

工业锅炉检验中发现的常见问题以及应对措施

张斌

天津市宁河区计量和特种设备检定中心

摘要：伴随着我国工业化水平的进一步发展，工业锅炉的应用范围日益广泛。工业锅炉作为工业生产中的重要动力设备，其安全可靠运行直接关系到工业生产的安全。由于工业锅炉运行环境恶劣，工况复杂，十分容易出现腐蚀、裂纹等损坏现象。对这些故障现象需要做到早发现，早处理，避免问题进一步扩大化，进而危及到锅炉的安全运行。因此，文章重点就工业锅炉检验中发现的常见问题以及应对措施展开分析。

关键词：工业锅炉检验；常见问题；应对措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.20.120

在工业锅炉中，以水和有机载热体为基本媒质，其产生的蒸汽、高温热水和有机载热体都有固定的热能。在实际运行中，除了受高温高压的作用外，还受其自身排放的烟、焰等因素的作用，造成了锅炉的主要承压元件出现腐蚀、开裂、起槽、过热、变形、渗漏、磨损、水垢等问题。如果不能及时地发现这些不良问题，并对其进行处理，那么就有可能对锅炉产生重大的损坏，严重的时候，甚至会发生爆炸，从而导致人身伤亡，给企业和社会带来了巨大的损失和负面的影响。所以，为了确保锅炉安全、安全、高效的运行，在平时的工作中，一定要对锅炉进行定期的检查。

一、工业锅炉检验的内容

（一）内部检验

在工业锅炉的检查中，检查的主要工作包括三个方面：内部检查、外部检查和水（抗）压力检查。在进行内部检查的时候，要求两年进行一次。如果在炉内有什么问题，要及时检查并解决。在进行内部检查时，应该以锅炉主要构件所处的位置、工作状态以及它们有可能出现的问题为依据，采取与之相适应的检查手段，比如：宏观检查、厚度测量、无损检测金相检测、硬度检测、割管力学性能试验、内窥镜检测、强度校核、腐蚀产物及垢样分析等。必须包含如下：（1）对前次检查中所出现的问题进行的改进和残留的缺陷。（2）压力部件和内部设备的外观质量，结构，盐的积聚，焦的形成，腐蚀，磨损，变形，超温，膨胀状况，以及有机热载体的内部堵塞，积炭，结焦等。（3）燃烧室，燃烧装置，吹灰器，烟道等附件的外观质量，积灰情况，壁厚，减爆性。有无异常，有无漏水等等。（4）主要支承、支座和固定件的外径质量，载荷状况，变形状况，以及锅炉的漏水状况等。（5）炉壁的外表品质，保温和密封结构，以及室内防火隔墙的品质。

（二）外部检验

在对一台工业锅炉展开的外部检查中，应该包含

如下的项目：（1）上一次检查中出现的问题的改正情况；（2）锅炉使用登记及其作业人员资质；（3）锅炉使用管理制度和实施的证明资料；（4）锅炉本体及辅助装置的运转情况；（5）锅炉安全配件及互锁与保护投运情况；（6）水（介）质处理情况；（7）锅炉操作空间的安全状态；（8）锅炉事故应急专项方案。

（三）水（耐）压试验

对工业锅炉进行水（耐）压试验，一般来说，锅炉水压试验周期为6年，因结构原因无法进行内部检验的锅炉每三年进行一次水（耐）压试验。如果在水压试验中发现问题，就必须解决锅炉继续使用的问题。

（四）检验重点

在对工业锅炉进行检验时，必须确定检验的要点，才能确保检验工作的顺利进行，才能全方位地保障锅炉的安全稳定运行。在对锅炉进行检验时，应保证检验人员具有检验资质，对进行检验的锅炉进行检验的人员应具有特种设备检验检测人员证。例如，做焊接质检工作需要从从业资格证书。在对锅炉焊缝进行检验时，检验人员必须严格遵守有关的操作规程，不得违背规定。其次，在对锅炉进行检验的时候，检验人员要互相交流，并将工作的实况及时地反馈给有关部门，例如，设计者对图纸做了修改，要将修改后的结果及时地反馈给有关部门。对于检验发现的问题，各有关部门也要召开会议，对出现的问题进行深入的剖析，并提出相应的对策，以确保锅炉的正常运转。

