转炉干法除尘煤气热值提高的研究[*1]

王鹏飞,付海东

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼钢厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章简要介绍了转炉煤气干法净化回收系统的工艺流程,结合实际生产数据从工艺控制、设备操作及组织管理等多方面分析影响煤气回收的因素,并提出切实可行的提高转炉煤气回收热值的方法,炼钢过程中产生转炉煤气的回收和利用,不仅能够给企业带来较好的经济效益,而且能够有效的缓解环境压力。

关键词: 转炉煤气; 回收; 利用

中图分类号: X757 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2018)02 - 0018 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.02.006

Study on the Improvement of Dry Dedusting Gas Heat Value in Converter

WANG Peng - fei, FU Hai - dong

(*Steel - melting Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Inner Mongolia, China*)

Abstract: In the paper, it is briefly introduced the process flow of converter gas dry purification and recovery system, combined with actual production data, analyzed the factors influencing the gas recovery from various aspects such as process control, equipment operation, and organizational management, proposing the practical and feasible method to improve the recovery calorific value of converter gas, and the recovery and utilization of converter gas produced in the steelmaking process, which will not only bring better economic benefits to enterprises, but also effectively ease environmental pressure.

Key words: converter gas; recovery; utilization

钢铁企业在转炉炼钢过程中,铁水中的碳在高温作用下会与吹入的氧发生化学反应,从而生成CO和CO_2的混合气体,这种混合气体具有较高的热值,作为炼钢过程中所产生附属品,比高炉煤气的热值要高许多,而且CO含量很高,所以这种混合气体如果直接排放到大气中,不仅导致能源浪费严重,还会污染环境,不利于节能环保目标的实现。近年来,转炉煤气回收和利用得以增强,这对于钢件企业来讲具有较大的益处,转炉煤气具有极大的经济效益,是推进低成本运行的一项重要举措,是保证“负能炼钢”实现的重要基础[1]。转炉煤气回收不仅受炼钢工艺和设备水平的影响,更与日常管理技术息息相关。提高转炉煤气热值,不仅能降低炼钢生产成本,为实现“负能“炼钢打下基础,更能极大的降低污染物排放总量,满足环保要求。

1 转炉煤气干法净化回收系统

1.1 LT烟气回收工艺流程

制钢一部3座80 t转炉均采用高压静电除尘法(简称LT法)。其工艺流程图见图1。LT法的工艺

* 收稿日期:2017 - 09 - 05

作者简介:王鹏飞(1984 -),男,内蒙古包头市人,工程师,现从事炼钢工艺技术及管理工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

流程: 转炉烟气通过活动烟罩进入气化冷却烟道,烟气温度从 1 600 ℃冷却至 900 ~ 1000 ℃,再次经过冷却,温度降至 450 ~ 500 ℃,再经蒸发冷却器将烟气温度降至 180 ~ 200 ℃. 冷却后烟气进入静电除尘器进行精除尘,煤气冷却器出口烟气含尘含量 ≤10 mg/Nm^3,放散烟囱出口气体粉尘含量 ≤15 mg/Nm^3。除尘后的烟气经风机送至切换站,实现煤气放散或回收的快速切换[2]。为适应转炉烟气的变化,风机采用变频调速,以达到流量调节。在切换站前设有气体分析仪可根据分析仪检测的一氧化碳含量来控制放散和回收杯阀的切换,当烟气中氧含量及一氧化碳气体含量达到回收条件(我厂为氧气含量小于 2%) 时,通过切换站的回收杯阀进入煤气冷却器,经喷淋冷却至一定温度并通过管网送入煤气柜。不合格的煤气或合格煤气气柜拒绝回收时,则通过切换站的放散杯阀进入放散烟囱点火放散。

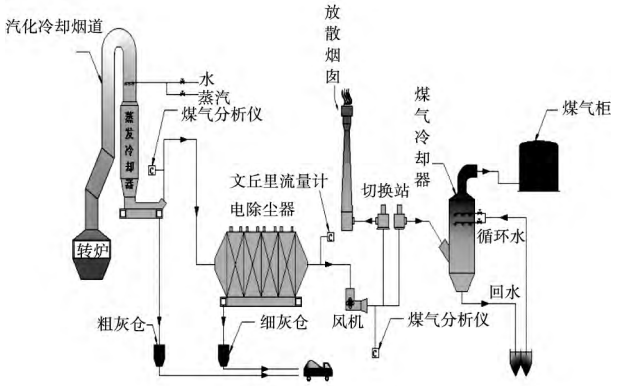


图 1　LT 工艺流程示意图

1.2　转炉冶炼工艺烟气状况

转炉炼钢过程中,铁水中的碳在高温下和吹入的氧生成 CO 和少量 CO_2 的混合气体,成为转炉烟气,转炉烟气净化后称为转炉煤气。转炉烟气的发生量在一个冶炼过程中是变化的,所以转炉煤气的量也随之变化。

