

TIG 焊电弧重熔对焊接接头性能的影响

曹永胜¹, 冯伟²

(1. 黑龙江林业职业技术学院, 黑龙江 牡丹江 152443; 2. 甘肃工业大学, 兰州 730050)

摘要:试验研究了 TIG 焊电弧重熔前后焊接接头的形状与尺寸、金相组织、硬度、焊接残余应力的变化。研究结果表明: TIG 焊电弧重熔后母材与焊缝之间过渡平滑, 重熔区硬度变化不大, 焊趾处焊接残余应力明显降低, 焊接接头的综合性能得到了明显提高。

关键词: TIG 焊重熔; 残余应力; 金相组织; 硬度

中图分类号: TG40

文献标识码: A

文章编号: 1008-8725(2011)08-0028-02

Effect of TIG Welding Electric-arc on Properties of Weld Joint

CAO Yong-sheng¹, FENG Wei²

(1. Heilongjiang Forestry Vocation Technical College, Mudanjiang 152443, China; 2. Gansu University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Study of the TIG welding arc welding joint before and after remelting the shape and size, microstructure, hardness, welding residual stress. The results show that: TIG welding arc remelting material stepmother smooth transition between the weld, little change in hardness of remelting zone, weld toe residual stress significantly reduced, overall performance of welded joints has been significantly improved.

Key words: TIG remelting; residual stress; metallographic structure; rigidity

0 引言

随着焊接技术水平的不断提高, 焊接结构的应用日益广泛。然而在焊接接头处存在焊接咬边、刻槽和应力集中等缺陷, 这些缺陷易导致疲劳裂纹的萌生, 降低了焊接结构使用的安全性。目前使用的常规技术手段(如砂轮打磨、机械加工)消除这些缺陷成本高、劳动强度大、效率低。采用 TIG 焊重熔焊缝与母材过渡, 可有效减小焊缝与母材过渡处因几何形状突变而造成的应力集中, 同时还可以消除咬边、刻槽等缺陷。TIG 焊重熔技术具有成本低、劳动强度小、效率高以及大幅度提高焊接接头性能的特点。该项技术在焊接结构生产上的应用与推广具有重要的现实意义^[1]。

1 试验方法

TIG 焊电弧重熔就是将已经焊后的接头用 TIG 焊不填焊丝的方法使焊趾再加热并重新熔化, 以改善焊缝表面成形, 尤其是焊趾形状, 使焊缝与母材平滑过渡, 消除焊趾缺陷, 降低应力集中的焊后焊缝处理的方法。

1.1 试样制备

采用 Q235 钢板, 尺寸为 240 mm×160 mm×8 mm, 预先进行消除应力退火处理, 退火温度为 620℃, 保温 1 h。焊接前去除钢板表面的锈和氧化皮。在钢板上采用自动二氧化碳气体保护焊堆焊一层余高为

3.3 mm, 宽度为 10.6 mm 焊缝, 焊后清渣。

1.2 TIG 焊重熔工艺

经过多次试验确定 TIG 焊电弧重熔工艺规范为: 焊接电流 200~210 A; 焊接电压为工作电压; 焊接速度 2~4 m/min; 气体流量 15 L/min。重熔工艺要求焊枪一般位于距焊趾部位 0.5~1.5 mm 处, 并要保持重熔部位洁净, 如果事先配以轻微打磨效果更佳^[2]。

1.3 焊缝形状和尺寸测量

通过测量 TIG 焊电弧重熔前后母材与焊缝之间的过渡角及焊缝余高, 评价 TIG 焊电弧重熔对焊趾处应力集中的影响。

1.4 焊接残余应力的测定

采用盲孔法测定重熔前焊缝焊趾和重熔后重熔焊缝焊趾处残余应力的影响。试验采用 SDY2204 型程控静态电阻应变仪, BE120-2BA 三向应变片(花), 微型磨钻床^[3], 钻头直径 $\phi 1.6$ mm, 孔深 2 mm。

1.5 金相组织检验

分别取重熔区、焊缝、重熔区-母材、焊缝-母材、母材 5 个区域进行金相检验, 研究焊接接头区域金属组织的变化。

1.6 硬度检测

分别取重熔区、焊缝、重熔区-焊缝、重熔区-母材、焊缝-母材、母材 6 个区域进行洛氏硬度检测, 研究焊接接头区域金属硬度的变化。

2 试验结果及讨论

收稿日期: 2011-01-05; 修订日期: 2011-04-28

作者简介: 曹永胜(1963-), 男, 黑龙江牡丹江人, 副教授, 现在黑龙江林业职业技术学院机电系从事焊接结构与无损检测方面的教学与研究工作。

2.1 焊缝形状和尺寸测量结果

焊缝重熔后,几何形状和尺寸发生了变化。焊缝左侧未重熔,焊缝右侧进行了重熔,如图1。应力集中点在母材与焊缝过渡处,即焊趾处。焊趾处应力集中系数的大小取决于焊缝与母材的过渡角 θ 和焊缝的余高 h 。过渡角越小,余高越小,应力集中越小。由表1可以看出,重熔后过渡角 θ 和余高明显减小。

