

# 高线吐丝机吐丝锥裂纹修复工艺探究

彭正刚 黄开乐

(广西钢铁集团有限公司棒线厂 广西 防城港 538003)

**摘要:** 在高速线材生产线上,吐丝机是非常关键的设备,在吐丝机中吐丝锥是核心的部件之一。在日常运行中吐丝锥因为自身结构特点以及生产原因,容易出现裂纹。一旦裂纹不能修复,可能会对生产带来严重的影响。针对高线吐丝机吐丝锥薄壁、长范围、穿透性裂纹的特点,经不断探究,针对性地制定修复工艺,达到修复后吐丝锥裂纹完全消除、变形可控的效果。通过该研究,希望可以为相关人员提供帮助,为高线吐丝机吐丝锥裂纹的修复提供借鉴。

**关键词:** 吐丝锥; 裂纹; 焊接; 修复工艺

## 0 引言

吐丝机是高速线材生产线的关键设备,其中吐丝机上的吐丝锥是用于固定吐丝管和吐丝盘使线材成圈形的核心部件。吐丝锥在吐丝机上悬臂式布置,由于其高转速及悬臂的特点,其结构组织的细微变化(比如出现裂纹)都将直接影响到吐丝机整体运行的稳定性,棒线厂在点检中发现吐丝机吐丝锥本体有裂纹迹象,经着色探伤发现的确为一长 400mm 左右的穿透性裂纹,吐丝锥裂纹的存在将给吐丝机的安全稳定运行构成重大威胁。为最大程度的恢复其使用功能,如何修复吐丝锥上的裂纹成了需要探究的问题。

## 1 吐丝锥裂纹修复工艺探究与实施

### 1.1 吐丝锥裂纹修复的初次尝试

根据以往经验,采取激光熔覆法是修复该类重要零部件较为合理的方式,可以最大程度的保证被修复工件在焊接过程中变形最小。后采取激光熔覆对吐丝锥裂纹进行修复。经激光熔覆后从表面看原裂纹已消除,为确定其内部组织状况,进行探伤检测,发现在激光熔覆部位存在间断的长度不等的裂纹(见图 1),说明经激光熔覆修复后原裂纹没有得到完全消除。

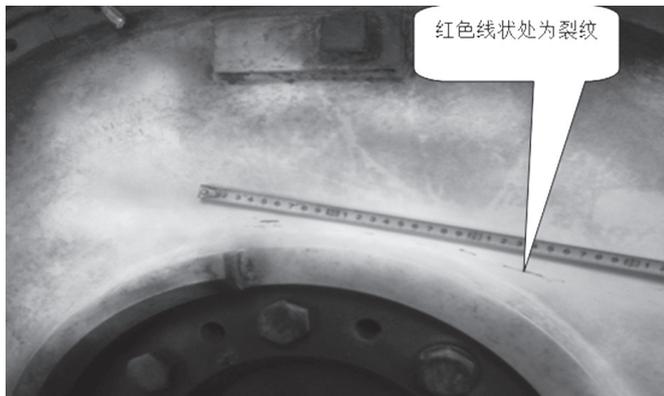


图 1 激光熔覆后的吐丝锥原裂纹处表面的探伤状况

### 1.2 吐丝锥裂纹修复工艺的改进

由于采取激光熔覆法并没有完全消除原裂纹,经查相关资料分析原因主要是激光熔覆材料和吐丝锥本体材料的不相容性所致,激光熔覆材料与碳钢、不锈钢等基材有较好的适应性,能获得氧化物含量低、气孔率小的熔覆层,但对

于含硫钢,由于硫的存在,在交界面处易形成低熔点的脆性物相,使得熔覆层易于剥落脆裂,而经后继对吐丝锥本体材质的检测发现,其中就含有硫的成分,鉴于上述原因,需对修复焊接材料和工艺进行相应改进。

#### 1.2.1 焊接材料的选取

由于激光熔覆材料的局限性,要对吐丝锥裂纹进行修复,首先要解决的问题是选择何种焊接材料来进行焊接。选择焊接材料需要知道吐丝锥的具体化学成分,利用光谱分析和化学分析相结合的方法得出吐丝锥的具体化学成分如表 1 所示。

表 1 吐丝锥的具体化学成分

	分析结果 (%)							
元素	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
含量	0.10	0.19	0.80	0.010	0.020	0.17	0.17	0.27

根据吐丝锥的化学成分,查阅相关资料,发现 J507RH 焊条的化学成分与吐丝锥本体材料的化学成分最为接近,同时 J507RH 焊条具有良好的焊接工艺,电弧稳定,脱渣容易,焊缝金属有优良的塑性、韧性和抗裂性能,经与焊接方面的相关专家多次沟通,确定选用 J507RH 焊条。

#### 1.2.2 焊前尺寸测量

焊接前将工件放置平台上,在吐丝锥圆周方向边缘上编号、取点,检测取点位置至平台平面的高度,同时测量焊接方位的直径尺寸,记录测量数据,用于对比焊接前后的变形状况。

#### 1.2.3 防变形措施

为防止焊接过程中吐丝锥变形扭曲,采用刚性固定法焊接,即将吐丝锥装入法兰型防变形定位框架工装内,上下及圆周方向夹紧固定。

#### 1.2.4 焊接工艺过程

针对吐丝锥薄壁、穿透性裂纹的特点,经查阅相关资料并与焊接方面的专家进行沟通,决定通过采取焊前工件表面和焊接坡口处理、焊前预热及焊接道间温度控制、焊接手法控制、应力消除等多方面的工艺控制方法进行焊接修复,以求达到焊后无裂纹、变形可控的目的。具体工艺过程如下:

