大型干熄焦冷却套管泄漏原因分析及优化措施[*1]

史小龙

(内蒙古包钢钢联股份有限公司煤焦化工分公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 针对 200 t/h 大型干熄焦装置一次除尘器冷却套管在生产运行中经常发生泄漏的问题,文章通过对冷却套管的内部结构形式、循环水水质情况和生产工艺操作等方面的分析,得出造成冷却套管泄漏的主要原因,并提出优化和改进措施,以达到延长冷却套管使用周期的目的。

关键词: 干熄焦; 冷却套管; 泄漏; 优化措施

中图分类号: TQ52 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2019)02 - 0057 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.02.017

Cause Analysis and Optimization Measures for Leakage of Large Cooling Jacket of Coke Dry Quenching

Shi Xiao - long

(*Coke Chemical Engineering Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, the main causes for leakage of cooling jacket are found out through analyzing the inner structural style of cooling jacket, quality of circulating water, production process and operation aiming at the problem that the cooling jacket of first dust remover for 200 t/h large coke dry quenching device often leaks in production run. Moreover, the optimization and improvement measures are proposed to extend its service cycle.

Key words: coke dry quenching; cooling jacket; leakage; optimization measure

包钢煤焦化工分公司稀土钢炼焦部现有 4 座 JNX3 - 70 - 2 型大容积焦炉,设计年产能达 300 万 t,同时配套建设 2 套 200 t/h 大型干熄焦装置,其一次除尘器采用带挡墙的重力沉降式结构,底部设置两根冷却套管用于冷却收集下来的高温焦粉[1]。干熄焦装置在生产运行过程中多次出现冷却套管泄漏,泄漏部分全部位于冷却套管底部的半圆形封堵处,泄漏原因主要是由于半圆形封堵处焊缝开裂或破损开裂。冷却套管泄漏后干熄焦系统被迫停产,对其进行局部检修或者整体更换冷却套管,期间干熄焦系统需要进行降温、升温操作,停产时间长,影响干熄焦率。干熄焦生产的焦炭主要供给稀土钢炼铁厂 2 座 4 150 m^3 的大高炉,干熄焦炭对大容积高炉的稳定顺行起到至关重要的作用,所以对干熄焦装置的稳定运行要求越来越高。

1 套管泄漏原因分析

1.1 冷却套管内部循环冷却水流速过低

冷却套管冷却一次除尘器收集下的高温焦粉主要采用循环冷却水换热的方式,供给冷却套管的循环冷却水管管道尺寸为 DN50,管道截面积为 0.002 m^2,循环冷却水流速为 4 m/s,冷却套管内部

* 收稿日期: 2019 - 01 - 11

作者简介: 史小龙(1985 -),男,辽宁省朝阳市人,工程师,现从事焦化生产技术管理工作。

有46根焦粉冷却支管，其全部循环冷却水通道截面积为0.2 m^2，循环冷却水过流截面积扩大100倍，造成循环冷却水流速过低，循环冷却水中所带杂质沉降到底部，底部水流通道高度只有44.5 mm，如图1所示，时间久而久之，造成内部循环冷却水循环不畅，甚至循环水过流通道被堵死，底部半圆形封堵处出现局部高温变形，产生热应力造成焊缝开裂或破损开裂，从而造成冷却套管出现泄漏。

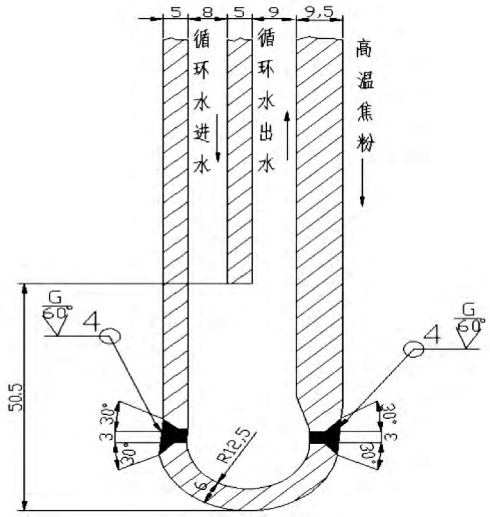


图1 冷却套管内冷却水通道

1.2 热应力造成半圆形封堵损坏

如图1所示，冷却套管内部与循环冷却水接触的5 mm管壁工作温度为25 ℃，与高温焦粉接触的9.5 mm管壁工作温度为200 ℃，碳素钢的线膨胀系数为$12\times10^{-6}/℃$[2]，冷却套管长度为5 m，线膨胀量$\Delta L = 12\times10^{-6}/℃\times5\ m\times1\ 000\times(200\ ℃-25\ ℃)=10.5\ mm$，两者的线膨胀量不一致，对底部6 mm的半圆形封堵产生热应力，造成半圆形封堵处焊缝开裂和破损，导致其泄漏，如图2、图3所示。



