

防止锅炉四管泄漏强化锅炉四管防磨防爆管理

刘锋

通辽霍林河坑口发电有限责任公司，内蒙古 通辽 029200

摘 要： 如今随着电力行业的快速发展，锅炉作为电力生产的核心设备，其安全稳定运行显得尤为重要，可是在实际运行过程中，锅炉“四管”泄漏问题频发，给机组的安全稳定运行带来了严重威胁，据某电力集团公司2013年全年统计数据 displays，由于锅炉“四管”泄漏造成的机组强迫停运达到115台次，占年度强迫停运次数的34.49%，占累计停运时间及影响发电量的60%以上，因此防止锅炉“四管”泄漏，强化防磨防爆管理，已成为电力行业亟待解决的问题，所以本文就防止锅炉四管泄漏强化锅炉四管防磨防爆管理策略进行阐述，希望能够对广大读者有所帮助。

关 键 词： 锅炉四管泄漏；防磨防爆；管理

Prevent The Leakage Of Four Pipes And Strengthen The Anti-Wear Explosion-Proof Management

Liu Feng

Tongliao Huolinhe Kengkou Power Generation Co., LTD., Inner Mongolia, Tongliao 029200

Abstract： With the rapid development of the electric power industry, Boiler, as the core equipment of electric power production, Its safe and stable operation is particularly important, But in the actual operation process, The boiler “four-pipe” leakage problem occurs frequently, Bring a serious threat to the safe and stable operation of the unit, According to the annual statistics of a power group company in 2013, Due to the leakage, the forced shutdown of the unit reached 115 times, Accounting for 34.49% of the annual forced outages, Accounting for more than 60% of the total outage time and the affected power generation, Therefore, to prevent the leakage of the “four pipes” of the boiler, Strengthen the anti-wear and explosion-proof management, Has become an urgent problem in the power industry, So this paper to prevent the boiler four pipe leakage strengthening boiler four pipe anti-wear explosion-proof management strategy, Hope to be helpful to the general readers.

Keywords： boiler four-pipe leakage; anti-wear and explosion-proof; management

引言：

锅炉作为火力发电厂的核心设备，其稳定运行对于整个发电系统的安全性和经济性具有重要影响，其中锅炉四管是指省煤器、过热器、再热器和水冷壁，这四管是锅炉的关键部件，负责传热、汽化和支撑结构等重要功能，但是如今由于长期处于高温高压和复杂化学环境中，锅炉四管容易发生泄漏，导致设备损坏和运行中断，甚至引发严重的安全事故，特别是近年来随着火力发电厂对锅炉运行效率和安全要求的不断提高，锅炉四管泄漏问题逐渐成为影响锅炉稳定运行的突出问题，为此深入研究锅炉四管泄漏的原因，探索有效的防泄漏管理策略，对于提高锅炉运行的可靠性和安全性具有重要意义。

一、火电厂锅炉“四管”泄漏概述

火电厂锅炉的“四管”指的是省煤器、过热器、再热器和水冷壁四大关键管道系统，它们在锅炉中承担着热交换、蒸汽生成和传导等重要功能，是锅炉安全高效运行的核心组件，其中四管因长期处于高温、高压和复杂化学环境中，易发生泄漏问题。四管泄漏不仅导致锅炉热效率下降，还可能引发设备故障和严重的安全事故，例如水冷壁受烟气冲刷易腐蚀穿孔，省煤器长期与酸性物质接触会引发管壁腐蚀，过热器和再热器因高温氧化和热应

力作用易出现裂纹和破裂。四管泄漏不仅影响火电厂的稳定运行，还增加了维修和停机成本，对整体发电系统的安全性和经济性构成威胁，所以解决四管泄漏问题是提升锅炉运行安全性和可靠性的重要课题。

