

5G+工业互联网 Research on Application of 5G+ Industrial Internet in Steel Industry 在钢铁行业的应用研究

荀志伟¹,李维汉²,贾捷³,杨晓英³(1.山西晋南钢铁集团有限公司,山西临汾 043400;2.中国联合网络通信有限公司,北京 100176;3.中国联通研究院,北京 100048)

Xun Zhiwei¹,Li Weihang²,Jia Jie³,Yang Xiaoying³(1. Shanxi Jinnan Iron and Steel Group Corporation Limited, Linfen 043400, China; 2. China United Network Communications Corporation Limited, Beijing 100176, China; 3. China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘要:

5G与工业互联网的融合发展,进一步加快了我国钢铁行业自动化、信息化的脚步,推动了数字化、智能化的进程。钢铁行业作为传统流程型行业的典型代表,具有工艺过程复杂、生产周期较长、设备规模庞大、劳动力密集等特点。分析了国内钢铁行业的发展现状以及数字化趋势,聚焦钢铁行业生产和管理现状,介绍了5G+工业互联网在钢铁行业的两大类十余种典型应用场景,为钢铁行业高质量发展提供思路,拓宽视角。

关键词:

5G;工业互联网;钢铁行业;智慧生产;智慧管理
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.07.017
文章编号:1007-3043(2021)07-0073-05
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The integrated development of 5G and the industrial Internet further accelerates the pace of automation and informatization of China's iron and steel industry, and promotes the process of digitization and intelligence. As a typical representative of traditional process industry, the steel industry has the characteristics of complex process, long production cycle, large-scale equipment, and intensive labor. It analyzes the development status and digital trend of the domestic steel industry, focuses on the status of production and management of the steel industry, and introduces more than ten typical application scenarios of two major categories of 5G+ industrial Internet in the steel industry, so as to provide ideas and broaden perspective for the high-quality development of the steel industry.

Keywords:

5G; Industrial internet; Steel industry; Smart production; Smart management

引用格式:荀志伟,李维汉,贾捷,等. 5G+工业互联网在钢铁行业的应用研究[J]. 邮电设计技术,2021(7):73-77.

0 引言

“中国制造2025”和德国“工业4.0”等战略举措的发布掀起了新一轮制造业转型升级浪潮。钢铁作为制造业的重要组成部分,是我国国民经济的支柱性产业,在工业现代化进程中扮演着不可或缺的角色。而近年来,中国钢铁行业慢慢凸显出一系列问题,如技术水平低、供需不平衡、追求“量”而忽视“质”等。2020年受新冠病毒肺炎疫情的影响,钢铁工厂与下游企业供需脱节,使钢铁行业不得不加快转型升级之路,

为交上“2030年碳达峰、2060年碳中和”满意答卷,走出目前发展困境,钢铁行业需要不断推进供给侧结构性改革,围绕生产、能源等方面积极寻求技术革新,借助5G、人工智能、工业互联网等新技术引擎,共同推进钢铁行业高质量发展。

1 钢铁行业发展现状及数字化趋势

1.1 国内钢铁产业链现状及主要特点

钢铁行业作为传统流程行业,生产流程长、工艺复杂,同时高价值设备多,部分工艺难以优化,整体效率亟待提高。钢铁产业链以冶炼企业为核心,前置流程为铁矿石采选(工艺包括将原料铁矿石分类为富矿

收稿日期:2021-06-12

和贫矿,进而加工为块矿和粉矿)、燃料制备(使用焦煤经焦化制备焦炭、使用原煤制备煤粉,作为冶炼燃料);核心流程为冶炼及加工(生铁经转炉炼钢转化为粗钢,粗钢经铸钢、轧钢工艺加工成为螺纹钢、线材、热轧板卷、冷轧板卷、涂镀板、中厚板、不锈钢及其他钢材等工业产品);同时,生产过程中产生的废钢也通过回收再成为粗钢,也可以通过电炉炼钢制成前述工业产品。钢铁产品主要供给下游建筑、汽车等行业用钢客户。钢铁行业生产能耗、排放高,安全事故频发,面临较大的环保安全政策压力以及产能结构失衡、产品市场需求与生产计划协同优化不足等问题。

