

转炉煤气热值波动大影响用户使用的分析

高 强 贾 琼

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司)

摘 要 转炉炼钢的工艺特征决定了转炉煤气的成分不断变化,若输送至用户的转炉煤气成分波动较大,会对用户的使用造成严重的影响。对首钢京唐公司出现的转炉煤气热值波动大影响用户使用的原因进行了分析与论述,介绍了所采取的措施及实际取得的效果。

关键词 转炉煤气 热值 波动

Analysis on the fluctuation of the heat value for converter gas

Gao Qiang Jia Qiong

(Shougang Jingtang United Iron and Steel Co., Ltd.)

Abstract The component of converter gas varies during the steel-making. While the converter gas is used to burn, the fluctuation of the heat value will lead a bad influence to the users. The reasons why the fluctuation generates were analyzed. In addition, the solutions and the effect were also presented.

Keywords converter gas heat value fluctuation

钢铁企业转炉炼钢生产过程产生的大量烟气中 CO 含量高达 80%~90%,通过降温除尘处理后进行回收,可作为优质燃料使用,实现经济效益与环境效益的双赢。现今,各钢铁企业普遍实现了转炉煤气回收^[1],吨钢转炉煤气回收量已成为钢铁企业重要的经济指标之一。

转炉煤气回收因转炉炼钢工艺具有明显的阶段性、波动性等特征(热值波动是重要的体现之一),在工艺设计及运行方式上若不加以充分考虑将会引起热值波动较大,导致转炉煤气用户频繁调节配风等,严重时可能会引起灭火的情况发生,影响其生产的稳定性和安全性。

1 主要问题

首钢京唐公司共 5 座 300t 转炉,年钢产量为 925.5 万 t。为回收利用转炉炼钢过程中产生的转炉煤气,在厂区内共设置 3 座容积为 8 万 m³ 的威金斯皮膜式转炉煤气柜。转炉煤气柜后

设置 1 座转炉煤气加压站,经加压的转炉煤气一部分供套筒窑使用,一部分送往热轧混合站与高炉煤气、焦炉煤气混合后供热轧使用,转炉煤气富裕时可串入高炉煤气管网(图 1)。

2010 年 6 月公司一期工程全面投产后,随钢产量的提高,除了转炉煤气的回收量大幅提升外,多炉同时冶炼的情况出现也较频繁。为保证对转炉煤气的回收,对转炉煤气系统运行方式进行相应的调整,主要包括以下方面:

(1) 为减少因煤气柜柜满拒收的情况出现,各转炉煤气柜保持中低柜位运行。

(2) 威金斯煤气柜对活塞上升速度有严格要求,超过速度上限会造成皮膜损坏。多炉同炼时,转炉煤气瞬时回收量较大,根据计算及运行经验,此情况下至少需两座煤气柜进行回收才能保证转炉煤气柜安全运行。

