

S22053双相不锈钢的GTAW焊接工艺

罗时亮 何阳阳 吴新伟
(德阳东汽电站机械制造有限公司, 绵竹 618200)

摘 要: 通过对14mm厚S22053同种钢及S22053与Q345R异种钢钢板, 选取不同的焊接材料, 采用相同焊接方法 (GTAW)、焊接坡口、焊接道次进行焊接后, 进行拉伸、弯曲及冲击试验。试验表明, 文中所述焊接工艺具有工程参考和应用价值。
关键词: 双相不锈钢; 同种钢; 异种钢; GTAW焊接工艺

GTAW Welding Process of Duplex Stainless Steel S22053

Luo Shiliang, He Yangyang, Wu Xinwei
(Deyang Dongqi Power Station Equipment Co., Ltd., Mianzhu 618200)

Abstract: By selecting different welding materials for 14mm thick same steel plates S22053 and dissimilar steel plates S22053 with Q345R, and using the same welding method (GTAW), welding groove, and welding pass, tensile, bending, and impact tests were conducted. The result shows that the welding process described in the article has engineering reference and application value.
Keywords: duplex stainless steel; same steel; dissimilar steel; GTAW welding process

0 前言

铁素体-奥氏体双相不锈钢具有高强度、良好的塑韧性和耐腐蚀性能, 在使得其在石油天然气、 化学工程及海洋工程方面得到广泛应用^{[1][2]}。焊接在双相不锈钢钢板制造工艺中不可或缺, 焊接接头的机械性能作为焊接质量的一部分, 也是焊接工艺关注的重点。GTAW作为常用的焊接方法, 在双相不锈钢的焊接中也占有一席之地。
本文通过研究铁素体-奥氏体双相不锈钢S22053同种钢钢板及异种钢钢板采用GTAW焊接

方法焊接后的接头力学性能为此种材料的焊接提供了参考。

1 试验材料及方法

试验母材采用符合GB/T 24511—2017标准的S22053和符合GB/T 713—2014标准的Q345R钢板, 厚度均为14mm, 两种母材的化学成分及机械性能如表1所示。S22053同种钢焊接和S22053与Q345R异种钢的焊接均采用GTAW焊接方法, 焊材分别为φ2.5的ER2209和ER309L氩弧焊丝, 焊材的性能符合AWS A5.9的要求, 两种焊材的化学成分及熔敷金属机械性能如表2所示。

表1 母材化学成分及机械性能

材料牌号	化学成分, %											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Ti	N	Nb
Q345R	0.15	0.23	1.45	0.016	0.005	0.060	0.018	0.004	0.001	0.019	/	0.001
S22053	0.019	0.45	1.24	0.024	0.001	22.5	5.13	3.06	/	/	0.17	/

表1 母材化学成分及机械性能 (续)

材料牌号	化学成分, %		机械性能						
	Cu	ALT	RP0.2, MPa	ReH, MPa	Rm, MPa	A, %	0℃冲击值, J	弯曲180°	D=2a
Q345R	0.022	0.036	/	395	552	23	79.9/83/81.5	合格	
S22053	/	/	550	/	755	35	/	/	

表2 焊材化学成分及熔覆金属机械性能

材料牌号	化学成分，%									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	N
ER309L	0.018	0.50	2.15	0.017	0.0060	23.53	13.55	0.038	0.028	/
ER2209	0.025	0.52	1.62	0.014	0.006	22.18	8.38	0.15	2.62	0.169

表2 焊材化学成分及熔覆金属机械性能（续）

材料牌号	熔覆金属机械性能，%		
	Rm, MPa	A, %	纵向弯曲， D=4a, 180°
Q345R	602	34	/
S22053	750	37.5	合格

