

# 火电厂锅炉四管泄漏问题研讨及防范

付景峰

内蒙古蒙东能源有限公司鄂温克电厂

**[摘要]** 锅炉四管包括过热器、省煤器、水冷壁、再热器。四管泄漏是指这些受热面因过热、腐蚀、磨损等而破裂及泄漏，导致炉管失效，甚至锅炉事故停机。四管安全是锅炉安全运行的重要保障。

**[关键词]** 锅炉泄漏；原因；措施

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.806

四管泄漏是火电厂锅炉最常见的问题，影响深远，作为火电厂的管理者，必须重视这一问题。严重的四管泄漏将导致火电厂整个锅炉停机危险，也将导致一系列安全事故接连发生，不仅会影响整个火电厂的经济效益，还可能造成人员伤亡，危及周边人的人身安全，所以预防四管泄漏显得至关重要。基于此，本文重点探讨了火电厂锅炉四管泄漏的原因及其控制措施。

## 一、锅炉四管泄漏主要部位

通常，四管泄漏发生在火电锅炉的如下管道和区域，①锅炉燃烧器的水冷壁，这一局域受到温度影响明显，内外壁温差大，易因温度而引起热胀冷缩而出现泄漏；②锅炉排烟管道，这一区域受烟尘影响大，并且尾气的腐蚀性高，易对管道造成腐蚀，进而产生泄漏；③烟气流速过快区域，在流速过快的锅炉烟气会形成热量、机械上的作用，对锅炉内壁产生影响，导致出现锅炉泄漏；④锅炉过热区域，在过热区域火电锅炉管壁会出现较大的应力，若不能及时释放，会形成管壁的疲劳积累，在适宜情况下导致锅炉管壁出现泄漏。

## 二、火电厂锅炉四管泄漏危害

随着我国用电量及外输电量的不断增加，火电厂的规模也不断扩大，近年来随着大型锅炉的使用，大型锅炉复杂程度与之加剧。因此，锅炉事故不断发生，其中最严重的就是锅炉四管泄漏问题。火电厂锅炉中的四管是指过热器管、再热器管、水冷壁和省煤器管。四管泄漏会影响火电厂效益，一旦四管泄漏，就会触发泄漏警报，整个火电厂要进行全体停工，以避免发生更大的安全事故。由于锅炉内部较复杂，对事故管道的寻找、修理、安装等工作会浪费大量时间、财力、人力，因此，会减少火电厂的经济效益。因火电厂属于易燃易爆场所，泄漏若处理不及时，造成大量化学物品的流失，会引起大规模爆炸，不仅对经济造成影响，还会对人身安全造成威胁，化学物质的流失对火电厂周边的环境、居民也会造成严重影响。

## 三、锅炉四管泄漏原因

1、受热面超温。超温对锅炉四管的损伤不可估量，分为长、短时间超温。其中，长时间超温会使受热面产生高温蠕变，温度越高，金属材料蠕变速度越快。长时间超温的爆口宏观形态是：爆口不大，呈未张开镜像，在其周围有众多平行的轴向裂纹，同时爆口表面还会有高温氧化和脱碳现象，并有氧化皮产生。据相关资料统计，再热器爆管的事故中约

有70%是由于长时间超温产生。而短时间超温，特别是反复的短时间超温，极易使超温管壁处产生应力疲劳，最终导致该处受热面发生爆管。短时间超温爆口宏观形态是：爆口完全张开，呈撕裂状，其边缘变薄且光滑，爆口附近管子有一定变粗且其外壁呈蓝黑色。

2、氧化皮的产生与脱落。在大中型火电厂锅炉中，主再蒸汽温度容易达到和超过570℃，这使得氧化皮的生成不可避免。根据相关研究表明，受热面金属所处温度越高、内部流动工质中氧的成分越高，氧化皮的生成速度就越快。

氧化皮的脱落主要与其厚度、温度变化幅度、速率有关。据相关研究表明，温度变化幅度越大、变化速度越快、氧化皮越厚，则氧化皮越易剥落。脱落的氧化皮最终会在受热面管道的U型弯底部集聚，使过热器流通截面变小，最后导致受热面过热爆管。

