

工业锅炉水质检验问题及对策分析

吴军

(江苏省特种设备安全监督检验研究院宿迁分院 江苏 宿迁 223800)

摘要: 在生产和生活中,工业锅炉的应用越来越广泛。传统意义上锅炉是一种高能耗、高污染,在高温高压下运行的特种设备。近年来,国家大力倡导节能减排,锅炉能效限定值逐步提高,在锅炉燃烧形式和炉型不断改进的前提下,锅炉水质检验工作也显得越来越重要。锅炉水质的好坏是影响锅炉安全稳定运行和能耗高低的重要因素。因此,检验部门对锅炉水处理的定期检验和使用单位的日常检验,都十分重要。本文就当下工业锅炉定期检验中发现问题进行分析,就工业锅炉检验中水质检验的不足之处提出相应的改进措施。

关键词: 工业锅炉;水质检验;常见问题;对策

0 引言

近年来,随着经济的迅速发展,我国工业产值已经处于世界领先水平。锅炉是企业运行的“心脏”,而锅炉用水就犹如人体中流动的血液。锅炉水质能否达标,关系到企业能否平稳健康发展。“绿水青山就是金山银山”,随着国家对环境保护的重视,近年来陆续发布《锅炉安全技术规程》(TSG 11-2020)、《锅炉节能环保技术规程》(TSG 91-2021)、《锅炉水(介)质处理检验导则》(NB/T 10937-2022)等标准,对锅炉水(介)质化验工作要求越来越高,特别是《锅炉安全技术规程》中明确了水质检验结合锅炉外部检验进行,水质检验是否合格直接影响锅炉外部检验结论。

结合笔者对锅炉和锅炉水质的一线检验工作经验,本文对在检验过程中遇到的水处理检验问题进行总结和分析,同时就相关法规标准的执行和企业水处理现状进行简单的讨论。

1 工业锅炉水质检验常见问题

1.1 水质检验缺失,引起锅炉本体缺陷

工业锅炉的法定检验包括内部检验、外部检验、水(介)质检验、能效测试等。在停炉进行内部检验时,经常会发现以下问题:锅炉水侧水位线以下部分存在垢下腐蚀,部分腐蚀严重的区域存在较深的腐蚀坑;水垢大量堆积在锅筒底部,热负荷高的部位存在过热、鼓包、变形等缺陷;水冷壁因水垢堵塞,造成变

形甚至爆管。内部检验发现的问题,普遍与水垢有关,垢下腐蚀、水垢阻热、水垢阻塞汽水循环等问题都较为常见,容易造成严重的锅炉本体缺陷。

内部检验发现的问题,究其原因还是水质检验不规范且不受重视,放任锅炉在给水中长期超标、锅水电导率过高等条件下运行。平时缺少水质检验,锅炉的运行安全无法得到保障,而工业锅炉的内部检验按规定每两年进行一次,水垢问题日积月累,小问题慢慢变成大的缺陷,甚至引发重大生产安全事故。

1.2 水垢长期聚集,引发安全附件失效

锅炉外部检验时,常会发现以下问题:司炉工未按规范操作冲洗水位计,或者长期不冲洗水位计,运行过程中存在假水位;安装远程水位测量装置的锅炉,远程水位测量装置与就地水位计的示值误差较大;检查高低水位报警和联锁装置时,水位报警失灵;对于贯流、直流锅炉,水侧测温点运行一个检验周期后测温不准;电加热锅炉控制系统运行过程中,控温不准,调温有延迟。

外部检验过程中发现的问题,除部分安全附件本身存在缺陷之外,大部分可以结合水质检验找到问题的答案。经过大量实践数据分析,长期不重视水质检验工作的单位,多数会因为水垢的堆积聚集引起安全附件失效,如水垢堵塞水位计连接管、水垢附着在电接点和传感器上。上述安全附件失效是极其危险的,易发生锅炉缺水干烧引发的爆炸事故。水垢堆积的过程可能是缓慢不易察觉的,在加强水

质检验的同时,也要做好内部检验工作,以便及时发现并排除隐患。

1.3 水处理工作疏忽,导致锅炉能效降低

在锅炉运行工况能效测试中,常发现以下问题:锅炉运行工况正常,燃料和过量空气系数符合锅炉设计要求,但排烟温度过高,即使提高给水量,省煤器换热效果也并不明显;主要受热面水垢附着,传热效率降低,以至于能效测试过程燃料消耗量、过量空气系数偏高,锅炉运行工况热效率低于理论值。

经分析,除锅炉本体缺陷以外,大部分锅炉运行工况能效降低问题和水质检验工作息息相关。如表1所示,普通碳钢在常温下的导热系数为 $46.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,钢材的导热系数是水垢的数十倍到数百倍,一点点水垢就能很大程度上影响锅炉的热效率。

表1 不同类型水垢导热系数和坚硬程度

水垢种类	碳酸盐	硫酸盐	硅酸盐	油垢
导热系数 $\lambda / [\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0.58 ~ 5.82	0.58 ~ 2.33	0.06 ~ 0.23	0.12
坚硬程度	随析出场所而异	坚硬密实	坚硬	坚硬

