

# 5G+工业互联网在电解铝行业的应用

黄治伟

(中国移动通信集团四川有限公司 成都 610031)

**摘要** 在“双碳”目标和智能制造的大背景下,电解铝作为高耗能、高碳排放的传统行业,需要尽快实现数字化、网络化、智能化转型。文中从组网、柔性制造、信息化基建3个方面分析了电解铝行业在智能化建设中面临的困境,然后简要介绍了5G技术在工业互联网中的应用优势,最后以电解铝行业的应用场景为切入点,提出了以5G技术为基础的工业互联网应用解决方案。

**关键词**: 5G技术;煤矿专网;无人驾驶;智能巡检

**中图分类号** TN911.73

## Application of 5G + Industrial Internet in Electrolytic Aluminum Industry

HUANG Zhiwei

(China Mobile Communications Group Sichuan Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

**Abstract** In the context of the “double carbon” goal and intelligent manufacturing, electrolytic aluminum, as a traditional industry with high energy consumption and high carbon emissions, needs to realize digital, networked and intelligent transformation as soon as possible. This paper analyzes the dilemma faced by the electrolytic aluminum industry in the process of intelligent construction from three aspects: networking, flexible manufacturing and information infrastructure, and then briefly introduces the application advantages of 5G technology in the industrial Internet. Finally, taking the application scenarios of the electrolytic aluminum industry as the starting point, it proposes an industrial Internet application solution based on 5G technology.

**Key words** 5G technology, Coal mine private network, Driverless, Intelligent patrol inspection

## 0 引言

电解铝行业工艺复杂、工况环境苛刻,属于重资产投入、重人力投入、重电能消耗的行业<sup>[1]</sup>。部分投产时间超过5年的企业,电解槽等主设备老化严重,信息化水平较低,在安全管控、节能环保、降耗减排方面较为落后,难以满足高质量发展的需要<sup>[2]</sup>。本文通过5G、工业互联网等技术,在不替换电解槽等主设备、不停工停产的基础上,实现了工厂前端设备的全互联、后端数据的全汇聚、智能应用的全集成,并通过数字孪生工厂运营管理、智慧安防、电解槽漏液分析、设备用能分析<sup>[3]</sup>、机器视觉质检、环境监测、智能巡检、电子围栏<sup>[4]</sup>、设备远控等9项5G工业互联网智能应用,以改善企业生产环境、提升企业生产效率、减低企业生产风险,帮助企业实现数字化转型,提升整个行业的信息化水平。

## 1 电解铝行业的信息化转型困境

### 1.1 组网困难

电解铝企业普遍采用光纤+WIFI的组网模式,但WIFI

切换时延较大,且安全防护手段差,稳定性、抗干扰性较弱,难以满足多样化的生产制造需求。同时,针对工业数据采集场景,特别是移动或旋转设备的数据采集,存在无法部署线缆或部署不方便的问题。

### 1.2 柔性制造困难

目前,电解槽控制、天车控制、液态铝抽取等多为人工操作,效率低下,容易出现纰漏,同时存在作业安全风险,对于规划外的操作应变能力较差。在实际生产应用场景中,这会导致企业不能灵活应对临时性的弹性任务。

### 1.3 信息化基建投入高

一方面,传统有线组网部署周期长,线缆走线要求高,灵活性差,存在部署成本高、维护难度大的问题。另一方面,在业务运维方面,对现场维护人员的技能要求较高<sup>[5]</sup>。另外,传统工厂的信息化建设偏重垂直、孤立的烟囱式子系统,导致数据不互通、业务难融合,长期面临着以下痛点。

(1)综合安防能力弱。厂区安全、设施设备安全、环境安全隐患突出。

(2)能耗高。节能降耗责任不清晰,厂区生产线及建筑

作者简介:黄治伟(1981—),硕士,高级工程师,研究方向为信息通信技术服务。

能耗高,公共设施能耗浪费严重,缺乏有效的节能手段。

(3)运营效率低、成本高。厂区管理对象多而分散,人机料法环的管理严重依赖人工。

## 2 5G+工业互联网技术简介

### 2.1 5G技术简介

5G移动通信技术主要有三大应用场景,分别为增强型移动宽带(eMBB)、超高可靠低时延通信(uRLLC)和海量机器通信(mMTC)。同时,5G具备切片和边缘计算的能力,可为企业组建专网,助力电解铝工厂的智慧化转型。

