

小型蒸汽锅炉铸铁省煤器的改造

李元章

(首钢特钢公司 北京 100043)

1 引言

根据首钢总公司安全处资料,从上世纪 70 年代初期直至 99 年,总公司内部各单位共计发生小型蒸汽锅炉铸铁省煤器运行中的突然爆裂事故 23 起,其中造成工伤的有 11 起;较典型的为 1975 年 2 月三线材厂宿舍区 1 台 SZW2-8 型锅炉省煤器事故和 1989 年 7 月红冶钢厂 1 台 KZL4-13 型锅炉省煤器事故,均是由于省煤器外部侧面弯头处突然爆裂,大量高温水汽突然喷出,将附近干活的工人严重烫伤,造成终身致残。

以上这 23 起省煤器铸铁管爆裂事故有许多共同点。首先,都是发生在蒸发量 $\leq 4t/h$ 的小型蒸汽锅炉省煤器上;发生事故的特征也惊人地相似;均是在锅炉开始补水后的一瞬间,由于省煤器内部已经汽化,突遇冷水而产生水击所致。

2 省煤器内部汽化的原因分析

蒸发量 $\leq 4t/h$ 的小型蒸汽锅炉的工作压力一般低于 1.25MPa,其省煤器均为非沸腾可分式铸铁省煤器。由于铸铁材质的脆性,不允许将省煤器中的水加热到沸腾温度,以防止省煤器中的水汽化而造成水击事故。为此,在非沸腾可分式省煤器近旁按规范要求应设有旁通烟道或在省煤器出口管处连接 1 条通往备用水箱的循环水管,如图 1 所示。在点炉时或未加水而锅炉仍运行时全开启旁通烟道插板,全关闭主烟道插板;或关闭图 1 中的去锅炉节门,开启回水箱循环节门,并开动给水泵进行循环,在进行上述操作之前先加水至汽包中水位。以上操作措施既是对铸铁省煤器的保护,同时也是一个受热面冷却的问题。

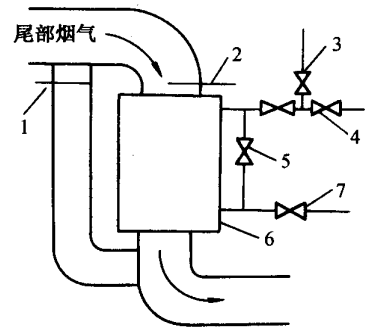


图 1 防省煤器汽化示意图

- 1. 旁通烟道插板(全关闭) 2. 主烟道插板(半关闭) 3. 去锅炉节门
- 4. 回水箱循环节门 5. 旁通节门 6. 省煤器 7. 来水节门

对于目前使用量大面广的小型蒸汽锅炉来说,由于锅炉供汽能力普遍大于需求,一般均采用间断运行方式,同时对锅炉补水也是间断进行的,而锅炉的运行和补水往往不能同步进行。一般情况下,司炉工根据锅炉汽压和水位情况进行操作,汽压低时起火运行,汽压高时停炉;汽包水位低至一定程度时开泵补水,高至一定限度时停泵;常造成锅炉起火运行时没有补水,当约 230℃的高温烟气流经省煤器时,其鳍片管中的水处于静止状态,没有流动,则很快就会沸腾汽化。

许多操作者和管理人员并不了解非沸腾可分式省煤器的工作特点,不能按正确的操作方法进行,即在锅炉尚在运行但没有补水的情况下,未能及时关闭锅炉主烟道挡板,开启旁通烟道挡板;或关闭锅炉给水节门,开启通往软水箱的循环管路节门,并打开给水泵进行循环来冷却省煤器受热面。

由于此类蒸汽锅炉每日启停相当频繁,若每次启停都完全一丝不苟地按上述规范操作,也不大现实。所以尽管许多锅炉房铸铁省煤器都备有旁通烟

道或通往软化水箱的循环水管路及节门,却往往不能严格按照规范要求操作,导致省煤器鳍片管中的静态水在高温烟气的加热下很快汽化。

3 省煤器内部汽化所造成的危害性分析

在锅炉运行时,有时一次进水量过多,进水间隔时间长,从而使省煤器内存水,在高温烟气的加热下很快沸腾并汽化。补水时的常温水遇到蒸汽迅速冷凝收缩,蒸汽体积急剧缩小,会形成局部真空状态,造成周围汽水介质的高速冲击来填补真空状态,并导致鳍片管内水的压强值的急剧升高或降低,而这种增压和减压过程又是迅速交替变化的,此种现象被称之为水击。

