

转炉余热锅炉寿命影响因素分析与改进措施

董茂林 侯祥松 孙明庆

(中冶赛迪工程技术股份有限公司动力部)

摘要 分析了影响转炉余热锅炉寿命的主要因素并提出了改进措施,结果表明只要在设计、运行过程中采取有针对性的措施,就能够有效地延长余热锅炉的使用寿命,减少运行过程中的检修维护工作量。

关键词 转炉 余热锅炉 寿命 影响因素

Influencing factors analysis and improvement measures of the life span of waste heat boiler for converter

Dong Maolin Hou Xiangsong Sun Mingqing

(Utilities Engineering Department, CISDI Engineering Co., Ltd.)

Abstract The main influencing factors of waste heat boiler life span were analyzed and improvement measures were put forward. If targeted measures were adopted in the designing and operating process, the waste heat boiler life span could be extended and maintenance workload can be reduced effectively.

Keywords converter waste heat boiler life span influencing factor

炼钢转炉余热锅炉与转炉氧枪进行连锁,直接参与炼钢生产控制,冷却烟气,控制过剩空气系数,为回收煤气和氧化铁尘创造条件^[1],同时利用转炉烟气余热回收大量的蒸汽。转炉余热锅炉的设备状况直接影响炼钢转炉的正常生产,同时也是转炉余热回收、钢厂节能减排的重要手段,在炼钢厂占有十分重要的地位。

相比其他的工业锅炉,炼钢转炉余热锅炉的运行工况随转炉运行工况的变化而急剧变化。当转炉吹炼时,大量的高温烟气流过余热锅炉,余热锅炉内的热负荷急剧增加,管壁温度、介质温度随之升高;当吹炼停止时,余热锅炉内的热负荷急剧减小,管壁温度、介质温度随之下落。并且,转炉冶炼的工况变化非常频繁,30~40min一个周期。如此恶劣的运行条件必然对余热锅炉

的使用寿命产生影响。目前,炼钢转炉余热锅炉的使用寿命很短,上段冷却烟道的寿命为6~8年,活动烟罩、炉口段烟道处在钢水飞溅、烟气磨损的环境下,运行条件更加恶劣,寿命仅为1年左右,并且即使在使用寿命期内设备事故率也很高,需经常检修,不仅检修工作量大,而且在安全运行上存在隐患,同时也影响钢产量^[2-3]。所以,分析转炉余热锅炉的寿命影响因素,并采取相应措施延长其使用寿命,显得非常重要。

1 转炉余热锅炉寿命影响因素

笔者从多年的设计经验和转炉余热锅炉损坏的实际情况分析,认为余热锅炉损坏主要是由六方面的问题引起的,即循环冷却水的水质问题,强制循环配水不均问题,自然循环安全性问题,汽包低压运行问题,热膨胀问题和应力疲劳问题。下面就针对这些问题进行分析,提出延长转炉余热锅炉寿命的改进措施。

收稿日期:2010-01-05

董茂林(1978-),工程师/硕士;400013 重庆市渝中区。

2 影响因素分析及改进措施

2.1 循环冷却水的水质问题

从余热锅炉损坏的情况来看,有些厂投产后一周就出现锅炉爆管,冷却管壁严重减薄的现象。有些厂则是投产后3个月左右出现水冷壁管烧坏漏水的情况。

投产后一周就出现爆管的厂,经检查爆管主要是由于投产时间紧张,没有按照锅炉的煮炉程序执行,冷却段入口节流孔杂质堵塞严重造成的。笔者建议转炉余热锅炉的煮炉程序应严格参照《锅炉煮炉工艺规程》执行。3个月左右出现锅炉爆管的厂,经检查发现爆管多是由于锅炉水质很差,结垢严重造成的。因此要严格控制补给水水质及运行过程中的排污、加药、取样等程序。对于汽包最高工作压力 $< 3.8\text{MPa}$ 的余热锅炉,锅炉补给水及锅水的水质应符合GB/T1576-2008《工业锅炉水质》标准,对于汽包最高工作压力 $\geq 3.8\text{MPa}$ 的转炉余热锅炉,补给水及锅水的水质应参照GB/T12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》标准执行。

2.2 强制循环配水不均的问题

目前使用的转炉余热锅炉,有一段或多段采用强制循环冷却,强制循环冷却段的具体数量根据不同的系统而定。由于各段之间、同一段不同的换热管流动阻力不同,在不同段之间,为了使冷却段得到更好的冷却,冷却水量应根据各段的热负荷进行分配;同一段内,各换热管的冷却水量应根据不同换热管的热负荷进行分配,热负荷越大则冷却水量相应要越大。为了冷却水流量的分配,各强制循环冷却段的换热管入口设置了节流孔,也称为Lamont管。为了不致热负荷较大,较长的换热管烧坏,每个换热管入口节流孔的大小应根据热负荷进行计算。在使换热管内水流速度大于最小临界流速的前提下,热负荷越大的换热管其冷却水量也相应越大。

但现实情况是由于国内许多锅炉厂不具备热负荷及水循环计算的能力,根据经验在同一段内每个换热管入口设置了相同规格的节流孔,甚至出现了不同冷却段各换热管入口也采用相同规格的节流孔,这就出现了热负荷越大、越长的换热管,其水循环阻力也越大,循环冷却水量反而越

