

浅析液相有机热载体锅炉的使用管理

郑焕培

(广东省特种设备检测研究院江门检测院 广东 江门 529000)

摘要: 基于日常检验工作及发现的问题,从锅炉安全管理、节能管理、定期检验和有机热载体检验四个方面论述液相热载体锅炉使用管理的规范性,提高使用单位的认识,减少事故发生,提高能量利用效率,保障液相有机热载体锅炉安全节能运行。

关键词: 液相有机热载体锅炉; 安全管理; 节能管理; 定期检验; 有机热载体

0 引言

液相有机热载体锅炉是一种依靠有机热载体进行热量传递的锅炉^[1],锅炉系统中的有机热载体吸收燃料燃烧释放的热量,变成高温低压状态,然后与用热设备进行热量交换后变成中温低压状态,再返回炉内循环加热,循环过程中有机热载体保持液相状态。液相有机热载体锅炉因具有系统组成简单、占地面积小、高温低压及操作方便等优势被广泛使用在印染、化工、轻纺等领域^[2]。但由于使用单位在认识上不全面、管理上不完善、操作上不规范及司炉工水平不够等原因,容易导致锅炉发生事故^[3],同时还会影响锅炉能量利用效率。因此液相有机热载体锅炉使用管理的规范性需要引起高度重视。因为目前国内大部分用户使用的都是液相有机热载体锅炉,因此本文中的有机热载体锅炉均指液相有机热载体锅炉。

1 重视锅炉安全管理

使用单位应重视有机热载体锅炉运行期间的安全管理工作,建立完善的安全管理制度和详细的操作规程,并将安全管理制度和操作规程严格执行到实处。应根据锅炉数量和日常实际使用状况配备相应的安全管理人员及司炉工,并定期组织安全管理人员及司炉工进行技能培训及考核,确保司炉工熟悉并掌握所负责锅炉的结构、配置、功能、日常基本操作(如启炉、停炉、脱水、脱气、补充有机热载体等)及安全连锁保护装置的试验操作,还有掌握锅炉在压力异常、温度异常、流量异常、液位异常等工况下的应对措施和操作注意事项。应建立完善的日常巡回检查制度,每班至少安排一名持证司炉工进行锅炉的巡检,主要检查锅炉系统的各个部件运行是否有异常,有机热载体温度、压力、流量、液位及排烟温度等参数是否正常,做好巡检记录;同时建立完善的月度检查制度,每月对在用锅炉至少进行一次月度检查,主要检查安全附件及仪表是否

完好,测试安全保护装置如温度、压力、点火保护、液位、出口烟气、流量、快速排放阀、切断阀、全系统紧急停运等联锁保护功能是否完好,及时对有异常的部件进行维护保养及更换。在条件允许的情况下,根据锅炉使用状况,每年组织有经验的人员至少进行一次停炉内部检查,主要针对炉膛、盘管、集箱及燃烧设备等,消除影响危害安全运行的隐患。

在辖区的有机热载体锅炉检验过程中发现,部分有机热载体锅炉使用单位安全管理人员和司炉工更换频繁,但没有组织上岗培训或者定期培训,导致相关人员在管理和操作上都比较生疏;部分单位没有严格的巡回检查、月度检查制度和维护保养制度,导致损坏的锅炉部件“带病运行”。应重视有机热载体锅炉运行期间的安全管理工作,将相关制度严格落实到位,提高锅炉使用的安全性。

2 重视锅炉节能管理

使用单位需要重视有机热载体锅炉的节能管理工作,建立完善的节能管理制度。根据锅炉使用状况配备节能管理人员,并定期组织节能管理人员进行技能培训及考核。每年都应聘请专业人士对燃烧器或者燃烧设备进行维护保养,确保燃烧器或者燃烧设备正常运行。特别关注排烟温度的测量,定期对排烟温度测量仪表进行维护保养及校验,如果发现锅炉排烟温度上升异常时,应及时分析原因,采取措施改善燃烧以及换热状况。有条件的使用单位还可对排烟处的过量空气系数进行检测,过低或者过高的过量空气系数都会对锅炉热效率造成影响。同时,定期对锅炉本体及管道的保温层进行维护,减少锅炉系统的散热损失。最后,按照《锅炉节能环保技术规程》(TSG 91-2021)的规定每两年进行一次能效测试^[4](产品能效测试合格的新建锅炉除外),并根据测试结果调整锅炉的燃烧及换热状况。