1.4 无专业人员设备,长期粗放野蛮运行

《锅炉安全技术规程》(以下简称新《锅规》)、《锅炉水(介)质处理检验导则》对工业锅炉的水(介)质检验工作提出很多新规定,如锅炉水处理作业人员应持证上岗等。根据国家市场监督管理总局《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》[2019年第3号],自2019年6月1日起实施新的《特种设备作业人员资格认定分类与项目》,原I级G4(热水锅炉和额定工作压力小于或者等于2.5MPa的蒸汽锅炉)、II级G5(锅炉参数不限)锅炉水质处理作业人员证合并为G3锅炉水处理作业人员证,这就意味着新取证的工业锅炉水质检验人员,要掌握电站锅炉水处理知识,其取证难度大大增加。

《锅炉水(介)质处理检验导则》规定,锅炉水质处理定期检验是对锅炉使用单位是否满足《锅炉安全技术规程》要求进行的符合性抽查,包括锅炉水汽质量检验和锅炉水处理状况核查^[1]。新《锅规》自2021年6月1日起施行,在现场检查时发现,能够完全按照法规要求进行水处理检验的企业仍不多;水处理检验报告存在很多不符合项,如未制定工业锅炉水处理制度、水处理设备不能正确使用、缺少掌握化验知识的水质检验员、化验项目少于国家标

准要求等。多数工业锅炉使用单位仍延续之前的管理习惯,对水处理工作不重视、不投入,一切以应付检验和检查来处理锅炉事宜。企业管理者不能理解水处理工作的重要性,需要检验人员在要求企业按法律规范完善水质检验工作的同时,耐心宣传水质检验的重要性。

1.5 未履行报检义务,私自进行锅炉清洗

对于锅炉检验时发现的水垢,多数锅炉使用单位能及时清除,一些单位还会根据自身水质情况,制定锅炉清洗保养计划。但是锅炉清洗市场目前仍然处于较为混乱、缺少监管的状态,特别是工业锅炉化学清洗,某些私人清洗单位既不分析水垢成分,也不监测腐蚀速率,酸性/碱性除垢剂全凭经验随意使用,以致因清洗水垢导致的锅炉腐蚀泄漏事故时有发生。

锅炉化学清洗资质应由中国锅炉与锅炉水处理协会负责评审颁发,对于未取得资质的锅炉清洗单位,特种设备安全监管部门应予以严肃查处。

上述的工业锅炉水质检验常见问题,主要是企业负责人对水处理工作不重视,管理人员缺乏锅炉管理知识,锅炉操作人员(包括水处理作业人员)在操作过程中没有检测手段或不按要求加药、排污等一系列因素造成的。我国的水质呈现区域差异,即使同一地区的不同季节也会有一定的差异,这对我国工业锅炉设备的设计和装配提出了很高的要求。对企业而言,既要保证锅炉安全、经济、高效运行,又要符合国家对锅炉的法定检验要求,这都离不开锅炉水质的科学检验。

2 工业锅炉水质检验问题的解决策略

2.1 践行法规要求,履行企业主体责任

企业的生产行为应符合国家法律法规要求,这既是最低标准也是安全底线。工业锅炉的水质检验工作关乎特种设备安全,需要企业高度重视。

《特种设备安全法》第四十条规定,未经定期检验或者检验不合格的特种设备,不得继续使用^[2]。

第四十四条明确规定,锅炉使用单位应当按照安全技术规范的要求进行锅炉水(介)质处理,并接受特种设备检验机构的定期检验。

从事锅炉清洗,应当按照安全技术规范的要求进行,并接受特种设备检验机构的监督检验。

第七十九条规定,违反本法规定,特种设备的制

造、安装、改造、重大修理以及锅炉清洗过程，未经监督检验的，责令限期改正；逾期未改正的，处五万元以上二十万元以下罚款；有违法所得的，没收违法所得；情节严重的，吊销生产许可证。

第八十三条第（五）款规定，未按照安全技术规范的要求进行锅炉水（介）质处理的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停止使用有关特种设备，处一万元以上十万元以下罚款。

国家制定的《特种设备安全法》，将水（介）质检验和锅炉化学清洗放在了很重要的位置，并提出具体的要求，锅炉的使用单位应当高度重视。

新《锅规》第9.1.4条定期检验，明确了水（介）质处理定期检验结合锅炉外部检验进行。新《锅规》还规定，水（介）质处理情况是外部检验的内容之一，工业锅炉外部检验报告中应当包含水（介）质定期检验报告。

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）、《锅炉水（介）质处理检验导则》（NB/T 10937-2022）等相关标准，全面而详细地制定了工业锅炉水质标准，细化指导水质检验工作的实施。

企业作为特种设备的所有者和使用者，作为特种设备安全的责任主体，上至国家法律、规程，下至国家标准、行业规章，企业管理者都应严格认真执行，并制定符合自己单位情况的水质检验制度，做到合法合规使用特种设备。

2.2 优化水质设计，结合实际需求选型

解决锅炉水质检验发现的问题，应从锅炉的本质需求出发。《工业锅炉水质》标准对不同型号不同规格的工业锅炉水质都做出了具体要求，企业采购生产所需的锅炉时，应该根据标准要求，结合原水的水质特点，配套选取合适的水处理设备和水质化验设备。