2 焊接过程控制

2.1 焊接坡口形式

焊接坡口均采用机加工，两种试板的焊接坡口均如图1所示。

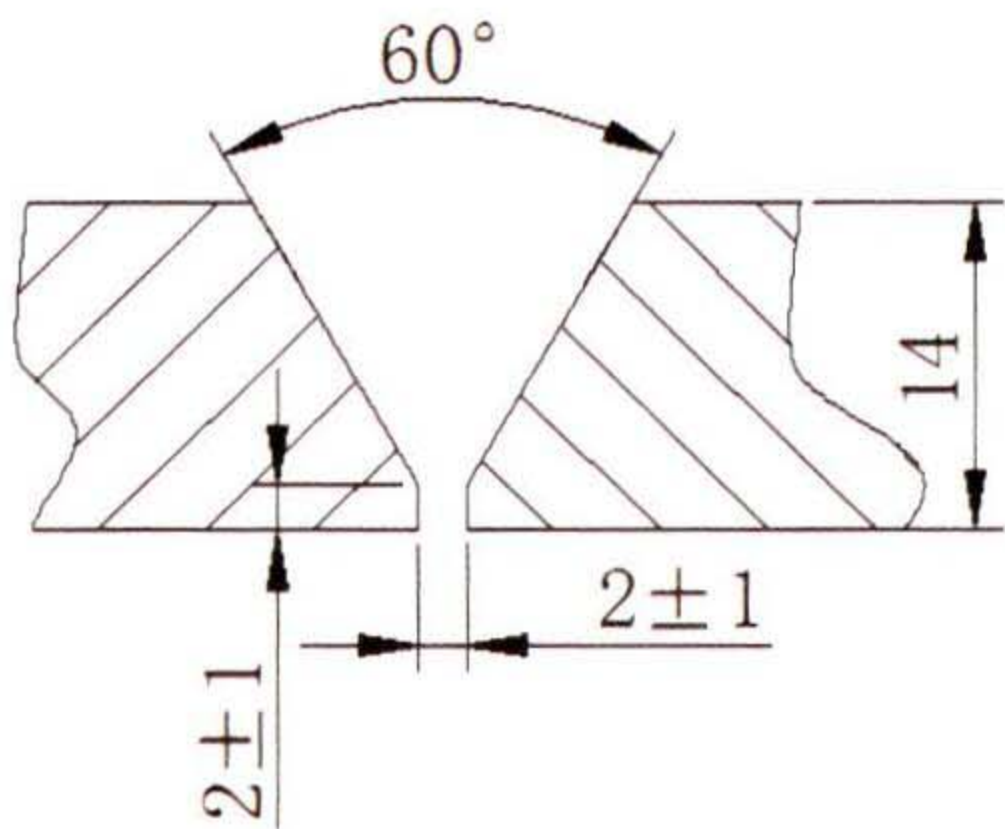


图1 焊接坡口详图

2.2 焊前预热及焊接道温控制

两种焊接试板，焊接前均不进行预热，S22053同种钢的焊接道控制在不超过90℃，S22053与Q345R异种钢的焊接道间温度控制在不超过130℃。

2.3 焊接过程

S22053同种钢及异种钢采用GTAW焊接时，焊缝的正反面均使用纯度为99.99%Ar进行保护，氩气流量均控制在12L/min，焊接电流均采用直流正接。焊接清根方式采用机械打磨，两种试板的焊接参数分别如表3和表4所示，焊接道次如图2所示。

表3 S22053同种钢焊接工艺参数

层/道	焊材	电流 A	电压 V	焊接速度 cm/min	线能量 kJ/cm
1/1	ER2209/ φ 2.5	110-130	10-12	11-14	≤8.5
2-8/1-2	ER2209/ φ 2.5	130-150	11-13	8-12	≤14.6
9/1-3	ER2209/ φ 2.5	130-150	11-13	11-14	≤10.6

表4 S22053+Q345R异种钢焊接工艺参数

层/道	焊材	电流 A	电压 V	焊接速度 cm/min	线能量 kJ/cm
1/1	ER309L/ φ 2.5mm	120-140	10-14	9-12	≤13.1
2-8/1-2	ER309L/ φ 2.5mm	130-170	12-16	9-14	≤18.1
9/1-3	ER309L/ φ 2.5mm	130-150	12-14	9-12	≤12

