

激光—同轴电弧复合焊接热源焊接

陈彦斌 徐庆鸿 苏彦东

(哈尔滨工业大学)

摘 要 在建立和研究空心钨极电弧的基础上,对激光—同轴电弧复合焊接热源焊接特性进行了深入研究。试验结果表明,激光与电弧相互作用增强的效果十分显著,采用同轴电弧作为辅助热源增大焊接熔深的效力优于激光—旁轴电弧复合焊接热源焊接效果。在试验的基础上,得到了激光—同轴电弧复合焊接热源焊接熔深的变化规律。

关键词 激光; 同轴电弧; 复合热源; 焊接

0 序 言

激光焊接过程中,主要的影响因素表现在以下两方面:被焊材料的本身特性,即材料对激光能量的吸收能力,这不但与材料的物理性质有关还与材料的表面状态、材料的加热温度、光束的波长有关。另一方面,激光焊接过程中所产生的激光等离子体对激光能量的有效利用率影响极大,通常在激光焊接过程中采用侧面喷嘴吹除激光等离子体,以消除其对激光能量的损耗。但随着焊接厚度的增加,激光功率提高导致激光等离子体密度急剧增加,去除其难度越发困难,同时也带来了焊接成本的大幅度提高。

为解决激光焊接方法存在的能量利用率低、焊接厚度增大导致生产成本剧增的问题,国内外研究人员进行了不断地探索,首先由英国学者 W.M.Steen 于 80年代初提出采用激光匹配一定形式的辅助电弧所形成的激光—电弧复合焊接热源进行焊接以解决激光焊接方法存在的能量利用率低、焊接厚度增大导致生产成本剧增的问题^[1]。并通过试验验证了其可行性、有效性。美国的 T.P.Diebold 等人利用激光—旁轴 TIG 电弧复合焊接热源焊接铝合金一定程度上解决了单独采用激光焊接铝合金反射率高,焊接熔深浅的问题^[2]。日本的 J.Matsuda 等人对激光—旁轴 MIG 电弧复合焊接热源进行了研究,但到目前为止尚未得到突破性结果^[3]。

综合以往的研究结果,激光—电弧复合焊接热源中两者的配置都采用旁轴式,并存在以下问题:

(1) 焊接方向性问题

由于旁轴式配置中电弧与激光束成一定角度,引起复合热源在工件上的作用区域为非对称分布;另外,当电弧电流增大一定程度时激光与电弧的作用点产生严重分离^[4]。

(2) 电弧对激光屏蔽严重

采用旁轴电弧时,激光束要穿过弧柱才能到达工件表面。当电弧电流较大时激光束的能量损耗严重,熔深的增强效果减弱。

(3)激光-旁轴电弧复合焊接热源的工作头体积较大对焊接位置和空间要求较高。

作者在经过长期探索和研究的基础上,首次实现了激光-同轴电弧复合焊接热源的建立,并获得了实际的焊接结果。该热源中采用空心钨极所形成的电弧作为辅助热源,激光束从电弧中心低电流密度区穿过到达工件表面。试验结果表明该热源增加焊接熔深的效果明显的优于旁轴式复合热源。

1 试验装置及条件

1.1 试验设备和材料

快速轴流 CO₂ 激光系统的最大输出功率: 2kW; 脉冲频率: 0 ~ 1kHz; 光束模式: TEM₁₀; 透镜焦距: 127mm; 聚焦光斑直径: 0.2mm。

