

· 试验研究 ·

锅炉管的失效和预防

张琳 李新科

(中铝山西分公司热电分厂)

摘 要 锅炉管失效类型主要有过热爆管、磨损失效、腐蚀失效、焊口泄漏、错用钢材等,对其失效特征、原因进行了分析,并提出了相应的预防措施。

关键词 锅炉管; 失效类型; 失效特征; 失效原因; 预防措施

锅炉管相对于机械设备来说,它没有运动机械那种剧烈的磨损、振动、高度疲劳等问题,但由于其工作条件恶劣,受汽水品质、运行工况、烟气流程等条件的影响,爆漏事故较多,据统计中铝山西分公司热电厂8[#]炉2003年停炉15次,其中因三管爆漏而停炉6次,占40%,2004年7[#]炉停炉7次,其中因三管爆漏而停炉4次,占57%。因此,防止锅炉管爆漏,已成为提高电厂安全经济运行的关键。

锅炉管失效的类型主要有:过热爆管、磨损失效、腐蚀失效、热疲劳失效、焊口泄漏、错用钢材等。

1 过热爆管

过热爆管根据其超温幅度的不同,又分为长期过热爆管和短期过热爆管。

1.1 长期过热爆管

管子在超温幅度不太大的情况下,材料持久强度下降,蠕变速度加快,管子发生胀粗直至破裂,称为长期过热爆管。

1) 失效特征。破口一般为粗糙脆性断口,边缘粗钝,一般爆口较小,呈鼓包状,外表面有较厚的氧化皮,于内外壁形成许多纵向裂纹,个别可能穿透管子壁厚,但破口不明显张开,破口处管子周长一般增加较少,其组织结构往往发生变化,碳化物明显球化,珠光体石墨化,有时向晶界偏聚,合金元素由固熔体向碳化物转移,在晶界处萌生蠕变孔洞,蠕变使得材料断裂韧性下降,塑性降低。

2) 失效原因。锅炉管长期处于超温状态运行,

长期超温可能是由于锅炉过负荷、汽水循环不良、燃烧中心偏差、管内壁结垢等。

3) 预防措施。稳定运行工况,监测运行温度,调整、改善燃烧工况,进行锅炉酸洗,去除内壁结垢等。

1.2 短期过热爆管

1) 失效特征。破口边缘锐利,减薄很多,破口附近管子胀粗较大,破口常呈很大的喇叭型,外壁氧化不突出,无平行于破口的轴向裂纹,破口处的金相组织根据过热程度不同而不同,常是淬硬组织或淬硬组织加铁素体,破口处的硬度明显高于其它部位,管壁温度在 A_{c1} 以下,爆管后的组织为拉长的铁素体和珠光体,管壁温度为 $A_{c1} \sim A_{c3}$ 或超过 A_{c3} ,其组织决定于破口后喷射出工质的冷却能力,可分别得到低C马氏体、贝氏体、珠光体及铁素体,钢的强度大幅度下降。

2) 失效原因。异物堵塞管子,锅炉燃烧不稳,蒸汽流速低或汽水分层,温度调节不准,结垢等。

3) 预防措施。去除异物,稳定运行工况,改善炉内燃烧状况。

2 磨损失效

1) 失效特征。磨损的局部性较明显,磨损减薄,直至爆管,与飞灰冲角呈 $30^\circ \sim 45^\circ$ 时,磨损最大。

2) 失效原因。煤质不好,飞灰中夹带坚硬颗粒,冲刷管子表面。

3) 预防措施。选用合适煤种,合理设计省煤器结构,杜绝局部烟速过高,加装均流挡板,在管子表

面加装防磨盖板。

3 腐蚀失效

3.1 管外壁高温腐蚀

1) 失效特征。裂纹短而粗, 裂纹中充满腐蚀介质和产物, 具有腐蚀硫的特征, 裂纹走向为穿晶型。

2) 失效原因。

a) 高温腐蚀起源于燃料中含有硫成分, 燃烧后生成硫氧化物引起管外壁腐蚀减薄, 不能承受管内压力时发生爆漏。

b) 管壁受到轴向的交变应力, 这个应力可能来自于锅炉启停时热胀冷缩、炉管振动等。

3) 预防措施。改进交变应力集中区域的部件结构, 避免运行时的机械振动。

3.2 管外壁低温腐蚀

一般发生在烟温较低的省煤器和空气预热器, 后者危害最大, 它是由烟气中气态 SO 与水蒸汽化合生成硫酸液浓缩, 加快管外壁腐蚀是低温段省煤器腐蚀泄漏原因之一。在低温时 SO 经催化剂作用转化而增多, 这是与高温腐蚀时 SO 生成的主要区别, 低温腐蚀会影响锅炉安全及经济出力, 因此要严加防治。

预防措施。提高空气预热器冷酸温度, 采用低氧燃烧, 降低烟气露点, 定期吹灰, 保持受热面洁净, 采用耐腐蚀材料。

3.3 氧腐蚀

1) 失效特征。发生在省煤器、过热器、给水管的内壁, 腐蚀呈点状或坑状, 腐蚀区没有过热现象, 可能有腐蚀疲劳裂纹, 省煤器和给水管主要在运行中产生, 过热器主要在停炉时产生。

2) 失效原因。

a) 管内壁的钝化膜破裂, 在破裂处发生电化学

腐蚀。

b) 弯头处的应力集中, 促使点蚀产生。

c) 弯头处受到热冲击, 使弯头内壁产生疲劳裂纹。

d) 停炉时管内有积水。

3) 预防措施。加强锅炉管使用前的保护, 保持水质合格, 严格控制 PH 值和含氧量, 注意停炉保护。

4 热疲劳失效

这种损坏多发生在金属温度变化幅度大的过渡处, 如汽包上未加保护套管的给水管孔、省煤器、水冷壁、下集箱、减温器等。

1) 失效特征。产生大量裂纹, 但无明显的塑性变形, 裂纹沿晶内扩展, 在裂纹周围有腐蚀产物, 珠光体数量减少, 通常伴随有局部的过热而产生球化现象, 其组织为铁素体加珠光体加粒状碳化物。

2) 失效原因。温度循环变化, 产生较高的交变压力而造成破坏, 机械约束作用在应力集中处产生裂纹。

3) 预防措施。

a) 改进部件结构以适应热负荷强烈变化。

b) 启动时提高进入联箱等壁厚部件的给水温度。

c) 控制减温器的温度。

d) 放松机械约束, 使应力集中程度减轻。

5 焊口泄漏

焊缝质量太差, 运行中造成泄漏, 防止措施主要是加强焊缝质量检查。1994 年铝厂曾因蒸汽导管错用钢材而爆管, 防止措施主要是加强金属部件管理, 做到钢材在入库前、使用时进行光谱分析, 防止错用钢材。

收稿日期 2005- 05- 18

Analysis for Failure Reasons, Types, Features of Boiler Pipe

Zhang Lin Li Xinke

Abstract Analyses the main failure reasons, types and features of boiler pipe, puts forward the counter preventive measures

Key words Boiler pipe; Failure types; Failure features; Failure reasons; Preventive measures