

锆 R60702 TIG 焊焊接工艺及接头性能研究

吴宏伟, 杭逸夫, 徐宇皓, 方雨

(南京宝泰特种材料有限公司, 江苏南京 211100)

摘 要: 对锆 R60702 的材料性能、焊接性、焊接方法进行了分析。拟定了 R60702 的 TIG 焊焊接工艺(包括选取填充金属、保护气体等), 并进行了焊接试验。焊后对焊接接头进行了射线检测、力学性能测试、接头金相组织分析。结果表明, TIG 焊工艺对 R60702 焊接是合理可行的, 在生产应用中证明此工艺能够保证产品焊接质量。

关键词: 锆 R60702; TIG 焊; 单面焊

中图分类号: TG146.4⁺1; TG444

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2008)05-0083-02

Study on TIG Welding Procedure of Zr R60702 and Properties of Welded Joints

WU Hongwei, HANG Yifu, XU Yuhao, FANG Yu

(Nanjing Baotai Special Material Company Limited, Nanjing 211100, China)

Abstract: The properties, the weldability and the welding method of Zr R60702 were analyzed. The welding procedure of Zr R60702 (including selection of the filling metal, shielding gas, and etc) was studied, and the welding tests were conducted. The welded joints were completed by the X-ray test, mechanical properties tests and metallographic analysis. The results indicate that it is feasible to conduct TIG welding on Zr R60702, and the procedure can guarantee product welding quality in actual production application.

Key words: Zr R60702; TIG welding; welding by one side

锆在酸、碱、盐中都有很好的耐腐蚀性能。盐酸、硝酸以及近 100℃ 的有机酸对锆都不发生作用, 锆在碱中的耐腐蚀性优于钛、钽和不锈钢, 因此锆常作为耐腐蚀材料用于化学工业中。由于锆的价格较高, 为了降低成本一般都用锆-钢复合板制造设备应用在化学工业中。

工业纯锆 R60702(ASME SB-551-2004)具有良好的耐腐蚀等性能, 本文以它为对象, 研究了其 TIG 焊焊接工艺及所得焊接接头的组织与性能。

1 锆及锆合金焊接性分析

锆及锆合金的焊接性良好, 可以用熔焊、钎焊、固态焊等多种方法进行焊接, 而其普遍的焊接方法之一是 TIG 焊。锆的热膨胀系数小, 因此焊接变形小; 锆的弹性模量小, 因此焊接残余应力小; 锆的焊接裂纹敏感性低。但锆是非常活泼的金属, 锆及锆合金对环境气体中的氢、氧、氮都有很强的亲和力。锆在 315~1000℃ 强烈吸氢, 在 400℃ 以上强烈吸氧, 在 800℃ 以上强烈吸氮。氢、氧、氮与锆形成脆

性化合物, 不但使锆的塑性和韧性显著下降, 而且使锆的耐腐蚀性能急剧降低。其中氧对塑性和韧性的影响较大, 而氮对耐腐蚀性的影响大, 因此, 锆及锆合金焊接时应加强保护。鉴于此, TIG 焊焊接锆及锆合金最重要的是对焊缝及温度高于 400℃ 的热影响区与焊缝金属及背面等都要严加保护。保护的方法有两种, 即整体保护和局部保护。整体保护是将被焊工件整体放入充有保护气体氩、氦等焊接箱内。局部保护是在焊缝后端对 400℃ 以上的热态金属罩上拖罩进行保护, 拖罩与焊件表面间的距离应尽量小(一般要求 ≤6mm), 才有利于保护。加拖罩焊接时, 焊炬喷嘴的内孔要根据实际情况适当选择大一些。要求主喷嘴与拖罩的气体流量不能相互干扰, 以避免产生紊流导致保护效果变差。另外, 碳、硅等元素在锆中的固溶度都很小, 易与锆形成化合物, 引起锆和锆合金塑性和耐腐蚀性的下降。因此对锆及锆合金的坡口表面、焊丝表面清理显得十分重要。

2 试验锆材、焊丝及保护气体

试验用 R60702 材料的试样尺寸为 300mm×500mm×2mm, 其力学性能见表 1。

为了获得焊缝与基体金属近似的成分和抗腐

收稿日期: 2007-12-27

作者简介: 吴宏伟(1981-), 男, 江苏南京人, 工程师, 学士, 主要从事钛、锆、钽、双相不锈钢等特种材料的焊接;
电话: 13914766722; E-mail: wuhw_001@126.com

表 1 R60702 材料力学性能
Tab.1 Mechanical properties of R60702

材料性能	抗拉强度 / MPa	屈服强度 / MPa	伸长率 (%)
标准值	≥379	≥207	≥16
复验值	468	395	30

蚀性能, 焊丝选择直径为 1.6 mm 的 ERZr2 焊丝 (ASME SFA-5.24-2004), 其化学成分见表 2。

表 2 ERZr2 焊丝化学成分 (质量分数, %)
Tab.2 Chemical composition of ERZr welding wire (wt%)