二、锅炉“四管”泄漏的主要原因分析

（一）磨损减薄：锅炉“四管”泄漏的重要诱因

在电力生产过程中，锅炉“四管”的磨损减薄是引发泄漏问

* 作者简介：刘锋（1971年），性别男，民族汉，籍贯（吉林省白城市），学历本科，职称工程师，研究方向金属检验检测，

题的关键因素之一，而磨损减薄主要来源于三个方面：烟气磨损、吹灰器吹损和浇注料脱落磨损，其中烟气磨损是指锅炉内部高温烟气长期冲刷管道表面，导致管道壁厚逐渐减薄的现象，这种磨损在锅炉尾部烟道内的高温段省煤器管弯头、低温再热器和低温过热器靠近炉墙的弯头等部位尤为突出，而且再加上由于这些区域烟气温度高、流速快，加上烟气中携带的固体颗粒物的冲击，使得管道表面承受了巨大的磨损压力；至于吹灰器吹损则是由于吹灰器在运行过程中，其喷射的高速气流对管道表面造成的冲击和磨损，这种磨损通常发生在吹灰器附近的管道区域，特别是在吹灰器喷射角度不合理或吹灰频率过高的情况下，磨损问题更为严重；最后的浇注料脱落磨损则是由于锅炉内部浇注料因老化、脱落等原因，对管道表面造成的机械损伤。浇注料在锅炉中起到保温、隔热的作用，但其一旦脱落，就会对下方的管道表面造成直接的撞击和磨损，进而引发泄漏问题。所以为了减少磨损减薄引发的泄漏问题，电力企业需要采取一系列措施，例如要优化锅炉设计，合理布置受热面，减少烟气对管道的冲刷作用；其次要规范吹灰器的操作，合理设置吹灰频率和喷射角度，避免对管道造成过度磨损；最后要加强对浇注料的维护和检查，及时修补脱落的浇注料，确保其对管道的保护作用。

（二）超温过热与材质老化：锅炉“四管”泄漏的隐形杀手

在锅炉运行过程中，超温过热和材质老化是导致“四管”泄漏的另外两个重要原因，这两个因素虽然不像磨损减薄那样直观可见，但它们的破坏力同样不容小觑，其中超温过热通常是由于锅炉内部受热面管道在异常工况下，如负荷波动大、燃烧调整不当等，导致管道壁温超过设计允许值，而且长期在高温状态下运行，管道材质会发生劣化，管壁强度降低，甚至出现蠕变现象，最终导致泄漏事故的发生，除此以外异物或氧化皮堵塞管道也会引发局部过热，加速管道的损坏过程；至于材质老化则是由于管道材料在长期高温、高压和腐蚀环境下，逐渐失去原有的机械性能和化学稳定性，这种老化过程是一个缓慢而持续的过程，但一旦达到一定程度，就会导致管道强度大幅下降，无法承受正常的运行压力，从而引发泄漏事故。所以为了防范超温过热和材质老化引发的泄漏问题，电力企业需要采取一系列措施，如要加强锅炉运行监控，及时发现并处理异常工况，避免管道壁温过高；并且还要定期对锅炉进行化学清洗和保养，清除管道内的异物和氧化皮，保持管道畅通；最后要选用高质量、耐高温、耐腐蚀的管道材料，提高管道的抗老化能力。

（三）应力拉裂与机械损伤：锅炉“四管”泄漏的潜在威胁

除了磨损减薄、超温过热和材质老化外，应力拉裂和机械损伤也是导致锅炉“四管”泄漏的潜在威胁，这两个因素通常是由于管道在安装、检修或运行过程中受到不当处理或外部冲击而引起的，其中应力拉裂是指在管道安装或检修过程中，由于焊接、热处理等操作不当，导致管道内部产生过大的残余应力，这些残余应力在锅炉运行过程中会逐渐释放，对管道造成拉裂破坏，此外锅炉启停频繁或运行工况波动大时，管道也会受到交变应力的作用，进而引发疲劳裂纹和泄漏问题；至于机械损伤则是指管道在运行过程中受到外部物体的冲击或挤压而造成的损坏，这种损

伤通常是由于锅炉内部异物、检修工具掉落或外部机械撞击等原因引起的，而且机械损伤会直接破坏管道的完整性，导致泄漏事故的发生。所以为了减少应力拉裂和机械损伤引发的泄漏问题，电力企业需要采取一系列措施，如一开始要加强管道安装和检修过程中的质量控制，确保焊接、热处理等操作符合规范要求；其次要加强对锅炉内部异物的清理和管理，防止异物对管道造成冲击或挤压；最后要提高运行人员的安全意识和操作技能，避免人为因素对管道造成机械损伤。

