5G 全连接工厂项目

(一) 基本信息

项目实施单位	喀左鹏达铸造有限公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司朝阳分公司

(二) 项目简介

喀左鹏达铸造的全连接工厂项目包括 5G 专网建设、依托 5G 网络技术实现 5G+数据采集、5G 云化 AGV、5G+智能安防等应用场景需求，并且面向铸造行业，形成工业互联网平台建设，将工厂级现场层的数据进行采集通过 API 接口与 MES 系统进行对接，对生产过程中的数据进行实时监控并形成可视化的数字孪生应用，实现 OT 与 IT 的融合，通过 5G 专网实现设备互通互联，打破数据孤岛，实现生产实时可视化。

(三) 项目需求与痛点

公司生产环境严苛，安全隐患大，无人化需求迫切。铸造车间人员现场操作环境存在高温、粉尘、噪声，连续作业、疲劳驾驶等也容易产生安全生产事故。以上场景无论是从生产效率还是员工职业健康角度，都存在较大的挑战，迫切需要无人化改造，以 5G 云化 AGV 车替代传统叉车，提升本质安全。同时，AGV 云化控制对网络提出更高的要求，Wi-Fi 网络存在小区切换问题。

另外，公司网络孤岛问题明显，办公网络，生产网络(工业内网，工业 Wi-Fi)，视频采集网络相互独立且不互通，严重制约企业流程协同。

由于现场设备的老旧，目前哑设备较多，无相关技术文件和程序支撑，为哑设备的数据采集和制造执行的下发带来了极大的困难，无法将工厂内的全部设备进行采集。并且，受限于车间的温度环境及多厂区的搬运需求，老旧车间无法满足 AMR 的需求，受限于环境因素影响较大。在智能升级改造的过程中，逐步完善相关技术要求和指标，依托 5G 网络的大带宽、低时延、大连接等特性，围绕生产辅助及相关的生产保障性环节，助力企业实现增产降耗，智能化、绿色化生产，逐步实现高质量转型发展。

(四) 项目总体建设方案

网络架构方案如下图所示，通过 5G 数据采集终端采集 PLC 及数控机床数据，通过 5G 基站经过传输网传至云平台，通过云平台进行数据实时展示，生产状态分析等。



图 30 5G 网络架构

5G 数采终端设备数量包括数控机床 5G 数据采集 19 台、PLC

5G 数采终端 14 台。通过 5G 数据采集终端设备将机床数据采集，通过该 5G 网络技术实时传输至显示大屏，屏幕显示状态根据客户需求定制化开发，友好的显示界面，进行数据的分析、订单跟踪、设备运转情况及告警信息等。

数字化车间的 5G 数据采集需求包括：车间内数控机床设备 19 台，需要通过 5G 数采终端进行数据采集功能，将采集的数据通过看板形式进行呈现；并且有机床程序一键下发需求；车间内熔炼工位、沙模成型工位等 PLC 数量 14 台，通过 5G 数采终端采集 PLC 数据与工厂 MES 系统对接，需要通过 5G 数采终端进行数据采集。目前数据采集终端可以实现数控机床信息采集、PLC 数据采集等功能，产品形态及参数如下图所示：



图 31 数据采集终端设备

整机	
处理器	Intel Baytrail J1900 CPU
内存	2G DDR3
存储空间	32G SSD
通讯模块	LTE
电压	DC12V ±5%
功耗	20W
防护	IP4X

视屏	
图形控制器	Intel HD Graphics
DP	DP 支持最大分辨率 2560*1600
HDMI	HDMI 支持最大分辨率 1920*1080
双显支持	HDMI + DP 同步或异步显示

网络	
控制器	2*Intel I211AT , RJ45 接口

输入/输出接口	
USB	1*USB3.0, 1*USB2.0
COM 口	1*RS232, 采用 RJ45 接口
红外	1*IR 红外接收端口

图 32 数据采集终端设备主要参数

5G 数据采集产品主要功能和亮点包括：

1. 设备云眼功能：面向企业的轻量化应用产品，通过设备联网可视化，把控企业生产过程，通过 5G 技术，实现设备互通互联，采集设备实时运行数据，让车间管理者可以实时了解车间生产设备的运行指标、运行效率，实现车间生产过程可视化。



图 33 车间设备的可视化管理

2. DNC 无纸化传输：实现数控机床 NC 程序无纸化通讯，优化程序文件上传下发流程。规范了程序文件的上传、关联、调用、回传等整个应用流程，可进行程序文件历史版本的查看、对比、恢复等操作，实现 NC 程序无纸化通讯，优化企业数控程序文件管理。



图 34 DNC 的无纸化传输

3. 现场数控机床设备进行数据采集：采集方式如下图所示：

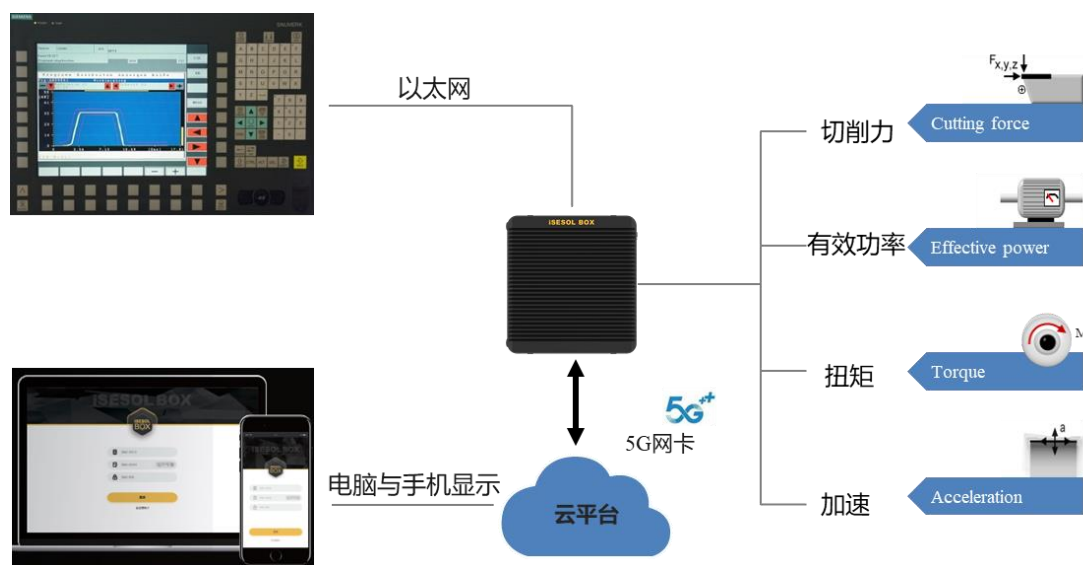


图 35 现场数控机床设备数据采集 1

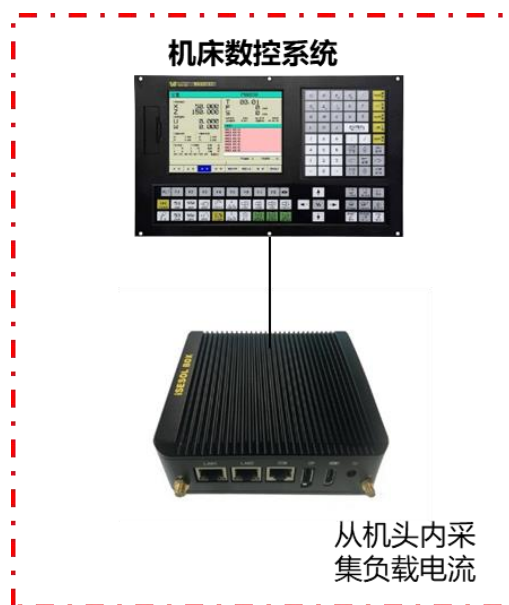


图 36 现场数控机床设备进行数据采集 2

现场 14 台 PLC 数据需要获取 PLC io 点位及通讯协议，目前射线机工位无法提供相关数据，喂丝机目前无法看到 PLC 结构及相关接口，需要接下来进行数采评估。

4. AGV 自动化物流场景:铸造生产线间 AGV 自动化物流场景需求包括：通过 5G 网络对 AGV 进行调度；实现车间内砂模的搬运；从砂模成型工位运输到浇铸工位；从浇铸工位到砂模成型工位。



图 37 AGV 自动化物流场景

AGV 机器人产品由 AGV 机器人本体、AGV 机器人调度系统和充电桩等软硬件组成。使用举升型 AGV。AGV 呼叫器呼叫指令直接接入到 AGV 调度系统，由 AGV 调度系统直接调度一台空闲 AGV 去执行物流任务，呼叫流程的逻辑连接图如下图示意：

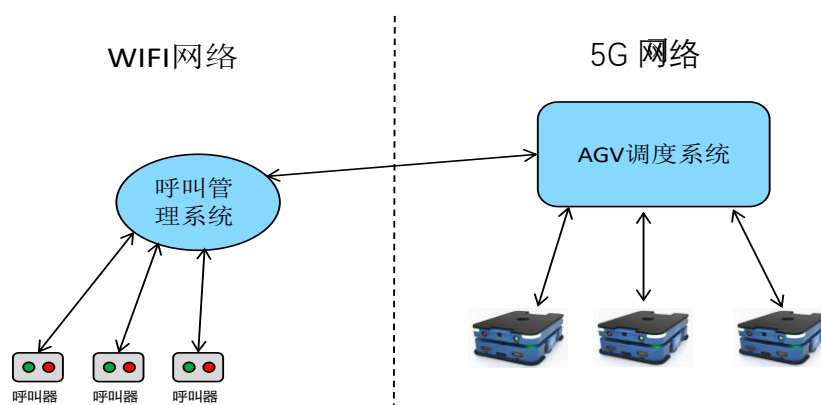


图 38 AGV 调度系统

AGV 产品集成了 5G 模组，支持 5G 网络连接，可通过 5G 网络切片提供高带宽、低延时、大覆盖的可靠连接。

5. 5G 视觉安防:满足重点管控区域通过 AI 智能安防监控需求，包括高温熔炼上方检测，上料区域安全监控等需求。AI 监测将物联网、大数据、人工智能等新技术应用于安防领域，针对应用场景进行 AI 算法调优，在已有的监控设备上智能化改造，快速方便地部署实施，最大化地将现有数据进行分析，获得精准数据用于管理决策。



图 39 AI 监测系统架构

AI 监测覆盖常用的 AI 算法火苗烟雾、安全帽、吸烟、人脸及跟踪、人形及跟踪、车辆车牌及跟踪等。AI 监测网络部署可根据需要选择有线部署或者无线部署；根据部署需求选择有线/无线 AI 边缘计算服务器。

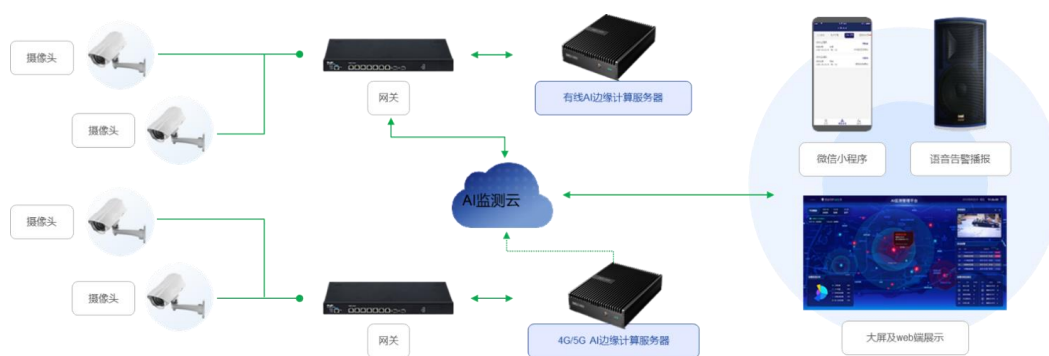


图 40 AI 监测网络部署

(五) 5G 应用场景

1. 5G+数据采集

面向企业的轻量化应用产品，通过设备联网可视化，把控企业生产过程，通过 5G 技术，实现设备互通互联，采集设备实时运行数据，让车间管理者可以实时了解车间生产设备的运行指标、运行效率，实现车间生产过程可视化。

实现数控机床 NC 程序无纸化通讯，优化程序文件上传下发流程。规范了程序文件的上传、关联、调用、回传等整个应用流程，可进行程序文件历史版本的查看、对比、恢复等操作，实现 NC 程序无纸化通讯，优化企业数控程序文件管理。



图 41 车间生产设备可视化面板

2. 5G+云化 AGV

AGV 机器人产品由 AGV 机器人本体、AGV 机器人调度系统和充电桩等软硬件组成。AGV 产品集成了 5G 模组，支持 5G 网络连接，

可通过 5G 网络切片提供高带宽、低延时、大覆盖的可靠连接。



图 42 AGV 产品实景图

3. 5G+AI 安防

AI 监测将物联网、大数据、人工智能等新技术应用于安防领域，针对应用场景进行 AI 算法调优，在已有的监控设备上智能化改造，快速方便地部署实施，最大化地将现有数据进行分析，获得精准数据用于管理决策。



图 43 实时监控画面

(六) 项目成效

本项目基于 5G 专网，实现全厂区的网络覆盖，保证生产数据的安全可靠，其中 5G+数据采集功能，应用边缘计算技术，通过将数采智能增效功能放在在边缘侧，大大降低的硬件的性能，从而节省了资源的消耗，为企业省去高性能服务器的费用，并且利用智能增效功能，提升了数控加工中心的生产效率，在保证产品质量的前提下，大大缩短了加工时间，通过 DNC 功能，减少了人工程序的传输，通过一键下发功能，提升了产品的加工效率。

在云化 AGV 的应用中，利用 5G 低时延、广连接的特性，将 AGV 的调度系统、控制系统部署在云端服务器，利用移动云强大的运算能力，将传感器融合技术、云计算等技术完美结合，提升了云化 AGV 应用场景的智能化。

该项目还融入了数字孪生等技术，通过数字孪生实时呈现整个全

连接车间的动态运行效果，并通过 AI 视觉安防技术，对危险区域进行划分，降低了运营成本。通过数据采集、边缘计算智能增效应用及数字孪生等技术大大缩短了整个车间的铸造时间及产品开发周期，提升了产品的生产效率，云化 AGV 的引入提升了原始人工物流的效率，驾驶员减少了 4 人。

通过工业互联网平台的数据互通互联，实时掌握工厂运行状态，提高企业的 OEE，减少了能源的消耗，由于铸造行业的高耗电，进行了电能的管控。

七、 辽宁排山楼黄金矿业 5G+智慧矿山项目

(一) 基本信息

项目实施单位	辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司阜新分公司

(二) 项目简介

辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司位于阜新蒙古族自治县新民乡排山楼村，占地面积 73.09 万平方米，是一家具有采、选、冶综合生产能力的大型现代化高科技金矿生产企业，也是国家级高新技术企业。排山楼矿业高度重视矿山数字化建设，与辽宁移动签署 5G+智慧矿山战略合作协议，旨在引领企业高质量发展，打造智慧化矿山建设典范，共同推动 5G 通信、大数据、人工智能、云计算、工业互联网

等高新技术产业融合，带动传统产业高端化、智能化、绿色化发展。

(三) 项目需求与痛点

阜新市政府为提升矿山安全生产水平下发了《2021 年全市非煤矿山“智慧化”建设工作实施方案》，对全市非煤矿山安全避险三大系统以及智慧矿山建设方面提出了专门要求。随着社会的发展，目前矿企也存在生产效率低、安全风险大、招工用工难、信息孤岛等问题。针对上述问题，辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司联合辽宁移动阜新分公司联合打造基于 5G 专用网络的矿用机械远程控制应用。实施内容主要包括网络布设、机械设备改造两方面，网络方面包括：在井下巷道建设 5G 网络，采用边缘计算技术，通过增强型一体化 UPF 下沉，以超低时延满足井下 5G 应用。机械设备改造方面包括：在矿用机械远程控制本体加装远程操控系统及配套的控制传感以及视频监控终端，基于远程控制操作台和视频监控平台，实现矿用工程机械的远程控制，以此辅助矿企实现智能化减人、机械化提效的目标。

(四) 项目总体建设方案

项目总体采用中国移动 5G SA+MEC 的专用组网架构，通过增强型一体化 UPF 下沉，实现本地数据计算，利用 5G 专网数据不出场、低时延、高可靠运行的技术特点，将井下电机车无人驾驶、破碎锤远程控制的运行、环境、报警等数据回传到调度指挥中心，进行自动化作业，通过“少人化、无人化”的生产运营，真正实现矿山智能化管控、

智慧化管理。

5G 网络具备大带宽、低时延、大连接三大特点。5G 可有效解决矿山井下有线技术移动性差、组网不灵活、特殊环境铺设困难等问题，突破现有无线技术在可靠性、连接密度、传输能力等方面的局限，有效满足大规模数据采集和感知、精准操控、远程机械控制等生产需要。井下高清视频回传利用 5G 大带宽特性，具备千兆超级上行，电机车无人驾驶要求网络时延低于 20ms，利用 UPF 下沉至矿区，可以满足网络时延低于 20ms，实现数据不出矿区，最大程度保障网络安全和数据安全。

5G 网络建设采用 5G SA+MEC 的专网组网架构，如下图所示，地表及井下主要中段巷道覆盖 5G 专网，通过增强型边缘 UPF 下沉到井下巷道，实现本地数据计算，满足数据不出场、低时延、高可靠运行的网络环境要求；21 个井口采用 4G、5G 双网络建设方案，满足井下人员通信需求。同时对基础网络进行升级改造，局域网实现百兆升千兆及提高网络安全性。

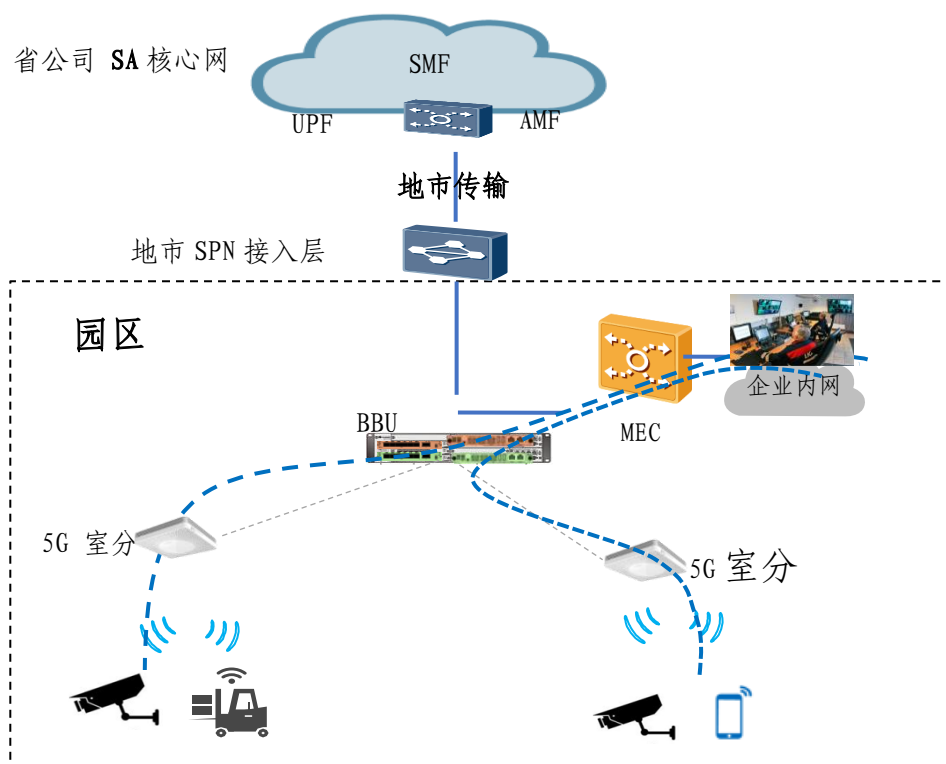


图 44 5G SA+MEC 的专网组网架构

矿用机械设备通过在矿用机械远程控制本体加装远程操控系统及配套的控制传感以及视频监控终端，基于远程控制操作台和视频监控平台，实现矿用工程机械的远程控制。

(五) 5G 应用场景

1. 5G+破碎机远程遥控系统

基于 5G 技术的固定式破碎机远程控制利用新建的 5G 网络通讯系统，搭建设备的远程通讯网络，增设中央控制室操控装置，从而实现远程控制系统的功能。操作人员可位于地面控制中心，通过远程通讯网络连接设备的控制系统，并利用现场安装的摄像机来获取现场状况，从而通过地面操控装置，控制井下破碎机执行各类动作，达到精

准破碎的目的。

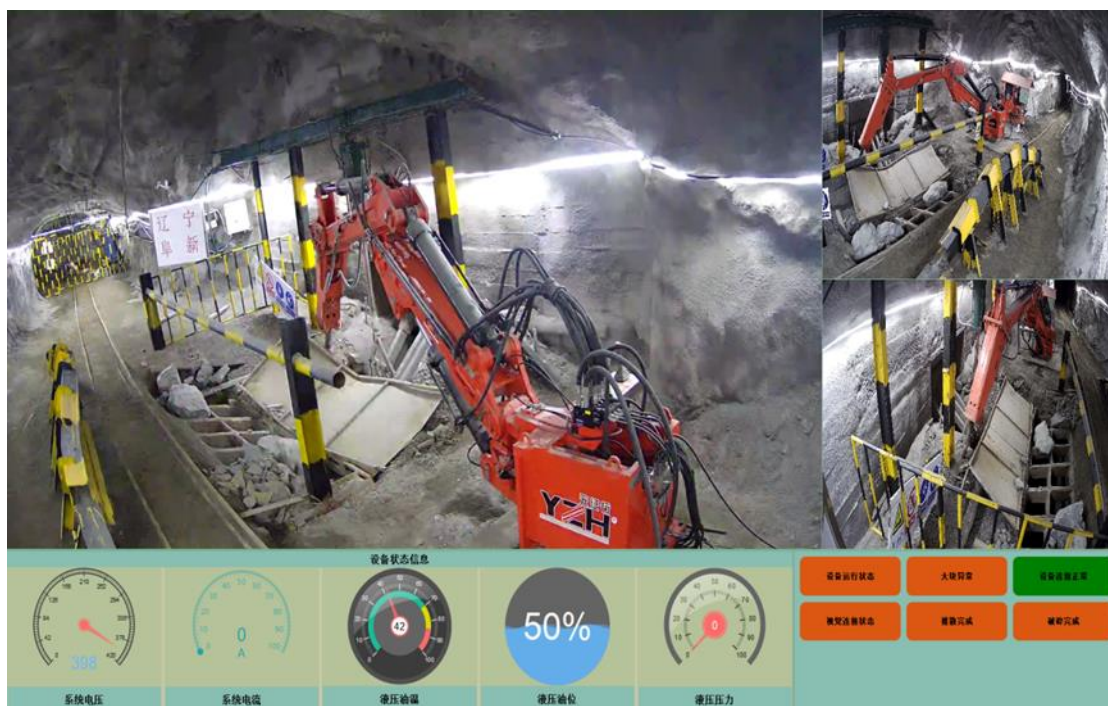


图 45 5G+破碎机远程遥控系统

2. 5G+电机车无人驾驶

基于 5G 技术的电机车无人驾驶应用，利用新建的 5G 网络通讯系统，搭建设备的远程通讯网络，增设中央控制室操控装置，从而实现远程控制系统的功能。操作人员可位于地面控制中心，通过远程通讯网络连接设备的控制系统，并利用现场安装的摄像机来获取现场状况，从而通过地面操控装置，控制井下电机车执行各类动作，检测电机车运行状态，达到无人驾驶的目的。

(六) 项目成效

项目实施辅助矿企提质增效，相比传统工艺与装备系统，可在井下作业人员数量减少 20% 以上的基础上，提高劳动生产效率 10% 以

上的提升，具有显著的降本增效作用，通过项目建设，排山楼公司安全生产和“提质增效”成效显著，减少现场工作人员 10 人，每年产生直接经济效益约 94 万元，减少的现场人员可调整到扩大产能的生产矿。

本项目重点研究黄金矿山 5G 全连接工厂关键难点技术，符合国家战略需求，项目成果可为辽宁区域地下金属矿智能开采提供有力支撑，可以降低恶劣环境下对人员作业需求，大幅提升矿山安全生产水平，根本性解决矿山行业面临的劳动力紧缺难题。项目成果推广后，将有力推进矿业行业自动化、智能化及无人化进程，全面服务于矿业领域的新旧动能转换，变革我国矿业领域的开发模式，实现我国矿业领域由粗放型发展走向精细化、绿色化、智能化发展道路。

该技术可广泛应用于各类矿山企业，可有效带动采矿行业安全高效发展，具有较强的推广应价值，可形成的经济效益显著。技术成果大幅推广应用后，项目的实施将有力提高辽宁区域矿山安全生产水平。

八、 绥中电厂 5G+智慧巡检项目

(一) 基本信息

项目实施单位	绥中发电有限责任公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司

(二) 项目简介

项目围绕输煤廊道的设备健康运行和经济运行为目标，基于 5G 的智能机器人巡检平台，集成现有信息化平台等设备基础信息、生产实时指标等数据，依托 5G 网络的广连接、低延时和大带宽等特点，通过搭载 5G 通讯模块的巡检机器人，通过对输煤设备的识别、环境监测、行为分析、故障判读等进行全方面的运维巡检。对故障的部位、严重程度和发展趋势做出判断，实现从参数级到设备级的故障诊断，合理引导工厂的运维决策和检修管理，建立数字化、智能化的智慧型发电企业。通过基于 5G 网络的智能机器人综合巡检平台实现：

1. 深度融合数字孪生、深度学习、传感器技术，通过 5G 网络实现海量数据的采集传输、多源数据融合、边缘计算，实现皮带机的智能化巡检，全面践行“无人值守，少人维护”。

2. 通过 5G 电力专网与 5G 机器人的实时通信，利用机器学习、深度学习、图像识别、红外测温等技术，实现智能识别、远程巡检、风险预警等功能，覆盖皮带机等设备，提升巡检效率，降低巡检成本。

(三) 项目需求与痛点

双碳背景下，火电行业面临严峻的生存挑战，电力政策对能耗和排放的要求愈发严格。国内一季度电煤价格总体高位上涨，大型发电集团超过一半以上煤电企业处于严重亏损状态。受国内疫情主要影响，今年 1-5 月，辽宁全省用电增速为负，叠加煤电发电优先级别低，使

煤电企业利润空间进一步降低，煤电企业经营压力大，煤电行业数字化转型，改善经营状况迫在眉睫。

能源行业转型升级是实现“双碳”目标的重要路径和必然选择。“双碳”目标对我国能源行业转型，尤其是传统火电厂转型提出更高要求。能源行业以提高质量和效率为导向，转变长期以来高投入、高消耗、低效率的粗放式发展模式，切实推进质量变革、效率变革。国家能源集团“十四五”主要目标是深入实施数字化转型战略，建设“智慧国家能源”。绥中发电有限责任公司是东北地区单机容量、总装机容量最大的火力发电厂，公司在“双碳”和“能源行业产业化”双重背景下，为落实国家能源集团“一个目标、三型五化、七个一流”企业总体发展战略。根据公司自身发展实际，绥中发电有限责任公司联合中国移动通信集团辽宁有限公司、中兴通讯股份有限公司，将 5G、人工智能、大数据等新型数字技术与生产、管理业务结合，共同打造辽宁乃至全国首个“5G+智慧火电厂 700M+2.6G 频段协同专网及创新应用”。

电厂输煤廊道是事故多发系统，煤炭是易燃物品，极易发生自燃，在输煤环节发生的概率更高，所以巡检任务繁重，巡检环境恶劣。传统的巡检方式为人工巡检，个别位置安装固定点式检测装置，主要存在人工巡检路程长、及时性差、责任心不同、认知水平不同、工器具不健全等问题，不能保证每位巡检人员都能够及时有效的发现皮带输送机及其相关设备存在的问题并做出预判。

皮带机室内部分由于空间相对封闭，粉尘含量高，对相关设备使

用有很大影响，需要对粉尘进行监控。对于输送皮带运行状态，位置是否发生偏移进行检测，每条皮带系统两侧均设有紧急制动钢丝绳，需检测钢丝绳是否有断裂，支架位置是否被粉尘粘连，影响紧急制动效果。

输煤廊道内滚轮长时间工作处于发热状态，监测到温度超过警戒值则需要报警到控制中心，由工作人员进行复查更换配件，保证生产安全，提高生产效率，降低生产过程中不必要的损失。除此之外，还应检测滚轮运行位置是否正常，是否发生偏或扭曲，如有异常机器人报警反馈至控制中心，由工作人员进行修整。

通过智能巡检系统的应用，实现输煤廊道、皮带输送机的无人化巡检。持续推进生产全要素数字化转型升级，努力打造科技、创新、融合、绿色发展的典范，力争成为全国火电厂 5G+智慧能源建设的引领者。



图 46 人工巡检作业

(四) 项目总体建设方案

1. 智能巡检系统方案

5G 机器人巡检系统主要由 5G 专网、轨道式巡检机器人、软件平台、供电平台、轨道总成、通信平台组成，通过部署在管理中心的中心管理平台，能够实时管理及控制机器人在线进行巡检任务作业，同时将巡检状态和结果能够通过桌面控制器传输到云服务器，可以通过移动客户端的方式随时传送给现场管理人员，第一时间得到巡检报告及报警信息，同时通过现场 5G 通讯网络，能够将机器人巡检画面及巡检结果等信息实时与综合管理部门进行数据分享，通过远程管理的方式对每台机器人的状态进行监控管理。