1.2 钢铁行业的发展趋势

在钢铁行业需要加快转型升级步伐以及5G、工业互联网、人工智能等技术日益成熟的大背景下,政府大力推进钢铁行业“两化”融合发展,钢铁行业自身积极推进信息化和工业化深度融合,主动寻求突破,抓住全球制造业分工调整和我国智能制造快速发展的战略机遇期,助力“中国制造2025”战略目标如期实现。

钢铁行业要解决生产设备智能化参差不齐、协同生产弱、人员密集型、能耗污染大、现场网络管理能力差等问题,就要实现数字化、智能化,从单纯的制造走向智能制造。全连接是工厂数字化的前提,也是实现钢铁产业流程各环节互联的关键。工厂的连接方式正在从有线向无线过渡,由多种连接方式逐步转为以5G+光纤的新一代连接技术为主,实现低时延、高可靠、大连接的新技术赋能产业。随着钢铁行业数字化和智能化水平的提高,以及人工智能技术的进步,人工智能技术在生产中的应用场景逐渐丰富,对实现钢铁行业生产的高效协同、智能化乃至无人化运行,提高钢铁行业信息化和智能化制造水平都具有重要的现实意义。随着“中国制造2025”的深入,钢铁行业信息化需求已大量涌现,目前主要集中在生产、管理等方面。

2 创新技术引领行业发展

2.1 5G技术提升通信能力

钢铁属于流程型生产行业,其主要特点为生产作业连续且流程较为规范,一旦作业停止,会对生产造成较大影响,因此保障联网设备的稳定高效运行非常重要。目前钢铁行业设备联网方式有无线和有线2种,有线一般为工业线缆,其特点为时延低,但建设和

维护成本高,柔性生产方式受限;无线为Wi-Fi、4G和蓝牙,此种方式部署成本较低,但速度和时延难以保证,5G技术打破了传统网络的困境,可以承载丰富的应用。5G的高速率打破了4G的带宽局限,可支持传输工业现场多路超高清视频;5G的超低时延可实现实时操作设备,例如可以实时远程操控天车、堆取料机、焦化四大机车等设备,做到和生产的无缝衔接;5G具备高可靠性,不受钢铁企业恶劣环境(如粉尘、高温)影响,能够做到可靠、精准传输。

2.2 边缘计算承载智能应用

5G时代下,随着钢铁行业设备的逐步联网,工业数据呈现指数级增长,核心网难以满足海量数据的低延时处理要求,此时需要将云端算力下沉至边缘侧来缓解核心网的数据处理压力。边缘计算(MEC)秉承去中心化的思想,将计算资源放在应用侧进行实时响应,与此同时会对数据进行预处理,以减轻后续传输负担。MEC能满足钢铁行业特定场景的低时延需求,边缘侧的数据预处理有效降低了数据传输成本和中心侧的存储成本,同时MEC还能保护客户私密数据不出厂,且具有云边协同的优势。MEC为工业生产制造提供了强大的云网一体能力,如钢铁厂的外观缺陷监测系统、铁水车智能调度系统、天车调度系统、废钢智能判级系统等均可以部署在园区MEC上,云端进行算法的迭代训练,边端侧负责算法的推理执行,算法执行效率和表现得到大幅提升,从而提高企业产能。

