

试论燃气热水锅炉低温腐蚀的成因与防治

祁凯 陈龙

呼和浩特市城发供热有限责任公司

[摘要]燃气热水锅炉是目前最常用的一种产热设备,其优势主要集中在低耗高能。然而,目前燃气热水锅炉的低温腐蚀问题仍然影响着锅炉的使用寿命,在用户使用过程中,锅炉的产热效率往往较低,而且也伴随着一定的风险。基于此,本文首先阐述了燃气热水锅炉及其分类,详细论述了燃气热水锅炉低温腐蚀原因及其防治措施。

[关键词]燃气热水锅炉;低温腐蚀;防治措施

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.2236

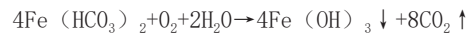
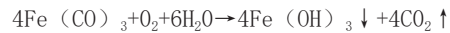
一、燃气热水锅炉及其分类

燃气热水锅炉是指以天然气、液化气、沼气等可燃性气体为燃料,全自动供应热水以满足人们采暖、洗浴等生活需要的锅炉。随着环保与节能减排意识在全社会的不断深入,锅炉及采暖系统的能源结构也呈现出相应变化。燃气热水锅炉因其具有节能、环保、安全与自动运行等特点受到广泛关注,并逐步取代了传统燃煤锅炉,成为城市主要供暖方式。在这一背景下,如何利用节能技术降低锅炉的运行成本,进一步节约有限的资源,并在安全运行前提下,尽可能延长其使用寿命就成为摆在工作人员面前的重要课题。一般说来,燃气热水锅炉种类很多,按用途可分为采暖型与洗浴型;按构造可分为常压式和承压式;按结构可分为立式和卧式等。各类燃气热水锅炉虽然在其构造与外形上有一定区别,但其工作原理和运行模式大体一致,因此其节能技术也相对具有普遍性。

二、燃气热水锅炉腐蚀原因

燃气热水锅炉腐蚀主要有低温、化学腐蚀。燃气热水锅炉的低温腐蚀和燃煤锅炉低温腐蚀相似,是由于酸性物质引起的一种腐蚀。其反应过程是天然气在燃烧过程中生成的二氧化碳($C+O_2 \rightarrow CO_2$),遇到冷凝水后水解成碳酸($CO_2+H_2O \rightarrow H_2CO_3$),造成锅炉的低温腐蚀。由于碳酸显弱酸性,且易挥发,所以燃气热水锅炉低温腐蚀常被人们所忽略,未引起足够的重视。

燃气热水锅炉化学腐蚀是指锅炉内金属表面与氧和水发生化学反应所产生的腐蚀,这种腐蚀是活性铁在氧的作用下与炉内冷凝水反应生成氢氧化亚铁 $[2Fe+O_2+2H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_2]$,氢氧化亚铁继续与氧气和水发生反应生成氢氧化铁 $[4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 \downarrow]$ 的过程。氢氧化亚铁是一种显示两性的化合物,在碱性溶液中为显酸性的亚铁酸 H_2FeO_2 ,在酸性物质中为显碱性的氢氧化亚铁 $Fe(OH)_2$ 。由于冷凝水显弱酸性,所以氢氧化亚铁可与冷凝水中的碳酸进一步反应生成碳酸亚铁 $[Fe(OH)_2+H_2CO_3 \rightarrow FeCO_3+2H_2O]$;碳酸亚铁与碳酸中和反应生成重碳酸亚铁 $[Fe(OH)_2+H_2CO_3 \rightarrow Fe(HCO_3)_2]$;最终碳酸亚铁和重碳酸亚铁与冷凝水中的溶解氧发生氧化还原反应生成氢氧化铁并释放出二氧化碳:



在上述铁的腐蚀过程中二氧化碳起了较大作用,当二氧化碳融于水变成碳酸后,碳酸经加热变成蒸汽直接腐蚀金属表面使锅炉产生低温腐蚀,并主要发生在氢氧化亚铁对金属表面的钝化作用还未形成以前。随着冷凝水中碳酸浓度的增加,氢氧化铁的生成使锅炉金属表面产生了化学腐蚀,化学腐蚀可发生在锅炉使用后的各个阶段。例如:在供暖期内的备用锅炉,这时锅炉虽然未运行,炉内无燃烧产物和酸性物质的产生,但由于锅炉在备用状态时炉内水仍参与循环,这时受热面外表面温度接近锅炉系统的供水温度,从燃烧器鼓风机进口漏入炉膛内的冷空气与受热面接触后就产生了大量的冷凝水。冷凝水中的溶解氧和铁表面发生氧化反应直接生成氢氧化亚铁和氢氧化铁。氢氧化铁是一种棕色胶性粘滑的沉淀物,并且随着冷凝水中氢氧化铁浓度的增加,它会附着在温度较高的锅炉受热面上,使其发生起皮和分层等苛性腐蚀,甚至使受热面产生局部苛性脆化的严重后果。

燃气热水锅炉在停止运行时也会发生化学腐蚀,如在夏季高温、高湿天气,若锅炉内存有水,由于锅炉受热面外表面与炉内存水温度低于锅炉房室内温度,所以当含有大量水分、且温度较高的空气与锅筒和烟管内壁表面接触后必然会产生大量凝结水,这些凝结水对锅炉产生的腐蚀过程与备用锅炉的腐蚀过程相同。因此,锅炉在停运期间也必须采取有效措施以防止腐蚀的发生。

三、燃气热水锅炉低温腐蚀的防治措施

1、控制过量空气系数。燃气热水锅炉运行中产生的烟气,其含氧量高度与过量空气系数大小直接相关,过量空气大则会导致烟气中游离氧分子多,金属表层发生氧化反应的几率也就更大。所以,在燃气热水锅炉运行前,需在安装调试阶段对其烟气含氧量进行重点检测,保证将过量空气系数控制在1.2之内,同时还要关注运行过程中燃气压力变化时的检测,保证烟气含氧量得到有效控制,从而降低锅炉内部金属表层氧化发生概率。

2、减少锅炉内腔与空气的接触。燃气热水锅炉停止运行时,燃烧器鼓风机的进风口风门挡板一般会停在打开位置,

此时冷空气便会因烟囱负压的作用下并未马上停止在锅炉内腔中的流动,从而导致锅炉受热面会凝结冷凝水,也就形成对锅炉的低温腐蚀。所以,若燃气热水锅炉在运行中充当备用炉的角色,那么工作人员一定要在停转燃烧器之后观察其风门挡板位置,可选择额外配备一套控制程序为燃烧器停转后再次供电,让风门挡板能完全停止在关闭位置,起到减少锅炉内腔与空气接触的作用,进而抑制锅炉内部冷凝水的产生。由于燃气热水锅炉一般在夏季会长时间停止运行,所以该时间段不仅要使燃烧器鼓风机进风口挡板完全关闭,而且还要将锅炉烟囱出口挡板完全关闭,只要能保证这两个位置完全密封,那么锅炉内腔基本不会进入空气,再向内腔内投放一定量的干燥剂,实施干法保养,锅炉便可在整个停运期都能抑制冷凝水带来的低温腐蚀。

3、提高锅炉出水温度。当供热系统有多台锅炉并联运行时,应按供暖温度要求,通过控制锅炉运行数量的方法,使系统以尽可能少的锅炉投入运行,运行的锅炉应设定至较高的锅炉出水温度,使锅炉排烟温度高于烟气的露点温度,减少锅炉低温腐蚀。较高的锅炉出水温度使炉膛温度显著提高,天然气燃烧生成的水能迅速变成水蒸气后通过烟囱排除,避免了冷凝水的出现和化学腐蚀的产生。