二、工业锅炉常见问题

（一）腐蚀问题

由于锅炉长时间处于高压、高温的工作环境中，长时间必然会产生大量的腐蚀性物质，甚至对锅炉本身产生腐蚀和损伤。此外，化工企业是所有行业中使用最频繁的锅炉，而化工企业所使用的原材料通常具有很强的腐蚀性，这将给锅炉带来更严重的损坏。如图1所示为锅炉水冷壁管腐蚀现象。

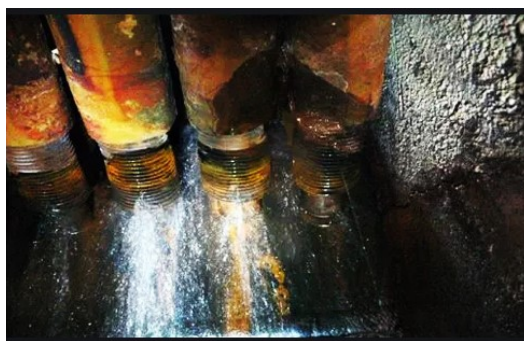


图1 锅炉水冷壁管腐蚀

（二）结垢问题

在锅炉运行期间，对水的质量进行检查和对水的处理是十分重要的。根据有关规定，在对锅炉内的水质碱度和硬度进行了检测之后，水质检验员应当将检验结果及时汇报到锅炉操作人员那里，由锅炉操作人员根据检验结果，对其进行不同程度的除垢处理。通过对有关数据的分析，发现一些企业没有充分的关注锅炉内的水质量，从而造成了锅炉内的除垢工作没有得到有效的开展。若不能在炉内进行有效的除垢，将会使炉内的热效率下降，严重时还会引起炉膛爆炸。

（三）变形问题

锅炉变形主要是指受外界因素的影响，锅炉受压元件出现凹陷、局部变形和鼓起等不良现象。但这里需要强调的是，锅炉变形主要是指锅炉形状尺寸发生显著变化。如果锅炉外观尺寸发生变化，发生危险事故的概率就会大大增加。

（四）裂纹问题

1. 应力腐蚀裂纹

应力裂纹是由应力与腐蚀介质的相互作用引起的，多发生在蒸汽-水管路及管座。这种裂纹通常是竖直的，而当它出现在奥氏体不锈钢中时，它会形成一个分支。在火力发电厂，这种裂纹通常出现在弯曲管的中间部位，由于应力的影响，弯曲管的局部部位会被腐蚀，从而产生了应力腐蚀裂纹。

2. 机械疲劳裂纹

在锅炉的叶轮和大轴等部件上，最容易发生的断裂形式为机械疲劳断裂。由于机械疲劳裂纹在初始阶段，其裂纹相对较短，发展较困难，但随着其发展，其裂纹会逐步向内蔓延，而且在中部形成较长的裂纹，随后其扩展速度也较快。所以，在出现机械疲劳裂纹的时候，必须立即采取措施。通常，这种裂纹在发展时，与拉应力的夹角为 45° ，但随着裂纹的不断扩展，最终二者夹角可达 90° 。

3. 过热和过烧裂纹

在工作过程中，由于对温度的影响，可能会发生过热和过烧的情况，进而产生大小不一的裂纹，造成生产的制品会有晶界熔化和氧化的情况，还会在其表面上产生较为严重的碎裂。从显微镜下看，制品的表层会被大量的魏氏结构所包裹，并伴随着其它颗粒的沉积。通过显微镜下的观测，可以看到产物的晶体颗粒上有大量的氧化晶界及空穴。由于在制造的时候，要进行焊接等热处理，如果金属加热量超标，就会造成过烧和过热，并且会逐渐累积，进而会对以后的锅炉的运行安全产生不利的作用。

