

面向新工科建设的加热炉智能燃烧控制虚仿平台的研制

蔺凤琴, 杨旭, 李擎*, 崔家瑞, 陈相, 李希胜

(1. 北京科技大学 自动化学院, 北京 100083)

摘要: 遵循新工科建设对人才培养的要求, 顺应国家智能制造规划, 发挥冶金行业院校特色, 开发了加热炉智能燃烧控制虚仿平台。该平台基于本项目组多年来在加热炉领域实际工程研究成果, 采用工厂实际数据, 复现加热炉智能生产的全过程。本平台设计了 6 大类实训项目, 覆盖从工艺认知到生产过程控制再到系统优化的各个阶段。近年来在自动化、冶金和热能等专业的实践教学表明, 该虚仿平台具有现场模拟的真实性、平台构建的完整性、开发手段的先进性和学科知识的交叉性等特点, 在很大程度上培养了学生解决复杂工程问题的能力。

关键词: 新工科; 智能制造; 加热炉; 智能燃烧; 虚拟仿真

中图分类号: TP 29

文献标识码:

文章编号:

Development of virtual simulation platform of reheating furnace intelligent combustion control for New Engineering Education

Lin Fengqin, Yang Xu, Li Qing*, Cui Jia-ru, Chen Xiang, Li Xi-sheng

(1. School of Automation and Electrical Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to comply with the requirements of New Engineering Education construction for talent cultivation, the national intelligent manufacturing plan, and give full play to the characteristics of metallurgical industry colleges, a virtual simulation platform for intelligent combustion control of reheating furnace was developed. Based on the actual engineering research results of our project team in the field of reheating furnace over the years, the platform adopted the actual data of the factory to reproduce the whole process of reheating furnace intelligent production. This platform designed six categories of practical training projects, covering the each stage from process cognition to production process control and system optimization. In recent years, teaching practice in majors such as automation, metallurgy and thermal engineering indicates that the virtual simulation platform possesses features about authenticity of on-site

simulation, integrity of the platform construction, advancement of development methods and intersectionality of subject knowledge. It has greatly cultivated students' ability to solve complex engineering problems.

Keywords: New Engineering Education; intelligent manufacture; reheating furnace; intelligent combustion; virtual simulation

1 引言

北京科技大学作为具有冶金特色的行业院校，其自动化专业在轧钢生产自动化方向在国内具有一定的领先优势，同时作为国家级特色专业、国家级一流专业建设点和卓越工程师培养计划专业，已通过了两轮工程教育专业认证^[4]，在智能制造生产培养方面开展了一些卓有成效的探索和实践^[5-9]。2017年6月，教育部发布了《关于推荐新工科研究与实践项目的通知》，明确提出加快工程教育改革创新，培养创新型卓越工程科技人才以支撑产业转型升级的要求^[1]。

2018年10月，教育部、工信部、中国工程院发布了《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见》，提出了加快新工科建设的总体思路、目标和举措^[2]。2021年12月，工信部等八部门联合印发《“十四五”智能制造发展规划》，明确指出“智能制造是制造强国建设的主攻方向，其发展程度直接关乎我国制造业质量水平。^[3]”，为新工科背景下的人才培养提出了明确要求。

随着智能制造向冶金领域的不断深入，轧钢产线的智能化已势在必行。本课题组在冶金加热领域深耕多年，与企业加热炉智能控制方向有持续的产学研课题合作，如2019年南钢中厚板卷厂热处理炉区域控制集成项目、2020年首钢迁钢二热轧加热炉大数据挖掘项目、2020年华菱涟钢2250厂加热炉模型优化项目、2021年沙钢热处理车间集控中心项目等。

为更好地实现科教融合实践反哺教学，本课题组基于实际工程自主研发了加热炉智能燃烧控制虚仿平台，使学生了解加热生产工艺流程和控制性能指标。基于虚仿平台的实训项目可进行自动化、冶金和热能等专业的实践教学。

2 加热炉智能燃烧控制系统

加热炉是热轧产线的重要工序，它将钢坯加热到满足下游工序要求的温度，是连接上游工序（连铸）及下游工序（轧制等）的纽带。加热质量包括钢坯温度的精确性和均匀性直接影响到最终轧制产品的质量。由于高温、高尘的生产环境，以及系统多变量耦合的非线性特点，致使加热炉成为轧钢产线自动控制水平最为薄弱的环节，因此也是生产智能化改造的重点。加热炉