

锆材质管道的焊接

李雪梅

(中国石化第四建设公司,天津 300270)

摘要:对锆材质管道进行了焊接性分析,从焊接工艺的制定、工艺评定试验、质量控制等方面系统地阐述了锆材质管道焊接工艺。

关键词:锆(Zr);焊接性;焊接工艺;质量控制

中图分类号:TG457 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-2303(2006)08-0057-03

Welding of zirconium pipe

LI Xue-mei

(The Fourth Construction Company of SINOPEC, Tianjin 300270, China)

Abstract: It analyzes the weld properties of zirconium pipe and the welding process of zirconium piping by systematically description from welding property welding procedure, welding procedure qualification and welding quality control.

Key words: Zr; welding property; welding procedure; quality control

0 前言

锆(Zr)作为稀有的“钛族”元素,有非常突出的核性能,因其不吸收中子,主要用于核工业反应堆材料,工业上纯锆主要作为化工、农药等工业的耐蚀材料。中国石化第四建设公司承建的醋酸扩能装置,管材为锆材,壁厚4~6 mm,管径范围DN15~DN300,锆管线系统介质为原醋酸、稀酸、催化剂、甲醇等腐蚀性较强的物料。

1 锆材的焊接性分析

1.1 强的氧化性

锆的化学活性很强,它们易与空气中的氮、氧等气体发生反应。如锆与氧在200℃时开始反应,与氢在300℃时开始反应,与氮在400℃时开始反应,当焊缝金属中的含氧量增至0.5%时,即生成脆性的化合物,此化合物导致焊接接头的塑性显著降低,强度增高,并使焊接接头耐高温、高压的腐蚀性下降,以致影响整个焊接结构的服役期限。因此,在焊接锆材时应采用焊前严格清理的程序,高纯度的氩气保护焊缝金属和热影响区。

1.2 接头易脆化

在焊件冷却过程中,热影响区金属有可能析出

复杂的金属间化合物(如 $ZrCr_2$ 、 Zr_2Fe)、氧化物、氮化物等,这些脆性析出物将导致焊缝和热影响区金属的硬度强化,而塑性显著降低。为此,在焊接工艺上应采取保护措施,使焊缝金属避免受到污染。

1.3 气孔敏感性强

锆焊接时气孔是经常碰到的一个问题,产生气孔的原因主要有两点:其一是氩气、母材、焊丝中的 H_2 、 O_2 、 H_2O 含量提高会使焊缝气孔明显增加;其二,锆及其合金坡口附近和焊丝表面常受到外部杂质的污染,包括水分、油脂、氧化物、尘埃等,这些杂质如不彻底清除,会导致焊接接头形成气孔和裂纹。因此焊接锆时应采用严格的焊前清理程序和高纯度的氩气。

2 锆材的焊接工艺选择

2.1 焊接方法

锆材焊接最常用的焊接方法是直流正极性钨极氩弧焊。主要通过焊枪喷嘴加拖尾保护罩和管内通氩气进行保护,防止焊缝和热影响区氧化;应在清洁室内焊接,或在安装口施工时,采用临时的防风棚,以减少焊缝内可能出现的气孔缺陷。

2.2 焊接材料

2.2.1 氩气

锆材焊接采用高纯氩气(氩气纯度大于等于99.99%)作为保护气体。由于锆对氧气的敏感性,锆材焊接需采用集气管,把几瓶氩气并联起来使用,以

收稿日期:2006-06-29

作者简介:李雪梅(1962—),女,辽宁朝阳人,工程师,学士,主要从事压力容器、压力管道的焊接工艺工作。

增大氩气的供应量,用适当加大氩气量的方法来隔离氧气、氮气。在正式焊接、更换氩气瓶或集气管时,须检查氩气纯度。

2.2.2 焊丝

焊丝成分与母材化学成分相同,型号为 ErZr-2,所用焊丝必须有质量证明书或材质合格证。

2.3 坡口制备

采用 V 型坡口,间隙 2~3 mm。焊件切割和坡口加工宜采用机械方法,当采用等离子切割时,应采用砂轮机打磨坡口,清理其加工表面,坡口须打磨光滑,露出金属光泽;因锆粉末易燃,所以用无齿锯切割时,要在其前方放置一水盆,使切割的粉末落到水盆内。

