

锅炉烟管端头及焊缝产生裂纹的原因及检修

邱宝均 (四川省万县地区电力安装处)

全国约有40万台锅炉,其中4t/h以下的快装锅炉占大多数,在这些快装锅炉中,卧式外燃快装锅炉(即KZ型)使用更广。锅炉运行状况的好坏,将直接影响企业经济效益。在卧式外燃快装锅炉的第一组烟管束烟气入口侧的管端及焊缝、胀口、管板往往容易发生渗漏,不少企业对其处理方法不当,渗漏重复发生,本文以该炉型为例,重点讨论第一组烟管束烟气入口侧的管端及焊缝产生裂纹的原因及检修方法。

1 渗漏情况

卧式外燃快装锅炉是以煤为燃料的卧式三回程水火管混合式锅炉。不少企业在使用该炉型的锅炉时,在第一组烟管束烟气入口侧的管端及焊缝常常发生渗漏,例如某厂一台KZL2-13型锅炉,投产才14个月,第一组烟管束烟气入口侧有6根烟管端头焊缝就出现渗漏(该炉制造时,烟管全部采用焊接方式固定在管板上),紧接着连续4个月里,先后又发生3次渗漏,最后一次,未修过和检修过的管端及焊缝渗漏达20余根。不得不把锅炉降压使用,但不到40天该部位管端及焊缝又发生了渗漏。该企业每次检修只作了一般补焊或换管,未作其它的技术处理,所以没解决根本问题,严重影响了企业的正常生产,笔者到现场检查发现:

1.1 第一组烟管束烟气入口侧竟有29根管端及焊缝产生裂纹而渗漏,裂纹沿焊缝表面四周成不规则环形状,裂纹长短不一,为5—20mm,裂纹没有延伸至管板。

1.2 这渗漏的29根烟管管端伸出管板长度均在6.2mm以上,最长的达7.5mm,管端伸出长度在6.5mm以上的,在其管口上都有1至3条轴向裂纹,裂纹长度为2—4mm,如图1所示。

1.3 烟管内烟尘厚0.5mm,管外壁水垢厚0.5—1

mm。

1.4 管板外观检查无明显变形,无裂纹和渗漏;烟管与管板的管端焊缝高度为4mm,除少数有咬边、超高缺陷外,其它无明显缺陷。

1.5 拆管检查发现烟管与管孔之间的间隙没有采用预胀措施予以消除;除去管孔壁上附着的水垢,管孔内壁无砂眼、凹痕、纵向刻痕等重要缺陷;测量管孔孔径一般为 $\Phi 59.5$ mm,最大孔径为 $\Phi 60$ mm。

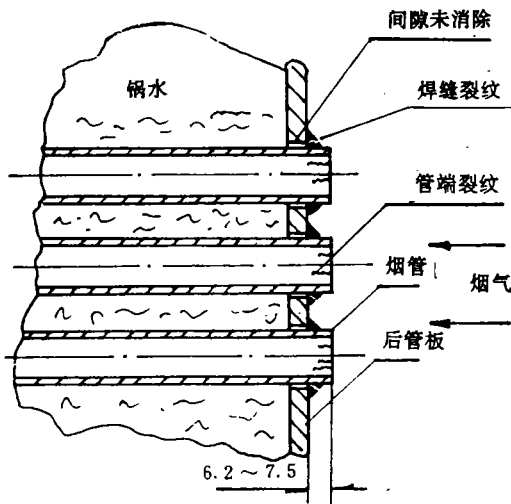


图1 烟管管端及焊缝裂纹

1.6 选从未更换过的烟管一根,锯管检查腐蚀减薄情况,共锯4个点,离前后管板最近的各一点,中间部位选两点,锯管表明,管壁厚度有三个点为3.2mm,一个点为3.0mm。

1.7 原设计管板材质为16Mng,厚为16mm,管孔加工尺寸为 $\Phi 57^{+1}$,烟管材质为20g,规格为 $\Phi 57 \times 3.5$ mm无缝钢管。