(1)增强型移动宽带(eMBB)主要面对云化AGV、特种车辆全景监控、巡检机器人等应用场景。其能为用户提供1 Gps的极高数据传输速率和数十Tbps/km<sup>2</sup>的极高流量密度。

(2)超高可靠低时延通信(uRLLC)主要面向反向控制类的场景,如无人驾驶、设备远控、柔性机械臂、工业控制等。其能为用户提供媲美有线传输的毫秒级端到端时延,实际5G专网下的时延可低于15 ms,满足绝大多数远控场景的需求。

(3)海量机器通信(mMTC)主要面向资产管理、智慧停车、环境监测、园区运维等以低速物联网为代表的场景,能为用户提供千亿级别的海量连接和1 000 000/km<sup>2</sup>的连接密度。

### 2.2 工业互联网技术简介

在狭义上,工业互联网是指一张覆盖制造业的专用融合通信网络,既包含有线的自组局域网,也包含延伸全国的接入网、骨干网<sup>[6]</sup>。在无线接入侧,NB-IoT,4G,5G等多种连接方式并存,用于实现人、机、物、料、应用系统的全连接。在广义上,工业互联网则涵盖了基于网络的新兴应用,如各类智能制造应用、大数据平台、工业标识解析等,用于帮助企业优化生产流程,改进生产工艺。目前,工业互联网已成为新基建的重要组成部分,为我国的智能制造和产业创新提供了新的活力。

### 2.3 5G与工业互联网的融合效应

5G是新基建中的重要一环,也是工业互联网无线接入侧的重要延展,可为生产制造企业提供低成本、快捷和高安全性的网络改造手段,实现工厂生产要素的全连接与生产设备的全数采。其与工业互联网的融合,还可用于构建庞大的线上物料供应、产品交易、协同研发平台,为企业打通生产要素,实现智能感知、泛在连接、实时分析、精准控制等,也可以为企业打通供给壁垒,提升产业链生产效率。

## 3 5G+工业互联网在电解铝行业的应用

### 3.1 运营管理中心

依托5G、工业互联网技术构建电解铝行业的工业互联网平台,以数字建模技术、工业数字孪生中台为支撑,形成涵盖厂区、车间、设备等不同维度的运营管理中心。其可以方便管

理者查看整个厂区内的全部管理内容,并通过3D显示技术帮助管理者立体化地监控整个厂区内的关键信息<sup>[7]</sup>。

### 3.2 厂区智慧安防

基于5G大带宽及MEC园区内部数据分流技术,打造一体化的园区智慧安防系统,有效融合5G视频安防、5G AR云景监控、人员在岗监测、车辆管控、消费预警、5G无人机立体监控等功能。

### 3.3 基于5G的光纤应变温度监测系统-电解槽漏液分析

光纤应变测温系统的现场布放情况如图1所示。在32ch仪表中,每电解槽会占用7个通道,另外需预留备份一个通道;使用32通道仪表,可以同时采集4个电解槽的数据,加上预留4ch备份可监测448点。32通道仪表通过串口与工业网关串接,并转换成工业Modbus TCP协议,通过5G通信传入MEC侧的工业互联网平台,实现数据汇聚及清洗,再通过API进行应用层的智能分析。

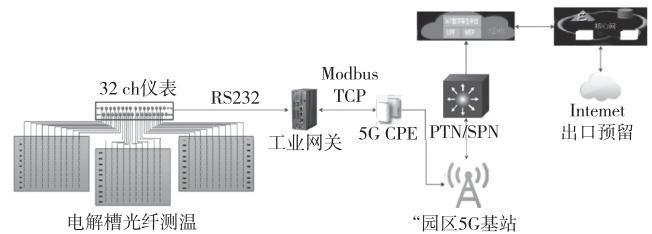


图1 光纤应变温度监测系统组网示意图

### 3.4 基于5G的有色金属冶炼能耗分析

依托工业互联网平台实时采集电解车间槽控机的能耗数据(见图2)。通过工业网关及5G技术,可以将数据回传至厂区内,利用基于MEC的工业互联网平台并结合大数据及人工智能算法,还能实现电解槽分组能耗管理、分组策略控制、电流/电压异常告警、寻求原材料配比与成品产出等的最优组合及精细化管理,实现增产降耗。

