

济钢煤气加热炉高效燃烧控制系统改造

郑家麒, 刘仲强

(济南钢铁集团总公司, 山东 济南 250101)

摘要: 济钢对副产煤气加热炉高效燃烧控制系统进行改造, 煤气混合系统通过控制焦、高、转炉煤气的比例和压力, 保证了混合煤气的热值和压力稳定; 加热炉DCS系统通过控制加热炉废气中残氧量, 调节空燃比, 使燃烧达到最佳状态, 提高了炉内钢坯的加热质量, 实现了节能降耗和环境保护的目的。

关键词: 副产煤气; 加热炉; 控制系统; 节能降耗; 环境保护

中图分类号: TP273 文献标识码: B

Improvement of High Efficiency Burning Control System of Reheating Furnace with Gas at Jigang

ZHENG Jia-qi, LIU Zhong-qiang

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

Abstract: The high efficiency burning control system of reheating furnace with by product gas was improved in Jigang. By controlling the proportion and pressure among the coke oven gas, blast furnace gas and converter gas the calorific value and stable pressure of mixing gas can be ensured. Through controlling remaining oxygen quantity in flue gas of reheating furnace and adjusting the ratio between air and combustion gas in DCS system of reheating furnace the combustion can be up to optimum condition, the aims of increasing heating quality of slab, saving of energy and protecting environment are reached.

Keywords: by-product gas; reheating furnace; controlling system; energy saving and consumption reducing; environment protection

济南钢铁集团总公司(简称济钢)主厂区现有轧钢加热炉6座(其中板坯加热炉5座,方坯加热炉1座),燃料为焦、高、转炉煤气按一定比例混合成的混合煤气,热值一般控制在 $9600\text{kJ}/\text{m}^3$,这不仅使能源得到了很好的综合利用,而且较之燃煤或燃油加热炉大大改善了其周边环境。但在实际生产中,由于多种因素造成煤气在加热炉内不能达到最佳燃烧状态,产生了大量含有 NO_x 的废气,不仅增加了燃料消耗,也不利于环境保护。

1999年8月至2001年5月,由国家发展计划委员会和日本政府NEDO组织以及济钢共同实施了一项旨在改善轧钢加热炉燃烧状况,减少废气排放量,减少温室效应,保护环境的绿色援助项目——加热炉高效燃烧控制系统改造。通过此项目的实施及其技术在国内其他钢铁企业的普及和推广,以求达到更加有效的利用能源和保护环境的目的。

1 项目实施前系统概况

该项目实施前，济钢6座加热炉都配备了不同程度的自动化操作控制系统，经多年改造，自动化装备水平虽有所提高，但与国外先进技术相比，仍有很大差距。加热炉的加热操作基本上是靠工人操作经验手动控制，很难保证钢坯的加热质量。有的加热炉虽然配备了TI系列PLC控制系统，但因为多年来流量孔板存在故障或损坏，自动调节系统不能投入，难以实现燃烧比例控制及炉压控制。有的加热炉虽设计了参数显示和PLC系统控制功能，但因受煤气热值波动的影响，且没有科学合理的数学控制模型，现场操作基本仍处于手动控制状态。因为加热炉没有设置烟道氧含量检测仪表，因此无法设定合理的空燃比，致使烟气含氧量高，热损失大，导致加热炉的单耗波动，节能效果不甚理想。

2 项目改造完成的主要功能

2.1 煤气混合系统

根据混合煤气热值，由计算机控制系统自动控制焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气的混合比例。为了使混合煤气目标热值达到稳定状态，根据各煤气混合站设置的热值仪测出煤气实际热值，并以焦炉煤气为基准，计算出焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气所需比率，并由比率设定器调节高炉煤气、转炉煤气流量，最终由各流量调节蝶阀将各种煤气流量的设定值自动调节为目标值。在这一过程中，当转炉煤气向高炉煤气管道混合时，根据转炉煤气的热值（常数）修正高炉煤气的热值。为能顺利将高炉煤气混入到焦炉煤气管道中，混入前进行压力自动控制。同时为保证用户煤气压力的稳定，在混合煤气加压机出口设置压力调节阀及旁通管，自动调节混合煤气压力，将压力波动值控制在最小范围之内。

上述设计原则的主要目的就是通过焦、高、转炉煤气的比例控制和压力控制，实现混合煤气的热值和压力稳定，为后续工序——轧钢加热炉提供理想状态的燃料。

2.2 加热炉控制系统

通过设置在各加热炉前的热值仪，可在轧钢加热炉操作室监视混合煤气热值。以混合煤气流量为基准，设定合理的空燃比，调整空气流量。通过混合煤气与空气流量的自动调节功能，时时调节各流量调节阀，使其达到目标值。然后通过设置在各加热炉炉尾的氧含量分析仪，用氧含量测定值和目标空燃比实施反馈控制，以保证烟气中氧含量稳定。为保证加热炉内的压力稳定，自动调节烟道闸板，保持加热炉内的燃烧状况始终处于微正压状态。