收稿日期 1993-07-20

本文联系人 邱宝均 男 1952年生 工程师 634000 四川万县市太白路147号

1.8 该厂用汽为间断性用汽,一天中启炉、压火都比较频繁。

2 原因分析

根据上述检查情况,分析烟管端头及焊缝产生裂纹而渗漏的原因主要有以下几点。

2.1 烟管外壁与管孔壁的间隙未消除是该事故发生的根本原因。如图1所示,烟管是锅炉的对流受热面,当800℃左右的高温烟气从燃烧室尾部进入第一组烟管束入口时,烟气流速一般为15—20 m/s,烟管受到含有粉尘烟气纵向高速冲刷,热强度比较高,而当工作压力为0.8 MPa时,饱和水温为174.5℃,饱和水的导热系数 λ 为0.677 W/(m·℃),饱和蒸汽的导热系数 λ 为0.032 W/(m·℃)。两者的导热系数相差21倍。烟管端头虽已封焊,但烟管与管孔之间的间隙未消除,在锅炉运行时,间隙中锅水形成一圈水环,循环不良,随着热量不断传递,间隙中的水就会受热蒸发,起初停留在间隙中,产生汽塞,此时此处得不到锅水的冷却,蒸汽被继续加热以致过热,直至冲出间隙,锅水又随即填入间隙,急剧冷却,间隙就经受了一次急剧的冷热交变过程。在锅炉运行过程中,这种冷热交变过程不断重复,在热交变应力和管端焊缝应力迭加的作用下,管端及焊缝就很容易产生裂纹而渗漏。

2.2 管端伸出管板过长是管端产生轴向裂纹的重要原因。由于管端伸出过长不可能得到良好的冷却,又加上管子与管孔壁之间的间隙造成的冷热交变过程,管口的工作条件就更加恶劣;从锅炉运行工况上看,该部位的设计计算烟温为800℃左右,但实际运行时如控制风量、煤量不当也有可能超过800℃,而锅水才174.5℃,温差也比较大。因此,管端就产生热疲劳应力裂纹。

2.3 锅炉频繁启动、压火是导致管端及焊缝产生裂纹的不可忽略的原因。因为在这种运行工况下,给水温度偏低,给水量亦不稳定,就加大了锅水与烟温的温差,特别是压火时间较长锅水温度较低时,从启动炉子到达到蒸汽的工作压力的过程所用时间又过短时,金属部件热胀、冷缩,急剧的冷热过程使热交变应力加大,多次反复,必然加快管端及焊缝裂纹的产生。

2.4 水处理不良促进了管端及焊缝裂纹的产生。水垢的导热系数比普通钢材小20倍左右,使得烟温向锅内传热的热阻增大,金属部件得不到应有的冷却,

促进了管端及焊缝热疲劳应力裂纹的产生。

2.5 焊缝外观质量不良对焊缝产生裂纹有一定的影响,因为在焊缝超高和咬边处都是焊接应力较大的地方。

3 检修和处理方法

分析了上述情况,检修和处理办法如下:

3.1 换烟管前的准备

3.1.1 拆出需更换的烟管,把管板上两端的管孔内壁、管孔圆周10 mm内的管板打磨出金属光泽,使之无水垢、油迹、灰尘等,符合胀接和焊接的技术要求,并测量记录各管孔尺寸。

3.1.2 烟管材料的准备。参考图纸再根据实测,烟管下料长度以伸出前后管板 5 ± 0.5 mm为宜,且不小于烟管壁厚,管口应整齐不偏斜。因为管端要预胀,烟管两端应按胀接要求进行退火和胀接面的清理

3.1.3 消除烟管端与管孔的间隙常用紧固胀管器来进行预胀。不少企业没有这种专用工具,根据笔者多次实践,介绍一种金属锥形塞子替代紧固胀管器,同样可以达到消除其间隙的目的,如图2,可用于 $\Phi 57 \times 3.5$ 或 $\Phi 75 \times 3$ mm的烟管。

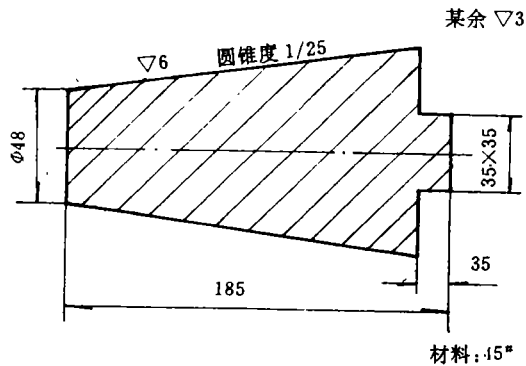


图2 金属锥形塞子

3.1.4 对打磨了的管孔和管子端头外径进行测量记录,选管配管使之配合间隙相对比较合理,并编上号以便施工,达到尽量减少扩管应力的目的。若配管间隙超过1.7 mm,可在管子与管孔间加装一个紫铜垫圈后再胀,紫铜垫应开成迷宫式坡口进行搭接(如图3所示),或者选用比原管壁厚的管子,比如原为3.5 mm壁厚的改为4 mm壁厚,先对管端预扩到装配间隙低于1.7 mm时所需的外径,再对管端按胀接要求进行退火处理。