2. 组网方案

5G 专网深度覆盖，满足绥中发电有限责任公司生产控制系统、智能巡检等 5G 网络应用的需要。充分保证用户业务对业务及网络的高可靠、大带宽、低时延的需求。本次方案涉及无线、传输、核心网等专业。

绥中发电有限责任公司 5G 专网项目采用部署下沉到园区的 ToB 边缘 UPF，无线侧接入采用 4.9G/2.6G/700M 宏站及室分进行信号覆盖、传输承载环形组网。打造一张统一规划、信息共享、便于维护升级、可靠性高的 5G 独享专网。可满足业务拓展、灵活部署、端到端实现网络的高可用性，满足生产业务对于高可靠、低时延、大带宽、数据不出厂、灵活部署等特性需求。

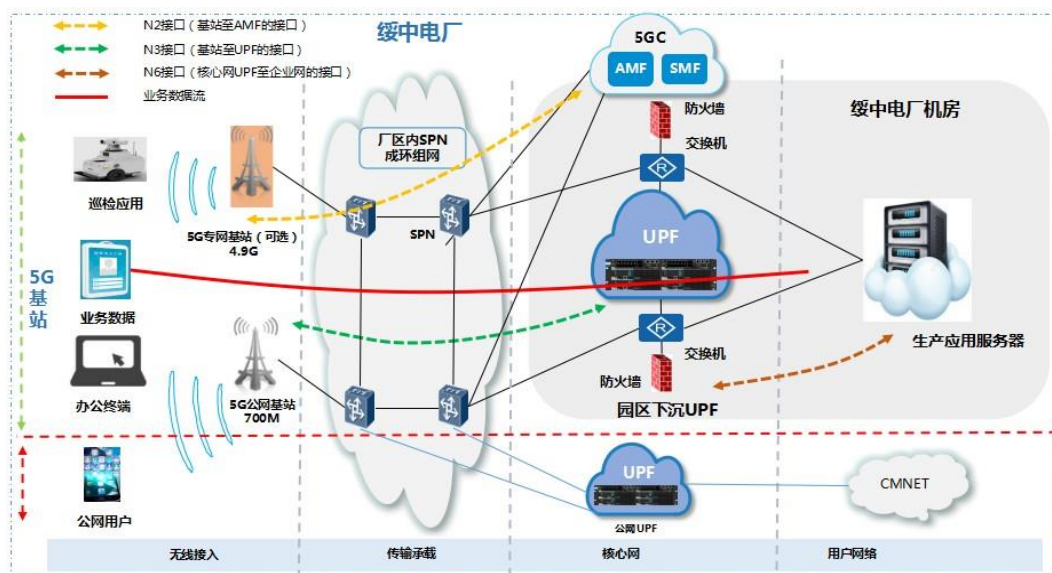


图 47 组网架构

传输承载：在厂区新建支持 MTN/FlexE 切片技术的 SPN 设备，组建 10GE 环网，实现业务的环网保护同时保证生产数据不出厂区。

核心网：提供灵活可定制的网络部署方案，通过部署 ToB 边缘 UPF 至厂区实现业务流量本地汇聚、分流及 MEC 边缘计算。

无线：700M 解决 4 个机器人巡检区域的 5G 覆盖问题，2.6G 解决厂区内个人客户需求。



图 48 700M 基站覆盖

(五) 5G 应用场景

1. 5G+设备整体检测

通过机器人的红外摄像头对全区域设备进行整体扫描式温度采集，有效避免区域设备被遗漏。当巡检机器人运动在皮带附近时，可监测到由于润滑、老化、摩擦等原因引起的滚筒、托辊超温现象，也能够提早发现煤粉超温情况，防止温度过高烧损输送设备，及时起到

预警作用，从而减少或避免皮带输送机事故发生。同时还可通过与消防灭火喷淋系统联动，直接进行降温、防火和灭火。

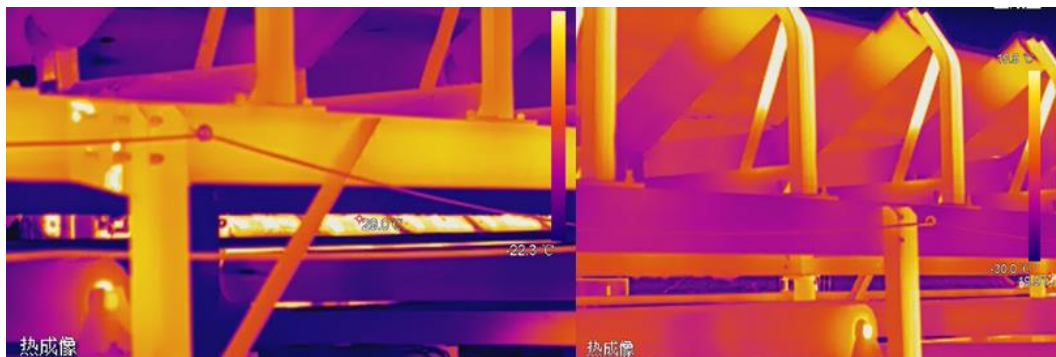


图 49 托辊发热异常识别

使用巡检机器人进行精确测温，运维人员综合机器人巡检能力以及测温覆盖率和准确性，分析总结每类设备可能发生缺陷的关键测温点，并在机器人客户端设定相应的测温点位。机器人精确测温，可以自动对设备进行多方位、多角度的检测诊断，测温精度更高，同时针对同一设备，每次都可确保在位置、角度、配置参数方面的高度一致性，结果可对比性强。系统可自动保存测温数据，形成历史分析曲线，和多样化的分析报表，便于运维人员进行诊断分析。

2. 5G+环境防火检测

输煤廊道内局部温湿度较高，煤粉会出现自燃情况，对廊道的安全性及对相关设备使用有很大影响，机器人搭载温湿度、烟雾、光照度、火焰探测传感器，烟雾报警器采用离子式烟雾传感器，工作稳定可靠，灵敏度更高；火焰探测传感器采用检测紫外线波长的紫外光辐射探测器，可在火灾初期准确探测火警，及时发现异常。实现对输煤廊道内部环境状态进行动态实时监测，出现异常数值后及时向后台系

统发出警报和实时监测到的数据。

在皮带上部署红外热成像摄像机，实时对煤粉测温检测，提早发现自燃现象，防止发生安全事故。系统能穿越燃烧引起的浓烟，即使在没有光线的环境下，依然能精准定位着火点，帮助值班人员快速灭火。

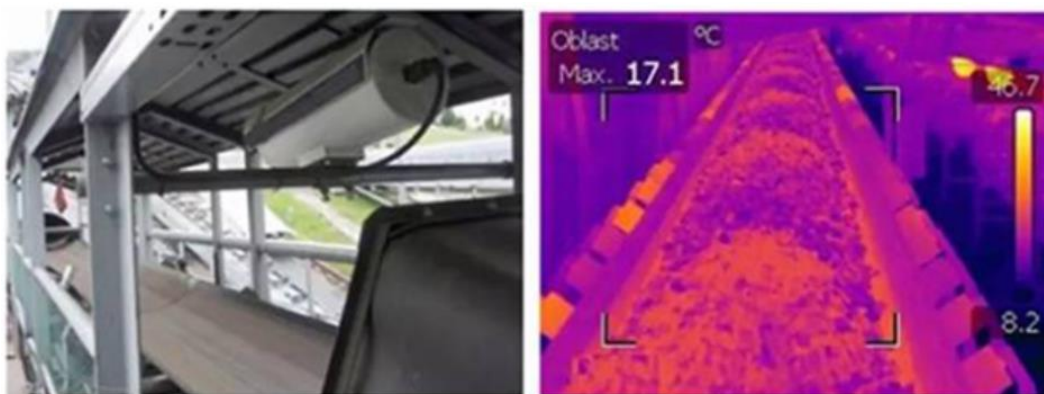


图 50 红外热成像摄像机部署及煤粉温度检测

3. 5G+皮带跑偏识别

在皮带机长时间运行过程中，皮带跑偏是经常发生的故障。当皮带跑偏达到一定程度时，皮带会触发用于防偏的急停装置，造成作业系统停机，影响生产进程；造成设备主要部件的非正常损坏；容易形成安全隐患；由于皮带严重跑偏，造成皮带翻卷物料，致使皮带单侧受力超过皮带纵向拉断力，从而引起皮带横向撕裂等安全隐患，因此皮带跑偏的及时发现及处理显的极为重要。

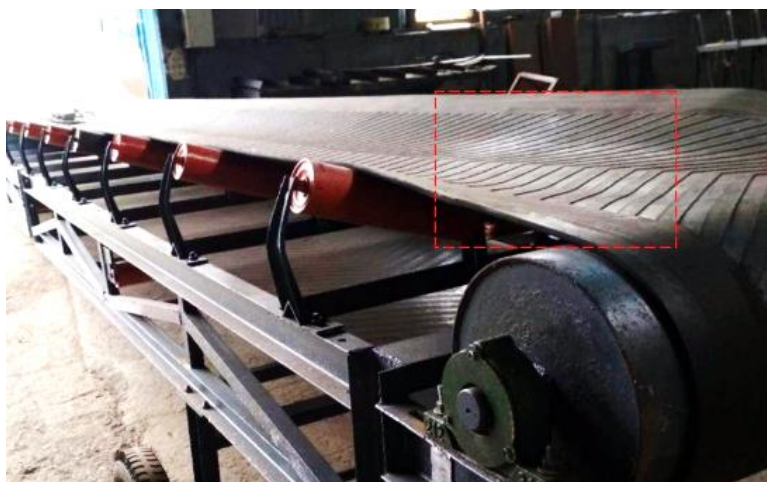


图 51 皮带跑偏检测

摄像机安装于输煤廊道顶部处于皮带正上方，朝向迎头位置，能够拍摄整个皮带运行区域且画面水平。先在皮带两侧框选不少于两个托辊作为两个以上的跟踪目标，再通过摄像机实时采集跟踪目标视频，当跟踪目标被遮挡，检测是否是皮带遮挡了跟踪目标，检测结果是皮带造成的遮挡确定皮带跑偏，检测结果不是皮带造成的遮挡不判定为皮带跑偏。

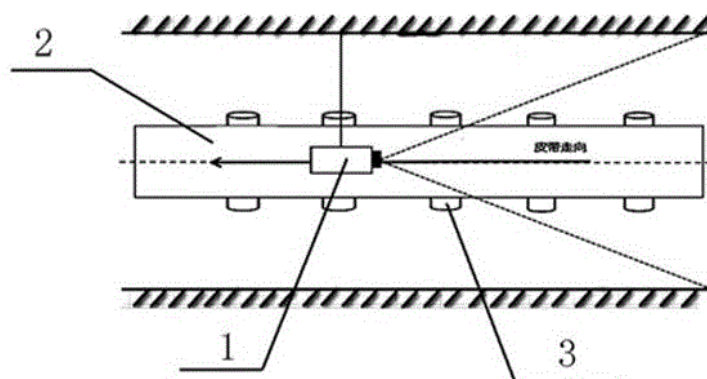


图 52 安装位置示意图



图 53 皮带跑偏检测步骤

所述检测是否是皮带遮挡了跟踪目标采用以下步骤：一个跟踪目标被遮挡或两个以上跟踪目标同时被遮挡，服务器会提取遮挡锚点周围半径 100px-300px 图像，并把报警图片传递给图像分类算法进行进一步甄别，图像分类算法接收报警视频帧，分析遮挡跟踪目标物体是否为皮带，是则报警，否则排除误报。运用深度学习图像算法如 SVM、CNN 和迁移学习等。

系统部署皮带跑偏智能识别算法能够 24 小时不间断的实时对皮带情况进行监测，当监测到皮带有受力不均或者其他异常状况时，前端系统会第一时间记录、分析，并立刻发出警报，及时通知相关人员到现场查看处理。

4. 5G+皮带撕裂识别

机器人进行巡检时，监测场景主要为皮带上输料的状态，皮带撕裂处于矿料的下部且皮带高速运动，通过在落料口位置增加皮带撕裂智能监测单元对撕裂进行定点监测和 AI 识别，发现撕裂缺陷时立即报警。

皮带撕裂智能监测单元由定点的高速 CCD 光学相机、结构光监测仪和 AI 边缘处理器组成，通过 AI 图像识别算法，对皮带可能出现的撕裂状况进行监测，并于监测识别到时实时告警。监测单元可以快速分析皮带纹理特征，当发现纹理特征异常时，结合深度学习的目标检测技术，可以进一步确认皮带撕裂与否，若是则记录撕裂位置，告知运维尽快处理。



图 54 皮带撕裂识别

5. 5G+异物/漏料识别

通过巡检机器人的云台相机，可以随时获取皮带机的实时视频图像。通过自主开发的高精度图像识别算法，可以对视频数据进行智能分析处理，识别视频内容。对于某一特定环境，采用深度学习目标检测方法，能够对指定物体进行检测。利用一些特定巡检点的监控影像，可以第一时间发现输送机皮带是否出现异常现象。

输煤廊道内部会洒落煤块煤粉，通过机器人搭载的高清摄像机采集高清视频图像，机器人通过深度学习算法进行图像识别，能够有效判断路面是否有落灰，机器人将异常图片和告警信息及时反馈至控制中心，由工作人员及时进行处理。基于深度学习的目标检测方案，对

皮带输送区域内的图像进行检测，可直接发现明显的大型石块。通过根据目标的像素面积设定告警阈值，从而满足现场实际的需要。

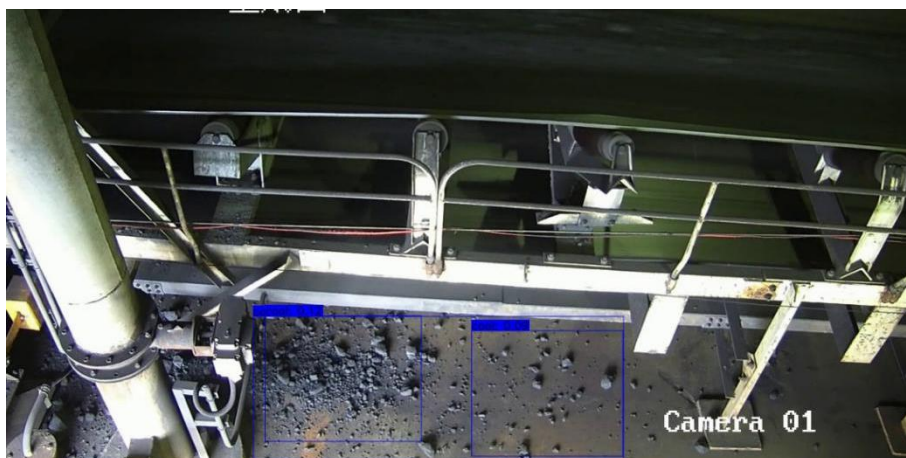


图 55 漏煤漏粉识别

6. 5G+音频采集分析

机器人本体搭载高灵敏度的拾音器，配备大口径镀金震膜咪头，采音广泛，采用国际领先的音频降噪算法，自适应动态降噪处理技术，内置高速 DSP 数字信号处理器，独特设计噪声动态控制电路，可将电子噪音控制极低。机器人采用和声音识别技术，减轻环境噪音干扰，增强音频信息识别的准确性和可靠性，实现故障设备检测与定位。音频数据经过软件压缩后传回服务器进行存储。

7. 5G+托辊异常识别

皮带机一般运行工况恶劣，托辊数量众多，又要求连续运转，并且在线检修不便。要保证皮带机长期连续稳定的运行，对有故障托辊的快速发现和及时处理非常重要。

托辊异常声音识别算法，原理是对运行中的托辊发出的声音进行

辨别，从而判断托辊是否正常，并对异常声音发出报警信号。通过采集托辊运行时的音频信号，将提取的特征向量输入神经网络模型中进行故障检测。该算法模型可识别正常托辊信号、托辊表面存在裂痕、托辊表面磨损等 3 种情况，识别准确率高。

(六) 项目成效

中电联发布的《2021-2022 年度全国电力供需形势分析预测报告》，2021 年煤电以不足 50%的装机占比，生产了全国 60%的电量，承担了 70%的顶峰任务，目前煤电仍然是当前我国电力供应的最主要电源，是保障电力安全稳定供应的基础电源，发挥着“顶梁柱”和“压舱石”作用。与此同时，火电厂作为能源行业重要组成部分，数字化转型升级对能源行业意义重大，促进能源行业高质量发展和效益提升，也是国家实现“双碳”目标的主要贡献者。

700MHz 和 2.6GHz 协同立体融合通信专网+智能巡检应用与能源行业生产过程深度、全面融合，对企业管理模式效率、质量提升明显。带动火电厂产业更加关注 5G、人工智能、大数据等新技术与电厂生产域、管理域跨界融合，促进能源行业数字化发展。其带来的产业效应总结如下：

(1) 运维成本有效降低：机器人巡检实现从三班倒的现场巡检变成以后台监控为主，现场巡检为辅的工作局面，据测算，可降低 70% 现场用工，每年为企业带来约 100 万经济效益。

(2) 巡检手段得到丰富：之前只能通过人眼目测，经验评估的

方式开展巡检，机器人巡检可得到准确的视频图像和分析数据，准确判断安全隐患，降低安全风险。

（3）设备维护管理更加高效：机器人巡检生成巡检报告，形成全面完善的历史记录，掌握皮带机运行工况的趋势，以便及时的维护保养，增加皮带机段使用寿命。

（4）运维管理更安全：机器人巡检减少现场作业人员用工，同时弥补了人工巡检因劳动强度到导致疲劳、注意力不集中等安全隐患。整体上降低运维管理安全风险，保证电厂生产的稳定运行。

将 5G 先进技术、智能技术、检测方法和手段运用于设备巡检中，用新技术武装生产运行人员，使生产运行人员能够充分发挥其专业技能，在安全生产领域高效地开展生产工作、交流生产运行经验、共享生产运行方法，共同提高专业技能水平，实现码头输送区域的数字化管理水平，提高企业竞争力。采用智能机器人可以规范码头输送区域设备的巡视流程，减少人员人身伤害。保证安全生产管理资源得到充分利用，减少生产管理成本，提高安全生产管理工作效率，充分发挥安全生产管理成果在宏观和微观领域的作用，使安全生产管理的成果成为企业决策的重要依据。由于智能机器人属于高技术密集型产品，它的生产制造可以提高地区经济发展水平，提升产品层次，带动相关产业与技术发展，为其它行业提供技术支持和业务合作创造了机会。

智能巡检的推广应用，将成为码头输送区域信息化建设的一个亮点，有助于提升公司在行业中的地位，同时带动人力技术水平的提升，

使其获得全国的社会形象，获得良好的社会效益。

九、 大连核电石化 5G“数字赋能·智慧工业园区”

(一) 基本信息

项目实施单位	一重集团大连核电石化有限公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司大连分公司

(二) 项目简介

一重集团大连核电石化有限公司是国有重要骨干企业中国一重集团的核心子公司，致力于我国核电、石油、化工等行业重大技术装备的国产化。一重集团将大连核电石化有限公司一共有两个工业园区，一是棉花岛工业园区，二是前盐工业园区，该项目基于现有生产模式及应用平台，建设可覆盖公司两个工业园区的 5G 专网及应用，打造“5G 全连接园区工厂”，实现工业园区人员、设备、物料高精度定位，可视化生产，生产设备、能源仪表数据采集及设备远程控制等应用。

(三) 项目需求与痛点

一重集团大连核电石化有限公司具备核岛一回路核电设备全覆盖制造能力，是中国核岛装备的领导者、国际先进的核岛设备供应商和服务商，是当今世界炼油用加氢反应器的最大供货商，属于典型的高端装备制造行业，产品具有生产周期长、纯离散式生产无法形成产线、小批量定制、法规产品、环环把关严控等行业特点，对公司的高效运行管理形成了挑战，企业在数字化转型过程中面临众多压力，

数字技术赋能存在巨大的挑战。

(四) 项目总体建设方案

1. 5G 赋能安全可控

5G 专网覆盖两个工业园区，包含棉花岛工业园区和前盐工业园区，其中棉花岛工业园区还分为：南厂房区域和北厂房区域。园区间以裸光纤方式连接，无线数据通过 5G 专网传输。5G 专网能够覆盖厂区红线范围所有区域，重点满足生产车间内信号强度及稳定传输。确保今后工业数据采集及远程控制数据的大带宽、低延时传输的要求，满足厂房内 5G 专网信号全覆盖。5G 专网覆盖区域为图一、图二红线范围内。



图 56 棉花岛工业园区



图 57 前盐工业园区

2. 技术融合精准定位

高精度定位系统，是打造 5G 智慧工业园区的基础，其通过 5G 网络传输，采用脉冲无线定位技术 UWB 和 GPS 混合定位方式。在园区的厂房内采用 UWB 高精度定位方式，在园区的厂房外即露天区域采用 GPS 定位方式，定位系统主要用于对公司人员、设备、原材料、半成品、成品等物料的定位，定位对象采用配置标签的方式，实现对零部件及设备的实时位置信息监控、实现对现场人员的查找和精准定位及考勤管理等功能，提高企业整体效率和管理水平。

3. 泛在互联数据共享

生产设备数据的采集是工业园区内助力生产的重要基石。大规模数据采集借助 5G 数采网关，利用 5G 网络大连接和高速率的特点，实现工厂内大量不同设备数据的实时解析与高速上传，并在平台上对数据进行统计分析、可视化呈现，让生产管理人员掌握工厂的实时生产状态，辅助其优化生产决策，提升生产效率。

4. 远程控制协同制造

工业园区的面积之大，远程控制必不可少。将数据通过低延时的 5G 网络实时回传至控制平台，由操作人员或人工智能算法对现场的情况进行判断后下发控制指令，通过 5G 网络实现远程精准操控工业设备作业。利用 5G 大带宽、低时延特性，结合传感器技术，可以实现设备的环境感知、姿态控制、远程操作、自动控制等功能，满足智能生产需求。5G+机器人远程控制的应用可以实现工厂无人化，不仅降低了人员的成本，而且提高了操作的规范性、现场生产的安全性和工厂自动化水平。

(五) 5G 应用场景

1. 5G+UWB 高精度定位系统

面向垂直行业位置服务应用场景需求，中国移动研发室内多元高精度定位平台，定位平台具备 5G、UWB、蓝牙、GPS/北斗卫星、手机卫星 APP 定位、RFID 等多种定位技术位置服务和扩展能力，发挥 5G+融合定位平台核心技术优势，为客户提供厘米、亚米、米级精度的实时精准位置服务，满足大连核电石化有限公司室内、室内外连续等定位需求。超多的系统功能连接工业园区的智慧应用。系统整体架构如下图所示：

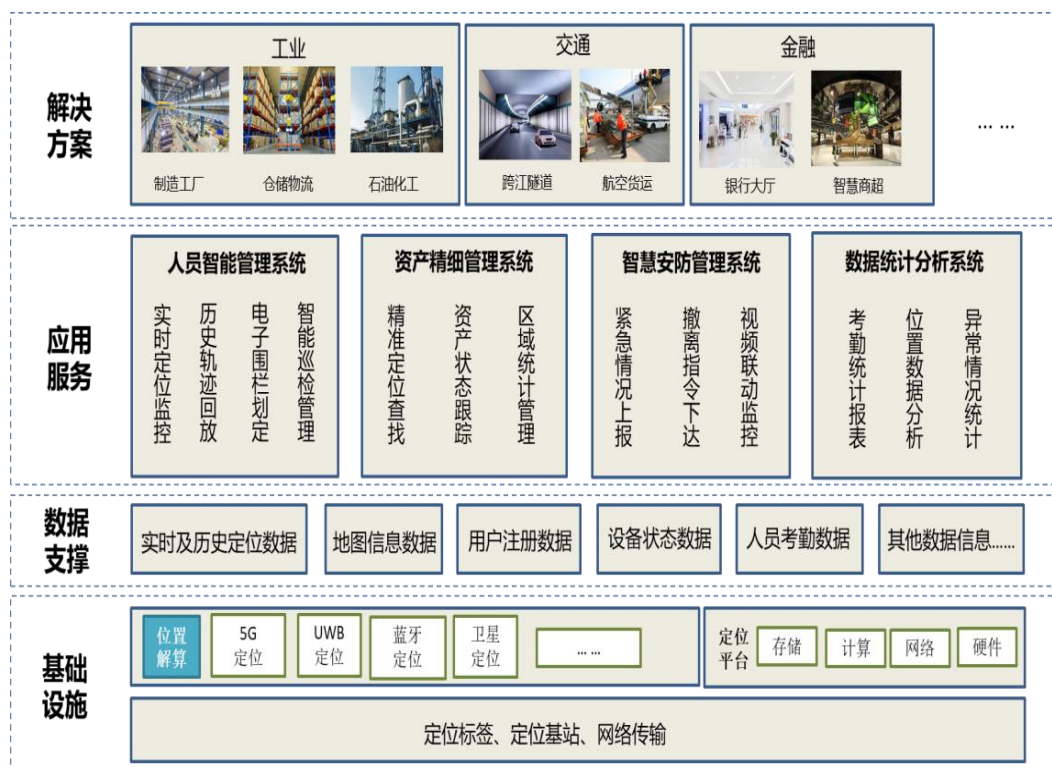


图 58 5G+UWB 高精度定位系统架构

5G+UWB 高精度定位系统与视频监控系统的融合，可以实时显示监控区域内人员、物品以及车辆的位置、数量、标签等信息，不同图标可对应于不同定位标的；在规定位置显示摄像头图标，点击摄像头时可调出该区域实时监控视频；鼠标移动至标签时自动显示该标签所绑定的人员、物品或车辆信息；当有人或区域发生报警时人员位置/区域会呈现相应的报警提醒，同时显示报警信息，联动到附近的摄像头调出视频画面。



图 59 5G+UWB 高精度定位系统融合视频监控系统

2. 工业园区内监控数据无线传输

生产设备数据的采集是工业园区内助力生产的重要基石。大规模数据采集借助 5G 数采网关，利用 5G 网络大连接和高速率的特点，实现工厂内大量不同设备数据的实时解析与高速上传，并在平台上对数据进行统计分析、可视化呈现，让生产管理人员掌握工厂的实时生产状态，辅助其优化生产决策，提升生产效率。

3. 工业园区内员工 AR/VR 应用

利用 5G 专用网络，使 AR 终端连接至公司专网，调用 MEC 部署的转码能力，依托实时高清视频通话，运用增强现实 AR 技术，实现现场画面多方共享，协助现场人员解决生产技术指导及远程维护等需求。项目采用安全帽式 AR 设备，充分解放双手，实现高效率沟通。



图 60 安全帽式 AR 设备

4. 工业园区内无人 AGV 小车

AGV 小车通过视觉、雷达、无线等多种技术进行融合定位和障碍物判断，经低时延 5G 网络上传位置和运动信息，实现 AGV 在接收任务后或远程控制中执行现场物流运输作业并自动避障，提升产线自动化水平。



图 61 无人 AGV 小车

(六) 项目成效

一重集团大连核电石化有限公司 5G“数字赋能·智慧工业园区”项目，改变了传统核电和压力容器的生产管理模式，减轻了劳动强度，实现了制造过程的全生命周期的可追溯性，降低了生产成本，为核电石化压力容器产品赋值，为全面提升人民生活水平提供支持。

5G 专网+高精度定位系统技术的应用，可以快速引入智能化能力，实现网络能力的飞跃，改变了传统业务运营方式和作业模式，公网会将个人用户的共性需求提炼成统一的相关网络指标；而专网则面向垂直行业的特性，提供高度定制化、千差万别的网络服务，提高了各行各业的数字化改造进度。此外，在危机的场景中，结合室内定位当人员遇到危险时迅速找到被困人员可靠的位置信息，提高抢险救灾、安全救护的效率。

十、 大连中远海运川崎船舶 5G 智慧园区

(一) 基本信息

项目实施单位	大连中远海运川崎船舶工程有限公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司大连分公司

(二) 项目简介

大连中远海运川崎船舶工程有限公司（简称“中远川崎”）是国家级船业智能制造的先进单位，2019 年成为中国移动-辽宁 5G 产业数

字化联盟成员单位，并被评为辽宁省 5G 工业互联网应用示范区。为了打造 5G 智慧工厂，提高生产过程的可控性、减少生产线上人工的干预、即时正确地采集生产线数据，构建一个高效节能的、绿色环保的、环境舒适的人性化工厂。提出了“5G 智能+”计划，即：一张 5G 专网+多个智能化应用，多个智能化应用有 5G+3D 舾装可视化、5G+龙门吊远程控制、5G+龙门吊起重设备监控系统进行先期部署，后期还将进行 5G+起重机远程操作功能、5G+智能化起重机项目及钢料堆场起重机物料识别系统、5G+起重设备基础数据采集及分析等。

(三) 项目需求与痛点

中远川崎为了实现“5G 智能+”计划，其核心需求是建设一套大带宽、低时延、数据不出厂的 5G 专网，和多个智能应用场景。由于计划实施的应用场景比较多，我们会分多期去进行配合。以下三个应用场景是客户目前急需解决的问题：

1. 5G+3D 操控间可视化需要：一艘船的建造不仅环境杂乱，在复杂的造船施工中，图纸多，设备同质化严重，装配时间长，装备时出错率高，也是一直困扰造船业的烦恼。不仅增加了公司成本，还降低了工作效率。图纸可视化、可现场化的问题急需解决。

2. 5G+龙门吊远程控制需求：中远川崎有多台 800T 造船门吊，这种大型门吊都有两机联吊作业需求，目前客户使用的是 Wi-Fi 对打的方式进行通讯传输，稳定性不高，时延和丢包率都比较大，并且干扰源越来越多，一旦损坏，公司没有备用方案，会对造船生产造成极

