

（一）江苏永钢 5G 固废利用智能转底炉工厂项目

1. 案例概述

针对冶金过程固废循环利用，转底炉工厂可以对钢铁生产过程中产生的尘泥、污泥等进行提纯处理，得到可用于炼钢生产的金属化球团，还原出来的锌、铅、硫等可以进一步形成产品。

党的十九大报告指出，要加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。江苏永钢紧抓时代发展要求，配合国家发展战略，依托 5G 信息技术、数字化技术和智能化设备建设转底炉智能工厂，实现各类运行数据的自动化采集、分析与抛送，通过对工厂、关键设备的数字建模，融合工艺、质量、设备、物流、成本等多维多源信息，建立三维环境下的数据可视化交互展示与智慧运营平台，为转底炉的日常生产、调度、控制等作业提供全面准确的数据服务。

永钢在循环经济利用和绿色工厂水平上再上一个新台阶。同时得益于人工智能和工业生产的全面结合，智能工厂成功实现转底炉 DRI 生产流程精细化、生产操作自动化和生产效率高效化的运行，量化管控转底炉工艺参数，标准化转底炉生产控制，有益于实现安全、绿色、高效、低能耗的生产全流程，降低人员培训成本，推广转底炉工艺促进绿色循环经济。

2. 应用场景

场景 1：5G 智能装备，无人行车提升安全性



来源：中国电信股份有限公司苏州分公司

图 102 VR 巡检

提供 5G+VR 导览、5G+VR 巡检、无人行车等多应用辅助用户远程协作。员工身在中控室，通过 VR 模拟车间的真实环境导览与漫游厂区；设置一名“虚拟员工”，通过制定巡检路线，实现一键开启智能巡检，代替真人在现场巡检，通过这名“虚拟员工”的视角，在制定好的路线中查看相关设备数据；操作人员只需在后台指定目标区域并给出行车运行指令，由行车自动完成上料、卸料工作。5G+VR 导览、5G+VR 巡检、无人行车等多应用解决了用户远程协作的需求，有效降低了厂区监管以及运行成本。

场景 2：5G 设备管理，设备全生命周期管理

采集设备信息，实现检修记录、验收记录、关键设备功能精度可追溯和故障的闭环管理，确保转底炉设施设备的高效、稳定运行；采集原辅料信息，确保物料的质量是有保障并可追溯的；采集工艺规程、生产控制参数、工序质量控制标准进行固化，建立计算模型，关键来

料情况调整工艺控制，确保能够适应物料的变化和满足生产需求；采集设施设备参数、设备运行状态数据、检验数据、质量控制数据确保产品质量。所有的数据都将汇集至大数据平台，经过系统分析后下达操作指令，大幅减少生产过程中的人工干预，提高生产过程可控性，提升产品质量、降低生产过程的损耗。

图形化的展示界面实现对厂区设备的整体智能化管控，为转底炉工厂的日常运行、调度、控制等作业提供可视化的数据服务，降低运营成本。此外，实时采集的设备运行参数信息与运维参数信息，可以通过大数据训练建设转底炉数学模型，不仅可以结合模型算法实现预防性的设备诊断、预警与维修，还可以量化管控转底炉工艺参数，标准化转底炉生产流程。

