

国产镍基焊带单层堆焊技术研究

安天佑 马小兵 王晏 秦文海 苏永胜 马浩军
(新疆兰石重装能源工程有限公司, 哈密 839000)

摘 要: 废润滑油加氢再生装置热高分罐的制造过程中, 壳体内壁堆焊镍基合金 Inconel 625, 本文主要采用国产焊材 H625 (50×0.4) + SJ82B 单层堆焊。此单层 625 堆焊技术保证产品质量的同时大大提高了生产效率。

关键词: 热高分罐; 内壁堆焊; 镍基合金; 生产效率

Study on monolayer surfacing technology of domestic Inconel 625 welding wire

An Tianyou, Ma Xiaobing, Wang Yan, Qin Wenhai, Su Yongsheng, Ma Haojun
(XinjiangLanshiReinstallationEnergyEngineeringCo.,Ltd.,Hami 839000)

Abstract: In the manufacturing process of the high-temperature tank of the waste lubricating oil hydrogenation and regeneration unit, nickel-based alloy Inconel 625 is surfaced on the inner wall of the shell. In this paper, domestic welding materials H625 (50×0.4) + SJ82B are mainly used for monolayer surfacing. This monolayer Inconel 625 surfacing technology not only ensures product quality but also greatly improves production efficiency.

Key words: High-temperature tank; Inner wall surfacing; Nickel-based alloy; Production efficiency

0 前言

废润滑油加氢再生装置热高分罐的制造过程中, 为满足设备运行条件以及内部介质的苛刻条件, 设备内壁堆焊材料, 采用传统的普通奥氏体不锈钢 E347 已经不能满足现场工况的需求, 主要表现在耐腐蚀性能和产品制造周期上^[1]。为提高设备内壁材料耐腐蚀性能以及产品制造周期, 研发了新型国产焊材 H625 单层堆焊技术。镍基合金液态熔覆金属流动性较差, 熔深浅、焊接时易出现气孔, 特别是镍基单层堆焊难度更大, 主要表现在

稀释率、脱渣性的控制等方面^[2]。

1 实验材料及方法

设备基层材料为 12Cr2Mo1R, 供货状态为正火+回火、规格为 600×250×26(mm), 堆焊前进行堆焊面除油、去污打磨处理^[3], 避免表面杂质影响堆焊质量, 堆焊前预热 150℃^[4], 焊材为: 焊带 H625 (规格 50×0.4)+SJ82B(焊剂)。堆焊焊带和焊剂的化学成分分别见表 1、表 2。在大量试验的基础上, 确定的焊接规范参数如下表 3 所示, 具体实验过程详见下图 1。

表 1 H625 焊带化学成分%

元素	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Fe	Nb+Ta	Mo	Cu	Ti	Al
含量	0.015	0.11	0.03	0.001	0.002	22.65	63.72	0.30	3.57	8.75	0.04	0.22	0.24

表 2 SJ82B 焊剂化学成分%

元素	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +TiO ₂	MnO+CaO+MgO	CaF ₂	S	P	其他	机械夹杂物
含量	30	15	50	0.012	0.018	4	0.12

表 3 H625+SJ82B 焊带-焊剂组合焊接规范参数

层数	焊材	规格 mm	电流 A	电压 V	速度 m/h	电源极性	层间温度
1	H625+SJ82B	50×0.4	720-780	24-28	9-13	DCEP	150-250

