

浅谈热动力设备金属的腐蚀与保护探析构建

孙道坤

石横特钢集团有限公司, 山东 泰安 271612

DOI:10.61369/ME.2025050032

摘 要 : 为了实现对热动力设备金属腐蚀问题的防治,要从环境、规范化操作等多个层面,加强对热动力设备金属的安全保护,降低腐蚀风险。分析引起热动力设备金属腐蚀的原因,实施热动力设备金属的保护措施,在明确金属腐蚀原因的基础之上,优化设备运行环境,加强对外化防腐物质的合理运用,采取真空除氧技术方法等,提高了对热动力设备安全的保护效果,促使设备设施的稳定运行。

关 键 词 : 热动力; 设备; 金属; 腐蚀; 保护

A Brief Discussion on the Analysis and Construction of Corrosion and Protection of Metals in Thermal Power Equipment

Sun Daokun

Shiheng Special Steel Group Co., Ltd., Tai'an, Shandong 271612

Abstract : In order to realize the prevention and control of metal corrosion of thermal power equipment, it is necessary to strengthen the safety protection of thermal power equipment metal and reduce the corrosion risk from multiple aspects such as environment and standardized operation. Analysis of the causes of thermal power equipment metal corrosion, the implementation of thermal power equipment metal protection measures, on the basis of clear metal corrosion cause, optimize equipment operation environment, strengthen the rational use of external anticorrosive material, vacuum oxygen technology, etc., improve the protection effect of thermal power equipment safety, prompting the stable operation of the facilities.

Keywords : thermal energy power; equipment; metal; corrosion; protection

在热动力设备的运行过程中,受到了多种因素的影响,会出现金属腐蚀的问题,此类腐蚀现象不仅会威胁热动力设备的运行安全,而且还将逐渐形成累积效应,给工作人员的生命安全造成影响,诱发了设备安全事故风险。因此在对热动力设备金属腐蚀情况进行判断和早期防治的过程中,要明确腐蚀原因,制定可行的防治措施,实现安全生产,创造理想的热动力设备运行效益目标。

一、热动力设备金属腐蚀的原因

(一) 材料密度小

在热动力设备日常的运行和管理工作中,对影响热动力设备金属的各项因素进行分析,其中材料的密度决定了热动力设备的金属性能情况,因为热动力设备中应用到的金属材料防腐能力具有明显的不同。通常情况下,金属材料防腐能力会受到材料密度的影响,与材料密度值成正比,材料密度水平越高,热动力设备金属的防腐能力越强。但是在热动力设备中,部分材料的选择和应用中存在一定的缺陷,材料密度小,因此降低了热动力设备金属的防腐能力,这对热动力设备的运行和安全生产产生了直接的影响。

(二) 腐蚀性介质因素

腐蚀性介质在热动力设备的运行过程中,产生了不可忽视的影响,因为使用热动力设备的过程中,难免会有腐蚀性介质的存在,例如酸性液体、酸性气体,碱性的液体、气体,除此之外,还包含具有腐蚀性的氧化物等。此类腐蚀性的介质接触到热动力设备的金属材料,会对金属材料产生长期积累的影响,在长时间接触下,金属材料不可避免的会发生腐蚀问题。

(三) 热动力设备内部残留杂质

在热动力设备的内部存在残留杂质的现象,如果工作人员没有发现杂质并将其清理干净,将会引发热动力设备金属材料腐蚀的问题,甚至腐蚀问题会逐渐加重,影响热动力设备的安全稳定运行。

（四）合理维护因素

在使用热力动能设备的过程中，操作人员需要具备一定的养护观念，注重对热力动能设备金属材料的合理维护、科学维护。如果工作人员忽视了这一点，没有定期进行对金属材料腐蚀问题的查看、防治，采取可行的防范措施，将会引发金属腐蚀现象愈演愈重的情况，加重腐蚀的扩散、蔓延，增加了热力动能设备运行安全事故问题的发生几率，破坏了安全生产的环境^[1]。