转炉冶炼初期由于受到铁水温度低、硅锰元素的氧化等条件限制,铁水中的碳没有被大量氧化,CO 与 CO_2 的含量较低,冶炼 120 ~ 180 s 后随着硅锰氧化反应结束,铁水温度上升,碳元素开始大量氧化,CO 与 CO_2 的含量开始快速上升,冶炼中期碳氧进行剧烈反应,CO 与 CO_2 的含量稳定在较高水平,冶炼后期,随着铁水中碳含量的下降,产生的烟气量也随之减少。大量空气进入烟道内与 CO 发生燃烧,CO 含量降到最低[3]。转炉烟气成分的变化曲线见图 2。

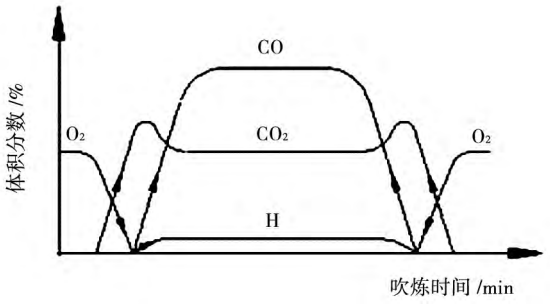


图 2　转炉烟气成分变化曲线

2　80 t 转炉煤气回收研究分析

制钢一部 80 t 转炉在课题攻关前,转炉抬枪后煤气回收没有延时功能,部分净化后合格的煤气全部点火放散; 转炉活动烟罩未实行过程降罩操作; 炉口微差压亦未投入使用,风机根据炉口返烟情况手动设定调节,吹炼周期内 CO 含量普遍偏低。但成立煤气回收攻关组后,为提高煤气回收率,分别从转炉活动烟罩的降罩操作、炉口微差压数值设定及风机 PID 控制水平、回收延时、汽化烟道氮封系统调整、提高供氧强度及生产组织和设备管理等几个方面进行了分析研究和调整改进。

2.1　活动烟罩降罩操作

在转炉吹炼过程中,工艺人员原有操作方式为了方便看清火焰,全程不实行降罩操作,炉口总是负压显示,大量的 CO 含量被燃烧生成 CO_2,使得 CO 含量降低,不利于转炉煤气热值的有效提高。针对问题,在程序中将转炉烟罩升降进行程序联锁,下枪吹炼 1 min后烟罩自动降至下极限至吹炼结束,否则氧枪自动联锁抬枪结束供氧。实现降罩操作,降罩操作前后对比,转炉煤气中 CO 的含量变化明显提升。

2.2　微差压设定及 PID 控制

为防止大量空气吸入烟道,造成转炉烟气中 CO 在高温下燃烧成 CO_2 导致 CO 含量降低,从而降低煤气回收质量。在烟道入口及烟道末端两个位置均装有用于测量烟道压力的测压环管,通过差压变送器所测的差压值 PLC 进行 PID 运算,输出风机转速设定值,并不断调整修正风机转速,最终将炉口压力控制在微正压状态。

炼钢过程中,将炉口微差压控制值分别设定为 -10 ~ +30 Pa,观察不同炉次炼钢时转炉炉口状况并分析风机转速的变化情况。图 3 为根据炉口微差

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

压控设定值下的风机转速变化曲线。

分析图3可知，上部曲线的炉口微差压值设定为+10 Pa，整个炼钢过程中风机瞬间最高转速约1 700 r/min，炼钢中期转速平均约1 650 r/min。下部曲线的炉口微差压值设定值为-30 Pa，整个炼钢过程中风机瞬间最高转速达1 800 r/min，炼钢中期转速平均约1 700 r/min。显而易见，当炉口微差压设定数值发生变化时，风机转速曲线亦跟随发生变化。炉口微差压设定的负值越大，风机转速越高，吸入的空气则越多，经过燃烧反应，大大降低烟气中CO的含量，直接导致可回收时间的缩短，可见炉口微差压的设定值对煤气中的CO含量及回收率均有影响。将炉口微差压设定在微正压的状态，通过精准的控制计算，使风机转速运行在最佳的转速状态，确保提高转炉煤气回收热值。