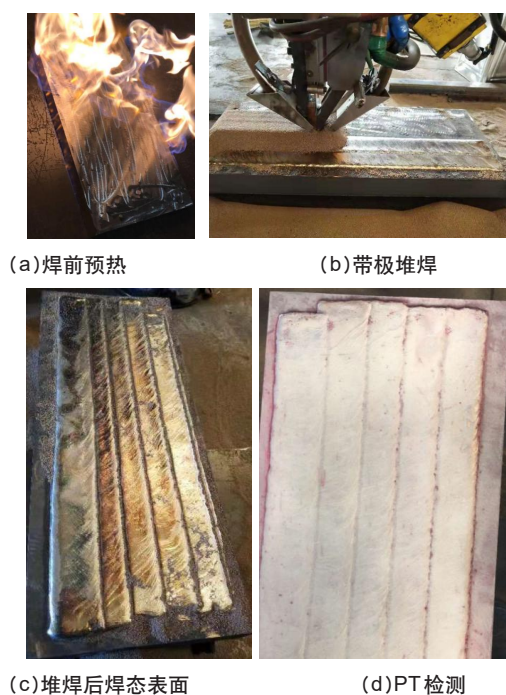


图1 堆焊实验过程

2 实验结果与讨论

试件堆焊完毕后进行表面PT100%、结合面100%检测,1级合格;超声波测厚结果显示,堆焊层厚度为:5.5、4.8、5.1、5.2、4.9、5.0(平均值5.1),满足产品技术要求;模拟产品焊后热处理后,进行了各项性能检测。

2.1 堆焊层化学成分

堆焊试件每块应在2处取样,化学分析按GB/T223进行。

2.1.1 取样步骤为:先从表面刨去1mm。然后在距表面1.5-2.0mm范围内取样。

2.1.2 分析结果应满足下列要求(Wt %):C≤0.05%;Si≤0.75%;Mn≤1.0%;Cr=20.0%-23.0%;Ni≥55.0%;Cu≤0.50%;Mo=8.0%-10.0%;Fe≤5.0%;P≤0.03%;S≤0.02%;(Nb+Ta)=3.15%-4.15%。

具体堆焊层的化学成分见表4

表4 堆焊层化学成分%

元素	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Fe	Nb+Ta	Mo	Cu	N
含量	0.021	0.53	0.15	0.004	0.005	20.48	61.14	4.72	3.204	8.92	0.03	0.004

2.2 力学性能试验

弯曲试验取大小侧弯试样见图2、表5。



图2 大小侧弯弯曲试验

表5 弯曲试验

检测项目	弯曲直径	弯曲角度	厚度	试验结果
侧弯垂直于焊缝	d=4α	α=180°	α=10	两件合格
侧弯平行于焊缝	d=4α	α=180°	α=10	两件合格
侧弯垂直于焊缝	d=4α	α=180°	α=3	两件合格
侧弯平行于焊缝	d=4α	α=180°	α=3	两件合格

由上表可知,大小侧弯均合格,表明熔敷金属和母材熔合良好、具有较好的塑韧性^[5]。

2.3 硬度检测

测量表面硬度,每块试件焊接层表面允许取4点(具体对应数值见表6)。对断面进行微硬度(HV)测量,取点位置如下图1,测量不应大于248HV10。堆焊层的厚度平均为5.1mm,可以看

出试验后的数据满足要求。

表6 硬度检测

堆焊技术	部位	硬度(HV10)
H625+ SJ82B	堆焊层	244
	堆焊层	240
	基层	175
	基层	173

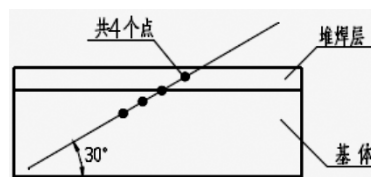


图1 硬度测量点



图3 宏观及硬度试样

2.4 腐蚀试验

2.4.1 氯化物应力腐蚀试验

氯化物应力腐蚀试验按YB/T5362进行,共2

件。试样尺寸为 2mm×3mm×30mm,加载应力为 210MPa,暂定经 2 个周期后,用 10 倍放大镜检查无裂纹为合格,每个周期为 96h^[6]。第一个周期完成后观察试样,若无裂纹才可进行第 2 个周期的试验,试验结果见图 4、表 7。

表 7 氯化物应力腐蚀试验

试验应力 σ (MPa)	第一周期后应力 腐蚀结果(96h后)	第二周期后应力腐蚀 结果(96h+96h后)
1 210	未见裂纹	未见裂纹
2 210	未见裂纹	未见裂纹