图2 冷却套管膨胀开裂泄漏



图3 冷却套管损坏后的冷态状态

1.3 半圆形封堵所用材料厚度过薄

冷却套管下部半圆形封堵所用材质厚度过薄，如图1所示，图纸设计要求厚度仅为6 mm。当冷却套管内部循环冷却水循环不畅时，与高温焦粉换热效果恶化或失效时，一次除尘器收集下的高温焦粉到达此处，与其长时间接触，极易造成半圆形封堵处过热变形开裂泄漏。

1.4 制造施工质量不符合标准

半圆形封堵与冷却套管内部各个支管的焊接处质量有缺陷，如图1所示，焊接处应按图纸要求进行打坡口处理，实际焊接过程中没有进行打坡口处理，并且焊接质量不合格，焊缝没有熔透，焊肉不饱满，如图4所示，有质量缺陷的焊口处遇到高温焦粉作用，焊缝开裂，冷却套管泄漏。



图4 冷却套管底部半圆形封堵焊缝质量

1.5 排灰时间设置不合理

冷却套管排灰操作有两种控制方式：一种采用高料位控制排灰设定，料位计出现高料位报警时，冷却套管底部的格式排灰阀开始排灰，高料位报警消除后，格式排灰阀继续运行排灰2 min，然后停止排

灰;另一种排灰方式采用手动操作,在中控室工控机操作画面上手动点击排灰开始操作按钮,格式排灰阀开始排灰,手动点击排灰阀停止操作按钮,停止排灰,根据排灰时间或者冷却套管底部温度显示情况,进行手动操作。格式排灰阀排灰时间设定不合理,造成高温焦粉频繁下到冷却套管底部,与半圆形封堵处的焊缝接触,产生热应力变化,造成焊缝开裂和封堵破损,从而造成泄漏。

1.6　循环水中杂质含量高

冷却套管的循环冷却用水与干熄焦汽轮机凝汽器的循环冷却水合用一个集水池,集水池为室外露天敞开式,自然界中的风夹带的泥土和沙粒落入集水池中,造成循环水水中含有泥土和沙粒等颗粒物杂质。循环冷却水水质变差,冷却套管内部循环水流速下降,泥沙等颗粒杂质沉积在冷却套管底部,如图 5 所示,造成冷却套管底部水流通道变小,甚至堵死,底部换热效果变差,长时间运行,半圆形封堵处破损泄漏。

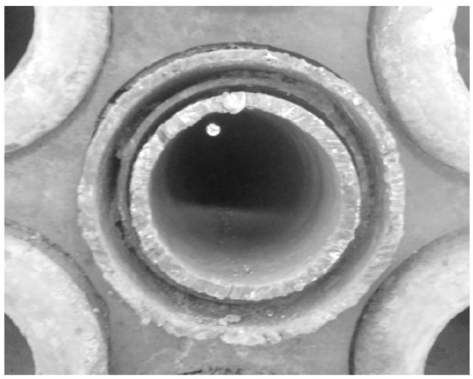


图 5　冷却套管内部沉积的杂质

2　优化和改进措施

2.1　提高循环冷却水流速

加大冷却套管循环冷却水母管的管径,增大冷却水流量,提高内部流速,从而降低循环冷却水中夹杂泥沙等杂质在冷却套管底部沉淀速率,保证冷却套管底部水流通道的截面积,保持循环冷却水换热冷却效果。

2.2　增开循环冷却水通道

在循环冷却水过流通道上部 100 mm 处环向增开几处循环水通道,在生产过程中底部出现堵塞的情况下,上部增开的循环水通道可以替代底部的循环水通道,循环冷却水还可以与高温焦粉进行换热,防止整个支套管失去作用,造成底部被高温焦粉灼烧,导致其泄漏,从而延长冷却套管使用寿命。

2.3　增加半圆型封堵的材质厚度

冷却套管的泄漏发生在其底部半圆形封堵处,这是个极其薄弱的环节,势必要增加其强度,抵抗高温焦粉灼烧和热应力的破损。优化冷却套管下部半圆形封堵所用材质厚度,厚度增加至 8 ~ 10 mm,提高其强度,防止泄漏。

2.4　加强施工质量管理

加强冷却套管制作过程中的施工质量管控,严格按照图纸设计和相关规范要求进行,对焊接部位进行打坡口处理,按照焊接工艺要求和检查标准进行,消除制作过程中的的质量缺陷,保证冷却套管的出厂质量。