二、热力动能设备金属的保护措施

（一）优化设备运行环境

热力动能设备处于室内或室外环境中，在裸露状态下会受到环境的影响，尤其是水分会增加热力动能设备腐蚀的风险，因此在使用热力动能设备的过程中，要注重对设备金属腐蚀问题的防范，做好保护工作，从环境着手，保持良好的设备运行环境，增强热力动能设备的防腐能力。工作人员要对空气中的水分进行监测、控制，使空气中水分含量指标保持在一定的规范范围，在脱除溶解的环节，要防范水中的氧增加腐蚀风险，预防中性水引起的碳钢腐蚀问题。采取机械脱气法的方式，降低腐蚀风险，也可以将脱氧剂添加到水中，例如亚硝酸钠等材料，可以有效地降低中性水引起的碳钢腐蚀问题。

为了保持生产安全和热力动能设备的稳定运行，降低热力动能设备金属的腐蚀几率，也可以将添加剂防腐剂等运用其中，目的是改善外在环境，降低腐蚀几率。使用化学药剂，抑制金属腐蚀的速度，形成保护膜，增强防腐效果，将铬酸盐、亚硝酸盐等应用于金属表面，可以形成起到保护作用的氧化膜。使用合磷酸盐、锌盐、苯并三唑，在金属表面沉淀起到保护作用，将中和剂添加到生产过程中，有效地降低酸性腐蚀风险，因为使用中和剂可以调整 pH 值，防范热力动能设备的金属腐蚀现象。

（二）加强对外化防腐物质的合理运用

在企业生产过程中，使用热力动能的设备设施，需要在防治金属的过程中利用外化防腐物质，增强热力动能设备的耐腐蚀性能，企业可以结合自身的经济情况、运行效益、发展目标，使用具备耐腐的物质材料进行喷涂作业，在设备表面进行喷漆处理。这是一种直观的防腐蚀方法，也是很常见的一种保护措施，目前应用到外化防腐中的材料最常见的为油料涂漆、环氧树脂，邻苯二甲酸树脂也是较为常见的应用材料。

在喷涂过程中，工作人员需要了解此类物质的特性和使用要求，重点关注金属焊接的位置和转接的位置，要使用覆盖物，增强化工设备的整体性能，提高其耐腐蚀性。在使用外化防腐物质的过程中，可以使用无机衬底的方法或有机衬底方式，减少腐蚀侵蚀的风险，选择环氧树脂或聚四氟乙烯、聚氯乙烯树脂等进行衬底处理。选用此类物质时，要注意此类物质是否具有耐腐蚀的良好性能和一定的经济适用性，以增强耐腐蚀管理和保护的效果，促使热力动能设备安全保护工作的经济性和有效性^[2]。

（三）真空除氧技术方法

真空除氧技术和其他类型的除氧技术相比，具有一定的温和

性，是在改善加热条件的基础之上进行除氧的改善，加热条件会显著减少热力动能设备的自耗氧量，因此实现除氧和防腐的目的。在利用真空除氧技术方法的过程中，该技术应用对设备有着较高的要求，应利用高位布置的方式，使用喷泉泵、加压泵等设备设施，利用低位布置的方式时，也要合理的利用高度差，实现有效的技术应用效果，强调技术应用的高效性。真空除氧技术应用中。工作人员要选择将真空设备，安置在设备的高位，该做法的目的是提高真空度，实现顺利的抽气过程，在高位布置中有效避免在水中产生气泡，提高气体抽取的效率。高位布置的真空系统运行过程中，应借助喷泉泵和加压泵等设备的辅助功能，增强真空除氧的效果，例如在喷泉泵的使用中，采取喷射水柱的方式增加气液接触面积，使气体被抽除，加压泵的使用于维持系统的正压状态，迅速排除水体中的氧气。