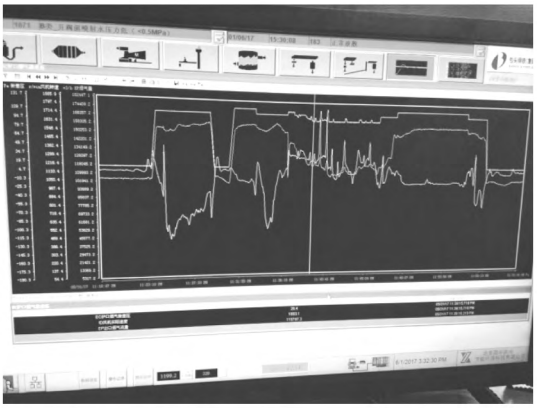


图3 风机曲线变化示意图

2.3 汽化烟道的氮封系统改造

制钢一部80 t转炉原汽化系统活动烟罩、下料口及氧枪口等均采用氮封系统进行密封，在煤气回收过程中，大量外部空气被吸入，同时氮封吹入的大量氮气被回收，空气中的氧不仅造成烟气中CO燃烧，而且空气中的氮气和氮封系统的过量氮气同时进入烟气中，大大增加了烟气中氮气含量，造成回收煤气品质降低。在采取转炉降罩操作及炉口微差压调整后，同时对汽化系统活动烟罩、下料口及氧枪口氮封系统进行改造，调整为蒸汽密封。经过反复试验发现，蒸汽压力保证大于1.0 MPa时，既能保证炉口平稳杜绝烟气大量外溢，又可保证密封效果。最终将煤气中氮气含量控制在18%左右，大大提高了回收煤气品质。

2.4 调整供氧流量提高CO均值

制钢一部80 t转炉由于受主观观念及公称容量的影响，原供氧流量全程为小流量操作(平均15 000 m^3/h)，且人为因素干预挺多，吹炼时间偏长，C-O反应平缓，不利于CO含量的提升，影响煤气回收热值的提升。攻关组进行大胆尝试，将转炉供氧流量提高至平均18 000 m^3/h，最高为22 000 m^3/h，并且程序化，大大提高了CO含量(CO峰值最高达到76%，日平均CO值≥50%)。

3 实验结果与分析

通过活动烟罩的降罩操作、炉口微差压数值设定及风机PID控制水平、汽化烟道氮封系统调整、提高供氧强度、生产组织和设备管理等几个方面的分析调整和改进操作，煤气回收CO含量及煤气回收热值均有显著提高。回收热值攻关前后对比见图4：

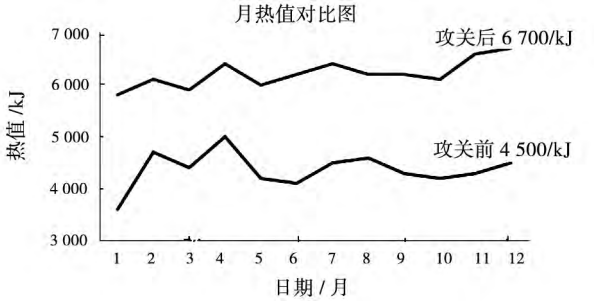


图4 回收热值试验前后对比示意图

4 结束语

通过对炼钢厂80 t转炉煤气回收的对比分析研究，通过采取吹炼过程中活动烟罩进行程序连锁；炉口微差压数值设定及风机PID控制；汽化烟道氮封系统改造；提高转炉供氧流量四种措施，提高了转炉炼钢过程中转炉煤气中CO的浓度，日平均增加了煤气回收的热值，平均热值从4 366.66 kJ提高到6 216.66 kJ。试验后比2016年全年提高了0.102 GJ/T。

参 考 文 献

[1] 刘刚. 浅谈转炉煤气的回收与利用[J]. 科技创新与应用，2014，(25)，112.
[2] 张芳. 转炉炼钢技术问答[M]. 北京：化学工业出版社，2012.
[3] 王雅贞，等. 转炉炼钢问答[M]. 北京：冶金工业出版社，2015.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net