



热风炉智能烧炉系统改造工程

邵长青

(潍坊特钢集团有限公司, 山东 潍坊 261201)

摘要: 潍坊特钢炼铁厂为了提高热风炉烧炉系统性能,在热风炉智能烧炉系统中进行“机组附加机器人”改造工程。采用智能控制取代人工控制,改造实施后,可实现自控率 $\geq 95\%$,燃气消耗量减少7%以上,提高风温 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。现1#高炉已改造完成,2#高炉正在改造。预计两座高炉共计可实现效益4 092余万元。

关键词: 热风炉;烧炉工艺;智能控制;机组附加机器人

中图分类号: TF578

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2018)01-0056-02

1 前言

热风炉是高炉炼铁过程中的重要环节,其提供的风温是降低高炉炼铁固体燃料消耗的重要手段。潍坊特钢集团有限公司炼铁厂热风炉烧炉操作工艺原有系统烧炉过程较为传统,主要以人工控制为主,由现场司炉监控烧炉数据给出调节。通过改造升级,热风炉智能烧炉系统生产工艺实现自动建模、智能伺服控制、拱顶恒温控制、尾气干预控制等智能控制策略,较原有系统更加便捷高效。

2 热风炉智能烧炉系统的控制原理

由于受生产场地、生产机组的生命周期因素的制约,该系统通过“机组附加机器人”方式进行改造升级。其控制原理如下:

1)采用智能控制取代人工控制。由系统内核主导控制具有实时性和标准的一致性,杜绝了人工控制的随意性、疏漏性,从而保证温度得到实时控制。

2)以燃烧气氛氧浓度变化为依据,适时配平风煤比例。在实际生产中,热风炉在加热期及保温期内若发生风煤比例失调,就会产生温升速度慢或降温的情况发生。智能系统以燃烧气氛中的氧浓度为依据及时纠正因燃气压力、空气压力或燃气热值变化所造成的风煤比失调现象,从而来保证拱顶温度的稳定性和持续性。

3)将燃料热值、鼓入空气温度、鼓入燃气温度、鼓入空气的绝对湿度等变量作为预判条件。在系统模型的指导下,通过对输出量的提前调整来保证温度的稳定或稳定上升。

4)在燃气及空气状态不是最佳的情况下,令系统以最快的方式找到供求的最佳匹配,按照供需能

力调节烧炉强度,可避免极端运行。从根本上杜绝风煤比失调、气体倒灌、压力骤减等状况。

5)在计算机监控下,按照适合的蓄热特性制定烧炉曲线。在满足蓄热吸收曲线同时,尽可能不采用高强度的烧制方式,既保证风温,又节约燃料。

6)尾气温度的控制。智能系统将在热风炉烟道尾端安装流量干预阀,流量干预阀干预范围为烟道内径的 $0\% \sim 20\%$ 。系统运行过程中,流量干预阀与系统空煤气注入量及炉压连锁,在稳定炉压的同时适当干预烟道废气的排出,使废气在炉内停留时间加长,进而使更多的热量储存在蓄热体内,提高燃料的热量利用率(流量干预阀不取代切断阀,两者独立工作,互不干扰)。

7)高炉热风炉在烧炉过程中经常会出现一些非人为的不利因素,给热风炉烧炉带来了不利影响,甚至是安全隐患。例如:煤气压力或空气压力波动大、阀门调节存在死区、阀门调节惯性大,煤气或空气经常出现倒灌现象等。针对以上各种现象,智能系统中设有56种特殊功能性模型模块,对热风炉在烧炉过程中出现的各种不利影响及因素,智能系统内核皆给出了完美且快速、有效、精准的解决方案,把烧炉过程中出现的各种问题进行规避,使得热风炉始终在健康状态下以控制模型数据库中的烧炉模型进行烧炉。

3 热风炉智能烧炉系统的优势

机组附加机器人控制后,机器人将取代人工对机组进行管控,对生产活动形成本质上的改变。其优势具体表现在:1)机器人可作为局部信息交互中心,纳入无限量的传感器信息、工艺信息、相关生产链条信息,依据信息给出唯一正确的控制指令。2)机器人对机组的管理无疏漏,对机组的控制可以做到无时无刻,对任何偏离工艺要求的运行状态都会即时纠正。3)机组附加机器人后,相关机组之间可

收稿日期:2018-01-08

作者简介:邵长青,男,1982年生,2003年毕业于山东科技大学机械设计制造专业。现为潍坊特钢集团有限公司工程师,从事生产技术人员。

以互动,使控制精度再次提高。4)取代人员操作,降低生产成本。

4 改造后经济效益

4.1 直接经济效益

现1#高炉改造已完成,2#高炉正在改造。系统运行后,在烧炉曲线控制下,结合蓄热格子砖热传递特性,调节空气和燃气的鼓入强度,将热积累区域总体上移,可以在保障风温的前提下,减少煤气消耗;如煤气供应不足,在消耗同等煤气的同时提高风温,测算时将提升的风温换算为煤气量进行测算,可实现燃气消耗量减少7%以上,提高风温14℃以上。

