

Analysis of Operation and Management Strategies for Superheaters of Oil and Gas Fired Boilers

Kaihao Zhang

Hangzhou Huayuan Front Line Energy Equipment Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310012, China

Abstract

With the rapid development of social economy, the improvement of industrialization level, the expansion of enterprise construction scale, the demand for industrial boilers is increasing day by day. The important part of the safe operation of the oil-fired gas boiler of the superheater is directly related to the operation quality of the overall boiler equipment, so it is necessary to strengthen the operation management of the boiler superheater, ensure its safe operation, reduce the probability of safety accidents, and promote the improvement of industrial production level. This paper mainly analyzes the operation management strategy of superheater of oil and gas boiler, aiming to further improve the operation safety of superheater, reducing the risk of superheater pipe burst, and ensuring the safe and reliable operation of oil and gas boiler.

Keyword

fuel gas; boiler; superheater; operational guidance

试析燃油燃气锅炉过热器的运行管理策略

张开灏

杭州华源前线能源设备有限公司, 中国·浙江 杭州 310012

摘 要

随着社会经济的高速发展, 工业化水平提高, 企业建设规模拓展, 对工业锅炉的需求量日益增加。过热器的燃油燃气锅炉的重要组成部分, 其安全运行直接关系到整体锅炉设备的运行质量好坏, 因此需要加大对锅炉过热器的运行管理力度, 保障其安全运行, 减少安全事故的发生概率, 推动工业生产水平的提高。论文主要对燃油燃气锅炉过热器运行管理策略进行分析, 旨在进一步提高过热器运行安全, 减少过热器爆管风险, 保障燃油燃气锅炉的安全可靠性运行。

关键词

燃油燃气; 锅炉; 过热器; 运行管理

1 引言

在工业生产中, 燃油燃气锅炉被广泛应用, 可以实现热能供给, 输出高温高压的热水和蒸汽, 运行风险较大, 需要加大安全运行管理力度, 保障操作规范性, 减少安全事故的发生概率。锅炉过热器可以把特定压力的饱和水蒸气进行加热, 使其转化为特定压力下的过热水蒸气。在过热器运行过程中, 相关管道需要承受超高温, 容易引起爆管风险。因此需要加大对燃油燃气锅炉过热器的运行管理力度, 保障标准化操作, 定期检查, 及时发现异常情况, 并采取合理措施进行处理, 保障燃油燃气锅炉过热器的安全可靠运行。

2 燃油燃气锅炉过热器特点

燃油燃气锅炉过热器主要是对锅炉烟气中的能量进行

回收, 以便对锅炉输出的蒸汽进行加热, 并转变为干蒸汽, 从而提高锅炉热效率, 避免蒸汽轮机受到水击。其中锅炉过热器包含低温过热器和高温过热器两种。其中低温过热器主要是对低温蒸汽进行加热, 其气温与饱和温度相近, 在过热器系统中是第一级过热器, 可以把饱和蒸汽加热为热蒸汽, 并减少排烟损失, 促进锅炉热效率的提升; 高温过热器主要是对高温蒸汽进行加热, 气温与额定温度相近, 是过热器系统的最后一级过热器。两者的区别主要在于安装位置不同, 高温过热器安装位置在炉膛出口处, 低温过热器安装在水平烟道位置; 两者内加热的蒸汽类型不同, 低温过热器内加热的是低温蒸汽, 高温过热器内加热的则是高温蒸汽, 前者是过热器系统被真正加热的第一级过热器, 后者是过热器系统的最后一级过热器^[1]。

3 燃油燃气锅炉过热器爆管的主要因素

3.1 锅炉设计不合理

锅炉设备设计不合理是引起过热器爆管的重要因素,

【作者简介】张开灏(1988-), 男, 中国山东烟台人, 本科, 工程师, 从事燃油燃气锅炉及配套系统设计研究。

锅炉设计单一,难以对多种复杂的生产环境进行适应;过热器系统设计不合理,前后级直接连接,中间没有设置减温器或者混合联箱,容易引起前后级热偏差叠加的现象,加大爆管概率;在过热器设计中,选择的材料不合理,导致管材能够承受的最高温度与实际需求不相符,容易加大爆管概率^[2]。

3.2 过热器制造工艺较差

过热器制造、维护、安全等工艺质量与过热器的安全运行息息相关,一旦其中一个环节出现问题,就有可能加大过热器爆管概率。如过热器焊接质量不合格,在焊接处出现异物堵塞;随意缩小蒸汽流通管道的口径,容易导致管道堵塞,加大管理压力,甚至引起严重的爆管事故;过热器管道壁厚不足,管材质量较差等因素,都有可能引起爆管问题。

3.3 锅炉长时间超负荷运行

当锅炉长时间超负荷运行状态下,容易加大过热器腐蚀、老化概率。当给水水质不合格时,容易在蒸汽中夹杂硫、氯、铁等杂质,并粘附在高温区域的管壁上,形成污垢,对管壁造成严重的腐蚀,导致管壁逐渐变薄,最终引发爆管;有的污垢则会聚集在一起,使过热器排气不畅,进而引发爆管^[3]。