由于设备的限制或其他因素，无法将真空系统完全布置在高位，此面临一定的特殊情况下，要合理利用设备的高度差，设计合理的管路和连接方式，发挥出真空除氧设备的最优效果。设计设备中的管道要考虑气体流通的畅通性，在真空系统的运行中，有效地抽出水中的氧气，优化系统的性能。值得注意的是，在真空系统的应用中，要特别注意安全措施，注重系统的操作安全，维护设备正常运行，在高位布置的真空系统中，要注意防止真空泵在操作中发生失效，因为真空泵失效会导致水回流问题的发生。利用真空除氧技术时，要设置实时监测系统，监测真空度和水中氧气浓度，根据实际情况，工作人员要分析各项参数，以此作为调整系统运行参数的依据，保证除氧效果的稳定性和可靠性。利用循环水箱和换热设备，将系统产生的余热充分的利用起来，使用射流加热器，提高软化水的温度，并进行分级安装，真空除氧技术的运行过程简单，效果可靠性强，目前已经在热力动能设备领域内得到了广泛的运用。

（四）给水系统除氧技术

为了降低热力动能设备的金属腐蚀风险，保证设备设施的稳定运行，要利用热力动能给水系统进行除氧，该过程中给水系统需要对水中溶解氧进行清除，防范热力动能设备零部件金属材料腐蚀和大量氧化化的问题。因为给水系统中有大量的水中溶解氧存在，增加了设备零部件金属材料的腐蚀风险，发生腐蚀问题后，氧化铁产物还会在物理作用下移动到热力动能设备的内部，在管壁位置产生大量的堆积。

由于金属材料和氧化铁存在明显的导热性能差异，管道的受热均匀性不足，氧化铁的溶解难度大，还会使得管道的内壁出现较大的阻力。在点坑的作用下，阻力系数值增加，进一步加重了管道安全事故风险，热力动能设备中的管道有可能发生起火甚至爆炸^[3]。

（五）化学除氧技术方法

使用化学除氧的方式，可以借助亚硫酸钠的作用进行除氧，也可以使用钢屑除氧方法，其中亚硝酸钠除氧的方式原理是利用水中的溶解氧，对亚硫酸钠进行氧化处理，转化成硫酸钠，实现除氧的目标。该方式的应用中使用的药量数值通常高于计算获得的理论值，升高反应温度之后，将会形成更强的除氧效果，水环

境 pH 值为 60, 有着最理想的储氧状态, pH 值逐渐增加, 除氧效果则随之下降。

钢屑除氧法是借助水中的溶解氧, 对钢屑进行氧化处理, 该方式可以分为两种, 第一种是独立式除氧方法, 第二种是附设式的除氧方式, 使用钢屑除氧法的过程中, 水温要达到一定的要求, 最好不超过 70℃, 如果温度处于 20–30℃ 之间, 除氧效果较差, 水温为 80–90℃ 时, 则有着最佳的储氧效果。使用钢屑除氧法时, 需要对水流速度等进行控制, 采取压紧处理的措施, 对水中溶解氧的含量进行调整, 含量过高就要降低水流速度, 充分的去除水中的溶解氧。但是近些年来该方式的应用没有实现技术进步, 而且在培养过程中, 受到了多种外界因素的干扰, 因此该技术的应用体现出了一定的局限性, 只在锅炉房等位置进行使用, 作为一种辅助技术存在, 而不能进行单独的使用^[4]。

(六) 解析除氧法

解析除氧法是近些年来一种应用到热动力设备中的新型除氧方式, 使用不含氧的气体, 充分接触热动力设备中的水, 解析水中的溶解氧, 在循环进行接触的环节, 去除水中的溶解氧。采用不含氧气的气体与水充分接触, 基于物理和化学手段从水中去除溶解氧, 作为新型的除氧方式, 广泛应用于热动力设备, 有效的防止了金属腐蚀, 减少了设备损伤, 提高了设备运行效率。解析除氧法离不开稳定、可靠的气体供应系统, 工作人员要选择采用不含氧气的气体, 如氮气或其他惰性气体, 借助专用的设备供给到热动力设备中的水体中。