以节约煤气量7%计算,1#高炉已实现效益718万元,2#高炉预计可实现效益769万元;以高压蒸汽计算发电效益(计算),1#高炉已实现效益1231万元,2#高炉预计可实现效益1374万元,高炉经济指标见表1。

4.2 间接经济效益

1)由于机组附加机器人控制系统能够维持不间断地优化并稳定烧炉过程,能够减少人工烧炉中不同操作人员的操作水平等不良因素干扰,又在一定程度上延长热风炉的使用寿命。同时,烟道排烟温度的降低还可在一定程度上提高炉算子的使用寿命。

2)平稳的烧炉控制可以减少煤气管网压力波动,有利于煤气管网上各相关用户的使用。

3)提高热风炉自动化程度,降低操作人员的劳动强度,减少2、3名操作工岗位配置。

4)由于系统空气和煤气配比随时处于最佳状态,煤气燃烧充分从而减少有害气体排放,更加有利

表1 改造后高炉经济指标

项 目	1#高炉		2#高炉
	高炉煤气	焦炉煤气	高炉煤气
高炉容量/m ³	1 186		1 360
高炉日产量/t	3 600		3 900
年平均工作时长/d	360		360
高炉年产量/t	1 296 000		1 404 000
吨铁耗气量/(m ³ ·t ⁻¹)	750	8.3	782
热风炉日耗气量×10 ⁴ /m ³	270	3	305
热风炉年耗气量×10 ⁴ /m ³	97 200	1 080	109 800
煤气价格/(元·m ⁻³)	0.1	0.5	0.1
煤气节约率/%	7	7	7
煤气节约量×10 ⁴ /m ³	6 804	76	7 686
节气收益/(万元·a ⁻¹)	680	38	769
折合标准煤/(t·a ⁻¹)	6 804	378	7 686
减少CO ₂ 排放/(t·a ⁻¹)	17 690	983	19 984
减少NO _x 排放/(t·a ⁻¹)	48	3	54
效益合计/万元		718	769
煤气热值/(kJ·m ⁻³)	3 349	16 744	3 349
折合标煤/t	7 776	432	8 784
以35%热转效率计算高压蒸汽发电量/(kW·h)	22 120 560	245 784	24 988 040
高压蒸汽发电效益/万元	1 217	14	1 374

于企业环保指标的提升。

5 结 语

潍坊特钢集团有限公司智能烧炉系统投入运行后,在烧炉期无需人工干预(只需监视),自控率≥95%,实现燃气消耗量减少7%以上,提高风温14℃以上。预计两座高炉共计可实现效益4 092余万元。同时可实现节能减排等间接效益,对降低生产成本、提高环境质量发挥积极作用。

Renovation Project of Intelligent Burning Furnace System for Hot Blast Stoves

SHAO Changqing

(Weifang Special Steel Group Co., Ltd., Weifang 261201, China)

Abstract: To improve the performance of the hot blast stoves system, Weifang special steel iron works carries out the renovation project of "the unit attach robot" in the intelligent stove system of the hot blast furnace, using intelligent control instead of manual control. After the implementation of the renovation, it is expected that the automatic control rate might have been 95% or higher, the gas consumption can be reduced by more than 7%, or the air temperature increased by 14℃ or more. The renovation of No.1 BF has been completed now, No.2 BF is being renovated. It is expected that more than 40.92 million economic benefits in total can be realized in the two blast furnaces.

Key words: hot blast stoves; burning furnace process; intelligent control; unit attached robot

单位名称和符号常见错误用法

1)错将ppm等当作单位使用。ppm、pphm、ppb为应为的缩写,并不是计量单位的符号,也不是数学符号。他们所表示的含义为:ppm, parts per million, 10⁻⁶; pphm, parts per hundred million, 10⁻⁸; ppb; parts per billion, 10⁻⁹(美、法等)或10⁻¹²(英、德等)。因此不能当作单位,如12 ppm应改为12×10⁻⁶。

2)用%(m/m)或%(V/V)等错误表示。由于百分是纯数字,所以质量百分或体积百分的说法是无意义的,也不能在百分符号上附加其他信息。可选用量的名称质量分数或体积分数等表示。如硫酸的质量分数,或W(H₂SO₄)=5%。错误用法是硫酸的质量百分数,或H₂SO₄%=5%。(燕明宇)