2.4 组对要求

(1)组对时所用卡具的材质应为不锈钢。

(2)组对时内壁应平齐,其错边量不应超过壁厚的 1/10,且不大于 1 mm。

(3)焊口组对完成后,在焊接之前,须用丙酮或不锈钢丝刷对接头进行严格的清洗。

2.5 焊前清理

(1)焊前应对坡口及其附近区域进行认真地清理。在焊口组对前采用丙酮等溶剂清除坡口两侧 75 mm 范围内的水和污物,再用不锈钢刷或细锉刀等工具去除距焊缝至少 25 mm 以上的氧化物。

(2)焊丝使用前,必须用丙酮或酒精去除表面的油脂等杂物,严禁使用四氯化碳类氯化烃作为脱脂溶剂,清洁后拿放焊丝须戴洁净手套。清理完 30 min 内必须用完,否则用前应重新清理。

(3)用于锆材的工具严禁与清理其他金属的工具接触。

2.6 焊接保护

(1)锆材质管道焊接时,对温度超过 350 ℃的焊缝和热影响区正反面进行保护,通常反面采用充氩保护,正面采用拖罩和喷嘴进行保护(根据管径的大小选用不同尺寸的拖罩),各种形式的保护拖罩如图 1 所示。



图 1 各种形式的焊接保护拖罩

(2)焊接时尽量采用大直径的喷嘴保护熔池,喷嘴的直径一般取 12~25 mm,喷出的氩气应保持稳定

的层流状态,且焊接时喷嘴距焊件的距离应尽可能小,以提高保护效果;

(3)采用氩气拖罩保护热态焊缝及热影响区,拖罩固定在焊炬喷嘴上,随着焊炬一起移动进行保护;拖罩形式应根据管径大小和壁厚制作不同长度,随着管径和壁厚的增大拖罩相应加长加宽,拖罩宽一般为 25~60 mm,长为 40~100 mm。

2.7 焊接工艺参数

为了避免晶粒粗化,应选用较小的焊接线能量;采用小电流,稍摆动的方法。

3 焊接工艺评定试验

3.1 母材评定

评定所用母材(Zir R60702)规格为 ϕ 114 mm \times 5.6 mm,其化学成分和力学性能如表 1 所示。

表 1 化学成分和机械性能

ω (Zr)/%	ω (Fe+Cr)/%	ω (C)/%	ω (Hf)/%	ω (O)/%	ω (N)/%
≥ 99.200	≤ 0.200	0.050	≤ 4.500	≤ 0.016	≤ 0.010
ω (H)/%	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 σ_s /MPa	延伸率 δ /%		
≤ 0.005	379	207	16		

3.2 焊材

试验焊接材料为:ErZr-2, ϕ 2.0 mm;其化学成分见表 2,焊接坡口采用单面 V 形坡口。

表 2 ErZr-2 化学成分 /%

ω (Zr)	ω (Fe+Cr)	ω (C)	ω (Hf)	ω (O)	ω (N)	ω (H)
≥ 99.010	0.200	0.050	≤ 4.500	≤ 0.016	≤ 0.025	≤ 0.005

3.3 工艺评定结果

按 ASME IX《焊接和钎焊评定标准》的规定检验试样,测定性能,没有发现任何缺陷,评定合格。力学性能试验结果见表 3。

表 3 力学性能试验结果

拉伸试验			弯曲试验	
抗拉强度 σ_b /MPa	断裂部位	试验结果	弯曲角度	试验结果
502.6	母材	合格	面弯 180°	合格
490.9	母材	合格	背弯 180°	合格

