

蒸汽吹灰器吹损锅炉受热面原因分析与治理措施

陈严冬

国能太仓发电有限公司

[摘要]蒸汽吹灰器是燃煤机组一项必不可少的设备,主要用在清除过热器、再热器、省煤器及水冷壁上的积灰和结渣,定期吹灰对提高锅炉热效率有着决定性的作用,它可以避免受热面积灰、结焦;保证锅炉的安全、高效运行。电站锅炉吹灰器正常工作对其周围受热面及锅炉正常安全使用关系重大,是提高生产率,保证锅炉长期正常使用的关键。本文针对电站锅炉吹灰器的一些问题进行的分析并给出处理方案。

[关键词] 锅炉吹灰器; 受热面; 问题及处理

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.563

电站锅炉是电站正常运行的重要设施,是为生活生产提供大量能源和动力的基础。电站锅炉运行需要燃烧大量燃煤,产生大量煤渣,使锅炉内设备表面产生积灰,影响锅炉正常运行,甚至对锅炉设备的安全性造成威胁,严重危害电站设施及工作人员安全和经济效益。锅炉吹灰器是一种有效清除炉体内部灰尘的设备,保障锅炉设备安全运作,因此锅炉吹灰器的安全工作问题尤为重要。

1、电站锅炉吹灰器的作用

电站锅炉在运行过程中,锅炉各受热面工作环境恶劣,在受热面易积灰并造成热阻增加,影响经济性。同时在高温环境下,积灰易腐蚀炉体和炉内设备,造成锅炉内壁变薄或局部生成缺陷,使炉管爆漏,造成非计划停机,降低生产率。锅炉吹灰器是根据检测对锅炉内受热面进行吹扫,清除受热面上积累的飞灰和炉渣,提高换热效率,并保障炉内通道畅通,减小烟气阻力,降低厂用电率。调节炉内温度,当炉内温度过高时,吹灰器工作吹扫炉膛,使水蒸气温度降低,达到合理受热温度,避免高温使炉膛水冷壁损坏;当蒸气温度过低时,吹灰器吹扫炉内高温受热面,提高蒸汽温度,使其达到合理工作温度。

2 锅炉吹灰器及周围受热面的问题的分析

吹灰能够提高锅炉传热性能,增加经济效率。但是由于吹灰器的使用是运行人员根据锅炉使用时积灰情况的经验总结制定地吹灰方案,若吹灰方案不适当则会影响整个锅炉的生产效率。

2.1 电站锅炉吹灰器锅炉周围受热面泄露

电站锅炉吹灰器长期使用,对吹灰器锅炉周围受热面造成损坏,使受热面泄露。锅炉在高温高压的极端条件下,锅炉内部承受压力器件和锅炉内壁疲劳强度到达极限,锅炉接合处、焊接缝处,安全阀管座等焊缝,锅筒对接焊缝疲劳失效从而会出现裂纹。从锅炉裂纹裂缝处喷出的高温高压水或蒸汽,会造成工作人员烫伤的严重安全隐患;高强度喷出的热水和蒸汽甚至会进一步破坏锅炉,严重可能会发生爆炸,造成难以弥补的经济损失和人员伤亡。金属材料在压力作用下高温氧化,使金属表面钝化或由于接触其他物质发生侵蚀,破坏金属。另外由于炉渣沉积物等固体颗粒撞击接触,使金属表面剧烈摩擦,管壁磨损变薄,强度下降。锅炉内部受到固体物质的频繁摩擦产生磨损失效磨损。若锅炉吹灰器使用不当或吹灰力度不够,吹灰器监测信号不准确,使吹灰工作提前或延迟,造成信号指示错误使锅炉运行不当,致使锅炉没有有效进行清灰工作,使炉内环境恶化。由于锅炉换

热元件在恶劣条件下发生一系列变形、磨损、腐蚀和裂纹裂缝及开口结合处缝隙将产生泄露。泄露会造成蒸汽的浪费,增加了不必要的生产成本,而且降低了生产效率和经济性。严重地泄露可能严重危害锅炉安全,甚至有引起爆裂危险造成不可估量的损失。

2.2 吹灰器零件损坏

电站锅炉吹灰器自身零件损坏而没有及时更换,使锅炉吹灰管道的蒸疏阀损坏,吹灰蒸汽中的疏水无法疏出,吹灰蒸汽带水吹损吹灰器周围锅炉受热面。吹灰蒸汽带疏水使锅炉吹灰器及其周围受热面范围减小,原本蒸汽雾状吹扫带疏水后偏向于直线方向吹扫,使吹灰器在开始工作和停止时更容易损坏周围受热面。由于疏水温度比吹扫受热面温度低,疏水接触锅炉受热面后会吸热蒸发,造成受热面冷热不均,极易产生表面微裂纹。