在辖区的有机热载体锅炉检验过程中发现,大部分

有机热载体锅炉使用单位缺乏节能意识,没有配置节能管理人员以及没有完善的节能管理制度。部分使用单位没有定期对燃烧器或者燃烧设备进行维护保养,导致燃料燃烧异常。部分使用单位不重视排烟温度测量仪表的维护保养与校准,仪表失效无法正确检测排烟温度。同时,部分使用单位的锅炉本体或者管道保温层损坏严重,造成散热损失急剧增大。有机热载体锅炉没有定期进行能效测试,经过统计,辖区的有机热载体锅炉定期能效测试的不合格率为7%,不合格的有机热载体锅炉多数采用生物质颗粒为燃料。因此,为确保有机热载体锅炉节能经济运行,特别是燃烧生物质颗粒的有机热载体锅炉,必须重视锅炉节能管理工作,将相关制度严格落实到位,提高锅炉能量利用效率。

3 重视锅炉定期检验

有机热载体锅炉的定期检验分为运行状态下的外部检验、停炉状态下的内部检验及耐压试验。外部检验一般每年进行一次,内部检验一般每两年进行一次,耐压试验一般在对锅炉的安全状况有怀疑时进行^[5]。本文主要针对有机热载体锅炉的外部检验和内部检验进行描述。

外部检验需要检查锅炉使用管理、设计、制造、安装、修理改造、运行维护、检验、司炉工证件等相关资料是否齐全,锅炉安置环境和承重装置是否符合要求,锅炉本体可见部位及锅炉范围内管道是否存在超标缺陷,安全附件及仪表如安全阀、压力表、温度计、液位计的数量、外观及校验周期是否符合规定,安全保护装置如温度、压力、点火保护、液位、出口烟气、流量、快速排放阀、切断阀、全系统紧急停运等连锁保护功能是否完好,系统辅助设备如燃烧设备、风机、循环泵等运行是否正常,外部检验有助于发现锅炉运行过程中存在的影响安全的缺陷和隐患。

内部检验需要检查锅炉使用管理、设计、制造、安装、修理改造、运行维护、检验、司炉工证件等相关资料是否齐全,锅炉受压部件(主要是受热盘管及集箱)是否存在过热、变形、胀粗、裂纹、起槽、腐蚀、磨损及积碳等缺陷,阀门、分油缸、闪蒸罐、冷凝液罐、膨胀罐、循环泵等是否存在超标缺陷,非受压部件如主要支撑件、燃烧器、燃烧设备及炉墙炉顶等是否完好。内部检验有助于发现锅炉运行状态下难以发现的缺陷和隐患。

在辖区的有机热载体锅炉检验过程中发现,部分使用单位的锅炉在超期后才预约检验,而锅炉存在的问题以安全阀和仪表超期未检验、安全连锁保护装置失效、受热盘管胀粗、渗漏及变形等为主,应重视有机热载体锅炉的定期检验工作,按检验周期提前一个月申请检验,发现缺陷或隐患应分析原因并及时整改,防止锅炉“带病运行”,提高锅炉使用的安全性。

4 重视有机热载体检验

有机热载体是有机热载体锅炉中的热量传递介质。有机热载体的品质直接影响该类型锅炉的安全性与经济性。影响有机热载体品质的主要性能指标有残碳、运动黏度、酸值、水分、闭口闪点等。

残碳是指有机热载体在高温条件下经受热蒸发、裂解而形成的焦黑残余物。残碳越高,有机热载体的热稳定性越差,受热后容易分解引起受热面结焦积碳,结焦积碳位置的换热热阻会因此迅速增大,换热效率急剧降低,增加能量损耗;严重时还会导致炉管堵塞,堵塞的炉管缺少有机热载体的冷却,会引起炉管受热面局部温度快速升高,造成炉管过热、变形、破裂等。

