

S22053与Q235B异种钢焊接工艺评定

费张平¹, 吴昌文², 陈志华²

1. 宣城市特种设备监督检验中心 安徽宣城 242000
2. 安徽赛德齐瑞生物科技有限公司 安徽宣城 242000

摘要: 通过对S22053和Q235B异种钢焊接性分析, 选择合适的焊接方法、焊接参数、焊接材料制备焊接工艺评定试板, 经外观检查、无损检测、性能试验合格后, 制定焊接工艺评定, 并成功应用于现场生产。

关键词: S22053; Q235B异种钢; 焊接工艺评定

1 序言

安徽赛德齐瑞生物科技有限公司为某制药企业制造两台15t合成釜, 属I类压力容器。釜体直径2400mm, 夹套直径2500mm; 釜体材质为S22053, 厚度18mm; 夹套材质为Q235B, 厚度12mm。因为该类材料为首次应用, 所以根据TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》要求, 压力容器施焊前应进行焊接工艺评定。根据NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》的规则, 本次选用10mm

厚的S22053和Q235B钢板进行焊接工艺评定。

2 异种钢焊接性分析

2.1 母材的化学成分和力学性能

S22053钢板应符合GB/T 24511—2017《承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带》要求, 交货状态为固溶; Q235B钢板应符合GB/T 3274—2017《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带》要求, 交货状态为热轧。两种材料的化学成分和力学性能分别见表1、表2。

表1 S22053和Q235B的化学成分 (质量分数) (%)

材料	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	N
S22053	0.018	0.48	1.25	0.022	0.001	22.51	5.14	3.12	—	0.175
Q235B	0.13	0.26	1.48	0.020	0.008	0.016	0.009	0.011	0.017	—

注: 表内元素含量均为最大值。

表2 S22053和Q235B的力学性能

材料	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	断面收缩率 (%)	20℃冲击吸收能量/J	弯曲180° d=3a
S22053	799	609	31.0	—	—
Q235B	465	270	31.5	75、75、78	合格

2.2 异种钢的焊接特点

从表1中可以看出, S22053和Q235B的化学成分差别很大。因为焊缝化学成分取决于母材、焊接材料的成分及熔合比, 所以母材成分固定, 而选取的焊接材料其成分若偏向于S22053, 这就造成了异种钢焊接的常见问题——焊缝化学成分不均匀^[1, 2]。

异种钢焊接的另一个问题就是焊接过程中, 在双相钢 (S22053) 和碳素钢 (Q235B) 的界面上发生碳迁移, 在碳素钢侧脱碳使之软化, 在双相钢侧增碳使之硬化, 从而造成焊接接头力学性能下降, 在脱碳层处容易产生裂纹^[3, 4]。

根据异种钢的焊接特点, 需要选取适宜的焊

接材料及焊接方法，制定合适的焊接工艺，采取精细的施工工艺措施，才能使焊接接头的性能达到要求。

3 焊接工艺评定

3.1 焊接方法及焊接材料的选择

压力容器制造过程中常用的焊接方法很多，焊接方法的选择需综合考虑母材金属的性质、制造成本、焊接接头的质量及焊接位置等多方面因素。根据异种钢焊接特点，为保证焊缝熔合比较小，本次选用异种钢焊接最常用的焊条电弧焊。

综合考虑母材化学成分、力学性能、施焊条件及碳的迁移等多方面因素，本次选用熔敷金属为奥氏体-铁素体组织的不锈钢焊条ER2594。

3.2 焊接参数的选择

按照利于焊透和保证焊接质量的原则，需降低焊缝熔合比和减少碳的迁移，为此要选用合适的坡口形式和焊接参数。坡口形式及焊道分布如图1所示，焊接参数见表3。

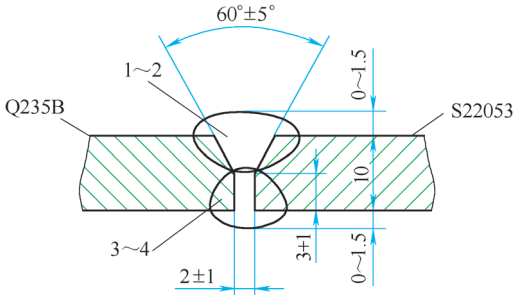


图1 坡口形式及焊道分布

表3 焊接参数

焊道/ 焊层	焊接 方法	填充金属		焊接电流		电弧电压 /V	焊接速度 /cm·min ⁻¹	热输入 /kJ·cm ⁻¹
		牌号	规格/mm	极性	电流/A			
定位焊	SMAW	ER2594	φ 4.0	直流反接	120~150	23~27	—	—
1~4	SMAW	ER2594	φ 4.0	直流反接	120~150	23~27	10~13	≤24.3

3.3 工艺评定试板的焊接

(1) 焊前准备 焊前需认真清理坡口及两侧，确保无影响焊接的污物；目视检测坡口处无分层、裂纹等缺陷。

(2) 试板焊接 根据相关规范标准及预焊接工艺规程（pWPS）要求，选择安徽赛德齐瑞生物科技有限公司持证项目符合要求的焊工焊接试板。焊接过程中应将焊条尽量靠近S22053侧，避免出现放在焊缝中心处造成焊缝硬度大和靠近Q235B侧造成该侧熔合比高的问题。