(1) 先焊接面焊前准备

选择任意一面作为先焊接的一面，根据着色探伤的情况，采用砂轮打磨，将激光熔敷的焊道以及焊道附近产生裂纹的金属打磨掉，按照“U”坡口进行打磨，打磨深度约为板厚的2/3。打磨后进行着色探伤，保证“U”坡口的底部以及侧壁等全部打磨面无裂纹，否则继续磨深或磨宽。坡口两侧约20mm范围内磨去氧化铁皮，露出金属光泽。

(2) 先焊接面的焊接修复

焊前将坡口及其两侧各100mm范围内进行焊前预热，预热温度为50~70℃。打底焊采用φ3.2mm焊条，采用短弧小电流小摆动焊接，保持正常焊接速度，不宜大幅摆动焊接。采用φ3.2mm焊条焊接2层后，再采用φ4.0mm焊条进行焊接，采用短弧小摆动焊接，保持正常焊接电流和焊接速度。每道焊接的道间温度保持为50~70℃。每道焊道焊完后，使用小铁锤轻微锤击坡口两侧，以降低焊接应力。

(3) 后焊接面焊前准备

后焊接面根据着色探伤的情况，采用砂轮打磨，将激光熔敷的焊道以及焊道附近产生裂纹的金属打磨掉，按照“U”坡口进行打磨，首次打磨深度约为板厚的1/2。打磨后进行着色探伤，保证“U”坡口的底部以及侧壁等全部打磨面无焊接裂纹，否则继续磨深或磨宽。坡口两侧约20mm磨去氧化铁皮，露出金属光泽。

(4) 后焊接面的焊接修复

焊前将坡口及其两侧各100mm范围内进行焊前预热，预热温度为50~70℃。打底焊采用φ3.2mm焊条，采用短弧小摆动焊接，保持正常焊接电流和焊接速度，不宜大幅摆动焊接。采用φ3.2mm焊条焊接1层后，再采用φ4.0mm焊条进行焊接，采用短弧小摆动焊接，保持正常焊接电流和焊接速度。每道焊接的道间温度保持为50~70℃。每道焊道焊完后，使用小铁锤轻微锤击坡口两侧，以降低焊接应力。

(5) 退火工艺

焊后工件与框架整体退火，采用消应力低温退火，退火温度为150°，保温2.5h后，在炉中缓慢冷却至常温，时间约6h。

1.2.5 修复后的检验与测量

(1) 探伤检验

对焊接部位进行着色探伤检验，无裂纹，后又作超声波探伤后，焊缝及焊接周围已无裂纹及气孔等质量缺陷，达到Ⅱ级以上焊缝要求，检验合格。

(2) 尺寸测量

清除防变形工装，重新测量数据，与焊接前检测数据对比，对形变位置进行矫正后再次测量，得到表2数据。

表2 焊接前后检测数据对比

测点序号	高度方向			直径方向	
	焊接前检测	焊接后检测	矫正后检测	修复前检测	修复后检测
1	120.3	120.1	120.2	φ 1025-0.1	φ 1025-0.13
2	130.2	131.1	130.4	φ 1025-0.14	φ 1025-0.10
3	138.8	141.54	138.9	φ 1025-0.08	φ 1025-0.11
4	145.5	147.3	146	φ 1025-0.1	φ 1025-0.15
5	152	154.18	152.5	φ 1025-0.15	φ 1025-0.10
6	163.1	165.3	163.2	φ 1025-0.07	φ 1025-0.11

φ 1025-0.11 从以上数据可以看出，吐丝锥的尺寸在焊接前后相比无大的变化，吐丝锥无明显变形。

2 效益分析

(1) 一件吐丝锥备件价格进口的需190万元，按上述修复工艺修复费用只需约2万元，相比购买新备件节省了将近188万元的费用；

(2) 由于订购新吐丝锥备件周期要两年左右，这期间生产将面临无吐丝锥备件的窘境，而改进修复工艺仅用了3个月的时间完成了吐丝锥的修复，吐丝锥裂纹的较快修复为生产的正常进行提供了保障，解决了关键备件因到货周期超长导致备件衔接不上的问题，间接效益明显；

(3) 吐丝锥裂纹经改进修复工艺修复后裂纹得到完全消除且变形可控，此次修复过程为以后类似大型关键部件的修复提供了借鉴经验。

3 结语

从吐丝锥裂纹的修复结果可以发现，采取电弧焊并运用合适的焊接材料和恰当的修复工艺可以完全消除吐丝锥的裂纹，说明焊接工艺及焊接材料的正确选择对修复结果起着决定性的影响。通过修复工艺的改进，吐丝锥裂纹的修复获得了较好的效果，产生了非常可观的效益。

参考文献：

[1] 董世运. 激光熔覆材料研究现状[J]. 材料导报, 2006,(6):5-9.  
 [2] 张勇. 重油催生再生器裂纹的挖补焊接修复[J]. 石油机械, 1999,(3):25-27.