2.3 5G网络的多元化赋能

结合钢铁行业实际应用场景和具体需求,运营商提供5G虚拟专网、5G混合专网和5G独立专网3种组网方式。5G虚拟专网是指无线、核心网共享,基于公网物理网络资源,通过网络切片功能隔离出多个端端的逻辑子网,能够做到广覆盖,建设成本较低,数据安全和时延受限于运营商网络安全和用户面功能(User Plane Function, UPF)的部署位置。5G混合专网是指无线、核心网控制面共享,核心网用户面独立,这种部署方式将UPF下沉至园区,供园区专享,企业私密数据可分流至园区企业内网,公众业务分流至互联网,带宽、时延和数据私密性整体优于5G虚拟专网。5G独立专网则是为客户提供一张与公网数据完全隔离的网络,实现公网专用,网络自主可控,时延更低,数据私密性更高,但部署和运维成本较高。

2.4 新型智能终端

随着5G和边缘计算的发展,智能终端大量涌现,

其分为交互类终端(如视频监控设备、5G数采设备、AR眼镜/头盔等)、传感类终端(如纠偏开关传感器、温度传感器、气体检测器等)和控制类终端(如巡检机器人、机械臂、无人机等)。

3 5G+工业互联网在钢铁行业的应用场景

钢铁行业可借助5G+工业互联网打造钢铁行业智慧工厂,从生产、车辆、能源、安全等方面着手,将云计算、物联网、人脸识别、大数据分析、人工智能等技术融入园区的各个环节当中,衍生出丰富的行业应用,助力钢铁行业实现自动化、信息化、网络化和智能化。

结合钢铁行业生产和管理流程现状,笔者梳理出5G+工业互联网在钢铁行业的应用场景,主要分为智慧生产和智慧管理两大部分。

a) 智慧生产:根据钢铁行业生产工艺流程,梳理出了11个具体应用场景,针对这些场景,本文分析了现状和痛点并给出5G+工业互联网解决方案。

b) 智慧管理:除生产外,能耗、安全管理也是钢铁企业的重要工作,利用5G+工业互联网,可以打造人员、车辆、能耗、园区设备多方位智慧管理体系。

3.1 智慧生产

3.1.1 智慧料场

3.1.1.1 3D数字料场

传统料场监控存在死角,料场利用率低下,无法做到料场精准管理,且网络能力不足,在扬尘等恶劣环境下,无线网络易出现卡顿。

通过5G网络改造后,无线网络的抗干扰能力显著增强,利用5G网络读取数字料场点云数据,实时展示料场三维轮廓、堆料种类和重量以及堆取料设备的运行状态,实现实时库存和设备状态管理,做到精准管理。

3.1.1.2 皮带智能纠偏与巡检

由于料场皮带需要运送多种物料,在物料运送过程中皮带可能会发生偏斜,如果没有及时纠偏,物料很可能会从皮带上滑落,甚至导致停机,传统方式为人工纠偏,但人工纠偏难度大。除纠偏外,还需对皮带实时状态进行巡检,人工巡检实时性差,巡检效率低,容易受到环境影响产生漏判,造成安全隐患。

无人纠偏、无人巡检方案通过5G网络连接高清摄像头、纠偏开关传感器、巡检机器人,利用机器视觉检测,通过5G联网+MEC边缘云化PLC,实现AI算法与控制逻辑一体化集成,实时性强,巡检效率大幅提高,

为企业减员增效。

3.1.1.3 堆取料机无人化系统

目前的堆取料工作大多依赖人工,人工称重记录入库物料后,司机凭借经验手动操作堆取料机进行物料的存取,在存取过程中需要中控、司机等多方参与进行物料定位,整个过程所需人员较多,人工成本高且人工定位精度低,可靠性差,流程流转效率低下。

堆取料机无人化控制系统解决了以上痛点,该系统主要由快速激光扫描、5G精准定位、AI智能识别技术组成,结合钢铁料场工艺控制流程,实现全天候自动化堆取料无人作业,定位精度和可靠性大幅提升,人工成本大幅降低。

