

# 电厂锅炉泄漏的原因与应对措施分析

白振雷

华电章丘发电有限公司 山东济南 250200

**摘要：**锅炉是发电厂三大主要机组之一，其安全、稳定地运行是十分重要的。根据有关数据分析，在全国范围内，大约有半数的发电厂发生了非计划停机事故。“四管”泄漏是锅炉安全事故的主要原因，锅炉爆管事故给电网运行带来了巨大的冲击，采暖期若出现爆管事故，将造成较大的社会负面影响。为提高电厂的安全可靠运行，必须加强电厂锅炉四管的安全检测，通过对“四管”泄漏原因的分析，提出了有针对性地防治对策，保证电厂锅炉的安全稳定运行。

**关键词：**电厂锅炉泄漏；原因；应对措施

电厂锅炉“四管”是指省煤器，水冷壁，过热器，再热器。“四管”泄漏是由于设备受热、磨损和腐蚀等原因引起的泄漏，造成锅炉管道的损坏。严重时，还会引起锅炉停机，给电厂带来巨大的经济损失。因此，对电厂锅炉“四管”泄漏成因进行分析，并针对其存在的问题，提出解决办法，对保障电厂锅炉安全稳定运行，是十分必要的。

## 1. 电厂锅炉概述

在对电厂锅炉进行介绍前，首先对电厂发电机理做了简单的概述。电厂发电是一种以锅炉为主体的化学反应能转换为内能、内能转换为机械能（由涡轮发电）和机械能转换为电能（由发电机提供）的过程。因此，转化的首要步骤就是将锅炉内的化学能与内能进行转化。锅炉就其结构而言，包括锅炉炉膛，锅炉烟道，汽水系统，炉壁，以及主体结构。除此之外，还包含鼓风机，引风机，空气预热器，给水除尘设备等。通过对历史资料的查阅与分析，发现电厂锅炉泄漏问题十分普遍，且主要集中在省煤器、加热器、过热器及水冷壁等部位。因此，对电厂锅炉进行定期检测与维修，辨识其存在的安全隐患，并采取相应的对策，可以保证电厂锅炉的安全稳定运行。

## 2. 电厂锅炉“四管”泄漏原因

### 2.1 磨损问题导致锅炉四管泄漏

锅炉管道磨损包含煤灰磨蚀和机械性磨蚀。燃煤在燃烧过程中会形成大量的烟尘，这些烟尘中包含着大量的煤灰粒子。在实际生产中，由于高温高压的作用，易造成炉管表面的磨损，从而造成“四管”泄漏。尤其是低热值和高灰量的燃料，其磨损更加严重。另外，由于过热器及省煤器的悬

立管与再热器交叉，故管道间距比较小，因此，在锅炉实际工作中，各管道均会受到一定程度的机械磨蚀，造成管壁厚度变薄、强度下降，最后造成管道泄漏。应该注意，在诸如再热器之类的管道附近或者烟气流动很快的区域，会出现煤灰磨蚀。

### 2.2 腐蚀问题导致锅炉四管泄漏

腐蚀可分为高温、低温两大类，与硫化物有直接联系。过热器出水口附近出现大量的高温腐蚀，造成管壁厚度的减薄和强度的降低，最终导致“四管”的泄漏。另外，煤粉炉外壁、四管表面及外悬吊构件都受到了高温火焰及高温烟气的侵蚀。若在燃烧时，硫与碱性金属发生熔融，则会造成较高的温度腐蚀。在锅炉受热后，烟气中硫与水蒸气会发生化学反应，生成硫酸。由于省煤器管壁温度在烟气露点以下，硫酸蒸气黏附于被热面而发生腐蚀，属于低温腐蚀。在一般情况下，省煤器是低温腐蚀的主要部位，但是，在空预器内也有可能出现低温侵蚀，从而引起“四管”的泄漏。

### 2.3 管道超温问题导致锅炉四管泄漏

管道超温是指当加热表面温度过高时，管道内金属会产生物理或化学变化，导致其综合性能下降的现象。一段时间后，锅炉内的金属管道会因承受不住压力而发生变形，最后造成管道断裂。造成这种现象的原因有很多，一是由于化学组成的改变引起过热器热负荷的增大，造成煤中挥发分的减少，造成煤粉的燃烧困难和着火时间延长，通过在锅炉内加装卫燃带，减小水冷壁吸热量，可有效地防止锅炉灭火；随着煤粉中含碳量的改变，煤粉在炉膛中的燃烧时间也随之改变，从而使炉膛内的火焰向上运动；在过热器中，过热蒸

汽因受热面过热而产生过热，使其在输送过程中产生较大的温升，从而造成管道泄漏。二是减温水调整不恰当。在实际操作中，一般仅对一、二段冷却后的蒸汽温度进行监控。但通过过热器的蒸气，因为过热器的加热温度一般会在工作期间上升，导致过热器进口至冷却器出口温度远高于设计值。同时，过热器的冷却端出水温度过高，造成过热器管壁的超温泄露。<sup>[1]</sup>

