

信息化建设

炉卷线加热炉二级燃烧模型的应用

任绪永, 亓海燕, 何敏, 焦芳芳, 胡自明

(山东泰山钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271100)

摘要:为解决人工烧钢造成的板坯温度差异缺陷, 泰钢不锈钢轧钢厂炉卷线加热炉引进二级燃烧控制模型, 主要包括燃烧模型计算、板坯温度跟踪计算及动态炉温设定, 其中控制系统采用C#语言编程实现, 数据存储采用Oracle 10g数据库。模型系统应用后, 加热炉温度控制由人工控制改为自动控制, 避免了钢坯温度差异, 板坯温度满足了轧线工艺要求, 同时有效降低能源消耗。

关键词:加热炉; 燃烧控制; 二级燃烧模型; 板坯温度; 温差

中图分类号: TG307

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2017)03-0057-03

1 前言

山东泰山钢铁集团有限公司不锈钢轧钢厂现有2座步进梁式加热炉, 加热炉炉体分为热回收段、预热段、加热段、均热段等4段, 加热燃料为高焦混合煤气, 各段炉气温度采用热电偶测温, 热回收段装有残氧分析仪, 煤气管道装有热值分析仪。1#加热炉投入使用后, 炉温依靠操作人员的经验进行控制, 不同班次同类板坯温度差异较大、同一板坯长度方向温度差异也较大, 板坯温度差异缺陷给后续工序的生产稳定造成了影响。改造增加2#加热炉后, 由于两台加热炉的炉体差异较大, 使得两台加热炉燃烧控制存在不同, 依靠人工经验的方式加热钢坯已无法满足现场生产的需要。

因此, 泰钢不锈钢轧钢厂加热炉引进二级燃烧控制模型, 采用自动控制与人工经验相结合的方式实现加热炉的燃烧控制。

2 燃烧控制系统简介

加热炉二级燃烧控制系统主要包括燃烧模型计算、板坯温度跟踪计算及动态炉温设定。控制系统采用C#语言编程实现, 数据存储采用Oracle 10g数据库。

2.1 燃烧模型

加热炉二级燃烧模型采用赛迪“加热炉模型及仿真平台”初始数据计算程序、工艺优化处理程序构建静态数据库, 将静态数据库数据引入在线计算平台, 在线平台初始炉温设定数据来源于静态数据库, 并结合在线温度跟踪计算模块、板坯出炉目标温度预测计算模块、炉温设定规则及加热炉休炉策

略共同构成了基于轧钢工艺的加热炉二级燃烧模型, 其总体构建框架如图1所示。

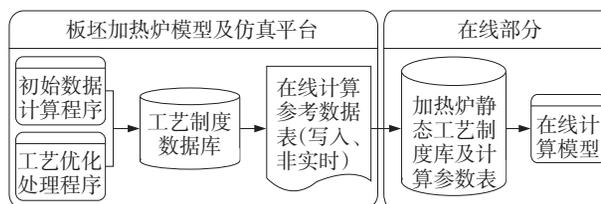


图1 加热炉二级燃烧模型总体框架

加热炉自动燃烧控制的实现方式是以板坯计划出炉温度为目标按照在线模型策略及操作工控制要求计算出加热炉各段炉气温度目标值。为适应现场工艺多变性及数据准确性, 目标出炉温度通过3种方式获得, 分别为计划板坯目标温度、板坯钢种目标温度、人工修正板坯目标温度。计划板坯目标温度由三级系统下发, 其优先权最低; 板坯钢种目标温度通过二级客户端“钢种目标温度修正”调整, 该功能实现以钢种及规格根据工艺确定其控制目标温度, 防止计划输入有误造成控制偏差, 其优先权居中; 人工修正目标温度通过二级客户端“设定炉温修正”区域修改, 方便操作工根据现场实际情况修改目标出炉温度, 其优先权最高。

二级燃烧模型客户端左侧为“设定温度修正”区域, 有3种修正方式: 一是人工设定, 选择后模型采用人工设定温度值下发一级, 一般用于热值变化加大时使用; 二是偏差修正, 选择后一级执行温度目标值为二级设定值与偏差修正之和, 主要用于两座炉体存在差异时使用, 以上两种修正方式只能二选一; 三是最高炉温限幅, 选择该方式后, 当二级设定炉温超过该限幅值时, 二级将该限幅值下发一级执行, 主要用于工艺方案出现变化时使用。

二级客户端中间区域为炉气温度与煤气流量显示区域, 主要方便操作工观察实际炉况变化; 右侧区域为空燃比计算区域, 可通过检测高炉煤气与

收稿日期: 2017-04-20

作者简介: 任绪永, 男, 1984年生, 2007年毕业于咸阳师范学院电子信息科学技术专业。现为山东泰山钢铁集团有限公司不锈钢轧钢厂工程师, 从事自动化控制工作。

