

文章编号: 1001-1455(2011)05-0557-04

爆炸复合 1Cr13Mo/45 钢连铸辊工艺*

赵峰, 马东康, 王虎年, 张鹏辉, 李进军, 华先锋

(西安天力金属复合材料有限公司, 陕西 西安 710054)

摘要: 鉴于目前连铸辊制造工艺存在的不足, 以爆炸复合法制造 1Cr13Mo/45 钢复合轧辊, 并以爆炸复合工艺为研究对象, 采用超声波探伤和金相观察等方法, 研究药厚和间隙大小对复合界面波形的影响。结果表明: 药厚一定的情况下, 间隙对复合轧辊界面波形的影响较大; 而在间隙一定的情况下, 药厚对复合轧辊界面波形的影响不明显。通过实验, 获得了该材质下复合轧辊的最佳爆炸复合工艺。

关键词: 爆炸力学; 1Cr13Mo/45 钢复合轧辊; 爆炸复合; 爆炸复合工艺; 连铸辊; 界面波形; 间隙

中图分类号: O389

国标学科代码: 130 · 3520

文献标志码: A

连铸辊是连铸机的重要部件, 工作时其表面连续不断地与内部还未凝固的高温铸坯接触, 中心孔通冷却水, 承受着瞬时高温和水冷产生的交变热应力反复作用, 工况条件十分苛刻。根据使用位置的不同, 连铸辊失效方式主要有永久性弯曲变形、磨损和裂纹掉渣 3 种^[1]。

目前, 对连铸辊主要采用堆焊和铸造的方法制造。堆焊工艺制作的连铸辊在上述工况条件下使用 3~4 个月, 通常出现表面堆焊层开裂、剥落、掉渣等现象; 而铸造法工艺复杂, 对合金熔炼、过程控制、设备能力等都有较高的要求, 且成本较高^[2-5]。爆炸焊接(复合)技术起始于 20 世纪 40 年代, 从 20 世纪 60 年代开始被研究, 经过近 50 年的发展, 爆炸复合产品以优良的性能、低廉的价格已经被广泛应用于石化、火电、核电、造船、航空航天等领域。爆炸复合是指采用爆炸的方式在一种金属上复合另一种材质的金属, 以起到防腐蚀、耐磨损、耐高温等作用。

鉴于连铸辊对材料的特殊要求, 本文中以爆炸复合的方法制造 1Cr13Mo/45 钢复合轧辊。以 1Cr13Mo/45 钢复合棒的爆炸复合工艺为研究对象, 通过调整复管与基棒间隙大小和炸药厚度, 研究间隙大小和药厚对复合棒复合质量的影响, 拟为生产更高性能的连铸辊开辟一条新途径。

1 实验

1.1 实验方法

复管选用厚度为 5 mm 的 1Cr13Mo 的板材卷制焊接而成, 内径为 140 mm, 长度为 610 mm; 基棒材质为 45 钢, 直径为 137 mm, 长度为 610 mm。通过机加工将基棒加工成从 130 mm 到 135 mm 不等的直径, 以达到改变复管和基棒之间间隙的目的, 使用油毛毡卷制不同直径的药筒, 以达到不同药厚设计。然后根据设计的间隙和药厚组合进行装配并爆炸复合。

采用 SONATEST Masterscan 340 超声波探伤仪检测复合棒的结合情况, 在距爆轰末端 100 mm 处, 分别在焊缝处、焊缝对面和垂直于过焊缝直径的一边取金相试样, 经粗磨、抛光、腐蚀后, 采用 OLYMPUS 金相显微镜观察结合面的情况, 采用工具显微镜测量结合界面波形的波长和波幅。

1.2 工艺参数设计

准备了 9 根复管和 9 根基棒, 在理论计算和经验的基础上, 初步设计了一组工艺参数, 并爆炸复合一根复合棒, 编号为 1, 而后对复合棒 1 超声波探伤、金相等检验的结果进行了调整并设计了其余 8 根复合棒的工艺参数。9 根复合棒的间隙 h 和对应的药厚 H 分布如图 1 所示。

* 收稿日期: 2010-05-21; 修回日期: 2010-06-09

作者简介: 赵峰(1981—), 男, 硕士, 工程师。

1.3 实验过程

首先对 1Cr13Mo 卷焊管进行消应力退火,退火制度为:850 °C/1 h(即 850 °C 保温 1 h),以消除马氏体不锈钢在卷制和焊接过程中产生的应力,防止后续校圆过程中出现回弹、焊缝开裂等问题。采用手提砂轮机 and 叶轮机将复管内壁焊缝打磨平整并抛光,根据实测的复管内径按照图 1 设计每根复管对应的基棒直径,将基棒机加至对应尺寸并抛光外表面。最后,在爆炸复合现场将基棒和复管进行装配后装药爆炸复合,装配示意图如图 2 所示。