少的情况。因此,大大缩短了余热锅炉的使用寿命,同时也造成了强制循环泵能力过大,能量浪费的现象。

中冶赛迪经过多年的努力,开发了转炉余热锅炉专用的热力和水循环计算软件,能够真正根据转炉的炉容和操作条件进行余热锅炉的热负荷和结构计算。在此基础上根据每根换热管的热负荷大小确定其入口节流孔的大小,使得强制循环水量根据余热锅炉换热管的热负荷进行分配,在节省强制循环泵消耗能量的同时,余热锅炉换热管的寿命也得到延长,从而延长余热锅炉的使用寿命。

2.3 自然循环的安全性问题

炼钢转炉余热锅炉的固定段、尾段常采用自然循环冷却。固定段一般为倾斜布置,尾段的部分换热管甚至有时出现水平布置的情况。水冷壁管在受热条件下,管内的汽水混合物容易产生汽水分层。汽水分层后,水侧面向火面的水冷壁管一般是安全的,但汽侧面向火面的水冷壁管却非常危险,极易发生传热恶化。运行实践证明,汽侧面向火面的管子容易发生爆管事故。

为了解决上述问题,就要在余热锅炉的结构设计中采取防止汽水分层的措施。目前主要的方法就是在这部分管子内部加装不锈钢螺旋板,增加扰动,防止汽水分层,消除传热恶化。

2.4 汽包低压运行的问题

许多钢厂认为汽包在低压下运行,系统更加安全,因此在日常生产中长期控制汽包在远低于设计压力的情况下运行。实际上这种认识是非常错误的。余热锅炉的上升、下降管的管径是根据系统的设计压力确定的,汽包压力远低于设计压力时,余热锅炉的水冷壁管中汽化点位置会提前,同时也会使水冷壁管和上升管中的汽水混合物体积流量迅速增加,增大循环水系统的流动阻力,从而使循环水量减少,造成水冷壁管局部过热而破坏。

要延长转炉余热锅炉的使用寿命,笔者认为余热锅炉必须在汽包的设计压力范围内运行,而不应在低于汽包设计压力的情况下长期运行。

2.5 热膨胀问题

另一个影响转炉余热锅炉寿命的因素就是余热锅炉的热膨胀问题。余热锅炉不仅存在轴向热

膨胀,而且还存在径向热膨胀。目前运行的转炉余热锅炉,对轴向热膨胀有比较成熟的措施,主要是在锅炉段间联接处设置耐高温非金属补偿器来吸收膨胀量,在锅炉的支点采用铰支、悬吊点用恒力弹簧来吸收锅炉的膨胀位移等。但是,对径向热膨胀造成的破坏没有足够的认识,尤其在锅炉的固定支座,滑动支座与水冷壁管的连接处常出现结构设计不合理,水冷壁管与支座支撑梁之间直接刚性连接的现象,从而造成锅炉冷却壁管与支撑梁受热膨胀不均,水冷壁管被拉裂漏水的现象。

解决这一问题的办法就是要在锅炉的结构设计中,避免出现水冷壁管与支撑梁直接焊接的刚性连接方式,而应该采取滑动支撑加机械限位的方式来充分吸收水冷壁管的纵向和径向膨胀位移。

2.6 应力疲劳问题

应力疲劳问题也是影响转炉余热锅炉寿命的一个重要因素。由于余热锅炉的热负荷呈周期性变化,吹氧冶炼时,热负荷迅速上升,氧枪提枪,吹氧停止后,热负荷急剧下降。在热负荷下降时,水冷壁管内的产汽量减少,自然循环的动力下降,甚至导致自然循环停滞。待到下一次吹氧冶炼时,虽然热负荷迅速上升,但自然循环缓慢启动,在启动的过程中造成冷却壁管的热量不能迅速被循环冷却水带走,从而造成水冷壁管过烧破坏。

冶炼一炉钢的周期大概在30~40min,也就是转炉余热锅炉每30~40min受到一次交变热负荷的影响。由于自然循环启动的滞后性,启动过程中受热部分不能得到及时冷却,使得水冷壁管不断受到交变热应力的影响,从而严重影响了余热锅炉的使用寿命。

为了克服上述弊病,笔者建议即使在自然循环动力不足时,也要保持自然循环系统的最小流量(最小流量根据系统大小确定),以确保氧枪下枪,热负荷迅速上升后,自然循环段的热量能够迅速被带走。目前保持自然循环最小流量的方法主要是采用自然循环和强制循环的相互切换。在自然循环流量低于最小流量时,将自然循环切换至强制循环,氧枪吹氧下枪后,再将强制循环切换至自然循环。这样既充分利用自然循环节约了电能,也保证了循环启动过程中水冷壁管不会局部过烧,从而延长了余热锅炉的使用寿命。

3 结语

(1) 相比其他的工业锅炉,转炉余热锅炉的现状是工作条件比较恶劣,寿命较短,需经常检修更换,影响钢产量。

(2) 从设计及生产实践来看,转炉余热锅炉寿命的主要影响因素为循环冷却水的水质,强制循环配水,自然循环安全性,汽包运行压力,热膨胀,应力疲劳等。

(3) 根据文章对转炉余热锅炉寿命影响因素的分析,在设计、运行过程中采取有针对性的改进措施,能够有效地延长转炉余热锅炉的使用寿命,减少运行过程中的检修维护工作量。

参 考 文 献

- [1] 隋建才,丘纪华. 转炉余热锅炉故障分析及对策[J]. 冶金能源, 2003, 22(2): 37-40.
- [2] 周一工. 炼钢转炉余热锅炉结构设计中几个应注意的问题[J]. 节能技术, 1997, 15(1): 17-21.
- [3] 戚振彪,武世玉. 转炉余热锅炉的结构改造[J]. 安徽冶金, 2003, (3): 33-36.

赵 艳 编辑