4 焊接要点

(1)锆材焊接在焊缝内引弧,每层每道焊缝接头处错开 50 mm 以上,根部焊缝尽量一次性连续焊接完。

(2)焊接时采用回焊法,以减少起弧时磁嘴处氩气纯度不够造成的焊接缺陷。

(3)严格控制层间温度,层间温度不得高于 100 ℃。

(4)在焊接铝材金属过程中,焊工应将焊丝的摆动严格控制在最小范围内,焊接全程焊丝的端头均处于气体保护中,用过的焊丝继续使用时,须将端头剪掉。

(5)焊接完毕时,焊丝不要抽出,仍应置于氩气的保护之下,直至完全冷却;正式焊接前的充气时间为焊接不锈钢时的 5~10 倍,确保焊接区域空气被置换干净。

(6)焊缝熔敷焊道表面出现的缺陷应在施焊下道焊道时去除,特别注意火口裂纹和熔痕。同时避免电弧在接头外面的母材上造成划痕。

5 质量控制

(1)焊缝外观成形良好,外型平滑过渡,焊缝宽度以盖过坡口边缘 2 mm 为宜,焊缝母材不得低于母材表面。

(2)焊缝表面不允许有裂纹、未熔合、气孔、夹渣等。

(3)按照外商要求,对完成的焊缝(对接)进行 100%

的 X 光检验和 100%着色检验;无损检验中出现的缺陷须进行返修,返修后的焊口进行探伤检查,直到合格为止;用砂轮机磨出缺陷后,重新进行焊接的工艺与正常的焊接工艺相同。

(4)颜色检查。焊接完毕,浅黄色到淡蓝色表明焊缝已被氧化,需要用不锈钢丝刷清除,银白色表示保护良好,各种颜色代表的保护效果如表 4 所示。

表 4 颜色代表的保护效果

颜色	保护效果
银白色	保护良好
浅黄色、深黄色、浅蓝色	表面氧化,用不锈钢丝刷清理
深蓝色、蓝灰色、灰色	焊缝被强烈氧化,需打磨并修补

6 结论

通过对铝管道焊接工艺的正确选用及焊接时热影响区的良好保护,在中国石化第四建设公司承建的醋酸扩能装置管线施工中,焊缝外观色泽检查,95%以上为银白色,一次焊接合格率达到 99%。

目标,实现了在线柴油机油泵锁紧垫片质量把关的功能,有较强的实际应用价值。

(2)在图像处理软件上,采用了基于 LabVIEW 平台的 IMAQVision 图像处理软件,它具有直观、快捷、易于开发等优点。但是与传统的 VB,VC 等开发工具相比,它的灵活性和开发深度不够,较少用于背景复杂的图像识别中。该研究在一定程度上克服了这一缺点,充分利用 IMAQVision 的强大函数库功能,将其用于对背景复杂,目标图像轮廓不规则的图像识别系统的开发。

(3)该研究的图像识别系统不仅可以应用于油泵锁紧垫片安装质量检测,在其他的工业生产质量检测,如汽车生产中的轴承放置,钢球或滚珠数量检测等方面,其思路和一些具体操作方法也具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 张先青,邓泽峰,熊有伦.基于视觉技术的 Wire Bonding 中焊点质量的自动监测方法[J].计算机工程与应用,2004(17): 120-124.
- [2] 夏俊,胡俊峰,何永义,等.图像识别在盲孔检测中的应用[J].机电一体化,2001(2):42-44.
- [3] 周金林,刘君华,李卫平,等.基于虚拟仪器的激光光斑的识别图像处理系统[J].信息技术,2003(11):223-225.
- [4] 周雷,杨维翰.虚拟仪器新技术及其在工业中的应用[J].现代科学仪器,2001(1):87-90.

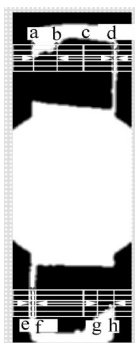


图 9 对目标图像的像素点统计

3 试验结果

用 100 个工件对上述的目标图像辨识系统进行试验,其中 70 个为锁紧垫片正确安装的工件,30 个为各种不同情况下的锁紧垫片错误安装的工件。试验结果是:70 个正确安装的工件中,误判为错误的有 2 个,判断准确率为 97.14%;30 个错误安装的工件中,误判为正确的为 0 个。

实验结果还表明:从摄像机拍摄图像到系统给出最终判别,系统平均耗时为 0.946 s,其中,模版匹配阶段的耗时占很大一部分,平均时间为 0.697 s。

4 结论

(1)实验结果表明,该系统的目标图像识别准确率和平均耗时均符合工业要求,较好地完成了预定