

浅析高炉荒煤气管道开裂原因

许家祥 张强 韩胜利
(日照钢铁有限公司 山东 日照 276800)

摘要: 本文首先对高炉布袋荒煤气管道开裂的危害进行分析,阐述了管道开裂煤气泄漏的危害,重点分析了煤气管道发生开裂的主要原因,最后,提出了煤气管道焊接要求和预防煤气管道开裂的措施。

关键词: 煤气管道; 开裂分析; 预防措施

0 引言

高炉在冶炼过程生产出铁水、炉渣及荒煤气。荒煤气经下降管到达重力除尘器,重力除尘器除尘原理是突然降低气流流速和改变流向,较大颗粒的灰尘在重力和惯性力作用下,与气体分离,沉降到除尘器箱体底部、经卸灰装置排出,经重力除尘器过滤的荒煤气通过荒煤气管道进入各布袋除尘箱体,布袋除尘箱体内部的过滤布袋对荒煤气进行二次过滤后产出净煤气。日钢 5# 高炉、11# 高炉在 2020 年度下半年多次发生荒煤气管道开裂,给高炉生产造成较大的影响,因此减少煤气管道开裂事故、降低设备故障休风率意义重大。

1 高炉布袋荒煤气管道开裂危害

1.1 人员中毒伤害

煤气管道开裂造成煤气大量泄漏,煤气有毒成分主要是 CO,高炉煤气的 CO 含量为 23% ~ 30%,主要破坏人体血液的输氧功能,当空气中的 CO 含量达到 0.17% (1700ppm) 时,可立即使人丧失逃生能力或永久损坏人体健康,当空气中 CO 含量达到 1.28% (12800ppm) 时,吸入即昏迷,1 ~ 2min 便死亡,可见发生煤气泄漏事故所造成的安全隐患巨大,如果处理措施不当易发生人身伤害事故。

1.2 产线停止

煤气管道开后煤气泄漏量较大,需要高炉休风后对煤气管道进行氮气吹扫管道内部煤气,经置换煤气浓度小于方能进行焊补处理,因此煤气管道开裂后处理时间较长。煤气管道开裂将直接影响高炉产能,甚至因高炉突然紧急休风造成高。

1.3 对环境造成污染

由于荒煤气管道下部分积灰、管道在突然开裂以后、内部大量荒煤气夹杂着积灰从开裂的缝隙喷出,造成扬尘溢烟和环保事故发生,因此如何避免管道开裂意义重大。

2 荒煤气管道开裂原因分析

通过对目前炼铁煤气管道焊接形式进行焊接试件,通过拉伸试件实验得出力学性能(见表 1)。由于目前高炉生产节奏加快、休风时间为 8h,高炉休风后煤气管道动火前的吹扫置换,和复风前的管道引煤气工作,更换或者维修管道剩余时间在 6h 左右,无法实现管道接头打坡口单面焊接双面成型的方法进行施工作业。目前管道采取搭接焊接,

表 1 钢板焊接力学性能

试验日期	钢种	规格	屈服强度 /MPa	抗拉强度 Rm/MPa	伸长率 /A%	屈强 比 /%	实验钢板形式
2020.12.14	Q235	70 × 350 × 11	524	595	27.0	0.88	原钢板
2020.12.14	Q235	70 × 350 × 11	517	541	8.0	0.96	打坡口单面焊接双面成型
2020.12.14	Q235	70 × 350 × 11	534	604	断钳口	0.88	打坡口单面焊接双面成型、焊加强板
2020.12.14	Q235	70 × 350 × 11	221	285	3.0	0.78	搭接焊

焊接强度仅为原材料抗拉强度的 48%,采用搭接焊接方法造成了管道薄弱点产生。

对管道温度检测得出表 2 数据,通过对数据对比分析得出荒煤气管道的中上部与中下部温差较大,管道因上部温度高下部温度低热膨胀值发生变化。

管道热膨胀系数按每米升高 1℃ 长度膨胀 0.01mm 计算,荒煤气总管长度在 50m 计算、管道受上下温差变化影响、管道上下长度差值(见表 3)。

表 2 荒煤气管道温度值

高炉	4# 支管处	6# 支管处	9# 支管处	测量位置	测量时间
5#	115℃	107℃	105℃	管道中上部	2021 年 1 月 7 日 14 时
	10℃	13℃	8℃	管道中下部	
6#	74℃	70℃	72℃	管道中上部	2021 年 1 月 7 日 14 时
	14℃	12℃	10℃	管道中下部	

表 3 荒煤气管道温差膨胀量

高炉	4# 支管变径处	6# 支管处	9# 支管处	管道上下温差	膨胀量
5#	115℃	107℃	105℃	平均: 99℃	膨胀量 = 0.01mm × 99℃ × 50m = 49.5mm
	10℃	13℃	8℃		
6#	74℃	70℃	72℃	平均: 60℃	膨胀量 = 0.01mm × 60℃ × 50m = 30mm
	14℃	12℃	10℃		