3、受热面磨损。在火电厂锅炉中，因磨损而造成受热面泄漏占总体泄漏量的37.5%，在所有因素中最高。受热面磨损的爆口宏观形态：爆口边缘呈不规则形状且其附近明显变薄，金属组织无变化，属于韧性破裂。易造成受热面磨损的因素有：烟气和飞灰冲刷磨损、焦块和结渣下落磨损、吹灰器的吹扫磨损、燃烧器的对冲与卷吸磨损。

当烟气通过受热面时，烟气中携带的各种颗粒将以一定速度冲击受热面，造成被冲击位置磨损减薄，随着时间的积累，最终破裂。定期吹灰能避免锅炉四管受热面积灰，提高锅炉换热效率。但吹灰器运用不当也会导致受热面磨损或结焦，最终导致爆管。如吹灰器退出故障，长时间对某处吹扫，易磨损该处受热面；吹灰器疏水不够彻底导致含有大量水分的蒸汽冲刷受热面，使其产生热应力疲劳，最终爆管；吹灰器布置不当或遗漏布置，导致某处不能正常吹灰，使该处积灰和结焦现象越来越严重，最终导致爆管。

燃烧器对冲布置的锅炉，若配风不合理，易在燃烧器的附近产生磨损和超温腐蚀：当一侧燃烧器的一次风压过大时，对冲的煤粉混合物会在碰撞后冲向压力较低的一面，从而使煤粉冲刷该处的水冷壁并在其附近燃烧；当一次风压较低时，对冲后的高温烟气会在燃烧器的附近形成一个高温的卷吸区，最终导致燃烧器的附近水冷壁因高温腐蚀而爆管。

4、化学及应力腐蚀。根据受热面的不同位置，化学腐蚀分为内、外腐蚀。其中，内腐蚀是指受热面内壁处的腐蚀，它由受热面内部流动工质品质不合格引起，一般由锅炉给水

品质控制不当引起，其中给水中的含氧量和pH值不合格影响最大。这种爆管处特征是受热面内壁有坑坑洼洼、薄厚不均，最终在腐蚀最厉害处爆口。外腐蚀是指受热面靠近炉膛侧的腐蚀。该侧接触的物质较复杂，有烟气、煤粉颗粒、飞灰、燃煤燃烧后产生的一些硫化物、铁硫化物、氯化物等。当一些灰渣或酸碱性物质贴在受热面表层后，在高温作用下会产生一系列化学反应，使金属表面发生腐蚀而凹凸不平，最后会因受热不均而产生爆管。

应力腐蚀是指受热面材料在特定环境中反复多次受到拉缩应力作用，最终达到和超过金属承载能力后而产生的低应力脆性断裂。产生原因有受热面处汽温、烟温大幅快速升降；因风烟控制不当导致受热面管道的振动等。应力腐蚀爆管处金属表面大部分未遭破坏，只有细裂纹穿透受热面管道，多数是沿晶分布，附近受热面管道的力学性能仍保持完好。

## 四、锅炉四管泄漏控制措施

1、受热面超温控制。运行人员控制方式：机组启动中，特别是干湿态转换阶段，及时调整燃烧工况、控制给水流量，防止锅炉在干湿态间频繁变换；避免出现受热面壁温局部过热，控制好锅炉的升温升压速度，减小各受热面的温度梯度，同时控制好水煤比和合理的过热度；在机组协调模式下要关注燃料、给水的自动配合情况，防止因跟踪不及时而出现超温现象。

维护人员控制方式：完善和优化给水与过热度、燃料的自动控制系统，使其满足在各种工况下能快速、更好的自动调整；经常校验和检测风烟系统相关的测点是否正常，对容易出现故障的氧量、总风量等关键测点要及时进行消缺和优化，令其能准确反应燃烧的实际参数；对锅炉受热面有超温现象的管壁进行跟踪检查，排查各个受热面的温度测点是否布置齐全和恰当，以便运行人员更好、全面的监视受热面各处温度情况；提高整个机组各辅机的自动投入率和优化其调节性能，在最大程度上防止因人为手动操作不当而使机组参数产生剧烈的波动和停机。

