智能钢厂生产运营决策优化的人-信息-物理系统

郑忠^{1*}, 张开天¹, 高小强²

1. 重庆大学材料科学与工程学院, 重庆 400045;

2. 重庆大学经济与工商管理学院, 重庆 400045

* E-mail: zhengzh@cqu.edu.cn

doi: 10.1360/SST-2021-0347

在全球信息化浪潮下, 智能制造已成为世界工业强国振兴工业发展的国家战略^[1,2]. 钢铁工业是社会可持续发展的重要支柱产业之一, 以生产运营管控为核心的决策优化是钢铁企业高效运行的关键与核心. 随着企业并购重组、市场需求多变、节能环保形势严峻, 钢厂生产运营决策优化日趋复杂, 建设智能钢厂实施企业转型升级迫在眉睫^[3].

钢铁制造流程决策优化的本质是物质流在能量流的驱动下, 基于信息系统的感知、识别、决策、优化等功能, 通过生产流程和过程单元的信息流形成流程与过程制造的控制流, 促进、引导、组织和保障整个

流程动态-有序、协同-连续运行, 达成高效优质低耗的生产运营目标. 随着工业4.0智能制造及CPS概念的提出^[4,5], 以及工业互联网、云计算、大数据、人工智能、5G等先进信息技术, 为智能钢厂的决策优化技术发展带来新的契机. 当前钢厂ERP-MES/EMS-PCS信息系统的架构层级分明, 数据孤岛严重, 智能决策能力弱, 难以快速响应日益复杂的内外环境变化.

为此, 考虑可进行钢厂信息系统架构的适应性转化构想: 从钢铁制造的过程和流程出发, 建议构建面向制造单元精准执行与流程生产协同管控两个层级的人-信息-物理系统的扁平化架构(如图1所示), 并

图1 (网络版彩图) 钢厂信息系统适应性转化的扁平化架构示意图

Figure 1 (Color online) Schematic of flat structure for adaptive transformation of cyber systems in steel plants.

英文全文见: Zheng Z, Zhang K T, Gao X Q. Human-cyber-physical system in production and operation decision optimization for smart steel plants. Sci China Tech Sci, 2022, 65: 247–260, 10.1007/s11431-020-1838-6

分别提出了“过程数据支撑-过程特征建模-人机协同决策”和“数据互联互通-多系统协同-平台化集成应用”的人-信息-物理系统的构建思路; 重点突破数据平台及其应用、智能化建模、人机协同优化、模型平台化集成四个方面的关键技术. 结合先进的智能优化算法研发相应的模型应用技术, 应用机器学习与数据驱动技术进行多工况、多场景的知识挖掘与

知识表达, 实现人机协同的自主决策控制优化与生产管控决策优化; 依托工业互联网技术、云计算技术和边缘计算技术, 构建工业数据云平台, 实现多系统、跨区域的互联互通和信息共享, 促进多系统、多地协同决策优化. 还探讨了人-信息-物理系统在未来智能钢厂生产运营决策优化的模式和人机协作方式.

参考文献

- 1 Keith B B, David B A, John D G, et al. Who will set the rules for smart factories? *Issues Sci Tech*, 2019, 35: 70–76
- 2 Sun Y N, Bai X J. “Made in China 2025”—A strategy to strengthen China with Chinese characteristics (in Chinese). *Intell Manuf*, 2020, 10: 43–45 [孙燕妮, 白晓军. 《中国制造2025》——中国特色的强国战略. *智能制造*, 2020, 10: 43–45]
- 3 Yin R Y. The essence, function, and future development mode of steel plant (in Chinese). *Sci China Ser E-Tech Sci*, 2008, 38: 1365–1377 [殷瑞钰. 钢铁制造流程的本质、功能与钢厂未来发展模式. *中国科学E辑: 技术科学*, 2008, 38: 1365–1377]
- 4 Zhou J, Zhou Y, Wang B, et al. Human-cyber-physical systems (HCPSs) in the context of new-generation intelligent manufacturing. *Engineering*, 2019, 5: 624–636
- 5 Krugh M, Mears L. A complementary cyber-human systems framework for Industry 4.0 cyber-physical systems. *Manuf Lett*, 2018, 15: 89–92