2.5　优化排灰时间的设定

根据冷却套管和底部格式排灰阀的处理能力,通过计算合理设定排灰时间,避免单次排灰时间过长,使高温焦粉下落到冷却套管下部,造成底部半圆形封堵处被高温焦粉灼烧,产生热应力,造成半圆形封堵处泄漏。

冷却套管内部由 46 根直径为 140 mm ,壁厚为 9.5 mm,高 5 m 的无缝管组成,其直接与一次除尘器沉降下来的高温焦粉接触,循环水通过无缝管间接冷却高温焦粉,通过计算无缝管内部的焦粉体积和格式排灰阀的处理能力,得出被冷却焦粉的体积和质量,结合格式排灰阀的处理能力,合理设定排灰时间,防止高温焦粉灼烧底部半圆形封堵。

冷却套管内部被冷却焦粉体积 = $46 \times [(0.140 - 0.009\ 5 \times 2)/2]^2 \times 3.14 \times 5 = 2.64\ m^3$,焦粉密度为 0.6 ~ 0.7 t/m^3,取中间值 0.65 t/m^3,冷却套管内部被冷却焦粉的质量 = $2.64 \times 0.65 = 1.72$ t,格式排灰阀的处理能力为 3 t/h。

根据生产过程中的实际运行情况进行统计,干熄焦一次除尘器工艺灰量平均为 20 t/d,处理量为 0.83 t/h,格式排灰阀运转 16 min/h 就能保证排灰量。合理设定排灰时间,满足进入锅炉的循环烟气中焦粉含量符合工艺参数的要求,同时可以降低排出的高温焦粉到冷却套管底部的温度,使冷却套管运行稳定,延长运行周期,减少泄漏。

2.6　降低循环水中的杂质含量

采用与汽轮机凝汽器循环冷却水合用时,适当控制好循环水的循环倍率,适时清洗循环冷却水池

(下转第 87 页)

从表 4 数据得出，高抽巷垂距不同，氧化带宽度也不同。氧化带宽度越小，采空区自燃危险性越低，确定高抽巷最佳垂距为 30 m。

4　结论

(1) 根据采空区内煤岩结构形态构建流体渗流控制方程，为数值模拟提供了理论基础。

(2) 利用 Fluent 数值模拟软件模拟了高抽巷不同位置时的采空区氧气浓度分布规律，从而确定采空区氧化带范围及宽度。

(3) 综合考虑瓦斯抽采和采空区防灭火两方面的因素，确定高抽巷最佳抽采位置为平距 25 m、垂距 30 m，对高瓦斯易自燃煤层的高抽巷布置具有一定的实践指导意义。

参　考　文　献

[1] 袁亮. 我国深部煤与瓦斯共采战略思考 [J]. 煤炭学报，2016，(01)：1－6.

[2] 李树刚. 综放开采围岩活动影响下瓦斯运移规律及其控制 [J]. 岩石力学与工程学报，2000，19(06)：809－810.

[3] 李树刚，钱鸣高. 综放采空区冒落特征及瓦斯流态 [J]. 矿山压力与顶板管理，1997，24(3)：76－78.

[4] 李树刚，钱鸣高，石平五. 综放开采覆岩离层裂隙变化及孔隙渗流特性研究 [J]. 岩石力学与工程学报，2000，19(5)：604－607.

[5] 李树刚，林海飞，成连华. 综放开采支承压力与卸压瓦斯运移关系研究 [J]. 岩石力学与工程学报，2004，23(19)：3288－3291.

[6] 杨胜强，张枚润，王大强. 瓦斯高抽巷抽采系统中采空区漏风实测及模拟研究 [J]. 煤炭科学技术，2013，41(03)：63－65.

[7] 杨胜强，徐全，黄金，等. 采空区自燃“三带”微循环理论及漏风流场数值模拟 [J]. 中国矿业大学学报，2009，11(06)：769－773.

(上接第 59 页)

的污垢，同时在冷却套管循环水入口前增加过滤器，降低循环冷却水中所带的杂质；冷却套管单独设置冷却水循环系统，采用除盐水进行冷却，保证水质满足要求，但是生产成本较高，目前正处在讨论阶段。

3　结束语

目前干熄焦生产过程中的一次除尘器冷却套管放灰时间已重新优化设定排灰时间和排灰间隔，高温焦粉下落到冷却套管底部的情况得到缓解；循环水加大排污量及在冷却套管冷却水管道上加设过滤网，提高循环水的洁净度，上述各项改进措施实施后，冷却套管的使用寿命延长至 1 年以上，降低事故率，提高干熄率，增加干熄焦装置经济效益，同时节约备件费，降低企业生产运行成本。

参　考　文　献

[1] 卢培山. 干法熄焦工 [M]. 北京：冶金工业出版社，2015.

[2] 马庆芳. 实用热物理性质手册 [M]. 北京：中国农业机械出版社，1986.