2、氧化皮的控制。“减缓生成、控制剥落、加强检查、及时清理与换管”是目前对预防和控制氧化皮产生与脱落问题的一个重要技术路线。

运行监视方面的控制措施主要是“减缓生成、控制剥落”，具体手段为：在机组启停和事故处理中，严格按规程中规定的汽温、汽压升降速率进行；在机组启动中要充分发挥冷、热态冲洗作用，严格控制冲洗水品质，在氧化皮产生较多情况下要利用旁路系统作用进行过热器、再热器等受热面清洗，使蒸汽段氧化皮被冲洗干净；在锅炉燃烧调整时要严格控制汽温、汽压变化速率，防止发生蒸汽参数反复剧烈变化的工况，特别是在大幅调峰和事故处理时，更应注意这一点。

检修维护方面的控制措施主要是“加强检查、及时清理与换管”，具体手段为：对要停炉3天以上的时间，要做出有

针对性的检查项目。根据蒸汽段温度的监视情况，对容易超温的管道和过热器U型弯头处进行着重检查。检查手段包括拍片检查受热面管道内部氧化皮的堆积情况、测量分析氧化皮的厚度、利用内窥镜查看氧化皮的脱落情况等。对发现受热面管道有变色等异常情况时，要及时进行割管检查并更换。

3、受热面磨损的控制。严格控制煤粉的细度，定期进行煤粉细度的检测；合理启动和分配底层、中层及上层磨煤机的运行情况，防止炉膛内火焰中心位置上移；合理布置吹灰器的个数和设置其吹灰蒸汽参数。吹灰区域要能完全覆盖结焦部位，并根据实际结焦部位和程度来增减吹灰器的个数及调整吹灰曲线、强度（时间、流量、压力）。运行中更要确保锅炉吹灰系统的正常投入，有效清除受热面结焦；若发现吹灰器投退异常应及时联系检修班现场处理。经常出现炉膛结焦和垮焦时，要严格遵守吹灰操作规定，并根据实际情况适当增加吹灰次数。

根据锅炉的设计及燃烧器的特性，通过试验方式合理分配热一、二、三次风的强度，避免燃烧的煤粉被卷吸冲刷燃烧器附近的水冷壁。

4、化学及应力腐蚀控制。内腐蚀的控制，体现在要严格控制和蒸汽的品质，特别是在锅炉启动中，要严格进行冷、热态冲洗；运行中，要定期对给水、蒸汽的品质进行监测，发现不合格水质和蒸汽时，要及时进行相应的处理；机组停运后要及时停炉保养。外腐蚀控制主要体现在：尽量优先采购与锅炉设计煤种相接近的燃煤，少用含还原性元素较高的煤种；合理控制煤粉的细度；严格执行吹灰操作规定。

应力腐蚀的控制措施：运行中，注意参数的变化率，严禁有超参数、超幅度的调整操作；避免因风烟、飞灰控制不当造成受热面的机械振动；尽量减少受热面间的热偏差；适当提高吹灰蒸汽参数，减小吹灰蒸汽对受热面的热冲击；停炉后及时对受热面进行外观检查，对那些因应力集中而出现疲劳的区域进行整改，以消除隐患。

综上所述，锅炉作为火电厂的重要设备之一，其安全可靠直接影响着机组的安全稳定运行。四管泄漏是火电厂锅炉最常见的问题，而且影响深远，作为火电厂的管理工作者必须要重视这一问题，采用有效措施，减少锅炉四管泄漏，从而确保火电厂的稳定运行。

## 参考文献

- [1]刘如伟.火电厂锅炉四管爆漏原因分析及防范措施研究[J].工业,2016,25(05):83.
- [2]陈晓林.电厂锅炉四管泄漏的主要原因及应对措施[J].今日科苑,2015(04):30.
- [3]苏胜飞.火电厂锅炉四管泄漏问题研讨及防范[J].商品与质量,2017(45):187.
- [4]杜国兰.电厂锅炉四管泄漏问题的浅析[J].黑龙江科技信,2015(36):90.