

药芯焊丝气保焊在不锈钢爆炸复合板挖补焊中的应用

杨 峰

(太原钢铁(集团)有限公司复合材料厂, 山西 忻州 035500)

摘 要: 不锈钢爆炸复合板挖补焊接中的过渡层、复层通常用手工电弧焊焊接,存在生产效率低、工人劳动强度大的问题,对此,通过分析药芯焊丝气体保护焊的工艺特点,选取合适的焊接工艺参数,开展焊接工艺试验,检验焊缝理化性能,并对其微观组织进行分析,研究药芯焊丝气保焊在复合板挖补焊中的应用。试验表明,采用该方法焊接的试样各项性能满足标准要求,在实际生产中,需要根据实际情况对工艺进行调整,以获得最佳的作业方法。

关键词: 不锈钢爆炸复合板;药芯焊丝;挖补焊

中图分类号: TG446⁺.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-1152(2023)08-0033-02

0 引言

药芯焊丝气体保护焊(FCAW-G)是一种高效、节能、经济的焊接方法,与实心焊丝气体保护焊相比,焊接飞溅小、焊缝成型美观、钢种适应性强;与手工电弧焊相比,生产效率高、综合成本低^[1]。近年来,随着国内药芯焊丝的成功开发,药芯焊丝气体保护焊已经在工程批量生产中得到推广应用。不锈钢爆炸复合板未结合部位的挖补焊接通常采用传统的手工电弧焊(SMAW),在清除未结合部位复层后先焊一层过渡层,再焊复层,但该方法作业效率低,工人劳动强度大,焊接质量易受工人技能水平影响。因此,研究药芯焊丝气体保护焊在不锈钢爆炸复合板挖补焊中的应用,改进挖补焊工艺,可提高作业效率,降低生产成本。

1 工艺特点

不锈钢复合板的挖补焊属于耐蚀层堆焊,不仅要求焊缝具有合格的力学性能,而且要有良好的耐蚀性能。焊接时,基层碳钢对复层耐蚀层的稀释和碳元素的扩散会降低基层的耐蚀性,因此焊接时需先用高牌号的焊材焊接过渡层,再使用与复层匹配的焊条焊接复层,采用多层多道焊的方式来降低基层对复层的稀释。通过查阅文献,对比两种焊接方法的特性可知,药芯焊丝气体保护焊熔深大,热输入高。这些都会对耐蚀堆焊层产生不利影响^[2],因此需要选取合适的焊丝直径和焊接参数,在实验中需要把握一定原则,即焊接电流不宜过大;将焊层厚度控制在 1.5~2.5 mm;严格控制层间温度。

2 焊接试验

2.1 试验焊材

试验用过渡层焊丝为 E309MoLT1-1,复层焊丝为 E316LT1-1,执行标准为 GB/T 17853—1999,焊丝直径为 1.2 mm,焊材化学成分如表 1 所示。

2.2 试验母材

本次试验的母材为生产中常见的不锈钢复合板,

表 1 药芯焊丝化学成分

焊接材料	w(C)/%	w(Si)/%	w(Mn)/%	w(P)/%	w(S)/%	w(Cr)/%	w(Ni)/%	w(Cu)/%	w(Mo)/%
E309MoLT1-1	0.030	0.36	1.18	0.009	0.002	23.20	13.52	0.05	2.58
E316LT1-1	0.022	0.126	1.30	0.021	0.003	17.34	12.20	0.037	2.76