上述调节过程全部在加热炉DCS系统中完成，其目的是在保证混合煤气热值稳定的前提下，通过控制加热炉废气中的残氧量调节空燃比，达到降低所排废气带走的热损失，实现节能降耗和降低污染的目的。由于实施了计算机自动控制，改变了以往的手动操作模式，使燃烧达到最佳状态，提高了炉内钢坯加热质量，实现了加热炉空燃比稳定、流量稳定、烟气中氧含量稳定以及炉内压力稳定的“四稳定”控制，并做到废气达标排放。

为保证上述功能的实现，系统应具备以下硬件和软件条件：

2.2.1 硬件系统 工艺检测点位置设置：根据系统需要分别在加热炉的预热段、加热段、均热段设置空煤气流量、压力及炉温检测，并新增烟气含氧量检测，同时对原有系统中不合理的检测点进行处理。

信号检测与变换部分仪表设置：测温采用热电阻、热电偶；各压力、流量等信号转换部分采用YOKOGAWA EJA智能变送器，它的零漂小、工作稳定，且可以通过手持编程器方便的对变送器进行参数修正，保证了一

次检测数据的可靠，是高效控制的基础。在加热炉预热段炉尾顶部开孔设置的在线氧气分析仪，采用日本横河ZA8C型氧分析仪。

集散控制系统：采用YOKOGAWA CS1000小型集散控制系统，由FCS、HIS、键盘、UPS等组成。FCS主要由可选双CPU冗余中央处理器（CP70X）、可选双电源冗余单元（PW70X）、可选双冗余通讯单元、控制总线单元（AIP521）、I/O模板、扩展机架以及子站接口组成，每座加热炉采用一个FCS现场控制系统。在FCS中，CPU、电源及通讯单元采用双重化冗余技术，保证控制系统的可靠性。HIS系统采用3个HP PC机配专用工业键盘构成上位操作站，每个工作站对应一个加热炉进行操作，也可以对其他两个加热炉进行操作、监控，这样上位操作站也构成了互为冗余，从而整个系统的硬件可靠性有了充分的保证。

