中厚板焊接缺陷产生原因及返修方案

周萌

【摘要】在空心轴内筒的焊接制作过程中，圆环板与锻环的焊接出现未熔合缺陷。通过对现场施焊环境及施工工艺各方面进行分析，确定缺陷产生原因，并采取控制措施，解决了问题，保证了产品质量。

关键词：中厚板；焊接；缺陷

1. 概述

我公司一项目的空心轴内筒，其圆环板与锻环材质分别为SA-516 Gr.70N和SA-266 Gr.1，圆环板厚度为120mm，锻环厚度为127mm，化学成分和力学性能如表1、表2所示。为保证施工效率和焊接质量，选用埋弧焊焊接，焊接完成后经UT检查，发现焊缝有未熔合缺陷，缺陷深度为52~65mm，长度在250mm范围内，缺陷到端盖外沿315~325mm。具体位置如图1所示。

2. 现场情况

（1）焊接工艺　母材的化学成分和力学性能如表1、表2所示。

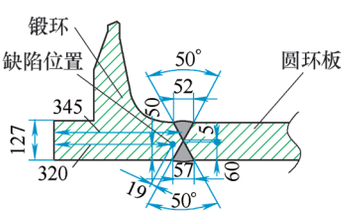


图　1

根据母材的化学成分和力学性能，按照ASME IX标准，焊丝和焊剂选择大西洋和洛阳牡丹F5A2-H10Mn2/SJ101，并在业主代表和第三方见证下，严格按照ASME IX进行了焊接工艺评定，达到了标准规定的各项指标，符合使用条件，具体焊接参数如表3所示。

表1　母材的化学成分（质量分数）　（%）

材质	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Mo	V
SA-516 Gr.70N	0.19	0.28	1.24	0.002	0.011	0.04	0.01	0.01	0.003	0.003
SA-266 Gr.1	0.16	0.28	0.88	0.005	0.010	0.04	0.05	0.03	0.02	0.002

表8　试件力学性能

焊接方法	试样编号	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	冲击吸收能量/J（20℃）
埋弧焊	A13-1	450	520	—
	A13-2	476	600	—
	A104	—	—	62
	A10-5	—	—	68
	A10-7	—	—	70
	A10-8	—	—	80

用埋弧焊接方法，采用TH550-NQ-Ⅲ焊丝配合SJ101焊剂，适当焊接设备和焊接参数能够满足Q355NHB耐侯钢要求，具有一定的推广应用和借鉴作用。

参考文献：

[1] 陈祝年.焊接工程师手册[M].北京：机械工业出版社，2002.

作者简介：宋统战，河南天丰钢结构有限公司。

MW 20160923

表2 母材的力学性能

材质	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率（%）	断面收缩（%）	冲击吸收能量/J（0℃）	硬度HBW
SA-516 Gr.70N	555	359	30	65	249,252,239	163,152,155
SA-266 Gr.1	480	290	31	73	94,143,132	154,157,160

表3 焊接参数

焊层	焊接方法	填充金属		极性	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min^{-1}	最大热输入/kJ·cm^{-1}
		牌号	直径/mm					
打底焊	SAW	H10Mn2/SJ101	4.0	直流反接	500~550	30~34	50~55	19.80
填充层	SAW	H10Mn2/SJ101	4.0	直流反接	550~600	30~36	50~60	25.92
盖面层	SAW	H10Mn2/SJ101	4.0	直流反接	550~600	30~36	50~60	25.92

（2）现场施焊情况 施焊环境：气温在20℃左右，相对湿度<40%，符合焊接要求。焊剂：使用前烘焙350℃，保温时间1.5~2h，保温150℃，符合产品烘干要求。

3. 缺陷产生原因分析

缺陷产生原因：通过1:1画图，UT缺陷位置的定位，确定母材缺陷位置在母材上。未熔合产生的主要原因是：焊件坡口表面污物未清除干净；焊接速度过大，焊丝倾斜角不正确。

4. 返修方案

为确保产品返修质量，对焊接、探伤、检测要求如下：

(1)缺陷的确定 采用UT检测，确定缺陷的具体位置，深度、宽度、长度，并标出缺陷到端盖外沿的距离，然后将端盖翻转，在内部进一步UT检测，并同外侧一样标记。

(2)清理 在端盖的内测，用碳弧气刨去除缺陷（见图2），并根据UT检测缺陷的具体位置，深度、宽度、长度、缺陷到端盖外沿的距离，判断缺陷是否去除，并保证返修坡口根部宽度50mm，深度75mm，缺陷到端盖外沿290~340mm，以保证缺陷彻底去除。并做PT检查，进一步确认，确认后清理干净。

(3)工件预热 将焊缝返修区域用加热垫加热，包括上下两个面，并用石棉保温，保温区域包括端盖外圆侧。预热温度≥100℃。

(4)焊接 按相应的WPS焊接，采用多层多道焊，每层必须清理干净，发现焊接缺陷及时清除，返修焊工要求有相应的焊接资质，并经验丰富。焊接速度不宜过大，焊丝可前倾适当角度，焊接顺序如图3所示。当焊接完成30mm厚度后，停止焊接。

(5)消氢处理 焊接完成30mm厚度后，进行中途消氢处理，温度300~320℃，保温2h后缓冷。

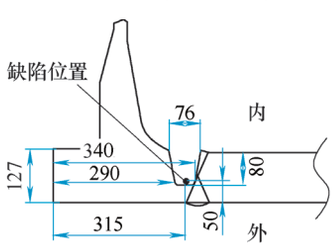
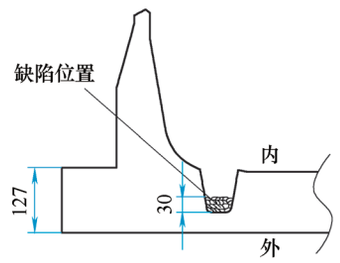
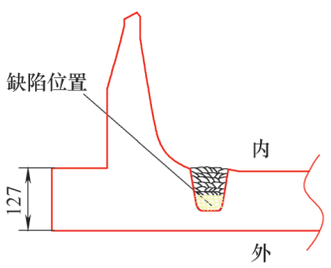


图2 碳弧气刨位置



(a)



(b)

图 3

(6)检测 工件冷却后，将工件翻转，在返修区域外侧UT检查，确定焊接是否存在缺陷，确定没有问题后，重新加热（同第一次），再次焊接，完成所有焊接。

(7)消氢处理 焊接完成后进行消氢处理，温度300~320℃，保温3h后缓冷。

(8)检测 进行UT检查，I级合格。

5. 结语

在随后的施工过程中，严格按照以上措施执行，未再发现类似缺陷，证明了分析结果的正确性和措施的可行性。采用该返修工艺，不仅焊缝的外观质量完全满足用户的技术要求，而且也为今后焊接厚大板材及锻件积累了一定的经验。

作者简介：周萌，上海齐达重型装备有限公司。

MW 20160923