4、采用锅炉出水和适当提高回水温度运行方式。在生产实践中避免锅炉产生腐蚀最直接有效的措施之一是提高锅炉出水温度。但此方法在春秋季节供给用户的水温较低时很难实现。因此提出了通过对锅炉房系统进行局部改造,使锅炉以较高出水温度运行,并按供暖温度要求随时调节高温出水供给用户流量,使用户端维持在另一个较低采暖温度的双温位运行方法。此方法最大的好处是在满足用户的各种使用温度要求的同时,还能从根本上解决燃气热水锅炉普遍存在的低温腐蚀问题。另外,适当提高回水温度,主要措施是在燃气热水锅炉出水主管和回水主管之间加设一根联通管,管子上有阀门,最好是自动阀,当回水温度低于40℃自动打开,使出水进入回水,这样能提高回水温度,若安装的不是自动阀,而是普通阀门,那么当回水温度低时就人为的打开阀门使进入锅炉的回水温度人为提高,打开时不走管网,出水直接进入回水,用这种办法来提高回水温度,降低低温腐蚀。

四、燃气热水锅炉的节能原则

要实现燃气热水锅炉的节能运行,先要必须提高锅炉组(群)的运行效率,组(群)的运行效率先由每台锅炉的平均运行效率决定,因此应选配比例调节燃烧机,并保证其安装规范、到位,确保在30%~100%负荷工况下,锅炉平均运行效率接近额定效率。另外,由于每次锅炉启停都要经过吹扫,消耗燃气;而待机时间内,锅炉要面临较大的热量损失,因此应尽可能减少供暖期内各锅炉的启停次数和待机时

间,以提高群(组)季节效率。此外,还应考虑以下问题:燃气锅炉的非机械故障抢修相对简单,因此可不设备用锅炉;由于燃气锅炉在满负荷状态下具有较高排烟温度,因此应避免其在此状态下工作,以减少不必要的热损失;多台锅炉运行时,应采用集控系统进行统一监测和管理。在提高管网输送效率方面,由于外管网的水平失调和室内供暖系统的垂直失调损失热量所占比例大,因此应采用水力平衡系统和室温调控系统。

五、燃气热水锅炉的节能改造技术

燃气热水锅炉作为一种将燃料化学能转化成热能的设备,不可避免地要消耗大量燃料、水资源与电能,而节能改造首要目标便是对设备进行改造。在当前燃气热水锅炉供热系统中应用的节能技术,较为实用的有:①供热问题诊断与系统优化;②热源集中控制与气候补偿控制系统;③低阻直通式过滤器;④烟气冷凝热回收节能器;⑤多热源并网等。针对燃气热水锅炉的节能改造实情,对微机控制的节能改造技术进行分析。

随着自动化控制技术与系统的快速发展,在锅炉生产中也成为节能改造的主要应用技术,其中燃气热水锅炉也不例外。通过对锅炉房供热集中控制系统应用模糊控制理论,对计算机供热控制系统进行重新设计,计算每台热水锅炉的参数与供热系统参数,推算出锅炉负荷理论值,进而根据此对锅炉实际负荷与具体开启锅炉台数进行调整。在计算机技术加持下,实现对热水锅炉的集中控制,保证锅炉房所有锅炉能循环运行,结合系统负荷率自动化切换,在确保节能的基础上,延长了燃气热水锅炉的使用寿命。计算机控制的集控系统,除能对锅炉进行控制外,还能对气候补偿器等设备实现控制,蒸发量高于10吨每小时的锅炉应实行微机控制改造,经改造后用计算机控制,能对锅炉的水位、气压、给水流量、蒸汽流量、锅炉内腔温度、燃料耗损、风压等参数予以显示,因此可实现对给水系统与燃烧系统的精准化控制,起到节能效果。

综上所述,燃气热水锅炉凭借着操作便捷性、产热高效性等优势,在我国有着广泛应用。然而这类锅炉在应用中依旧存在诸多问题,其中急需解决的便是锅炉在使用中出现的低温腐蚀问题,因此,研究分析燃气热水锅炉低温腐蚀的原因及其防治具有重要意义。

参考文献

- [1]何多强.燃气热水锅炉低温腐蚀的防治与节能改造技术探讨[J].工业锅炉,2015(05).
- [2]刘红颖.对于燃气热水锅炉低温腐蚀防治措施的探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2015(07).
- [3]牛立新.试论燃气热水锅炉低温腐蚀的成因与防治[J].区域供热,2020(01).