4. 腐蚀疲劳裂纹

腐蚀疲劳裂纹多出现在容器的底部，也就是容器的顶部，而容器的底部是空的，在这种情况下，如果有振动的话，就会有应力。一旦出现腐蚀疲劳裂纹，若不及时控制，将会进一步恶化，裂纹的宽度会加大，间隙也会增大，并且会产生腐蚀物质，从而影响到管道内壁的质量。由于其破坏能力强，可通过晶界传播，并在一定时间内形成新的裂纹，故应及时对其进行治理。

5. 热疲劳裂纹

在材料达到拉伸强度的条件下，若在连续的重复应力作用下，材料就会产生热疲劳开裂，这些开裂多见于排气管管座、压力表等部分。在管线中产生的热疲劳裂纹，以刀痕、缺口等为主要特征。尽管局部的热疲劳裂纹并不是很明显，但还是会严重影响到管线的使用寿命。

三、工业锅炉常见问题的解决措施

（一）锅炉腐蚀问题的处理

酸碱腐蚀、氧化腐蚀以及铁钩腐蚀是锅炉腐蚀最常见的3种情况，所以，在解决锅炉腐蚀问题时，首先要做的就是预防和保护。在检验过程中，检验人员发现锅炉存在腐蚀现象，要全面地分析造成腐蚀的原因，并给出相应的处理办法。例如，锅炉腐蚀有很大一部分是由氧化作用引起的，通过氧化作用，在锅炉表面会产生氧化铁腐蚀物，对此，可以通过化学或物理打磨的方式进行处理，若腐蚀面过大，则可以通过补焊的方式来解决。为此，必须加强对锅炉的腐蚀防护。经过对锅炉结构改进，特别是解决了焊点的积渣问题，使锅炉的排污量得到了很好的控制，减缓了炉体的腐蚀速度。所以，为了确保锅炉用水质量，应加强监控和管理。

（二）锅炉结垢问题的处理

锅炉结垢与其腐蚀有一定的关系，其原因既有氧化性的原因，也有水质的原因。如果锅炉发生了污渍，就会对其传热性能造成不利的影 响，从而导致了锅炉的受热不均匀，传热受阻等问题。而这种不合理的现象，将使锅炉的变形量大大增加，严重时还可能引起锅炉的爆炸。锅炉结垢的根本原因是氧化腐蚀，因此，对其进行防锈处理是最重要的。对此，应从两个方面着手：一是强化对水的控制，保证水的品质，保证水的稳定；用药剂粘合法来解决，经研究表明，该方法处理后的效果很好。

（三）锅炉变形问题的处理

锅炉的受热承压直接影响到锅炉的形状，如果在锅炉的正常运行中，受热承压发生了问题，就很容易造成锅炉的变形。无论是折焰角部分，还是高强度热载荷部分，都极易出现变形，一般情况下，变形处理的程序可以分成以下三个阶段：（1）在锅炉设备的生产加工

中,要尽可能地缩短防焦箱的轮廓长度,并不断地改善和完善锅炉加工工艺流程,以减少锅炉变形的几率。

(2)根据锅炉的安装说明,对其进行了正确的安装。

(3)在使用锅炉时,应把锅炉的加热器安装在合适的地方,尽量减少锅炉的热量变化,减少发生火灾时的停炉机率。同时,还应对锅炉上的污渍进行及时的清除,防止由于污渍造成的锅炉加热不均匀,以延长锅炉的使用寿命;同时,对变形的零件也要进行及时的检修,以防止出现安全事故。

(四) 锅炉裂纹问题的处理

1. 要做好裂纹的预防工作

在锅炉生产中,必须树立起防止开裂的思想,并做好相应的防范工作。例如,在使用锅炉时,一定要确保它的压力在一定的范围内,绝对不能发生超压的情况。在生产锅炉时,需要用到相应的材料,如金属、构件、焊接等。因此,在选用材料时,不仅要加强对强度和刚度的筛选,还要保证材料的有效性,从而更好地保证材料的质量。

2. 做好图纸的严格审核

锅炉制造的时候,需要做好图纸会审工作。结合实际需求,做好图纸的绘制工作。优选施工原材料,做好原材料质量检验工作,确保原材料的各项性能符合生产需求。为进一步降低裂纹产生,还可以对原材料生产过程予以改进,全面提升锅炉的生产质量。

