

锅炉检验的常规检验检测方法

牛晶明

长春特种设备检测研究院（长春市特种设备安全监控中心） 吉林 长春 130000

摘要：锅炉检验是确保工业生产中热能设备安全、高效运行的重要环节。常规检验方法包括宏观检验、锤击检验、灯光检验和割管及内窥检查等。宏观检验直接观察锅炉外观；锤击检验通过声音和振动判断金属内部质量；灯光检验用于观察受热面及焊缝表面；割管及内窥检查则通过割开受热面管直接观察氧化皮脱落情况和用内窥镜直接观察验证集箱、减温器等部件内部情况。这些方法各有优缺点，需结合实际情况综合应用，以提高检验的准确性和可靠性，确保锅炉的安全运行，为工业生产提供有力保障。

关键词：锅炉检验；常规检验；检测方法

引言：锅炉作为工业生产中不可或缺的热能设备，其安全运行对于生产效率和人员安全至关重要。为了确保锅炉的高效、安全运转，定期的检验检测工作必不可少。本文旨在介绍锅炉检验的常规检验检测方法，包括宏观检验、锤击检验、灯光检验和割管及内窥检查等，旨在通过科学、系统的检验手段，及时发现并消除潜在的安全隐患，为锅炉的安全运行提供坚实的技术支撑，确保工业生产的顺利进行。

1 锅炉检验概述

1.1 锅炉检验的定义与分类

锅炉检验是指对锅炉及其相关设备进行全面、系统、科学的检查、测试和评估的过程。锅炉作为工业生产中重要的热能设备，其运行状态直接影响到生产效率和安全性。因此，对锅炉进行定期的检验和评估，确保其安全、高效、经济运行，具有非常重要的意义。根据检验的目的和性质，锅炉检验可以分为以下几类：（1）定期检验：这是指按照一定的时间间隔对锅炉进行的检验。通常包括外部检验、内部检验和水压试验等。外部检验主要检查锅炉的外观、附件、安全装置等；内部检验则需要对锅炉内部进行详细的检查和测试，包括壁厚测量、焊缝检查、腐蚀及磨损情况评估等；水压试验则是通过对锅炉进行加压，检测其密封性和强度。（2）安装监督检验：这是指对锅炉的安装过程进行监督，确保其符合相关的技术标准和安全要求。主要包括对安装材料、焊接工艺、安全附件等进行检查和测试。（3）修理改造监督检验：当锅炉出现故障需要进行维修或改造时，需要进行监督检验。这是为了确保维修及改造过程符合技术要求和安全标准，防止因施工不当导致的安全隐患。

1.2 锅炉检验的重要性及其对社会经济发展的贡献

锅炉检验的重要性不言而喻。首先，锅炉作为工业生产的重要设备，其运行状态直接影响到生产效率和产品质量。如果锅炉出现故障或安全隐患，不仅会导致生产效率下降，还可能造成产品质量问题，给企业带来巨大的经济损失。其次，锅炉运行中的安全事故可能导致人员伤亡和环境污染，给社会带来不可估量的损失。因此，对锅炉进行定期检验和安全评估，确保其安全、高效、经济运行，对于保障人民生命财产安全、促进经济发展具有重要意义。锅炉检验对于社会经济发展的贡献主要体现在以下几个方面：一是通过及时发现并消除锅炉的安全隐患，减少安全事故的发生，保障人民生命财产安全；二是提高锅炉的运行效率和经济性，降低能源消耗和排放，促进可持续发展；三是提升锅炉的可靠性和安全性，增强企业的竞争力和市场地位；四是促进相关产业的发展和升级，推动经济增长和科技进步。

1.3 我国锅炉检验技术的发展与现状

随着我国工业的快速发展和能源结构的调整，锅炉检验技术也得到了长足的进步。目前，我国已经建立了完善的锅炉检验标准和法规体系，形成了较为完善的锅炉检验技术体系。在检验方法方面，我国不仅引进了国外的先进技术，还结合国情进行了创新和发展。例如，无损检测技术、有限元分析技术、人工智能技术等锅炉检验中得到了广泛应用。同时，我国还积极推广信息化、智能化等新技术手段，提高了锅炉检验的自动化水平和准确性。然而，与国际先进水平相比，我国锅炉检验技术还存在一些问题和不足。例如，部分检验人员的专业素质不高、检验设备和技术手段相对落后等。