设计合理的设备结构, 利用设备中的散装填料, 将不含氧气体引入水中, 也可以借助气液接触器的作用, 促使气体与水充分接触。不含氧气体在接触水的过程中, 采取物理和化学的方式, 对水中的溶解氧进行解析, 氧气被吸附到气体中, 降低水中的氧浓度。解析除氧法采取了循环方式进行运作, 气体与水的接触不断往复, 保持水中的氧浓度低水平, 降低了金属腐蚀的问题发生几率。在解析除氧法的应用中, 设置实时监测系统, 监测水中氧气浓度, 获取准确、全面的监测结果, 调整气体供应速率、调整设备操作参数, 目的是保持水中的氧浓度在合适的范围内。解析除氧法的适用性较强, 在动力设备, 包括锅炉、冷却水系统、蒸汽发生器的使用中发挥了优势, 有效地减少氧气带来的腐蚀影响, 提高了设备的运行效率, 延长了使用寿命。该技术不需要预处理水, 因此有效的降低了能耗, 体现出了一定的经济性, 使用过程中要调整装置, 对管道系统和除氧水箱加强密封处理^[5]。

(七) 加强规范化操作

在热动力设备的操作和应用中, 加强规范化建设, 提高热

能动力设备的操作规范性, 可以降低热动力设备金属的腐蚀风险, 因为所处的环境较为恶劣, 热动力设备工作强度高, 容易在长期运转之后形成腐蚀。工作人员要做好日常的管理维护, 加强操作规范化建设, 定期制定和实施维护修理的计划, 做好资料存档工作, 将设计、制造、施工、安装阶段的原始资料保留下来。详细的记录维护修理工作的信息, 对防腐检查工作的成果和具体的方案进行记录, 要求工作人员规范自身的操作, 加强对热动力设备的安全保护。工作人员应定期进行设备巡检, 检查设备的运行状况、油液、冷却水等系统的状态, 及时发现和解决异常情况, 特别关注设备暴露在恶劣环境中的部位, 动态了解外露的金属表面、密封件等具体情况。制定并加强操作规程, 要求操作人员按照规定的程序和方法操作设备, 特别是注意操作过程中, 实施科学的维护保养工作, 防止不当操作引发的腐蚀问题。

制定定期的维护修理计划, 维修中要做好清理、润滑、紧固、更换易损件等工作, 定期对设备进行检查和维护, 目的是降低腐蚀问题的发生几率。详细做好记录, 贯穿设计、制造、施工、安装阶段, 收集和保管好原始资料, 存档设备图纸、材料清单、施工记录资料, 为后续维护修理工作和问题追溯提供可靠的依据。对每一次维护修理工作进行详细的记录, 了解维护的具体内容, 明确更换的零部件、使用的润滑油等, 建立设备使用档案, 为未来的维护提供参考。记录防腐检查的工作成果, 将具体方案体现在文本记录中, 更新相关数据, 包含腐蚀程度、腐蚀部位、采取的防腐措施等信息, 以便依据具体的参数情况, 调整防护方案。要求工作人员规范自身的操作, 穿戴适当的防护设备, 按规定程序进行相关操作, 严禁擅自更改设备参数, 切忌自行调整操作方式, 预防事故和设备损坏。加强对热动力设备的安全保护, 使用设备的防护罩, 做好安全标识工作, 制定应急处理方案等, 在操作和维护过程中, 有效避免安全风险^[6]。

三、结论

综上所述, 在热动力设备的运行和使用过程中, 引起金属腐蚀的问题的原因较为复杂, 因此要制定可行的预防和保护措施, 切忌掉以轻心, 应从多方面进行综合化的防治。引进新技术, 运用新材料, 与时俱进, 提高热动力设备的保护水平、保护效果。

参考文献

- [1] 邹超. 热动力设备金属的腐蚀问题及预防措施 [J]. 设备管理与维修, 2021(16): 106–107.
- [2] 徐力刚. 大型燃煤锅炉水冷壁高温腐蚀机理及缓解方案研究 [D]. 江苏: 东南大学, 2021.
- [3] 唐靖轩. 扩散吸收式热变换器的气泡泵性能研究 [D]. 浙江: 浙江大学, 2021.
- [4] 金弘琨. 介孔羧基疏水解催化剂的制备与性能研究 [D]. 江苏: 东南大学, 2021.
- [5] 王学有. 火电厂热动力设备金属腐蚀原因及预防措施 [J]. 数码 – 移动生活, 2021(4): 390.
- [6] 英格瓷 (浙江) 铝业股份有限公司. 一种用于铅英砂精矿碱熔水洗连续生产设备的反应装置: CN202020050120.3[P]. 2021–07–16.