3.1.2 焦化四大机车远程控制

焦化四大机车是指装煤车、推焦车、拦焦车和熄焦车,在焦炉连续作业过程中,四大机车完成配煤、装煤、推焦、导焦以及熄焦工作,现场工作环境恶劣(高温、粉尘),机车作业要求严格,人工驾驶机车危险性较高且不利于身体健康。

利用5G+高清摄像头+红外编码检测技术打造的焦化四大机车远程控制系统,通过5G网络将现场高清视频实时回传,确保中控室监控与生产线操作保持同步,工人在中控室可以远程控制四大机车协同工作,利用红外编码检测技术进行机车的精准定位,真正做到危险场景无人化、远程化。

3.1.3 智能配煤

目前的配煤工作依靠工人经验,出现经验之外的场景时,很难保证配煤质量。且人工配煤方式难以复制,学习配煤成本太高,操作危险性较大。人工配煤方式对焦炭质量无法事先准确预料,一旦焦炭不合格则需返工,降低生产效率。

智能配煤方案采用5G+人工智能等技术对配煤比例和焦炭质量进行建模分析,将企业运营、焦炭质量、原料等数据作为特征,通过算法大量的训练、分析、推理,实现对焦炭质量的准确性预测,不断调整优化配煤比例,降低企业生产成本、能耗成本、用人成本,提升焦炭生产效率和质量。

3.1.4 高炉出铁口铁水温度远程监测

高炉是钢铁企业的核心设备,高炉中铁水温度的高低对炼钢工艺十分重要。铁水温度低会造成吹损大、钢铁量消耗高、钢水质量无保障、炉龄下降等后果。因此实时监测出铁口铁水的温度尤为重要,高炉附近工作环境恶劣(灰尘、高温),传统有线方式建设

维护困难,Wi-Fi网络抗干扰能力差,易受到高粉尘环境影响。

高炉出铁口铁水温度远程监测方案采用5G+温度传感器/机器视觉的方式,借助5G网络抗干扰能力强、传输性能稳定、无需布线等优势,有效解决网络维护困难的问题。工人在工控室实现远程监测,5G网络实时上传温度数据,一旦发现温度异常则发出警报。

3.1.5 铁水车无人驾驶+智能调度

传统铁水运输由人工驾驶铁水车往返于高炉和炼钢厂之间,铁水车之间调度依赖人工,沟通效率低下,且人工测量铁水包温度不准确,驾驶要求严格,人工驾驶易疏忽,风险高,一旦发生突发事故后果严重。

5G+无人驾驶+智能调度铁水车系统利用5G网络高效衔接各个环节,打造全天候、自动化、高可靠的作业环境。该系统利用无人驾驶技术替换司机,保障工人安全,降低人工成本,提升安全系数。打造铁水车智能调度,减少铁水车运输时间,进一步减少铁水的温降,从而降低炼钢成本。还可加装温度传感器,对铁水包温度实时监测,工人从“驾驶舱”转换到“中控室”,远程监控现场作业。

3.1.6 智能加渣

连铸工艺环节需要向结晶器的钢液面中加入保护渣,从而防止钢液的氧化,减慢钢液的温度流失,吸附钢水中的杂质。目前的加渣方式有人工、重力式加渣、气动加渣等,人工加渣均匀性较差,且工作强度大,容易发生危险,重力式和气动加渣需要人工参与,无法实时观察保护渣余量。

智能加渣系统利用高清摄像头/传感器实时监测保护渣余量,当余量到达阈值时,该系统自动调动机械臂进行加渣操作,当加到指定高度后,停止加渣,整个过程反复循环,省去现场人工操作,且整个加渣过程远程可视可控。

3.1.7 智慧天车

天车作为钢铁企业必不可少的设备,集装卸(物料、成品)、搬运(如废钢、铁水罐搬运)、配合检修等功能于一体。目前钢铁厂内天车多为人工驾驶,现场工作环境较为恶劣,人员作业操作时间长,存在一定的安全隐患且出错率高,容易误听、误记、误指挥;人工操作天车作业效率低;现场缺少高可用网络覆盖,数据更新不及时。