2 实验结果

2.1 外形变化

爆炸复合后超声探伤表明,复合棒 2、3、6、9 复合情况良好,其他 5 根复合棒都有大小不等的不结合区。爆炸复合后形貌均如图 3 所示,复合棒在尾端出现不同程度的缩颈现象,这是爆炸复合棒固有的一个特点^[6]。图 4 为径缩量 Δd (爆炸复合前复管外径与爆炸复合后复合棒外径之差)随药厚和间隙的变化趋势。

由图 4(a)可知,间隙固定为 3 mm 时,随药厚的增加,径缩量呈增加趋势;由图 4(b)可知,在药厚为 60 mm 时,径缩量随间隙的增加呈减小趋势。在间隙一定的情况下,增加药量将使复管以更快的速度和更大的能量与基棒碰撞,从而导致基棒承受更大的冲击能量而变形更加严重。研究表明:管棒爆炸复合后,作为复材的管子,由于受到强烈的压缩作用,壁厚将增加,且随着与基棒间隙的增大,复管所受到的压缩和壁厚的增加也越强烈,且壁厚的增加比基棒由于受冲击而导致的径缩量,因而出现了如图 4(b)所示的随间隙增加,径缩量减小的变化趋势。

2.2 界面波形

由于复管有一定的椭圆度,不同位置处的间隙有所不同,如图 5 所示。

由于间隙大小不同,爆炸后不同位置处的波纹有明显的差异,间隙较小的位置 1 处的波长较小,间隙较大的位置 3 和位置 4 处的波长较大,甚至无波纹出现。如图 6 所示。

