

信息化建设

210 t转炉全自动智能炼钢系统的开发与应用

商桂梅,张世建,黄亚飞,邵蔚,马永力

(济钢集团有限公司,山东 济南 250101)

摘要:将炼钢过程的理论计算、专家经验和先进检测手段相结合,济钢开发了210 t转炉全自动智能炼钢系统,系统主要包括L1级基础自动化系统,L2级静、动态模型系统,L3级生产计划调度管理系统等,实现了210 t转炉备料、投料、冶炼的计算机全程自动控制,提高了系统碳和温度的双命中率(达到92%以上),降低了原材料消耗,缩短了冶炼时间,年创经济效益1 000多万元。

关键词:转炉;全自动智能炼钢;L1;L2;L3

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2012)05-0056-03

1 前言

转炉全自动炼钢控制技术是炼钢过程的理论计算、专家经验和先进检测手段相结合采用计算机以及PLC进行控制的科学炼钢方法,是炼钢模型控制为主、操作人员实时监控为辅的炼钢控制技术。济钢“十一五”工程新建210 t转炉是根据济钢战略规划和产品定位发展方向,生产高端产品、形成核心竞争力主线的关键环节之一,能否达到预定的目标关系到今后的整体经济效益。为适应企业发展,生产高端产品,持续提升工艺技术水平 and 产品质量的需要,济钢成立了智能炼钢柔性攻关团队,经过多次试验调试与改进,于2010年10月1日成功实现全自动智能炼钢。

2 转炉全自动智能炼钢系统

2.1 系统目标

1)实现转炉备料、投料、冶炼的计算机全程自动控制。2)提高终点碳和温度的命中率。3)氧枪枪位控制精度达到 ± 10 mm。4)缩短炼钢冶炼周期,减少转炉冶炼原材料消耗。

2.2 系统方案

整个系统网络分为L1级、L2级、L3级,采用以二级模型服务器为核心的Server/Client结构模式,系统结构见图1。

L1级系统主要把生产过程数据实时传送到L2级,并实时接受L2级、L3级下发的命令和数据,进行执行。二级模型服务器通过网络分别与L1级和L2级相连,实现数据接收、计算、下发执行。二级模型系统下设1个工程师专用站和6个子站。工程师

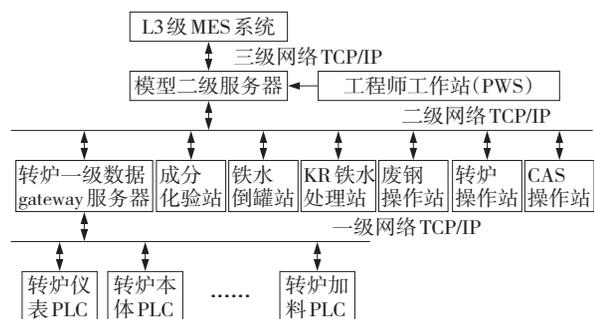


图1 转炉模型系统网络结构

专用站负责钢种名称、成分,目标温度及碳含量等钢种规范数据的新增、修改,钢种加料、吹炼模式配方等冶金数据的修改。6个操作子站分别负责模型所需要的原材物料数据传输,其中成分化验站主要是铁水及钢水化验成分信息的保存及传输;铁水倒罐站主要是铁水包号、温度、重量数据的采集传输;KR铁水处理站主要是对KR后的铁水温度、重量数据的传输;废钢操作站主要是对废钢分级、废钢斗号及重量的传输;转炉操作站主要对当前炉次受铁及加入废钢进行匹配,对当前炉次模型模块进行计算及显示运算结果;CAS操作站主要是合金加料数据进行采集及运算。转炉一级Gateway PLC负责与L1级各PLC站数据与二级数据的传输。L3级系统负责生产计划的制定下发。

2.3 系统组成

2.3.1 L1级基础自动化系统

炼钢L1级系统由多套PLC组成,控制站与监控站采用Server/Client方式,服务器采用冗余方式。转炉控制系统分为转炉上料系统、转炉投料系统、氧枪倾动系统、转炉副枪系统、本体仪表系统和汽化冷却系统。

各系统通过PLC和HMI实现对现场在线设备及工艺参数的实时检测与监视、模型运算、逻辑控制、回路调节、保安联锁、事故信号记录与报警管理、历史数据存储、报表打印等功能,完成炼钢转炉

收稿日期:2011-12-23

作者简介:商桂梅,女,1969年生,1993年毕业于鞍山钢铁学院电气自动化专业。现为济钢自动化部高级工程师,从事自动化控制及模型研究与开发应用工作。

各工艺设备的电气控制和仪表控制。其中电气控制范围主要包括本工艺设备配带电机以及电动阀、电磁阀等部分;仪表控制范围主要包括本生产工艺流程温度、压力、流量、液位、料位等。

