

高炉煤气在连续加热炉上的应用

刘日新 刘七新

(北京赛维美高科技有限公司 北京 100073)

饶文涛

(宝山钢铁股份公司技术研究院 200941)

摘要 高效蓄热式工业炉技术的发展使得高炉煤气可以在高温工业炉上应用,可取得与高热值高炉煤气相媲美的加热效果。高炉煤气的使用,可以减少钢铁联合企业外购重油等燃料,解决企业煤气平衡问题,取得了显著的经济效益和巨大的环保效益。

关键词 加热炉 蓄热燃烧 高炉煤气

The Applications of Blast Furnace Gas in Re-heating Furnaces

Liu Rixin* Liu Qixin

Beijing Savemation Technology Co. Ltd.,

Beijing, 100073

<http://cnmeter.com> *[Email:rixin@163bj.com](mailto:rixin@163bj.com)

Rao Wentao

Research Institute of Baoshan Steel Company

Shanghai 2000941

Abstract With the development of highly efficient regenerative industrial furnace technology, the blast furnace gas can be used to fire high temperature industrial furnaces. The heating results are as good as the high caloric gas. The use of blast furnace gas is benefit to decrease energy cost, to solve the gas balance. The application of re-heating furnace fueled with blast furnace gas achieved great economic profit and ambient results of environment protection.

Keywords: Re-heating furnace, regenerative combustion, blast furnace gas.

1 概述

高炉煤气作为炼铁工艺的副产品,其利用问题一直困扰钢铁企业。主要原因是高炉煤气的热值低,主要用在高炉热风炉和烧结点火,或高炉煤气与焦炉煤气混合后使用,还有相当一部分被直接排放到大气里了。据有关资料介绍每年我国各钢铁企业高炉煤气的放散率为 13.72%。高炉煤气的大量对空排放,不但造成大量的能源浪费,而且造成严重的环境污染。如某钢铁公司放散高炉煤气 70 000m³/h,但 4 台轧钢加热炉中一台烧重油,一台烧焦油,一台烧煤粉,一台烧发生炉煤气。还有许多企业也不得不外购大量重油,而高炉煤气大量放散,造成严重的环境污染。

随着能源成本占产品成本的比例的不断提高

以及迫于政府环保标准越来越严格的压力,各企业对高炉煤气的利用也越来越重视,比如用高炉煤气进行发电等。采用换热器对空气、煤气双预热在加热炉上使用等。随着高效蓄热式工业炉技术的开发成功,为高炉煤气在高温工业炉上的应用开辟了一条新的途径。

本文主要分析高炉煤气的燃烧、高效蓄热高炉煤气加热炉的应用状况和使用效果,并对一些问题进行分析。

2 高炉煤气的燃烧计算

高炉煤气中含有大量的 N₂ 和 CO₂,可燃成分 CO 只占 25~30%,典型成分如表 1。按表 1 的煤气成分进行计算,其低位热值为 800*4.182kJ/m³,其

在空气消耗系数为 $\alpha = 1.1$ 、空煤气不预热时的理论燃烧温度只有 1350°C 。理论燃烧空气量： $0.707\text{m}^3/\text{m}^3$ ，实际空气量 $L_n = L_0 \cdot \alpha = 0.78\text{m}^3/\text{m}^3$ ，燃烧产物生产量为 $1.65\text{m}^3/\text{m}^3$ 。

在常温常压下，高炉煤气的着火温度为 $530\sim 650^{\circ}\text{C}$ ，其着火和稳定燃烧都比较困难。

表 1 高炉煤气成分 (%)

CO	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	其他
25.6	14.6	0.4	1.3	57.3	0.8

按加热炉要求炉温 1250°C 计算，炉温系数 0.7 ，要求的理论燃烧温度必须大于 1785°C 。当空气、煤气的预热温度达 600°C ，在空气消耗系数为 1.1 时理论燃烧温度达 1792°C ，采用高效蓄热技术，空气、煤气的温度可达 1000°C ，此时理论燃烧温度可达 2219°C ，完全可以满足高温工业炉的要求。为加热炉使用全高炉煤气创造了条件，这样可以使炼铁的副产高炉煤气获得充分的利用。

3 高炉煤气在高效蓄热加热炉内的燃烧状况和效果

过去常规的方法是扩散燃烧。燃料在中间，空气在四周。用燃烧器组织气流在炉内燃烧，边混合边燃烧，燃烧过程是在燃料和空气的混合界面上进行，燃烧形成明亮的高温火焰。在炉内形成不均匀的温度场。现在新的方法是混合燃烧，燃烧在整个炉膛空间中进行，是为空间燃烧，因此炉内温度非常均匀，不会使加热钢坯发生过热和过烧，又因为空气、煤气的预热温度很高，燃烧也非常完全。高炉煤气着火难、燃烧不稳定的问题也就迎刃而解了。

图 1 为高炉煤气的燃烧效果。高炉煤气的燃烧完全可以与高热值煤气的燃烧相媲美。用高炉煤气替代重油，减少企业的能源费用，取得了显著的节

能效益。



图 1 高炉煤气燃烧火焰

4 几个问题的讨论

4. 1 单预热和双预热

供入炉内的高炉煤气和助燃空气的水当量之和与燃烧产生的废气的水当量是基本相当的。在空、煤气双预热时，可以最大程度上回收烟气中的余热。因为 1m^3 的高炉煤气只要 0.78m^3 的空气，如果单预热空气的话，还有大量的废气要从炉尾排出，约 55% 的废气余热没有利用。同时，使工业炉结构复杂化。

4. 2 外置蓄热室和内置蓄热室

空气、煤气蓄热室可以置于炉墙内部或外部。外置占地面积大，增加了炉体的散热量，但维护方便。

4. 3 燃烧优化控制

燃烧优化控制主要是空燃比控制。高效蓄热式炉的废气量增加不会显著影响炉子的热效率，空气不够时导致煤气不完全燃烧，空气富余时会使废气中残氧增加，增加钢坯的氧化烧损。最优燃烧控制系统是必须的，也是高效蓄热式工业炉取得极高热效率的关键。

4. 4 数学模型控制

由于轧钢工艺所关心的钢坯的加热温度和温度分布。而一般用于最优燃烧控制的是炉温。因此，需要用数学模型来确定炉温、加热时间和钢温之间的关系。对于中、厚坯料的加热，加热炉最好是采用数学模型控制，一方面可以确保加热质量，另一

方面可以使得在加热炉待轧时尽可能节约燃料。

5 结论

高效蓄热式工业炉技术的发展使得高炉煤气

可以在高温工业炉上应用,可取得与高热值高炉煤气相媲美的加热效果。高炉煤气的使用,可以减少钢铁联合企业外购重油等燃料,解决煤气平衡问题,取得了显著的经济效益和巨大的环保效益。