大的影响。现龙门吊车内部控制传输线路全部采用光纤链路，如果光纤线路因为老化或其他故障导致不能有效的控制龙门吊车内的部件。

3. 5G+龙门吊起重设备监控系统远程管理需求：办公楼和龙门吊施工区域比较远，龙门吊起重设备监控系统没有与办公楼远程连接，若龙门吊区域发生突发问题无法及时监控，会造成重大事故的疏忽。

(四) 项目总体建设方案

以 5G 技术的高速率、低时延高可靠和移动边缘计算等特性，与大数据、物联网、人工智能技术进行有机的结合，以数据为核心，打造企业大脑，加速实现智能制造，全面赋能工业企业数字化转型。

为了打造 5G 智慧工厂，提高生产过程的可控性、减少生产线上人工的干预、即时正确地采集生产线数据，构建一个高效节能的、绿色环保的、环境舒适的人性化工厂。提出了“5G 智能+”计划，即：一张 5G 专网+多个智能化应用，多个智能化应用有 5G+3D 操控间可视化、5G+龙门吊远程控制、5G+龙门吊起重设备监控系统进行先期部署，后期还将进行 5G+起重机远程操作功能、5G+智能化起重机项目及钢料堆场起重机物料识别系统、5G+起重设备基础数据采集及分析等。

(五) 5G 应用场景

1. 5G+龙门吊协同控制

采用 5G 专网+微波主备双通道方案，实现双机互联高速、高可

靠。通过 5G 专网低时延，高安全保障的技术，实现了 800t 龙门吊双机联吊数据传输的稳定性、抗干扰性；规避了工业网桥和有线网络传输的弊端，提高了设备的可用性，降低了维护成本。



图 62 5G 起重设备监控系统实景

5G 起重设备监控系统远程管理采用 5G 专网方案，每台小车需要一对 5G CPE（一台安装在小车上、另一台安装在主控室），由原来的单台起重机本地监控转为实现整个厂区多台起重机设备的集控管理，是数字化、网络化、集成化、智能化创新的体现。

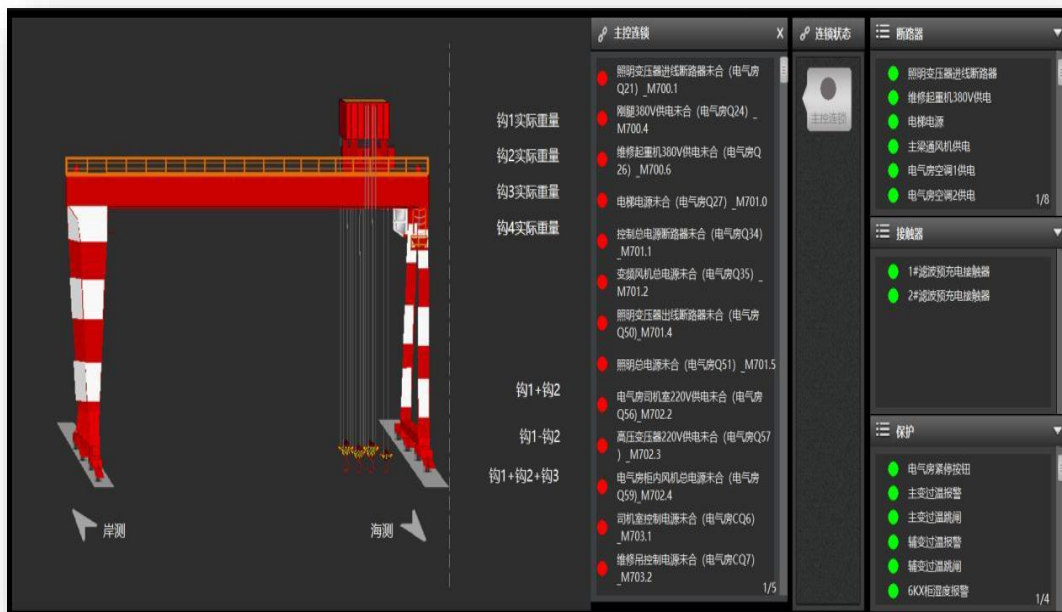


图 63 5G 起重设备监控系统远程管理系统

2. 5G+3D 舾装可视化

通过 3D 舾装可视化系统将 2D 图纸转化为 3D 图纸，再经过 5G 网络，将 3D 舾装图纸传递到现场笔记本或电视屏幕上，将电视放到施工现场，指导工人现场舾装。使作业者可以更直观、更快速的读懂图纸，提高了作业效率和准确率。

(六) 项目成效

“智慧工厂”项目的建设，将推动 5G、边缘计算等高新技术在生产制造领域的创新应用和融合发展，促进高新技术在生产行业中的规模商用，同时也能带动全景相机，传感器等硬件厂家的硬件技术改善和商业规模。在未来生产制造行业中的广泛应用，将对该领域带来革命性变革，为“一带一路”、“中国制造 2025”等国家战略做出典范，

具体包括：

1. 强化价值链协同，实现精益管理：以企业价值链为主线，强化业务协同为目标，帮助企业实现组织扁平化、运营平台化、管理精细化，降本增效，提升企业内部管理水平，激发企业经营活力；

2. 帮助企业打造以客户为中心的制造模式：依托互联网、物联网等新兴技术，打造智慧工厂，提高企业柔性生产能力，使产品设计深度融合客户体验，强化企业产品定制能力，提升企业核心竞争力；

3. 培育新兴繁荣的产业发展新生态：基于本项目的建设，可培育一个全新的价值链和生态系统，安全生态的维度覆盖工业企业、设备供应商、基础电信运营商、云服务商、工业互联网平台运营商、工业应用提供商、第三方检测机构和用户等，深入挖掘盈利潜力，提供新的商业机遇，实现价值共赢，在技术和商业生态上将带来新一轮的变革和颠覆。

十一、 鞍钢股份鲅鱼圈钢铁 5G 智慧冶金项目

(一) 基本信息

项目实施单位	鞍钢股份有限公司鲅鱼圈钢铁分公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司

(二) 项目简介

中国移动与鞍钢股份合作，在鞍钢鲅鱼圈建设“2.6+4.9GHz”双

频双链路 5G 专网，打造 5G 无人智慧铁水运输、5G 无人天车应用场景，实现了钢水运输、钢材吊装作业环节的无人化、智能化，将员工从条件恶劣、危险性高的工作环境中解放出来，在提升生产效率的同时也提高了企业的安全生产水平。



图 64 鞍钢股份鲅鱼圈钢铁分公司

(三) 项目需求与痛点

当前生产环境严苛，安全隐患大，无人化需求迫切。铁水运输是炼铁和炼钢工序的衔接过程，是钢铁生产的关键环节，传统靠人工调度，运输司机往返于高炉和炼钢厂之间，劳动强度大，铁水高温存在较大作业隐患。另外，钢铁行业使用大量天车，人员现场操作环境存在高温、粉尘、噪声、甚至有毒气体等恶劣的情况，高空作业、连续作业、疲劳驾驶等也容易产生安全生产事故。以上场景无论是从生产效率还是员工职业健康角度，都存在较大的挑战，迫切需求无人化改造，提升安全管理水平。

生产无人化控制对网络提出更高的要求，移动场景下，5G 专网相比 Wi-Fi 网络，有较大优势。但在钢铁企业在生产领域低时延控制场景下，还需在可靠和安全性上有进一步突破，只有满足生产核心领域的高可靠和高确定性，企业才会打消不愿用，不敢用的担心。

依托 5G 网络的大带宽、低时延、大连接等特性，聚焦远程控制、视频传输等类型应用，围绕生产辅助及相关的生产保障性环节，助力钢铁企业实现增产降耗，智能化、绿色化生产，逐步实现高质量转型发展，助力实现“四个一律”智能化发展目标，打造智慧钢厂。

(四) 项目总体建设方案

1. 5G 钢铁专网方案

本项目核心生产服务区域采用 5G 双频保护组网+专属核心网下沉园区，打造业界超高可靠和安全钢铁 5G 专网，具有可靠性高、资源持续保障、灵活保护、最高等级的数据安全等方面特点。

鞍钢鲅鱼圈 5G 专网采用 SA 网络架构，将 5G 核心网部署至厂区，对铁水运输线路、热轧部、炼钢部进行 5G 网络双拼深度覆盖，满足数据不出厂、超低时延应用场景需求。同时将 5G 公网覆盖全厂区，满足厂区人员 5G 上网及语音通话需求，并应用于全厂区视频监控、数据采集等非生产控制应用场景。

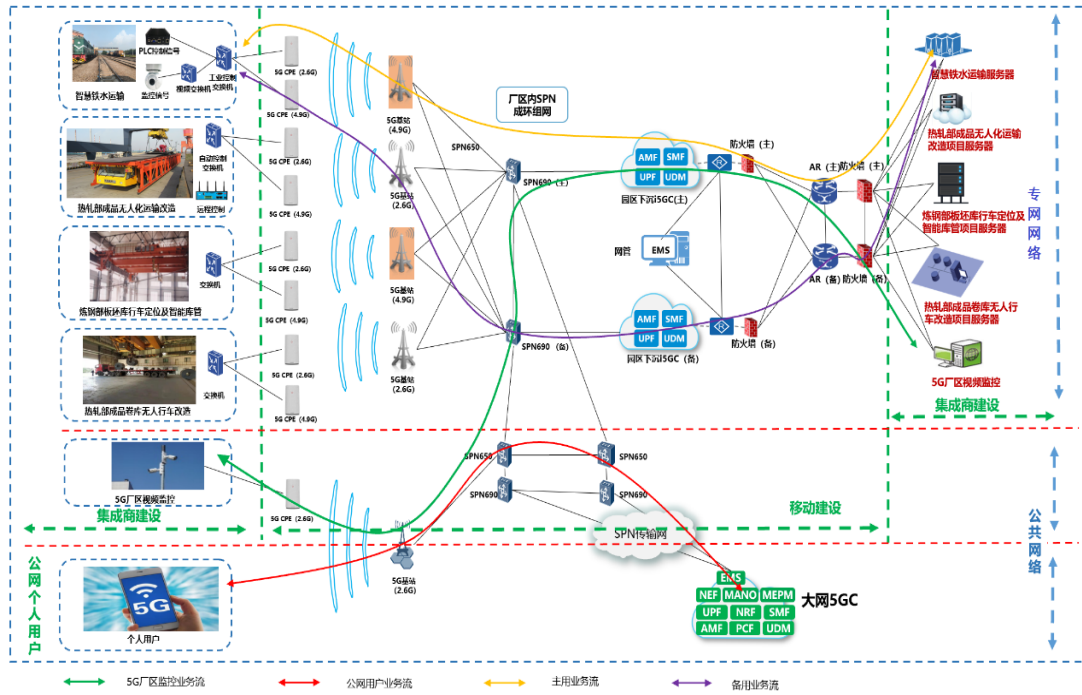


图 65 鞍钢鲛鱼圈 5G 专网

2. 铁水运输机车无人化改造方案

新建自动驾驶车载系统，主要实现机车和鱼雷罐车(空罐、重罐)的无人驾驶相关功能。新建地面管控系统，主要实现铁水生产和机车运行智能化调度、系统虚拟仿真、数据分析以及界面展示等功能。新建环境感知系统，用于感知机车行驶前方的行人、车辆等障碍物，从而为机车无人驾驶相关控制策略提供依据。微机联锁系统改造，将继电联锁电路改造为计算机联锁系统，并提供与无人驾驶系统接口，开发相应软件。外部信息接口主要通过高炉、炼钢、铁路信号综合智能系统、铁路道口系统等现有生产系统进行信息交互，实现计划信息、状态信息等接入和反馈。

3. 无人天车系统改造方案

行车车上本体改造，行车本体传动系统、控制系统改造。新增防摆控制系统、夹钳传感器系统、行车定位系统、称重系统、遥控系统。行车调度及仓库系统建设，包括行车调度管理、作业计划管理、无人行车仓库管理、行车坐标管理、手持系统管理等。地面控制系统建设，包括地面中控管理平台、安全管理等。

(五) 5G 应用场景

1. 5G 无人智慧铁水运输

对 1.6 公里铁水运输铁路沿线进行 5G 专网双频深度覆盖，建设 5G 无人智慧铁水运输系统，对 6 台机车进行改造，实现高精度无人控制和机车自动驾驶；对 32 台鱼雷罐车进行改造，实现自动摘挂钩、自动驻车；建设智慧调度系统，通过信息预测模型、鱼雷罐智能调度模型、机车匹配模型、调度算法模型实现 32 台鱼雷罐与机车的智慧调度以及路径自动规划。



图 66 5G 无人智慧铁水运输

2. 5G 无人天车

对热轧部成品卷库进行 5G 专网深度覆盖，对 14 台天车进行无人化改造，并建设行车调度调度系统、地面控制系统等管理控制系统，实现天车的无人化自动作业。

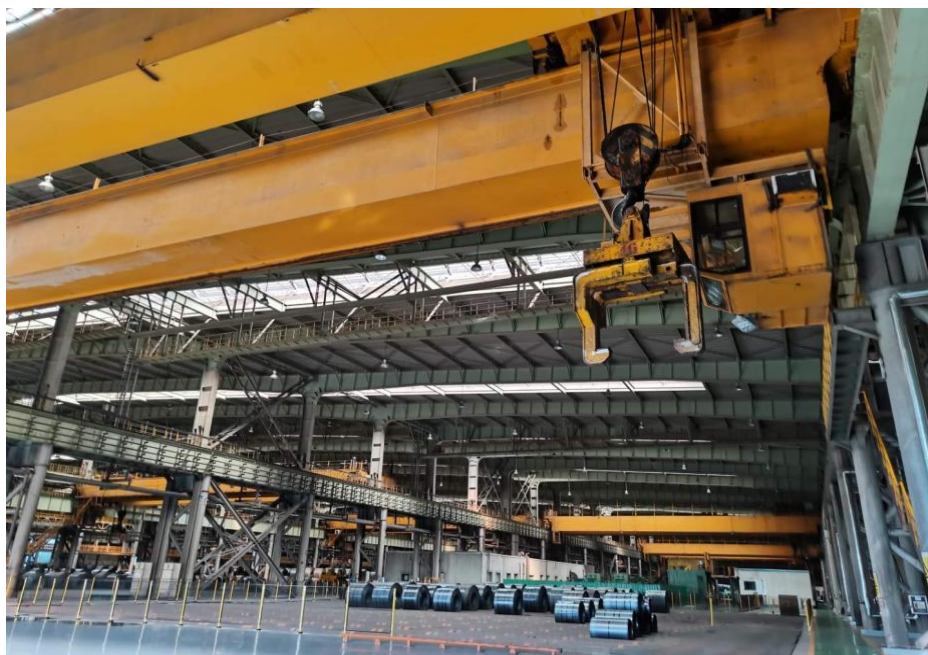


图 67 5G 无人天车

(六) 项目成效

无人铁水运输系统投运后，实现了铁水运输全天候 24h 无人化作业，极大改善了作业环境，岗位优化约 42%，人身安全事故发生率为 0，大幅降低铁水运输成本，混铁车周转率提升约 47%，铁水温降减少约 10°C，助力企业实现绿色、高效、安全生产。

无人天车项目实施完成之后，1 台天车操作可节省 3-5 人力，综合经济效益大于 1000 万元/年。另外，使天车操作人员远离高噪音的工作环境，降低操作风险，提高生产安全，改善工作环境，对于保障员工身体健康，提高企业安全生产有重要的意义。

本项目应用场景均是企业生产的核心环节，解决了社会普遍关切的 5G 工业应用核心生产域，以及产业化面临的关键技术瓶颈问题，通过价值创造，实现用户愿用 5G，敢用 5G 的突破，为全国范围的规

模应用奠定坚实基础。打造行业示范引领，助力推动鞍钢厂区乃至全省冶炼产业集群加速转型升级，为推动我国钢铁产业健康发展、助力东北全面振兴和辽宁高质量发展、做强做优做大国有企业具有十分重要的意义。

十二、 鞍钢 5G 智慧冶金项目

(一) 基本信息

项目实施单位	鞍山钢铁集团有限公司
项目合作单位	中国移动通信集团辽宁有限公司

(二) 项目简介

鞍山钢铁集团有限公司被誉为“新中国钢铁工业的摇篮”、“共和国钢铁工业的长子”，为新中国钢铁工业的发展壮大做出了卓越贡献。鞍山钢铁高度重视 5G 在企业数字化转型中的重要作用，从 2019 年开始进行 5G 在钢铁行业的应用探索，并打造了 5G 带钢表面机器视觉质检、5G+一键炼钢等应用场景，获得工业互联网大赛三等奖等多个奖项，促进了 5G 智慧冶金融合应用的发展和创新。

(三) 项目需求与痛点

近年来国家和地方均出台政策，推动钢铁行业数字化转型、节能减排、绿色发展，鞍钢集团公司也制定了十四五信息化智慧化发展规

划，提升公司的网络化、数字化、智能化水平。鞍山钢铁结合生产现场实际需要，提炼了部分在生产过程中碰到的实际问题：

1. 带钢在制造过程中由于原材料、轧制设备和加工工艺等原因，导致其表面可能出现划痕、擦伤、结疤、粘结、辊印的缺陷，不仅影响产品外观，更严重降低产品的抗腐蚀性、耐磨性和疲劳强度等性能。传统人工开卷抽检或频闪光法等表面质量检测方法速度慢、实时性差，且无法完整准确地反映带卷上下表面的质量状况。

2. 钢铁企业中拥有大量不同形式电机设备，目前主要依靠电气工程师进行日常的巡检维护，存在检测设备单一、无法及时发现电机设备潜在问题，缺少全面掌控全厂电机健康品质的数字化手段。

3. 皮带机是钢铁厂不可或缺的运输设备，主要集中应用在烧结、炼铁、炼钢、炼焦等环节，皮带运输过程中容易出现断流、漏料、皮带过载、堵料、断流问题，目前巡检主要依靠人工辅助机械检测方式开展，存在工作环节恶劣、人员劳动强度大等问题，急需智能化手段进行改造升级。

4. 目前在炼钢生产过程中存在如下的相关问题：声呐化渣、吊车称重、钢水罐定位等不同系统信息孤岛；各钢种加料要求不同，材料种类多，料仓数量多、层级多，操作难以精准控制；需要操作工人录入百余项数据，操作步骤繁杂；以及终点过氧化、升级维护困难等方面的问题。

5. 目前 PLC 广泛应用于钢厂各个生产环节，产品长期被外国厂

商垄断，存在施工成本高、PLC 之间协同困难、缺乏数据统一存放和留档手段、故障溯源追踪困难、定期升级软硬件收费高等方面的问题。

(四) 项目总体建设方案

鞍钢钢铁有限公司 5G 专网采用 SA 网络架构，将 5G 核心网下沉至厂区，满足数据不出厂、大带宽、超低时延应用场景需求，并将 5G 公网覆盖全厂区，满足厂区人员 5G 上网及语音通话需求。同时基于鞍钢工业互联网平台、5G 专网运营平台，实现 5G 专网的 SLA 服务保障、并结合生产实际需要，实现了 5G 带钢表面质量检测、电机全生命周期管理、皮带通廊安全监控等应用场景。既实现了从 5G 示范项目到多厂区规模商用的复制推广，也实现了应用场景从生产辅助环节向核心环节切入。

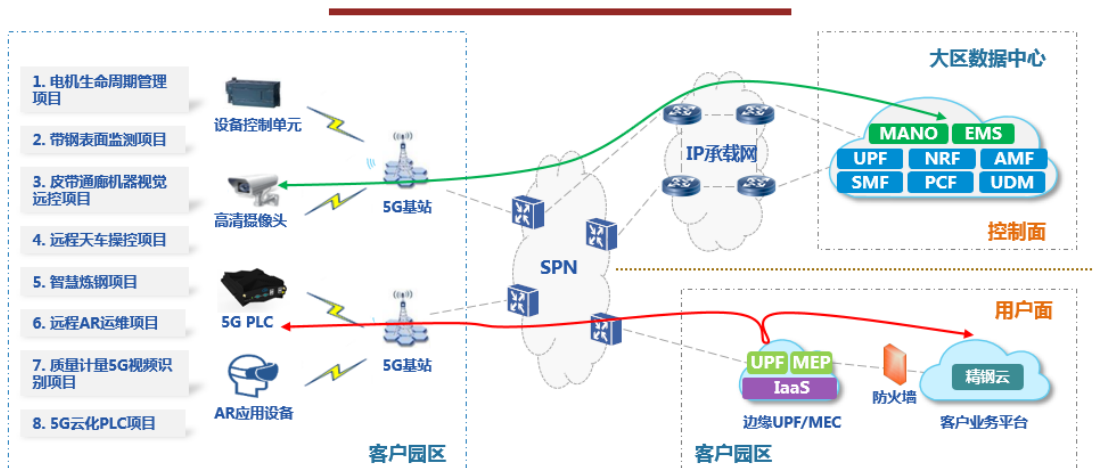


图 68 鞍钢钢铁有限公司 5G 专网部署架构

5G 专网运营平台提供 5G 产品订购及网络监控能力，基于数字化可视技术，将网络性能指标、设备接入数据、软硬探针数据在 5G 专网运营平台统一展示，实现各类数据的汇聚，实现 5G 专网的端到

端运营闭环，进而满足 5G 行业专网的自服务、自运维需求。

(五) 5G 应用场景

1. 5G 带钢表面质量检测

钢表面质量检测系统的工作流程一般包括图像采集、图像传输、图像处理、缺陷检出、缺陷识别、缺陷信息管理等过程。利用 5G 网络的大带宽和低时延高可靠特性，在带钢高速生产条件下，系统将采集到的带钢表面图像首先通过 5G 网络和 MEC，将图像上传至云平台，然后进行图像预处理，将多相机采集到的图像进行拼接及带钢边部检测等处理。预处理后的图像一方面进行全幅带钢图像存储及输出，另一方面继续对预处理后的图像进行分析前处理，包括降噪、缺陷轮廓增强等图像处理流程。然后进行缺陷检出，标注缺陷区域，再进行缺陷识别，确定缺陷类别。最后将分析后的缺陷信息进行信息管理及人机交互等操作。整体解决方案分为平台层、网络层、终端层、应用层四部分，组网图如下：

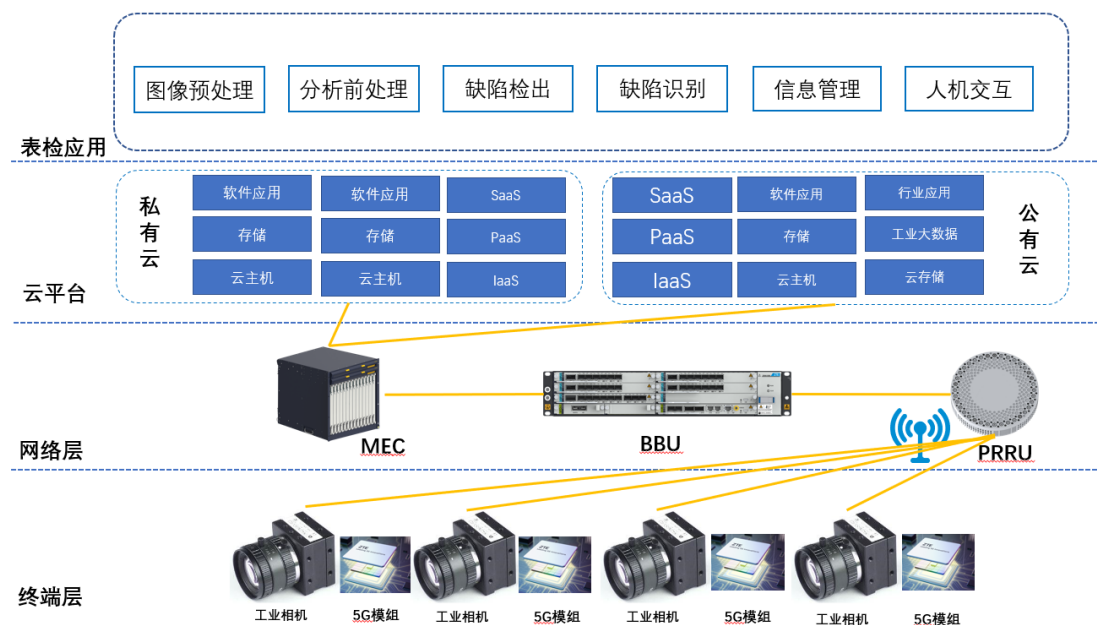


图 69 5G 带钢表面质量检测解决方案架构

其中，终端层使用工业相机加 5G 模组，实现高清图像的拍摄与回传。网络层由 5G 基站和 MEC 组成，5G 基站网络覆盖生产线，将回传的数据流通过 PRRU、BBU 进行编码传输，在 MEC 处进行信令解析，完成本地分流，将数据流解析后传输给云平台层。云平台层由中国移动工业云平台提供 IaaS、PaaS、SaaS 服务，可采用公有云、私有云和混合云模式部署，为工业企业提供一站式上云服务。应用层包括表检系统应用层，包含图像预处理、缺陷检出、识别、信息管理 etc 模块。



图 70 表面检验实景图

2. 5G 电机全生命周期管理

基于工业互联网平台的电机全生命周期管控系统，利用传感器对电机运行情况进行实时数据采集，通过 5G 网络将采集数据上传到云平台，平台采用过程检测、人工智能和大数据等技术进行分析数据分析，输出设备评估和故障预测，延长设备使用寿命，提升生产效率，实现电机生命周期管理。

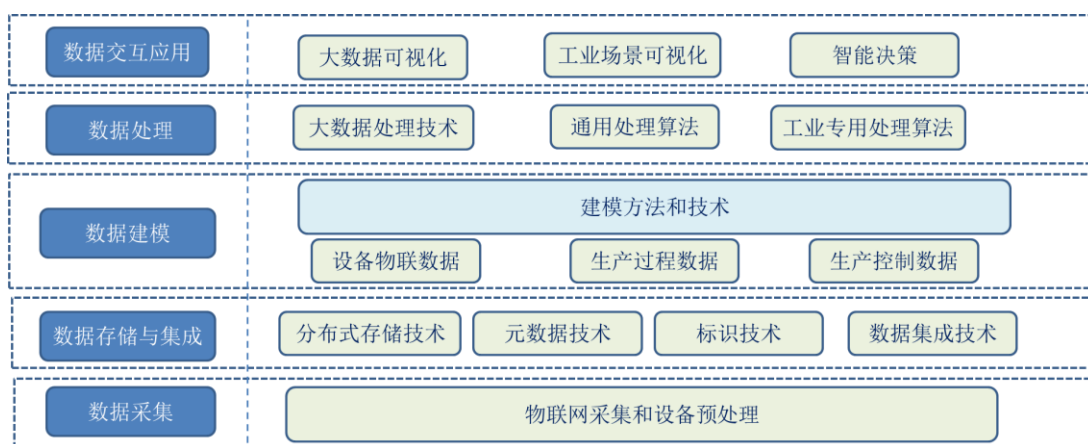


图 71 电机全生命周期管控

3. 5G 皮带通廊安全监控

以机器视觉技术作为基础，通过 5G 进行数据通讯，搭建巡检装置对皮带场景下人员、物料、气体等现场情况视频数据、激光点云数据、温度、有害气体等数据采集，结合数采端边缘计算算力，将有效数据在管控平台进行检测、分析及异常记录，从而达到对恶劣环境下的皮带通廊进行智能远程巡检，让操作员在操作室就能全面了解通廊状况，减少人员工作强度、劳动伤亡，实现智能制造终极目标。

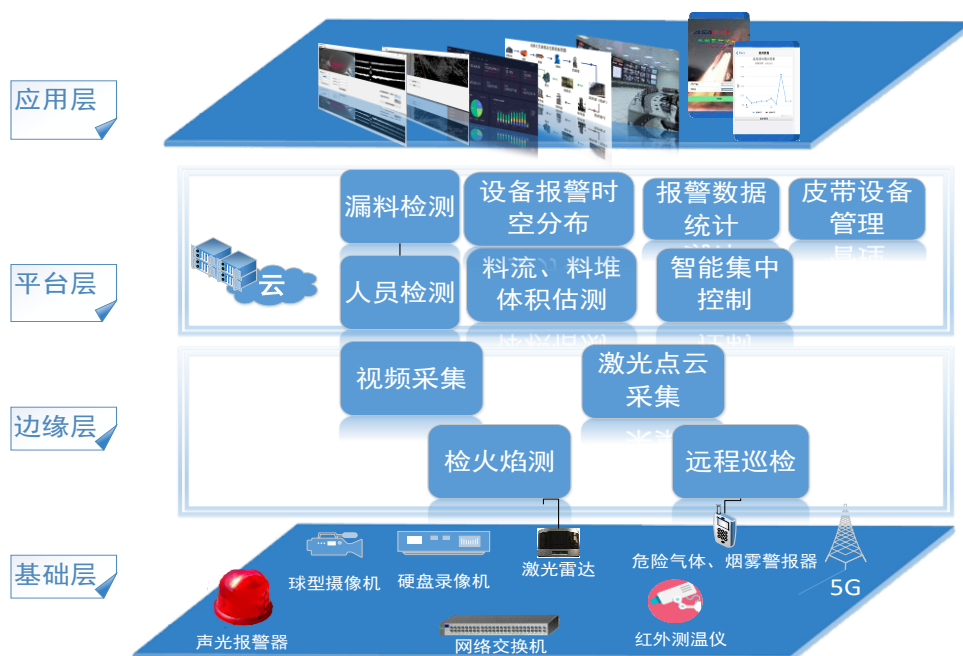


图 72 5G 皮带通廊安全监控

4. 5G+智慧一键炼钢

通过架设 4.9GHz 频段 5G 工业互联网、打通一二三四级网络建立云边端智慧工厂架构，建立声呐、吊车、摄像头、化验室、MES 的通讯接口，开发与应用氧枪、副枪、投料、终点四大冶炼工艺模型，

