锅炉省煤器换热管泄露分析探讨

那俊义

（大庆石化公司　黑龙江省　大庆市　163000）

摘要：锅炉省煤器在使用一段时间后，经常出现换热管异常的状况，甚至有时换热管会穿孔泄露。本文对这一现象进行详细分析，发现引起这一现象的因素有很多，其中最关键的因素是管的材质和腐蚀物。因此对烟气重点研究后，知道是烟气中的硫元素导致露点腐蚀，最终使得换热管泄露失效。本文为解决这一难题提出了对应措施，希望能为今后工作提供有效的理论依据。

关键词：省煤器；穿孔泄露；失效分析

锅炉是由多个部件所组成，其中最核心的部件就是省煤器，因为它的原理是利用烟气余热向冷水进行热传递，将浪费掉的热量重新利用，以实现省煤。锅炉运行一段时间后，总会出现各种各样的故障，但省煤器的泄漏却是最常见的故障，主要原因是省煤器管道中会存在大量的烟，这些烟气会不断酸化露点，当积累一段时间后，露点会被腐蚀并出现裂缝，便会出现管道腐蚀泄露，是极重大的安全隐患，需要特别重视。省煤器换热管失效是由多个因素导致的，但其中最关键的因素是腐蚀穿孔，一旦出现穿孔现象，必须停炉修复，因此会使得锅炉的正常任务无法完成，穿孔修复，需要启停锅炉，当次数多了，不但影响锅炉寿命，更会增加运行成本，使经济效益下降。省煤器对于锅炉十分重要，需要特别重视，如何降低穿孔几率，使锅炉寿命增加，是当下最该解决的问题。

1 换热管概述

省煤器的工艺其实特别简单，在管外是高温烟气，用来做热交换，在管内则是低温水，当锅炉工作时，要保证管程的压力在合理范围内，并实时监控壳程的温度情况。通常情况下，国家对省煤器的换热管的材料有着具体规定，一般要求是 20g 碳钢。

当省煤器的换热管穿孔后，到达现场后，会在锅炉外看到有水泄露，这时需要停炉进行维修。换热管通常是一直管，容易被烟气中的硫所腐蚀，腐蚀一段时间后，管外壁就会变色，通常会变成红褐色，当出现大量氧化皮的时候，说明已经被腐蚀很久了。仔细检查换热管会发现，管内径不变，管外径在变小，腐蚀主要是在外壁处，腐蚀严重时，管外径只有原来的百分之 50，此时管壁很薄，容易穿孔，当穿孔后换热管将不再起作用，此时省煤器就失效了，因此在平时就要注意换热管的管径大小，不能等管径变化很大时，在采取措施。

2 腐蚀物成分分析

2.1 硫元素含量的测定

将换热管上被腐蚀区域进行采集，然后对采集物进行分析，发现腐蚀产物主要是硫化物，因此需要应用红外碳硫分析仪，使用该仪器可以准确测出硫元素的含量。将含量做汇总，不同时期的换热管，硫元素含量不同，验证了换热管被腐蚀的强弱，主要受硫元素多少所影响。

2.2 X 射线衍射分析

收集腐蚀产物后，将其中的一部分用于衍射分析，主要使用的是 X 射线，衍射结果可以查看对应的衍射图谱。通过衍射图谱能知道腐蚀产物，经对照发现腐蚀产物主要为两种铁的氧化物，这两个铁氧化物会与硫元素融合，形成硫酸铁混合物，这种物质性质不稳定，易分解，在高温作用下会分解出二氧化硫。

3 失效机理分析与讨论

省煤器换热管失效的原因，经过上述检测，清楚的发现是腐蚀穿孔引起的，但腐蚀穿孔是烟气中的硫导致的，硫经过积累会酸化露点。但在锅炉进水前，都会进行废水处理，这个过程并不会引进硫元素，硫元素是那个环节引进的呢，通常在分析腐蚀原因时，都会先考虑是硝酸腐蚀的，但工艺个环节中并没有硝酸出现，那么硝酸怎么引入的呢，氨元素也不会在各个环节中出现，最关键的是硝酸的分解点很低，当温度超过 55 度后，硝酸就不会存在，省煤器平时工作过程中，温度远超一百度，因此不会出现硝酸腐蚀。同构对锅炉各部件检查，会发现天然气中会有硫元素，废液中也存在硫元素，他们含有的硫元素含量不同，硫元素在锅炉中会被

