



哈氏合金C-22与Q245R异种钢 焊接工艺研究

张树

【摘要】 哈氏合金C-22是一种典型的Ni-Cr-Mo合金，随着各大石油炼厂烟气洗涤装置的推广，C-22被广泛应用于烟气入口部分。本文针对C-22与Q245R组成的异种钢接头进行分析、研究，得出了合格的焊接参数。

关键词： C-22；Q245R；异种钢；焊接

哈氏合金C-22（美国UNS编号为 N06022）是一种Ni-Cr-Mo系镍基合金，增加了一定量的钴、钨元素以进一步提高其耐腐蚀性。C-22合金具有很好的抗点蚀、缝隙腐蚀和应力腐蚀开裂能力。同时，C-22在焊接热影响区也具有一定的抵抗晶界沉淀形成的能力，这样使它在焊接状态下也能适应很多种化工过程的应用。常用在烟气清洗系统、磷酸生产系统、二氧化硫冷却塔等。

Q245R是一种应用广泛的压力容器用板，多用于石油石化及电站等领域中的反应器、换热器、分离器、球罐等。

某石化公司催化裂化单元中一台烟气洗涤塔，其烟气入口处为C-22合金，烟气入口与塔体为C-22与Q245R异种钢接头，本文对此异种钢接头进行研究分析，得出了适宜的各项焊接参数，为C-22焊接性的深入研究提供了实际参考数据。

1. 母材焊接性分析

（1）焊缝金属稀释问题 C-22与Q245R中各合金元素含量相差较大，所以焊接时，Q245R母材熔化，对二者的焊缝金属合金成分产生稀释，导致焊缝金属的成分、组织与两侧母材均有较大差异，进而引发裂纹产生。

（2）焊接热裂纹 C-22中 $w_{Ni} \geq 50\%$ ，而Ni是一种热裂纹敏感性较高的元素，一方面显著降低磷、硫元素溶解度，引起偏析；另一方面Ni与P、S均可形成低熔点的共晶物，导致在焊缝中形成粗大的树枝状晶，在一定的焊接应力作用下产生热裂纹。因此，应尽量限制焊材中P、S的含量。同时焊材中应适当含有Mn、Cr、Mo等元素，这些元素在焊缝中起变质剂作用，能够细化焊缝晶粒，有利于降低热裂纹倾向，且Mn元素能够脱硫，也对防止热裂纹有利。

（3）气孔 C-22与Q245R焊接时，焊缝熔池中高温下的形成NiO，在冷却过程中与H、C元素发生反应，生成 H_2O 和CO，这些气体若不能及时逸出便形成气孔。为此减少焊缝中的含碳量，可以减小气孔形成倾向，同时Cr、Mn元素可提高气体在固态金属中的溶解度，也可以减少气孔的生成。

2. 焊材选择

焊接异种材料时，焊接材料的选择一般包括以下原则：

（1）保证焊缝金属与基体金属具有良好的力学性能，可根据母材中焊接性较差或强度较低的材料选择焊材。

（2）应具有良好的工艺性能，即在焊缝中不易出现热裂纹、冷裂纹等缺陷。

（3）保证焊缝金属具有所要求的特性，包括热强性、耐热性、耐腐蚀性等。

根据C-22与Q245R的焊接性

能分析,结合母材厚度及焊接接头位置,焊材选择ERNiCrMo-10(AWS/SFA5.14)焊丝。母材及焊材的化学成分及力学性能分别如表1、表2所示。

3. 焊前准备

(1) 焊接坡口制备 由于焊缝中Ni元素含量较高,且Ni元素比重大,导致熔池金属流动性、润湿性较差,焊接时易产生未熔合。为保证熔池与两侧母材熔合良好且有一定的熔深,焊接接头的坡口角度应稍大,焊接接头形式如附图所示。

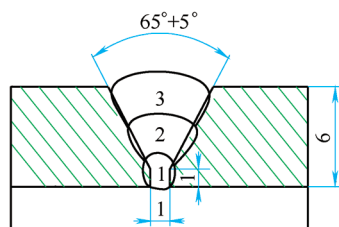
(2) 坡口清理 焊前应采用砂轮、抛光片、有机溶剂等认真清理坡口,清除坡口及其附近25mm范围内含有能与Ni生成低熔共晶的元素(S、P、Pb等)的污染源,防止焊缝金属被硫和磷脆化,导致焊缝沿晶界开裂、产生裂纹。

4. 焊接工艺方案

为保证获得良好的焊缝质量,采用手工钨极氩弧焊,焊接时氩气纯度为99.99%。

由于镍基合金固液相温度间距小,熔池金属冷却凝固速度较快,为获得良好的焊缝成形并有利于熔池金属中气体逸出,对焊枪进行小幅度摆动,摆动幅度不超过焊丝直径的3倍。

本文中C-22与Q245R异种焊



焊接接头示意

接头位于烟气洗涤塔的烟气入口处,存在一定的腐蚀倾向,对于C-22镍基合金来说,焊材选择合理的前提下,焊缝热影响区发生腐蚀的几率高于焊缝区。因为焊缝热影响区在高温状态下有可能会发生合金烧损,Cr、Mo等碳化物沉淀,引起晶界贫Cr、贫Mo而造成晶间腐蚀及应力腐蚀,所以焊接时,应尽量缩短在高温的停留时间,以减少Cr、Mo等元素损失,控制层间温度 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ 。各项焊接参数如表3所示。