利用5G、人工智能等技术打造的无人天车解决方案可以解决以上痛点。该方案使用5G高质量内网替

换过去的有线连接方案,充分发挥5G特性,同时改造了原有的天车控制系统,实现对天车的多种操作方式。

a) 全自动运行方式:充分利用5G+MEC的大带宽、低时延特性,结合天车调度算法、路径优化算法,实现由集中控制室计算机自动操控天车,实现无人化、自动化、智能化。

b) 人工接管:作为一种备选操作方式,可与自动运行模式无缝切换,保障天车持续、稳定作业。

3.1.8 带钢表面缺陷监测

带钢是钢铁企业的最主要产品之一,因此严控带钢质量尤为重要。目前带钢外观质量检测主要通过人工开卷抽检等方法。带钢表面缺陷种类较多(划痕、辊印、边裂、结疤等),人工检测容易发生错检、漏检,检测效率低下,一旦出现质量问题,企业效益和名誉度都会受到损害。

利用5G+机器视觉检测技术,高清摄像头可实时采集带钢图像,通过5G将图像发送至边缘平台与合格带钢图像进行对比,自动标注缺陷种类,并将缺陷进行预警反馈。智能化手段可大幅提高质检效率,降低质检遗漏率,降低人工质检成本,进一步保障带钢出厂质量,提升企业效益和信誉度。

3.1.9 废钢智能判级

废钢是回收价值较大的再生资源,废钢回收利用是钢铁厂有效利用资源、突破资源瓶颈的重要手段。目前钢铁行业废钢种类繁多(碳素废钢、合金废钢、轻薄料等),废钢级别较多,大致可分为重废、中废、小废、统废、薄型废钢等,但实际鉴别时细分种类较多且种类间相差甚微。现场需要大量人工进行废钢盘点,手段落后,判级效率低下。人工进行废钢定级工作,仅通过目测或卡尺测量,容易出现错判、漏判。

废钢智能判级是利用5G+机器视觉检测技术进行废钢远程判级,建立废钢模型库,结合人工智能等算法实现废钢的实时智能判级,大大提高识别速度、稳定性、客观性和精确度,大大降低了工人的劳动强度,缩减现场废钢判级工人数量,达到降本增效的目的。

3.1.10 钢铁厂环境监测

钢铁厂环境相对恶劣,含有粉尘、噪声、有害气体等,一方面容易造成环境污染,另一方面对工人的身体健康危害较大。钢铁厂一般无单独的粉尘监控系统或其他环境监测系统,依靠人工经验或部分小型传感器进行测量,测量结果不准确。

5G网络能够有效避免粉尘带来的信号干扰问题,同时配合红外扫描测温系统、湿度信息收集系统、气体及烟雾预警系统、粉尘浓度监测系统对料场进行全天候自动化监测,对异常情况自动启动对应预案,杜绝潜在事故发生。

3.1.11 AR 远程装配、维修、培训

钢铁厂的设备种类繁多,如高炉、天车、连铸机等,这些设备的装配、维修和培训工作都需要专家进行指导,以往专家需要到全国各地指导,这种形式需要的专家数量和每个专家的工作量都不小,工作效率低下,企业成本骤增且容易受到外部环境影响,如新冠肺炎、极端天气等。

AR远程装配、维修、培训方案使用5G+AR技术打造虚拟化设备现场,通过佩戴的AR眼镜等智能设备将设备画面通过5G网络实时推送给专家。专家可远程对设备进行装配、维修、培训指导,同时技术人员还可以远程进行设备巡检,不受环境地点的约束,随时随地远程接入,这种方式可以大大减少时间成本,提高工作和沟通效率,同时为企业降低物力和专家聘用成本。