由于管道中下部积灰(见图 1),管道与荒煤气隔绝、管道不会因荒煤气温度骤然升高而发生发热膨胀,反而造成因天气温度降低、中下部管道会因温度降低而发生收缩。中上部因没有积灰隔绝,管壁受到荒煤气温度升高而膨胀。造成整根管道因上部与下部膨胀量不同、发生管道中间向上拱起现象,管托失去支撑作用、管道焊缝承受不了管道自

身热膨胀量不同产生的内应力,加上荒煤气管道自身重量、管道内部积灰重量、各箱体连接支管等限制了管道的变形,最终导致管道焊缝被管道自身的热膨胀而拉裂。

通过分析 11# 高炉、5# 高炉煤气管道开裂位置均发生



图 1 管道中下部积灰

在 4# 箱体主管道与变径连接焊缝处、配合(见图 2),为此,做进一步分析说明:

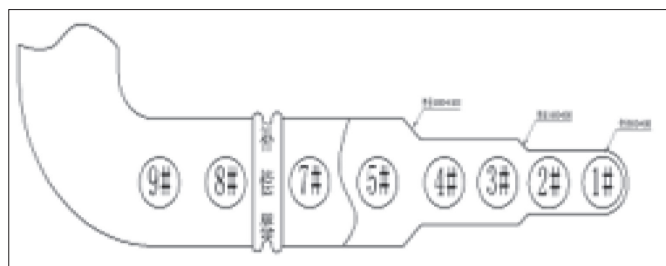


图 2 4# 箱体主管道与变径连接焊缝处易发生开裂

(1) 荒煤气管道在 7# 支管与 8# 支管之间设置了 1 台大拉杆波纹补偿器, 9# 支管处紧邻南侧大弯头, 荒煤气管道 7# 支管至大弯头区间的热膨胀变形应力被补偿器吸收, 所以管道南侧开裂并不多见;

(2) 荒煤气管道 1#-7# 支管区间总长度在 30m、区间

没有设置补偿器, 由于 4# 支管位置处于 1#-7# 箱体中间位置, 荒煤气管道焊缝承受热膨胀变形应力最大, 是荒煤气管道开裂多集中于 4# 支管处的主要原因;

(3) 荒煤气管道在 4# 支管处设置管道变径一个, 管道变径为自制拼接而成, 焊缝聚集焊接应力增大, 是荒煤气管道焊缝开裂的又一主要原因;

(4) 荒煤气管道变径处、荒煤气聚集流动使温度变化更为明显、导致管道热膨胀量增加, 是造成管道变径处开裂的次要原因。

3 煤气管道预防开裂措施

在荒总管 4# 支管处设置一台大拉杆补偿器来弥补荒总管 1#-7# 支管区间的热膨胀应力变化所导致的管道焊缝开裂, 新增补偿器的补偿量 $= 0.01\text{mm} \times \text{荒煤气峰值温度} \times \text{荒煤气总管长度} - \text{在线补偿器补偿量}$ 。

管道变径优先使用热成型过渡变径或者使用圆锥体卷管变径, 避免使用拼接管道变径, 减少管道变径处的焊接应力聚集。

管道接头采用搭接方法施工时、焊脚高度与管道母材厚度相当、焊缝应饱满不得有焊接缺陷、焊缝焊接完成后对焊缝进行焊接加强板、增加焊缝焊接强度。

4 结语

荒煤气管道通过现有施工焊接方式、并加装焊接加强板经测算后能够承受目前煤气压力。荒煤气管道开裂主要原因是由于管道中下部积灰后荒煤气管道温波动导致管道内部应力所致。目前可以通过安装补偿器的方法解决管道开裂问题。

探讨补偿器采用法兰与荒煤气管道连接, 荒煤气管道分段制作、管道和弯头端部焊接法兰进行组装的可行性。荒煤气管道内部安装导流叶片引导煤气在管道内部的气体流向, 改善管道下部积灰现象发生。

参考文献:

- [1] 陈文峰, 赵金旭, 应婷, 蔡春秋. 冶金有色行业 - 煤气作业操作资格培训教材 [M]. 北京: 团结出版社, 2011.23-25.
- [2] 于宗宝. 工业管道工程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.1-8.
- [3] 柳金海, 陈百诚. 金属管道焊接便携手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.12-14.

(上接第 23 页)

所喷的氦气量。当发现漏点时, 拆除保温层进行漏点定位, 若未发现漏点, 则不需拆除保温层, 以免造成浪费。

4 结语

AP1000 核电厂凝汽器真空的状况不仅关系到电厂的经济效益, 还关系到核反应堆的安全稳定运行。氦质谱检漏技术能够对真空系统进行定位、定性和定量检漏, 在火电等领域已广泛推广并得到有效验证。因此, 将氦质谱检漏技术应用于 AP1000 电厂的真空系统的检漏工作是一项成熟可靠的选

择。

参考文献:

- [1] 史锡兆. 火力发电厂凝汽器真空系统氦质谱检漏技术 [J]. 真空电子技术, 1997, 000(005): 35-39.
- [2] 何己有. 氦质谱检漏仪检测原理及应用 [J]. 聚酯工业, 2011, 024(002): 54-57.
- [3] 何鹰, 顾文新. 火力发电厂凝汽器检漏技术探讨 [J]. 电力自动化设备, 1998, 066(002): 41-43.