

电站主蒸汽阀门密封面堆焊工艺改进

徐超 周进 吴秋荣

江苏华电吴江热电有限公司 江苏 苏州 215221

【摘要】：电站主蒸汽阀门的密封面堆焊工艺对其性能和寿命具有重要影响。现有的堆焊工艺存在一定的技术瓶颈，尤其是在密封面耐磨性、抗腐蚀性以及长周期运行中的稳定性等方面。针对这一问题，提出了一种改进的堆焊工艺方案。该方案在传统堆焊工艺的基础上，通过优化堆焊材料的选择、改进堆焊方法以及调节热输入等参数，能够有效提升阀门密封面的使用寿命与可靠性。实验结果表明，改进后的工艺能够显著改善密封面的耐磨性与抗腐蚀性能，并且在高温、高压等恶劣工况下表现良好。该改进方案为电站设备的可靠性提升提供了有力的技术支持。

【关键词】：电站；主蒸汽阀门；密封面；堆焊工艺；改进

DOI:10.12417/2811-0722.25.10.023

引言

电站主蒸汽阀门作为重要的调节元件，其密封面的性能直接关系到电站的安全与稳定运行。由于主蒸汽阀门长期处于高温高压工况，密封面容易受到热循环、磨损以及腐蚀的影响，导致密封性能下降，严重时甚至发生阀门失效。如何提高阀门密封面的耐磨性和抗腐蚀性能，成为电站维修和改进的重要课题。堆焊技术因其能有效改善金属表面性能，广泛应用于阀门密封面修复和优化中。然而，传统堆焊工艺仍存在一些局限性，如堆焊材料选择不当、工艺参数难以控制等问题，影响了其效果和可靠性。通过改进堆焊工艺，能够有效提升密封面的综合性能，为电站设备的长周期稳定运行提供保障。

1 现有电站主蒸汽阀门密封面堆焊工艺的应用现状与问题分析

（1）主蒸汽阀门的工作环境特点

电站主蒸汽阀门的主要功能是调节蒸汽流量并保持系统的稳定运行，承受着高温、高压、强腐蚀以及机械磨损等复杂工况。主蒸汽阀门通常处于 500℃ 以上的高温环境中，且运行时蒸汽压力可达到 20MPa 以上。在这种极端条件下，阀门的密封面经常暴露在高温腐蚀性介质中，导致密封面的磨损和腐蚀迅速加剧。阀门需要频繁的启闭操作，导致密封面在热膨胀和收缩过程中承受极大的机械应力。这些因素使得主蒸汽阀门密封面容易出现裂纹、硬化、腐蚀和失效等问题，严重影响阀门的密封性能和使用寿命。

（2）现有堆焊工艺的应用分析

堆焊工艺被广泛应用于电站主蒸汽阀门的密封面修复和性能提升中。传统的堆焊工艺主要通过将耐磨、耐腐蚀的金属材料焊接在阀门密封面上，从而增强其抗腐蚀和耐磨损能力。采用的堆焊材料通常具有较高的硬度和耐磨性，如硬质合金或不锈钢合金。这些材料可以显著提高阀门的使用寿命，并能应对阀门在高温高压条件下的工作要求。堆焊工艺的实施使得电站设备维修周期得到延长，避免了频繁的更换和修复。由于堆

焊材料的种类繁多，可以根据实际工况选择不同的堆焊材料，确保密封面的性能达到最佳状态。

（3）现有堆焊工艺的主要问题与不足

尽管堆焊工艺在阀门修复中取得了一定成效，但仍存在不少问题。堆焊过程中热输入的控制不精确，可能导致密封面热变形、硬度不均等问题，影响阀门的使用效果。堆焊材料的选择和配比不当会影响其性能，某些材料在高温和高压下的稳定性较差，容易出现开裂和脱落现象，无法达到预期的耐磨和抗腐蚀效果。再次，现有堆焊技术在施工过程中可能出现焊接接头不均匀或存在缺陷，这使得堆焊后的密封面在长期运行中容易出现失效或漏气问题。最后，现有的堆焊工艺缺乏科学的质量控制标准和检测方法，导致工艺的不稳定性和难以实现批量化、标准化的生产。为解决这些问题，亟需改进堆焊工艺，以提高密封面的整体性能和可靠性。

2 改进堆焊工艺的技术路径与思路

（1）优化堆焊材料的选择与配比

改进堆焊工艺的关键之一是优化堆焊材料的选择与配比。在电站主蒸汽阀门的应用中，选择适合高温、强腐蚀和高压环境的堆焊材料至关重要。传统的堆焊材料虽然能够提高耐磨性，但在面对更为严苛的工况时，往往存在耐腐蚀性不强的问题。研究和开发新型堆焊材料成为解决问题的有效路径。采用含钨、钴等元素的耐高温合金材料，能够显著提高材料的耐腐蚀性和抗氧化性，同时保证堆焊层的硬度和耐磨性。在堆焊材料的配比上，需要根据电站蒸汽阀门的实际使用环境，优化金属元素的比例，以提高堆焊层的综合性能。

