船用热水锅炉腐蚀与防腐蚀措施

车 锐

锅炉腐蚀的形式很多，其中最为普遍的是锅水对锅炉的腐蚀，烟气的成分及温度的变化等因素对锅炉的腐蚀也有影响，但对于低压辅助锅炉来说，锅水是造成锅炉腐蚀的主要介质。锅水对船用热水锅炉的腐蚀主要是电化学腐蚀。其腐蚀的形式有吸氧腐蚀、碱性腐蚀、酸性腐蚀、苛性钠脆化和盐腐蚀，其中吸氧腐蚀是船用热水锅炉主要的腐蚀形式。

一、腐蚀原因分析

1、水中溶解氧是引起金属腐蚀的主要原因。

船用热水锅炉补给水和循环水中含有溶解氧，与金属发生电化学腐蚀。氧在阴极吸收电子发生了去极化作用，同时氧还能使附着在阴极表面的腐蚀产物$Fe(OH)_2$进一步氧化成溶解度较低的$Fe(OH)_3$。因此，大量的补给水会携带溶解氧进入锅炉内，加快金属腐蚀。

溶解氧腐蚀往往具有局部溃疡状特征。由于腐蚀产物的体积比原金属大，因此腐蚀处会鼓包，表面颜色或者呈黄褐色，或者呈褐红色，里层多呈黑色粉末状。将这些腐蚀产物清除后，金属表面便会出现腐蚀坑陷。

氧腐蚀最容易发生在给水管道和钢制省煤器中。因为给水中的氧气首先与这些管道和受热面接触。实践证明，如给水中不除氧，省煤器和热水锅炉运行二三年后就可能被腐蚀穿孔，严重时甚至可能因腐蚀而报废。

2、PH值过低加快了金属壁的腐蚀速度。

水中PH值对金属腐蚀速度有很大的影响。PH值越低，水中的氢离子浓度越大，金属腐蚀的速度就越快。实践表明：当热水锅炉循环水的PH值大于8.5时，腐蚀速度开始降低，这是因为OH^-离子浓度增大时，会在金属表面形成保护膜。因此，国家标准《低压锅炉水质》中规定：热水锅炉循环水的PH值应控制在10～12范围内。循环水大量流入又大量注入补给水，是造成PH值难以提高的主要原因。当PH值小于7时，氧分子、氧离子和氯离子等腐蚀介质都很活跃，会加快金属壁的腐蚀速度。

3、热水锅炉运行中温度对腐蚀的影响。

锅炉金属腐蚀速度一般随着温度的升高而加快。这是因为温度升高时，各种物质在水中的扩散速度加快和电解质水溶液的电阻降低。这些都会加快电化学腐蚀的过程，使金属腐蚀速度明显提高。

4、局部碱度的增高引起腐蚀。

热水锅炉运行时，一般不会发生蒸发浓缩，不会造成锅水碱度过高。但由于没有有效地采取水处理措施，锅内表面常附着一些水垢或水渣，从而引起沉淀物在锅水中的局部浓缩。当锅水局部PH值大于13时，会发生碱性腐蚀。

二、防腐措施

1、给水除氧：由于热水锅炉腐蚀的主要原因是锅炉给水中含有大量的溶解氧，因此使用热水锅炉须有可靠的除氧措施，尽量除去或减少锅炉给水的溶解氧，防止锅炉氧腐蚀。目前常用的除氧方法是亚硫酸钠化学除氧，因为这种除氧的方法简单，成本低，效果好。也可采用除氧器除氧，除氧器可使锅炉给水溶解含量小于0.1 g/L，减轻锅炉金属腐蚀。对较大的热水锅炉可采用低位或高位真空除氧设备。真空除氧器是把除氧器抽真空，使水面上的气体压力小于大气压力，则水中溶解氧就会析出。该设备在船舶上使用较少，其原因是不但一次性投资较大，而且要求设备具有高度严密性，不允许有漏气现象，还要严格把握好真空度与水的温度关系。

2、提高水的PH值，使其符合国家标准《低压锅炉水质》中的规定，这是减少金属腐蚀的重要措施。实践证明，水的PH值为10.5时，腐蚀速度最低，PH值在8以下和13以上腐蚀速度都将加快，所以锅水的PH值应控制在10～12范围之间。为了提高水的PH值，可以在锅炉给水中增加氢氧化钠、碳酸钠、磷酸钠，投量的多少可根据锅水PH值测定结果来调整。测定PH值的简便方法可用PH试纸或PH标准度和比色计。

3、搞好停炉期间的保养。锅炉腐蚀不仅在运行中发生，在停炉期间若不保养或保养措施不力，腐蚀问题将更加严重。因此搞好停炉期内的保养，也是减少锅炉金属腐蚀的重要措施之一。

对于长期停用锅炉宜采用干法保养，使用的干燥剂有：变色硅胶，用量1～2Kg/m³；无水氯化钙，用量为1～2 Kg/m³；生石灰，用量为2～3 Kg/m³。采用干燥法保养时应将锅水放净、烘干，放入干燥剂后将锅炉上的所有孔和阀门关闭，防止外界空气进入，并定期检查，干燥剂失效时应及时更换。

对于短期停用的锅炉（两个月内）可采用湿法保养。向锅水中投入药剂以防止腐蚀，如添加碱液（氢氧化钠和磷酸三钠），向锅内充10～12的溶液，可抑制水中溶解氧对锅炉的腐蚀。

4、减少补给水量，也是锅炉防腐的有效途径之一。要防止管道泄漏，发现泄漏及时抢修。不要把循环水作为生活用水，否则热水锅炉补给水量过大，水中携带溶解氧多，必定加速锅炉金属腐蚀。

此外，为了减少热水锅炉腐蚀，还要及时清除锅内水垢及腐蚀产物，以避免造成局部碱度过高引起碱性腐蚀。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net