场景 3：5G 能耗管理智能化



图 103 能源管理运营云平台

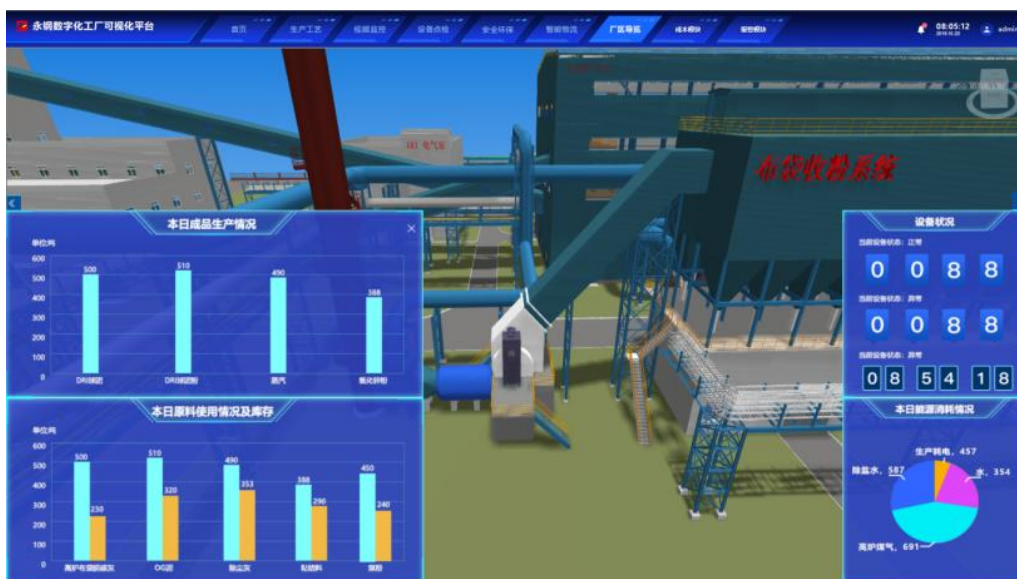


图 104 生产可视化平台

结合 5G 技术，构建工厂专属的能源管理并接入永钢能源管理平台，实现循环再利用智能工厂内部的能耗数据采集和管理，支撑永钢公司级的能源调度和管理要求，通过公司级的能耗管理向下层层追溯，可以做到工序、班组、产品的能源精细化管理，大幅减少能源浪费。

表 4 冶金尘泥处理量 25 万吨的转底炉工厂能耗对比表

能耗	智能转底炉工厂	传统转底炉工厂
耗电 (kw·h(kWh))	1056794	1997484
焦炉煤气 (m3)	—	532196
高炉煤气 (m3)	4989103	—
转炉煤气 (m3)	7542801	8112951
氮气 (m3)	2563168	1351333
工业清水 (吨)	6617	5911
除盐水 (吨)	10339	12601
人力资源 (人/班)	10	30
工序能耗 (kgce/吨)	≤190.907	≤220.98

场景 4：物流跟踪追溯

通过集成 5G、RFID 电子标签、移动应用等数字化技术，实现原辅料从发出到接收的全流程跟踪与管控，同时原辅料的质量信息、重量、物流信息、成本信息随原辅料同步传输。通过 APP 可以快速查询到设施设备的基础信息（数字化交付的数据），从设施设备的采购、安装、调试、运行、检修、到最终报废，实现全生命周期管理工装 APP 管理，随时随地能够通过移动终端扫描设备二维码进行查询。通过 RFID 物流跟踪追溯系统降低了人力成本消耗。

场景 5：5G 安全环保，保证生命健康



图 105 智能可视安全帽



图 106 定位监测手环



图 107 人员定位及可视化系统

固废利用智能工厂配备高精度人员定位管理系统，结合移动定位技术和 5G 通信技术，为员工配置智能定位手环，随时检测人员活动范围并实时监测人员健康状态，以防员工危险区域发生意外。解决人员现场作业状态无法实时监管的问题，实现转底炉厂区人员管控无死角，确保人员的生命安全有保障，降低管理成本。

3. 案例总结

生产精益化、透明化、数字化水平显著提升。应用 RFID、二维码等方式对生产资源进行自动、半自动识别，运用工业物联网、5G 等技术实现工厂内各层级资源之间的信息交互，工厂的自动化信息、数据采集率达到 95%。建有的 MES、质量管理、设备管理等系统已覆盖工厂生产制造全过程。研发的设备状态监控的故障预测、微检修、VR 检修、人员定位健康监控等系统则可以有效对人和物的安全进行分析、评估、预防、规避，大幅提高安全生产水平。

表 5 冶金尘泥处理量 25 万吨的固废利用智能工厂成效

	智能转底炉工厂	传统转底炉工厂
生产运转率 (%)	$\geq 98\%$	$\leq 72\%$

DRI 球团	粉化率 (%)	< 20%	> 25
	金属化率 (%)	70	65
员工总数 (人)		40	129
(含原料) 成本 (元/吨)		1456.88	952.41
每月收益 (元/吨)		1385.14	1132.27
粉尘浓度 (mg/Nm ³)		< 5	< 10
SO ₂ (mg/Nm ³)		< 30	< 50
NO _x (mg/Nm ³)		< 150	< 200

综合生产绩效全面提升，行业内具有示范意义。项目综合应用多项先进技术，形成了 5G+模式的全连接能力，为传统工业制造赋能，为“绿色制造、智能制造”目标提供坚实的支撑。建成后的智能转底炉工厂，转底炉工厂的信息化、智能化水平、作业率、作业人员配置率、能耗水平以及产品质量关键指标等各项运行绩效指标均大幅改善，对行业发展具有积极意义，项目先后获评“智能标杆工厂”，江苏省级智能车间，为实现钢铁行业高质量发展提供新动能、作出新贡献。

表 6 固废利用智能工厂绩效指标优化情况

指标名称	传统转底炉工厂 实绩	智能转底炉工 厂实绩	优化情况
生产效率 (%)	72%	98%	提高 36.1%

运营成本 (元/吨)	1456.88	952.41	降低 34.6%
产品不良品率 (%)	3.4%	1.8%	降低 47.1%
能源利用率 (%)	52%	68%	降低 23.5%



图 108 固废利用智能工厂智能标杆工厂荣誉证书