#### 2.4 设计问题导致锅炉四管泄漏

目前，国内大多数大型电厂锅炉均处在设计水平较低的状态。究其原因，是由于设计人员在设计过程中，理论与实际存在着一定的差距，致使锅炉无法达到电厂的要求，所以，当煤种类改变时，往往会产生“四管”泄漏现象，严重者甚至会引起热管爆裂。设计人员在设计时，若不科学、不合理，将造成“四管”系数不适当，造成机组运行中烟气温度偏高，或因机组高、宽等原因造成管道温度过高，达不到标准，造成“四管”泄漏。如果锅炉结构设计不当，也会引起泄漏，比如，当“四管”管径、长度不同或进、出水口设计不当，都会引起锅炉内部热量分布不均匀，从而引起泄漏。

#### 2.5 管材质量问题导致锅炉四管泄漏

锅炉“四管”泄漏是由于管材质量问题引起的，这是由于锅炉管道没有达到质量标准，管道质量比较差，会在结构内部产生大量的微孔，使材质强度下降，进而影响锅炉的质量。另外，由于管道焊接质量差，容易造成“四管”泄漏。由于焊缝质量差，焊接过程中极易出现杂质，气孔，气泡等缺陷，对焊接质量有很大的影响。所以，在运行时间较长的情况下，若管材质量达不到标准，则会使锅炉表面产生裂缝，从而造成“四管”泄漏，直接关系到电厂的正常生产，也关系到职工的生命安全。在锅炉受热面管道中，普遍存在着爆管现象。通过对该部位材质进行分析，可以看出，若材质不佳、抗高温能力不强，则可能引起受热面管子的破裂。

### 3. 电厂锅炉“四管”泄漏的防治措施

#### 3.1 加强防磨防爆检查

成立专业防磨防爆检查组，充分发挥各个单元的大、小修机的长处，对四管进行全方位的防磨防爆试验，并主动拓展试验范围，做好各项试验的详细记录。在检查结果基础上，对管道进行更换，涂上防磨防爆涂料或者铺设适当的耐磨瓦。在进行防磨防爆时，需要注意的是：一是穿墙管、悬吊管、管夹、省煤器、低温过热器、水平烟过热器及加热器

等易受飞灰及机械磨损的部位，应特别注意。二是有接触界面的部分，如屏式过热器，加热器，汽水定位管，夹管等，处在烟气速度高和粉尘浓度高的地方；三是水冷壁燃烧器内的弯头（避让管）、火焰通道区的观测孔、立井门及受热面、穿墙管道及容易发生气体腐蚀和磨损的部位，及冷灰漏斗、斜墙和炉角；四是水冷壁与排烟风道的联结处，以及更换后的管道与薄膜受热面之间的连接部位；五是膨胀不畅易拉裂应力集中的地方，承载重量构件的承载焊缝、受热面严重变形的管道；六是在实际运行中，过热区、加热器区等部位会发生局部或大面积过热。

#### 3.2 腐蚀处理措施

有以下措施可以防止水冷壁、过热器和其他炉管的高温腐蚀：一是提高过热器壁面温度至580℃以内；二是采用无氧燃烧抑制钒、三氧化硫生成，大幅降低高温腐蚀速率。二是在运行时调整燃烧工况，合理地选择合适的煤粉细度，以防止一次风对管壁造成的磨损，使其不能在焦面上充分燃烧；空气要均匀地分配，以免炉内壁产生还原性气体。另外，要从以下几个方面解决和防止省煤器和空预器的低温腐蚀问题：增加空预器管壁温度，将管壁温度控制在比烟气露点高的水平。随着排气温度的上升，将热空气流开启，使加热器上升，从而增加预热器入口温度。该装置采用抗腐蚀性材料，如玻璃管，搪瓷管，或陶瓷等，其抗腐蚀性强，不影响锅炉工作效率，但造价较高。通过测定某一工况下的酸露点，可精确测定出某一工况下的酸露点，进而调整烟气温度，实现最优工况，实现节能降耗，延长锅炉使用寿命的目的。

#### 3.3 超温控制措施

长时间的高温运行，是造成锅炉受热表面泄漏的重要因素。对电厂锅炉过热操作进行科学、合理地控制。在具体控制方面，可以做如下工作：一是针对电厂锅炉和原料的实际操作条件，选取合适的过温点；二是按照锅炉厂家制定的操作规范及启停曲线对机组进行合理的启动和关闭。<sup>[2]</sup>

#### 3.4 保障锅炉设计科学性

对锅炉进行合理的设计是解决四管泄漏事故的关键步骤。对电厂锅炉进行科学地设计，是电厂锅炉运行的重点与难点。但是，有些锅炉在设计时并未对这些因素进行足够的重视，从而使其在实际操作中产生诸多问题。另外，某些参数不合理也会对锅炉品质产生不利影响。所以，对锅炉进行设计时，必须进一步改进设计，首先，对电厂整体的运行

