

生成式AI(AIGC)助力钢铁行业转型升级

数字化浪潮席卷世界,钢铁行业处于百年未有之大变局之中。AIGC作为数字时代的前沿技术,为钢铁行业突破发展瓶颈、实现高质量发展带来了曙光。

1 AIGC+钢铁国际动向与中国发展情况

1.1 国际AI+钢铁探索

2011年,美国政府公布“材料基因组计划”。该计划旨在指导企业建设材料创新基础设施,加快先进材料的发现和部署,降低开发成本,提高研发效率。2016年开始,韩国浦项钢铁公司利用深度学习分析处理高炉操作5大变量数据,智能预测与控制高炉运行状态,钢铁工业开始跨入数字时代。JFE Steel 提出建立钢铁主流程数字孪生和信息物理系统(cyber physical system, CPS),实现钢厂最优自动运行。在完成8座高炉的数字化转型后,又计划将CPS系统向后部工序拓展。

1.2 中国钢铁行业数字化转型背景与优势

改革开放以来,中国钢铁行业迅猛发展,经过多年的引进和创新,工艺装备和控制系统硬件以及运行环境都达到了工业时代的巅峰水平。钢铁工业作为大型复杂流程工业,全流程各工序均为充满不确定性的黑箱。这些黑箱为我们提供了应用数字技术的最佳场景。工业时代后期的自动化控制系统有全面的数据采集和丰富的数据积累,

数据资源优势明显。进入数字时代,对钢铁工业的落后大脑——边缘系统进行数据驱动、软件定义、双层架构的信息技术改造,构建先进的CPS,实现低成本的系统升级换代,成为一个亟待解决的重大问题。中国钢铁科技工作者早在20世纪90年代,即率先开始了利用人工神经网络预测材料组织性能的研究;在完成国家重点科技计划项目过程中,产学研合作进行了建立轧制过程CPS的深入研究。这些创新工作为中国钢铁工业奋战AI+钢铁、冲刺数字技术新赛道、攀登钢铁工业新高峰,奠定了理论与实践的基础,培育了数字化创新的人才队伍。

1.3 中国钢铁行业的转型路径

目前中国已经率先在一些生产线的各生产单元建立起单元级的CPS和钢铁企业创新基础设施(SEII),推出生成式AI+单元的样板,推动钢铁行业的各基本单元数字化转型,高质量发展。下一步,AI+钢铁的工作有2个方面。一方面,在单元的AI+钢铁执行中,有一个重要的难点问题,即一些材料成分、组织、性能等微观信息目前尚无法直接在线、实时、连续获取。经过30余年的探索研究,目前已经采用离线获取实测值+理论经验+多模态辅助等方法初步解决这一难题,基本可以保证实时预测精度。这些重要的基本信息的可靠获取是各单元数字化转型方面的最大的拦路虎,将是下面需要解决的重要问题。目前已经布局开发相关在线检测



王国栋

金属材料加工专家
中国工程院院士

现任钢铁共性技术
协同创新中心主任。研究
方向为金属材料加工及数
字化转型。

东北大学,沈阳 110819

仪表,但真正实现还需相当的时间。另一方面,钢铁生产全流程是一个整体,上下游之间互相影响。AI+钢铁下一阶段的主要目标是全流程一体化的AIGC+钢铁,数字换脑,模型换代,登顶RS(RO-BOTSTEEL),完成钢铁工业中国式现代化的光荣任务。

1.4 中国钢铁行业实施AI+钢铁特色

特色1:遵照习近平总书记提出的新时代中国特色社会主义思想,以钢铁行业中国式现代化为目标,发挥社会主义制度优越性,集中力量办大事,贯彻“深度融合”三原则,即产学研深度融合、科技创新与产业创新深度融合、数字经济与实体经济深度融合,促进钢铁工业全流程、一体化AI+钢铁,加速实现中国式现代化。

特色2:以钢铁产品生产线为主线,以生产线的大数据为基本资源,围绕质量、成本、低碳、安全发展,主攻全流程边缘黑箱,通过“AIGC+钢铁”,开发建设全流程一体化的数字孪生平台与SEII,构筑钢铁行业SEII的标准化通用技术体系,建成钢铁行业的RS,从而实现数字经济、人工智能与实体经济的深度融合。

特色3:提出钢铁行业各单元SEII的“一网-三平台-四功能”的双层扁平化基本架构,作为钢铁行业中国式现代化的数字底座,已经在钢铁行业的主要单元建成运行,发挥效益、树立样板。

特色4:由于钢铁生产过程的高度复杂性和某些数据无法获取,应充分利用近年发展的最新AI技术,例如深度学习、多模态、多智能体、算力轻量化、端到端、具身智能等,与钢铁行业实体经

济相结合;同时充分利用离线获取的数据和传统理论、专家经验等,与AI结合,为钢铁行业赋能,助推钢铁行业转型升级。

特色5:充分利用钢铁行业工业时代最先进的计算机硬件系统和运行环境,以扁平化双层架构、数字换脑、模型换代、AI+边缘数控为核心,实现数据驱动、软件定义等信息技术改造,走出了低成本、高效率、易推广、零风险的数字化转型的钢铁工业升级换代之路。

2 AIGC+材料行业的标准化通用技术体系

1) 数据。数据是事实或观察结果的逻辑归纳,用于表示客观事物的原始素材,其本质是对客观事物的抽象记录。它的核心价值在于通过挖掘数据中隐藏的模式、趋势和关联性,为决策、预测和创新提供支持。数据采集的准确性、完整性、保真度和数据ETL(提取、转换、加载)治理,是科学利用数据前提。

2) 模型。数学模型是用数学语言描述的一类模型,它们可以是一个或一组方程或其他数学工具描述的模型。AIGC生成的数据驱动工控型模型系统包括边缘黑箱系统的数字孪生模型、位于云中的无监督机器学习模型、位于云中的语言解释大模型。

3) 算力。算力用来表达计算的能力,主要通过算力中心等算力基础设施向社会提供服务。钢铁工控型模型的目标是企业的实时控制,它使用企业数据池中的个性化数据,涉及的数据量很小,但是需要极短的时延和极高的保真度。

4) 算法。算法是对解题方

案的准确描述,它通过清晰指令将输入转化为有效输出。端到端算法将输入到输出作为一个整体来考虑,将OT(信息技术)与IT(运营技术)结合,简单高效、易于维护。流程工业的机器学习主要使用端到端算法。

5) 系统架构。系统架构是构成系统要素间相互联系、相互作用方式和秩序,即系统联系的全体集合。数字时代采用扁平化的双层IT架构,在边缘构成5G工业互联网下的CPS。

6) 工业软件。工业软件是指在工业领域里应用的软件,包括系统、应用、中间件、嵌入式等。钢铁行业的AIGC+钢铁主要是对原有系统的改造,边缘过程控制部分、数据ETL处理部分要进行软件独立开发。

3 2025—2035年AI+钢铁发展规划建议

2025—2026年重点打造10条以上铁-钢-铸-轧全流程一体化AI+钢铁样板生产线。同时,制定标准体系、验收评测指标体系及方法。

2027—2030年大面积推广,完成30条以上全流程一体化AI+钢铁生产线的建设。

2031—2035年全行业推广,全面实现钢铁行业的AI+钢铁。

在未来的发展进程中,钢铁行业需持续关注技术创新,加强人才培养,不断优化产业生态,以应对不断变化的市场环境和技术挑战,在数字化转型的道路上不断探索前行,实现钢铁产业的全面振兴与升级,在世界东方率先建立国际领先的中国式现代化的钢铁工业集群。