

文章编号: 0258-7025(2006)Supplement-0450-03

1Cr18Ni9Ti 激光焊接接头的结构与性能

李艳丽, 胡芳友, 刘洪军, 黄旭仁, 邓兴武

(海军航空工程学院青岛分院, 山东 青岛 266041)

摘要 激光焊接成型技术是现代工业生产中不可缺少的先进制造技术,它与传统的焊接方法相比具有优良的焊接性能。但是如果焊接中由于工艺参量的选取不当,就会导致焊接接头各项性能的下降,所以正确地选取焊接工艺参量是获得良好焊接性能的重要因素。在一定的焊接功率、焊接速度、保护气体流量和光斑直径下对奥氏体不锈钢进行激光焊接,可以获得外观上成型良好,焊缝平滑美观的接头,但其抗拉强度只达到基体的63.5%,远低于文献报道的99.4%。通过对焊接接头金相微观组织的分析,得出引起这一现象的主要原因是激光功率低、焊接速度慢以及热影响区(HAZ)大等。

关键词 激光技术; 激光焊接; 工艺参量; 抗拉强度; 微观组织

中图分类号 TN249; TG456.7 **文献标识码** A

Analysis on Microstructure and Tensile Property of Laser Welding 1Cr18Ni9Ti

LI Yan-li, HU Fang-you, LIU Hong-jun, Huang Xu-ren, DENG Xing-wu

(Naval Aeronautical Engineering Academy Qingdao Branch, Qingdao, Shandong 266041, China)

Abstract Laser welding is an indispensable advanced manufacture technology in the modern production, and it has excellent welding performance compared with the conventional welding ways. However, it can reduce the performance of the welding-joints if the inappropriate welding parameters are adopted. Therefore, it is important to select the right welding technical parameters to get excellent welding properties. The effects of welding parameters on the welding properties are studied. The laser welding of austenitic stainless steels is studied experimentally and a smooth, good-looking welding-joint is obtained by controlling welding power, welding velocity, flux of protective gas and facula diameter. However, its tensile strength is just 63.5% of that of the basal body, which is greatly lower than the reported data (99.4%). The main factors to affect the welding properties by the micro-morphological analysis of the welding-joints include lower laser output power, slower welding velocity, and a rather large heat-affected-zone (HAZ).

Key words laser technique; laser welding; technical parameters; tensile strength; microstructure

1 引言

激光焊接成型技术是现代工业生产中不可缺少的先进制造技术。激光焊接的应用也随着激光焊接技术的发展而日趋广泛。具有良好焊接性能的奥氏体不锈钢以其优良的抗腐蚀、耐高温和综合机械性能广泛地应用于机械、化工、核电等行业的焊接结构中,因此对奥氏体不锈钢的激光焊接研究则具有重要的意义。焊接工艺参量的选择直接影响焊接接头的微观组织。由于焊接工艺参量的选取不当,就会导致微观组织的变化,而微观组织直接影响对外宏观机械性能。本文就1Cr18Ni9Ti激光焊接接头抗拉性能和组织进行了分析。

2 实验所用材料、仪器设备

材料为1Cr18Ni9Ti奥氏体不锈钢,厚度为1.5 mm。

主要设备包括横流、管板式、多模CO₂激光器,其波长为10.6 μm,最大输出功率为2 kW。采用激光单道扫描单面对接焊,光斑直径为1.5 mm。

3 实验结果及分析

实验所得激光焊接抗拉强度如表1所示。文献[1]显示激光焊接的焊接件的强度可以达到基材的99.4%,而实验得出的结果为63.5%,这一结果与文献[1]相差较大。

表 1 基材和激光焊接抗拉强度

Table 1 Tensile strength of the basal body and laser welding

Number	1	2	3	Average	The tensile strength percentage to the basal body /%
Tensile strength of the basal body /MPa	675	650	620	648	—
Tensile strength of the laser welding /MPa	400	450	385	411.7	63.5%

焊接接头的组织可以分为四个区:焊缝区、熔合区、热影响区(HAZ)和基体区,如图 1 所示。

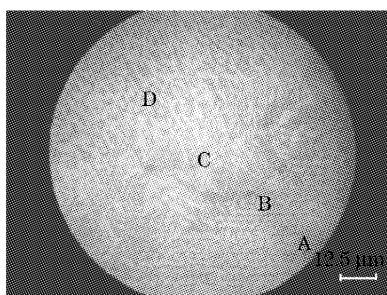


图 1 基体区 A,热影响区 B,熔合区 C 和焊缝区 D 全貌
Fig. 1 Microstructure of the basal body, HAZ, bond and welding-aperture

