

浅谈高炉送风制度的合理选择 ——以首钢为例

李健¹ 李勇² 赵梦静³ 王鹤⁴
内蒙古科技大学 内蒙古包头 014010

【摘要】高炉送风对高炉冶金具有非常重要的作用,合理的送风制度的确立尤为重要,直接关系到所生产的钢材的质量,本文以流体动力学为基础,首先为了对送风系统的阻力的损失进行分析,本文建立了计算损失的数学模型,然后讨论了与送风系统有关的几点因素例如风速,阻力损失动能,高炉送风量,理论的冶炼温度,实际的送风气流流速等等,运用流体力学的有关知识进行了深入的分析,力求探索出合理的送风制度,最终提出了理论公式以供参考。由此也深化了目前冶炼条件下对高炉送风制度现状的认识。

一、首钢送风制度简介

高炉炉缸炉底的初始气体分布,不仅决定了高炉的工作状态,同时对于LED的内聚力是普通大量天然气的两倍。首钢1号,3号高炉炉体,到2009年底,铁含量分别为2536m³爆破单位体积12502、13192t,处于国内领先水平,技术经济指标为国内最佳水平,两座高炉同样有不足的地方,例如对于下部送风的调剂,还处于十分落后的状态。本文参考了首钢1号高炉的相关送风量、排风量,进行了精确的分析,以确定更为合理的送风制度,保证设备高效有序的运行,不出现重大事故。

二、高炉送风机制的合理选择

1.1 对于压力损失的平衡计算

1)依据流体动量不变性原理,对下列的流体管段连建立接伯努利方程: $P_1 + \frac{\rho}{2} \times v^2 = P_2 + \frac{\rho}{2} \times v^2 + \Delta p_j$ (1)

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} \times (v^2 - v'^2) + \Delta p_j \quad (2)$$

式中: $\frac{\rho}{2} \times (v^2 - v'^2)$ 为动压头损失, P_a ; Δp_j 为局部损失。

2)在工程中,管道并不是呈现规则的形状,而是由不同管道相互拼接构成的,管道的截面面积突然改变会影响流体的流动状态,例如会导致摩擦阻力的增加,导致仪表盘等发生功能障碍,造成一定的能量损失,对整个供风系统都有着负面的影响。

3)首先假设计算的流体是不可以被压缩的,当流体流经管道 d_1, d_2 时局部的压力计算结果为: $\Delta p_j = \xi_2 \times \frac{P_v^2}{2} = \xi_1 \times \frac{P_v^2}{2}$

式中: N_1 和 N_2 分别为局部阻力系数; Q 为流体的密度, kg/m^3 ; V^2 为流体的时均流速, m/s 。管径收缩情况下局部阻损计算式为: $\Delta p_j = \xi \times \frac{Q^2}{2}$ 。式中: N 为局部阻力系数,可查表求得; V 为流体的时均流速, m/s 。加圆弯头的局部阻损计算式为: $\Delta p_j = \xi \times \frac{D^2}{2}$ 。式中: ξ 为局部阻力系数。

$$\xi = 0.131 + 0.16 \times \left(\frac{D}{r} \right)^{3.5}$$

式中: D 为弯头直径, r 为弯头内径, m 。3)由几个简单管路组成的串联管路的总压力

损失等于各简单管路压力损失之和: $\sum \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \dots + \Delta P_n$

1.2 结论分析

1)高炉下部送风制度对高炉炉况具有决定性影响,加强空气系统参数(空气进入高炉,实际风速,鼓风动能)和炉膛气体参数(炉缸煤气体积,理论燃烧温度,气流速度,实际的理论空气阻力系数)的研究是很有必要的。

2)近年来,首钢高炉经济技术指标提升较大,生产现场的经验计算公式已不适应于目前冶炼条件的需要,计算得出的高炉送风制度参数、炉缸煤气参数与高炉生产现场的数值存在一定差别,送风制度计算公式的校正非常必要。3)一定的原燃料条件、冶炼条件下,高炉的炉缸煤气量与炉况顺行是相适应的,炉缸煤气量超过炉内料柱承受的极限,必将影响炉况的顺行、稳定。4)送风制度作为高炉的基本冶炼制度,长期滞后于装料制度的研究,加深对送风制度及炉缸煤气的研究,有助于科学地指导高炉生产。