三、锅炉防磨防爆检查的主要方法

（一）无损检测方法

无损检测是一种在不破坏锅炉四管结构和功能的前提下，检测管道内部和表面缺陷的方法，而超声波检测和X射线检测是应用较为广泛的两种无损检测技术，其中超声波检测通过利用声波在管壁中的传播特性，可以有效探测出管道内的裂纹、腐蚀和壁厚变化等缺陷，对于不同厚度和材料的锅炉管道，超声波检测可以快速、准确地提供缺陷位置和大小的信息；X射线检测则通过穿透管壁，生成内部结构的图像，从而识别出管道内部的裂缝、孔洞和腐蚀等问题，无损检测方法的优势在于能够提供管道内部的详细信息，并且在不影响锅炉运行的情况下进行检测，大大提高了检查效率和安全性；当然除了超声波和X射线检测外，涡流检测也是一种常用的无损检测方法，其中涡流检测是通过在管道表面产生电磁场，检测出由表面缺陷引起的电磁场变化，适用于检测表面裂纹和腐蚀等缺陷，这种方法对薄壁管道特别有效，可以对管道的表面状况进行高精度检测。

（二）在线监测方法

在线监测是通过安装传感器和监测设备，实时获取锅炉四管的运行数据，从而对管道状况进行动态监测的方法，这种方法可以对温度、压力、应力和振动等关键参数进行连续监测，及时发现异常情况，其中温度监测是在线监测中最常用的方法之一，其是通过在锅炉四管的关键部位安装温度传感器，可以实时监测管壁温度的变化情况，防止因温度过高引起的管道热疲劳和氧化问题，而压力监测则可以及时发现管道内外的压力变化，预防因压力异常导致的管道破裂和泄漏事故；除此以外应力和振动监测也是在线监测的重要组成部分，其是通过在管道上安装应力传感器和振动传感器，可以实时获取管道的应力分布和振动情况，及时发现和预防因应力集中和振动引起的管道疲劳损伤；除了以上两点，在线监测还可以利用声发射技术，如检测管道在运行过程中产生的高频声波，识别出管道内部的裂纹扩展和泄漏等问题，在线监测方法的优势在于能够提供实时数据，帮助操作人员及时发现和处理锅炉四管的异常情况，降低事故风险。

（三）化学分析方法

化学分析方法主要用于检测锅炉四管内外腐蚀介质的成分和浓度，评估腐蚀状况和潜在风险，这种方法通过取样分析，确定烟气、燃料、冷却水等介质中的化学成分，识别出对锅炉四管可能造成腐蚀和损伤的物质，其中烟气分析是化学分析中的一个重

要方面,通过分析烟气中的二氧化硫、氯化物和硫化物等腐蚀性成分,可以判断烟气对水冷壁和省煤器管道的腐蚀风险,而对于燃煤锅炉,煤炭中的硫和氯等成分也是造成管道腐蚀的重要因素,通过煤炭成分分析,可以评估燃煤对锅炉管道的腐蚀影响;冷却水分析也是化学分析的重要内容,通过检测冷却水中的酸碱度、氧含量和盐类成分,可以判断冷却水对锅炉四管的腐蚀情况,例如冷却水中的溶解氧会加速管道的氧化腐蚀,酸性水质则可能引起管道的酸性腐蚀,这样通过定期进行化学分析,可以及时调整烟气成分、燃料配比和冷却水处理方案,降低腐蚀对锅炉四管的影响。

四、强化锅炉四管防磨防爆管理策略

(一) 建立完整的防磨防爆管理体系

为了确保锅炉“四管”的安全稳定运行,必须建立一个完整的防磨防爆管理体系,这个体系应涵盖机构设置、组织安排、计划制定、标准建立、程序规范、制度完善、执行监督、检查评估以及持续改进等多个环节,并通过明确各级人员在防磨防爆工作中的职责,形成一个全员参与、共同管理的的良好氛围,这样能够提高管理效率,还能够确保每个环节都得到有效执行,从而达到防磨防爆的最佳效果,而且在这个管理体系中,各级人员应明确自己的职责,按照规定的程序和制度进行操作;同时还应建立有效的沟通机制,确保信息的及时传递和共享,并定期对管理体系进行评估和改进,以适应不断变化的运行环境和技术要求。

