堆焊 Co 基合金的 S32750 钢的组织和性能

牛　丹,陈　炜,耿延朝

(沈鼓集团股份有限公司,辽宁 沈阳　110869)

摘　要: 采用等离子堆焊技术在经过固溶处理的 S32750 钢表面堆焊了 Stellite 12 钴基合金。堆焊后,检测了 S32750 钢基体的微观结构和堆焊层的微观结构、硬度和耐点蚀性能。结果表明:基体组织由铁素体和奥氏体组成,堆焊层由 γ-Co 固溶体和 γ-Co 固溶体与碳化物的共晶组成;堆焊层热影响区小,其硬度不明显高于母材;堆焊层硬度为 480～520 HV0.5, 具有良好的耐点蚀性能。

关键词: S32750 钢;等离子堆焊;点蚀;显微组织;硬度

中图分类号:TG113　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1008-1690(2024)03-0042-02

Microstructure and Performances of Cobalt-base-alloy-deposited S32750 Steel

NIU Dan, CHEN Wei, GENG Yanzhao

(Shen Gu Group Co., Ltd., Shenyang 110869, Liaoning China)

Abstract: Stellite 12 cobalt-base alloy was deposited on solution treated S32750 steel by a plasma depositing technology. After being deposited, the S32750 steel was tested for microstructure of the matrix, and microstructure, hardness and pitting resistance of the deposited layer. The results showed that(a) the matrix consisted of ferrite and austenite, and the deposited layer was composed of γ-Co solid solution and eutectic crystal consisting of γ-Co solid solution and carbide; (b) the heat affected zone in the deposited layer was small, and did not increased obviously in hardness relative to the base metal; and (c) the deposited layer exhibited hardness of 480 to 520 HV0.5 and good pitting resistance.

Key words: S32750 steel;plasma depositing;pitting;microstructure;hardness

0　引言

S32750 钢具有良好的耐蚀性能,被广泛应用于石油、化工和核能等领域[1-4],但其耐磨性较差。在某些较苛刻的环境中使用的零件既要求耐蚀性好又要求耐磨性好,因此材料的选用必须考虑周全。本文在 S32750 钢表面堆焊了 Stellite 12 钴基合金,研究了堆焊 Co 基合金的 S32750 钢的耐蚀性能,以期为合理使用 S32750 钢及其表面强化工艺提供试验数据和理论依据。

1　试验材料及方法

试验用 S32750 钢的化学成分(质量分数,%)为 0.014 C,0.516 Si,0.639 Mn,0.025 P,0.010 S,25.44 Cr,6.75 Ni,3.58 Mo,0.147 Cu,0.27 N。对 S32750 钢进行 1 100 ℃保温 1 h 水冷的固溶处理,加热设备为 sRJx_4.13 箱式电阻炉。采用 Stellite 12 Co 基合金粉末作堆焊材料,其化学成分(质量分数,%)为 1.40 C,1.45 Si,1.00 Mn,29.50 Cr,3.00 Ni,1.00 Mo,8.25 W,3.00 Fe,余量为 Co。采用 L42400 PC 等离子堆焊机进行堆焊,其工艺参数如表 1 所示。

对堆焊钴基合金的 S32750 钢采用 Nikon-MA100 型显微镜进行金相检验,金相试样采用 HCl:丙乙醇:HNO_3 = 3∶2∶1 的混合溶液浸蚀;采用 20% NaOH 溶液以 9 V 电压腐蚀 Co 基合金堆焊层;采用 MVC-1000B 维氏硬度计检测堆焊层的硬度梯度,试验力为 0.5 kg;采用反应釜进行点蚀试验,试样尺寸为 15 mm×10 mm×1.5 mm,试验方法为将试样浸入

收稿日期:2023-12-25

作者简介:牛丹(1987—),女,辽宁铁岭人,工程硕士,工程师,主要从事新材料开发、热处理工艺、表面强化技术及焊接工艺的研究。联系电话:13704032203;E-mail:328510812@qq.com

通信作者:陈炜(1982—),男,辽宁沈阳人,硕士,正高级工程师,主要从事新材料开发、热处理工艺、表面强化技术及焊接工艺的研究。E-mail:wchen_acumen@sina.cn

50 ℃的 6%氯化铁溶液中 24 h,取出后超声清洗 20 min,检验试样的表面形态。

表 1 堆焊工艺参数

电流/A	送粉量/(g·min^{-1})	转速/(r·min^{-1})	摆频/(次·min^{-1})	摆幅/mm	弧压/V	离子气流量/(l·min^{-1})	送粉气流量/(l·min^{-1})	保护气流量/(l·min^{-1})
160	25	0.12	18	25	24～25	2.5	3	12