焦炉煤气成分后配比计算得出理论空燃比,作为操作工调整一级空燃比参考值。

2.2 板坯温度跟踪

板坯温度跟踪是根据板坯在每个计算周期内在炉内所处的位置信息、炉温以及上一个周期的板坯温度分布,计算炉内板坯在水印部、非水印部、均热段水印部3个位置的内部实际温度以及在炉内剩余时间,模拟再现板坯的加热温度曲线,同时通过计算预测每块板坯在目前生产节奏下,到达每个控制区域出口及出炉时的板坯温度分布,达到模拟跟踪板坯在炉内的温度变化,板坯温度跟踪模型计算流程见图2。

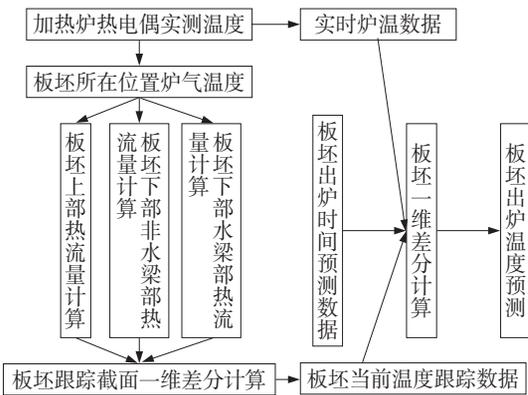


图2 板坯温度跟踪模型计算流程

2.3 动态炉温调节

动态炉温调节是根据动态出炉温度预测,计算每块板坯步出该段时与目标温度的差值,当差值超过限定范围时,需要进行动态炉温温度调整,调整仅限于板坯所在控制段。

根据该段内每块板坯的权值(权值根据板坯当前位置距炉段出口位置的距离等综合确定),分周期对炉温进行调整,直到板坯预测温度与目标温度的差值在规定范围内,调整结束,计算流程见图3。

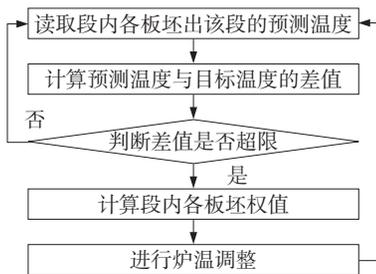


图3 动态炉温调节计算流程

3 燃烧模型应用效果

二级燃烧模型投用后,加热炉温度控制由人工控制改为自动控制,在一定程度上避免了人工经验差异与炉体差异造成的钢坯温度差异,改善后续加工质量稳定性,同时通过板坯实时温度跟踪计算,有效降低能源消耗。