4 燃油燃气锅炉过热器运行管理策略

4.1 优化设计

锅炉过热器在运行过程中,具有以下特点:在锅炉装置中,过热器是金属壁温最高的受热面,因此对过热器的设计材质要求较高,需要具备较高的持久强度、抗疲劳强度等性能,而且具有较高的表面氧化温度限值。

过热器管壁平均温度的计算公式:

$$t_b = t_g + \Delta t_{gz} + \mu q_{\max} \beta \left[\frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{(1+\beta)\lambda} \right]$$

式中:

t_b ——管壁平均温度,℃;

t_g ——管内工质平均温度,℃;

Δt_{gz} ——考虑管间工质温度偏离平均值的偏差,℃;

μ ——热量均流系数;

β ——管子外径与内径之比;

q_{\max} ——热负荷最大管排的管外最大热流密度, kW/m²;

α_2 ——管子内壁与工质间的放热系数, kW/m²·℃;

δ ——管壁厚度, m;

λ ——管壁金属的导热系数, kW/m·℃。

过热器的阻力不能太大,需要适当控制流阻,同时为了保证过热器管子金属得到足够的冷却,管内工质必须保证一定的质量流速,流速越高,管子的冷却效果越好,但工质的压降也越大,通常过热器系统允许的压降不宜超过过热器工作压力的8%~10%。管壁冷却还与蒸汽密度有关,密度大冷却效果好,但阻力损失大,所以不同压力等级的锅炉过热

器的蒸汽流速不同:中压锅炉对流过热器中的蒸汽流速取为15~25m/s,辐射过热器中取为20~25m/s;高压锅炉中对流过热器冷段取为9~11m/s,热段取为15~20m/s,辐射式过热器中取值比前者要高40%~50%;超高压锅炉为8~16m/s。

过热器的汽温会随着锅炉负荷的改变而出现变化;在对过热器进行布置时需要结合锅炉的具体参数进行合理设置;在锅炉点火时,需要对过热器采取一定的防护措施,加大日常检修力度,保障安全运行;同时还需要保障能够对汽温进行灵活性调节,优化过热器使用性能。

同时还需要对锅炉焊接工艺进行合理控制,强化焊接质量,避免出现焊接缺陷,严格按照《锅炉安全技术规程》执行探伤检测(管子环向对接接头,A级锅炉 $p \geq 9.8\text{MPa}$, 100%射线或超声检测, $p < 9.8\text{MPa}$, 50%射线或超声检测,B级锅炉10%射线检测)和通球试验来保证焊接质量和弯管的流通直径,从而最大程度上减少锅炉过热器爆管事故的发生概率^[4]。

4.2 保障燃烧系统的稳定性

在锅炉过热器运行管理中,需要着重加大对燃烧系统的控制力度,从而有效保障过热器的稳定运行。例如,介质雾化燃油燃烧器,要合理控制燃油的雾化质量,并确保雾化蒸汽和燃油压差始终处于稳定状态,其中压差需要控制在100~14kPa,同时需要在燃油构造中设置恒温加热器、油过滤器等装置,这样可以防止尾部过热器出现二次燃烧问题。在锅炉燃气过程中,要对燃料气热值进行动态监测,同时要全面掌握燃料气的具体构成,尽量减少对不饱和和稀炔烃类的使用,从而避免出现结焦现象^[5]。当出现结焦问题时,焦粒会对燃气喷口造成堵塞,难以清除,降低锅炉燃烧稳定性。此外,锅炉燃烧火焰长短还会受到锅炉炉膛压力变化的影响,当火焰过长时,会直接接触过热器,导致过热器管子过热,形成高温蠕变。所以需要对锅炉炉膛微正压进行合理调节和控制,避免出现漏风现象,做好炉膛检查工作,及时封堵泄漏点,保障炉膛密封性。严密监视锅炉蒸汽参数、蒸发量及水位等主要指标,防止超温超压、满水、缺水事故发生^[6]。

4.3 合理控制汽包液位

当汽包液位超过标准数值时,容易影响汽水分离装置的正常运行,影响汽液分离效果,甚至增加饱和蒸汽水分,导致严重的不利后果:液滴状水容易在过热器管内蒸发,导致整体体积增大,对过热器管路造成严重冲击,引起管理损坏问题。此外,饱和蒸汽带液进入锅炉过热器管子时,容易形成积盐结垢腐蚀现象,导致过热器管路过热,甚至烧坏管路;当汽包液位低于标准数值时,容易形成干锅现象,对锅炉、过热器等装置造成严重损坏,因此需要对汽包液位进行合理控制,一般为50%左右,避免随意改动。在日常设备检查过程中,需要对汽包液位进行定期检查,确保始终处于稳定状态。