材质 316L+Q245R,厚度(3+22)mm,按图 1 所示制作坡口,坡口部位将复层金属完全去除至基层深度,为 0.5~1.0 mm。

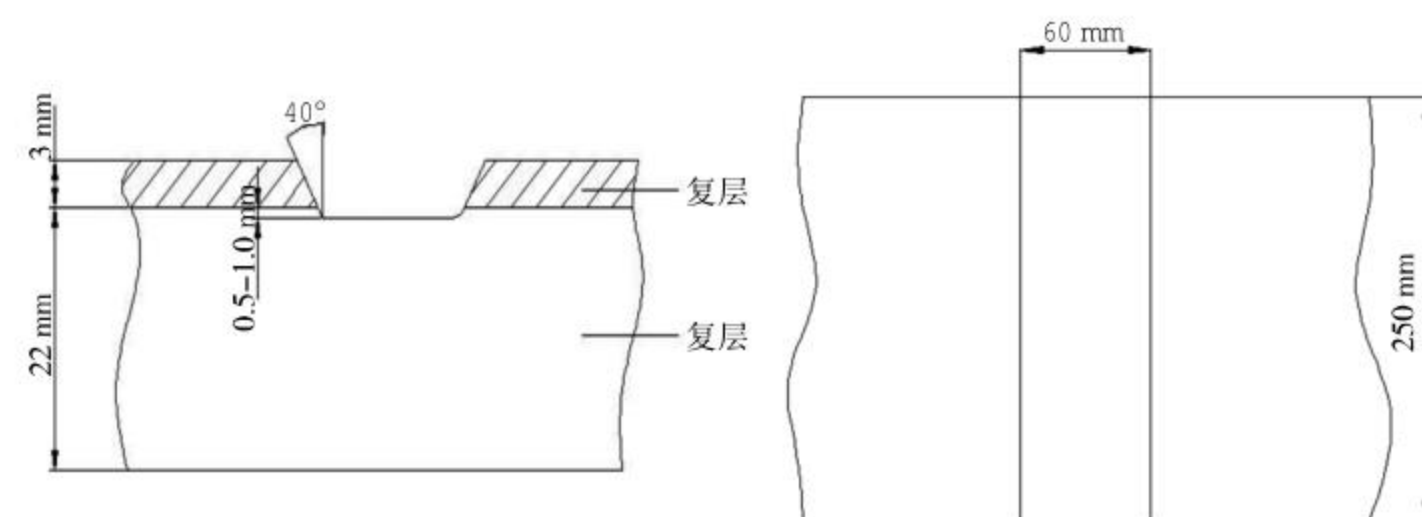


图 1 坡口示意图

2.3 焊接操作工艺

采用半自动焊法,焊枪由手工操作,焊接位置为平焊,选择后倾法焊接,焊枪与焊缝夹角控制在 60°~70°。先焊过渡层再焊复层,过渡层焊一层,每层焊缝厚度不超过 2.5 mm,将焊道宽度控制在 15~18 mm,焊道均匀搭接。试验选用 CO₂ 作为保护气体,其他焊接工艺参数如表 2 所示。

表 2 焊接工艺参数

焊层	焊接材料	电流/A	电压/V	焊接速度/(cm/min)	干伸长/mm	气体流量/(L/min)	层间温度/℃
过渡层	E309MoLT1-1	140~160	27~28	20~25	20~25	18~20	—
复层	E316LT1-1	140~160	27~28	20~25	20~25	18~20	≤120

2.4 焊缝检验

试板焊接完毕后,按 NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》对焊缝进行检验,检验项目包括外观检查、渗透检测、弯曲试验、化学成分分析。此外,还对焊缝进行了晶间腐蚀检验和金相试验。

收稿日期:2023-03-24

作者简介:杨 峰(1986—),男,山西五台人,毕业于江苏大学,本科,现为太钢集团复合材料厂技术员,主要从事复合板技术相关工作。

外观检验:焊缝共焊两层,过渡层一层,复层一层(见图 2),焊缝与母材搭接良好,无咬边、夹渣、未焊满等外观缺陷。

渗透检验:将焊缝打磨光整后,按照 JB/T 4730.5—2005 标准进行渗透检测,检验结果无裂纹、气孔等缺陷。

弯曲试验:垂直于焊接方向取 4 个侧弯试样(见图 3),弯曲直径 $d=4a$ (a 为钢筋直径),弯曲角度 180° ,试样受拉面无裂纹。



图 2 焊缝试样



图 3 侧弯试样

晶间腐蚀试验:按 GB/T 4334 E 法对焊缝进行晶间腐蚀试验,试验结果合格。

焊缝的化学成分如表 3 所示。

表 3 焊缝化学成分

w(C)/%	w(Si)/%	w(Mn)/%	w(P)/%	w(S)/%	w(Cr)/%	w(Ni)/%	w(Cu)/%	w(Mo)/%
0.03	0.53	1.19	0.024	0.003	17.66	12.42	0.04	2.55

经对焊缝进行金相试验,显微组织如图 4 所示,而基层的显微组织如图 5 所示。

3 结果分析

针对采用药芯焊丝气体保护焊焊接的试样,为降低母材对焊缝的稀释作用,选取合金元素含量高的焊丝焊接过渡层,堆焊焊缝化学成分满足母材标准,耐腐蚀性与母材相当。焊缝组织为奥氏体 + 树枝状分布的铁素体,铁素体占比约为 7%(见图 4),这种双相组织保证了焊缝具有良好的抗裂性和塑韧性^[3],侧弯检验