经由 4.9GHz 频段 5G 工业互联网实现氧枪自动、副枪自动、投料自动、冶炼终点自动控制的一键智慧炼钢。

系统建设主要包括一张融合通信专网三个层次四大部分，通信专网包括传统工业四个层级网络和 5G 虚拟专网，三个层次分别是本地执行层、生产监控层和云端，四大部分分别是一键炼钢（包括钢包数据接口）、转炉监控、冶金工业大数据平台和智能专家系统。



图 73 生产监控

5. 基于 5G 的云化 PLC 远控

在原有翻包机 PLC 系统增加 5G 工业网关，通过 5G 网络实现 PLC 与金刚云平台之间的高速、高可靠性、低时延通信，在金刚云平台上实现远程软操作台，利用远程操作台实现对翻包机的远程控制，实现对现场操控台的替换。

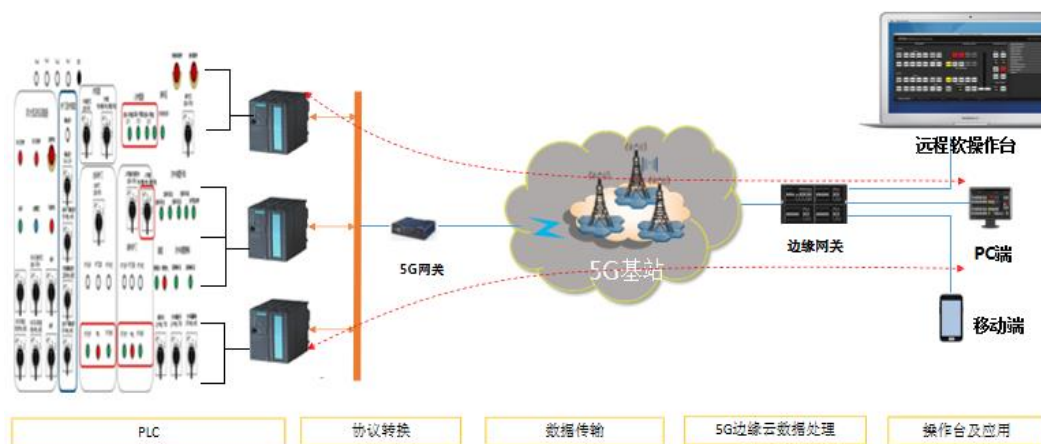


图 74 基于 5G 的云化 PLC 远控

在现有的 PLC 网络增加一个 5G 网关接入 profibus，转换网关完成 PLC 和 TCP 协议转换，实现 PC 端和移动端和 PLC 设备的通讯。

PLC 数据的采集上传后存储在边缘网关服务器，在服务器数据平台上完成数据处理，在 PC 端和移动端进行呈现和执行操作，对设备进行远程运维（实时数据、实时组态、故障报警、工单维保、历史数据及曲线等等），还可以进行大屏展示。

(六) 项目成效

基于 5G 的机器视觉带钢表面检测应用，稳定运行率 99% 以上，常规缺陷检出率 95% 以上，常规缺陷识别率最高可达 95%，可处理带钢图像每秒 10 米以上。

基于 5G 的电机全生命周期管理方案已成功应用在热轧厂 1780 生产线 400 台辊道电机上使用，系统上线后生产线避免紧急停机、故障维修次数下降 20%，提升机组作业率 5%。

5G 皮带通廊安全监控在炼焦厂皮带通廊落地，场景落地后，巡

检人员通过视觉分析给出控制建议，误检率下降 99%以上，检测准确率 99.99%以上，每年可节省皮带维修费 100 万元，既提升了现场设备管控能力，同时也保障了工作人员的人身安全。

5G+智慧一键炼钢系统上线后，应用后转炉命中率提高，转炉终点钢水氧含量降低约 64ppm，每炉可节约脱氧铝铁消耗 41kg；转炉单炉节省成本每年可达 1020 万元。

基于 5G 的云化 PLC 远控上线后，验证了 PLC 远程控制的可行性，为后续解决传统操作室迁建整合方案的痛点问题提供了方向，同时也有利于减少企业对外技术依赖，降低生产维护成本。

本项目的建设，提升了企业的数字化、智能化水平，推动了数字鞍钢的建设和发展，也有助于鞍钢乃至全省冶炼产业集群加速转型升级，为推动我国钢铁产业健康发展、以构建先导应用场景、引领标准规范、完善商业模式、推进工业领域产业落地为核心，解决了社会普遍关切的 5G 工业应用核心生产域，以及产业化面临的关键技术瓶颈问题，通过价值创造，为行业清晰商业模式，为全国范围的规模应用奠定坚实基础。

十三、 抚顺新钢 5G 钢铁全连接工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	抚顺新钢铁有限责任公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司抚顺市分公司

(二) 项目简介

本项目为抚顺新钢搭建 5G 混合专网、MEC，并已此为基础，切入其生产流程，将技术难度大、危险程度高的施工工艺与 5G 技术深度融合，实现抚顺新钢铁水罐车、铁水天车的智能化、无人化、远程化操控。结合标识解析二级节点基础能力，标识应用场景开展相关钢铁行业标识应用业务，打造抚顺铁钢全连接工厂。

(三) 项目需求与痛点

1. 无人项目在原有网络环境下无法满足时延要求

原厂内及矿下使用的局域网无线网络，在使用过程发现，无人项目在此网络下无法实现，且局域网无线网络抗干扰能力差，一旦出现多用户的情况下就会产生严重的干扰。同时，还无法满足低时延要求，快速移动的机车无法进行快速的切换。

2. 无法有效的、安全的解决实时性极高的数据传输

在需要原厂专家远程协助、后端专业技术人员与现场点检人员信息交流、检修作业的多岗协同场景下，只能采用邮件、电话、微信等方式进行信息交换和沟通协作。虽然一定程度解决信息传递效率的困扰，但同时又衍生了企业数据安全、信息碎片化等一系列问题。

(四) 项目总体建设方案

1. 5G 混合专网建设

新钢混合 5G 专网工程已经完成室外信号全部覆盖及核心机房建设,为 5G 应用做好整体底座建设:目前厂内已经开通 9 个 5G 基站,新钢 5G 核心机房已经布置完成,目前已经完成网络接通,厂内 100 台 5G 工业路由器安装布放,场内设备可通过 5G 工业路由器访问 5G 专网。

组网介绍

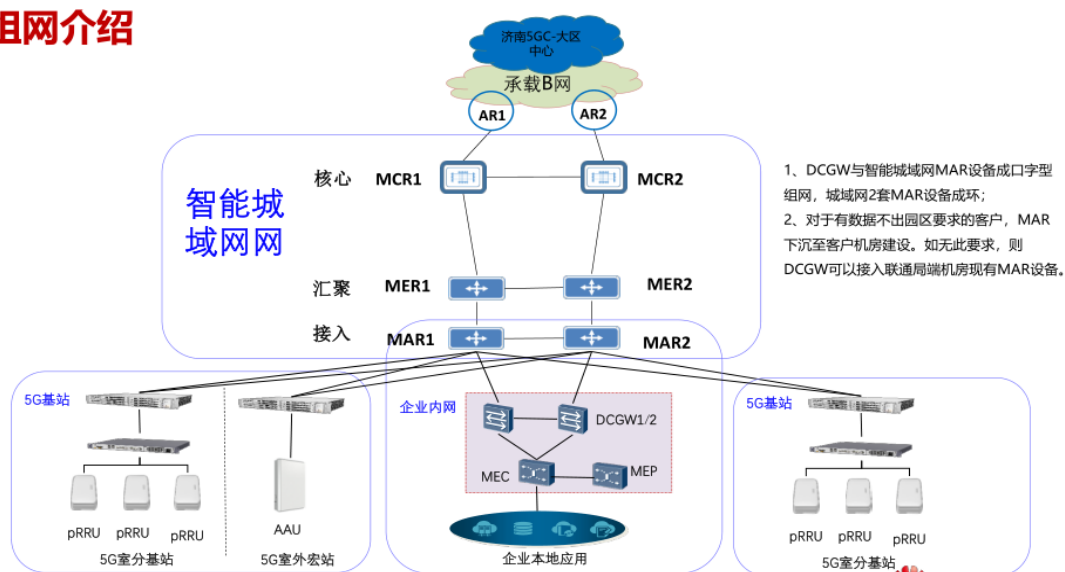


图 75 5G 混合专网组网方案

2. 5G MEC 建设

末端移动接入(移动性、柔性、临时性、灵活跨域)、边缘大流量处理(卸载)、边端低时延交互、数据不出园。

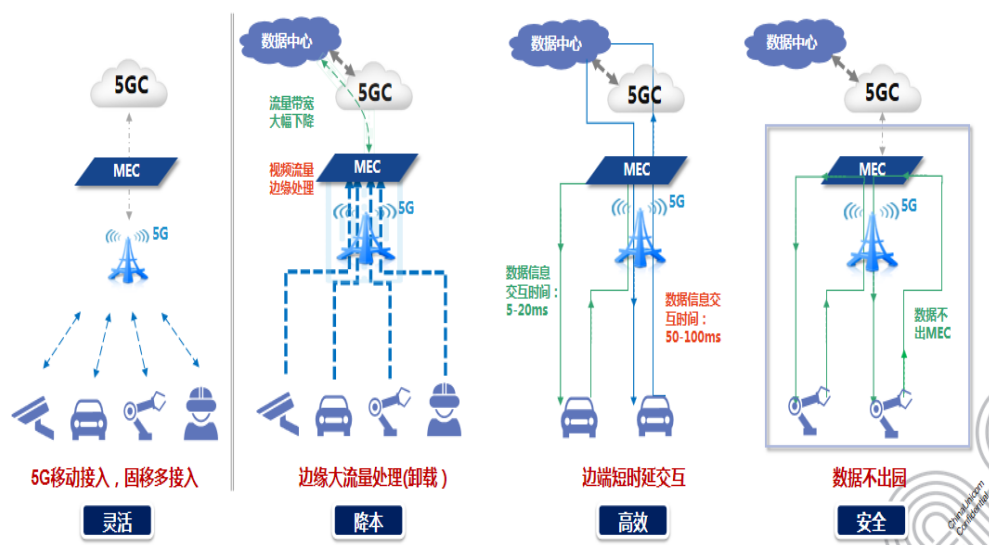


图 76 5G MEC 架构

3. 铁水罐车

实现铁水转运机车远程集中控制和智能化作业。在地面中控室内通过视频监控及远程控制系统，实现对机车的远程集中控制。机车司机在机车远程控制操作终端上用鼠标点击相应区域和作业类型完成机车作业。这种作业方式的优点是司机作业环境得到显著改善，作业安全得到显著提升。同时，在集中控制模式下，远程控制系统可以与MES等生产调度系统进行打通，作业效率有所改善，可以实现一人多机操作，企业实现降本增效。远程控制系统与MES等系统实现无缝对接，业务调度，机车操控、运输过程监控无需人工介入，铁水运输实现无人化，司机仅需在中控室内监控机车运行即可；作业安全性和作业效率得到充分保证。

下图完整示意了铁水轨道机车运输系统智能化改造项目“一网、一平台、N应用”的整体技术方案。

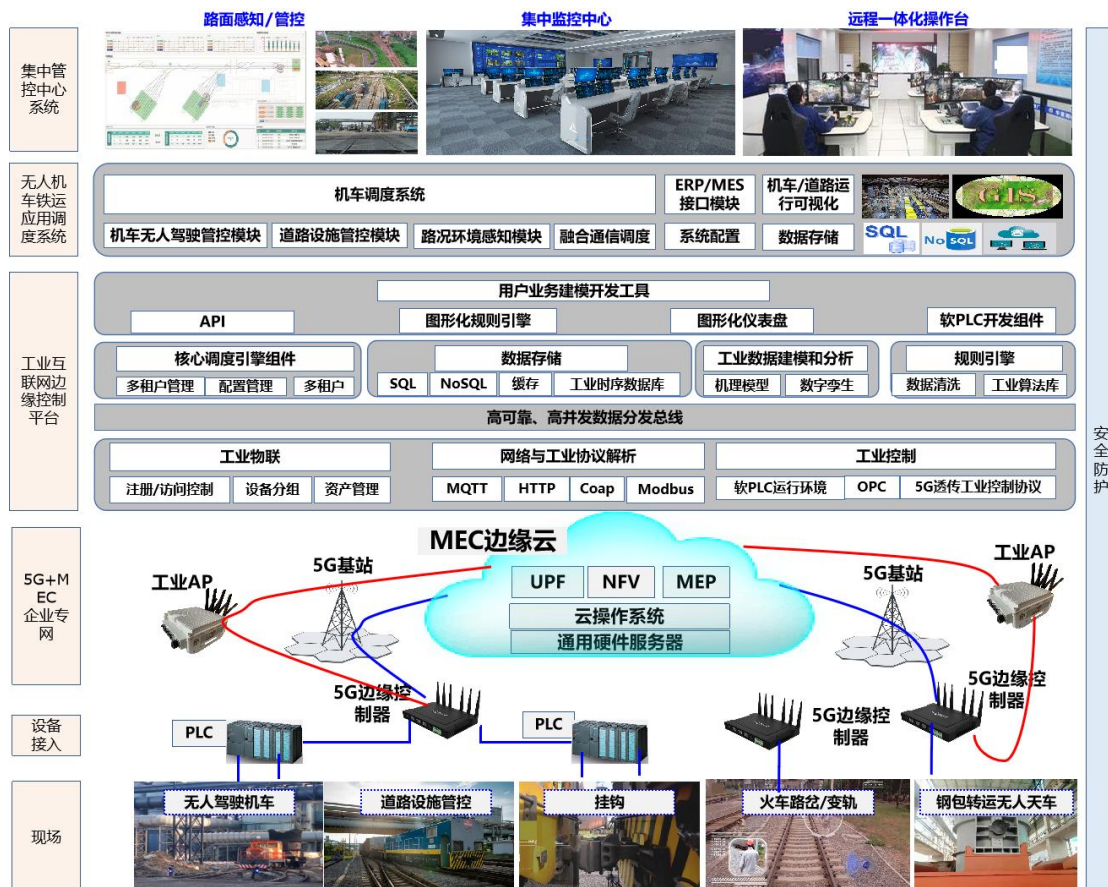


图 77 “一网、一平台、N 应用”建设方案

4. 无人天车

现场无线网络采用 5G 双备份、双保险机制。或者 5G 为主工业 AP 为辅。组网拓扑结构如下图：

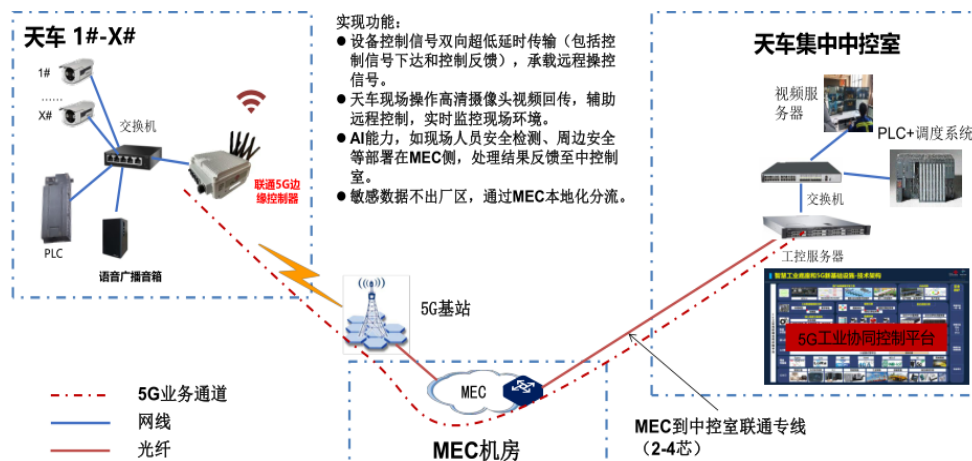


图 78 无人天车组网拓扑结构

通过改造执行机构、测量元件和控制系统以及辅助计算机信息等技术，从而实现工厂车间内无人天车的无人操作自动运行。在起重设备自动运行过程中，精确定位、识别感知、以及安全防护协调配合。针对无人天车的生产特点，通过大小车的精确定位、图像识别技术以及汽车的三维成像和测距感知技术，自动确定无人天车的装车等作业流程，并在作业过程中通过路径规划和避让调度策略实时动态优化调整，最终可实现无人天车的智能控制。

系统功能分为三层结构：

1. 调度层：接受计划层中计划工单或 MES/TMS 作业计划数据，根据现场工况、设备状态等库区信息，进行调度策略计算，并生成计划指令。
2. 控制层：根据调度层下达的计划指令，以及当前设备的运行状态参数、安全监控状态，自动控制天车完成各项作业。
3. 执行层：根据控制层的指令，执行送电、起升、大车运行、小车运行等动作。起升编码器、激光测距、激光扫描仪等底层感知传感器将获取的车运行状态、物料状态、设备人员信息传送到控制层进行数据处理。

(五) 5G 应用场景

1. 无人铁水罐车应用

厂区无人铁水车采用 5G+工业 AP+MEC 边缘计算平台的架构。

网络层主要承担感知层到工业互联网平台之间的数据的上传和反向控制。

为满足机车控制的实时性要求以及视频回传要求，网络层必须具备大带宽、低时延的要求：

场景	带宽要求 (M/bps)	时延
控制指令下发与执行 结果反馈	5	小于 50ms
数据采集与视频回传	上行 120、下行 800	小于 100ms

此外，网络层以边缘云的形式为工业互联网平台提供算力、存储能力，以及本地分流能力。进一步满足工业控制、无人驾驶对低时延、数据不出园区等要求。

考虑到机车 24 小时不间断运行的高可用性要求，机车与智慧机车运输系统集成控制中心除采用 5G 做网络主链路外，另外还一条基于工业 AP 的网络链路。二者互为主备，保证网络高可用。



图 79 工业装备操作系统平台

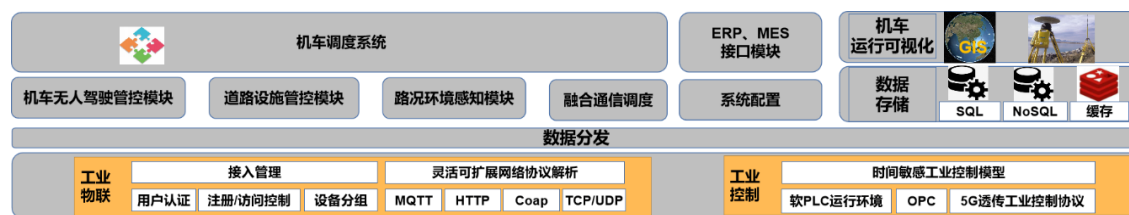


图 80 工业装备操作系统平台架构

工业物联模块主要负责机车各类传感器及控制器（如 GPS 接收机、微波雷达、激光测距雷达、3D 激光雷达、各类母线收发器、5G 工业边缘控制器等）、道路基础设施（如道岔远程控制器、道闸、道岔、交通信号灯、网络摄像头、广播）等设备的统一集中管理、状态监测和故障预警。工业控制模块主要负责机车行驶控制器、5G 工业边缘控制器、道路基础设施中的道岔远程控制器、道岔、道闸、交通信号灯、网络摄像头、广播控制器进行控制指令的交互，完成机车启停、障碍物探测、车路协同等复杂控制逻辑。数据分发、融合模块主要负责为集控中心视频墙、远程操控台提供所需的个性化的视频、状态监测数据。数据存储模块主要存储系统运行时各类关键信息，如机车状态、决策与执行指令、工单完成情况等，方便事后跟踪核查。

2. 天车无人化应用

在进行 5G 室分覆盖的厂房内，通过行车车载工业 5G 工业网关设备把运行状态、作业视频等信息实时传输到行车边缘服务侧，实现无人驾驶起重机地上局和车上局之间大带宽、低时延通讯。在集控中心可通过地上局控制计算机系统实时远程操控无人起重机，将操作人员从噪音、粉尘、高温环境中解放出来，改善工作环境，提供工作效

率。5G 提供低时延、高带宽特性，为设备控制系统指令下发和执行提供“零”延迟保障，为操作员提供第一视角的高清视频，保障远程操控精准、实时性。

3. 天车作业实时监控

对天车设备的运行相关参数进行采集，实现设备全生命周期监控，保证设备安全稳定运行。现场作业监控点位分散，有线部署非常不便，造成信号传输干扰，维护成本高等问题。基于以上危险及环境恶劣的生产作业区域部署无线数据采集点位，为了实现设备运行数据实时采集回传，灵活网络部署，降低网络部署后续维护成本。

4. 天车作业 AI 云监控

结合 5G、AI 识别等技术融为一体，智能化云监控从天车安全生产、运营管理、行为检索、定位分析、控制联动、联动报警多个方面统筹分析，最终达到提质增效、节本降耗、安全作业的目的。

5. 天车设备全生命周期管理及故障预测评估

构建作业天车在线采集系统与离线分析系统相结合、状态监控与预测诊断相结合的预测性维护体系，降低点检人工负荷，并基于设备状态的智能掌控和历史大数据经验，通过智能模型规则，智能匹配维修计划、维修项目、维修解决方案，形成从设备状态智能掌控到设备维修智能支持的全流程功能闭环，提高人员、天车设备运维管理效率。

6. 二级节点

基于标识解析的自动贴标系统：物料喷印或标签属于简单重复劳动，将自动贴标机器人安装于出口下料区域，可根据螺纹钢和高速线材过程自动化阶段传送的信息生成生产标签，并和机组基础自动化联动，在成品螺纹钢和高速线材指定位置处完成自动贴标等工作，包括螺纹钢生产标签打标、螺纹钢自动捆扎。

自动贴标机器人通过 5G 与后台控制系统通信，可以自主运行并支持精确的动作控制，也可以由后台随时一键启动远程控制，达到改善工作环境，降低人力成本，消除安全隐患的效果。



图 81 基于 5G 网络的自动贴标

基于标识解析能力的无线机泵智能诊断系统：将智能传感技术、物联网技术与标识解析相结合，实现高频自动在线监测设备工作状态。将现场采集的数据传输到服务器进行实时展示和分析，并对设备故障

进行诊断，能有效避免设备事故发生，大幅降低非计划性停车，保障安全生产。

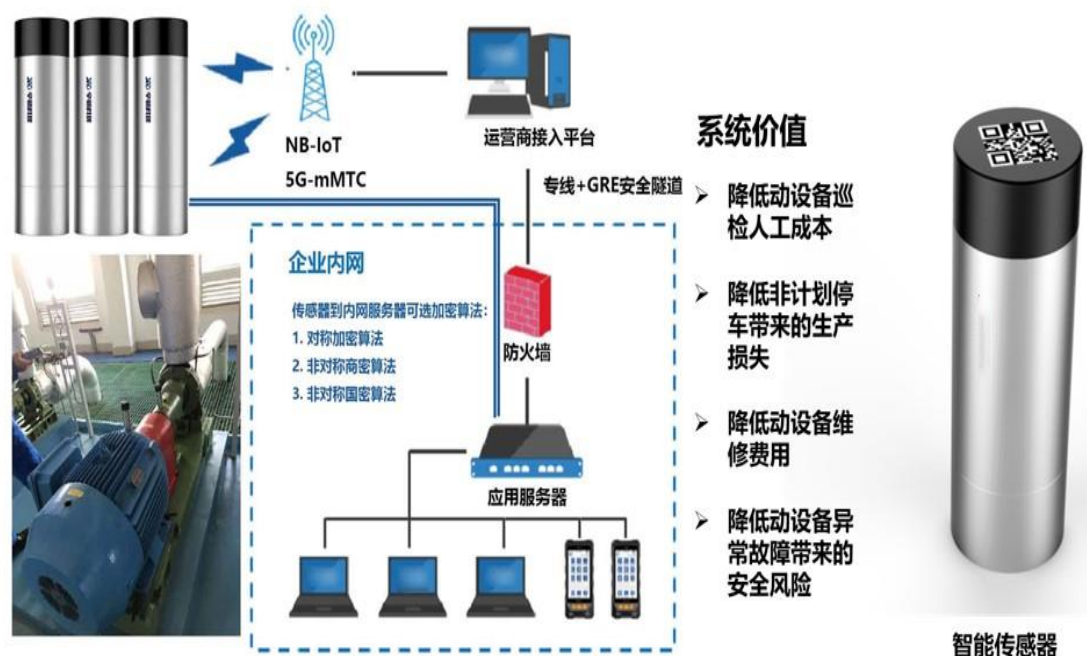


图 82 无线机泵智能诊断系统

基于标识解析能力的废钢自动识别和智能定级系统：通过机器视觉的方式对废钢进行自动识别和智能定级，对于不合格的部分进行降级和扣杂处理。通过智能定级、智能扣杂，统一标准，减少人员主观因素对定级的影响和纠纷；存储定级过程数据，做到过程可追溯，减少废钢供应商对定级的异议；减少验钢工作量，只处理系统报警的异常（例如有封闭容器）；同时降低定级过程中可能存在的工伤风险；智能定级系统替换原有人工定级，减少人员约 30 人/年；提高钢厂智能化，信息化程度，减少废钢回收过程中不必要的时间消耗，真正实现 7*24 小时不间断工作，提高生产效率。



图 83 废钢自动识别和智能定级系统

基于标识解析能力的人员生产管控及健康状态实时管理：通过智能腕表及智能安全帽建立人员管控数字化构建人员管控体系，对人员在厂区内生产操作与生产管理的全流程数据化管理；基于 5G 融合定位技术，依托智能安全帽、智能腕表等可穿戴设备，实现人体侦测、人员定位、车辆定位、物料定位、电子围栏等应用场景。实现人员安全管理，考勤管理，智能调度等功能。

通过对人员位置、心率、血压等数据监控，做到人员生产过程及工作中身体健康状态可追溯、可查验。减少因生产环境恶劣、高噪声导致的生产人员身体不适不能实时监控的问题，提前预警避免人员危险发生。人员生产效率提升 8%，在岗员工生命体征实时监测 100%。



图 84 人员生产管控及健康状态实时管理

(六) 项目成效

1. 厂区 5G 专网全覆盖

新钢 5G 专网工程，开通 9 个 5G 宏站，2 套室分，完成厂区室外信号全部覆盖，及 5G 核心机房建设。厂区各生产工序的设备可通过百余台 5G 工业路由器顺利访问 5G 专网，将网络延时控制在 10ms 以内。在专网项目中，将 5G 技术的低时延特性发挥淋漓尽致，也为 5G 全连接智能工厂的其他项目应用打牢底层基座并做好铺垫。专网覆盖范围 25 万平方米，采用 5G 终端多样化来解决企业复杂环境的网络连接。通过 5G 核心网、MEC 主备保护实现风筝方案管理，当上端 5G 网络中断时，应急模块系统可自行储存 48 小时数据量，待网络恢复后延时上传云端进行数据交互。

2. 机车无人化运行提高生产效率降低人工成本

铁水罐车项目，整体以 5G 网络为主+工业无线为辅双条路径保护，确保数据传输的连续性，通过联通 5G、MEC、Wi-Fi 基站对机车、车辆、终端控制、调度系统等终端进行网络连接，实现设备控制及数据交互。通过铁水无人化运输改造，可达到降低人工成本，优化生产配比，提高协同生产衔接效率、降低安全隐患等效果，解决了全国冶金企业成本、效率、安全三大类痛点。

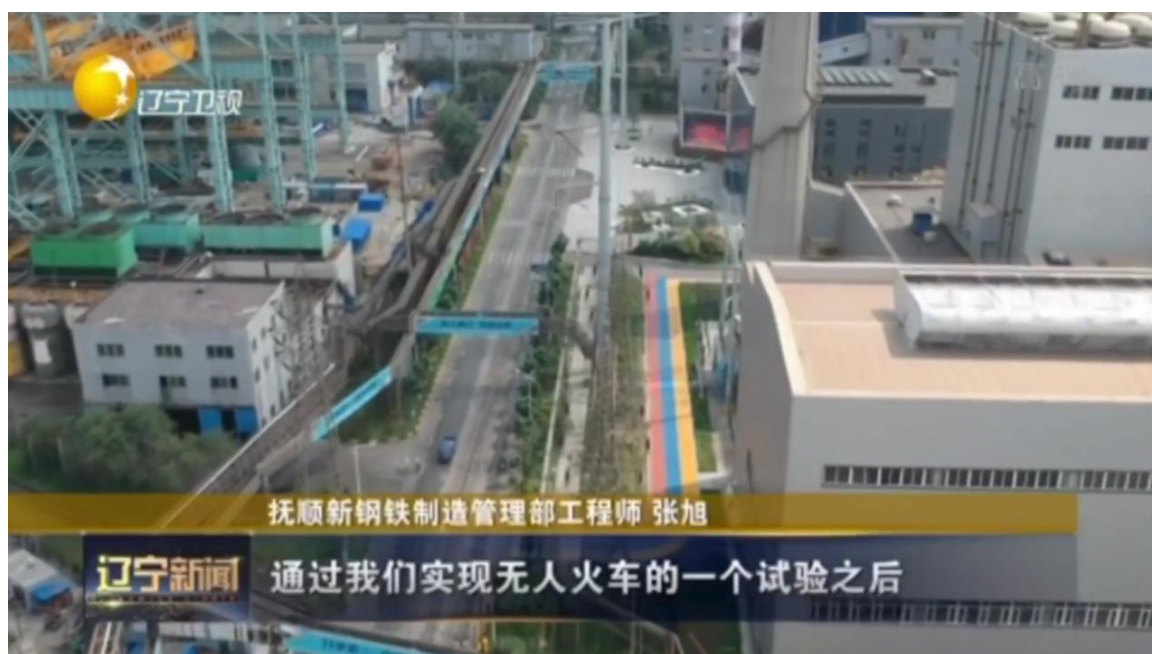


图 85 机车无人化

3. 生产自动化、智能化的同时确保稳定可靠

无人天车项目，通过 5G+MEC 的大带宽、低时延无线网络实现天车的远程实时控制，实现操作员在集中远程控制室进行远程操作，改变人员操作方式，将现场作业操作方式放置后台控制中心统一操控。第二阶段：实现天车作业智能化。天车的远程操作控制全部由集中远