3. 提高锅炉的制作工艺

锅炉制造技术的高低,对其制造质量有很大的影响,对其造成的裂纹有很大的影响,若在制造时,技术的高低,将会直接造成裂纹。在生产过程中,应严格检查生产过程中的各个环节,确保生产过程中的科学、规范,以最大限度的提高生产质量。在锅炉加工完毕后,必须对其进行二次质量检查,以防止出现开裂。

4. 严格控制锅炉的内部元件质量

锅炉在使用中,常发生压力管开裂,故应严格掌握其内部零部件的品质,并强化对管件的质量控制。例如,在锅炉生产前,生产企业应强化对设计图纸的审查;至于选用的材质,则是对每一个零件的品质进行严格的把控,例如使用高强度的材质。在进行内燃机部件的制造时,还应确保其制造过程的合理性与标准化,并将其贯彻到具体的制造工序。

5. 保证锅炉运作的规范性

为了避免锅炉运行中出现故障现象,进而导致锅炉质量受损。需要规范锅炉操作方法,依据实际生产需求,严格按照规范要求,科学开展锅炉操作,有效预防裂纹的产生。

6. 要恰当使用锅炉

锅炉若长时间连续使用,十分容易出现金属疲劳现象,进而导致锅炉出现裂纹现象。因此,在锅炉运行过程中,需要密切观察锅炉运行情况,合理控制锅炉的启动和停止,做好相关仪表的检查和保养工作,从而确保锅炉的运行符合要求。

(五) 做好锅炉停用期间的保养工作

最常用的保养方式是压力保养,湿法保养,干法保养。不论采用何种保养方式,首先都要把锅炉里的水垢和灰渣清除掉。

(1)对于停止运行一星期以内的锅炉,通常采用压力保养。在停止加热后,首先要把锅炉加满水,并将压力维持在0.05-0.1MPa之间,同时在炉膛内生小火,将锅水的温度控制在100-118℃之间,这样就可以防止氧气进入到锅水中,从而减缓腐蚀的速率。

(2)对于停炉不到一个月的锅炉,进行湿式保养。按照每吨水中的氢氧化钠8-10kg或碳酸钠20kg的比率,配制出一种碱保护液,再将该碱保护液注入到炉子中,使其装满整个锅炉,并定时对锅水中的碱度进行测定,使其pH值保持在10-12,就可以在金属表面生成一层稳定的保护膜,阻止氧腐蚀。

(3)对于长期停炉的锅炉,宜采用干保养。首先,将铁锅中的水抽干,用文火加热,让受热表面变干,然后,在开放的容器中加入生石灰或无水氯化钙(干燥剂/立方体积为2-3公斤),然后,将其倒入炉膛和锅筒中,关严主蒸汽阀门、给水阀门、排水管阀门和人孔和手孔。经常查看干燥器有无损坏,以便于更换。

综上所述,社会经济稳步发展,工业生产水平显著提升,工业锅炉的使用范围也日益扩大。由于工业锅炉运行环境复杂,介质特殊,稍有不慎,就会导致锅炉出现一系列故障现象,影响生产活动的正常进行,威胁操作人员的生命财产安全。因此,需要定期对工业锅炉开展检查工作,及时发现锅炉中存在的故障现象,第一时间予以处理,避免问题进一步扩大化,有效确保锅炉的安全可靠运行,进一步推动工业生产的稳步健康发展。

参考文献

[1]张坤,李春贤,韩健雄,曾添.工业锅炉检验中发现的常见问题以及应对措施[J].中国设备工程,2022(13):179-180.

[2]李骋,张玉路.工业锅炉检验工作的必要性及锅炉常见问题解决措施分析[J].技术与市场,2021,28(11):114-115.

[3]杜军堂,李云.渗透检测在工业锅炉内部检验中的运用[J].设备监理,2021(04):43-45+60.

[4]徐志俊.工业锅炉检验中的问题及应对策略[J].设备管理与维修,2020(24):66-67.