2.2.2 软件系统 操作系统为英文版WINDOWS NT4.0，CS1000监控软件为模块式组合软件，本系统根据需要选用以下软件：

系统软件：ID识别软件：PHS1101-H11

CS1000系统软件：PHSKM02-C11

操作监控软件：HIS PHS1101-S11

开放式接口软件：PHS2411-S11

报表软件：PHS6530-S11

应用软件：组态软件：PHS5110-S11

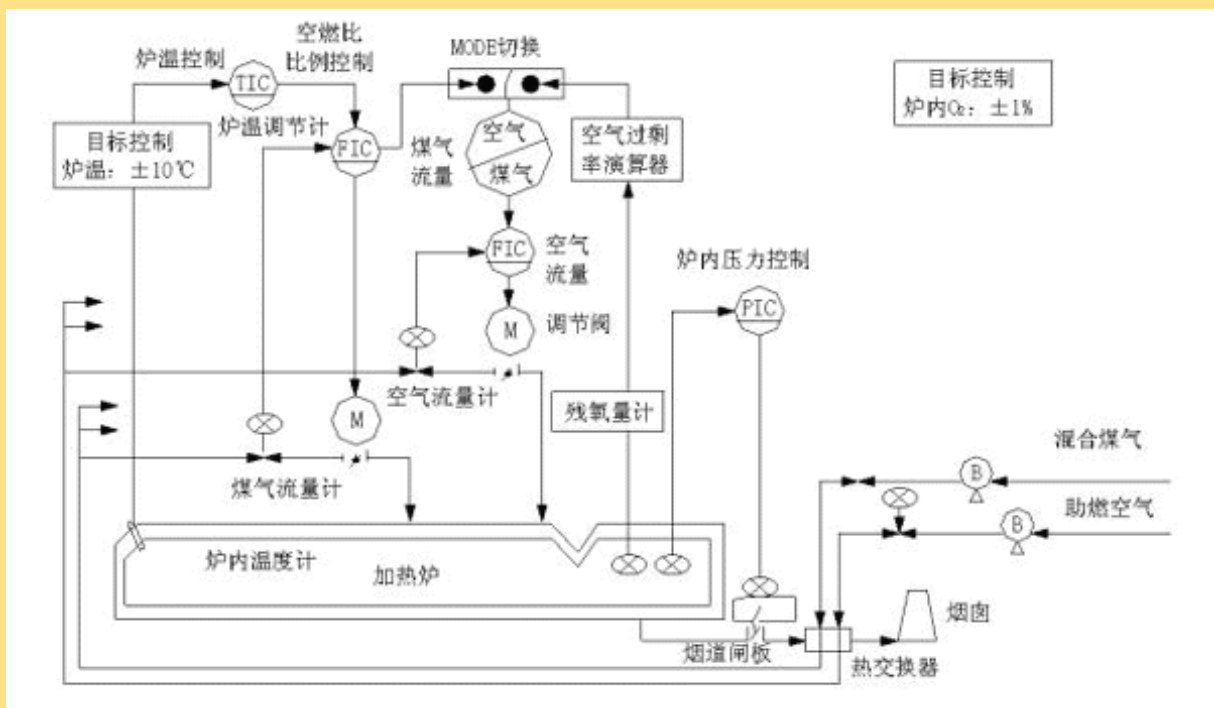
测试功能软件：PHS5150-S11

工艺流程软件：PHS5151-S11

控制生成软件：PHS5120-S11

自文本软件：PHS5490-S11

CS1000集散控制系统提供了丰富的软件功能，可进行内部反馈仪表量和开关量的组态，通过与外部接线端子的连接，灵活的实现系统监控、回路控制、数学运算、报警提示、趋势曲线、报表打印等功能。其编程方式采用图形组态方式，具有丰富的功能模块，如电流功能模块、逻辑控制模块、PID控制模块以及多种输入输出功能模块等，编程时可根据工艺过程控制特点，方便的设计控制方案。加热炉工艺控制流程图见图1。



3 设计目标值与热平衡实测值

项目实施的目标为：在满足各项设计条件的前提下，要求各加热炉的燃料单耗在实施前的基础上降低5%，同时做到烟道废气的达标排放。通过实施和生产实际应用检测，煤气柜柜位测量误差范围为0.5m，煤气热值控制误差范围为 $\pm 209\text{kJ}/\text{m}^3$ ，中板炉温控制检测误差范围为 $\pm 10^\circ\text{C}$ ，厚板炉温控制检测误差范围为 $\pm 5^\circ\text{C}$ ，残氧量控制误差范围为 $\pm 1\%$ ，一小型炉温控制检测误差范围为 $\pm 10^\circ\text{C}$ ，残氧量控制误差范围为 $\pm 0.5\%$ 。同时，为检验项目的实施效果，在各个加热炉改造前、后分别进行了热平衡测试，测试时间及测试结果见表1。由表1结果可以看出，各加热炉的燃料消耗均有了不同程度的降低，降低率最高达30.9%，全炉热效率较改造前也都有了不同程度的提高，提高幅度最大的一小型加热炉达17.9%，达到预期目标。

表1 加热炉热平衡测试结果

设备	改造前测试时间	全炉热效率/%	测试单耗/ $\text{MJ}\cdot\text{t}^{-1}$	改造后测试时间	全炉热效率/%	测试单耗/ $\text{MJ}\cdot\text{t}^{-1}$	单耗降低率/%	钢坯装入温度/ $^\circ\text{C}$
中厚板1#炉	1999-10-25	33.5	1007.0	2000-12-21	45.1	948.6	5.8	602（热装）
中厚板2#炉	1999-10-16	52.6	1437.9	2001-05-25	52.9	1297.7	9.8	20
中板1#炉	1999-10-26	44.8	1708.8	2000-11-09	46.1	1575.5	7.8	20
中板2#炉	1999-10-21	48.0	1514.7	2000-11-09	50.7	1208.7	20.2	20
中板3#炉	1999-10-21	50.6	1376.1	2001-05-18	48.6	1303.2	5.3	20
小型加热炉	1999-10-15	42.9	1096.3	2001-05-29	60.8	757.5	30.9	354（热装）

4 经济效益计算

比较项目实施前、后加热炉热平衡测试结果，以煤气热值 $10.45\text{MJ}/\text{m}^3$ 和2002年中板厂产量88 9618万t、中厚板厂产量94.3312万t、一小型厂产量56.3285万t计算，则年节约煤气 41846587m^3 ，按照厂内结算价：焦炉煤气 $0.52\text{元}/\text{m}^3$ ，则每年由节约煤气带来的效益为2176.02万元。同时，可减少加热炉废气排放量 $5704\text{万m}^3/\text{a}$ 。该项目工程决算投资2938万元，投资回收期为1年5个月。

[返回上页](#)