氧化，变成二氧化硫和三氧化硫，二氧化硫还是很稳定的，但三氧化硫化学性质不稳定，遇水蒸气会变成硫酸。尤其当烟气热交换后，温度不高，硫酸气体会重新凝结，当硫酸凝结多了就会腐蚀金属管壁，管壁被腐蚀一段时间，就会出现露点。反应方程式为:

$S+O_2 \rightarrow SO_2$ (1)

$SO_2+1/2O_2 \rightarrow SO_3$ (2)

$SO_3+H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (3)

$H_2SO_4+Fe \rightarrow FeSO4+H_2$ (4)

在最后是形成了硫酸铁，这种物质化学性质不稳定，在接触空气后，会和里面的氧气相结合，会形成二或三价的铁，这些铁元素与水结合后，会形成晶体，这些晶体主要是氢氧化铁，化学性质也不稳定，并且有污染性。当氢氧化铁晶体在一定压力下，就会分解，接触空气后，还会形成新的氧化物，这些氧化物都会污染环境，因此在废水处理时，一定要取氧化，要不烟气中的三氧化硫，很容易接触水蒸气，最后变成硫酸，硫酸具有很强的腐蚀性。

硫酸的露点温度是很高的，通常也高于省煤器的工作温度，因此容易发生硫酸腐蚀，腐蚀一段时间后，会导致换热管穿孔失效。立式省煤器和卧式省煤器里的换热管排列有很多区别，烟管通常又是垂直与换热管的，因此卧式省煤器中换热管，是呈水平方向的，烟管时竖直的，导致烟管中的水蒸气含量很大，管子最下方通常会有硫酸滴，所以此部位是最容易发生腐蚀的位置。

4 结论与建议

(1)省煤器换热管容易受到腐蚀，因此对材料要求很严格，一定要达到设计标准，并且为 20g 碳钢。

(2)通常情况换热管腐蚀的发生，要达到两个条件，条件一是烟气中含硫元素达到一定浓度，条件二是锅炉运行温度低于硫的露点。

(3)省煤器的烟气中存在大量的硫元素，被空气氧化后，一部分成为了 SO_3，当遇到水蒸气后，会形成硫酸，但硫酸浓度不足，经过一段时间积累，就达到了腐蚀浓度。

根据上述结论，提出以下建议:

(1)在锅炉系统的上游部分增设天然气的脱硫装置，监测并控制硫含量，彻底消除引起硫的露点腐蚀的源头。

(2)适当提高省煤器的烟气温度，避开硫的露点区。

(3)严格控制烟气中水蒸气含量，减弱硫酸的形成。

参考文献：

[1]王晓明,李琦,韩元培,何志强,刘相,潘景福,葛沛沛.锅炉高温省煤器出口管超温原因分析及处理措施[J].河南化工,2022,39(03):43-45.DOI:10.14173/j.cnki.hnhg.2022.03.013.

[2]路宝玺.省煤器换热管开裂失效分析[J].材料保护 ,2022,55(03):172-178.DOI:10.16577/j.issn.1001-1560.2022.0086.

[3]王令强,马春纬,刘杨,陈晓勇.余热锅炉省煤器更换施工工艺[J].石油工程建设,2021,47(04):20-23.

[4]梁奎,吴頔,刘帅,王硕,张旭昌.某电厂省煤器 20G 钢管泄漏原因分析[J].锅炉制造,2021(04):45-46+49.

作者简介：姓名:那俊义　出生年月:1993.5.31　性别:男　学历:大学本科　毕业院校:　东北石油大学　职称:工程师　目前从事工作: 技术员　单位:大庆石化公司　省市:黑龙江省大庆市　邮编:163000　论文方向：锅炉省煤器