

硫磷含量偏高的不锈钢管头焊接 裂纹的分析及解决

林德工程（大连）有限公司 （辽宁 116113） 单 勇 隋 力

1. 概述

奥氏体不锈钢由于具有耐低温、耐腐蚀以及优良的焊接性能，被广泛应用于换热器的制造，其焊接技术已经相当成熟，合理选择焊材并严格执行焊接工艺，不难得到满足要求的焊缝，但在实际生产中难免会碰到一些意外情况。

我厂为某公司批量生产的U形管换热器，换热管材质为0Cr17Ni12Mo2，规格为 $\phi 19\text{mm} \times 2\text{mm}$ ，管板材质为00Cr17Ni14Mo2，管子管板接头焊材我们选择H03Cr19Ni12Mo2Si，为提高生产效率，焊接方法采用自动旋转氩弧焊，焊接设备为法国SAF焊机，按GB151附录B评定合格，焊接参数如表1所示。

表1 氩弧焊焊接参数

焊接方法	焊层	焊材牌号	焊丝直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min ⁻¹	热输入/kJ·cm ⁻¹
GTAW-au	1	H03Cr19Ni12Mo2Si	0.8	80~120	11~13	8~10	11.7
GTAW-au	2	H03Cr19Ni12Mo2Si	0.8	90~140	11~13	8~10	13.6

我们按以上经评定合格的焊接工艺施焊完毕，接头经PT检测后发现，焊缝表面无裂纹，而在换热管内壁出现裂纹。

得实测值与标准值对比如表2所示。

表2 换热管化学成分分析实测值与标准值对比
(质量分数) (%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
标准值	≤ 0.08	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	10.00 ~ 14.00	16.00 ~ 18.50	2.00 ~ 3.00
实测值	0.06	0.95	1.54	0.032	0.03	12.15	18.00	2.15

2. 试验分析裂纹产生原因

由于该裂纹位于换热管内壁母材，焊材进厂时经过复验合格，怀疑与母材有关，为进一步观察该裂纹特征及分析其产生原因，我们从该接头截取两个试样，一个试样做接头金相检验，另一个试样做换热管母材化学成分分析。

(1) 金相检验 金相微观试样高倍显微镜图片如图1、图2所示。

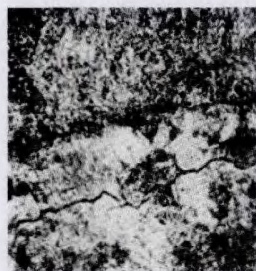


图1 200×

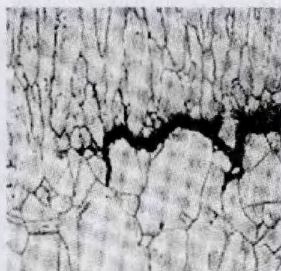


图2 500×

(2) 母材化学成分 对换热管化学成分分析所

(3) 试验结果分析 由图1可以看出，母材靠近熔合线的热影响区存在若干裂纹，从图2可以看出，裂纹具有晶界开裂特征，由此，我们初步确定该裂纹为热裂纹中的高温液化裂纹。由表2我们可以看出，该换热管的S、P含量虽在标准规定范围内，但其含量接近或达到标准规定上限值，这为低熔共晶（FeS，Fe₃P）的产生提供了条件。由金属学原理我们知道，这些低熔共晶较容易在晶界处偏析聚集，在焊接过程中，近缝区的金属同样加热到稍低于熔点的很高温度，当熔合线附近的母材达到988℃以上时，FeS等低熔共晶就会熔化成为液态，此时晶界处抵抗裂纹的能力大大降低。由于奥氏体不锈钢具有较大的热胀系数，焊缝在随后的冷

提高管件火焰切割精度

唐山开元自动焊接设备有限公司 (河北 063020) 曹东生

管件火焰精度是指被切割完的工件几何尺寸与其图样尺寸对比的误差关系。随着人力成本的提高,管道自动化焊接装备大量应用,对管件的精度要求提高。因此作为焊接的前道工序切割,必须提高管件精度,适应焊接装备的要求。

火焰切割是利用气体火焰将钢材表层加热到燃点,然后送进高纯度、高流速的切割氧,使铁在氧氛围中燃烧生成氧化铁熔渣,同时高压切割氧的动能把熔渣吹除,火焰热能和铁在氧氛围中燃烧热能继续加热周边,使铁在前进方向继续燃烧,从而形成切口将原料割开。切割过程中的诸多因素影响切割精度。

1. 割口宽度

由于铁的燃烧形成了割口,所以割口在割炬两侧平均分布,必须在管件长度方向去除割口宽度。

(1) 割口宽度随着割嘴号的增大而增宽,附表给出了某厂家割口宽度。

却过程中会产生较大的内应力,该内应力促使裂纹沿晶界开裂,最终扩展到母材表面。

3. 解决措施

虽然换热管因 S、P 含量偏高导致裂纹产生,但从成本及工期方面考虑,不能将其报废,只能从工艺方面采取措施,避免裂纹产生。针对以上分析可知,避免产生高温液化裂纹最有效的措施就是降低焊接热输入,减少近缝区金属最高金属温度及其高温停留时间,而半自动旋转氩弧焊较手工钨极氩弧焊而言,势必需要较大的热输入才能维持其电弧稳定和焊缝成形美观。

综上所述,我们采用手工钨极氩弧焊代替自动旋转氩弧焊,焊材不变,按 GB151 附录 B 评定合格,焊接参数如表 3 所示。

由表 3 可看出,手工钨极氩弧焊最高热输入为 8.4 kJ/cm,比自动旋转氩弧焊的最高热输入 13.6 kJ/cm

某厂家割嘴号与割口宽度的关系

割嘴号码	适应厚度/mm	切割速度/mm·min ⁻¹	割口宽度/mm
1	5~10	500~700	2
2	10~20	380~600	2.4
3	20~30	330~500	2.8
4	30~40	300~420	3.4
5	40~60	200~320	4
6	60~100	140~260	5
7	100~150	130~180	6

注:切割氧压力 0.7MPa,纯度 ≥ 99.5%;乙炔压力 0.3MPa;切预热氧压力 0.7MPa,纯度 ≥ 99.5%。

(2) 割口宽度随着切割角度变化。随着坡口角度的变化,割口宽度将对长度的影响会增大,如下公式: $L' = \frac{\Delta L}{\cos \alpha}$ (L' 工件长度影响, ΔL 为割口宽度, α 为坡口角度)。

(3) 当切割气体配比发生变化或速度发生变化

表 3 手工钨极氩弧焊焊接参数

焊接方法	焊层	焊材牌号	焊材直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min ⁻¹	热输入/kJ·cm ⁻¹
GTAW	1	H03Cr19Ni12Mo2Si	1.2	55~60	12~14	6~10	8.4
GTAW	2	H03Cr19Ni12Mo2Si	1.2	55~60	12~14	6~10	8.4

有显著降低。按上述评定编制工艺施焊后,接头经宏观及 PT 检测后无裂纹产生。

4. 结语

热输入对不锈钢焊接质量的影响很大,对 S、P 含量偏高的不锈钢影响更大,对此类质量问题通过试验分析确定裂纹产生的原因,采取有针对性的工艺措施,同时平衡效率与工期和成本之间的关系,可有效解决此类焊接质量问题。MW (20120523)