图 1 中 A 部分为基体的微观形貌,1Cr18Ni9Ti 不锈钢母材组织是单相的奥氏体组织,在奥氏体基体上分布少量($<5\%$)的 σ -铁素体。实验中所用的不锈钢是冷轧不锈钢板,所以其金相组织是在沿着轧制方向呈纤维状的流线组织。

图 1 中 B 部分是热影响区,是焊接性能的薄弱区域。可以看到在热影响区晶粒相对于焊缝区比较粗大。在激光焊接的过程中,如果焊接参量选择合理,热影响区就会很小,这说明实验所选择的激光功率低、焊接速度较慢,从而导致热影响区变大。在这一区域的晶粒发生了晶粒长大,相当于在奥氏体区内进行了一次加热保温和冷却的热处理过程。相对于焊缝中心区来讲,其冷却速度较慢,因而奥氏体晶粒有足够的时间长大而生成图 1 中所示的比较粗的等轴晶粒。从热影响区向基体过渡,可以看到晶粒越来越细,最后达到基体组织。

图 1 中 C 部分是熔合区,在熔合区可以清楚地看到柱状晶。柱状晶是一种沿着轴向呈柱状,垂直轴向呈等轴状的晶粒组织。柱状晶的生长有两个方向:一是从焊缝区向热影响区方向,一是从焊缝中心区向垂直试样方向。晶粒沿着这两个方向生长的主要原因是由于温度梯度造成的。从焊缝中心向热影响区温度递减,同样从焊缝中心向垂直试样方向温

度也递减,方向散热最快。这种温度梯度的存在就使晶粒优先向散热最快的方向生长形成柱状晶。柱状晶性能存在各向异性,沿轴向方向抗拉性能好,而垂直轴向方向抗拉性能很弱。这种各向异性的存在直接影响焊接不锈钢抗拉性能。

图 1 中 D 部分焊缝区是细密的等轴细晶粒,与基体相比,要细小得多,这样的组织具有良好的机械性能,抗拉强度也有很大的提高。在焊接过程中,焊缝区加热至高温,高温保温时间短;焊接后冷却到室温,冷却速度较快,相当于一次淬火,在热处理中保温时间短、冷却速度快就会得到细化的晶粒,因而焊缝中心的晶粒得以细化,呈现细小的等轴晶。细晶强化^[2]是强化金属的一种方式,也就是说晶粒越细,金属的机械性能越好,抗拉强度越大。焊接区比基体的晶粒细小,焊接后抗拉性应该能提高,而实验中所得的抗拉强度只有基体的 63.5%。分析其原因,一是受热影响区晶粒较粗大的影响,二是受熔合区柱状晶的影响。

分析四个区的金相组织可以用图 2 形象地表示出各区晶粒的大小和形状。图中 A 代表基体,B 代表热影响区,C 代表熔合区,D 代表焊缝区。

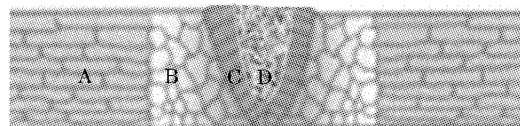


图 2 焊接接头四区示意图

Fig. 2 Sketch of the four zones in the welding joint

实验抗拉强度达到基体的 63.5%,除了上面提到的两个原因外,实验中还发现有的金相组织中存在气孔和裂纹,这是焊接中经常见到的焊接缺陷。气孔是不锈钢焊接时最常见的焊接缺陷。焊接气孔主要是由于焊接区,特别是对接端面被水分、油脂等玷污引起的。裂纹也是焊接中最严重的缺陷,对性能有很大的影响,裂纹的种类很多,产生原因也很多。对此问题本文不作进一步探讨。

4 结 论

通过对 1Cr18Ni9Ti 钢进行激光焊接和焊接后的拉伸实验,1Cr18Ni9Ti 不锈钢激光焊接接头抗拉强度达到基体的 63.5%。抗拉强度偏低的原因如下:1) 热影响区较大,且晶粒粗大;2) 熔合区柱状晶的影响。3) 焊接接头存在的气孔和焊接裂纹。

参 考 文 献

- 1 Su Yanli. Mechanical properties of stainless steel welded joint by laser welding [J]. *Welding*, 1997, (7): 27~29
苏颜丽. 不锈钢激光焊接接头的力学性能 [J]. 焊接, 1999, (7): 27~29
- 2 Zhu Zhangxiao, Zheng Mingxin. *Engineering Material* [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2001. 72~109
朱张校, 郑明新. 工程材料 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001. 72~109