3.1 板坯温度对比

1#、2#加热炉模型投用前、后粗轧开轧温度曲线对比见图4(以06Cr13钢种为例)。

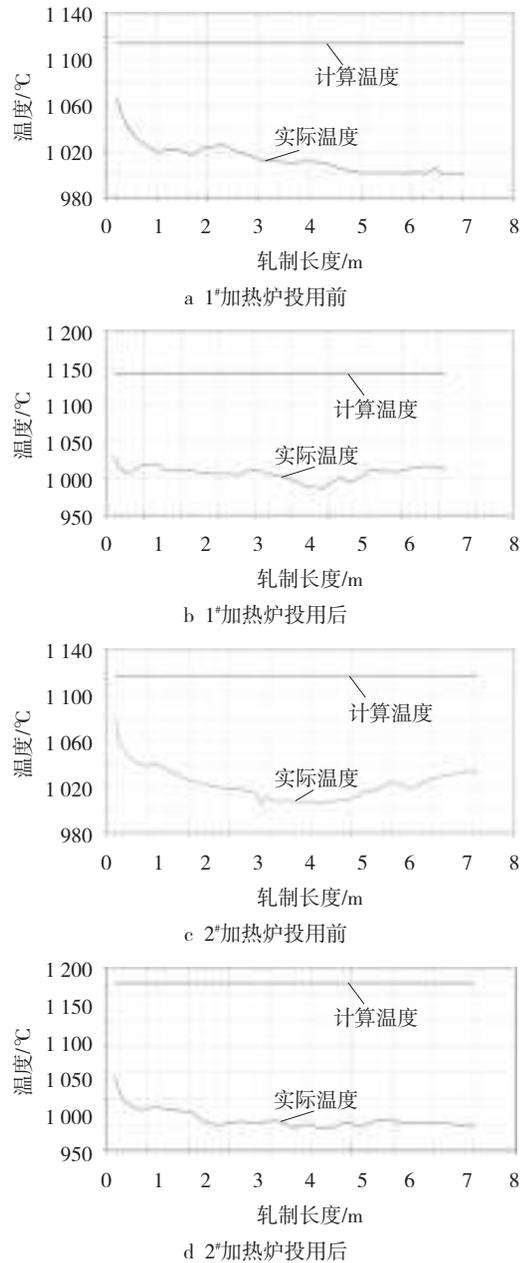


图4 燃烧模型投用前后板坯粗轧开轧温度曲线对比

由图4对比可以看出,燃烧模型投用后板坯粗轧开轧温度曲线更为平滑,板坯整体温差减小,1#加热炉与2#加热炉板坯加热温度曲线趋于相同,有利于后续轧制稳定。

3.2 加热炉能源消耗对比

2016年4月底完成加热炉燃烧模型在线调试,根据实际生产情况,对燃烧控制模型投用前后的400系不锈钢生产时主要燃动力消耗情况进行统计,电消耗由72.95 (kW·h)/t降低到68.05 (kW·h)/t,混合煤气消耗由285.7 m³降低到251.35 m³。按电0.66元/(kW·h·t⁻¹)、混合煤气0.18元/(kW·h·t⁻¹)计算,综合成本吨钢降低9.42元。

4 结 语

泰钢不锈钢轧钢厂燃烧模型系统于2016年5月正式投用,运行情况良好,经二级燃烧模型控制加热的板坯温度更均匀,温差更小,能更好地满足

轧线工艺要求,为生产目标的完成及成本控制提供了有力保障。在生产实践中,为适应多钢种轧钢模式及其工艺制度要求,二级燃烧模型系统的控制参数与控制模式还需要进一步优化和改进,以期达到更好的燃烧控制结果。

Application of Secondary Combustion Model for the Heating Furnace in the Steckel Line

REN Xuyong, QI Haiyan, HE Min, JIAO Fangfang, HU Ziming

(Shandong Taishan Iron and Steel Group Co., Ltd., Laiwu 271100, China)

Abstract: In order to avoid the temperature difference of the slab, the secondary combustion model is introduced in the furnace of the steckel line. It includes combustion model calculation, slab temperature tracking calculation and dynamic setting of furnace temperature, the control system is programmed by C# language and the data is saved by Oracle 10g database. After the application of the model system, the artificial steel reheating is instead of automatic steel reheating, the temperature difference of the slab is avoided. The slab temperature can meet the requirement of the rolling process and the energy consumption is reduced effectively.

Key words: heating furnace; combustion control; secondary combustion model; slab temperature; temperature difference

(上接第54页)

Optimization Design of Bogie Type Forging Heating Furnace

WANG Bo

(The Maintenance Engineering Company of Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: In view of the shorter working period and higher maintenance cost of the forging heating furnace, by optimizing the structure of furnace door, trolley structure, furnace wall structure and improving the sealing of furnace body etc., the optimization design of forging heating furnace is carried out. After optimizing the design, the service life of the heating furnace is prolonged. After the transformation of heat-resistant materials, service life is increased to more than 8 months. The sealing effect is improved, the heat loss is reduced, the gas consumption is reduced from 31.55 GJ/t to 29.5 GJ/t, and the maintenance cost is decreased.

Key words: trolley heating furnace; furnace wall; tightness; optimal design

(上接第56页)

Application of Cold Saw Control System in 750 Blooming Mill Production Line

LIU Jiang

(Laiwu Automation Branch of Shanxin Software Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

Abstract: The production line of the Laigang 750 cogging workshop was reformed in order to produce special-shaped steel. Its control system of cold saw mainly controls the requirements to finish the grouping and the group cutting to length of the straightened pieces. It includes several functions, such as the fixed length control on the cold saw roller table, group control of the roller table, tacking control of the pieces, delivery control of the pieces, etc. After the application of this control system, the pieces can be cut into segments group by group, the higher precision control has been achieved. The existing fixed rate mode has been optimized, and the equipment application status has been improved.

Key words: cold saw; control system; blooming mill production line; grouping

学会动态

2017年度山东金属学会助力地方创新驱动发展工程启动

为实施创新驱动发展战略,服务我省产业发展、人才引进及脱贫攻坚部署,2017年,山东省科协贯彻落实中国科协创新驱动助力工程总结交流会会议精神,特别是李源潮同志的重要讲话精神,按照《山东省科协关于实施助力地方创新驱动发展工程的意见》要求,及《山东省科协2017年度助力地方创新驱动发展工程实施方案》,组织开展了2017年度助力地方创新驱动发展工程申报工作。根据各市和省级学会申报情况,经综合评定,山东金属学会等20个学会为2017年度山东省科协助力地方创

新创新驱动发展工程牵头学会,山东金属学会对接莱芜市钢城区。5月26日,山东金属学会秘书处组织专家,积极与莱芜市科协、钢城区科协对接,并去莱芜钢铁集团粉末冶金有限公司、莱芜市新艺粉末冶金制品有限公司、莱芜市科力新材料有限公司、莱芜市鼎益粉末制品有限公司、山东世阳德尔冶金科技股份有限公司、莱芜市恒达冶金材料有限公司等企业进行了现场实地调研,就企业现状、装备、实际生产情况及技术需求作了深入了解,为下一步的服务打好了基础。

(秘书处)