水击发生时产生的增压值,可达省煤器鳍片管中正常承压值的几十倍,并且其增压与减压的交替变化频率很高,危害性很大。由于水击的产生,往往使得铸铁省煤器的弯头部位首先被破坏,造成大量汽水介质突然喷出伤人的恶性事故。

4 解决措施

如上论述可知,因为各单位所选锅炉的蒸发量普遍大于实际需求许多,所以小型蒸汽锅炉一般都采用间断运行方式,这就很难避免其省煤器内部汽化。而由省煤器汽化所产生的水击又易导致其铸铁鳍片管和弯头被破坏。因此很有必要选择一种既可有效避免铸铁省煤器汽化,同时又不增加操作人员工作量的有效措施。

笔者于 1998 年夏季在特钢公司运输处锅炉房 4t/h 快装蒸汽锅炉上所尝试的改造措施,可有效避免省煤器汽化。

该措施具体如图 2 所示。省煤器位置不动,只是对其各类外接管路进行了变更,同时在省煤器上方增设了 1 个容积为 6.0m³ 的高位软化水箱,可保证锅炉约 90min 的最大连续用水量,水箱底距地面±0.00 位置为 3m,水箱支架全部采用 L80 角钢焊制,水箱内设置 1 个浮球阀;软化水依靠自来水压力经过钠离子交换器被直接顶入高位软化水箱,从箱底接出 1 根 $\phi 63.5$ 下降管与省煤器入口联接,同时又从省煤器出口接出 1 根同口径上升管从上部

进入高位水箱;并从软化水箱底部接出 1 根 $\phi 51$ 的给水管路,联接锅炉给水泵入口。高位软化水箱自身、省煤器上升管、下降管、给水管全部用保温材料包覆,外缠玻璃丝布,可将散热损失降至最低。

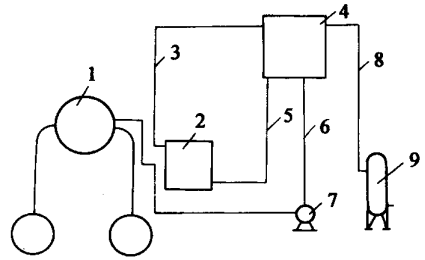


图 2 省煤器改造示意图

1. 锅炉 2. 省煤器 3. 上升管 4. 高位软化水箱 5. 下降管 6. 补水管
7. 补水泵 8. 软水管 9. 软水器

经过改造后,省煤器进水温度约在 70℃,出水温度最高可达 90℃,远低于省煤器工作压力下的沸点温度,低于常压下水的沸点温度,不会产生汽化现象。由于采用了自然循环方式,不断有低温水靠自然落差从高位软化水箱进入省煤器下部,被加热后由于比重降低,体积膨胀,靠热膨胀作用再升入高位水箱。

对于采用间断运行与间断供水的小型蒸汽锅炉,上述改造措施可在不增加司炉人员工作量的情况下,完全避免锅炉省煤器汽化现象。同时可将尾部最终排烟温度降至 $\leq 180^\circ\text{C}$ 范围,将给水温度升至 70℃;既达到了传统省煤器的各项指标,又彻底克服了其弊端。该项改造总投资仅 1.6 万元,目前已在首钢总公司内部小型蒸汽锅炉上推广普及。

5 结论

非沸腾可分式铸铁省煤器内部沸腾汽化现象一直是国内中小型蒸汽锅炉房所存在的一个棘手问题,尽管一些锅炉房按规范要求采取了加装省煤器旁通烟道或增设通往给水箱的循环水管路等措施,但很少有司炉人员在频繁的间断运行与补水的情况下一丝不苟地按规范要求操作。因此由汽化及水击所导致的省煤器管爆裂事故不断发生,直接威胁着现场工人的人身安全。

(收稿日期 2003-04-08)