调整后,有效保证了转炉煤气的回收,但不久作为公司唯一的纯转炉煤气用户——套筒窑反映转炉煤气热值短时间内波动较大且频繁的情况,并影响了其产品的质量。

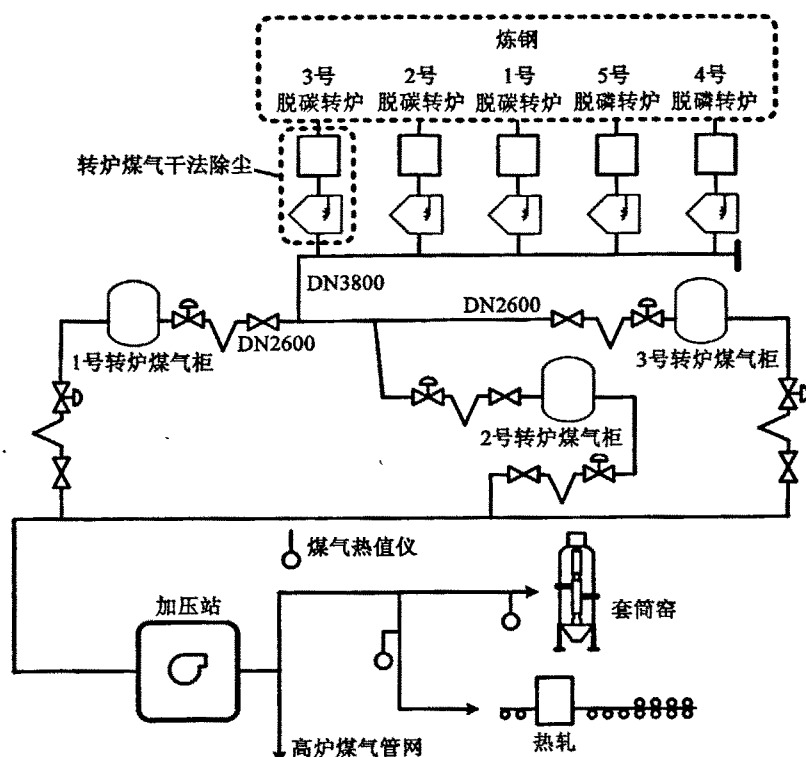


图1 转炉煤气系统示意图

2 原因分析

2.1 转炉煤气发生特性

转炉冶炼过程中产生的烟气成分是不不断变化的,CO含量在冶炼初始阶段较低,随冶炼的进行逐渐升高,至冶炼中期达到最高,然后下降直至冶炼结束^[2]。

转炉煤气中可燃性成分主要为CO,由于其它可燃性成分(如H₂、CH₄等)含量很少,所以CO含量多少决定了转炉煤气热值大小。一般转炉煤气回收起始点及结束点处CO含量为30%~40%,回收的转炉煤气充分混合后,CO含量为60%左右,若回收后的转炉煤气没有充分混合,转炉煤气的热值将可能出现较大波动。

2.2 转炉煤气柜运行方式

当多炉同炼的情况频繁出现时,两座或以上煤气柜进行回收的时间较多,而随套筒窑等转炉煤气用户使用量的提高,又需将至少两座转炉煤气柜保持打开,这样就会出现至少1座转炉煤气柜出入口同时打开的情况。当转炉煤气柜出入口同时打开时,回收过程中的转炉煤气在没有充分

混合的情况下就被送往用户使用,引起用户煤气热值波动。

转炉煤气柜柜位是影响转炉煤气混合程度的另一重要因素,保持较高柜位运行时可提高柜内转炉煤气的混合程度,使送出的转炉煤气热值较稳定。降低转炉煤气柜运行柜位是引起送出转炉煤气热值出现较大波动的重要原因。

2.3 在线热值测量

首钢京唐公司转炉煤气柜后共设置两套在线转炉煤气热值检测设备,其中一套为设置在热轧混合站转炉煤气支管道上气相色谱热值检测仪,另一套为设置在套筒窑区域内的燃烧室热值仪,其中套筒窑区域内的热值仪直接参与其生产自动控制。

(1) 不同类型热值仪的对比

工作原理上,燃烧式热值仪是通过在热值仪内将燃气和助燃空气进行混合燃烧后利用某种方法得出燃气的热值。包括水流吸热法、热敏合金热膨胀位移转化测量法等,这些方法原理简单但测量准确性不高,现在普遍采用测量出燃气的华白值及密度等后计算出燃气的热值的方法。气相

色谱热值检测仪工作原理:基于不同物质在固定相(色谱柱)和流动相(载气)构成的两相体系中具有不同的吸附或溶解性能,让被测混合物随流动相一起迁移,在两相间进行反复多次吸附-脱附或溶解-析出后使各组分分离,分离后组分物质依次通过检测装置,给出色谱峰,通过测量色谱峰的时间和峰面积就可定量测定出样品中各组分的含量^[3]。

气相色谱热值检测仪因其分离效率高、灵敏度准确性高、分析速度快而迅速发展。燃烧式热值仪是传统的热值测量方法,使用中需要精确控制热值仪内燃气和助燃空气的燃烧,燃烧喷嘴进气压力及燃气相对密度等的变化对其测量的准确性有很大影响,热值不稳定时易熄火^[4]。燃气热值(组分)频繁波动会影响热值仪内部燃烧效果及燃气密度等参数的测量。燃烧式热值仪这些特性极有可能加剧用户使用转炉煤气出现的问题。