4.4 合理控制锅炉给水水质

要对锅炉给水水质、运行中汽品质进行合理控制,一旦水质不符合要求,会引起过热器水冷壁管内出现结垢、腐蚀等问题。所以需要提高对锅炉水质的监管力度,定期检查,合理安排检查次数和频率,避免不合格的水进入锅炉系统中,避免对过热器的安全运行造成危害。同时还需要对烟气流速进行有效控制,特别是烟气走廊处的烟气流速,要对过热器管子与墙壁的间距进行合理设置^[7]。

4.5 合理控制减温器通水量

通常情况下,锅炉过热器包含两段,且中间安装有减温器,该装置的通水量与锅炉送出蒸汽的温度息息相关。一旦通水量过大,会导致送出蒸汽温度过高,对过热器造成损坏,因此需要对减温器的通水量进行合理设计,将其定值为5%,从而保障过热器的安全运行。

4.6 优化吹灰和吹灰器管理

在锅炉运行过程中,会产生一定的飞灰,对过热器管道造成磨损,影响其正常运行。因此,需要强化吹灰管理,对吹灰器进行合理安装和优化管理,减少受热面出现积灰现象。一旦吹灰器安装不标准,会导致吹灰蒸汽力超过标准要求,或者引起蒸汽流量过大的问题,对过热器管路造成损坏。当炉膛出现结焦问题时,需要适当增加吹灰次数,保障水冷壁处理良好的吸热状态;如果热受热长期存在过热现象,需要安装热工温度测点,以便对其温度进行动态监测;同时需要对膨胀指示装置进行正确安装。

4.7 合理调节过热器流通蒸汽量

在对锅炉点火、升温、停炉时,需要对过热器流通蒸汽量进行合理控制,防止对过热器管道造成损坏。同时需要对升温升压速度进行合理控制,做好水冷壁联箱排污工作,尽快建立水循环,及时切换油枪,保证受热面受热均匀,杜绝半侧燃烧,消除热偏差^[8]。

4.8 优化过热器日常检查维护工作

为了保障锅炉过热器的安全运行,需要做好日常检查维护工作,及时发现设备异常情况,并采取合理措施进行处理,减少设备故障的发生概率,促进过热器安全可靠运行。要对过热器焊接部位进行定期检查,避免出现裂缝、气孔、夹渣现象,一旦发现异常情况,需要第一时间采取合理措施进行维修处理,必要时需要对管道进行及时更

换;要对过热器管道中关键的受热区域进行重点检查,动态掌握这些区域的腐蚀、结垢情况,并对管道壁厚进行测量,视具体情况采取针对性措施进行处理,如腐蚀、结垢情况较轻,可以对其进行适当打磨处理;当结垢情况较为严重甚至出现穿孔现象时,需要对管道进行立即更换;要对给水装置进行定期检查,以便对减温水进行有序供给,才能对过热器管道的温度进行有效性控制,避免温度过高出现爆管事故;要对管道直径进行检查,当直径超标时,需要立即更换;在日常运行管理中,还需要对二级减温水比例进行合理调控,第一、二级分别使用粗滤法、减温调水的方式进行调温,强化比例合理性;同时需要对锅炉烟气侧进行合理调节,并结合实际情况,对锅炉排除的烟气数量、温度的调节,实现对过热器对流吸热量的有效控制;要对锅炉燃烧风量进行合理控制,防止出现锅炉温度波动较大的问题。

5 结语

综上所述,在燃油燃气锅炉运行中,过热器发挥重要的作用,需要结合实际情况,对锅炉过热器进行科学的运行管理,保障其安全可靠运行,最大程度上减少爆管事故的发生概率,避免对企业造成经济损失,推动中国工业事业的顺利发展。

参考文献

- [1] 朱明磊.燃油燃气锅炉过热器的防护与控制[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(12):65-66+69.
- [2] 王强强.锅炉过热器爆管原因及预防措施分析[J].中国设备工程,2021(23):198-199.
- [3] 陈能战,高军,贾国山,等.高压锅炉过热器集箱裂纹分析及防范措施[J].轻工科技,2021,37(11):33-34.
- [4] 李卫超,张坤,韩健雄.低压工业锅炉过热器爆管分析[J].中国设备工程,2021(10):142-143.
- [5] 马建宁,梁恩宝,殷海军.电站锅炉过热器管蒸汽泄漏原因分析[J].电力安全技术,2020,22(12):28-29.
- [6] 潘晓磊,黄源金,王晶,等.余热锅炉过热器失效分析及防范措施[J].现代工业经济和信息化,2020,10(11):160-162.
- [7] 王皎,黎明,和宇,等.某工业锅炉过热器管变形原因分析及改进措施[J].铸造技术,2020,41(5):495-497.
- [8] 刘锐.燃油燃气锅炉过热器的防护[J].中国设备管理,1999(2):22.