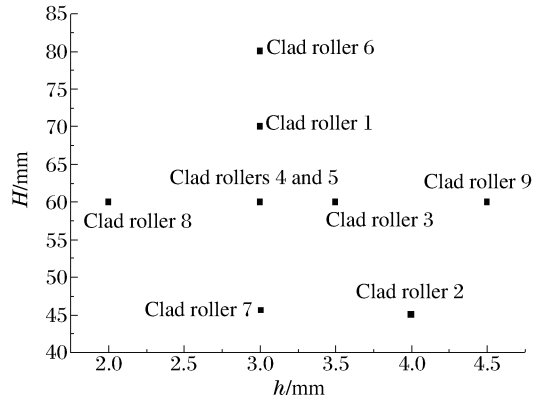


图 1 爆炸复合工艺分布图

Fig. 1 Explosive clad technology scattergram

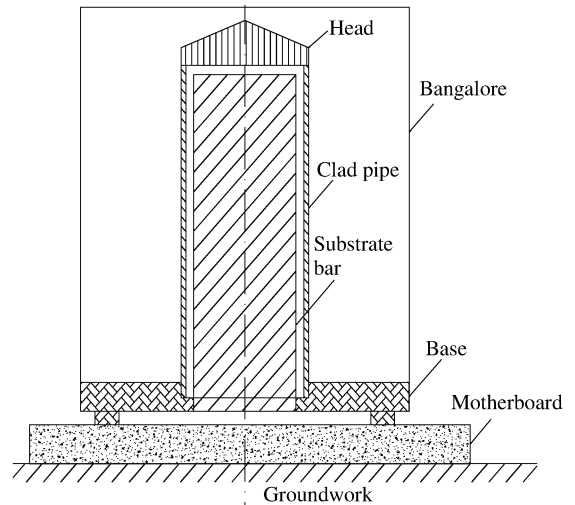


图 2 装配示意图

Fig. 2 Assembly diagram

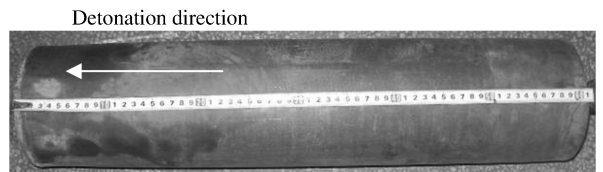


图 3 爆炸复合后形貌

Fig. 3 Pattern after explosive clad

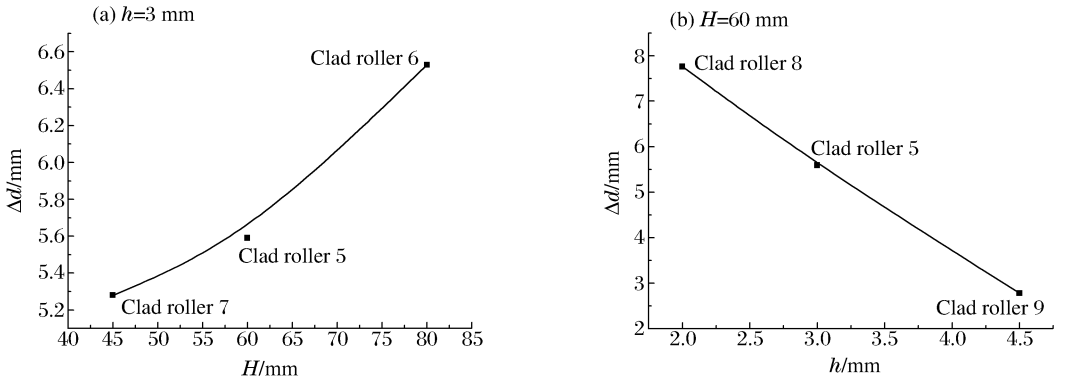


图 4 径缩量随药厚和间隙的变化

Fig. 4 Variation of diameter reduction with explosive thickness and stand-off

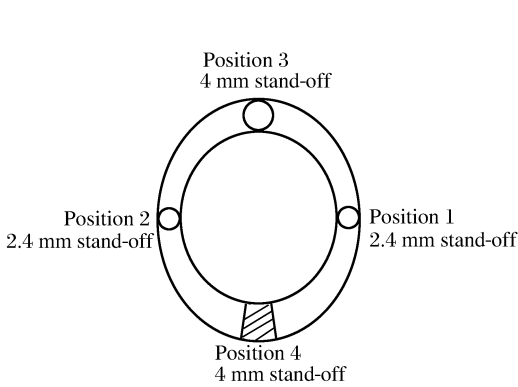


图 5 装配时实际间隙示意图

Fig. 5 Actual stand-off diagram when assembling

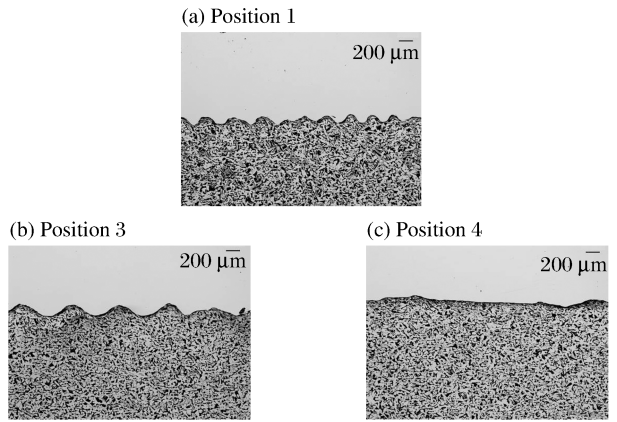


图 6 复合棒 1 同一截面上不同位置的界面形貌

Fig. 6 Metallographs of the different position on clad roller 1

2.3 波形参数

图 7 为波长和波幅随间隙和药厚的变化趋势图。由图 7(a)可知,在药厚一定的情况下(60 mm),波长和波幅随间隙的增大都呈增大的趋势,而波幅随间隙的增大增加较慢。由图 7(b)可知,当间隙一定时(3 mm),随药厚的增加,波长和波幅无显著的变化。因而可以推断,间隙对复合棒波形的影响远强于药厚对复合棒波形的影响。

