

提高汽化烟道使用寿命的方法

马鞍山钢铁股份有限公司修建工程公司 (安徽 243000) 张汪林

【摘要】 烟道式余热锅炉汽化烟道在受热管弯头及氧枪口部位出现漏水, 迫使厂家停产检修, 严重时需要更换, 不仅浪费了时间, 而且给厂家带来了很大的损失。为了解决这个问题, 迫使人们寻求一种更好的办法, 旨在提高汽化烟道的使用寿命。

一、汽化烟道的结构特点

我厂生产的马钢第三钢轧厂的汽化烟道由炉口烟道、斜烟道和后烟道三部分组成(其余烟道结构模式类同), 在烟道上分布有进口联箱、出口联箱、加强圈、支撑架、氧枪口、下料口以及人孔, 壳体轴向由受热管配隔板组成, 三段烟道在生产厂家独立制作完毕后, 运输至炼钢厂进行现场安装。

马钢第三钢轧厂汽化烟道的构造如图1所示, 汽化烟道的本体就是受热管与隔板之间密排焊接而形成的封闭实体, 工作时受热管内通软水, 在整个烟道制作过程中, 受热管的成形、对接、与隔板之间的装配以及焊接

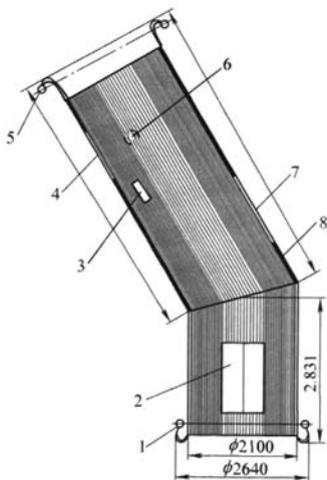


图1 汽化烟道简图

1. 进口联箱 2. 副料口 3. 脚手架孔 4. 人孔 5. 出口联箱
6. 声纳孔 7. 氧枪口 8. 炉前

均至关重要。实践证明, 传统的烟道在制作过程中, 受热管与隔板之间、受热管与加强圈之间都有大量的应力存在, 而这种应力单纯靠焊后的退火处理是无法完全消除的, 这就是导致烟道在随后的工作中开裂漏水的主要原因。

二、汽化烟道的制作现状及原因分析

众所周知, 汽化烟道的本体成形是整个汽化烟道的关键所在。纵观目前的烟道制作, 大部分还是靠手工操作, 虽然采取了一部分数控切割技术及坡口处理, 但关键部位, 如受热管的对接、隔板的装配、隔板的焊接及焊后热处理仍然是传统的做法。因此烟道的制作质量难以提高, 而且受诸多因素的影响。

1. 客观原因

(1) 生产厂家节奏加快, 负荷增大 目前各大钢厂都在不断地追求效益, 全面提升生产指标, 致使转炉炼钢在超负荷运转(据笔者调查得知, 有的钢厂转炉炼钢一次超量30%), 而且冶炼周期不断加快, 平均每25~30min就炼好一炉钢。

(2) 高温、高压、氧化状态下工作 大家知道, 转炉炼钢最下面是转炉, 其上是活动烟罩, 后面依次是炉口烟道、斜烟道、后烟道接二次除尘器等一系列配套设施组成的立体系统, 而汽化烟道就是转炉炼钢过程中产生的烟气通道。特别是炉口烟道长期置于高温、高压和氧化的氛围中, 本身烟道内部的工作压力就达2.8~3.0MPa, 而且受热管的管壁较薄, 为 $\phi 38\text{mm} \times 5\text{mm}$, 极易被氧化和烧损, 这也是烟道漏水的原因之一。