2 锅炉检验的常规检测方法

2.1 宏观检验

（1）方法概述：宏观检验是锅炉检验中最直观、最

基础的一种方法。它主要通过观察锅炉的外观、结构、焊缝等,初步评估锅炉的整体状况和潜在的安全隐患。宏观检验不需要特殊的设备或复杂的操作,但要求检验人员具备丰富的经验和敏锐的观察力。(2)具体操作流程与注意事项:1)外观检查:检查锅炉各个部件的表面是否有明显的变形、腐蚀、裂纹等缺陷。对于涂层或保温层剥落的部分,要特别注意检查基材的状况。2)结构检查:检查锅炉的结构是否完整,各部件之间的连接是否坚固可靠。特别是要关注焊接区域,检查焊缝是否有表面裂纹、咬边等缺陷。3)附件检查:检查锅炉的安全附件(如安全阀、压力表等)是否完好,安装位置是否正确,是否能够正常发挥作用。4)清理与准备:在进行宏观检验前,应对锅炉进行必要的清理和准备,如清除水垢、油污等。同时,要确保锅炉处于停止运行状态,并采取相应的安全措施,防止发生意外^[1]。(3)案例分析:某化工厂的一台锅炉在运行过程中出现了泄漏现象。通过宏观检验,检验人员发现锅炉的焊缝处存在多处裂纹,且裂纹已经贯穿了焊缝。经过进一步的分析和测试,发现该裂纹是由于焊接时操作不当导致的。通过及时的维修和更换受损部件,该锅炉重新投入运行后未再出现泄漏现象。

2.2 锤击检验

(1)方法原理与特点:锤击检验是利用小锤敲击锅炉的金属表面,根据敲击时发出的声音和产生的弹性振动来判断金属材料的内部质量。这种方法适用于对锅炉的壁厚、焊接质量等进行初步评估。(2)检验过程中的声音与弹性判断:1)声音的判断:敲击时发出清脆的声音,表明金属材料的质量良好;如果声音沉闷或混浊,则可能存在内部缺陷。2)弹性的判断:观察敲击后金属材料产生的振动情况。如果振动迅速衰减或消失,表明金属材料的弹性较差;如果振动持续时间较长且衰减缓慢,则说明金属材料的弹性较好^[2]。(3)操作要点与误区纠正:1)选择合适的敲击工具:应根据被检材料的厚度和硬度选择合适的敲击工具。过重的锤子可能导致误判或损坏材料;过轻的锤子则可能无法产生足够的振动效果。2)正确的敲击方法:敲击时应保持适当的力度和频率,避免用力过猛或频率过高。同时,敲击点应均匀分布在被检区域上,以获取更准确的评估结果。3)综合考虑多种因素:锤击检验虽然简单易行,但仅凭声音和弹性振动来判断金属材料的内部质量是不够的。还需要结合其他检验方法和测试结果进行综合分析。(4)案例分析:某电厂的一台锅炉在运行过程中出现了局部过热的现象。通过锤击检验,检验人员发现过热区域的金属

材料在敲击时发出沉闷的声音,且弹性较差。经过进一步的检测和分析,发现该区域存在严重的氧化皮和结焦现象,导致金属材料的性能下降。通过及时的清理和维修,该锅炉的运行状况得到了改善。

2.3 灯光检验

(1)灯光检验的适用范围与优点:灯光检验适用于对锅炉的内部进行检查,特别是对于光线照射不到的区域或者需要观察表面微小缺陷的情况。其优点在于能够直观地观察到表面状况,操作简便且成本较低。(2)灯光照射下不同缺陷的识别:1)裂纹:在灯光照射下,裂纹通常呈现为一条或多条黑色或暗色的线条。这些线条通常具有一定的宽度和深度,并可能伴随着其他缺陷(如气孔、夹渣等)。2)腐蚀:腐蚀通常表现为金属表面的凹陷或小鼓包。在灯光照射下,这些区域会呈现出不同的光泽和形状,与周围正常区域形成对比。3)受热面的弯曲、变形:在灯光照射下,这些缺陷通常很容易发现。(3)检验过程中的安全措施:1)确保锅炉处于停止运行状态,并切断与电源和热源的连接。同时,应采取相应的安全措施,如设置警戒线、悬挂警示牌等。2)使用合适的照明设备,确保光线充足且稳定。对于需要观察微小缺陷的情况,可以使用放大镜等辅助设备。3)检验人员应佩戴防护眼镜和其他必要的防护用具,以避免光线对眼睛造成伤害。同时,在操作过程中应注意保持安全距离和稳定姿势。

2.4 割管及内窥检查

(1)割管检验的目的与原理:近年来,亚临界、超临界锅炉机组频频发生受热面爆管事故。当锅炉受热面发生爆管时,亟需要进行停炉检查,由此产生的停产损失、维修费用以及爆管导致的其它损失,不仅会对火电厂的经济效益造成重要影响,甚至对其社会效益产生严重影响。针对此种现状,在锅炉定期检验过程中,对受热面进行割管分析试验,以此判定材料的显微组织、成分、氧化情况和力学性能是否符合相关标准,进而预防和避免爆管事故的发生,就显得尤为迫切和重要。割管分析即直接将受热面管子割开,观察氧化皮脱落情况以及内部异物。(2)案例分析:某电厂1#锅炉为东方锅炉厂制造的亚临界锅炉,其型号为DG2070/17.5-II 5,最大连续蒸发量:2070t/h,额定蒸发量1923.7t/h。过热蒸汽温度:551℃,过热蒸汽压力:17.50MPa,再热蒸汽流量:841.6/752.9t/h,再热蒸汽进口/出口压力:3.8/3.624MPa,再热蒸汽进口/出口温度:325.2/541℃,给水温度278.9℃,锅炉效率 $\leq 92.8\%$ 。该机组于2011年09月17日投入运行以来,截止到本次定期检验日期(2019年06月