(2) 热值仪采样管路积水

在反映热值波动较大问题的同时,套筒窑反映了其区域内转炉煤气管道冷凝水较多、热值仪等自动化仪表管路积水的问题。热值仪取样管路及内部管路积水是影响其使用的常见问题,直接造成热值仪测量不准确甚至不能正常使用。

转炉煤气干法回收工艺中,转炉煤气经蒸发冷却、除尘后温度较高(150~180℃),不满足威金斯柜对温度的要求,需设置喷淋冷却塔使转炉煤气再次降温后方可进入威金斯柜。套筒窑区域内转炉煤气管道上阀门尤其是调节阀较多,而且管线较复杂,故冷凝水析出较主管线多。这些冷凝水若不及时排除,将使热值仪采样管路等更容易出现积水现象。若热值仪采样管路布置不合理,同样会造成冷凝水在热值仪采样管路较易析出。

从套筒窑热值仪记录情况来看,在套筒窑反映热值波动较大期间,热值出现不正常波动或失效情况较频繁,甚至一天可出现多次,经了解在排出采样管路积水后恢复正常。热值仪采样管路积水使套筒窑使用热值波动加剧,转炉煤气出现的问题增多。

2.4 炉口微压差

在转炉炉口通过调节二文喉口的开度来实现炉口气体压力的微压差控制,并使引风机与炉气发生量同步^[1]。其控制目标是使炉口内外压差

趋近为0,实际应用中尽可能将这一压差值控制在较小的范围内。转炉炉口微压差的控制水平对转炉煤气回收的数量及质量均有较大影响,如果炉内压力大于外界大气压力,则炉气外逸,不但污染环境,转炉煤气的回收量也将降低,反之,则外界空气内渗,炉内可燃成分燃烧,降低合格煤气的回收量。

炼钢炉口微压差目标控制范围为-15~15Pa,在冶炼中后期炉口内外微压差能够较好地控制在目标范围内,但冶炼初期不能保证在此范围内。冶炼开始阶段最高可达300Pa,这对前期回收的转炉煤气质量会产生一定的影响;使其热值进一步降低,从而加重了对套筒窑使用的影响。

综上所述,转炉煤气回收时各成分不断变化的特性决定了转炉煤气热值的波动性,因炼钢生产、转炉煤气回收生产运行方式的调节,这一波动性没有在回收阶段得到有效的控制,从而被对热值稳定性要求严格的套筒窑反映出来。

3 采取的措施及对煤气回收量的影响

3.1 采取的措施

针对引起转炉煤气热值波动各方面的原因,结合实际工艺及现有情况,采取了以下措施:

(1) 提高转炉煤气回收CO含量起始浓度,由38%提高到40%。

(2) 正常情况下,三座转炉煤气柜全部投入运行,提高每座煤气柜运行柜位,均保持在4万m³左右。当送往套筒窑的转炉煤气热值低于1600×4.18kJ/m³时,通过合成转炉煤气站向转炉煤气柜中串入适量焦炉煤气以提高其热值。

(3) 对套筒窑区域内转炉煤气管道、在线热值仪等仪表排水系统进行改造,有条件情况下将对线热值检测设施进行升级。

(4) 炼钢尽可能按计划安排转炉生产,变动前通知相关单位,及时调整相应运行方式。

(5) 炼钢进行适当调整,保证在转炉煤气回收期间炉口微压差维持在正常运行范围内。

采取以上措施进行调整后,套筒窑转炉煤气热值波动变小,特别是瞬时波动较大的情况出现较少,能基本满足套筒窑正常使用的需要。

3.2 对煤气回收量的影响

(下转第44页)