运动黏度即有机热载体的动力黏度与相同温度及压力下的密度之比,用于评价有机热载体的稀稠程度和流动特性。运动黏度越大,有机热载体流动阻力越大,流动速度和对流换热系数越小,造成炉内换热恶化,引起靠近炉管热边界层部分的有机热载体温度急剧升高,从而导致这部分有机热载体分解劣化及受热面结焦积碳,严重时也会造成炉管过热、变形、破裂等。

酸值是反映有机热载体中含有酸性物质多少的指标,通常用中和每克有机热载体中的酸性物质所需氢氧化钾的质量表示。酸值越大,有机热载体中的有机酸越多,对锅炉管路系统的腐蚀性越强,同时腐蚀产物也很容易导致整个管路系统堵塞。

水分含量越多,有机热载体被加热后,液相水吸热汽化,锅炉系统内气相水也相应增多,导致有机热载体体积急剧增大,从而引起运行压力不稳定及循环泵汽蚀,影响系统平稳运行。

闭口闪点指在加热状态下,蒸发的有机热载体与空气组成的混合气体和火焰接触时,发生闪燃所需的最低温度,可以反映有机热载体挥发性物质、可燃性气体的含量及着火燃烧的可能性,闪点越低,蒸发的有机热载体越多,发生泄漏时越容易发生火灾,安全性能越差。

对辖区2018年到2021年有机热载体检验报告进行统计,如表所示。

表 辖区最近四年有机热载体检验报告统计表

年份/年	2018	2019	2020	2021
检验数量/份	175	166	153	158
不合格数量/份	9	11	4	9

辖区最近四年共检测了652份有机热载体样品,其中不合格样品有32份,不合格样品占比5%;不合格样品分布如图1所示,可以发现,水分超标情况较少,因为使用过程中水分受热后会与有机热载体分离,使有机热载体的水分含量逐渐降低;而残碳含量最容易出现超