3.2 智慧管理

3.2.1 能耗监控与优化

能源消耗是钢铁企业的难题之一,坚持节能减排是钢铁企业实现可持续发展的必然选择,钢铁企业的能源主要有水、电、氧气、蒸汽以及炼钢所用原材料。在这些能源消耗的关键设备上加装数据采集装置,通过5G网络,将数据实时传输到能源监控平台进行集中监控,工人可在中控室看到能源的实时消耗情况。工厂可使用人工智能等算法分析优化能耗指标,对高耗能设备进行警示。对能源消耗的实时监控、反馈,可以有效降低企业能耗水平。

3.2.2 车辆电子围栏

企业可在园区重点范围,如焦化四大车工作范围、铁水车工作范围等,利用5G+定位技术,配置电子围栏,设置禁行区域、违停区域等。当车辆进入/离开/滞留电子围栏,系统应实时显示车辆进入/离开/滞留电子围栏的状态,当无关车辆出现在电子围栏范围中时,系统应发出警告,避免危险事故的发生,电子围栏可作为有效的安全辅助手段,助力钢铁企业打造安全工厂。

3.2.3 人员合规+人流检测

该方案利用5G网络,结合人体/物体识别等AI能

力,打造人员合规检测系统,支持检测人员穿戴、行为,如是否佩戴安全帽,是否穿戴防护服等,对不规范、不安全的穿戴、行为进行识别警告,防止危险发生。该方案采用5G+视频监控技术,实现钢铁园区人流检测,实时统计进入/离开园区的人数,结合AI人脸识别技术,识别可疑人员并进行告警,实现厂区人员可控、可视,提升钢铁企业的安全运行水平。

3.2.4 园区智能巡检

园区智能巡检是指在园区部署5G网络,利用机器人、无人机等设备对钢铁园区进行全天候、自动化巡检,如煤气管道巡检,车辆安全巡检等,巡检数据以人机交互界面(HMI)等方式实时显示,对于巡检发现的异常情况予以告警,工人可查看告警详情并处理。智能巡检方式可以大幅减少巡检人员工作量,提高巡检效率,构筑钢铁企业高质量发展护城河。

4 结束语

5G+工业互联网日益成熟,其与云计算、人工智能等新技术的结合会催发出钢铁行业越来越多的智能化场景,助力钢铁行业优化产业结构,逐步实现从“劳动密集型”到“技术密集型”的转变,打造出降本增效、节能减排的可持续发展模式,实现由高速发展向高质量发展的转变。

参考文献:

- [1] 袁久柱,陈兆阳,周磊. 钢铁行业信息化建设现状及前景展望[J]. 河北冶金,2017(7):81-86.
- [2] 王国栋. 钢铁行业技术创新和发展方向[J]. 钢铁,2015(9):1-10.
- [3] 姜克隽,向翩翩,贺晨旻,等. 零碳电力对中国工业部门布局影响分析[J]. 全球能源互联网,2021,4(1):5-11.
- [4] 王冠,焦礼静,王惠明,等. 钢铁行业智能制造技术发展现状[J]. 环境工程,2020,38(12):173-176,137.
- [5] 付宇涵. 我国制造业两化融合发展路径[J]. 企业管理,2020(9):104-109.
- [6] 张呈宇,李红五,屈阳,等. 面向工业互联网的5G边缘计算发展与应用[J]. 电信科学,2021,37(1):129-136.
- [7] 张建良,周芸,徐润生,等. 中国制造2025:推进钢铁企业智能化[J]. 中国冶金,2016,26(2):1-6.
- [8] 赵维铎,蒋伯章. 5G+工业互联网的思考与实践[J]. 中兴通讯技术,2020,26(5):57-60.

作者简介:

苟志伟,学士,主要从事信息化规划、建设、运维工作;李维汉,硕士,工程师,主要从事5G与工业互联网融合应用研究工作;贾捷,工程师,硕士,主要从事软件开发、云计算、工业互联网等研发工作;杨晓英,硕士,主要从事5G+工业互联网相关研发工作。