程控制室计算机自动运行操控，完全实现无人化。引入智能调度系统，实现无人作业。以上二个阶段的改造，原有人工操控方式均保留，作为备选操作方式，当远程操控或自动化操控失效时，可立即恢复到备选操作方式；另外，在天车作业过程中，备选操作方式可随时替代远程操控或自动化操控方式。天车能够进行手/自动切换，并根据现场情况进行自动操作控制。自动控制状态必须稳定、可靠，一旦出现异常情况需有报警提示，同时停止天车自动运行。一旦出现异常情况，现场监护人员能够对天车进行紧急停止。

4. 通过二级节点的建设实现拓展企业产品能力

基于抚顺新钢铁工业互联网标识解析二级节点平台能力，抚顺新钢铁旨在辽宁建成国内第一个基于 5G 技术的冶金行业 5G 全连接工厂，实现生产要素 5M2E（人、机、料、法、环、测、能）的全面互联，数据实时采集，实时反馈生产运营状况，并建立企业的生产数据中台，对生产过程中的数据进行处理和标准化管理，实现企业数据接口、格式的统一标准，将数据转化为资产，进而为工厂提供高效的数据服务，挖掘数据的价值。坚持推广市场技术成果，增收增益，以“5G 应用创新及工业互联网创新”为平台，立足辽宁市场，促使抚顺新钢铁站在业内领先地位。

十四、 大连亚明汽车部件 5G 全连接智慧工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	大连亚明汽车部件股份有限公司
项目合作单位	中国联合网络通信集团有限公司大连市分公司

(二) 项目简介

大连亚明汽车部件股份有限公司作为一家传统的汽车零部件制造企业，基于二十多年的数字化转型实践，企业依托 5G +工业互联网平台赋能“智能铸造”，已初步形成国内领先的数字化、网络化、智能化的生产管理新模式，压铸件行标杆智能工厂。近年来大连亚明承担了包括工信部智能制造新模式项目、国家重点研发计划项目，工业互联网创新发展工程等项目，入选国家第一批“5G+工业互联网”典型解决方案供应商，国家企业上云典型案例。本项目依托于联通 5G 和工业精品网络，打造以“数字化车间”为主线的模块化解决方案。

(三) 项目需求与痛点

新能源汽车三电精密铸件（电池、电机、电控系统壳体）制造过程中存在产品质量检测开环、物联网通讯效能有限、数据存储与挖掘能力不足等技术问题，阻碍了生产线效率、产品质量与平台管控能力的进一步提升。以公司现有“轻量化汽车关键铸件及模具智能制造新模式”为前期技术基础，围绕精密铸件制造装备与工业视觉传感装备等核心单元，融合落地新一代信息技术（5G、云平台、大数据、人

工智能), 开展具有高效、精密、智能的新能源汽车三电精密铸件智能制造关键技术与产业化。

基于三电铸件工艺进行全流程生产线设计, 同时对生产线中核心技术与装备进行研发, 包括压铸单元中的压铸模具、模具温度控制系统等。集中性地将工业视觉的解决方案应用到多个作业场景中, 实现生产线性能的提升。通过基于 5G 与云平台的物联网与现场数据采集系统建设, 搭建 MES 平台硬件基础, 实现智能传感与检测, 建立三电铸件制造阶段数字孪生。实施基于云平台的企业网络建设, 搭建基于数据驱动的智能管理与决策平台, 包括闭环管理的车间制造执行系统、按需定制的产品数据管理系统、覆盖制造过程的可视化生产管控中心、面向三电铸件制造的工业大数据服务。

(四) 项目总体建设方案

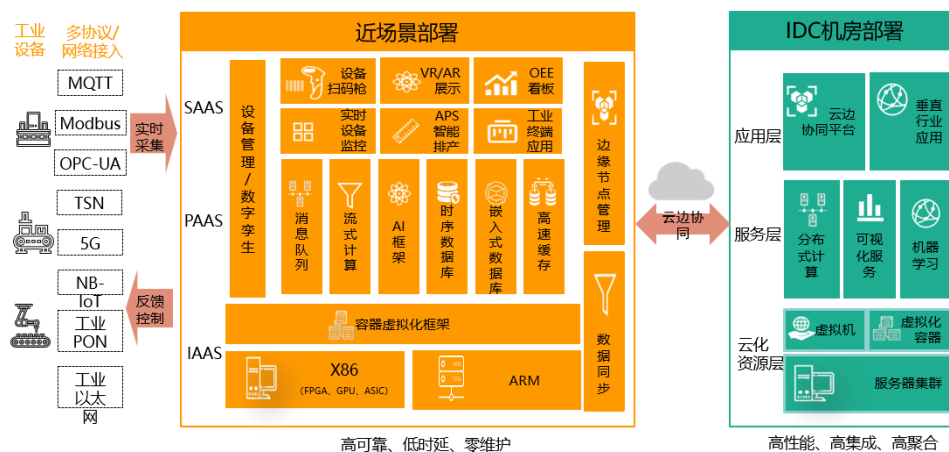


图 86 系统整体架构图

如上图所示, 项目通过提供低时延、低故障、零维护的云边协同服务, 为“个性化定制”、“柔性化生产”和“服务化制造”等新兴工业制造业生产模式创造必要条件。物联网硬件架构主要包括智能传

传感器、通讯网络、协议转换设备及接口、工业数据库、车间级网络设备、服务器、系统数据库、现场客户端、大屏幕展示系统、二维码扫描刻录系统、客户端电子看板以及机柜、电源等。数字化车间建设过程中，采用数据 IO 通讯模块、工业以太网直接通讯、工业网关 PLC 方式实现车间设备的联网。

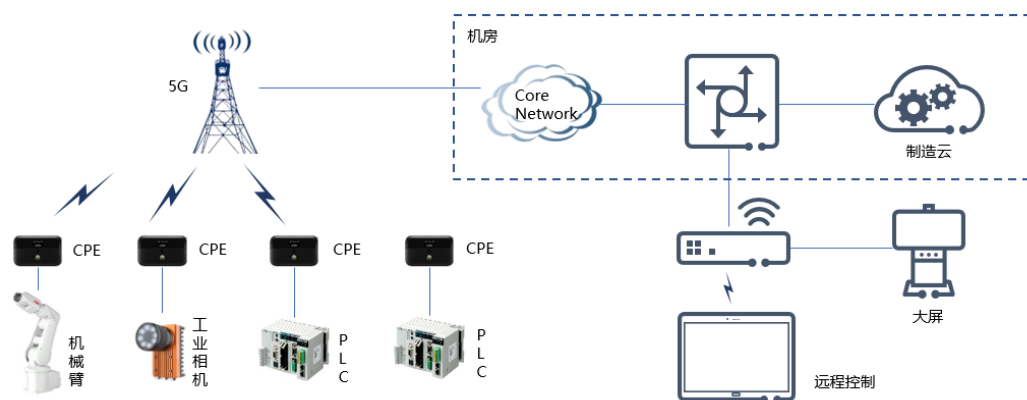


图 87 5G 网络架构示意图

如上图所示，本项目网络连接主要是基于 5G 技术实现数字化车间设备联网，接入信息化网络系统，实时获知设备状态，并采集生产产量与工艺参数等数据。

本项目通过对采集数据的分析，实现设备的预防性维护、保证了设备的有效运行、同时实现了产品加工过程工艺参数的有效追踪。计划 3 年内完成大连亚明压铸车间、机加装备车间各类型的至少 100 台设备的 5G 测试与应用。借助 5G 低时延、高带宽的优势，实现对设备状态、生产流程的远程监控、预警分析和应急处置等企业级应用。

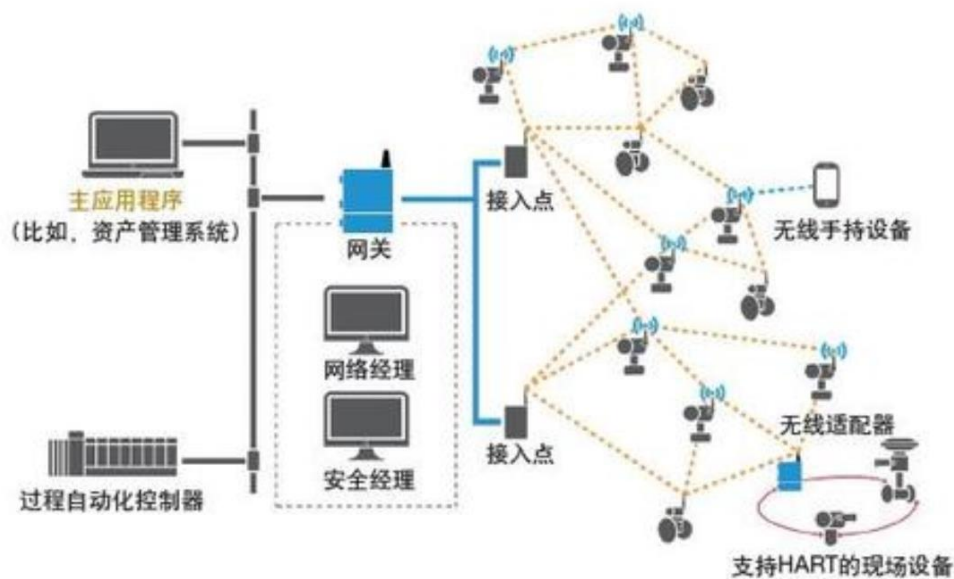


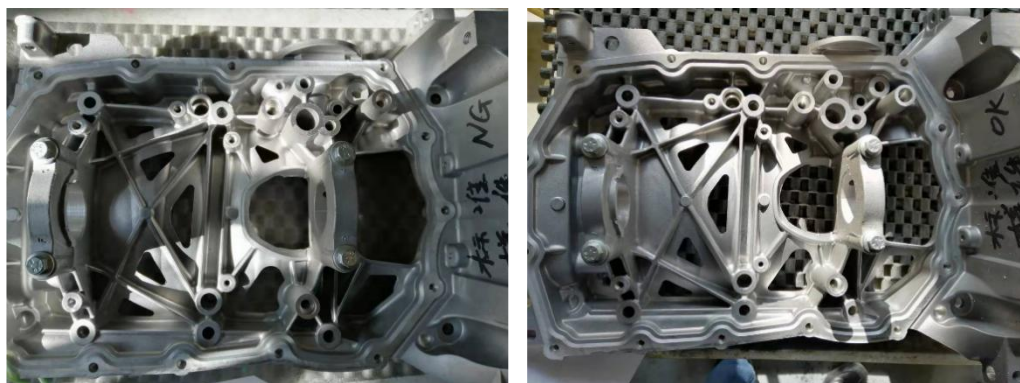
图 88 基于 5G 车间数据采集系统示意图

通过物联网与智能感知技术实现车间生产信息采集和集成。压铸机、数控加工中心、机器人的状态数据实时采集并传送给总线网络，然后通过服务器对数据进行判断、处理传给工业总线 and 数据中心。数据采集主要通过工业互联网采集数字化智能装备的实时运行数据。通过移动设备人工设备采集生产报工等信息，构建网络化、数字化车间生产现场的信息数据交换平台。运用信息感知、网络互连等信息技术，建立全生产过程智能平台。通过在大连亚明建设信息物理融合网络并基于相应的安全协议和领域应用标准，将生产过程相关的设备、资源、物料、客户、生产者等实现实时连接、精确识别和有效交互。

大连亚明数字化车间目前已实现了基于传统有线网络的、多网络并行的数据采集，对于下一步推广应用 5G 技术传输奠定了扎实的基础，为 5G 数据采集项目应用提供了有效保障。同时，本项目利用工业视觉提高制造执行系统对生产现场信息的感知能力，进一步提高多个作业场景的自动化、智能化程度。借助 5G 技术低延时、高带宽的

优势，将工业视觉所产生的大容量现场数据（如实时图像）快速传输至数据处理平台。根据对三电铸件全流程车间的作业工位分析，将工业视觉分别应用至压铸件内外部缺陷检测场景、螺栓拧紧场景、螺纹漏加工检测场景、码垛机器人与 AGV 应用场景，涉及到的工业视觉传感器包括：工业相机、激光传感器、红外传感器等。将一系列涉及检测工序的结果数据反馈至产品质量追溯系统，服务于产品质量提升与制造工艺改进。

以面向螺栓拧紧作业的工业视觉应用为例，螺栓拧紧设备是在零件上分别装配 4 个 M8X55 螺栓，要求两两螺栓同时拧紧，扭矩要求 $22.5\pm 3.5\text{N}\cdot\text{m}$ 。在开始拧紧螺栓前，使用型号为 IV-500CA(KEYENCE) 图像传感器，检测轴承盖安装方向是否正确，如果不正确则报警停止工作。



(a) 安装方向错误

(b) 安装方向正确

图 89 轴承盖安装方向



图 90 螺栓自动拧紧系统

该场景的视觉解决方案属于目标识别问题，即在一定的工作场景中识别出所需目标物体，从而实现对其进行检测、定位等目的。本部分要识别的目标是单一背景下的工件，主要面临的问题是待识别的工件姿态不固定，与模板图像的差异较大等问题。

基于特征的目标识别方法主要包括图像预处理、特征提取、模板匹配等几个部分。具体的流程如下图所示。

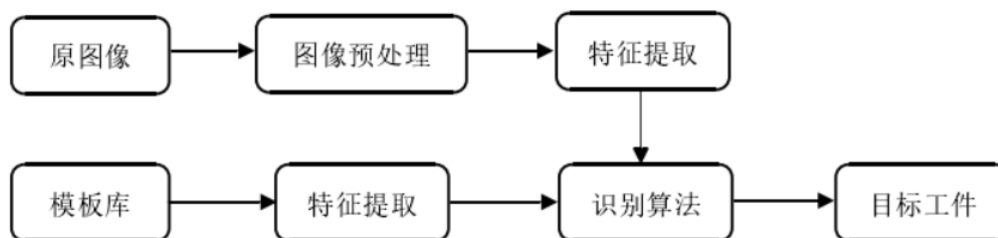


图 91 基于特征的匹配方法

轮廓特征是图像中较明显的一类特征，在目标识别方面应用较为广泛。基于轮廓特征的识别方法采用模板匹配原理，以精确的轮廓图

像作为模板，与提取到的轮廓特征相匹配，根据相似度判定是否为目标物体。基于轮廓特征的识别方法一般包括以下步骤：首先定量化描述目标的特征，然后选择合适的相似度判别方法，最后分析匹配结果，识别目标物体。

(五) 5G 应用场景

1. 基于 5G+AI 的视觉缺陷检测系统

(1) 5G 建网：车间部署 5G 网关等设备，实现工业相机的 5G 网络接入。

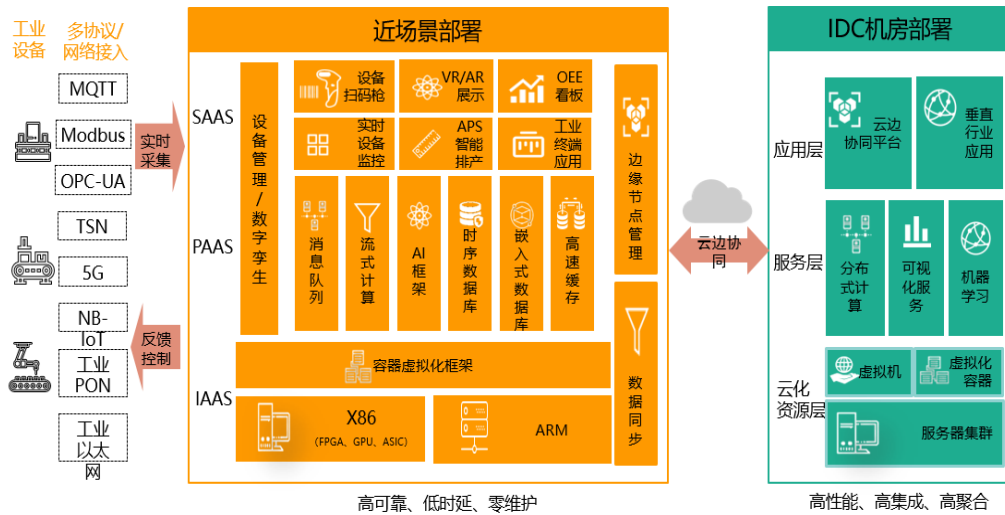


图 92 车间网络部署架构

(2) 图像传输：实时拍摄产品高清图像，通过 5G 网络传输至云端专家系统并进行实时分析。

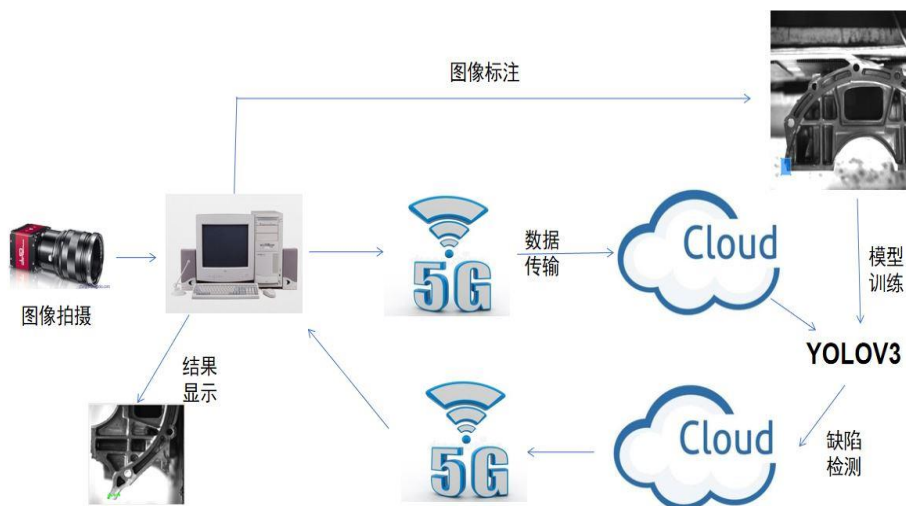


图 93 实时拍摄产品高清图像传输

(3) 缺陷报警：实现零件缺陷实时检测与自动报警，有效记录瑕疵信息，为质量溯源提供数据基础。

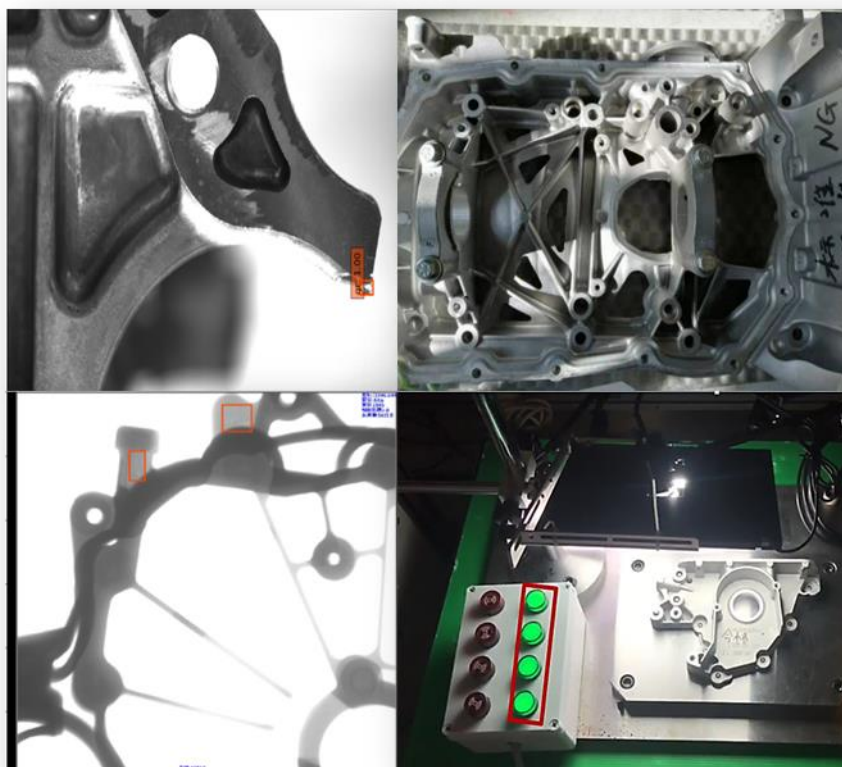


图 94 零件缺陷实时检测

2. 基于 5G 的数字孪生技术

基于 5G 的数字孪生技术实现包括如下步骤：

1. 数据采集：通过工业互联网系统，实时采集设备状态、生产运行数据，实现产线虚实同步运行，虚拟再现。
2. 数据建模：通过对产线进行三维数字建模，关键设备与运行数据关联，实现数字孪生的建立，映射实体车间的生产活动。
3. 实时映射：利用虚实交互过程中的大量孪生数据，实现车间生产运行实时映射，为车间生产过程监控与优化决策提供服务。

3. 基于 5G 的物联网传感系统

通过内置 5G 模组或部署 5G 网关，实现设备、传感器等智能终端的 5G 网络接入，搭建 5G 物联网传感系统。基于采集产线的实时运行数据，构建数字化车间生产现场的可视化信息数据交换平台。通过自主研发物联网传感系统，智能控制，实现全自动生产。同时，大量加装传感器，随时监控流量、压力和温度，随时预警，对产品质量和设备状态进行在线监测，实时控制，并基于自主开发的 MES 系统实现信息实时共享、数据驱动决策。



图 95 PLC 采集



图 96 IO 模块采集



图 97 温度传感器采集

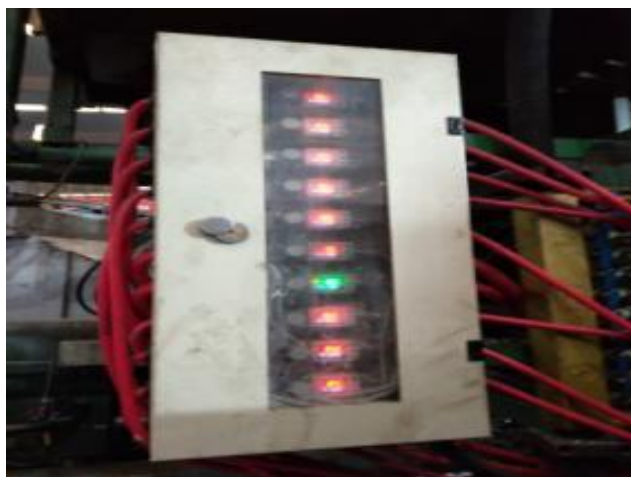


图 98 水流量传感器采集



图 99 工艺参数信息



图 100 冷却水监控

4. 基于 5G 的可视化决策平台-指挥中心



图 101 基于 5G 的可视化决策平台-指挥中心

5. 基于 5G 的可视化决策平台-管理驾驶舱

基于 5G+工业互联网的管理驾驶舱，实现企业运营的优化决策。



图 102 基于 5G+工业互联网的管理驾驶舱

(六) 项目成效

本项目开展新能源汽车三电精密铸件制造工艺的研究。在压铸过程中采用高真空技术、局部增压技术、挤压技术、半固态技术，解决目前新能源汽车三电铸件加工精度低、清洁度低、气密性不好等技术难题，形成一套完整的新能源汽车三电精密铸件制造工艺技术解决方案。

本项目集中性地利用工业视觉延伸制造执行系统对生产现场信息的感知能力，进一步提高多个作业场景的自动化、智能化程度。根据对三电铸件全流程车间的作业工位分析，将工业视觉分别应用至压铸件内外部缺陷检测场景、螺栓拧紧场景、螺纹漏加工检测场景、码垛机器人与 AGV 应用场景，涉及到的工业视觉类型包括：工业相机、激光传感器、红外传感器等。

制造阶段的数字孪生将极大的提高车间管理人员对车间实时动态的了解与控制，同时能够对未来可能发生的运行问题，进行提前的预判。制造阶段的数字孪生涉及到与大量异构设备实时通讯的问题，既有通讯需求，又强调实时性，因此，本项目车间物联网采用 5G 技术进行建设，并实现数据上云，在此基础上进行关键制造设备建模和制造数据关联，实现数字孪生的建立。

本项目实现人工智能在工业大数据中的深化：开发基于深度学习技术的铸件内外部缺陷智能检测系统，实现产品质量管理闭环。促进工业大数据与工业云的深度融合，提供云端大数据服务。同时，将工业大数据分析贯穿于产品制造全流程，提升车间管控水平，具体包括

基于神经网络算法的设备健康检测分析、基于建模与设计仿真技术的产品质量检测分析、基于机器学习与数据建模的工艺流程优化、基于提前分析与预测数据模型的供应链优化分析。

作为全球最大的新能源汽车市场，中国电动汽车在全球市场中占比高达 81%。汽车三电精密铸件的智能制造关键技术研发及产业化的实施将能够为新能源整车项目持续提供各型高质量铝合金产品，对于支撑新能源汽车产业链上下游企业持续健康发展具有重要意义。

十五、 航天三菱 5G+工业互联网智能工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	沈阳航天三菱汽车发动机制造有限公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司沈阳市分公司

(二) 项目简介

航天三菱 5G+工业互联网智能工厂项目通过 5G+视觉识别先进信息技术大幅减少有高强度和高精度要求或者环境恶劣工作环境下的工作岗位，提高瓶颈工位生产效率进而降低生产成本。主要是利用人工智能及图像处理等先进技术，实现关键工序的辅助控制从而提升产品质量。基于图像识别及机器视觉技术，实现本厂发动机关键零部件的质量检测。通过结合 5G 的图像获取与识别，能克服人工检测由于视觉疲劳造成的漏检、误检等问题，提升发动机整体质量。将利用

高效的模板匹配工具，克服部件平移、旋转、缩放和光照不同所带来的差异，快速准确查找圆、直线、斑点、边缘、顶点等几何体的位置，精确的测量形状、尺寸、面积、距离、角度、交点以及其它几何特性，提供位置信息和有无信息，实现缺陷部件的实时检测，提高生产效率和产品质量。

(三) 项目需求与痛点

航天三菱公司具备先进制造设备及先进工艺，并拥有融合数控柔性加工技术，实现了多品种混线生产。但生产过程中，仍面临使用高新数字化信息化的诉求，缺少数智化转型基础。

汽车零部件种类繁多、部件信息识别准确率低是制约生产效率的主要问题。在装配生产线，升级建设全自动化智能设备，由人工或半自动化岗位向全智能化生产线提升。解决以下痛点：

1. 提高生产效率：发动机质检采用人工方式，存在漏检、效率低现象，并且无电子存档，通过 5G+机器视觉实现发动零部件的识别、检测、记录等能力，提升生产过程中的操作精度和准确度，从而提升效率；

2. 降低劳动力成本：近年，工厂工人招工难，人员成本攀升，5G+机器视觉的智能化的改造，降低装配生产线严苛环境下劳动人员，从而降低成本；

3. 提升柔性化制造能力：三菱发动机产线不超过 2 年就要进行产线调整，传统网络实施复杂，生产设备采用 5G 网络后，做到灵活移

动、快速扩展以支持制造流程、制造工艺的柔性化和快速换线；

4. 提升产品质量：传统人工检测方式误检率高，通过 5G+机器视觉提高系统与生产线的匹配度，提高产品合格率，降低了产品报废和不良品再处理的成本，从而提高产品质量。