2.3 吹灰器安装位置不合理

由于锅炉内温度很高,条件恶劣,在压力巨大热负荷很高的情况下,锅炉内某些部分会发生严重的塑性变形,吹灰器安装距离受热面太近,可能使部分吹灰器受挤压变形损坏。有的吹灰器蒸汽套管在长期使用下脱落在炉膛里,没有正常工作,导致炉内吹灰效果不明显,并且产生泄露,造成水蒸气,能源等资源浪费。

3 设备概况

阳城国际发电有限责任公司一期工程装机容量2100MW,安装6台350MW燃煤发电机组,锅炉由美国福斯特·惠勒能源公司(wec)制造,其类型为亚临界、一次中间再热、双拱单炉膛型火焰、平衡通风、固态排渣、露天布置、自然循环汽包型锅炉。锅炉整体布置采用双拱形单炉膛n型布置,全钢结构架、全悬吊结构,除空预器和除渣装置外部悬挂在炉顶钢架上。锅炉吹灰系统分为锅炉本体吹灰系统和空预器吹灰系统。锅炉本体吹灰汽源取自过热器二级减温联箱,空预吹灰汽源正常运行时取自高温过热器出口联箱,机组启停时,汽源取自锅炉辅助蒸汽系统。

4 吹灰器吹损锅炉受热面情况简介

受热面吹损主要发生在炉膛水冷壁、低温过热器和低温再热器。尾部烟道低温过热器和低温再热器吹灰器周围的第一层管子加装了防磨瓦,有效地避免了距离吹灰器最近管子地吹损,但随着运行时间的增加,新的吹损情况出现,距离吹灰器较远的第二、第三、第四层,直到第六层管子也发生吹损(吹损均发生在管子的一个侧面),以2号炉低温过热器、4号炉低温过热器最为严重,低温过热器沿锅炉宽度方向

共有194排，中间约100排为欧损严重区域，停炉期间对锅炉受热面仔细检查，及时更换了吹损超标的管子，避免了因受热面被吹损而引起机组的非计划停运，现对吹灰器吹损管子的原因进行分析，并对采取的有效措施进行总结，以提高对吹灰器运行、维护的管理水平。

5 吹灰器对锅炉受热面吹损的原因分析

5.1 吹灰器设计方面存在与现场实际不相适应的情况。

5.1.1 由于吹灰器厂家设计时过分强调了吹灰效果，带来了受热面管子的严重吹损。如炉膛吹灰器喷嘴中心到水冷壁面的距离过小，靠近喷嘴处的管子吹损严重。

5.1.2 同样，为了强调吹灰效果，吹灰蒸汽设计压力偏高。从锅炉受热面普遍受到吹损的情况看，我厂锅炉吹灰蒸汽压力偏离。如尾部烟道低温过热器和低温再热器处，从喷嘴处喷出的高速流动的蒸汽带着妖粒冲刷受热面管子，管子的磨损速度极快。

5.1.3 IK545、IK EL—525吹灰器设计不足处为吹扫螺旋轨迹线固定不变（即每次吹灰时相对管子的同一位置吹扫），这样，运行时间较长后，管子处于吹扫螺旋线的部位吹损严重，而吹扫点之外则影响很小。

5.2 吹灰器安装、调试方面的原因。

5.2.1 炉膛吹灰器与水冷壁的垂直度偏差过大，这样吹灰蒸汽偏向夹角小的一侧吹扫，而另一侧吹扫较为轻微，夹角小的~侧的水冷壁管吹损很快。

5.2.2 炉膛吹灰器喷嘴位置安装偏差较大，按照图纸要求，喷嘴中心距离水冷壁受热面的距离为38，但个别吹灰器距离过小（如#1炉IR9吹灰器，距离仅为21mm），造成该吹灰器处水冷壁吹损极为严重。

5.2.3 吹灰蒸汽压力调试不太准确。

5.3 吹灰器维护、调整方面存在的不足。

5.3.1 炉膛吹灰器起吹点未及时调整。每支吹灰器开始吹灰时，吹灰器内的凝结水会随着蒸汽一同喷出，吹灰器长时间对着同一点起吹，该处的管子吹损极快。

5.3.2 加长伸缩式吹灰器在炉内布置有专用的托架，该托架磨损严重或固定螺栓脱开时，吹灰器的枪管炉内部分由于支撑点的下移或失去，对吹灰器下部（或旁边）的管子吹损加剧。