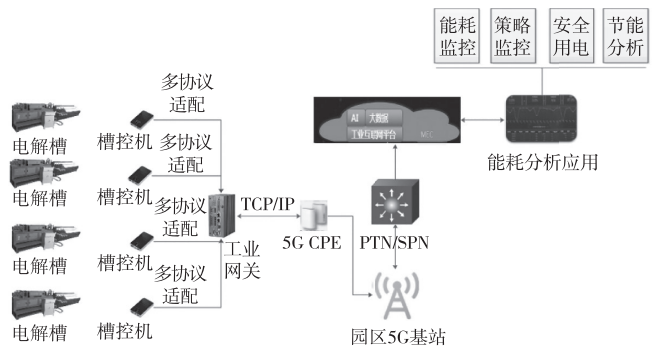


图2 槽控机能耗数据采集组网示意图

### 3.5 5G+机器视觉

通过工业领域专业高温摄像头采集数据,依托5G+MEC边缘侧GPU实时分析摄像头数据,并将其应用于电解铝企业阳极铸造高温精准分析、分段皮带管廊皮带跑偏及裂纹分析、空压机房视觉自动抄表等,以减少受人工经验影

响而造成的判断误差,提高生成效益。5G组网下的机器视觉分析如图3所示。

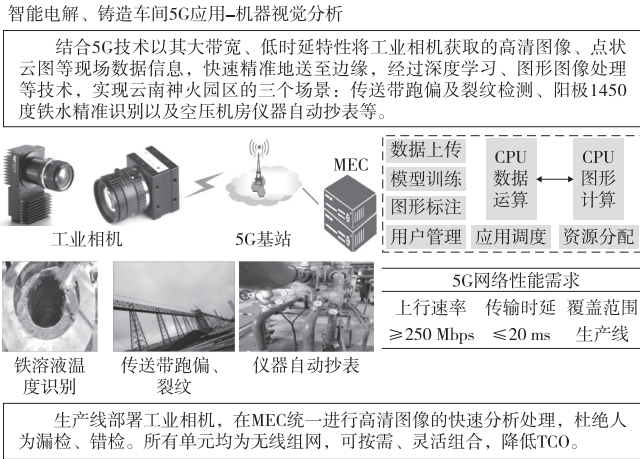


图3 5G组网下的机器视觉分析示意图

### 3.6 5G+环境监测

利用5G网络的高速率特点,实时采集环境监测设备的反馈参数(见图4),实现对生产环境的实时、准确监测,在发现异常时及时调整。将环境数据与生产数据关联起来,实现生产与排污的平衡、生产与环境的和谐。



图4 5G组网下的环境监测示意图

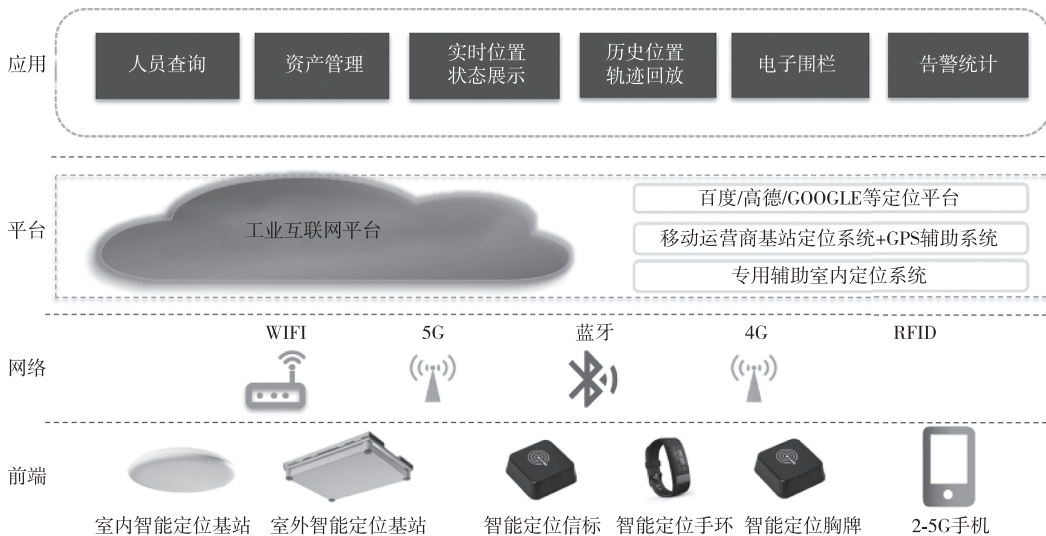


图6 5G融合组网下的定位应用示意图

### 3.7 5G+智能巡检

利用5G技术的大带宽、低时延特性,结合机器视觉定位导航技术,通过机器视觉相机确定机器人位置。在执行巡检任务的过程中,设备数据会被实时上传并存储在后台数据库,如数字数据、图片数据,并对相关数据进行实时展示和分析,判断设备状态是否正常。5G组网下的智能巡检如图5所示。