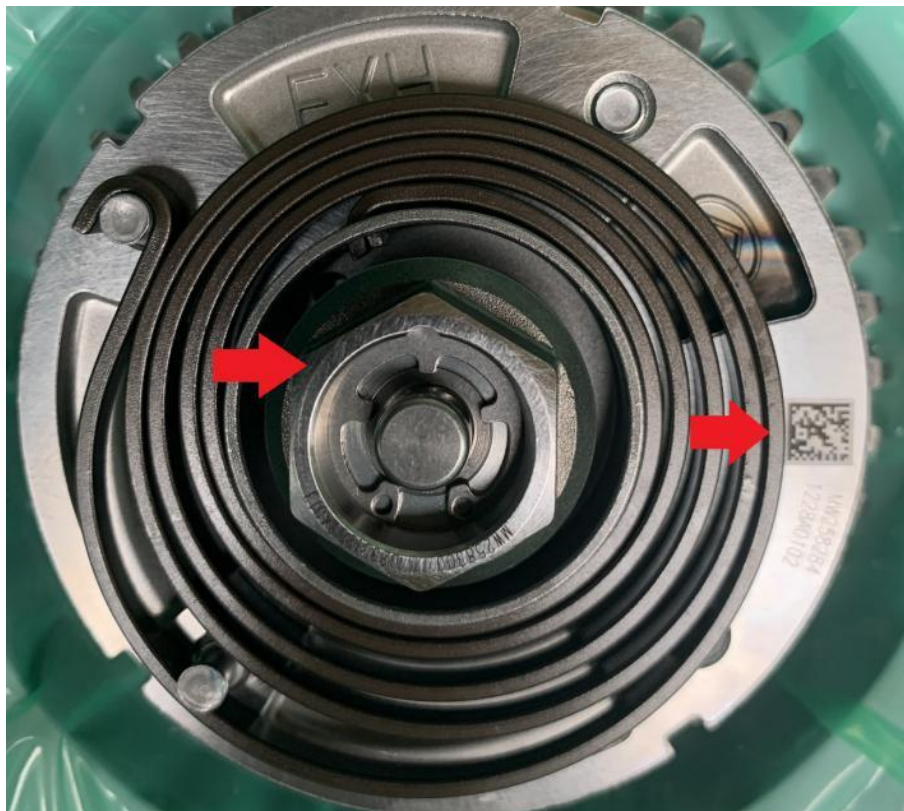


图 103 汽车零部件识别 1

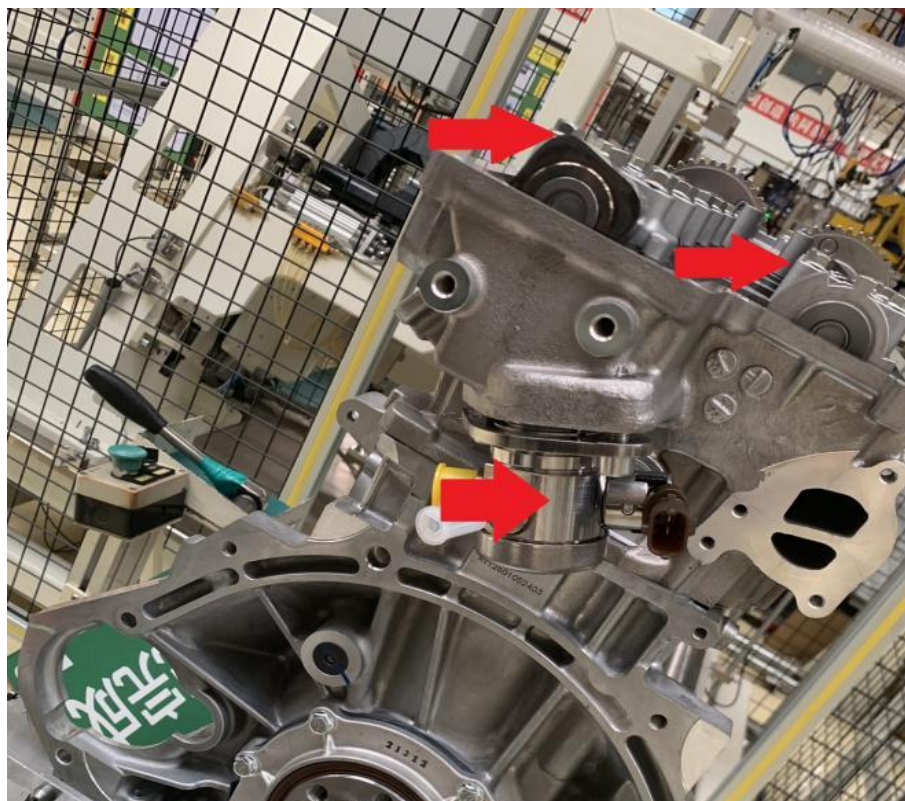


图 104 汽车零部件识别 2

(四) 项目总体建设方案

现场应用场景为高度自动化的发动机生产线，通过建设 5G 混合专网、AI 视觉识别系统，将视觉识别数据通过专网传送至园区边缘云，提高数据处理效率。

利用 5G 混合专网（UPF 下沉）、虚拟专网（网络切片）等多种形式完成厂内 5G 网络部署，实现工作现场的有效覆盖，提供大带宽、低时延、高可靠的网络能力，实现主要工业设备/设施、仪表仪器、传感器、控制系统等生产要素的联网，提高工业终端联网率。通过建设 5G 基站，在三菱关键需求位置 A9 装配厂房等实现 5G 网络覆盖，网络拓扑如下图所示。

沈阳三菱航空MEC组网

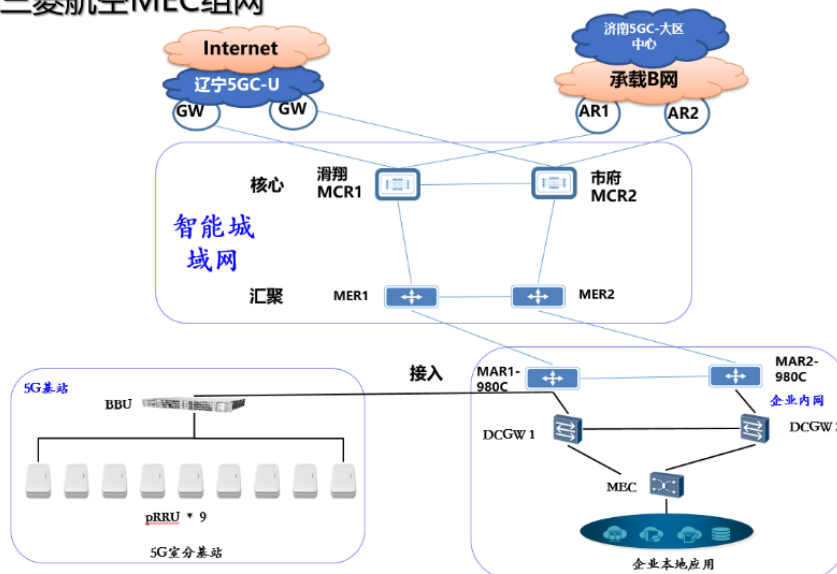


图 105 沈阳三菱航空 MEC 组网

产线无线覆盖方案包括覆盖 pRRU9 个，下沉到三菱本地机房数据面网元 UPF 一套，形成数据不出园区的 5G 专网。

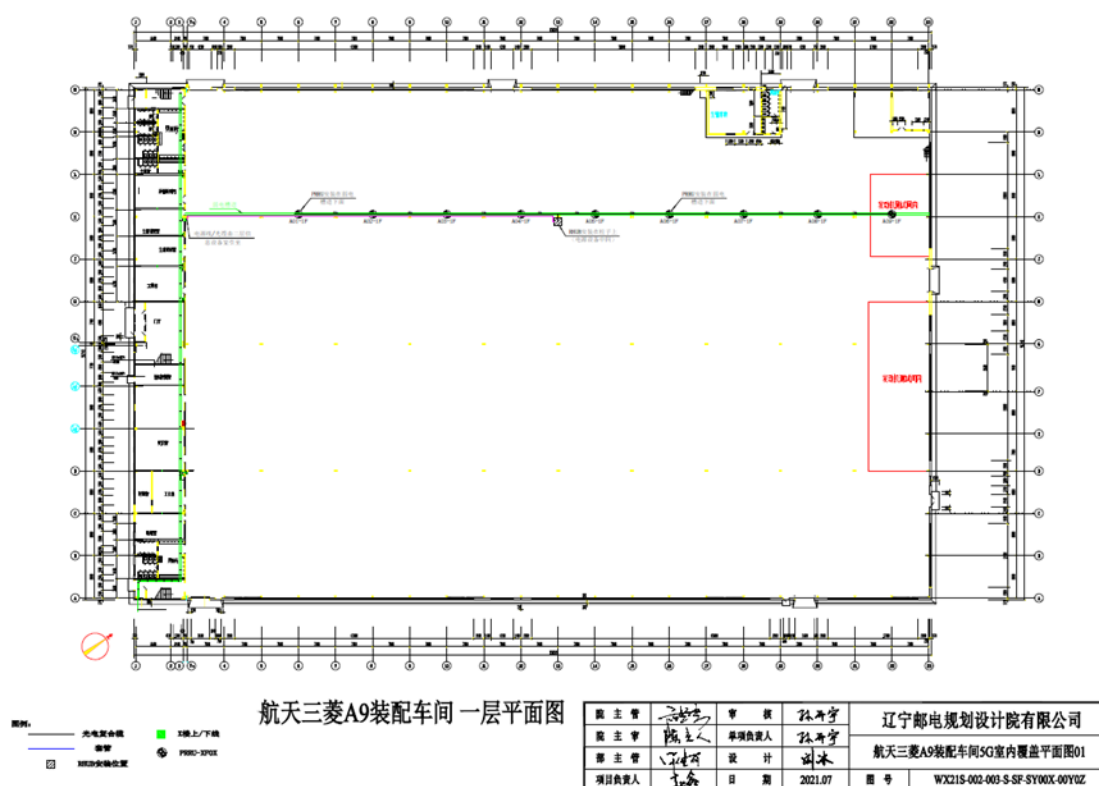


图 106 沈阳三菱航空装配车间示意图

(五) 5G 应用场景

5G+图像识别与辅助装配建设是通过先进的智能装备与先进信息技术减少有高强度和高精度要求或者环境恶劣工作环境下的工作岗位，提高瓶颈工位生产效率进而降低生产成本。本项目主要是利用 5G、人工智能及图像处理等先进技术，实现关键工序的辅助控制从而提升产品质量。

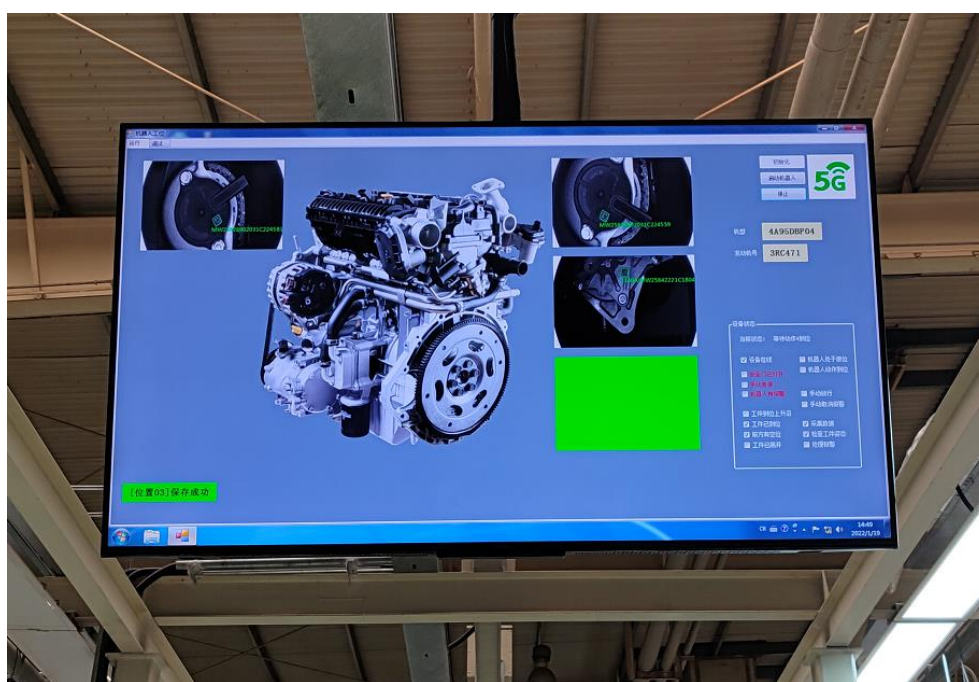


图 107 5G+图像识别与辅助装配

利用机器视觉系统提高生产的灵活性和自动化程度，在一些不适于人工作业的危險工作环境或者人工视觉难以满足要求的场合，用机器视觉来替代人工视觉；在大批量重复性生产过程中，用机器视觉检测方法可以大大提高生产的效率和自动化程度。此部分利用 5G+机器视觉和图像识别取代传统人工检测来检查关键零部件的质量外观特性，判断是否合格，解决了产线生产工况环境限制，人员识别效率与

准确率的问题，并将发动机零部件信息进行云端存储记录。通过结合 5G 传输的图像获取与识别，能克服人工检测由于视觉疲劳造成的漏检、误检等问题，提升发动机整体质量。

利用高效的模板匹配工具，克服部件平移、旋转、缩放和光照不同所带来的差异，快速准确查找圆、直线、斑点、边缘、顶点等几何体的位置，精确的测量形状、尺寸、面积、距离、角度、交点以及其它几何特性，提供位置信息和有无信息，实现缺陷部件的实时检测，5G+图像识别与辅助装配系统架构如下图所示：



图 108 5G+图像识别与辅助装配系统架构

发动机凸轮轴识别与记录如下图所示：

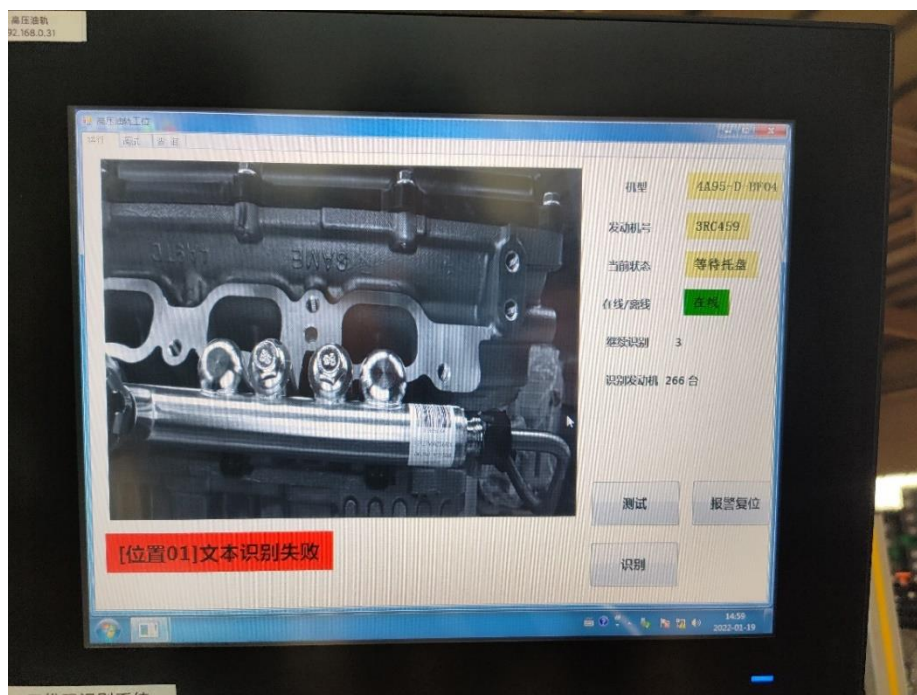


图 109 发动机凸轮轴识别与记录 1



图 110 发动机凸轮轴识别与记录 2

(六) 项目成效

航天三菱 5G+机器视觉检测作为智能工厂的一期项目，采用 5G 混合专网技术，面对发动机生产制造环节，利用 5G 专网能力，结合

5G 终端、视觉识别应用，实现发动机 AI 视觉质检，从而降低人工成本，提高产品合格率，降低了产品报废和不良品再处理的成本，从而提高产品质量。充分发挥了 5G 低时延、大带宽的特性，同时 5G 专网的定制化能力充分满足了航天三菱工业无线网络的需求，为其后续全厂推广，包括 AGV、协同研发、云化 PLC 等场景奠定了基础。

航天三菱 5G+工业互联网智能工厂的建设，使能智能化装配，提高产品合格率，降低了产品报废和不良品再处理的成本，产品召回率降低 50%，每年可节省生产成本 110 万元。

十六、 华晨宝马 5G 全连接数字工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	华晨宝马汽车有限公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司辽宁分公司

(二) 项目简介

华晨宝马联合辽宁联通共同打造 5G 全连接数字工厂，依托 5G 专网，打造汽车行业领先的 5G 智慧应用，建设世界一流的 5G 全连接数字工厂，同时共同建立 5G 国际标准、行业标准。一是建设高标准 5G 专网，保障 5G 生产专网可靠性 99.99%；二是落地汽车制造 5G 全场景应用；三是开展技术攻关，实现国内领先的 5G 室内高精度定位、超低延时技术应用。四是在 5G 全连接数字工厂项目的基础上，

以汽车工业需求方视角将向 3GPP、5G-AIA 等组织申请国际标准和行业标准，引领行业发展。



图 111 华晨宝马厂区

(三) 项目需求与痛点

华晨宝马致力于智能化生产，原有的有线网络、Wi-Fi 网络限制智能化改造，对 5G 专网提出多种需求。第一，厂区有大量视频监控、数据采集需求。传统有线网络调整和新增困难，为保障网络的灵活性和及时性，需要无线信息化手段实现“剪辫子”。第二，焊接环节多个业务场景需要进行质量管理监控。5G+AI 的检测方式能大大提高生产效率，剪辫子也最大限度减少焊接机械手的故障点。第三，汽车行业关键人员和物料、叉车驾驶、总装车辆自动泊车对 5G 室内外高精度定位有强烈需求。第四，5G 网络的超低时延超高可靠特性能够快速搭建移动化、高度灵活的岛式生产线，大批量模式下可以降低成本和交付期。

(四) 项目总体建设方案

华晨宝马生产环境要求网络 SLA 达到 99.99%，考虑到宝马厂区面积大的特点以及客户数据不出园区、低时延、高可靠等业务需求，在网络建设方面，通过专属网络切片、UPF 下沉至厂区等技术，为客户提供 5G 专网方案。

业务需求	网络指标
5G+叉车性能检测和定位： 定位精度<1m，时延<50ms	低时延 高精度 高可靠
5G+AGV自动导航：混合定位引擎，独立部署，定位精度<1m	
5G+园区视频监控	大带宽
具备网络容灾能力， 业务可靠性99.99%	高可靠
边缘普通型UPF不对传输的数据内容做存储， 杜绝在UPF节点导致数据泄露	数据不出园区
5G+智能机械臂：保证数据不出园区， 时延<16ms	低时延 高可靠

图 112 5G 专网方案

针对华晨宝马对 5G 专网网络需求，针对性的做了 5G 专网设计并提供高标准的网络服务，如图所示，主要实现以下几方面能力：

1. 提供专业的定制化的网络设计，保证前端硬件设备基本不变，通过后端软件升级，即可实现有 R16 到 R17 版本的升级，满足未来至少 3-5 年网络的迭代升级和平滑过渡。
2. 通过 UPF 下沉至厂区内，保证数据安全，数据不出厂。
3. 通过双路由入厂、核心网主备 UPF 下沉至厂区、同频交叉备份、备件 E 站、驻场服务等技术，满足生产网络 SLA 标准达到 99.99%。
4. 根据大上行、小容量部署、平滑扩容的室内建设方案，分区域、分业务定制化设计可满足不同应用对带宽、延时、定位等的不同需求。

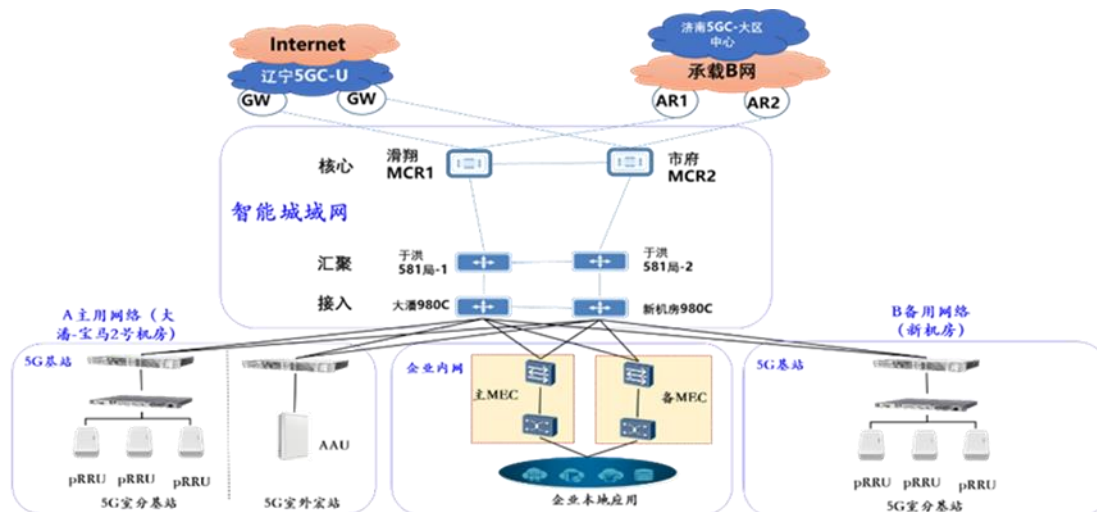


图 113 5G 专网部署方案

(五) 5G 应用场景

1. 5G 智能巡检机器人

华晨宝马园区面积超过 700 万平方米，园区人员、车辆通行情况复杂，保安人工巡逻管理方式难以保证“7*24”的要求。智能巡检机器人结合 5G 网络的大带宽、低延时的特点，可替代人工满足华晨宝马超大园区的安全管理和巡防要求。

5G 智能巡检机器人针对复杂的工业环境而设计，具备自主运动、智能识别与告警等功能，可靠性高、效率高。



图 114 5G 智能巡检机器人

2. 车身焊点实时检测

沈阳宝马焊接车间有将近 100 个点位需要进行焊点情况检查，原来通过人工检查焊接是否合格。为了提高质检效率，试点基于 5G 视觉 AI 的智能质检新应用，解决有线连接方式复杂、变线不灵活、故障点多等弊端，明显减少故障点。

车身焊点实时检测如下图所示，采用 5G 室分和 MEC 部署方案进行建设，通过体积检测、宽度检测、气孔检测、厚度检测、长度检测完成焊接质量检测，利用工业机器视觉图像处理功能实现车身焊接点实时检测，通过 5G 机器视觉替换人工，提升质量检测效率，通过 5G 知识图谱实时反馈，可以节省工时 700s，每天多产 9 台车。

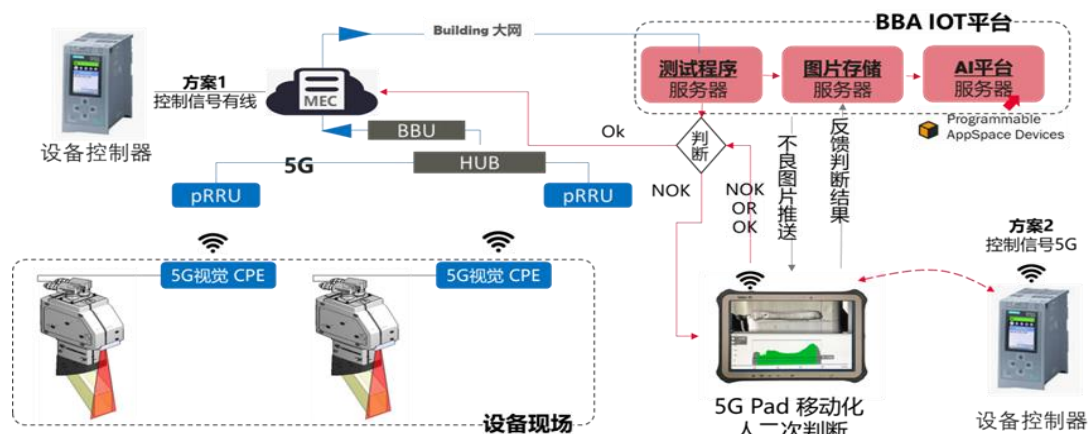


图 115 车身焊点实时检测 1



图 116 车身焊点实时检测 2

3. AGV 集群调度

沈阳宝马物流区域最多使用将近 30 台 AGV。汽车行业对柔性生产的要求很高，其生产工序的复杂性需要物流的配送在多区域、多车间高效穿梭完成，控制系统需要同时采集所有 AGV 小车 7*24 小时的运行状态、故障信息等数据。目前企业大都采用 Wi-Fi 实现 AGV 调度，经常出现 AP 切换宕机问题。

5G AGV 通过 5G 无网络实现下发任务、启停控制、信息汇总以及同步逻辑处理与控制。5G 网络可以瞬时切换，解决 Wi-Fi AP 间切换经常导致 AGV 无信号问题。最终通过 5G 移动性管理实现 AGV 零

宕机，连续工作多天无故障的目标。



图 117 5G AGV 设备实景图

(六) 项目成效

华晨宝马 5G 全连接数字工厂具有非常积极的社会效益。一是强力支持了国家发展战略，探索了 5G+工业互联网的技术和应用可行性，示范效应明显。项目预期形成国际标准，也进一步巩固我国在技术标准、应用标准领域的世界领先地位。二是落实了“辽宁省工业互联网创新发展三年行动计划”，打造 5G 全连接工厂，将带动老工业基地制造业企业信息化发展。三是推动落实省委省政府升级改造“三篇大文章”专项行动，进一步巩固“新字号”企业的龙头地位。

十七、“5G+工业互联网”中航沈飞示范工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	中航沈飞民用飞机有限责任公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司辽宁分公司

(二) 项目简介

依托航空产业园，以沈飞民机为应用示范基地，中航沈飞民用飞机有限责任公司与辽宁联通合作打造“5G+工业互联网”示范工厂。项目建设连接企业内全要素的网络系统，包括工业生产装备、产线的网络化升级，原材料管理、生产执行与监控、物流管理、企业间协同生产、柔性制造等，覆盖产品全生命周期和全供应链，实现 IT 网络与 OT 网络互联互通，研发、部署面向离散行业的“5G+工业互联网”高质量网络和公共服务平台。实现园区内高质量网络带宽综合不低于 1Gbps，智能设备联网率不低于 95%，网络丢包率不高于 0.1%，传输时延不高于 10 毫秒。

(三) 项目需求与痛点

作为典型的离散行业，“5G+工业互联网”在航空工业领域的应用具有典型示范作用。在项目实施过程中，通过园区、厂区、车间的实际部署，通过凝练项目拟部署的典型航空领域的应用场景，抽象出其中的共性问题，建立面向航空工业、精密制造等行业的高质量网络建网用网模板。

(四) 项目总体建设方案

辽宁联通在 2019 年已完成对该厂区中航沈飞民用飞机有限责任公司 A01#等 12 栋楼宇的 4G 室内覆盖,由于现场设备安装条件限制,本次参考 4G 覆盖范围,对 12 栋楼宇进行 5G 室内覆盖。覆盖区域如下图所示:



图 118 项目覆盖区域

同时规划了沈阳航空产业园浑南园区 4 平方公里和沈北园区 5 平方公里范围内室外 5G 信号基站架设,能够实现连续覆盖,共规划建设 5G 基站 23 个,基站分布卫星图如下:



图 119 集中分布卫星

本工程采用华为公司 5G 室内微基站设备，经初步测算，5G 室内覆盖项目预计新增 45 台 RHUB，新增 269 台 PRRU。

(五) 5G 应用场景

1. 基于 5G 赋能产业工人培训

将培训手册从纸质版转变为电子版，可使参训人员随时随地查看技术信息，包含安装说明、接线图、施工图纸、分解组装图、安全程序、剖面图等其他关键信息。AR 眼镜可识别专属设备条形码，近眼显示屏画面尺寸相当于 7 英寸，可查看培训文件。解放双手，全语音控制画面缩放。陀螺仪稳定画面，可随头部移动来调整视角。优势如下：

- a) 减少为查找正确信息所浪费的时间；
- b) 操作工具或设备时，避免来回切换使用平板电脑、笔记本电脑或纸质资料；

- c) 留存参考信息，减少任务时间和错误率。



图 120 产业工人培训

2. 基于 5G 赋能远程专家指导协作系统

远程指导解决方案可以使现场站级维护员通过视频通话获得经验丰富的技术人员（“专家”）的帮助。AR 眼镜拥有高清摄像头和主动降噪麦克风，位于分中心的技术人员可以实时看到现场站级维护员的操作内容并听到清晰的语音，从而进行指导，维护员解放了双手可以按照指导立即进行操作作业。优势如下：

- a) 可向维护员操作指令，并将相关文件推送到显示屏；
- b) 可抓取静态图像并放大检查细节；
- c) 可对实时视频或静态图像进行批注讲解；
- d) 集中少量经验丰富的技术人员，帮助许多缺乏经验的同事；
- e) 减少设备停机时间、降低频繁下站协助维修的用车成本和避免重复性上门操作；



图 121 AR 眼镜远程专家指导

(六) 项目成效

基于 5G 赋能增强现实/虚拟现实的产业工人培训效果，新员工培训时间平均缩短了 40%，培训效率提升了 30%。

基于 5G 赋能远程专家指导协作系统，提升疑难技术问题解决的效率 40% 以上，缩短问题响应时间 70%，极大程度避免了因技术问题导致的停产情况。

十八、 辽阳石化设备预测性维护项目

(一) 基本信息

项目实施单位	中国石油天然气股份有限公司辽阳石化分公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司辽宁分公司

(二) 项目简介

本案例为辽宁联通技术支持，利用 5G 基站和相关智能设备，保障现场的装置、罐区、设备、物流和人员等现场管控对象、各类传感器、手持终端、智能分析设备等数据采集感知设备联网，利用边缘云计算技术，建立适用于工业级的低时延无线网络，实现生产管理和服务的在线实时精准控制，持续提升辽阳石化公司安全环保、经济效益和综合管理水平。通过 5G 等移动互联网络技术，借助国内外先进的工业互联网解决方案，结合石化行业自身行业需求特点，实现工业化与信息化的有效融合，树立石化行业工业互联网标杆。

(三) 项目总体建设方案

本项目主要目标通过 5G 基站建设，开展无线网络信号补盲工作，提升厂区 5G 网络覆盖率。通过多次的厂内信号测试，在全厂规划基站建设点位，覆盖辽阳石化公司全部主体厂区，基站位置计划全部部署在办公区楼顶，在满足防爆要求的同时避免用地浪费与施工挖掘作业风险，目前已经完成 3 处基站建设工作，完成了油化厂及机关办公楼的 5G 网络覆盖。在此基础上，在信号隔绝的几大控制室分别部署室内分布系统，解决封闭空间信号隔绝的问题。