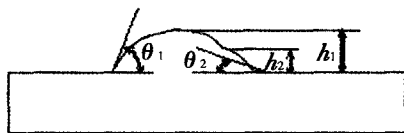


图1 重熔前后的焊缝形状尺寸对比
表1 重熔前后焊缝形状和尺寸

	焊缝与母材过渡角 $\theta/^\circ$	焊缝余高 h/mm
重熔前	68	3.54
重熔后	24	1.44

2.2 焊接残余应力

重熔前后焊趾处的残余应力见表2。重熔前焊趾处处于较高的拉应力状态,重熔后焊趾处残余应力明显降低。

表2 重熔前后焊趾处的残余应力

	重熔前残余应力/MPa	重熔后残余应力/MPa
横向应力 σ_y	207.68	152.05
纵向应力 σ_x	240.13	139.19

重熔时焊趾处在较高的焊接残余拉应力作用下,产生了较大的拉伸塑性变形,抵消了一部分焊接时产生的压缩塑性变形,这是焊趾处残余应力降低的主要原因。

2.3 金相检验结果

从热效应角度看,重熔区相当于进行了一次焊接。重熔区域经历了加热熔化、形成熔池、冷却结晶的过程。由于重熔线能量比焊接小,所以形成的熔池较小,冷却速度较大,重熔区域金相组织也将发生变化。焊接接头的性能与金相组织有直接的关系^[1]。

母材为退火态,其组织为铁素体+珠光体,见图2。

焊缝组织为先共析铁素体+少量针状铁素体+少量珠光体,见图3。

重熔区组织为先共析铁素体+侧板条铁素体+针状铁素体+少量珠光体,见图4。

焊缝附近的过热区组织为先共析铁素体+少量针状铁素体+少量珠光体,见图5。

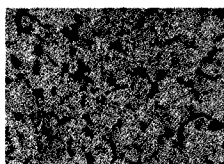


图2 母材金相组织



图3 焊缝金相组织



图4 重熔区金相组织



图5 焊缝附近的过热区金相组织

重熔区附近的过热区组织为先共析铁素体+侧板条铁素体+针状铁素体+少量珠光体,见图6。

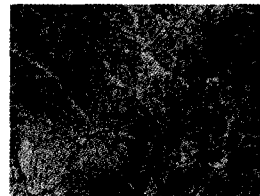


图6 重熔区附近过热区金相组织

从金相照片中可以看出,重熔区及其附近金属与焊缝区及其附近金属的金相组织没有明显变化,重熔区附近的过热区晶粒尺寸比焊缝区附近的过热区晶粒尺寸要小。

2.4 硬度检测结果

从硬度检测结果(见表3)上看,重熔区硬度与焊缝硬度比较略有降低,变化不大。重熔区与母材过渡处硬度比焊缝与母材过渡处高,重熔区与焊缝过渡处硬度也比焊缝与母材过渡处高,这是因为重熔区冷却速度比焊缝的冷却速度大。尽管部分区域硬度值有所升高,但是没有超过使接头性能恶化的极限硬度值350 HV₅,所以重熔后部分区域硬度升高不会使接头的裂纹倾向增大。

表3 焊缝和重熔区及其附近的硬度

接头部位	硬度值/HV ₅
焊缝	71.6
母材	58
焊缝与母材过渡处	67.7
重熔区	69.6
重熔区与母材过渡处	103
重熔区与焊缝过渡处	87.8

3 结论

(1)TIG 重熔对于焊接接头式板焊缝的残余应力有明显的改善效果,残余应力水平下降,而且分布趋于均匀。

(2)通过表面有限深度的重熔,改变了接头表面的几何形状使之圆滑过渡,因而减小了应力集中,提高了抗疲劳性能,提高了焊接件的使用寿命。

(3)重熔后组织细化,接头力学性能基本保持在原来水平上。

(4)TIG 重熔处理后,消除了咬边等缺陷,对焊接接头疲劳性能是有利的。

(5)硬度虽然有所提高,但不会增大裂纹倾向。

(6)TIG 重熔技术成本低、效果好、操作简单、工作效率高和容易实现,适用于各种位置和场合进行修复。进行重熔焊接修复后并有具体的评价技术参数和判定指标,具有方便、快速、高效、经济、高质量的修复能力。

(7)解决了以往国内大幅度提高接头寿命的难题,弥补了传统修复方法不足。该技术非常适用于重要工程中对焊接接头进行修复。

参考文献:

- [1] 唐慕尧.焊接测试技术[M].北京:机械工业出版社,1982.
- [2] 田锡唐.焊接结构[M].北京:机械工业出版社,1982.
- [3] 张文敏.焊接冶金学[M].北京:机械工业出版社,1999.

(责任编辑 王秀丽)