2 试验结果与分析

2.1 显微结构

图 1 为堆焊钴基合金的 S32750 钢基体、堆焊层与基体交界处和堆焊层的微观结构。由图 1(a) 可以看出,堆焊钴基合金的 S32750 钢基体组织由铁素体和奥氏体组成,为等轴状,无明显析出相;图 1(b)表明,基体与对焊层清晰,两者间有一条白色带状区,没有过多的过渡层,这主要是由于等离子堆焊的稀释率较低所致;图 1(c)表明,堆焊层组织较基体细小,亮白色组织为枝晶状 γ-Co 固溶体,枝晶间黑色花瓣状组织为 γ-Co 固溶体-碳化物共晶体[5]。

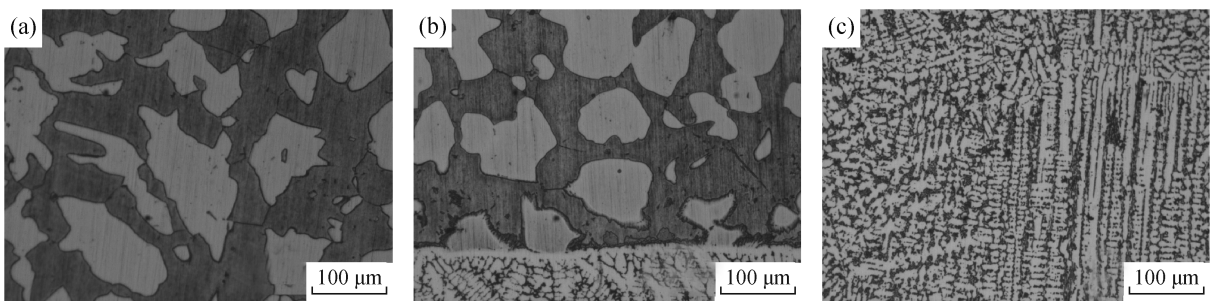


图 1 堆焊钴基合金的 S32750 钢基体(a)、堆焊层与基体交界处(b)和堆焊层(c)的微观结构

2.2 硬度

堆焊钴基合金的 S32750 钢堆焊层的硬度分布如图 2 所示。堆焊层硬度较高,约为 480～520 HV0.5;由于堆焊的热影响区很小,热影响区硬度没有高于母材。

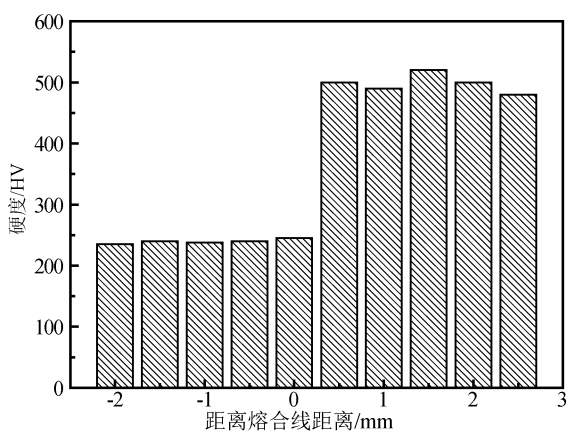


图 2 S32750 钢堆焊层的硬度梯度

2.3 耐蚀性

图 3 为堆焊钴基合金的 S32750 钢的点蚀试验后的形貌。从图 3 可以看出,堆焊层没有被腐蚀,但熔合线处略有腐蚀,且临近熔合线的基体也产生了腐蚀坑,说明堆焊钴基合金的 S32750 钢表面的耐点腐蚀性能较好,基体次之,熔合线最差。

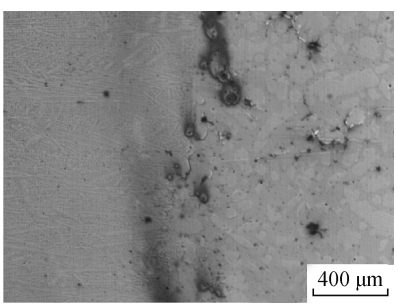


图 3 堆焊钴基合金的 S32750 钢点蚀试验后的微观形貌

3 结论

(1)堆焊 Stellite 12 钴基合金的 S32750 钢基体组织仍由铁素体和奥氏体组成;堆焊层主要由 γ-Co 固溶体和枝晶间 γ-Co 与碳化物的共晶体组成。

(2)S32750 钢堆焊层热影响区硬度没有明显高于母材。

(3)S32750 钢钴基合金堆焊层表面具有良好的耐点蚀性能。

参考文献

[1] 张志强, 白玉洁, 徐连勇,等. UNS S32750 超级双相不锈钢的 CMT+P 焊接工艺[J]. 材料热处理学报, 2022(11): 197-206.

[2] 陈 炜. 时效处理对 S32750 双相不锈钢显微组织和力学性能的影响[J]. 热处理, 2017,32 (4): 10-13.