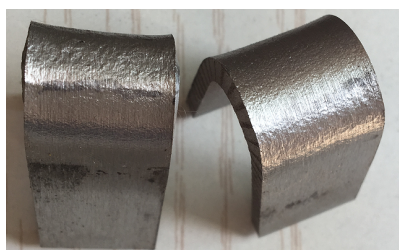


图 4 应力腐蚀试样

表 8 硝酸腐蚀试验

试样 原重 (g)	第一周期 重量 (g)	腐蚀率 (mm/ month)	第二周期 重量(g)	腐蚀率 (mm/ month)	第三周期 重量(g)	腐蚀率 (mm/ month)	第四周期 重量(g)	腐蚀率 (mm/ month)	第五周期 重量(g)	腐蚀率 (mm/ month)	平均腐蚀率 (mm/ month)
13.8419	13.7890	0.066	13.7473	0.052	13.7008	0.058	13.6423	0.073	13.5830	0.074	0.0646
13.9157	13.8636	0.065	13.8075	0.070	13.7506	0.071	13.6937	0.071	13.6408	0.066	0.0686

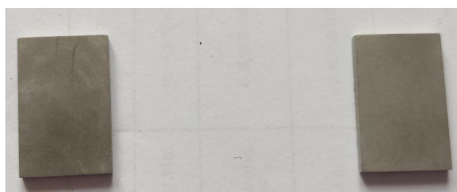


图 5 HUEY 法腐蚀试样



图 6 单层 625 带极堆焊技术应用

4 结论

4.1 国产焊材焊带 H625(规格 50×0.4)+SJ82B(焊剂)组合单层堆焊工艺性良好,可用以生产。

4.2 堆焊层化学成分、力学性能优良、耐腐蚀性能良好表明所选焊接材料、堆焊工艺参数合理。

2.4.2 HUEY法腐蚀试验

按照 ASTM A262、C 法(HUEY 法)进行测试,合格指标为 5 个周期的平均腐蚀速率为 3mils (0.075)mm/月。试验结果见图 5、表 8。

上述腐蚀试验结果均满足堆焊技术条件要求,表明所选焊接材料、堆焊工艺参数合理。

3 实际应用

某项目废润滑油加氢再生装置热高分罐(见图 6)成功应用国产焊材焊带 H625(规格 50×0.4)+SJ82B(焊剂)组合单层带极堆焊技术。

结果表明单层带极堆焊外观成型美观,金属光泽好,脱渣性好,无气孔、咬边等焊接缺陷的产生^[7]。并经过超声波测厚发现,厚度均匀,平均厚度为 4.5mm,满足设计条件标准要求(有效厚度不小于 3mm),经检测堆焊表面不平度满足要求即≤1mm。

此设备已成功运行且运行状况良好。

4.3 镍基单层堆焊能够提高生产效率、降低制造成本、保证堆焊质量。

参考文献

- [1] 李鹏飞.热高压分离器单层堆焊技术研究[J].中国化工装备,2018,20(01):14-21.
- [2] 任金锁.压力容器单层电渣堆焊材料性能研究及应用[J].中国化工装备,2020,22(02):14-19.
- [3] 李双燕.核电设备中的镍基合金带极电渣堆焊[J].压力容器,2011,28(03):33-37.
- [4] 刘阳,刘爱国.Q235 钢表面 CMT 堆焊 310 不锈钢的组织与性能[J].焊接,2017(1):64-67.
- [5] 欧阳志英,朱威,任颀.堆焊层数对热丝脉冲 TIG 堆焊 Inconel 625 的腐蚀性能研究[J].材料保护,2022,55(05):57-62.DOI:10.16577/j.issn.1001-1560.2022.0125.
- [6] 冯琳杰,刘福广,张巍等.15CrMo 单层堆焊时后续焊道对前期焊道的回火作用研究[J].热加工工艺,2021,50(17): 122-125+131. DOI: 10.14158/j. cnki. 1001-3814.20193006.
- [7] NB/T 47015-2011,压力容器焊接规程[S].