- [5] Zhang S, Xue S, Liu X, et al. Current situation and comprehensive utilization of iron Ore tailing resources [J]. Journal of Mining Science, 2006, 42 (4): 403-408.
- [6] Kangal O, Guney A. Pilot scale tests for evaluation of feldspar tailings for ceramic industry [J]. Key Engineering Materials, 2004, 264 (2): 1415-1418.
- [7] 陈永亮, 张一敏, 陈铁军. 铁尾矿建材资源化研究进展 [J]. 金属矿山, 2009, (1): 162-165.
- [8] 余春刚, 李心继, 赵仁应. 梅山铁尾矿代替铁粉研制优质水泥熟料 [J]. 水泥工程, 2008, (5): 19-23.
- [9] Sirkeci A A, Gul A, Bulut G. Recovery of Co, Ni, and Cu from the tailings of Divrigi Iron Ore Concentrator [J]. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 2006, 27 (2): 131-141.
- [10] Das B, Reddy P S R, Misra V N. Recovery of Iron Values From Tailing Dumps Adopting Hydrocyclone and Magnetic Separation Techniques [J]. Australasian Institute of Mining and Metallurgy Publication Series, 2002 (2): 285-289.
- [11] Maiti S K, Nandhini S, Das Manab. Accumulation of metals by naturally growing herbaceous and tree species in iron ore tailings [J]. International Journal of Environmental Studies, 2005, 62 (5): 595-603.
- [12] 李 勤. 金属矿山尾矿在建材工业中的应用现状及展望 [J]. 铜业工程, 2009, (4): 25-28.

赵 艳 编辑

(上接第40页)

转炉煤气回收 CO 含量起始浓度由 38% 提高到 40% 后, 转炉煤气的回收量降低, 部分热量损失。图 2 是根据对炼钢转炉实际监测统计数据的整理, 显示了达到不同 CO 含量时转炉煤气的发生量累计值的情况。

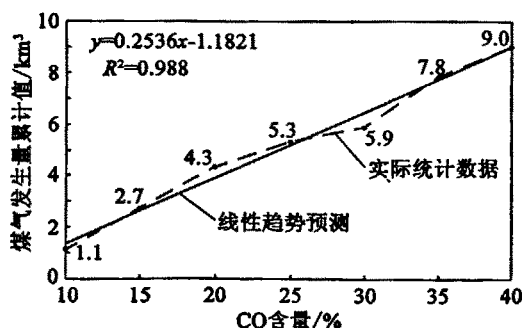


图 2 达到不同 CO 含量时转炉煤气的发生量累计值

根据线性趋势预测, 当 CO 达到 38% 时, 转炉煤气的发生量累计值约为 8.4547 km^3 , 当 CO 达到 40% 时, 转炉煤气的发生量累计值约为 8.9619 km^3 , 转炉煤气回收 CO 含量起始浓度由 38% 提高到 40% 以后, 每炉钢将少回收转炉煤气 0.5072 km^3 。

CO 含量 38% 时转炉煤气热值为 4804.72 kJ/m^3 , CO 含量 40% 时转炉煤气热值为 5057.60 kJ/m^3 , 两者的算术平均值可作为上述少回收转炉煤气的平均热值, 则转炉煤气回收

CO 含量起始浓度由 38% 提高到 40% 以后, 每炉钢少回收的热量约为 2501.08 MJ , 按标准热值 (7536 kJ/m^3) 转炉煤气定价 0.1 元/m^3 计算, 每年因此而损失的转炉煤气回收量折合成人民币约为 109 万元。

4 结语

为了满足套筒窑的需求, 采取以上的措施, 实际上是以降低转炉煤气的回收量作为代价的。随着生产的逐步稳定, 炼钢生产节奏能够良好控制, 套筒窑对转炉煤气热值波动性要求过高的情况仍将成为限制转炉煤气回收量进一步提高的重要因素。从长远发展来看, 如何对套筒窑进行改造、降低对转炉煤气热值波动性的要求是重要的研究课题, 使用混合煤气、富氧燃烧是其中重要的探索方向。

参 考 文 献

- [1] 潘秀兰, 常桂华, 冯志超等. 转炉煤气回收和利用技术的最新进展 [J]. 冶金能源, 2010, 29 (5): 37-42.
- [2] 成立良等编. 炼钢转炉烟气的回收利用技术 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.
- [3] 王颖石. 气相色谱法在分析中的应用 [J]. 黑龙江科技信息, 2007, (3): 32.
- [4] 张德坤, 周 谦, 卓 丹. 热值仪检测误差的分析 [J]. 煤气与热力, 2003, 23 (12): 751-752.

赵 艳 编辑