5. 焊接试件检验

(1) 无损检测 C-22与Q245R异种钢试件,按照合NB/T47013.2—2012《承压设备无损检测》对焊缝进行100%射线探伤,技术等级AB级。检测结果

符合NB/T47013.2—2012《承压设备无损检测》中Ⅱ级要求。

(2) 力学性能试验 按照NB/T47014—2011《承压设备焊接工艺评定》制取力学性能试样并试验,结果如表4所示。其中室温弯曲采用纵弯试样,弯心直径24mm,弯曲角度为 180° 。

试样抗拉强度值高于C-22与Q245R抗拉强度最低值中的较小值,符合NB/T47014—2011《承压设备焊接工艺评定》要求。

6. 结语

通过对C-22与Q245R异种钢焊接接头进行焊接性分析,确定出适宜的焊接材料及焊接参数,焊接试板各项检测结果,符合NB/T47014—2011《承压设备焊接工艺评定》中各项要求,可以应用于承压设备制造。

表1 母材及焊材的化学成分(质量分数) (%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Fe	W	V	Co
C-22	0.002	0.03	0.25	0.011	0.003	BAL	21.30	13.00	4.20	2.8	0.04	0.81
Q245R	0.16	0.2	0.64	0.01	0.003	0.006	0.019	0.002	—	—	0.001	—
ERNiCrMo-10	0.008	0.035	0.23	0.004	0.003	58.55	21.52	13.61	2.51	3.08	0.013	0.024

表2 母材及焊材的力学性能

	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率 (%)
ERNiCrMo-10	82	115	38
C-22	383	793	65.5
Q245R	320	480	35

表3 焊接参数

层数	焊接方法	电源极性	焊接材料		焊接参数					
			牌号	直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊速/cm·min ⁻¹	保护气体	气体流量/L·min ⁻¹	
1	GTAW	DCEN	ERNiCrMo-10	2.0	110~130	12~14	8~10	Ar	7~9	8~10
2	GTAW	DCEN	ERNiCrMo-10	2.0	110~130	12~14	8~10	Ar	7~9	—
3	GTAW	DCEN	ERNiCrMo-10	2.0	110~130	12~14	8~10	Ar	7~9	—

表4 C-22与Q245R异种钢焊接接头力学性能

试验类型	抗拉强度I/断裂部位	抗拉强度II/断裂部位	纵弯I	纵弯II	纵弯III	纵弯IV
指标	555MPa/Q245R侧HAZ	560MPa/Q245R侧HAZ	合格	合格	合格	合格



压力烧结炉裂纹的返修

王育才

【摘要】 根据对一台钢制压力烧结炉裂纹的返修，对欧洲材料P460NH的焊接性进行了分析与验证，并提出了针对带夹套压力容器产品内部壳体进行返修的一种工艺方案。

关键词： 压力烧结炉；P460NH；20MnMoNb；焊接返修；夹套设备

1. 压力烧结炉缺陷描述

(1) 压力烧结炉简介 厦门某硬质合金公司于2008年从欧洲进口并投入使用的一台压力烧结炉，属于带夹套结构的钢制圆筒形压力容器。本压力烧结炉，按欧洲压力容器相关标准制造，所有材料均为欧洲标准材料。其中，作为主体材料的内部壳体厚度为40mm，材料为En10028—3，P460NH。夹套筒体材质为P265GH，壁厚8mm。壳体正上方有一组接管与法兰组件，材质不详，接管根部直径为100mm，壁厚40mm。接管根部与内部壳体焊接，中间位置与夹套筒体焊接。

(2) 缺陷剖析 2015年对设

备进行检修时，发现前面提到的接管与内部壳体的焊缝及周边保温棉破损，且在保温棉破损区域发现密集的表面裂纹，裂纹所在位置包括壳体母材、焊缝以及接管母材（见图1）。随后，揭开整个保温层，对壳体内壁进行整体检查时，再未发现裂纹或其他缺陷。由此判定，裂纹产生的主

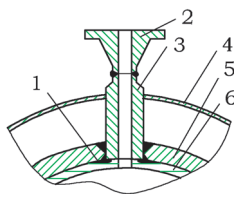


图1 烧结炉裂纹区域示意

1.裂纹区域 2.堆焊法兰 3.接管
4.夹套筒体 5.壳体 6.保温棉

要原因为局部热应力集中。

2. 返修方案

(1) 确定替代材料 由于时间限制，采购相应的欧标牌号材料无法实现，故决定在国标材料体系内，寻找力学性能与化学成分相当的材料代替设备原先使用的材料。经过对比，决定使用NB/T47008，20MnMoNb，II级锻件代替内部壳体的缺陷区域（两种材料的对比见表1~表3）；同时为了优化设计，使法兰-接管组件的力学性能与壳体等同，用20MnMoNb材料，锻造一件规格与原“接管-法兰”组件相同的高颈法兰。夹套筒体本身并无缺陷，但火焰切割后，割口粗大不

参考文献：

- [1] 张汝松，李志国，刘昌峰.哈氏合金的选用[J].石油化工腐蚀与防护，2012（01）：33-35.
[2] 于世行，郝丁华.镍基耐蚀合金焊接工艺[J].石油化工应用.

2008（03）：87-89.

- [3] 邹玉清，张树. Alloy X与Alloy20的焊接工艺研究[J].热加工工艺，2014(3):206-207.
[4] 薄春雨，等.镍基耐蚀材料焊接结晶裂纹敏感性的研究

现状与趋势[J].焊接，2006（2）：15~18.

作者简介：张树，中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林机械制造分公司。

MW 20161025