5.3.3 吹灰蒸汽压力检查、调整不及时，吹灰蒸汽压力过高。

5.3.4 吹灰器检查、维护不到位，未能及时发现影响吹灰器正常运行的缺陷，挪炉膛吹灰器驱动杆销子断、长伸缩式吹灰器行程开关坏等，致使吹灰器不能正常退回。

6 锅炉吹灰器及周围受热面问题的处理

电站锅炉吹灰器的正常工作是锅炉长期运行的关键，因此，对吹灰器出现的问题应当予以重视，分析问题，找出处理方法，解决在锅炉使用中因为吹灰器的影响而造成的不良后果，提高锅炉经济效益和可靠性。

（1）在设计制造锅炉吹灰器时应调查了解吹灰器在锅炉中的使用工作环境和要求，针对工作要求高，压力大温度高的场合合理实际制造较厚的炉壁，减轻裂纹、变形对炉壁及其元器件的影响。在安装吹灰器时检查吹灰器规格和使用要求，保证吹灰器完好。定期停止锅炉运行，切断电源设

备，清理锅炉内部的炉渣灰尘等杂物，做好安全检查炉内设备工作；查阅锅炉设计制造和安装维修技术资料，运行故障检修记录，检验记录等资料，全面了解锅炉使用过程记录；制定详细检验步骤计划安排方案。强化工作人员对吹灰器的吹扫受热面的重点检查和测试，避免在使用吹灰器一段时间后，对受热面产生不良影响，修复受热面损坏问题，降低裂纹、泄露等严重危害锅炉使用的情况发生。

（2）对蒸汽温度较高，灰尘、炉渣较多的锅炉使用要求，要提前调查吹灰器的使用环境，严格制造吹灰器，在使用前对吹灰器进行评估测试。保证在吹灰器可能发生故障前，停炉检查设备，维修保养吹灰器。同时对炉内吹灰器及精密元器件重要部位进行电镀等表面处理，减少腐蚀的影响。做好维护保养措施，降低吹灰器零件损坏，保证安全稳定运行，提高使用寿命。

（3）根据锅炉使用经验和实际情况，并结合吹灰器使用技术要求。在安装时检查吹灰器结构和材质，保证吹灰器有足够的强度。并对吹灰器进行表面热处理等方法，提高吹灰器表面防腐性能。严格检查吹灰器及其他零件完整性，避免表面裂纹而产生泄露。

（4）应对吹灰器进行冷态调试，调整好吹灰器起吹点和停吹点、吹灰器枪管与受热面的垂直度、喷嘴的喷射角度、旋转角度等。运行中，应加强对吹灰器的检查和维护，当遇到吹灰器在炉内卡涩时，维护人员必须在最短时间内手动将吹灰器摇退到全退完位置。吹灰汽源电动门、调整门开启后，吹灰系统疏水门连锁必须投入，这样既可以避免吹灰系统暖管时引起管道的振动，同时也防止了蒸汽带水进入对受热面冲刷，保证了安全。可以每隔一段时间定期将吹扫喷嘴角度旋转90°。吹灰频次根据实际情况控制，在保证安全、满足经济运行的基础上，尽可能减少吹灰次数。在安装时结合经验和实际使用要求找出安装吹灰器的合理位置，减少因安装不当问题，导致吹灰器难以有效发挥作用。同时在保障吹灰器技术要求时，要检查吹灰器安装效果，使吹灰器能够灵活使用，满足对信号敏感性等使用要求。

总结

蒸汽吹灰器吹损锅炉受热面是个普遍问题，加强停炉检修期间的防磨防爆检查和吹灰器工作的日常管理十分重要，经过#1、2炉对吹灰器设备、运行等方面的调整和优化，减少了因吹灰器吹损受热面管而造成的锅炉“四管”泄漏故障，但一些实施效果，仍需时间验证，如超声电火花防磨喷涂丝材选用是否合理等，另进一步的优化和调整措施，也需我们去不断地摸索和总结，以得出更加合理的方案。

参考文献

[1] 李文华, 鲍听, 沈利, 王来邦, 杨毅均, 张光学. 管式GGH蒸汽吹灰器改造数值模拟及工程验证[J]. 热力发电, 2020, 49(03): 118-123.

[2] 黄磊. 低频大功率旋笛式可调频声波吹灰器在锅炉尾部受热面的运用[J]. 电力设备管理, 2018(02): 58-60.

[3] 卢权, 李延兵, 郝剑, 胡建涛, 路冰心. 基于数值模拟的高效分级蒸汽吹灰器开发[J]. 热力发电, 2017, 46(07): 92-96.