如小型企业经常使用的额定蒸发量小于或等于4t/h，并且额定蒸汽压力小于或等于1.0MPa的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉，可以采用单纯锅内加药、部分软化或天然碱度法，此方法对给水硬度、浊度要求较低，能够有效降低企业采购和使用成本。而对于使用压力和蒸发量较大的工业锅炉来说，应满足锅炉水处理要求，采用软化水或者除盐水，也可根据企业采购预算和实际水质情况来定^[3]。基本原则是在分析原水的硬度、碱度、浊度、pH值等数据的前提下，经过理论计算来科学选型，达到高效节

约的目的。

对于一些特殊生产工艺情况下的锅炉，如回水含铁含油、蒸发量大于10t/h的锅炉，都应在设计采购初期充分考虑后期除氧问题等，避免后期使用过程中不必要的麻烦。

总之水处理设备和锅炉一样，一次性采购成本和后期使用成本都很重要，应综合考量，争取效益最大化。

2.3 重视投入产出，提高水质管理水平

当前的科技发展日新月异，水质检测水平也是飞速发展。如已在电站锅炉水质检测中广泛使用的全膜补给水系统、水汽质量在线监测系统，都能够很好地保障工业锅炉水质安全。而实际情况是电站锅炉水质要求高、投入大，只有极少数工业锅炉使用企业会投入高新技术装备在水处理上。

高新技术看似可以一劳永逸，免除后顾之忧，但是企业还应量力而行，管理者的态度决定管理水平的高低。现实中某些企业刚刚实施“煤改气”工程，锅炉燃料和运行成本大幅提高，企业需要的是既能满足法规要求又能节能高效的水处理设备，投入高新技术装备显然不符合企业利益。相反，提高企业管理者的知识和管理水平，就可以花小钱办大事，特别是对一些小型工业锅炉使用企业，在企业管理水平到位的情况下，设备上较小的投入就可以满足国家对工业锅炉水质检验的要求，保障锅炉安全经济运行。

2.4 积极正确引导，发挥特检行业优势

我国特种设备检验行业虽然经历了各式各样的改革和调整，但锅炉的水处理定期检验收费一直偏低。《锅炉水（介）质处理检验导则》要求检验人员现场取样、化验、出具报告，整个过程的成本明显大于检验收费。特种设备检验机构在保质保量地履行法律赋予的检验检测职能、积极执行国家标准的同时，还应不计成本，努力发挥其技术优势和特长，积极主动地帮助工业锅炉企业^[4]。一方面指导企业制定符合企业自身特点的水处理计划，从原水水质分析到水处理设备采购全过程指导；一方面在锅炉运行过程中给予技术支持，定期化验给水、锅水指标，指导企业的水质检验工作。

工业锅炉水质检验工作在全国特种设备检验机构的共同努力下，必能帮助企业解决实际问题，有效降低企业运行成本，提高经济效益，消除安全隐患，

服务社会发展。

2.5 加强监察力度，强调水质检验地位

水质检验工作关乎锅炉的安全、节能、经济运行，其重要性不言而喻。可是总有企业不重视，安全生产不投入，吃亏不自知。水质检验不合格的情况下，锅炉外检不合格，锅炉应整改后运行。使用未经检验合格的特种设备，监察部门应责令其整改，拒不整改可给予适当处罚。水处理作业人员作为特种设备作业人员，也应取得特种设备作业人员证，并持证上岗。对锅炉化学清洗过程进行监督检验，对于违法进行锅炉清洗的行为，应及时制止，依法查处。

对于锅炉的水质检验工作，特种设备安全监察部门应从以上几个方面积极履行监察职责，督促企业加强水质检验工作，提高水处理工作的技术和管理要求，保障锅炉安全经济运行。

3 结语

工业锅炉作为常见的关系到人民群众生产生活的特种设备，在高温高压下运行，重要性和危险性不

言而喻。历经多年发展，锅炉的检验不再仅限于锅炉本体和附件，水质检验已成为锅炉检验不可或缺的重要组成部分，并在保障锅炉安全上起到关键性作用。锅炉的安全高效节能运行，离不开监督部门和检验部门的监督检验，更离不开企业的高度重视。只有全面做好工业锅炉的检验检测工作，特别是抓好影响锅炉运行的水质检验环节，才能从根本上实现工业锅炉的安全运行，节约能源，保护环境，为我国的经济社会高速发展贡献力量。

参考文献：

- [1] 陈昊. 浅谈工业锅炉水质检测及处理中出现的常见问题及对策 [J]. 科学技术创新, 2019(33):135-136.
- [2] 仇存, 柳乾相, 石常青. 工业锅炉水质检验中常见问题及对策分析 [J]. 化工管理, 2019(30):29-30.
- [3] 王志美. 工业锅炉水质检验中常见问题及处理方法 [J]. 化工管理, 2019(10):46-47.
- [4] 张红. 工业锅炉水质检验中常见问题及对策研究 [J]. 中国设备工程, 2018(20):78-79.