	Zr+Hf	Hf	Fe+Cr	O	H	N	C
标准值	≥99.01	≥4.5	≥0.20	≥0.016	≥0.005	≥0.025	≥0.05
复验值	余量	1.0	0.1	0.014	0.004	0.005	0.01

为了得到较好性能的焊缝, 应严格控制氩气的纯度, 要求 Ar>99.99%, N<0.005%, O<0.002%, H<0.002%, 水分在 0.001 mg/L。

3 焊接工艺

焊接工艺流程为: 焊接准备 (包括焊接设备选型、焊接场所清理等) → 坡口表面、焊丝表面清理 → 定位焊 → 施焊 → 焊缝射线检验 → 焊缝性能检测及接头金相组织分析。

3.1 焊前准备

2mm 厚的铝板不开坡口对接焊 (见图 1), 用机械方法将接口表面的氧化层去除, 使其露出金属光泽。对接头两侧 30mm 范围内进行抛光处理, 并用丙酮将焊接处及周围擦拭干净, 清除附在板端及焊口的油、水等污物。

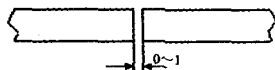


图 1 接头示意图

Fig.1 Sketch of welded joints

3.2 施焊

(1) 定位焊 采用 TIG 焊施焊, 首先组对点焊, 点焊电流为 80~120 A, 焊枪气体流量 5~10 L/min。保证组对间隙为 0~1 mm。

(2) 焊接 将板放上拼焊平台, 并用工装将焊口两端压紧, 便于放入保护拖罩, 焊接时背面及正面采用拖罩保护。采用一层单面焊双面成型。具体施焊工艺参数见表 3。

表 3 2 mm 厚 R60702 试板 TIG 焊工艺参数
Tab.3 Processing parameters of TIG welding on R60702 plate with 2 mm thickness

极性	焊接电流 / A	焊接电压 / V	气体流量 / (L·min ⁻¹)		
			焊枪	拖罩	背面
直流正接	80~120	12~16	5~10	10~15	15~20

3.3 焊后检验

焊缝外观无氧化、咬边、气孔等现象出现, 焊缝成型美观 (见图 2)。焊缝 100%RT 检验合格。焊接接头的力学性能按 ASME IX 标准要求 (2 个拉伸、2 个面弯、2 个背弯) 检测, 结果是: 其抗拉强度 (500、500 MPa) 和屈服强度 (435、445 MPa) 均高于母材, 伸长率 (26%、26%) 略低于母材; 弯曲试验 (弯心直径 8 mm, 支座间距 15 mm, 弯曲角 180°) 结果均合格 (无裂纹)。接头金相显示, 接头组织均匀 (见图 3)。

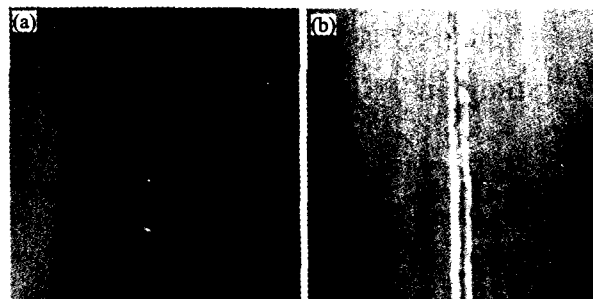


图 2 焊缝正面 (a)、背面 (b) 的宏观形貌
Fig.2 Macrograph of the front (a) and back (b) of weld

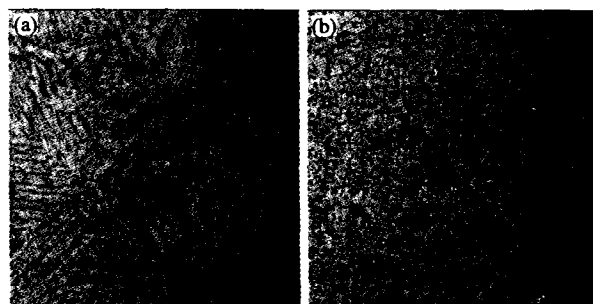


图 3 焊接接头 (a) 及母材 (b) 的金相照片 ×200
Fig.3 Microstructure of welded joints (a) and matrix (b) ×200

4 在产品上的应用

我公司主要生产复合板及管道, 按以上工艺用于复合板的复层及薄壁管道焊接, RT 一次合格率为 99.4%, 且焊缝能够经受爆炸复合这种剧烈过程的考验, 无焊缝开裂等缺陷问题出现。

5 结论

(1) 按以上 TIG 焊工艺对接焊接厚度为 2 mm 的 R60702 板材, 能够保证焊缝无未焊透、氧化、气孔等缺陷出现; 焊接接头组织分布均匀, 无明显的晶粒长大现象出现; 接头性能满足相关标准要求, 且具有较高的强度和良好的塑性和韧性。

(2) 实际生产应用证明, 以上工艺完全能够保证产品焊接质量。□