状况有一个全面的认识,在此基础上进行锅炉设计,才能保证电厂锅炉的正常工作。其次,在进行设计的时候,要保证参数的合理,防止因为不合理的因素造成的问题。另外,在进行锅炉设计时,要对整个锅炉的操作状况进行全面的分析,并且参考别人的设计方法,以使锅炉设计方案与电厂需要相匹配,从而防止发生泄漏,因此,在电厂锅炉运行中,必须要对锅炉设计进行严格的监控,保证其每一个环节、每个部分都有满足电厂的需要,从而进一步提升整个锅炉的设计水平。<sup>[3]</sup>

### 3.5 管材问题处理措施

由于管材质量对锅炉管道的正常使用有很大的影响,所以对其进行维护是十分必要的。由于电厂锅炉管道大小、型式各不相同,施工人员在选用管材时要按照工期进行挑选,这样才能防止出现管材不匹配的现象,并在安装完毕后,对管线进行验收,并强化管材管理。对管线进行质量检验时,必须提供产品质量证明书。在维护期间,需要对锅炉受热面进行定期取样,对其进行金相组织分析和成分与性能的测定。在对配管进行焊接前,要采用质谱仪测定管子和要焊接的物质,然后再选用适当的物质。在焊接时,要仔细核对工艺规范,以免出现差错。对焊接后的焊缝进行拍照和超声波检测,如存在问题应立即修补。<sup>[4]</sup>

### 3.6 提高检修质量及工艺

为了确保各“四管”检修的品质,在检修结束后的重要工作过程中,都要设立H目击者(第三阶段的工作状态),并要注重如下几个方面:一是加强防磨防爆专业技术人员的技术水平,不定期召开培训和交流专题会;二是制定并实施每一次检修防磨防爆专项计划,焊接和热处理工序卡片,并经五金专家审定;三是要选择高质量的焊接材料,并且做好测试,在使用时要按照规范规定进行烘焙,并且要将其放入到焊材专门保温容器中,在使用时候再取出来,并且不能长期暴露在大气之中,并且要在规定的范围内进行二次烘焙。四是对采用防磨喷涂的受热表面管道进行替换时,应将管道边沿进行20mm以上的抛光处理,并对其进行光谱分析,确定无铝、砷等有害因素,并将防磨喷涂料完全清理干净后才能开始焊接工作;五是对更换管道和采样焊缝和节点进行100%的无损检测,对直径76mm的小口径管线进行100%的辐射检测,建议与超声检测相配合,对发现的缺陷进行处理和复查,直到其达到标准为止。六是焊接接头经过加热后,必须

进行100%的硬化试验,试验结果要达到DL/T438-2016《火力发电厂金属技术监督规程》及其有关规定;七是每一次大修都要按照规范的有关标准进行水压测试,对各个压力部位进行仔细的检测,并对溶解水质量进行严格的控制,对于含有奥氏体结构的过热器和再热器,氯含量小于1.0mg/L,pH值9.5-10.5的脱盐溶液,进行压力测试。

### 3.7 加大技术监督力度

重点关注以下内容:第一,对锅炉供水及点火过程中的水质进行监督。严禁在没有达到要求的情况下使用水,点火等操作;第二,按照台账及有关规程进行管道切割及取样化验,若发现内壁存在太多的水垢及氧化铁皮,必须及时处理;第三,强化过、再热器工作时的蒸汽、壁温监控,分阶段进行控温,严格按照操作规范进行;第四,锅炉安全阀要进行周期性检查,不允许在运行中发生超压。当出现超压时,要及时减压,并将其记录下来。对超压发生的原因进行详细地分析,并提出相应的解决办法。结合实际工况,对加热器管壁温度测点进行分析,并对其进行优化,从而提高测温精度。第五,加强对锅炉水蒸汽品质的监督,按照各项指标要求,实施连续排放、添加药剂、净化等措施。

## 4. 结束语

综上所述,电厂锅炉长期处于高温、高压的工作状态,造成“四管”泄漏的原因较多。因此,要使锅炉“四管”泄漏降到最低,必须采取相应的防范措施。掌握“四管”泄漏的规律,针对不同工况,有针对性地进行预防和控制,才能有效地减少“四管”泄漏发生,提高机组安全可靠运行。“四管”泄漏防治必须坚持“风险预防和防治并重”的方针,并提出了相应的对策。实践证明,通过对磨损防爆、操作优化、技术监督等环节的防范,使“四管”泄漏的发生概率降到最低,从而达到预防和减少安全事故的目的。

## 参考文献

- [1] 李君. 火力发电厂锅炉高温过热器管泄漏原因分析及防治[J]. 应用能源技术, 2021,(11):24-26.
- [2] 包新龙. 燃煤电厂锅炉受热面管泄漏原因分析及预防措施[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021,(21):126-128.
- [3] 鲍传春. 防止电厂锅炉受热面泄漏技术措施[J]. 电力设备管理, 2021,(09):117-118+179.
- [4] 张鸿武, 杨东旭, 岳增武, 邵明星. 某电厂锅炉高温过热器管泄漏原因[J]. 理化检验(物理分册), 2020,56(12):67-70.