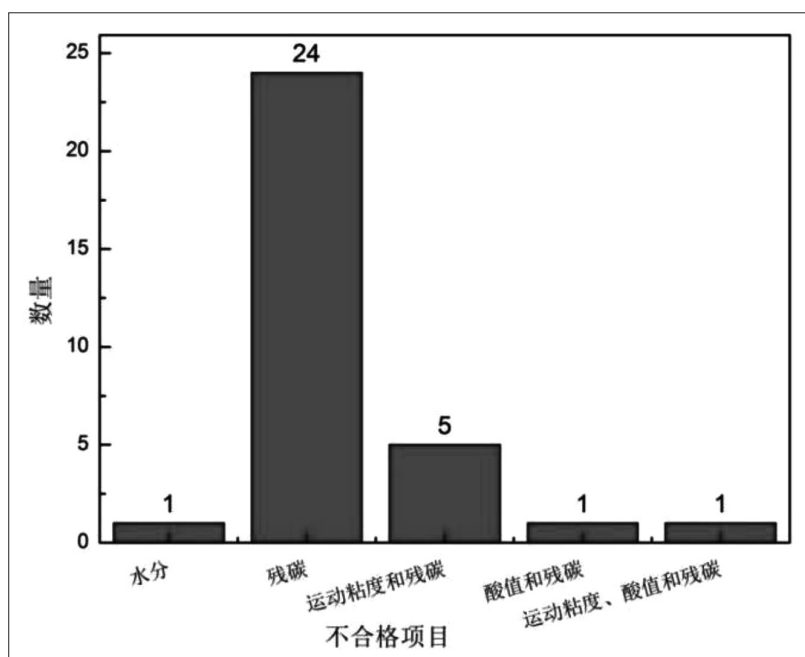


图1 不合格样品数量分布

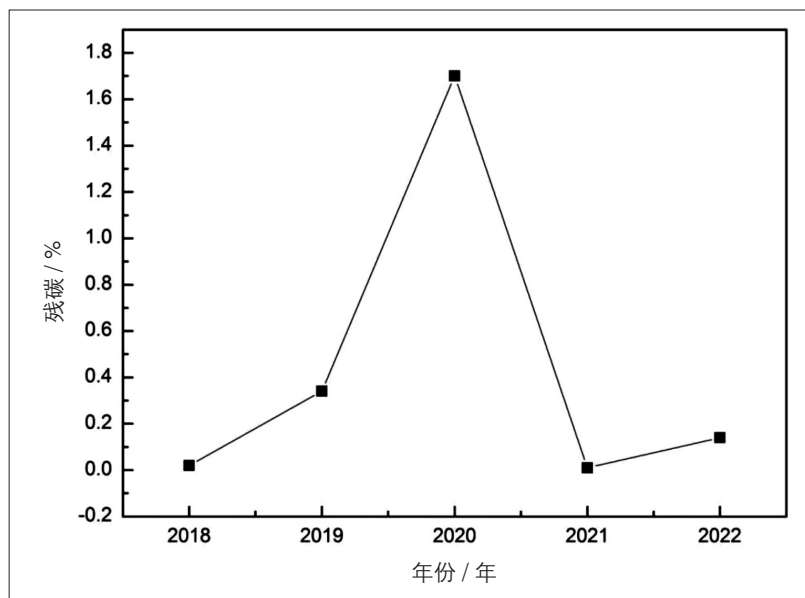


图2 辖区某锅炉有机热载体残碳变化情况

标,在32份不合格样品中,残碳超标的有31份,占不合格样品的96.9%。同时运动黏度超标时,残碳也会出现超标情况,因为运动黏度增大,炉内传热就会恶化,热边界层区域的有机热载体温度异常升高,造成有机热载体受热蒸发、裂解,最终引起残碳增多。

按上述分析,残碳对有机热载体锅炉安全运行的影响相对较大,且有机热载体中残碳最容易出现超标,因此对辖区内的一台锅炉的有机热载体残碳变化情况进行比较分析。该锅炉的型号为YY(Q)W-4100Y(Q),锅炉额定出力4.1MW,额定工作压力0.7MPa,采用开式循环系统,液相有机热载体产品代号为L-QC310,投用日

期为2018年9月。残碳变化情况如图2所示,该锅炉刚投入使用时有有机热载体的残碳还处于较低水平,随着有机热载体使用时间的增长,有机热载体残碳含量逐渐积累增加,在2020年残碳含量达到了1.7%,超过标准要求的1.5%^[6],进入下一个更换周期,有机热载体残碳含量也逐渐呈现上升趋势,预计该锅炉的有机热载体残碳将在2023年超过标准要求的1.5%^[6]。

为确保有机热载体锅炉的安全经济运行,使用单位需严格按照检验周期(一般每年进行一次)及《有机热载体安全技术条件》(GB 24747-2009)的规定开展有机热载体检验工作^[6],密切关注有机热载体的性能指标变化情况,特别是残碳的变化情况,并根据检验结论、结果统计及以往的经验做好有机热载体的使用及更换计划。需要更换和补充新的有机热载体时,注意所选用的有机热载体应满足锅炉设计和具体标准要求,而且必须对有机热载体进行检验,合格后才能注入锅炉系统。

5 结语

使用单位应提高认识和加强使用管理,重视液相有机热载体锅炉安全管理、节能管理、定期检验以及对锅炉经济性和安全性都有重要影响的有机热载体检验,全方位消除锅炉使用问题,减少事故发生,提高能量利用效率,达到保障锅炉安全节能运行的目的。

参考文献:

- [1] 李强. 劣质有机热载体对锅炉传热系统的影响[J]. 特种设备安全技术, 2020(05): 11-13.
- [2] 张文斌, 王杰, 陈征宇. 一种有机热载体锅炉能效测试的新方法[J]. 中国特种设备安全, 2017, 33(12): 54-57.
- [3] 官伟. 有机热载体锅炉介质泄漏引发的火灾事故分析及防范措施[J]. 特种设备安全技术, 2020(02): 6-7.
- [4] 中国特种设备检测研究院. 锅炉节能环保技术规程: TSG 91-2021[S]. 北京: 国家市场监督管理总局, 2021.
- [5] 中国特种设备检测研究院. 锅炉安全技术规程: TSG 11-2020[S]. 北京: 国家市场监督管理总局, 2020.
- [6] 全国锅炉压力容器标准化技术委员会. 有机热载体安全技术条件: GB 24747-2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.