二、送风主要参数表及气流理论计算

2.1 高炉部分冶炼参数

风量/ $m^3 \cdot \text{min}^{-1}$	风温/°C	风压/ $kg \cdot cm^{-2}$	顶压/ $kg \cdot cm^{-2}$	透气性系 数
5100	1180	3.32	1.95	3723
实际风速 $/ m \cdot s^{-1}$	鼓风动能 $/ kg \cdot m \cdot s^{-1}$	煤量/ $t \cdot h^{-1}$	理论燃烧 温度/°C	
276	14300	35	2036	

2.2 气流理论计算

$$\nu = \frac{(1.2258V_g + 0.98xV_g + 0.4082M) \times P}{47520 \times S} \times \frac{(1905 + 0.77t_b + 35x - 1.22M - 5790\phi) \times 101.325}{(101.325 + P_g) \times 273}$$

三、高炉送风装置的合理选择

3.1 目前送风系统中存在的缺点 在用高炉进行钢铁冶炼的过程中,对送风装置的温度是有一定的要求与限制的,温度要达到1200~1350°C,由于高炉内的空间是十分狭窄的,所以风流同时被高温和高压双重影响。因此对于一些承受压力比较大的部位例如合流三通就会很容易损坏。温度高,压力大,流速大,空间限制等等限制条件都是不利因素。所以对高炉设备的要求就会增大,要求同时具有抗高温,抗压,抗腐蚀等优点。目前,国内的风炉还不能很好的解决这个问题,往往存在鼓风机容易脱落等问题,寿命较短严重时甚至会有漏风现象,对工人的生命安全有很大的威胁,当然也导致钢铁生产的效率非常低,在实际操作中,现在的普遍缺点就在于硬性条件达不到国际先进技术要求。

3.2 提高设备使用寿命的方法 高炉的送风制度有着独有的技术方法,例如在送风制度中使用浇筑保温法与复合保温法并用。在不大规模改变现有结构的基础上,为了提高设备的使用寿命,可以采取一下措施,例如使用比较轻的陶瓷层,使用轻质的浇筑层,或者使用高性能送风装置等等。

3.3 送风新工艺介绍 这种新技术是专用于钢铁高炉冶炼的,在不改变机构的前提下,用耐磨材质陶瓷替代氟材料乙烯层,能够很好地达到要求,满足使用需要。耐磨材质陶瓷一般在2~3mm左右,就有良好的抗冲击性与稳定性,耐腐蚀能力也是相当强的。在进行隔热装置的制造时,先将预先设计的耐磨层模型固定好,然后向里面浇筑高分子隔热材料。这种材料具有抗震,抗高温,耐腐蚀等优良的性能。复合高性能材料灌浆铸造法是专用于高炉送风装置的,可以提高高炉送风效率的60%以上。是一种新型的空气传送设计装置。这种设计适用于大多数的送风系统。采用耐磨陶瓷结构是又一大亮点,新型材料的引入不仅使生产效率得到了大大的提高,也很好的保证了工人的操作环境的安全。目前我国高炉送风装置还有许多的弊端,需要加以改进才能更加的适合实际生产。高炉设备保温材料就是高铝耐火保温新型材料使用。只有不断地更新新技术替代老技术,我国的高炉冶金工业才会得到长足的进步与发展。以至于达到国际先进水平。

四、结语

高炉送风制度的合理选择对于高炉正常的运行具有关键性的作用。对参与高炉送风的人员要求也很高,要求他们具备通风知识,化学知识,工程热力学计算,风尘防治技术,流体力学分析等等以满足正常的工作要求。提高原料的利用率以及生产产能,保证送风设施安全有效的运行是相关技术人员的不可推卸的责任。

参考文献

- [1] 章昌伟, 张刚勇, 等. 武钢5号高炉炉役后期的操作实践[J]. 烟铁, 2004, 2 (23): 19~21.
- [2] 周传典. 高炉炼铁技术手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002.8.