(3) 焊缝检测 焊接过程中，每焊完一层必须进行外观检查，确定无缺陷后方可焊接下一层。焊接完成后，先进行外观检查，检查合格后对焊缝进行100%X射线检测，要求符合NB/T 47013.2—2015 II级合格要求。所有外观检查及无损检测结果不得有裂纹。

3.4 焊接工艺评定试验

根据NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》要求，在焊接工艺评定试件外观检查及无损检测合格后，进行力学性能试验和弯曲试验。试样的

数量及制备应符合NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》和NB/T 47016—2011《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》要求：2个拉伸试样，4个侧弯试样，9件冲击试样（焊缝区、S22053和Q235B侧热影响区各3个）。

制样完成后委托有资质的单位进行力学性能试验和弯曲试验。

(1) 拉伸试验 所取两个试样断裂位置均在Q235B侧，抗拉强度分别为441MPa、479MPa，均大于材料标准要求的370MPa，测试结果符合NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》要求。

(2) 冲击试验（20℃） 焊缝区、S22053和Q235B侧热影响区各3个试样的平均吸收能量分别为104J、173J、112J，测试结果符合NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》要求。

(3) 弯曲试验（弯芯直径为40mm） 对侧弯试样弯曲到180°后，其拉伸面上的焊缝和热影响区内，沿任何方向均无开口缺陷，测试结果符合NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》要求。

（下转第23页）

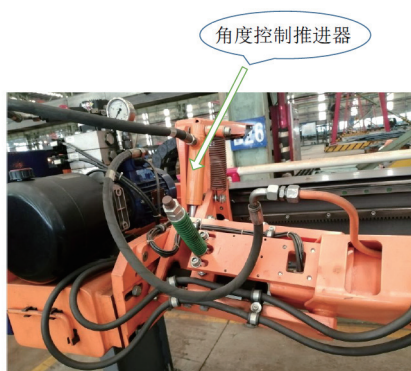


图12 输入夹持角度控制推进器

输入夹持的夹持臂绕一定轴回转，所需动力由推进器提供。推进器能够精确控制推进距离和推进角度，且自动化程度高。

推进器和输入夹持的控制关系如图13所示。

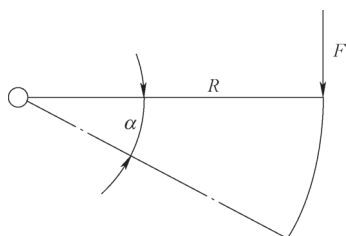


图13 推进器和输入夹持的控制关系

注：R为输入夹持臂回转半径，F为推进器的推进力，

α 为输入夹持的旋转角度。

推进器推进距离L的计算公式如下

$$L = \pi R \alpha / 180^\circ \quad (4)$$

根据表1~表3的输送角度 α 数值，可以得出对应于不同输入型材所需的推进距离。当推出相应距离L后，输入夹持的夹持面就能与输入型材的腹板面垂直。

(上接第18页)

4 结束语

在焊接过程中，由于S22053和Q235B化学成分差异较大，故容易造成焊缝成分不均匀和因碳迁移而在脱碳层产生裂纹等问题。为此，针对两异种钢相焊接，采用焊条电弧焊和不锈钢焊条ER2594，根据预焊接工艺规程制定的焊接规范制备焊接工艺评定试板，焊后经检查、检测及力学性能试验合格后，能够验证预焊接工艺规程的正确性，完成了焊接工艺评定报告。根据焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程和焊接作业指导书，指导焊工对15t合成釜

输入夹持在推进器的作用下回转相应角度的状态如图14所示。



图14 输入夹持回转后的状态

4 结束语

对于船用型材切割生产线，分析了各种型材的输送角度 α 与型材截面的关系，创建了各种规格和尺寸的型材输入夹持角度适应模型，通过对各种模型的求解，揭示出输入型材输送角度的规律性。在此基础上，提出一种自适应的输入夹持角度控制推进器的设计思路，为船用型材切割生产线的优化设计和控制提供重要的指导。采用该改进装置后，切割质量和生产率均得到提高，现存的其他问题以及其他社会、经济效益得到改善。

参考文献：

- [1] 彭辉.造船材料[M]. 哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社，2011.

MW 20210107

的异种钢焊缝进行了焊接，取得了良好的效果。

参考文献：

- [1] 陈啸，姚洪清.2205与Q345D异种钢焊接产生裂纹探讨[J].金属加工（热加工），2017（14）：43-45.
- [2] 田志勇.Q245R和S31603异种钢的焊接工艺评定[J].特种设备安全技术，2016（6）：57-58.
- [3] 赵瑞辉.Q345R与N08825异种钢焊接工艺试验[J].金属加工（热加工），2016（12）：53-55.
- [4] 杨永良，王田勇.双相不锈钢2205的焊接工艺[J].金属加工（热加工），2016（14）：45-47.

MW 20210124