（2）调整堆焊工艺参数以提升密封面性能

堆焊工艺的参数调整对密封面性能具有重要影响。在传统的堆焊过程中，热输入、焊接速度、焊接电流等参数常常直接影响堆焊层的致密性、硬度和抗裂性。过高的热输入可能导致材料过度熔化，增加焊接接头的缺陷率，而过低的热输入则可能导致堆焊层与母材结合不良。需要根据不同的堆焊材料和母

材,精确控制焊接过程中的热输入,保持稳定的焊接温度和适当的冷却速度。焊接速度和电流的调节,也能对堆焊层的微观结构和机械性能产生重要影响。通过合理调节堆焊工艺参数,可以有效改善密封面质量,提升阀门的耐磨性、抗腐蚀性以及长期使用中的可靠性。

(3) 探讨热输入与冷却速度对堆焊效果的影响

堆焊过程中热输入和冷却速度对焊接效果有显著影响。热输入过高或过低都可能对堆焊层的质量产生负面影响。高热输入可能导致焊接区金属的过度融化,从而导致过大的热影响区,使得焊接层和母材之间的结合不牢固,甚至出现裂纹。另一方面,低热输入可能导致堆焊材料无法完全熔化,影响焊接层的致密性和均匀性。冷却速度也是堆焊过程中不可忽视的因素。冷却速度过快可能导致焊接区域产生内应力,引发裂纹或变形。而冷却速度过慢则可能导致金属晶粒粗大,降低堆焊层的机械性能。研究并合理控制热输入与冷却速度,是确保堆焊层质量、提升阀门密封面性能的关键所在。

3 改进堆焊工艺对阀门密封面性能的提升效果

(1) 耐磨性与抗腐蚀性的提升

改进后的堆焊工艺能显著提升电站主蒸汽阀门密封面的耐磨性和抗腐蚀性。通过优化堆焊材料的选择,使得堆焊层具有更强的耐磨性,能够有效抵抗由于蒸汽流动和机械摩擦引起的磨损。采用耐高温合金或耐腐蚀合金,可以显著提高密封面在高温和强腐蚀环境中的稳定性,减缓腐蚀现象的发生。这种性能的提升,使得阀门在长期运行过程中能够保持更好的密封效果,并延长了阀门的使用寿命,减少了维修频率和更换成本。

(2) 长周期稳定性测试结果分析

针对电站主蒸汽阀门的长期运行需求,改进后的堆焊工艺经过长周期的稳定性测试,取得了良好的结果。测试表明,改进后的堆焊层在长时间的高温高压条件下,依然保持了较高的硬度和耐磨性,且未出现明显的裂纹或剥落现象。堆焊层的抗腐蚀性也得到了充分验证,能够有效阻挡蒸汽中的腐蚀性气体与水分对密封面的侵蚀。这些测试结果证明,改进后的堆焊工艺能够在电站设备的长周期运行中保持其优异性能,为设备的稳定性和可靠性提供保障。

(3) 实验数据与应用案例分析

通过大量的实验数据和实际应用案例分析,改进堆焊工艺已经在多个电站中得到了成功应用。在某些电站的维修过程中,改进后的堆焊工艺被应用于阀门密封面的修复和优化,取得了显著效果。通过对比实验,修复后的阀门密封面表现出更强的耐磨性和抗腐蚀性,在高温、高压的工况下仍能稳定运行,极大地提高了电站的生产效率和设备可靠性。这些实验数据和案例分析为改进堆焊工艺的进一步推广应用提供了有力的支持。

4 改进堆焊工艺对电站主蒸汽阀门使用寿命的影响

(1) 堆焊工艺对密封面寿命的延长作用

改进堆焊工艺的实施显著延长了电站主蒸汽阀门密封面的使用寿命。堆焊材料的选择在耐磨性和抗腐蚀性方面发挥了重要作用。选择具有优异耐高温和耐腐蚀性能的堆焊材料,可以有效抵抗高温、高压和腐蚀性介质的影响,减少密封面在长时间运行过程中出现磨损、裂纹、腐蚀等问题。堆焊层的优化能够承受长期的机械应力和热应力,防止密封面失效,从而大大延长了阀门的使用寿命。优化后的工艺提高了密封面的稳定性,使得阀门的维修周期明显延长。这种延长的使用寿命不仅减少了设备的故障率,还降低了维修频率和成本,进一步提高了电站的经济效益,确保了电站在长时间运行中的安全性和稳定性。

(2) 改进工艺对阀门整体性能的影响

改进堆焊工艺不仅提升了阀门密封面的性能,还增强了阀门的整体性能。通过优化堆焊层的材料与工艺参数,阀门的密封性得到了显著提高。改进后的堆焊层能够有效避免因高温高压环境或频繁操作导致的泄漏问题,确保了阀门密封面的可靠性。堆焊工艺的改善还增强了阀门的抗压能力,使得其在高压条件下的稳定性得到了提升。阀门的抗震性和应对压力波动的能力也有了显著改善,能够更好地应对电站系统中的剧烈机械震动和突发的压力波动,避免阀门出现失效或功能下降的情况。这一系列性能提升增强了阀门在高负荷、高强度工况下的运行稳定性,为电站的长期安全运行提供了有力保障。