(3) 烟道结构的自身特点 由于烟道是一环向的封闭整体, 受热管与隔板之间相互牵制, 应力难以释放, 这也是烟道漏水的原因。

2. 主观原因

(1) 装配、焊接的不合理性 在烟道的主体成形问题上, 传统的装配方法是: 先在地面上按照 1:1 画出实物大样图, 然后定位焊型钢支撑架作为靠模, 再焊加强圈及进、出口联箱, 然后手工一根一根的穿受热管, 在空中进行受热管的组对、焊接。管接头全部焊完后进行射线探伤, 发现按此方法组对、焊接, 有 20%~30% 的接头焊缝探伤不合格, 需要返修。由于受热管之间排列很紧密, 平均间隙只有 11~12mm, 处理很麻烦, 稍不注意就会殃及其他受热管。在受热管组对完毕后, 进行隔板的组装、焊接, 由于是手工操作, 使得隔板的平整度和直线度超标。在焊接板条时, 往往会因焊接顺序不合理, 致使焊缝收缩量不一致, 出现应力集中的现象, 从而导致烟道最薄弱的地方出现开裂现象。

(2) 烟道内部清渣不干净 烟道在制作过程乃至在现场安装的整个过程中, 内部不得有任何焊渣、铁屑等脏物存在。烟道在生产过程中, 内部始终有高温、高压的水蒸气在循环运动, 而且在炉口烟道受热管的内部有一个 $\phi 10\text{mm}$ 的节流孔, 一旦此孔被堵塞, 将会出现水流不畅, 烟道管壁过烧, 导致烟道爆裂, 后果非常危险。

(3) 退火的局限性 汽化烟道制作完毕后应进行消除应力的退火处理。传统的退火是将烟道整体放入退火炉中, 通过电加热的方式进行。如果烟道体积较大, 也可以在炉外通过贴加热片、配合石棉保温的方法进行处理。在炉内热处理时, 由于热电偶分布不均, 整个炉内的温度场分布不均, 结果造成仪器上显示的温度与工件的实际温度温差过大的现象, 而且升温、降温的速度不易控制, 这会给烟道退火带来很大的困难, 有时在退火过程中发生停电现象, 致使退火很难顺利进行。通过这种方式的退火, 烟道的实际应力并未完全消除, 而且应力也无法通过仪器来测量。

三、汽化烟道常见的漏水部位及处理对策

纵观汽化烟道经常出现漏水的现象, 一般下列两种情况。

1. 冷化烟道受热管 180°弯头处

(1) 在烟道的炉口段靠近转炉部位的 180°弯头处发

生漏水, 如图 2 所示。受热管的弯曲采用数控弯管机弯制, 要求椭圆度 $\leq 10\%$, 壁厚减薄率 $\leq 10\% \delta$ (δ 为受热管管壁的实际厚度)。在实际操作过程中, 有很多的受热管因壁厚减薄率超标, 导致使用厚度小于设计厚度。当使用一段时间后, 弯头部位出现裂纹而开裂漏水。

(2) 处理对策: 对弯曲后的每一根受热管逐根进行通球试验, 通球直径为 25mm, 对通球不合格的受热管一律不得用于生产。

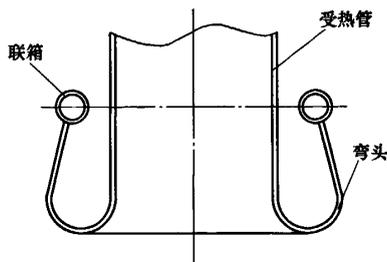


图 2 汽化烟道受热管 180°弯头处

2. 受热管氧枪口

(1) 在受热管的氧枪口部位发生漏水, 如图 3 所示。氧枪口是汽化烟道最薄弱的环节之一, 通过调查发现, 80% 的烟道经常在此漏水, 究其原因, 此部位受热管之间的隔板宽窄不一, 而且隔板与受热管之间为双面连续焊接, 焊缝刚性大, 应力难以释放, 且烟道长期处于高温状态下工作, 受热管与隔板各个部分的热胀冷缩程度不一致。较宽隔板的热胀冷缩程度比较窄隔板的热胀冷缩程度大, 导致较宽隔板处的受热管被撕裂。

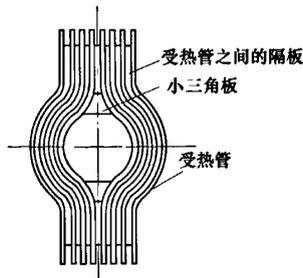


图 3 受热管氧枪口部位

(2) 处理对策: 在较宽的隔板处先打上几个止裂孔, 然后在止裂孔之间用线切割机制出一条细小的缝隙, 如图 4 所示, 让板条与受热管之间有一定的收缩空间。实践证明, 此方法可以有效地缓解受热管的撕裂。