06日)已经累计运行55571.58小时。本实验受热面割管分析选取高温过热器出口管,材质SA213-T91,规格为 $\Phi 51 \times 9 \text{mm}$,本部分试验内容主要包括材料成分分析、室温拉伸试验、硬度测试、金相分析和氧化皮厚度测定等内容。最终发现在所割管子弯曲处底部发现了氧化皮堆积。(3)内窥检查,即使用内窥镜,对锅炉水冷壁下集箱、省煤器入口集箱、一、二级减温器、再热器减温器等部件的内部情况进行观察。以上部件通过内窥检查,发现的缺陷有:水冷壁下集箱及省煤器集箱内部存在异物及水垢,一减、二减、再减减温器套筒和销钉等处焊缝裂纹开裂,喷水笛管开裂甚至断裂。

3 锅炉检验技术的综合应用与优化

3.1 分析各种检验检测方法的适用性和局限性

锅炉检验技术包括宏观检验、锤击检验、灯光检验、割管及内窥检查等多种方法。这些方法各有其适用性和局限性:(1)宏观检验简单易行,适用于初步了解锅炉的整体状况,但对于微小缺陷的检测能力有限。

(2)锤击检验可以通过敲击声音和振动初步判断金属材料的内部质量,但对于复杂结构和深层缺陷的检测能力较弱。(3)灯光检验适用于观察锅炉内部表面的微小缺陷,但对于深层缺陷的评估能力有限,且需要良好的照明条件。(4)割管及内窥检查虽然可以直接观察和评估受热面等部件内部质量,但会对锅炉造成一定程度的破坏,且检查完毕后还需要进行焊接处理。因此,在实际应用中,需要根据锅炉的具体情况和检验需求选择合适的检验方法,或者采用多种方法相结合的方式,以实现全面、准确的检验。

3.2 探讨锅炉检验技术的综合应用策略

为了实现锅炉检验技术的综合应用,可以采取以下策略:(1)结合锅炉的结构、材料和运行环境等因素,制定个性化的检验方案,明确检验的目标、范围、方法和步骤。(2)采用多种检验方法相结合的方式,充分利用各种方法的优点,避免单一方法的局限性,以提高检验的准确性和可靠性。(3)引入先进的检测设备和技

术,如无损检测、超声波检测、红外热成像等,提高检验的自动化和智能化水平,降低人为因素的影响。(4)加强检验人员的培训和管理,提高检验人员的专业素质和操作技能,确保检验工作的质量和效率。通过综合应用策略的实施,可以实现对锅炉的全面、准确、高效的检验,为锅炉的安全、高效运行提供有力保障。

3.3 提出优化锅炉检验技术的建议

为了进一步提高锅炉检验技术的效率和准确性,可以提出以下优化建议:(1)加强技术创新,不断开发新的检验方法和检测设备,以适应不同类型、不同规格的锅炉检验需求。(2)建立完善的检验数据管理系统,对检验数据进行收集、整理、分析和存储,实现对锅炉运行状态的实时监测和预警。(3)推广智能化、自动化的检验技术,减少人为干预和操作,提高检验的准确性和可靠性。(4)加强国际合作与交流,引进国外先进的检验技术和设备,提高我国锅炉检验技术的整体水平。通过以上优化建议的实施,可以进一步提升锅炉检验技术的效率和准确性,为锅炉的安全、高效运行提供更加坚实的技术支撑。

结束语

锅炉检验工作作为工业生产安全的关键环节,其常规检验检测方法的科学应用至关重要。通过对宏观检验、锤击检验、灯光检验和割管及内窥检查等多种方法的综合应用,我们能够全面、准确地评估锅炉的安全状况,为预防事故发生提供有力保障。未来,我们将持续优化检验技术,提高检验效率,确保锅炉的安全、稳定运行,为工业生产的繁荣与发展贡献一份力量。

参考文献

- [1]潘明丽.浅谈锅炉检验的重要性及检验方法[J].科学技术创新,2019,(14):177-178.
- [2]王冬梅.分析锅炉检验的内容以及常用的检测方法[J].科学与财富,2019,(12):218-219.
- [3]秦柏江.分析锅炉检验的内容以及常用的检验方法[J].中国设备工程,2020,(05):69-70.