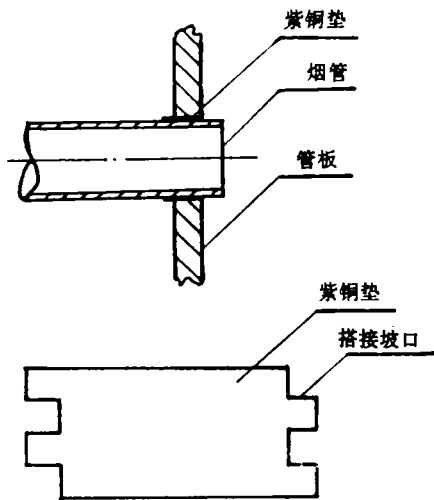


图 3 紫铜垫的装配及坡口

3.1.5 必须是持有该项目合格焊工证的焊工施焊,并按焊接工艺规程进行。本文中管板是 16Mng,烟管是 20g,根据现场实际,选用的结 506 型电焊条,必须进行 350℃ 的烘焙,烘焙时间为 1 小时随用随取。焊后对焊缝接口处应用石棉保温,使之缓慢冷却。

3.2 烟管的装复

3.2.1 首先装复最不便装的部位,以不防碍后面烟管装复为原则,逐根逐排进行装配施工。

3.2.2 烟管伸出管板长度控制在 5 mm 为宜,应以第一组烟管束烟气入口侧为基端进行装配,这样只打磨另一端超长的管端,而且位置在前烟箱比较好施工。

3.2.3 烟管装入锅筒后,可用管夹或其它方法使之固定,以利预胀的操作。

3.2.4 预胀应逐根逐排地两端开展,同时锅内应有人控制预胀质量,因为消除烟管与管板的间隙应以管板内侧(即水侧)为准进行控制,才能保证管孔中未焊透那部分管子与管板接触良好。用紧固胀管器消除间隙的方法本文从略。这里简单介绍一下锥形

塞子的使用方法:在烟管内口上涂上薄薄的一层黄油,把塞子放入管内,使塞子中心与管子轴心同心,再用两磅左右的榔头用力均匀地敲打塞子中心点,每敲打一次用撇手使塞子旋转 45°—90°,旋转后两者亦要保持同心,这样才能保证管子圆周均匀地胀粗,扩管后的喇叭口外观成型匀称。按此法反复操作,直到管子与管孔壁间隙消除,接触良好为止。

3.2.5 更换的烟管两端预胀工作结束后,即可进行管端施焊。施焊时应每焊完一个管端就要跳过 1 至 2 个管端,再焊下一个管端,如此反复进行直至施工完毕。焊缝高度不得低于管壁厚度,并符合焊接质量要求。

3.2.6 所有更换烟管装复后,还应对管端和焊缝进行外观检查,用手提砂轮机或其它方法对管端伸出管板长度超过 5 mm,焊缝超高、超宽等缺陷进行清理,直到符合技术要求。

3.2.7 清理锅内杂物盖好人孔。

3.2.8 按规程进行 1.25 倍工作压力的水压试验,对管端及焊缝、管板进行检查,水压试验验收标准为:受压元件金属壁和焊缝上没有水珠和水雾;水压试验后,没有发现残余变形。

4 其它相关措施

4.1 锅炉点火启动时,应按运行操作规程进行,不可升温升压过快。调度好用汽负荷,应尽量减少锅炉启动和压火次数,若压火时间较长,应将锅炉升压时间相应延长,使炉温、汽压都平缓上升,防止金属部件急冷急热的现象发生。

4.2 进一步加强水处理和对给水、锅水品质的监督,防止锅内结垢。

4.3 加强管理,定期清理烟管内的烟灰。

采用上述方法修复的锅炉现已运行两年多了,没再发生过类似事故。

参 考 文 献

1 张 昆等.卧式快装锅炉后管板缺陷原因分析及处理.锅炉压力容器安全.1989(6),28

欢 迎 刊 登 广 告