焊接电源为 PANA-TIG WP-300 DC/AC; 保护气体采用氩气; 焊接材料为 6mm 厚度的 1Cr18Ni9Ti 不锈钢板。

1.2 试验装置

如图-1. 所示

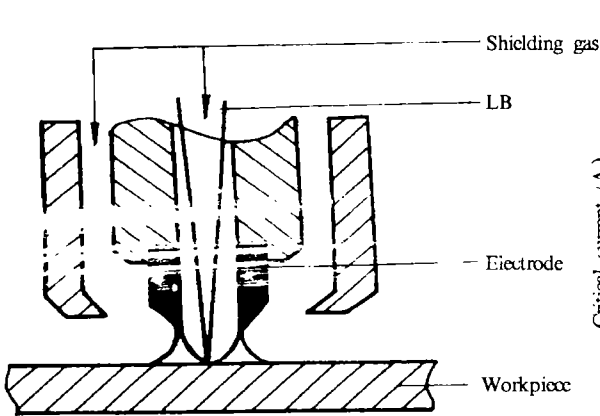


图 1 激光-同轴电弧复合热源焊接试验装置

Fig.1 Experimental arrangement for Laser-coaxial arc welding

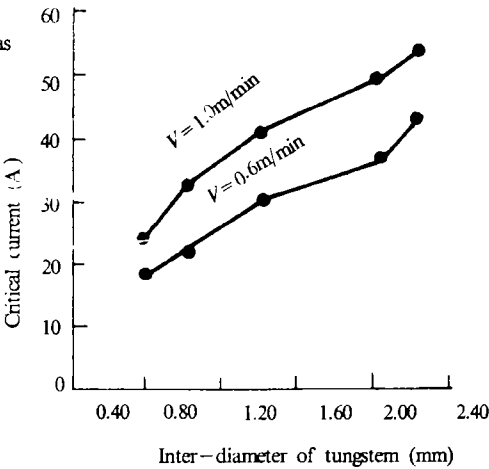


图 2 钨极内孔径与最小稳定电流关系曲线

Fig.2 Relationship between inter-diameter and min.critical current

2 试验结果及分析

2.1 空心钨极电弧特性

试验中所采用的辅助电弧为特殊形状的空心钨极电弧。试验结果表明,影响电弧稳定性的

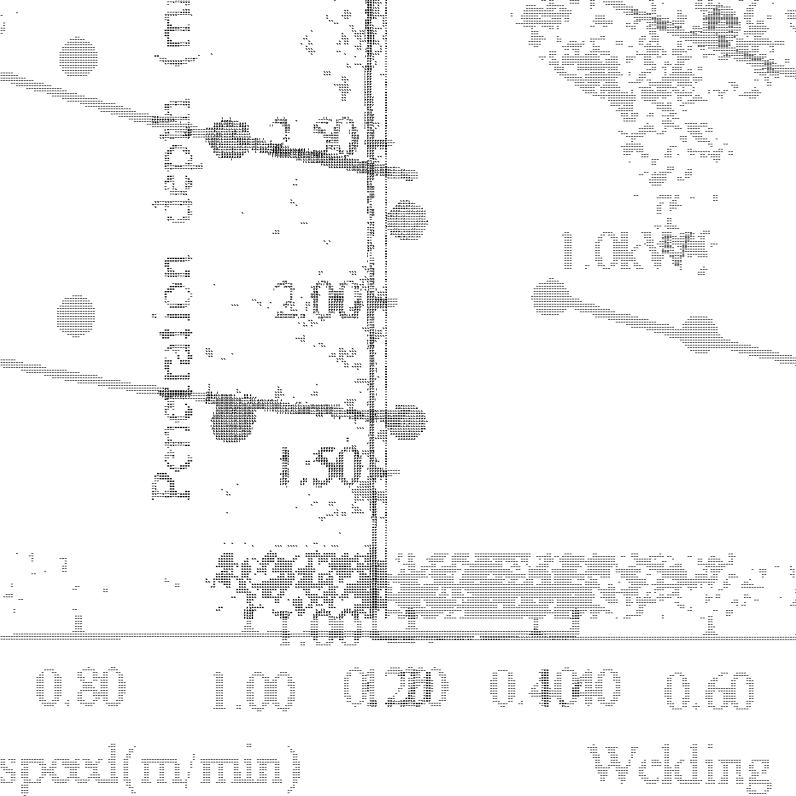
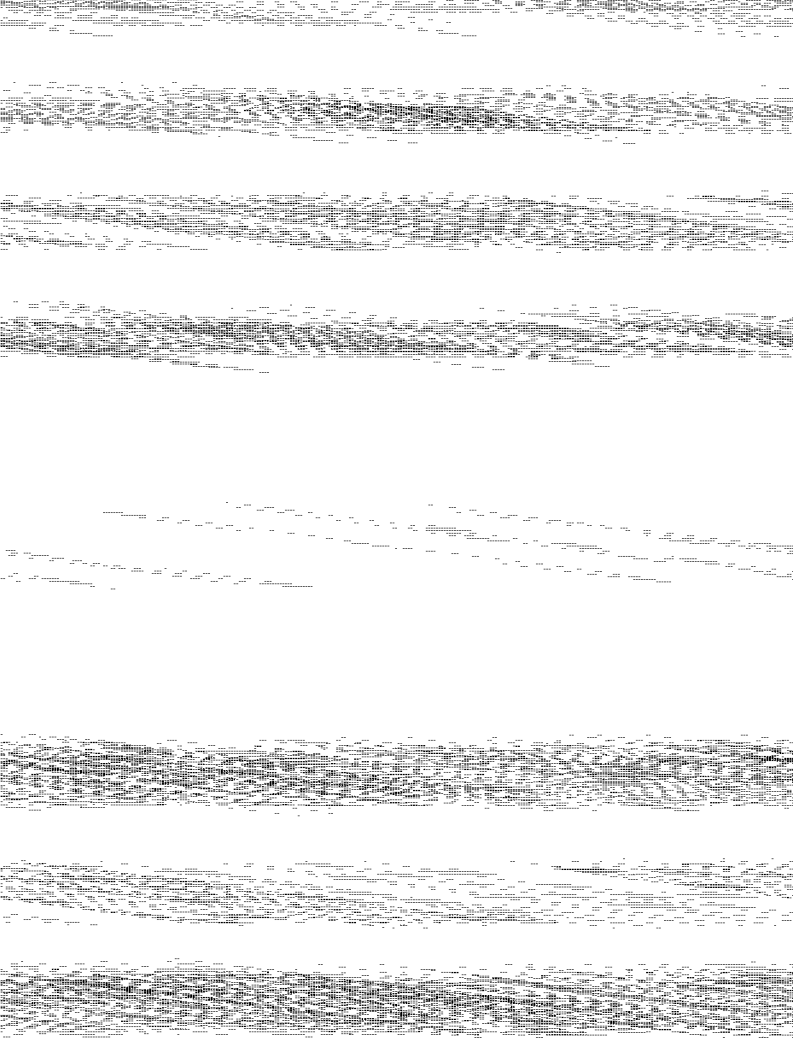