(3) 长期运行中堆焊工艺的可靠性与维护效果

在电站主蒸汽阀门的长期运行过程中,改进堆焊工艺的可靠性得到了充分验证。与传统的堆焊技术相比,改进后的工艺能够有效减少焊接缺陷的发生,保证堆焊层的致密性和均匀性。这使得堆焊层在运行过程中保持较好的性能,未出现因焊接质量问题导致的密封面失效或性能下降。随着改进工艺的应用,阀门在长时间运行中的堆焊层损耗较少,维修周期大大延长,减少了人工干预和设备停机的次数。这不仅提高了电站的运行效率,还降低了维护成本。堆焊工艺的稳定性 and 长期效果使得电站设备能够维持较长时间的高效运行,大幅提升了电力生产的可靠性和经济效益,为电站设备的长期稳定运行提供了有力的技术保障。

5 改进堆焊工艺在电站设备维护中的应用前景与挑战

(1) 改进堆焊工艺在不同类型电站中的应用

改进堆焊工艺不仅仅局限于传统的火力发电站,它在核电站和水电站等领域的应用也显示出了广泛的前景。在核电站中,堆焊工艺可以有效提高阀门密封面的耐腐蚀性和耐高温性能,保证在高辐射、极端高温环境下的稳定运行。水电站则面

面临着水流、磨损及腐蚀等多重挑战，堆焊技术能够增强阀门密封面的耐磨性与抗腐蚀能力，延长其使用寿命。随着堆焊技术的不断成熟，各类电站设备的维护与修复也将逐渐普及这一工艺，推动其在不同类型电站中的广泛应用。堆焊工艺的推广不仅能提高设备的工作效率，还能够提升电站的整体运行可靠性，为电站的安全、经济运行提供有力支持。

（2）技术实施中的难点与解决方案

在改进堆焊工艺的实施过程中，往往会遇到诸多技术难点，尤其是在焊接过程中高温变形与焊接接头强度不足等问题。高温变形可能导致焊接区尺寸变化，影响焊接接头的强度与密封性能，造成密封面的性能不稳定。解决这一问题需要依赖更精细的工艺控制与精准的热输入管理，以避免温度过高引起的不良影响。焊接接头强度不足通常源于焊接材料的选择与堆焊工艺的不当，改进这一问题可通过选用更加适合高温、高压环境的材料，并在堆焊过程中优化焊接参数。大规模推广时技术人员的培训与经验积累也至关重要。提升焊接技术水平，制定科学规范，确保工艺的稳定性与可操作性，能够有效解决这些技术难题，确保堆焊工艺的成功实施与广泛应用。

（3）未来技术发展趋势与工艺创新方向

堆焊工艺的技术创新将越来越依赖新型材料的应用和焊

接技术的智能化发展。随着新型耐高温合金材料和复合材料的问世，堆焊工艺能够适应更加极端的高温、高压与腐蚀环境，提高焊接层的耐磨性、耐腐蚀性和强度，满足不同电站的特殊需求。自动化与智能化焊接技术的引入，能够提升堆焊工艺的精度与效率，减少人为误差，实现更高质量的焊接结果。通过实时监控和反馈系统，智能化焊接能够更加精确地调控焊接过程中的参数，确保每一道焊缝的质量与稳定性。未来，堆焊工艺不仅限于提高阀门等设备性能，还将逐步扩展到电站其他设备的优化与修复，从而大幅提升电站设备的整体维护水平，推动电站设备管理的现代化、智能化进程。

6 结语

本文针对电站主蒸汽阀门密封面堆焊工艺的改进进行了详细分析与探讨。通过优化堆焊材料的选择和工艺参数的调整，不仅显著提高了密封面的耐磨性和抗腐蚀性，还有效延长了阀门的使用寿命。改进后的堆焊工艺提升了阀门整体的密封性、抗压性及稳定性，保障了电站设备的长期稳定运行。随着堆焊技术的不断发展，未来该技术将进一步扩展应用范围，为更多电站设备的维护提供技术支持。综上所述，改进堆焊工艺为提升电站设备性能、降低维护成本、提高运行效率提供了有效途径。

参考文献：

- [1] 赵云涛,杨鹏飞.电站阀门堆焊技术的应用与发展[J].电力设备,2023,48(6):112-118.
- [2] 陈志强,王鹏.高温高压工况下主蒸汽阀门密封面的改进研究[J].能源技术,2022,41(7):145-151.
- [3] 刘晓峰,韩雪.堆焊工艺对电站设备性能提升的影响分析[J].电站技术,2024,50(3):98-104.
- [4] 孙伟,梁颖.改进堆焊技术在电站阀门维修中的应用研究[J].电力与能源,2023,34(5):221-227.
- [5] 张明宇,刘畅.电站阀门堆焊技术的最新进展与挑战[J].机械工程与自动化,2022,39(4):87-94.