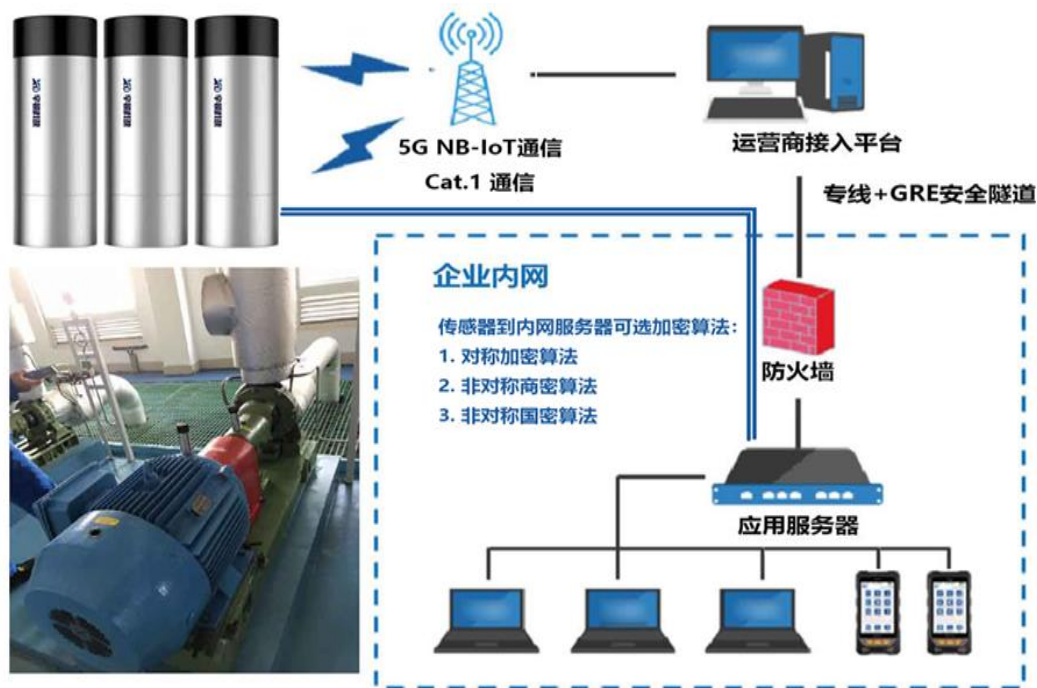


图 122 5G 网络部署示意图

(四) 5G 应用场景

辽阳石化公司在试点单位部署基于 5G 技术的无线温振传感器机泵监测系统，利用 5G 大带宽、低时延、海量连接的技术特性，实时获取生产现场机泵的温度和振动状态，并进行动态监测，通过边缘计算技术完成数据分析和自动上传，从而达到远程实时监测机泵健康状态的目的。公司传统的巡检方式是通过巡检人员的听和摸，以及使用简单仪器来判断设备运行情况，不仅耗时耗力，还存在安全风险。这项技术的应用，使设备巡检工作由每小时一次的人工手动检测升级为 24 小时不间断自动监测，在降低员工劳动强度的同时，大幅提升了设备运行监测质量，保障了公司安全连续平稳生产。通过该项创新成果，管理人员能够实现远程的监控预警与调度指挥，进一步提升设备维护的数字化水平。

仪器测试部署安装 20 个 NB-IoT 无线温振传感器，系统的后台监测软件将部署在云端服务器中，可接收传感器的数据，支持 Web 软件的访问。对厂区内的设备进行统一监控，主要检测设备分为泵类和交流异步电动机。平台监测显示如下图：

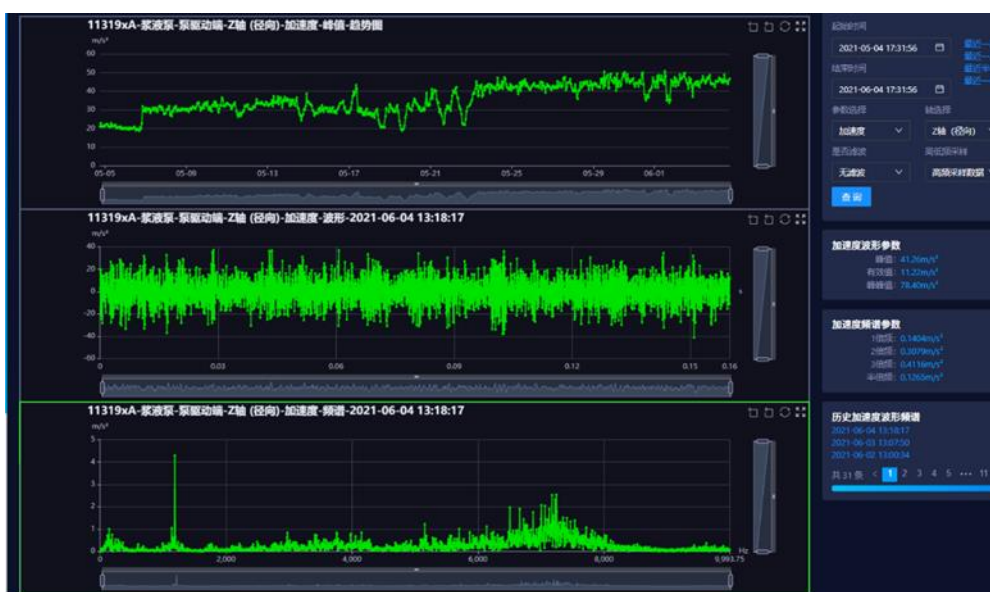


图 123 5G 设备预测性维护平台监测界面 1

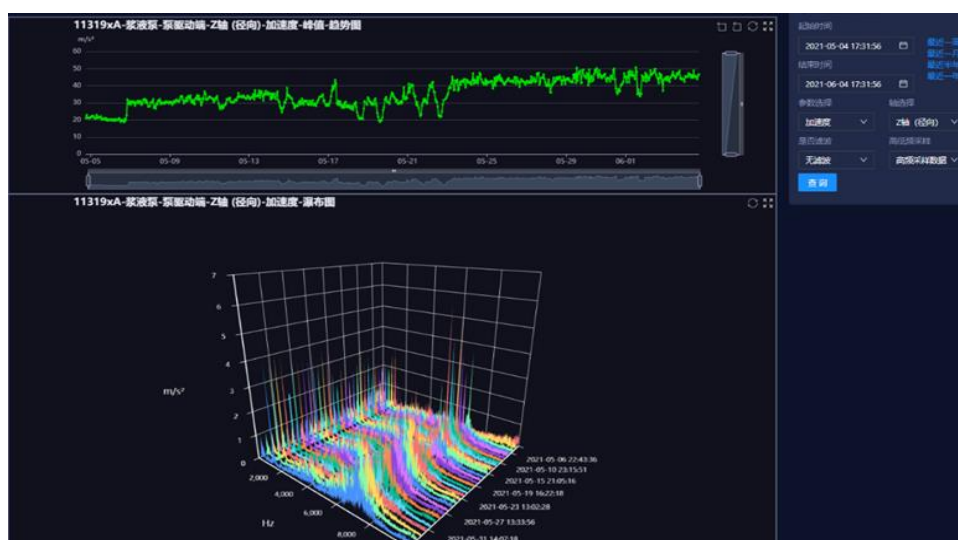


图 124 5G 设备预测性维护平台监测界面 2



图 125 5G 设备预测性维护平台监测界面 3

(五) 项目成效

项目实现了辽阳石化全网络设备的统一、灵活的管理，可以通过修改平台管理层的配置进行网络的重构，进而实现网络的重新部署，降低了生产线重配置的成本提升 50%效率。企业管理层应用系统可以直接与现场设备进行信息交互，节省了中间环节的投资，降低信息系统基础设施的部署成本。

十九、 鞍钢 5G 无人驾驶及地下矿智慧矿山

(一) 基本信息

项目实施单位	鞍钢股份有限公司鲅鱼圈钢铁分公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司鞍山分公司

(二) 项目简介

根据鞍钢股份有限公司需求设计“5G+机车自动驾驶”综合解决方案。在机车行驶活动区域的适当位置架设 5G 基站，并且覆盖机车所要经过所有区域。在机车上，通过“车载设备+5G 工业工控终端”的方式，实现在机车行驶过程中，与沿线已建设完成的 5G 基站建立稳定的通信连接，为机车自动驾驶系统提供实时、快速、稳定的无线车地通信通道。打造全国首个 5G+货运铁路标杆项目，为鞍钢实现智慧货运打下基础，为后续开展人工智能、自动驾驶等应用探索提供有利网络条件。

眼前山铁矿作为鞍山地区首个地下矿山，将首批进行智慧矿山项目改造。用户要求项目一期在永固区域实现 4G 网络全覆盖，未来有 5G 应用的区域实现 5G 网络覆盖，一期实现地下人员通讯和视频监控，未来将陆续实现无人驾驶、AI 自动巡检、机车调度、设备点检、数据采集和人员定位等。

新建 4G 和 5G 网络覆盖、提供监控集成，断电后为网络和监控系统提供 2 小时以上连续供电能力，光纤和电源系统提供部分冗余，避免后续智慧矿山项目重复建设。

(三) 项目总体建设方案

鞍钢股份有限公司专用货运铁路、无人铁水运输铁路是由多个车站/车场组成，运输体系虽然范围仅限于企业内部，但包含车、机、工、电、辆等各专业协同下的营运调度指挥和生产过程控制，随着企业的

不断发展，暴露出亟需解决的以下问题：

1. 系统设备老化、人员老龄化问题：原有调机自动化系统，于 2008 年开始启用，已经达到电子设备 8~10 年的大修期，目前部分设备老化现象已比较严重；现场作业人员逐渐老龄化又没有达到退休年龄，急需通过提升自动化水平以降低劳动强度。

2. 提高运输企业安全性问题：运输作业各环节中传统的人工操作，其失误率大约在千分之一左右。而自动控制系统，其失效率通常在十万分之一以上，其可靠性是人工的 100 倍以上。因此，自动控制系统的运行，提高了作业的安全性和可靠性，为安全生产提供了有力的保障。

3. 提高企业生产效率问题：依托综合自动化管控平台，实现调车全过程自动作业，能够充分挖掘运输系统潜力，提高运输设施利用率，提升运输效能，符合国家提倡的绿色节能理念。同时，可实现岗位资源优化，减少人力资源成本。

4. 解决站内信息化水平不高的问题：现有各系统的信息传递基本依赖电话和传真，再由人工录入，受人员工作状态影响而出现错误的概率较大。通过该系统的实施，可实现公司内部各个系统（如分公司各 MES 系统、ERP 系统及路局系统）之间数据共享。为此，实施机车自动驾驶系统项目是必要的。

眼前山铁矿井下矿隶属于鞍钢集团矿业公司，出产的铁矿石含铁量极高，是鞍钢集团的原料主产地。井下矿巷道高约 2.4m，宽度约 4m，大部分巷道都有运矿车车道，是工作人员进入采矿区必经之路，

巷道两边分布着会议室、值班室、休息室、维修班等工作区域。矿洞内仅有几处视频监控系统，无法做到全方位实时监控。矿洞内仅有少量固定电话维持与矿外的联系，且经常出现故障，2012 年联通为眼前山井下矿建设的手机网络因爆破和车辆刮碰完全损毁，现井下矿手机信号为绝对盲区，且监控点位稀少，无法满足生产安全需要。本项目将实现井下矿手机 4G 网络全覆盖，重点区域 5G 网络全覆盖；永固区域视频监控全覆盖，并对下坡、弯道等区域提供测速抓拍监控，同时手机端可实时查看井下矿现场情况。

(四) 5G 应用场景

1. 鞍钢 5G 无人驾驶货运列车项

项目起于原料站，止于范屯站，全长 12 公里。区间铁路沿线中实现全站范围内调车作业计划的自动执行。5G 虚拟专网具备与分公司生产执行系统(包括炼焦 MES、炼铁 MES、炼钢 MES、计量系统、化检验 MES)的接口输出功能。基于标准通信协议，安全的硬件接口，通过通信前置机为各生产自动化系统提供包括现车计划、车辆停留及作业时间、车辆状态、车辆品名、车号、顺序等数据，具备路局车辆站内智能管理，包括车辆停留时间、各环节作业时间、机车运行里程及燃油消耗等数据统计、自动报警等功能，通过统计分析，有效压缩作业时间，提高作业效率，降低运营成本，实现全站范围内调机安全精确定位、车地间安全可靠通信、车列安全防护及遥控/自动控制功能，实现全场范围内调车机车及车列的连挂、取送、牵引、推进及

站间运行等作业的远程及现场遥控驾驶功能。包括调车场取送车、单机折返、单机进入机车整备间、解冻库取车、合金库取车、翻车机取车、集中库取车、范屯站与原料站间的区间行车。

项目为国内首例采用 5G 虚拟专网建设模式，无线接入采用智能城域网的方式，将控制面及用户面分别汇聚到联通公司控制面集群服务器及用户面集群服务器中，通过在网元间搭建 L2TP 加密隧道方式建立虚拟专网，满足用户对低时延、大带宽业务场景需求。5G 虚拟专网主要特点：个性化选择，通过共享联通公司无线与核心网元，实现 5G 网络切片服务能力。具体包括：服务范围广，大网覆盖的地方均可提供软切片服务；提供专属管道，保障企业业务数据安全；灵活签约专属切片，快速提供专网服务；共享大网无线及核心网网元，建设成本低；无需采购专属设备，建设周期短。5G 虚拟专网适用于广域场景，遵循大网差异化部署要求，开卡时部署切片差异化配置。

通过现场实地踏勘、路测信号强度及质量分析、5G 无线链路预算、仿真模拟效果验证等方式在列车行驶过程中适当位置架设 5G 基站，覆盖列车所要经过的道口前后端，列车上搭载 5G 工业边缘网关，该终端能够随着列车行驶过程中，将采集设备采集到的机车自动驾驶的控制及机车运行状态的数据，通过和沿线搭建好的 5G 基站建立无线通信连接，上传至后端平台，从而完成无人驾驶系统控制命令的传输。同时，列车车厢内外部的视频监控图像和安装在道口的摄像头采集到的图像，也通过 5G 网络实时回传到控制中心（调度室）。

2. 眼前山地下矿智慧矿山

眼前山铁矿作为鞍山地区首个地下矿山，将首批进行智慧矿山项目改造。用户要求项目一期在永固区域实现 4G 网络全覆盖，未来有 5G 应用的区域实现 5G 网络覆盖，一期实现地下人员通讯和视频监控，未来将陆续实现无人驾驶、AI 自动巡检、机车调度、设备点检、数据采集和人员定位等。

新建 4G 和 5G 千兆光网网络覆盖、提供监控集成，断电后为网络和监控系统提供 2 小时以上连续供电能力，光纤和电源系统提供部分冗余，避免后续智慧矿山项目重复建设。户采取购买服务的方式，由联通公司提供网络和视频监控全程包保服务。

眼矿目前无线及监控设备的耗电量预估为 24KW，后备时长为 2 个小时，在-285m 东斜坡道内提供后备电源机房，需要在机房内安装 UPS 输入屏、主机、输出屏、蓄电池组及动力环境监控单元，根据其他专业需求，需要在-321m 安装 8 台电源分配箱，在主斜坡道及东斜坡道安装 3 台电源分配箱，在-567m 安装 1 台电源分配箱，在-633m 安装 1 台电源分配箱，在-695m 安装 1 台电源分配箱。

视频监控方案如下：配备备用 ups 电源，设备断电后监控设备可持续工作 2 个小时以上；井下环境差较，部分区域光线暗，粉尘大，保证监控画质；视频资料本地存储 3-7 天，远端存储时间不少于 1 个月；斜坡道进行车辆超速监控抓拍，每个岔道口需安装摄像头；倾倒矿石处非爆破作业时间段全时监控，爆破作业时需要摄像头方便拆装或提供移动摄像头；车载摄像头每辆配备 2 个摄像头。车载摄像头需

配置物联网卡实现每天 8 小时工作数据传输功能以及物联网专线；视频监控终端并入矿现有视频管理网络，并接入互联网，实现手机平台监测。

(五) 项目成效

通过以上项目在鞍钢集团试点成功落地使用，客户将在鞍钢其他分厂区全面推广，通过单一局点的能力创新和培养，同类型项目可快速复制，促进集团经营发展。通过上述改造后，在保证安全运行的前提下，最大程度优化岗位，全站作业岗位由现有的 120 个调整为 60 个，优化岗位 60 个，优化岗位比例达到 50%。大大减少了现场作业人员，站场及区间内无人员作业，给运输生产的安全创造良好环境。在站运输时间减少 5% 以上，平均压缩局车停留时间 30 分钟以上，减少由此导致的能源消耗和环境污染，响应绿色、低碳发展目标。按照平均每人每年按 8 万元成本计算，每年节约人工成本 480 万元；另平均压缩局车停留时间 30 分钟以上，每年可节约延站费 20 多万元，累计创效 500 万元。

项目的有效实施，为轨道、列车的无人驾驶解决方案，运营一年来成熟稳定，可以为同行业提供借鉴，解决货运列车自动化水平低、劳动强度大、作业安全性、可靠性亟待提升等共性痛点问题。

同时，5G+智慧矿山的实施已成为安全监督重要途径，为能源行业所认可，能够在铁矿安监方面起到巨大作用。目前视频监控的前沿技术——智能分析，对铁矿违规生产、人员记录、危险区域防范等可

以起到有效的预警作用，变事后追查为事前预警，能够为保护国家财产、人民的生命财产安全起到至关重要的作用。

二十、 福耀玻璃 5G+MEC 物流工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	福耀集团(沈阳)汽车玻璃有限公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司辽宁分公司

(二) 项目简介

辽宁联通联合福耀集团（沈阳）汽车玻璃有限公司建设 5G 绿色工厂，沈阳联通为福耀定制化建设 5G 工业专网，搭建 MEC 边缘计算平台，实现 AGV 无人车、视觉识别、数据采集等应用场景，一期项目主要实现包边区 5G 专网建设，为潜入式无人物流 AGV 和叉车提供网络服务能力，AGV 调度平台部署在边缘云侧。

(三) 项目总体建设方案

针对此项目现场考察结果，明确了对物流无人化、机器人以实实现生产精益价值流和节约人力成本的内需，第一阶段在包边厂采用 5G 云化 AGV 实现操作台与打包工位之间成品的无人自动转运。5G 混合专网产品网络架构如下图所示：

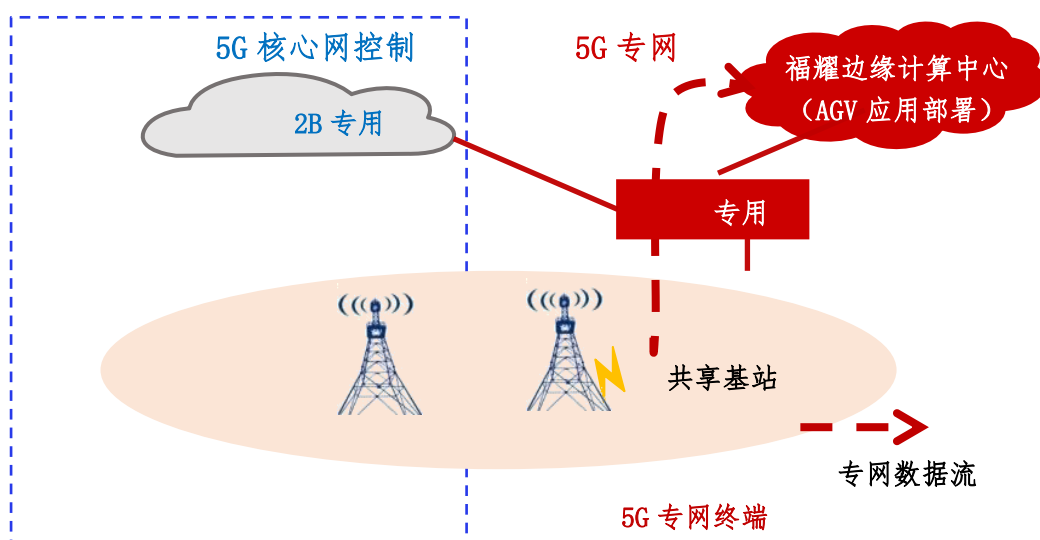


图 126 混合专网网络架构

用户面网元 UPF/MEC 私有化部署，无线基站、核心网控制面网元根据客户需求灵活部署，为福耀玻璃智能工厂生产线提供部分物理独享的 5G 专用网络。满足客户大带宽、低时延、数据不出园区的需求。

该模式下福耀网内业务数据本地卸载，可通过功能定制优化，实现客户生产业务不受联通公众网络故障影响，保障生产安全。基于联通专网+MEC 服务管理平台，为福耀玻璃提供业务策略、用户权限灵活配置、5G 专网动态监控的自服务能力。通过 UPF 和算力下沉实现业务数据在福耀工厂机房的本地卸载，有效降低传输时延、提升计算效率，融合了增强 CT-VAS、IT-VAS 能力以及平台应用，一站式提供“融合、联动、弹性”的 ICT 服务。

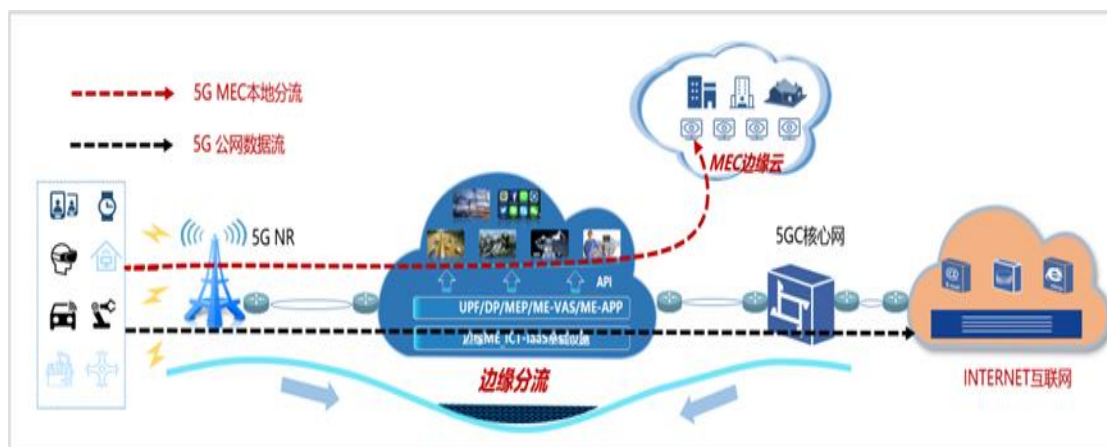


图 127 5G MEC 边缘云网络架构图

(四) 5G 应用场景

1. 5G 工业导航 AGV 应用

5G 工业自然导航 AGV 采用融合导航模式，通过激光+IMU 在常规场景下进行导航定位，并可以通过 CCD 摄像机和传感器，在 AGV 行驶过程中动态获取车辆周围环境图像信息，并通过 5G 网络传送到厂区边缘云端部署的调度系统进行统一处理、决策。

5G 工业自然导航 AGV 系统由 AGV 本体、5G 网络和中心调度平台三部分组成。AGV 本体作为底层无线执行器单元，仅负责速度、转向控制和安全避障等功能；顶层控制器单元部署在边缘云端，实现定位、导航、图像识别及环境感知等功能。

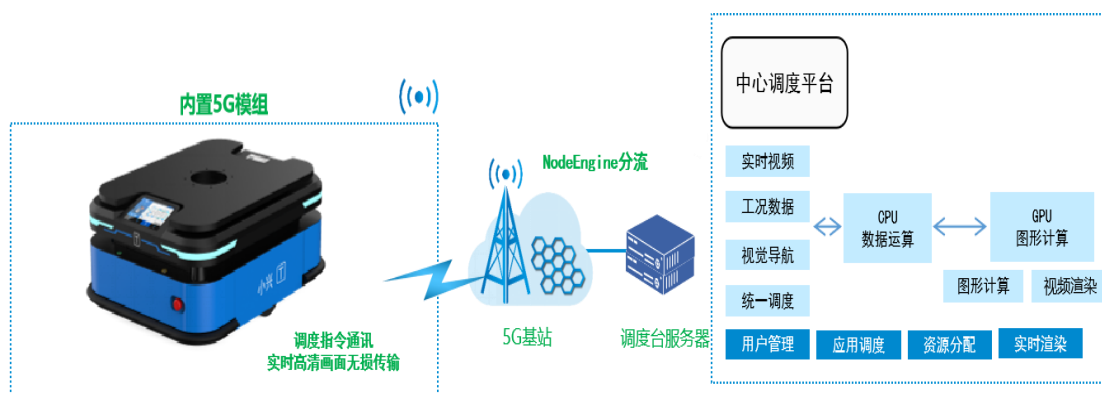


图 128 5G 工业自然导航 AGV 系统



图 129 能耗检测实景图

2. 能耗监测应用

福耀沈阳工厂正在实施对用能中的电、热、水、煤、温度等能耗数据进行分项计量、采集、传输和监控，实现用能管理的数字化和可视化的能源管理系统。依托计算机网络、5G、计量采集等信息化技术手段进行，对历史数据进行存储和查询。同时规划利用大数据与人工智能结合，实现生产监测的态势感知，实现能耗统计、节能诊断、能

效管理、分析决策、企业能源调度等。

能耗数据采集终端采用中国联通自研雁飞 5G 工业网关 1 号，网关型号及数据采集界面如下图所示。



图 130 5G 工业网关

产线: BT门玻连线	开班时间: 2022.01.02 07:00	班次: 白班	班组: 2A				
当前生产产品/型号	当班任务达成数量 (实际/计划)	当班质量判定数量 (废品/待处理)					
88710TRWGT/P32S	600/1200	05/30					
当班小时节拍产出							
时间段	7: 30~9: 30	9: 30~11: 30	11: 30~13: 30	13: 30~15: 30	15: 30~17: 30		
理论产出	2000	2000	2000	2000	2000		
实际产出	1500	1500	1500	1500	1500		
当班过程状态							
设备运行状态	异常安灯状态	点检记录状态	首检记录状态	设备点检状态	4M变化点状态	工装使用状态	生产准备
运行	1次	08:30	08:30	08:30	人的变化	OK	OK

图 131 能耗数据采集

(五) 项目成效

福耀玻璃作为全球汽车安全玻璃技术领先者，积极拥抱 5G 创新应用，尤其是在制造领域和物流领域中的 AGV，5G 专网带来的全智能物料及成品配送体系，面向未来多产品的制造体系，可以有效推进

汽车玻璃制造行业及浮法玻璃产业数字化转型。5G+绿色工厂体系，不仅可以在汽车玻璃生产行业内推广，还可以辐射到其他汽车产业链配套行业中。使用 5G+MEC 技术，汽车玻璃行业的生产能力将可以得到有效提升，融合 AGV 应用使物流轮转效率大幅提升，减少叉车及人员闲置情况，从而降低成本，引领整个制造业中物流革新的方向；5G 确定性无线网络能力，未来融合视觉检测技术、数据采集技术，提升产线智能化、柔性化能力，为制造业再次注入强心剂。

二十一、 东北制药 5G 融合定位项目

(一) 基本信息

项目实施单位	东北制药集团沈阳第一制药有限公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司沈阳市分公司

(二) 项目简介

危险源可能导致伤害疾病、财产损失、工作环境破坏等问题，因此，建设危险源管控系统可以有效规避风险，提高化工企业的安全生产管理能力和。

通过人员定位系统补足了厂区现有系统的薄弱环节和存在的威胁，提高企业运行决策的及时性和准确性，提升企业的智能化水平和运行效率，为企业安全稳定运行提供有力保障。

(三) 项目总体建设方案

工厂安全人员业务知识、工作技能不足，流动性大，不利于日常安全管理的延续性，不能全面有效的落实安全举措。安全人员的工作责任心差异，存在巡检不到位，危险有害因素无法察觉的可能，对安全操作技能、突发事件、事故处理能力不达标等。对现场的突发性事件无法侦测，对人员的安全（位置）无有效保障，也无有效改进的措施方案。传统对巡检人员采用人工管理的方式，无法及时掌握现场情况，对人员考核存在主观因素。化工生产各个环节，都存在易燃易爆强腐蚀、有毒性的特性，对日常操作维护的要求高，一旦发生事故处理不当，影响极大。

按照厂区布局及打卡点位需求，园区内新建 3 处宏站，分别为 126-a 厂房，1018 总控中心，1011C 厂房，室内信号传输采用数字分布系统进行 5G 网络部署。10 个危险区域布点，初步规划需要通信基站 6 个，定位信标数量 952 个，其中道路 275 个，区域 677 个。