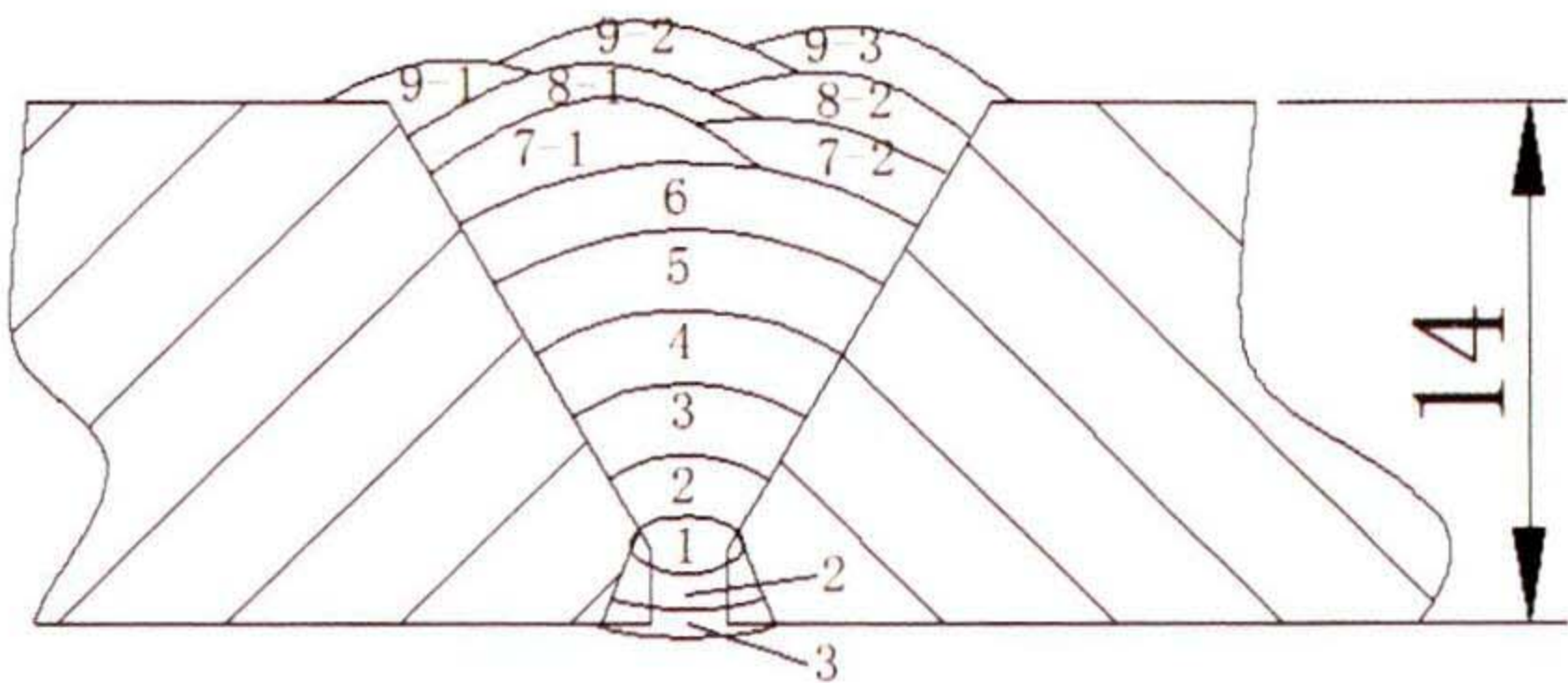


图2 焊接道次图

2.4 后热及焊后热处理

焊后未进行后热及焊后热处理。

3 试验及结果分析

上述两种焊接试板在焊后按ASME BPVC V卷第2章进行了100%的RT检验，按ASME BPVC IX卷QW-191.1.2进行验收，均符合要求。RT探伤合格后，按照ASME BPVC IX卷的要求对上述两种焊接试板进行了拉伸、弯曲及冲击试验，试验结果如表5-7所示。