Figure 5 Relationship between welding speed and penetration depth



(3)激光—同轴电弧复合热源焊接熔深增加是两者相互增强作用的结果,而不是两者能量的简单叠加。当激光功率为 1.7kW,焊接速度为 0.8m/min,电弧电流为 60A 时,焊缝熔深达 4.2mm;而单独 1.7kW 激光焊和单独 50A 电弧焊时的熔深分别为 2.9mm 和 0.3mm。

(1995 年 8 月 10 日收到修改稿)

参 考 文 献

- 1 Steen W M. Arc Augmented Laser Processing of Materials. J. Appl. Phy. Nov. 1980, 51(11), 5636 ~ 5641
- 2 Diebold T P and Albright C E. Laser-GTA Welding of Aluminium Alloy 5f052. Welding Journal, 1984, (63): 18 ~ 24
- 3 Matsuda J, Utsumi A, Katsumre M and Nagata S. TIG or MIG Augmented Laser Welding of Thick Mild Steel Plate. Joining and Materials, 1988, (7): 31 ~ 34
- 4 Cui H, Decker I, Pursch H and Ruge J. Laserduziertes Fokussieren des WIG Lichtbogens. DVS-Berichte, 1992, (146): 139 ~ 142

Welding Application of Combined Laser—Coaxial Arc Heat Source

Chen Yanbin, Xu Qinghong, Su Yandong

(Harbin Institute of Technology)

Abstract In this article, the character of combined laser—coaxial arc heat source is deeply studied on the basis of understanding hollow tungsten electrode arc. The result states that the combined heat source has a remarkable effect on the enhancement of welding penetration due to their action each other. As auxiliary heat source, the coaxial arc has more influence on augmenting penetration depth than the non—coaxial arc. The variation rule of the welding penetration depth with the combined laser—coaxial arc is given based on the experiments.

Key words laser beam; coaxial arc; combined heat source; welding