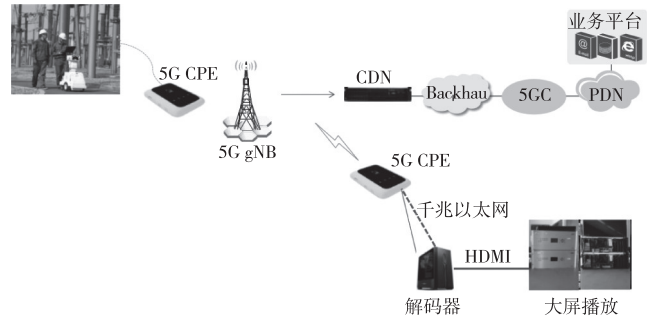


图5 5G组网下的智能巡检示意图

### 3.8 5G+电子围栏

构建企业周界电子围栏。其中,感知层由5G室分定位基站及室分定位增强系统、定位标签组成,通过5G定位基站与定位标签实现定位。通过5G定位基站与定位标签的蓝牙通信信道实现定位标签的状态回传以及定位标签数据的上传与下载。通过本系统,可实现人员轨迹查询及事故追溯。5G融合组网下的定位应用如图6所示。

### 3.9 5G+设备远控

针对人工作业成本高、效率低、危险性高、舒适度差的生产场景,如天车控制、铝液抽取、电解槽控制等,可利用5G网络对危险/简单重复的操作岗位进行无人化改造,并基于前端传感器和MES/WMS等后台指派的任务实现自动作业(也可根据需要切换为人工干预的远程操控)。5G组网下的设备远程控制如图7所示。

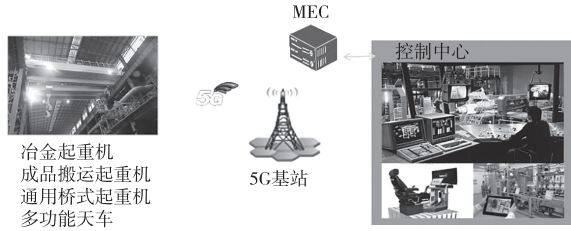


图7 5G组网下的设备远程控制示意图

#### 4 结语

本文旨在通过对5G+工业互联网技术的研究,解决电解铝企业智能化转型中面临的组网困难和应用匮乏的问题,并给出了九大可供参考的智能化改造场景。相关从业人员和电解铝企业需要进一步深度合作,摸索并推广成熟的技术方案,共同实现企业的转型升级。

(上接第6页)

为适应基于手机基站定位数据的地图匹配需求,应对数据进行处理,提高其适用性。例如,使用位置比较方法或结合距离度量指标来计算转移概率。通过数据处理,可以更好地衡量候选道路之间的转移概率,提高地图匹配的准确性和可靠性。

#### 6 结语

本文提出了一种基于用户信令并结合路网拟合用户

#### 参考文献

- [1] 工信部发布《关于促进制造业产品和服务质量提升的实施意见》加快电解铝等4个传统产业转型升级[J].中国有色金属,2019(20):24.
- [2] 刘育英.中国制造变智造[N].中国国门时报,2021-12-14(8).
- [3] 刘佳乐.5G+工业互联网综述[J].物联网技术,2021,11(12):53-58.
- [4] 中国有色金属工业协会.力促电解铝行业提前实现碳达峰目标[N].中国有色金属报,2021-08-31(1).
- [5] 窦宏秀,王震.加快电解铝行业碳达峰助力铝产业绿色发展[J].轻金属,2021(7):1-3.
- [6] 岳东明,徐文涛,王国彬,等.宁夏电解铝行业现状及发展研究[J].轻金属,2021(2):1-5.
- [7] 王玉军.中国电解铝产业发展战略创新[J].中国金属通报,2019(12):4-5.

真实轨迹的方法,通过收集用户信令和路网数据,利用基于路网的轨迹拟合算法,实现了对用户真实轨迹的高精度匹配和位置估计。研究表明,该方法可以有效校正用户定位误差、空缺数据等问题,提高轨迹匹配的精度和位置估计的准确度,为智能交通和物流等领域提供数据支持。

#### 参考文献

- [1] 刘震,付俊辉,赵楠.基于移动通信数据的用户移动轨迹预测方法[J].计算机应用与软件,2013,30(2):10-13,17.