表5 室温拉伸试验结果

试板母材	抗拉强度 /MPa	断裂 部位	断裂 方式
S22053	848/847	母材	塑性
S22053+Q345R	638/649	Q345R侧母材	塑性

表6 室温弯曲试验结果（弯心 φ 40mm，弯角180°）

试板母材	试样类型/mm	试样数量/件	结果
S22053	横向面弯及背弯	4	无裂纹
S22053+Q345R	纵向面弯及背弯	4	无裂纹

从表5和表6可以看出，两种焊接接头强度和弯曲性能均能满足ASME BPVC IX卷的要求，且这两种焊接接头的焊缝强度均高于母材。冲击试验的合格指标需要根据应用场合及设计要求确定。从表7可以看出，在文中所述焊接工艺及冲

表7 冲击试验结果

试板母材	试验温度/℃	试样尺寸/mm	缺口位置	冲击吸收功KV8/J
S22053	-40	10×10×55	焊缝	130/134/131
S22053	-40	10×10×55	热影响区	82/74/76
S22053+Q345R	0	10×10×55	焊缝	156/150/174
S22053+Q345R	0	10×10×55	Q345R侧热影响区	146/192/178
S22053+Q345R	0	10×10×55	S22053侧热影响区	142/158/140

击试验温度下，S22053同种钢焊接接头的焊缝冲击吸收功高于热影响区，而S22053异种钢焊接接头的焊缝冲击吸收功与热影响区比较接近。

4 结论

14mm厚的S22053同种钢焊接可采用GTAW焊接方法，焊材选用φ2.5mm的ER2209氩弧焊丝，保护气体选择99.99%Ar，气体流量可控制在12L/min，焊接电流、电压、速度以及焊接道次可参考表3及图2。

14mm厚的S22053与Q345R异种行焊接可采

用GTAW焊接方法，焊材选用φ2.5mm的ER309L氩弧焊丝，保护气体选择99.99%Ar，气体流量可控制在12L/min，焊接电流、电压、速度以及焊接道次可参考表4及图2。

参考文献

[1] 王昆.双相不锈钢S22053管道的焊接工艺[J].焊接技术,2015,44(8):40-43.

[2] 张志强,荆洪阳,徐连勇等.铁素体/奥氏体双相不锈钢焊接接头组织和性能的研究进展[J].材料热处理学报,2020,41(5):13-27.

(上接第50页)

参考文献

[1] PASTOOR K J, KEMP R S, JENSEN M P, et al. Progress in Uranium Chemistry: Driving Advances in Front-End Nuclear Fuel Cycle Forensics[J]. Inorganic Chemistry, 2021, 60(12): 8347-8367.

[2] 范育茂,覃锐,高起发. UF6泄漏事故分析[J]. 核安全, 2012(2): 43-45.

[3] 游国强,张文宇,赵怀璞,等.基于视频技术的UF6探测模拟系统初步研究[J].中国新技术新产品,2015,(24):1-2.

[4] OZCAN M, ALLAHBEICKARAGHI A, DÜNDAR M. Possible Hazardous Effects of Hydrofluoric Acid and Recommendations for Treatment Approach: A Review[J]. Clinical Oral Investigations, 2012, 16(1): 15-23.

[5] 马跃峰,张静涛,杨雪.某铀纯化转化生产线职业病危害控制效果评价[J].中国工业医学杂志,2020,33(06):539-541.

[6] 袁丽云.关于铀的摄入量限值[J].原子能科学技术,1986,(05):624-631.

[7] 陈海龙. UF6泄漏事故后果评价研究进展[J]. 辐射防护通讯, 2013(3): 16-20.

[8] ANSI N14.1—2023 For Nuclear Materials —Uranium Hexafluoride —Packagings for Transport [S].

[9] ISO 7195—2020 Nuclear energy - Packagings for the transport ofuranium hexafluoride(UF6) [S].

[10] GB/T 42343-2023 六氟化铀运输容器[S].

[11] ANSI/ASME B1.20.1—2013 Pipe Threads, General Purpose (Inch) [S].

声 明

《中国化工装备》杂志社有限公司出版《中国化工装备》期刊，凡向本刊投稿，即视为投稿者同意授权本刊及本刊合作媒体进行信息网络传播及发行。

本刊编辑部