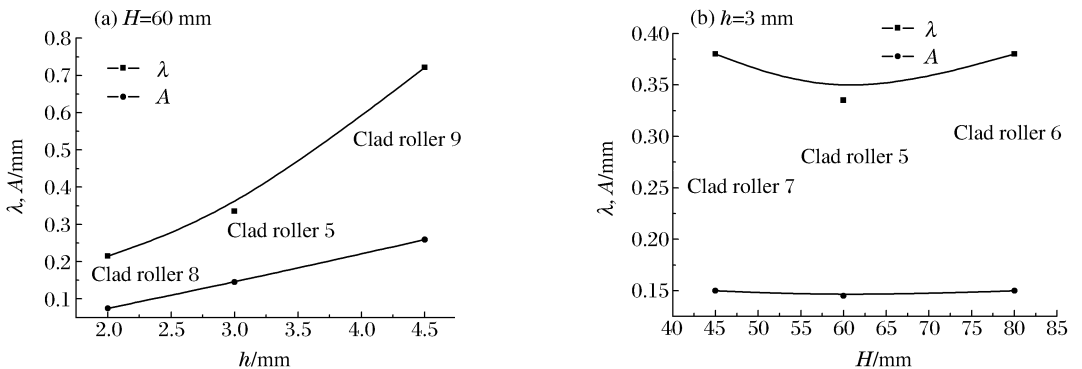


图 7 波长和波幅随间隙和药厚的变化

Fig. 7 Variation of wavelength and amplitude with stand-off and explosive thickness

3 结 束 语

(1)爆炸复合棒的径缩量与复合工艺参数有密切关系,复合后径缩量随炸药厚度的增加而增加,随间隙的增大而减小。(2)在炸药厚度一定的情况下,间隙对复合棒结合界面的波形影响较大,随间隙的增大,波长和波幅呈增加趋势,而在间隙一定的情况下,药厚对波形的影响不明显。(3)间隙的大小对复合效果影响较大。间隙过小,复合后出现不结合的面积增大,间隙过大,易造成波形过大甚至平直界面,本实验证明当间隙为 3.0~4.5 mm 时,复合效果较好;在间隙合适的情况下,药厚对爆炸复合的影响不大,在本实验中,药厚从 45 mm(复合棒 2、7)至 80 mm(复合棒 6)都能得到较好的复合效果。

参 考 文 献:

- [1] 王贵明. 连铸辊材料及制造方法的进展[J]. 热加工工艺, 1999(1):39-41.
- [2] 冯建, 史和生, 史和庆, 等. 爆炸焊接 3Cr13Mo/42CrMo 高耐磨耐蚀复合轧辊[P]. 中国专利: 200810235285. 1, 2009-06-03.
- [3] 王素平. 离心铸造高速钢复合轧辊生产工艺探讨[J]. 轧钢, 2008, 25(2): 65-67.
WANG Su-ping. Discussion on manufacture technology of centrifugal casting high speed steel roll[J]. Steel Rolling, 2008, 25(2): 65-67.
- [4] 李绍友, 高宝存, 董双鹏, 等. 表层堆焊轧辊在带钢生产中的应用[J]. 河北冶金, 2005(6): 55-56.
LI Shao-you, GAO Bao-cun, DONG Shuang-peng, et al. Application of surface overlaid roll in strip production [J]. Hebei Metallurgy, 2005(6): 55-56.
- [5] 李建平, 徐自立, 刘长安, 等. 新型复合连铸辊套的研制[J]. 铸造, 2003, 52(10): 783-785.
LI Jian-ping, XU Zi-li, LIU Chang-an, et al. Development of new kind composites roll covering for continues casting[J]. Foundry, 2003, 52(10): 783-785.
- [6] 裴大荣, 郭悦霞, 马东康, 等. 钛-不锈钢复合棒结合强度评价[J]. 稀有金属材料与工程, 1997, 26(5): 51-53.
PEI Da-rong, GUO Yue-xia, MA Dong-kang, et al. Evaluation on bonding strength of titanium-stainless steel cladding bar[J]. Rare Metal Materials and Engineering, 1997, 26(5): 51-53.

An explosive clad technology for 1Cr13Mo/45 steel conticaster rollers^{*}

ZHAO Feng, MA Dong-kang, WANG Hu-nian,

ZHANG Peng-hui, LI Jin-jun, HUA Xian-feng

(Xi'an Tianli Clad Metal Co. Ltd., Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: 1Cr13Mo/45 steel clad conticaster rollers were prepared by using an explosive cald method to explore the explosive clad technique, and the ultrasonic scan test and metallograph were used to re-search the effect of the explosive thickness and stand-off on the clad rollers. Investigated results show that the stand-off has observable effect on the interface wave when the explosive thickness is fixed, but when the stand-off is fixed, the explosive thickness has little effect on the interface wave. Finally, a better explosive process was experimentally obtained to manufacture 1Cr13Mo/45 steel clad rollers.

Key words: mechanics of explosion; 1Cr13Mo/45 steel clad conticaster roller; explosive cald; explosive clad technology; interface wave; stand-off

* Received 21 May 2010; Revised 9 June 2010

Corresponding author: ZHAO Feng, zf863@163.com