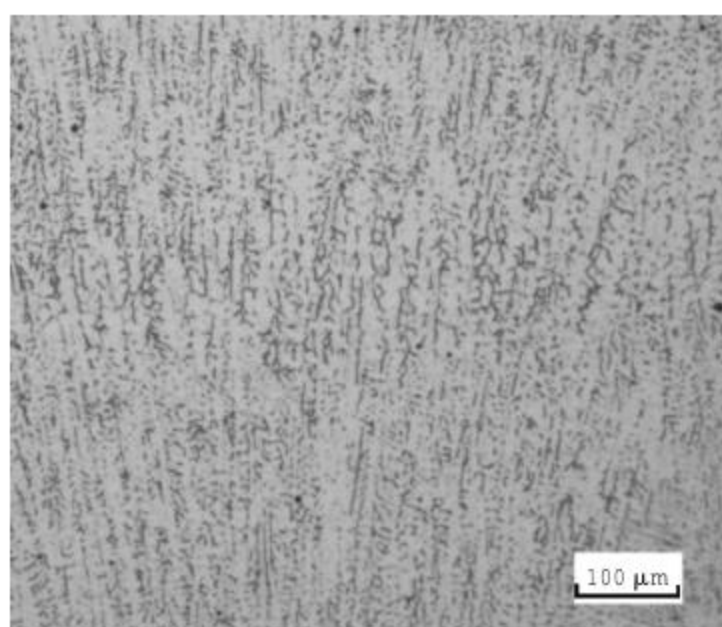


图 4 焊缝

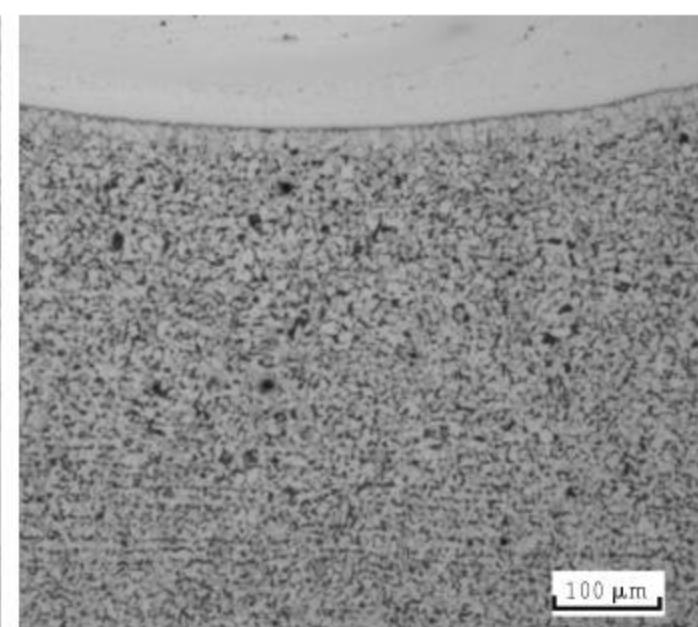


图 5 基层

合格。基层靠近过渡层焊缝部位有明显的脱碳层,脱碳层下方组织为铁素体 + 珠光体,与其他部位相比,晶粒较为粗大,再往下方晶粒逐步趋于正常(见图 5),可知在焊接热的作用下,热影响区金属发生了相变,重新结晶。

4 结论

1)制定合理的焊接工艺参数并选取合适的焊材,药芯焊丝气体保护焊可用于不锈钢复合板的挖补焊作业,实际作业效率约为手工焊条电弧焊的 3 倍左右。

2)药芯焊丝气体保护焊焊丝熔化速度快,焊层厚度不宜控制,对焊接作业人员操作技能提出了较高的要求。焊层过厚不仅热输入高,会导致热影响区性能恶化,而且不利于薄板的打底 + 盖面焊接。

3)过渡层的焊接是不锈钢复合板挖补焊的关键,为减少药芯焊丝气体保护焊熔深大、热输入高带来的不利影响,实际生产中可采用传统的手工电弧焊打底、药芯焊丝气体保护焊盖面的方法,以同时兼顾焊缝质量和作业效率。

参考文献

- [1] 陈祝年.焊接工程师手册[M].北京:机械工业出版社,2002:425-427.
- [2] 王天先.CO₂ 气体药芯焊丝堆焊测弯不合格原因分析[J].电焊机,2010,40(2):74-76.
- [3] 陈茂华,陈俊华.复合材料的焊接[M].北京:化学工业出版社,2005:16-18.

(编辑:武倩倩)

Application of Flux-cored Arc Welding in Patching Welding of Stainless Steel Compound Plate

Yang Feng

(Composite Material Factory, Taiyuan Iron and Steel (Group) Co., Ltd., Xinzhou Shanxi 035500, China)

Abstract: The transition layer and cladding layer of stainless steel explosive clad plate are usually welded by shielded metal arc welding, which has the problems of low production efficiency and high labor intensity. In this regard, by analyzing the process characteristics of flux cored wire gas shielded welding, selecting appropriate welding process parameters, conducting welding process tests, inspecting the physical and chemical properties of the weld seam, and analyzing its microstructure, the application of flux cored wire gas shielded welding in composite plate repair welding is studied. The experiment shows that the various properties of the specimens welded by this method meet the standard requirements. In actual production, it is necessary to adjust the process according to the actual situation to obtain the best operating method.

Key words: stainless steel explosion clad plate; flux cored wire; patching welding