(下转第 46 页)

如图 7 所示,未穿透管壁的裂纹断口呈现出韧窝,具有韧性断裂特征。这说明材料的脆化并不严重[3]。

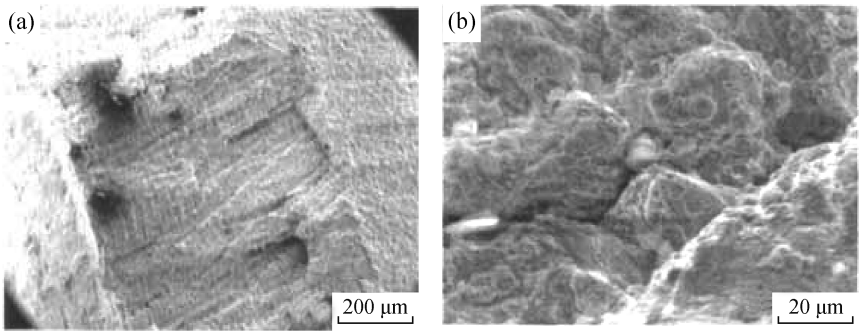


图 6　裂纹断口的宏观(a)和微观(b)形貌

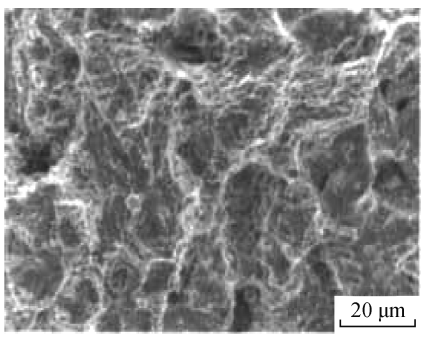


图 7　未穿透管壁的裂纹断口的微观形貌

2　分析与讨论

ZGCr25Ni35Nb-Ti 铸钢显微组织由富铬的奥氏体和晶界富含铬的共晶碳化物组成,耐腐蚀性能优异。在炉管开裂部位,晶界和晶内有大量二次碳化物析出,这些碳化物主要是铬含量较高的 $M_{23}C_6$ 型,其耐蚀性能较差,并具有较大的脆性,易发生晶间腐蚀。在长期处于 1 100 ℃的高温环境并受到富碳气氛的侵蚀,且铬与碳会发生反应形成化合物 $Cr_{23}C_6$[4],导致晶界附近的铬含量降低。同时,由于晶界贫铬,奥氏体中的铬元素会向晶界扩散,导致奥氏体贫铬,并促使奥氏体中的碳析出,形成富碳的 $M_{23}C_6$ 二次碳化物,这种二次碳化物具有较低的耐蚀性和较大的脆性。随着二次碳化物数量的增加和奥氏体的贫铬,材料的耐蚀性和强度都会显著降低。随着晶间腐蚀的发生,最终形成晶间腐蚀裂纹,削弱晶间结合力,导致材料强度下降。此外,由于温差产生的较大应力,促进晶间裂纹的产生。炉管内有有机氯化物,内壁温度较低,而外壁接触高温蒸汽,内、外管壁的温差导致内壁热应力为拉力、外壁为压应力,使内壁始终处于最大拉应力状态,因此内壁发生腐蚀或开裂[5]。炉管长期超温运行,或连续开、停车和急冷、急热时,裂纹处极易发生腐蚀性穿孔或开裂。

3　结论

ZGCr25Ni35Nb-Ti 钢炉管腐蚀和开裂的主要由局部超温导致的材料性能严重下降所致;此外开裂炉管晶界有大量二次碳化物并聚集,导致晶界脆化从而产生裂纹。

参考文献

[1] 陈汉明,方可伟.某汽轮机抽疏水弯管泄露失效分析[J].理化检验-物理分册,2015,51(8):593-595.
[2] 李炯辉,林德成.金属材料金相图谱[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
[3] 钟群鹏.断口学[M].北京:高等教育出版社,2006.
[4] 陆斌,姜悦辉.余热锅炉过热器爆管成因及防控策略探析[J].装备制造技术,2023(4):218-220.
[5] 陈小红.制氢转化炉炉管焊缝开裂原因分析[J].工程技术研究,2019,4(5):105-106.

(上接第 43 页)

[3] 谷国超, 李瑞芬, 辛振民,等. 固溶温度对 2507 双相不锈钢力学性能及耐蚀性的影响[J]. 金属热处理, 2022, 47(6): 1-6.
[4] 苗华军, 柳阳. 超级双相不锈钢焊接接头组织与冲击性能研究[J]. 热加工工艺, 2023(13): 15-18; 23.
[5] 贾克明, 胡明, 于海成,等. CoMoCrNi 真空熔覆涂层的组织和性能研究[J]. 材料保护, 2023(10): 92-98.

欢迎投稿!欢迎刊登广告!