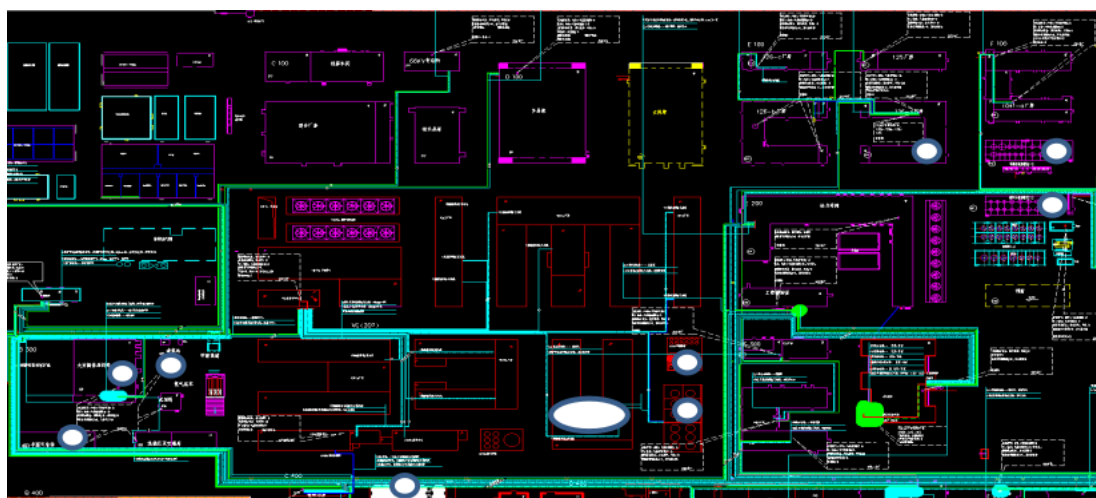


图 132 厂区布局及打卡点位示意图

以强大的地图引擎作为支撑，让人车信息、摄像头、两单三卡、

作业票等信息基于地图实现可视化。结合国际领先的实时定位技术，通过各类预警策略的设置，实现生产区域内的无缝管理，让数据发挥价值，促进安全生产管理。

可视化管理	人的不安全行为预警	物的不安全状态管理	应急救援
<ol style="list-style-type: none"> 1. 电子地图 2. 摄像头地图化 3. 人员跟踪（实时位置） 4. 轨迹查询（事件追溯） 5. 人车数量统计 6. 违规行为统计 7. 巡更报表统计 8. 作业票电子看板 9. 风险分区图 10. 三卡信息 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 越界报警（窜岗、闯入禁区） 2. 滞留报警（超时驻留） 3. 超员报警（人数超限） 4. 缺员报警（人员脱岗） 5. 静止报警（异常静止） 6. 闯入报警（非作业人员闯入作业区） 	<p>巡更管理 避免流于形式的巡更，对以下行为进行纠偏</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 不按时巡更 2. 不按规定路线巡更 3. 漏巡检 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一键呼救（人员遇险） 2. 视频联动 3. 最终位置 4. 应急演练
			系统管理
			<ol style="list-style-type: none"> 1. 设备管理 2. 人员组织管理 3. 账户权限管理

图 133 人员定位系统功能列表

(四) 5G 应用场景

1. 人员、车辆实时位置展示。实时展示人员、车辆的动态位置，地图上图标可见。



图 134 实时位置展示

2. 图标多样性, 单击即可查询基础信息。定位图标多样性可选(员工、管理人员、承包商可用不同的图标区分), 单击图标, 即可查看人员基础信息。



图 135 查询人员信息

3. 人员分布总览。可按人员类型、部门筛选, 在地图上仅显示选择的特定人员。

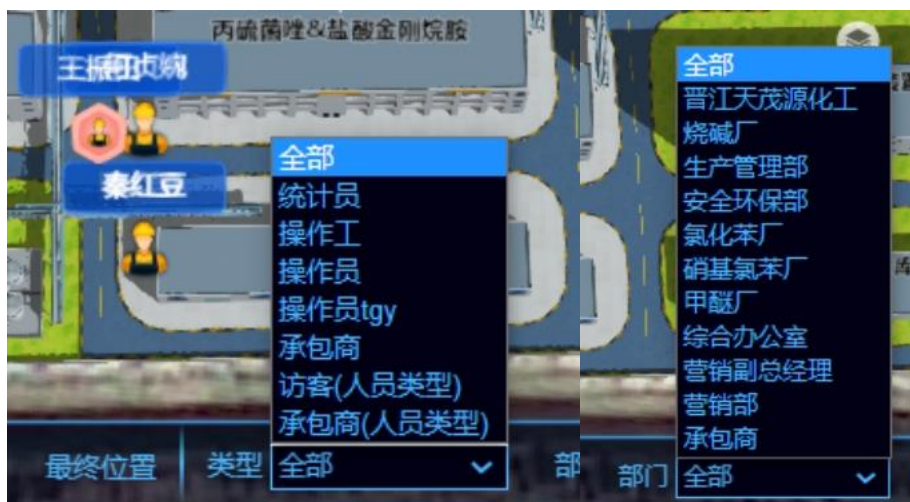


图 136 选择特定类型人员展示

4. 按区域统计人数。按区域查看区域内人数和详情, 支持员工、访客、承包商的分类型查看。



图 137 按区域查看区域内人数和详情

5. 人员查询。通过人员名称实现对单一人员的位置跟踪，并展示该人员的相关信息。仅显示被定位跟踪对象，且地图自动聚焦，跟随被定位对象。当被追踪对象，进入室内，地图自动进入室内地图，对其持续跟踪。通过视频联动功能，也能自动调取实时视频画面。点击资质，即可查看追踪对象的基本信息与资质证书。

6. 轨迹回放。输入管控对象名称、时间段，查询历史的移动轨迹（单次查询时间支持跨天，时间段可达 24 小时）。室内、室外都能显示连续的轨迹，支持倍速播放。人员图标始终居于画面中央，地图跟随人员移动，保持镜头追踪。当人员从室外进入室内时，轨迹自动切换到室内建筑，建筑打开，能清晰看到人员在室内哪一层活动。



图 138 轨迹回放

(五) 项目成效

5G 融合人员定位系统能够对生产过程进行实时管理和信息反馈，为智慧工厂内的管理及作业的信息化和规范化提供实时位置数据支撑，提升制造业智能化水平，将位置信息进行充分利用，实现企业快速、有效的生产制造。

二十二、 芯元微电子 5G 协同设计项目

(一) 基本信息

项目实施单位	沈阳芯源微电子设备股份有限公司
项目合作单位	中国联合网络通信有限公司沈阳市分公司

(二) 项目简介

以 5G 网络通讯技术为手段，充分利用分散在同一企业不同地点

或不同企业之间的产品开发资源，进行新产品开发的过程。使企业能够以更快的速度、更好的质量和更低的成本来开发满足用户需要的个性化产品。利用 5G 网络为客户搭建一套支撑异地协同设计的平台环境。通过 5G 网络向远程的用户提供服务，并将异地协同产品开发过程中的各阶段产品信息通过 WEB 发布并进行相应的管理，不但使产品信息能够以开发人员熟悉的形式进行传递，而且也为企业合作或开发企业与客户之间的交流提供了简便、表现力丰富的实现手段。

(三) 项目总体建设方案



图 139 项目总体建设方案

基于 5G 2B 核心网集中一朵云，分布一张网的全程全网优势，提供基础网络产品、增强网络产品两类网络产品，实现一地创新、全网复制，一点调度、全网开通。根据行业客户对 5G 专网的覆盖范围、带宽、安全隔离等级、无线网络增强特性等差异化需求，5G 行业专网产品体系 2.0 打造大上行、超高可靠、超低时延、5G 切片、5G 高精度

同步、5G高精度定位、5G LAN、TSN、广域漫游、二次认证、能力开放等 30 项以上关键网络差异化能力，提供“基础网络产品”、“增强网络产品”两类网络产品。客户可以根据实际需求进行菜单式选择，具备如下优势：

1. 多类型切片按需选择：一点配置，全网可达。
2. 增强型产品随心定制：一地创新，全国复制。
3. 行业客户内外网协同：一点入云、弹性组网。

(四) 5G 应用场景



图 140 5G 应用场景

将设计利益协作者从线下转移到线上聚集起来，并让他们一开始就参与到其中，不需要涉及昂贵的差旅费用与繁琐的管理工作，即可开启远程协作效益。

杜绝了异地沟通的低效业务场景，实现准确高效的协同设计，各地的设计资源、供应链资源可以共享，减少重复设计和设计偏差，有效提高设计研发周期 30%，减少重复设计 27%。

(五) 项目成效

随着宽带专网成熟，专网将全面进入“宽窄带融合、公专网结合”的时代，公专融合新一代无线通信体系发展驱动产业链不断延伸。而随着新型基础设施建设进程加快，以及 5G 基站建设和行业专网的规模化发展，企业运用先进技术改造建设企业内网，支持企业设备上云、推动工业互联网平台入企业。

二十三、 大连冶金轴承 5G 全连接工厂

(一) 基本信息

项目实施单位	大连冶金轴承股份有限公司
项目合作单位	中国电信股份有限公司大连分公司

(二) 项目简介

大连冶金轴承股份有限公司 5G 全连接工厂项目是通过“5G+应用平台+物联网+云”的融合方式，针对大冶轴产业生产线现状，实现对自动化设备进行数据采集、分析、控制的平台，是企业实现生产管控、现代管理的一次重大变革。

该项目是通过对西门子、发那科、三菱等机床加载 DTU 设备，由 DTU 设备的物联网卡采集数据到云平台，将机床状态、机床实际运作、倍率转速、刀具使用情况、工序耗时等数据实时采集、分析、控制，形成系统的管理数据，为企业降本增效提供有效支撑，向工业 4.0 迈出坚实的一步。

大连冶金轴承股份有限公司 5G 全连接工厂一期项目分解如下：

1. 基于 5G 重构企业 ERP 系统。
2. 大冶轴二维码防伪系统。
3. 大冶轴 5G 轴承实验室。
4. 大冶轴 5G+MEC 仓储物流系统。
5. 大冶轴热处理非接触式感知系统
6. 智能轴承的轴承大数据平台一期。

(三) 项目需求与痛点

大连冶金轴承股份有限公司的信息化有一定基础，早在 2002 年，公司即引入 Oracle ERP，围绕 Oracle ERP 构建综合管理平台，系统经过 18 年的运行，特别是伴随着 5G 等新兴技术的出现，公司业务数字化向公司数字化业务转型需求，原有 ERP 系统面临升级改造的必要性，急需打造财务业务一体化管理平台。

公司在产品生产上由于工序长、加工时间长，对轴承行业企业来说，订单跟踪困难、交货期难以保证，机床利用率不高，浪费严重，设备效率低是最普遍的痛点。此外部分工人私改工艺参数，存在质量

隐患；实际加工节拍严重脱离理论节拍，难以找到准确原因的问题，即使在行业内的头部企业中，也是会存在的现象。目前，我国大部分轴承高端产品技术缺乏，高端产品长期依赖进口，这一现状并不利于我国未来轴承行业的发展。

公司在生产制造环节，以建立物理信息系统为目标，需要推进基于智能制造执行系统（MES 系统）的智能制造，挑选出数控化、自动化程度较高的车间分布实施 MES 系统，通过设备联网、传感器采集、RFID 射频技术、激光定位技术和系统分析，来消除生产管理中的“黑箱效应”，实现从计划智能排产到物流物料控制，再到产品质量追溯、设备管理、绩效管理、在线数据采集等，最终实现精益生产的管理模式。

(四) 项目总体建设方案

1. 5G 网络设施

大冶轴 5G SA MEC 试点方案由辽宁电信承建，大冶轴园区内新建 MEC（UPF 分流），对接沈阳电信实验局 5GC，实现园区内业务本地分流（如图 1），确保园区内数据不出园区。

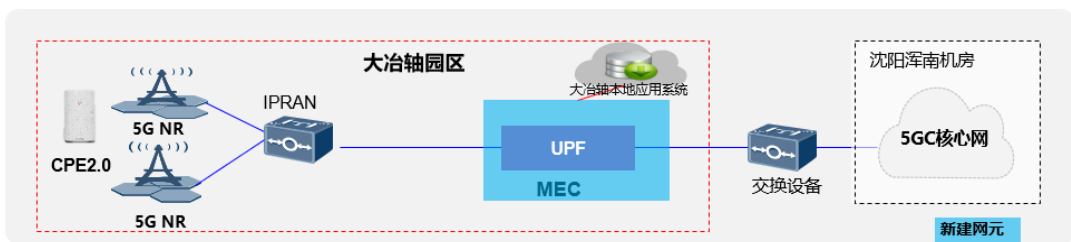


图 141 大冶轴 5G SA MEC 建设示意图

大冶轴 5G SA MEC 设备列表如下所示:

设备名称	功能描述	UPF (MEC)
UPF (E9000H, 基于鲲鹏 920)	网关, LBO	4U3 服务器, 交换机
	组网汇聚, 引流	
	内部组网	
防火墙(选配)	安全防护 (可选)	E1000E*2
机架个数	部署时占用的机架数	1

大冶轴 MEC 组网方案如下图:

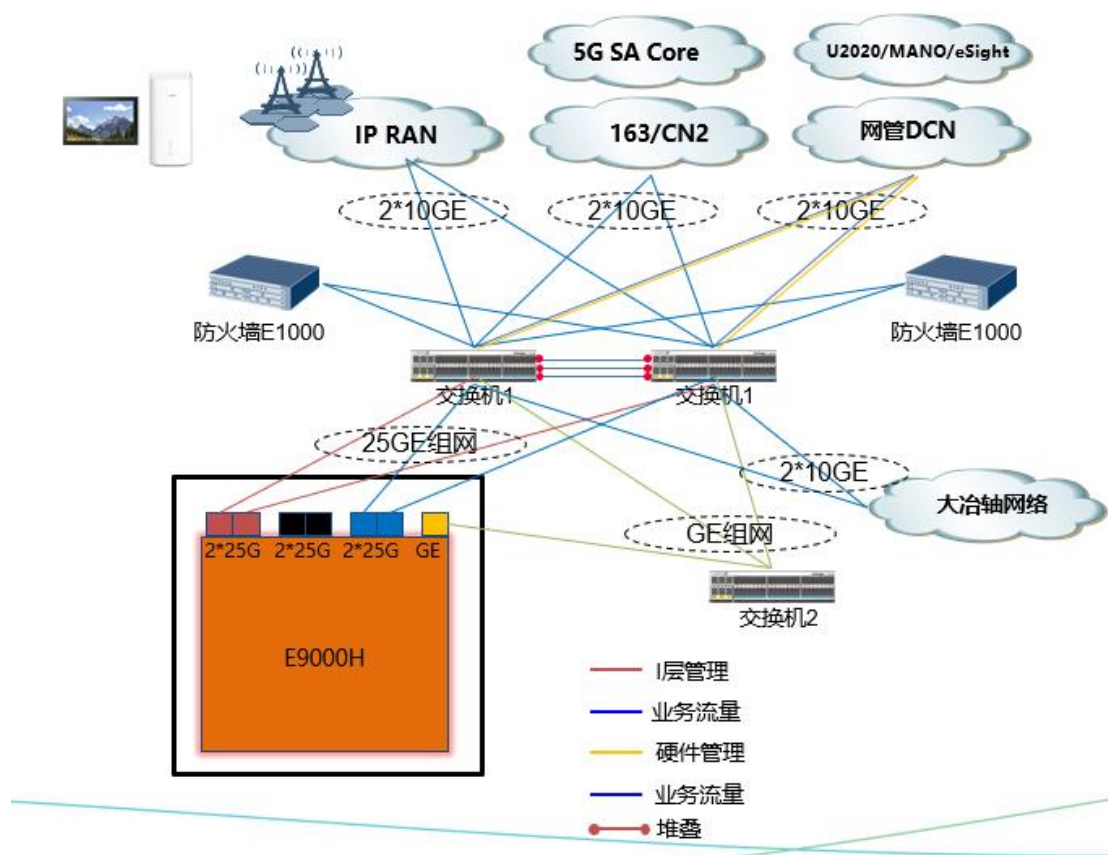


图 142 大冶轴 MEC 组网方案示意图

MEC 容灾方案(本地双 DC 和大网专线迂回)如下图所示:

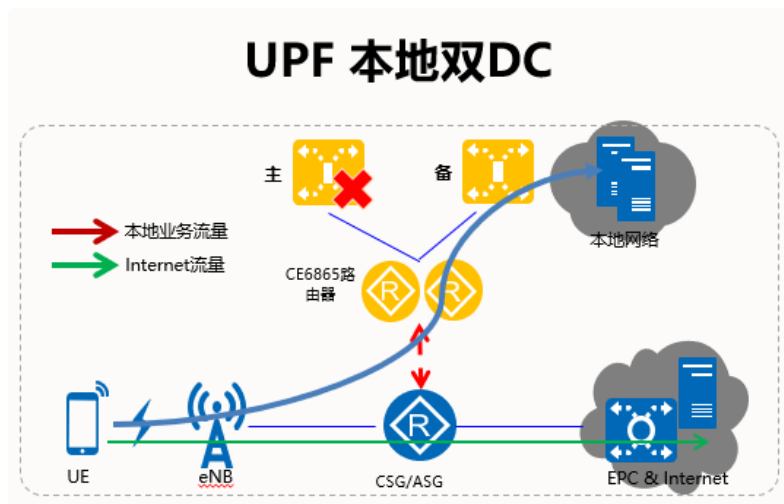


图 143 大冶轴 MEC 本地双 DC 容灾方案示意图

选择策略包括：

- 1) 客户要求数据不出园区；
- 2) 客户对数据时延敏感；
- 3) 客户对成本可接受；
- 4) 增加 UPF 及相关路由器。

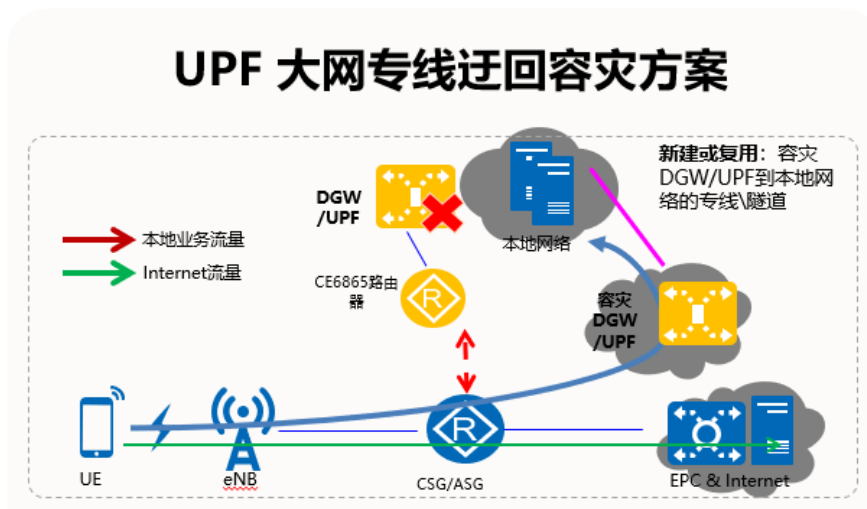


图 144 大冶轴 MEC 大网专线迂回容灾方案示意图

选择策略包括：

- 1) 低部署成本；

- 2) 故障时，数据时延不敏感；
- 3) 数据可以出园区；
- 4) 与就近其他 DC 中的现有 DGW/UPF 组成容灾方案；
- 5) 新建容灾 DGW/UPF 到本地网的专线。

2. 工业互联网建设

大连冶金轴承股份有限公司计划在 IPV6 改造、柔性生产及智能轴承等几个领域展开工业互联网建设。公司的 5G 工业互联网基于 IPV6，5G 及应用数学模型打造全新的应用模式，包含信息分析，视觉信息处理，信息感知处理，自然语言处理和机器学习领域的大量技术创新，能够帮助决策者基于海量的多类型的数据进行推论决策。大冶轴基于 5G 的工业互联网特点包括：

- 1) 基于“5G 基站”实现真正的“全无线”，部署成本低，稳定性强；
- 2) 定位精度厘米级，通过感知算法可达到毫米级；
- 3) 信息全部自动化，实时化；
- 4) 数据采用“5G 私有云”方式，空间无限大，数据无延迟；
- 5) 自恢复能力强，定位标签续航时间都为一年以上。
- 6) 使用数据可视化技术，以图像、动画、声音等形式，结合交互式操作技术再现数据和分析结果，生动、形象、直观；
- 7) 跨平台部署，支持 windows、linux、MacOS、Android、IOS；
- 8) 可以让数据说话的认知算法应用。

系统数据链路示意图：

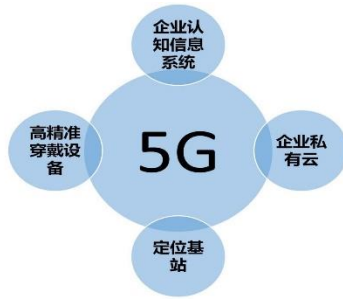


图 145 系统数据链路示意图

企业在 IPv4 网络基础上，根据“制造有生命力的轴承”的企业战略，计划逐步实现向 IPv6 网络过渡，是公司关注和尽早实施的必要措施。通过本项目升级改造，大连冶金轴承股份有限公司已经具备了在某一固定车间或某一网段升级 IPv6 的先决条件。通过对网络设备实施改造，支持三层网络设备平滑升级演进 IPv6 版本。截止目前，已完成 3 台设备软件升级改造，下一阶段继续推进 IPv6 改造和网络设备硬件替换、服务端升级工作。

3. 标识解析软件系统建设

大冶轴二维码系统建设方案由核心解析软件、应用服务软件、安全保障软件和硬件基础设施等部分组成，以满足功能、性能、安全、管控、应用等各方面预期目标。

一是研发和部署标识解析核心软件，包括标识注册、分配、解析等功能子系统，基于兼容 Handle 和 DNS 解析技术的 IDIS 系统进行扩展研发，实现对 Handle、OID、Ecode 等主流标识体系的解析，同时实现各标识体系间的互联互通。

二是提供应用服务配套软件系统，包括标识搜索、数据管理与应

用服务等功能子系统，针对典型行业应用场景，对工业互联网中各类机器、设备、产品、数据、工艺、流程进行标识分配，开展供应链管理、产品追溯等应用建设，验证基于标识的应用数据管理、检索功能，实现标识解析系统的产业化落地。

三是提供标识解析安全保障软件系统，实现标识解析的访问控制、隐私保护等安全要求。

标识解析系统的软件架构如下图所示：

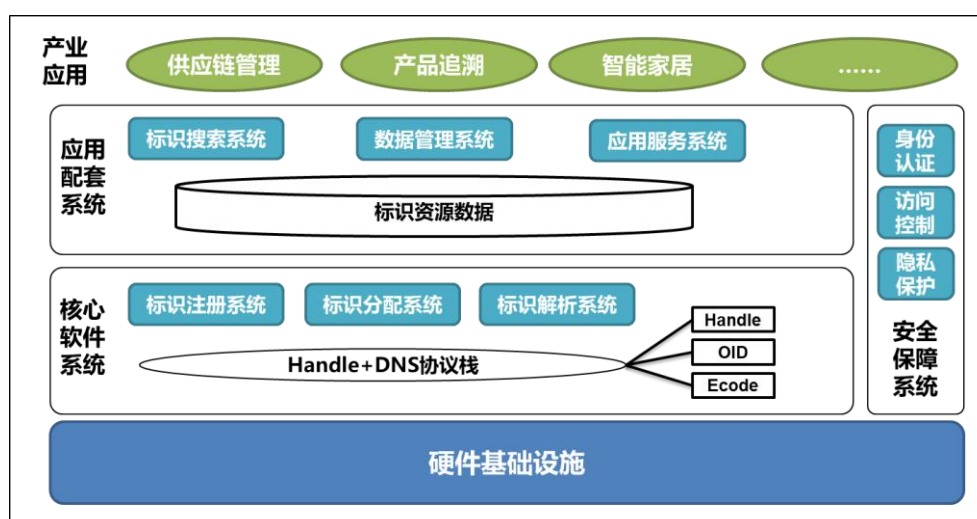


图 146 标识解析系统软件架构示意图

其中，标识注册子系统主要是通过注册协议，提供企业用户、个人用户基本信息注册功能，提供 Handle、OID、Ecode 标识前缀注册功能。标识分配子系统主要是通过用户提交的申请请求，基于已有前缀进行标识后缀分配，并提供标识分配备案记录功能。标识解析子系统主要是通过 Handle 与 DNS 解析协议，实现标识对应地址与元数据的解析，提供 Handle、OID、Ecode 标识对等互通的解析功能。标识查询子系统主要是通过标识语义检索技术，提供基于标识的信息检索和基于关键字的信息检索功能。标识数据管理子系统主要是对应用数据进

行存储、分类管理，基于标识建立数据索引，同时建立数据标签，支持数据的快速查找和语义检索。标识应用服务子系统主要是建立符合 Restful 规范的 Web 服务，提供数据封装，规范接口等应用服务功能。

(五) 5G 应用场景

1. 大冶轴二维码防伪系统

大冶轴二维码防伪系统共分为三部分组成：软件系统有标签打印和防伪溯源管理系统两部分，硬件系统 PDA 手持设备配入库单据、出库单据两个业务内容。可实现：

a) 防伪加密：标签打印采用 DES 与 RSA 混合算法实现二维码加密，按规则自动编码，保证一物一码，生成的二维码数据预留 API 接口，支持 CRM，ERP 等其他系统调用，同时数据架构设计时保留二维码、四维码的可扩充存储空间，提供系统升级准备工作。

b) 防串管理：对于终端客户的销售出库管理，根据销售出库单上客户的区域，结合产品的二维码 ID，形成数据信息，预留 API 接口，支持 CRM 或其他系统调用。

c) PDA 管理：原有的仓库操作手工统计业务，应用系统后，通过手持终端设备进行入、出库扫码管理，提高工作效率，支持异地多仓库云端使用，后台管理可支持多系统调取数据。

2. 大冶轴热处理非接触感识系统

本项目基于中国电信 5G+工业视觉技术，解决了大冶轴轴承产品

质量的核心痛点，淬火硬度问题。依托 4K、8K 相机通过电信 5G MES 计算，可以实现秒级测量精度至 0.1mm，并实时将差值反馈到生产现场操作者。未来积累到一定的数据量，用算法去测算，代替工人靠感觉生产的弊端。

(六) 项目成效

本项目的建设，将形成一整套完整的集先进设计、制造、管理和服务的自动化、信息化、智能化技术建设、高效节能、绿色环保和可持续发展的 5G 数字工厂智能制造应用新模式，建成国内首创、国际先进水平的工业智能制造的标杆示范样板。项目成效具体包括：

1. 推动装备数字化升级

新一代高端精密智能轴承制造的新模式应用及数字化工厂的建设，为装备制造行业的数字化提供轴承运行大数据，对智能装备制造企业提出了更高的精益制造、智能控制方面的要求，从数字化车削加工中心、数字化磨削加工中心、保持架智能冲压中心、专用检测装备等的配套轴承生产企业，对设备的工艺控制精度、生产效率、优化控制、互联互通等整体解决方案提出更高的要求，推动配套轴承装备生产企业的升级换代。

2. 对我国轴承产业提质增效起到良好示范带动作用

项目将在高性能轴承 5G 数字化工厂解决方案及模式方面取得多项研究成果，填补我国高精密轴承产业数字化工厂建设空白，培育一

批专业从事数字化工厂（车间）设计、建设、咨询的人才队伍，面向数字化工厂（车间）、智能装备制造、“机器换人”等提供技术咨询、软件产品应用、方案设计、流程改造、装备开发、安装维护等专业服务，建立高效、快捷、创新的服务模式，探索建立我国新一代高端精密轴承智能制造新模式并取得显著技术经济社会效益。以点带面，在行业内加以推广，提升全国轴承企业智能制造水平。通过市场手段，为制造商和客户带来前所未有的解决方案。

3. 全面提升现代工业产品服务水平

项目将以推进数字化工厂建设和提升产品智能化水平为主攻方向，以物联网技术、工业智能等智能装备应用、新一代信息技术与制造技术融合为突破口，加快发展数字化工厂和产品，推进产业结构由中低端向中高端迈进，提升企业研发设计、生产制造、企业管理、销售服务的智能化水平和企业运营效率效益，并以研究取得的技术成果产业化及转移、转化为重点，创建智能制造研发、检测及开放创新交互平台，推进互动协同创新及行业示范应用创新服务体系建设，大力推动制造业与服务业融合发展，加快推进企业向制造业信息技术服务转型，促进企业从工业产品制造供应商转向系统集成总承包、产品和服务整体解决方案提供商，开展个性化定制服务、全生命周期管理、网络精准营销和在线支持服务等创新模式。

二十四、海正工业设备 5G 定制网业务

(一) 基本信息

项目实施单位	鞍山电信达道湾分公司
项目合作单位	中国电信股份有限公司辽宁分公司

(二) 项目简介

鞍山市海正工业工程有限公司需要 5G 定制专网业务，通过远程控制设备，保证施工现场的安全生产。

(三) 项目需求与痛点

鞍山市海正工业设备工程有限公司是辽宁电信的优质客户，希望在 5G 方面与电信共同合作。根据客户需求，计划 1 期使用致远模式建立 5G 定制网覆盖。通过 5G 信号传输实现客户设备数据传输。后续会根据需求使用定制网边缘计算能力提高设备工作效率、完善产品功能。进一步实现信息化产业升级。

辽宁电信通过调整架设 5G 基站实现 5G 信号覆盖，通过 VPDN 线路实现客户数据传输。开通 5G 卡设置 VPDN 实现内网传输。满足客户数据安全传输。在调试过程中遇到线路不通和调试不通的现象，因第一次接触 5G 定制网对产品出现的问题不了解，通过政企部、运维部、网发部多个部门的配合，和物联网卡厂家和设备厂商，经过一周的不懈努力，最终调试成功。

(四) 项目总体建设方案

辽宁电信通过调整架设 5G 基站实现 5G 信号覆盖，通过 VPDN 线路实现客户数据传输。开通 5G 卡设置 VPDN 实现内网传输。满足客户数据安全传输。

(五) 5G 应用场景

客户使用范畴为工业物联网。使用范围在省内。由于信息保密性要求，使用 VPDN 网络传输设备监控数据。月使用量 300G 左右。部分设备分布在鞍钢厂区内。

(六) 项目成效

该项目通过 5G 技术，为企业人工成本降低 30%，生产安全事故率降低 20%。