(二) 严格执行防磨防爆检查制度

防磨防爆检查是防止锅炉“四管”泄漏的重要手段之一,所以为了确保检查的准确性和有效性,必须严格执行防磨防爆检查制度,这其中就要包括采用“看、摸、测”等手段对锅炉“四管”进行全面细致的检查,以及配备适量的检测仪器如射线探伤机、超声波探伤仪等来提高检查的准确性和效率,如在执行检查制度时,应严格按照规定的程序和标准进行操作;同时还应加强对检查人员的培训和监督,确保他们能够熟练掌握检查方法和技巧,并能够准确判断管道的状态;此外还应建立检查记录和档案管理制度,对每次检查的结果进行完整记录和分析,以便及时发现和处理问题。

(三) 加强人员培训和技术交流

人员培训和技术交流是提高防磨防爆工作水平的重要途径,

因为通过定期对防磨防爆人员、运行人员进行专业培训,可以提高他们的专业技能和综合素质,而加强技术交流和经验分享则可以促进新技术、新方法的推广和应用,所以在培训过程中,应注重理论与实践相结合,使学员能够熟练掌握相关的知识和技能,并建立定期的技术交流机制,鼓励员工分享自己的经验和见解,促进知识的传播和创新,此外还应积极引进外部专家和先进技术,为企业的发展提供有力支持。

(四) 加强过程监督和考核

过程监督和考核是确保防磨防爆工作质量和效果的重要手段,如通过建立详细的防磨防爆台账和超温台账,对每次检查的结果进行完整记录和分析,可以及时发现和处理问题,同时加强过程监督可以确保检查工作的质量和效果符合要求;至于在监督过程中,则应注重对检查人员的工作态度和操作规范的监督,确保他们严格按照规定的程序和标准进行操作,并建立考核机制,对检查人员的工作质量和效果进行评价和奖惩,以调动他们的积极性和责任心;此外还应建立问题反馈和整改机制,对发现的问题进行及时整改和跟踪复查,确保问题得到彻底解决。

(五) 突出重点检查和逢停必查原则

针对锅炉“四管”的重点部位和常见问题,应制定详细的检查方案和措施,并充分利用每次停炉的机会进行重点检查,这样可以确保问题及时发现和处理,避免事故的发生,例如在制定检查方案时,应充分考虑锅炉的结构特点和运行状况,确定重点检查部位和检查方法,并应建立详细的检查记录和档案管理制度,对每次检查的结果进行完整记录和分析;在停炉期间,应组织专业的检查队伍对重点部位进行全面细致的检查,确保不留死角和隐患;此外还应建立快速响应机制,对发现的问题进行及时处理和报告,确保问题得到及时解决。

结语:

总而言之,防止锅炉“四管”泄漏是一项长期而艰巨的任务,我们需要从多个方面入手,强化防磨防爆管理,如通过建立完整的管理体系、严格执行检查制度、加强人员培训和技术交流、加强过程监督和考核等措施的实施,我们可以有效降低锅炉“四管”泄漏的风险,确保机组的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 张伟卿. 加强锅炉“四管”防磨防爆管理工作的重要性[J]. 中国科技纵横, 2013(18): 212-214.
- [2] 张洪德. 试析锅炉四管泄漏及防磨防爆处理措施[J]. 中国科技投资, 2013(34): 218.
- [3] 曹涛. 浅谈某电厂#1炉“四管”磨损的原因及防范措施[J]. 中国科技信息, 2012(21): 105-106.
- [4] 高树华. 火电厂锅炉“四管”防磨防爆检查重点及预防措施[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2014(5): 245-246.
- [5] 辛本权, 牛先印. 锅炉四管失效原因分析及预防[J]. 华电国际邹县电厂, 2012(11): 115-118.
- [6] 崔晓峰, 王博. 火电厂锅炉“四管”防磨防爆检查及预防措施[J]. 中国设备工程, 2018(6): 25.
- [7] 李伟, 代真, 李涛, 等. 电站锅炉“四管”防磨防爆技术管理[J]. 中国特种设备安全, 2015(1): 30.