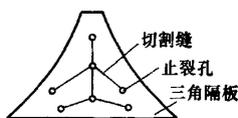


图4 隔板上开割缝及止裂孔

四、提高汽化烟道使用寿命的途径

1. 组装方面

(1) 受热管的组装 按照图样要求，计算每一根受热管的展开长度，用坡口机预制好坡口角度，进行地面拼接，然后整体装配（开孔部位可以后拼接），每一根受热管拼接前先用压缩空气将里面的脏物吹扫干净。

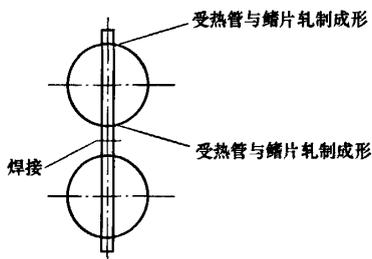


图5 隔板与受热管的连接

(2) 隔板的装配 ①如图5所示，受热管与鳍片之间通过轧制成形，没有焊缝，然后只需要将相邻的鳍片通过焊接的方法连接起来，即使某种原因使鳍片之间的焊缝开裂，也不会使受热管被撕裂而漏水，鳍片之间的焊缝仅仅起到密封和防止烟气的作用。这种方法的局限性是费用太高，仅鳍片管单价就在25 000元/t，而市场上汽化烟道的售价约为15 000元/t，用户很难接受。②受热管与隔板之间仍然采取焊接的形式，不同的是此方法需采取如图6所示的膜式壁的焊接成形设备。

每三根受热管之间夹两个隔板，事先放置在专用卡具上，管屏的上下各有4个焊枪（共8个头）同时进行焊接。在焊接过程中，焊枪始终不动并保持原位置，受热管和隔板随膜式壁设备的卡槽运动而向前移动以完成焊接过程。其优点：管屏两侧同时进行俯焊及仰焊，焊后变形小，焊缝质量好，焊道均匀；缺点：膜式壁设备昂贵，体积大；受热管与隔板焊接完毕后，沿圆周方向起弧困难。

2. 焊接方面

传统的受热管对接接头采取手工钨极氩弧焊，焊接过程中难免有风，氩气保护效果不太好，焊接质量不理想，而且在组装过程中易出现错边和间隙不均匀，给后



图6 膜式壁焊接设备焊接受热管与隔板面的焊接带来很大困难。通过我们考察同行单位后，建议采用管子对接焊机，这种设备只需要将管子坡口预制好后，将接头位置定好，送入自动对接焊机中，就可以完成受热管的对接接头。而且优点显著：①效率高，平均每2min焊完一个接头，大大减轻了工人的劳动强度。②质量好，通过RT射线探伤，合格率达100%，基本无返修现象。

3. 热处理方面

传统的热处理消应力存在很多弊端，建议采用振动法消除焊接应力。振动消除应力是利用受控振动能量对金属工件进行处理，达到消除均化工件残余应力的目的。该方法对消除、减少或均化金属工件内的残余应力，提高工件抗动载和抗变形能力，稳定工件尺寸精度具有非常良好的效果，其工作特点如下：

- (1) 降低工件残余应力，同时使应力分布均匀。
- (2) 明显提高工件的抗变形能力，与普通热处理相比，抗变形能力可以提高30%。
- (3) 劳动条件好，无污染，无需清理上面的氧化皮，可以保持工件表面光洁。
- (4) 操作时间明显缩短，传统热处理需要24~36h，而振动法消除应力只需0.5h，最长不超过1h。
- (5) 设备轻便，便于携带，自动化程度高，不受工件大小、重量和地点的限制。

五、结语

通过对汽化烟道的结构及漏水进行原因分析，我们制定了新的工艺，明显改进烟道的装配和焊接过程，大大提高了烟道的使用寿命。据笔者调查得知，目前烟道的使用寿命一般为2~3年，比原来延长了一倍，不但为甲方提高了经济效益，同时也提升了我厂的信誉度。但有的方法还需要我们大胆去尝试，另外在余热锅炉的制作过程中，每一位职工都要以主人翁的姿态，本着高度负责任的态度去对待，才能使产品的寿命提高。MW

(20090422)