2.3.2 L2级静、动态(SDM)模型

转炉二级模型首先通过目标值进行静态计算,得出主原料、辅原料的加入量及主吹的用氧量;然后根据副枪测量结果进行动态计算,得出二次吹炼时的用氧量及冷却剂的加入量,达到目标值,如果测量结果与目标值不符,即冶炼结果达不到目标值,可再通过模型计算进行补吹,以达到目标值。

转炉二级模型功能包括工艺目标计算、加料计算、吹炼计算、钢包合金化计算、自学习模型、作业指示管理、作业标准管理、数据通讯模块和报表台帐管理等,模型功能结构见图2。

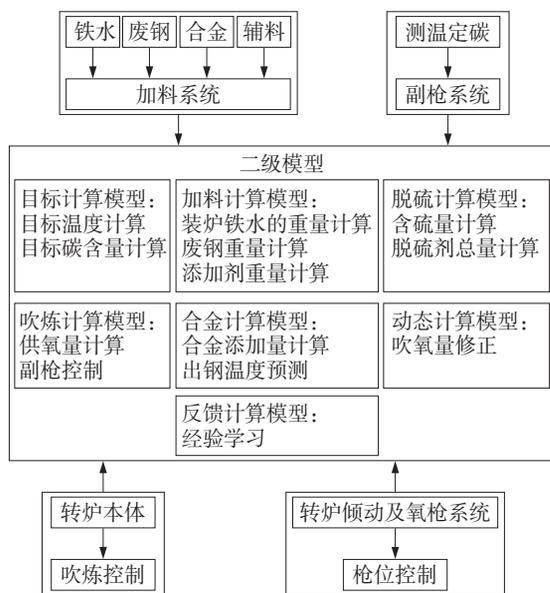


图2 转炉二级模型功能结构

1) 工艺目标计算模型。依据生产计划下达的转炉冶炼的目标产品和铁水、原料、废钢的信息数据等,计算出冶炼终点时目标碳含量和目标温度。

2) 加料计算模型。根据铁水与废料、铁水与冷却剂或废料与冷却剂,在确定预期达到的目标温度、目标碳量和目标钢种的方式下计算最佳比,同时计算出必要的转炉添加剂。

3) 吹炼计算模型。在各工艺条件下,以达到合理的出钢温度为目标,对吹氧量进行计算。在冶炼过程中,以钢的成分、渣重和渣的成分为条件,预报过程碳,最终根据计算出的氧量进行吹氧控制。

4) 钢包合金模型。为了达到冶炼出钢的目标值,根据转炉冶炼终点成分、温度,进行钢包合金添加剂、出钢温度的计算。并在实际冶炼中,根据实际的终点条件,动态计算钢包合金量,形成合金配方下发并执行。

5) 自学习模型,也称为反馈计算模型。其目的是计算下一炉次的各种工艺参数。根据冶炼炉次的目标结果和实际结果在每个炉次都生成一个修正因数,由反馈信息处理系统处理并更新下一炉次。该模型可用于静态、动态模型的热平衡,氧平衡,渣、铁平衡等参数更新。

6) 作业指示管理、作业标准管理。主要是对L3级生产计划任务进行管理。

7) 数据通讯模块。主要是针对二级模型与L1级、L3级交互的数据进行管理保存。

8) 报表台帐管理模型。以炉次为单位形成报表,包括炉次的铁水、废钢、转炉添加原料等信息。

2.3.3 L3级生产计划调度管理系统(MES)

L3级系统将作业指示传送给二级模型,根据转炉生产质量情况将每一炉的生产经验进行记录总结,分解出转炉生产制造规范。为了克服原料成分不稳定的现状,三级系统对炼钢厂使用的原料及成分进行管理,并适时传送给二级模型。生产完成后三级模型采集生产信息,并将生产信息进行总结,对生产质量进行跟踪,采用PDCA闭环质量管理模式进行产品质量管理,反复修正转炉的制造规范以提高二级模型的参数准确性。

2.3.4 L1、L2、L3系统的高效集成

在L1级基础自动化流程安装到位并投入使用的情况下,L1、L2、L3之间并没有完全融合到一起。针对系统存在的问题,做了以下几方面的工作:1) 连续收集炼钢基本数据(1 000炉)用于模型的自学习和模型训练,逐步达到所炼钢种的目标命中率;2) 逐点调试与系统有关的基础自动化仪表及控制系统,完善加料、转炉倾动、氧枪定位、流量计量、铁水计量、废钢计量、合金计量等传动及计量设施;3) 进一步采集转炉炼钢数据,训练各类钢种模型,完善系统加料、吹炼副枪测量参数配方,达到所有钢种的智能炼钢。

3 系统优化

3.1 提高模型计算的准确率

要提高模型计算的准确率必须提高模型数据的准确度,模型计算需要精确的铁水、辅原料、废钢、合金等重量数据,成分数据以及合理的加料流程信息。由于倒灌站采用地秤称量铁水重量,铁水装入转炉后的包内剩余量不能计入,造成入炉铁水数据不准确,为此采取如下措施:

1) 系统利用天车定位装置和无线数据传输、接受技术,计算处理天车在不同时刻、不同位置天车秤称量的重包、轻包的数据,对炼钢生产所有炉次

的主要物料流和数据流进行无人工干预的实时自动跟踪,有利于掌控生产节奏,组织平衡生产,提高数据的准确性。

2)建立严格天车秤的校验,保证精度 $\leq 0.1\%$;制订天车电子秤校验办法与电子秤操作规范。

3.2 提高化验成分的速度

模型要求采样数据快速分析出结果,但是目前化验结果有时不能及时传送到模型,影响模型的计算,进一步影响自动炼钢的节奏。根据模型要求,化验试样代码必须统一、准确,化验结果、工序录入和传输要准确、及时,化验时间 $< 3 \text{ min}$ 。

3.3 优化参数,制订合理的参数配方

通过调整模型加料、吹炼参数配方,解决二级模型与L1、L3工艺流程及功能不相适应的问题,并找出适合当前转炉工况的最佳配方,提高二级模型的计算精度;完善控制程序及模型,增加系统的执行适应能力,解决了系统对氧枪吹炼、转炉加料、副枪测温定碳等子系统的人工干预问题,实现系统全自动运行。

3.4 制定合理的优化措施

1)由于进料渠道不稳定,原料成分的差别变化大,影响模型计算的准确性。为此,制订原料进料相对稳定的制度,及时维护更新原料数据,保证原

料成分的稳定与模型计算的准确性。

2)根据模型计算的“投料表”进行L1级、L2级自动执行联合调试。根据生产要求,采用备料与称量分开的模式进行投料,修改一级PLC执行程序,解决了模型与投料执行之间的快速合理的执行问题。

3)制定合理的操作模式,解决投料流程、氧枪吹炼、副枪测量流程的自动与手动的合理切换问题,达到自动模式下可手动干预,手动情况下可切入自动操作模式。

4 结语

济钢210 t转炉全自动智能炼钢系统自2010年10月1日投运以来,经过逐步完善,系统运行稳定,有效提高终点碳和温度的命中率。根据2010年1-5月统计,共有2 161炉数据,其模型投用率达到了100%,使用模型炼钢的终点碳和温度的双命中率平均达到92%以上,单月最高达到96.8%,相对于未采用模型的碳和温度的双命中率的73%有很大的提高。同时,全自动智能炼钢系统缩短了冶炼周期,减少了原材料消耗,金属收得率提高约0.2%(效益为690万元),石灰消耗减少3 kg/t(节约成本155.25万元),降低氧量消耗约2%~4%(降低成本161.46万元),年节约成本1 000多万元。

Development and Application of Automatic Intelligent Steelmaking System for 210 t Converter

SHANG Guimei, ZHANG Shijian, HUANG Yafei, SHAO Wei, MA Yongli

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: By the integration of advanced measure mode, experience of expert and theory calculation of steelmaking, the intelligent system for 210 t convert steelmaking is developed. This system includes basic automatic system (L1), static and dynamic model system (L2) and production planning and scheduling management system (L3). Whole process computerized automatic control is realized, which includes preparing material, feeding material and smelting of 210 t converter steel-making. C-T hitting rate is improved and reaches 92%. Raw material cost is reduced and smelting time is shortened. Because of the application of this system, economic benefit, which is more than 10 million Yuan (RMB), can be gotten annually.

Key words: converter; automatic intelligence steelmaking; L1; L2; L3

学会动态

2012年全国冶金安全环保暨能效优化学术交流会议在湖北宜昌召开

由湖北省金属学会、山东金属学会、河北省冶金学会、山西省金属学会、湖南省金属学会、河南省金属学会、江苏省金属学会、陕西省金属学会、北京金属学会共同举办,湖北省金属学会具体承办的“2012年全国冶金安全环保暨能效优化学术交流会议”于2012年9月2日在湖北省宜昌市召开,共有122名代表参加了会议。会议主题是“以人为本,绿色发展”。中国工程院院士、湖北省金属学会名誉理事长张寿荣出席了会议,湖北省金属学会副理事长、武钢集团总工程师傅连春致辞。

会议邀请了中国工程院院士、钢铁研究总院名誉院长殷瑞玉,中国工程院院士、中国环境科学研究院副院

长段宁等知名专家、学者作了专题报告,报告内容包括:“关于低碳发展的若干认识”、“清洁生产与国家主要污染物减排”、“‘国家钢铁生产能效优化工程技术研究中心’的目标与任务”等。山东金属学会和山东冶金部分企业代表共13名同志出席了会议。山东金岭矿业安全环保部部长张延明、莱钢安全生产部部长刘祖华分别作了“加强事故统计与分析 实现矿山安全生产”、“‘四个标准化’安全管理模式的创建与研究”报告。会议收到论文200余篇,187篇论文收录到《2012年全国冶金安全环保暨能效优化学术交流会议论文集》中,其中山东金属学会征集论文91篇,受到大会高度评价。(王经建)