

激光-电弧复合焊接过程中高频干扰的消除

滕文华

(中国工程物理研究院 机械制造工艺研究所,四川 绵阳 621900)

摘要:激光-电弧复合焊接过程中,由于引弧产生的高频干扰了激光器的控制系统,造成了激光和电弧不能实现复合焊接。通过分析研究高频引弧对焊接电源和激光器的干扰途径,采取相应的措施,有效地消除了高频干扰问题,成功实现了激光和电弧之间的复合焊接。

关键词:激光-电弧复合焊接;引弧;高频干扰

中图分类号:TG434

文献标识码:A

文章编号:1001-2303(2007)02-0050-03

Elimination of high frequency interference during the laser-arc hybrid welding

TENG Wen-hua

(Institute of Machinery Manufacture Technology, CAEP, Mianyang 621900, China)

Abstract: In the course of laser-arc hybrid welding, the high frequency caused by drawing arc interfered the control system which make the laser and electric arc not able to realize the hybrid welding. In this paper, the interference way to the welding power and laser of high frequency was studied, and the interference problem was eliminated by adopting the corresponding measure, and the hybrid welding between laser and electric arc was successfully realized.

Key words: laser-arc hybrid welding; arc striking; high frequency interference

0 前言

激光焊接是20世纪70年代发展起来的一种焊接新技术,与传统的TIG焊、MIG焊相比,它是一种功能多、适应性强、可靠性高的精密焊接方法。由于其较高的功率密度、焊接时低热输入量、热影响区小、变形小以及不需要真空装置,因此激光焊接具有质量好、精度高、速度快等特点,在制造行业得到了越来越广泛的应用。人们在广泛应用激光焊接技术,不断地对它进行深入研究的同时,也发现了一定的缺点:电光能量转换效率和利用率低;对焊接母材端面接口要求高,容易产生错位;容易生成气孔、疏松和裂纹;焊后在母材端面之间的接口部位存在凹陷;焊接过程不稳定等。为消除或减少单热源激光焊接的缺陷,在保持激光加热优点的基础上,利用其他热源的加热特性来改善激光对工件的加热,从而把激光与电弧进行组合,提出了激光-电弧复合热源焊接。

激光-电弧复合焊接的原理如图1所示。激光-电弧复合热源焊接时,熔池上方因激光而产生的等离子体有利于电弧的稳定。一方面,电弧电流的变化影响激光的能量损耗、束斑直径,从而影响焊接过程的锁孔效应;另一方面,电流变化影响电弧自身的膨胀特性,两方面的共同作用改变了电流密度,造成当电流达到一定临界值时焊接机制由深熔突变为热导焊,结果可显著增加焊速,坡口夹角亦减小,焊缝面积与激光焊时相近。复合焊接可提高加工效率;可提高焊接性差的材料诸如铝合金、双相钢等的焊接性;可增加焊接的稳定性和可靠性。激光-电弧复合主要是激光与TIG、MIG电弧之间的复合,通过激光与电弧的相互影响,可克服每一种方法自身的不足,进而产生良好的复合效应。国内外研究表明,与激光焊相比,激光-电弧复合焊接可显著增加焊接熔深,提高焊接速度与生产率,改善接头性能,降低焊接成本。图2为激光-MIG复合焊接与单一激光在焊接搭接接头上的差别。在激光焊接过程中,焊缝没有被完全填充产生咬边,而且在基体材料的熔深较小,焊缝宽度较窄,因此其拉伸强度

收稿日期:2006-04-17;修回日期:2006-12-20

作者简介:滕文华(1976—),男,山东青岛人,工程师,主要从事激光、电子束等高能束焊接领域的研究工作。

低。在激光-电弧复合焊接中,额外的金属被熔融,从而咬边消失并且节省了激光能量。节省下来的激光能量用于增加在基体材料中的熔深和焊缝宽度,进而可获得更佳的性能。本研究利用 CO₂ 和 YAG 激光器与 TIG 电弧复合后作为热源进行初步焊接工艺试验^[1]。

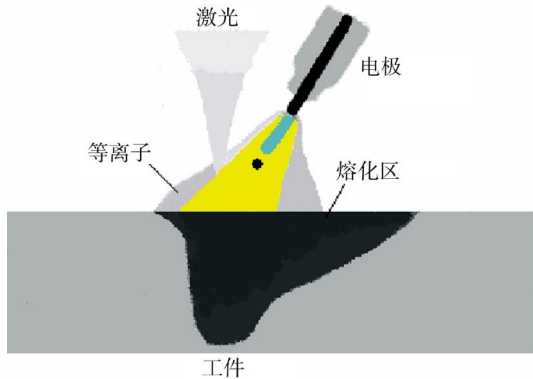


图1 激光-电弧复合焊接的原理

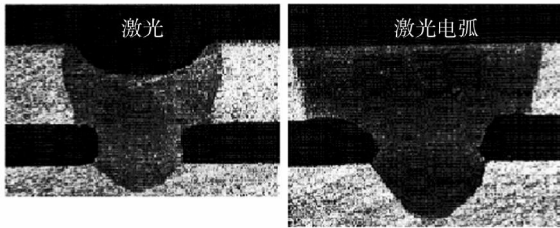


图2 单一激光、激光-电弧复合焊接搭接接头

1 焊接设备的建立

1.1 设备基本构成

在此采用 CO₂ 激光焊机或 YAG 固体激光器加旁轴式 TIG 氩弧焊机构成复合热源焊接设备,如图3所示。TIG 氩弧焊机选用日本欧地希生产的交直流两用 TIG 焊机,既可焊接有色金属,又可焊接不锈钢等黑色金属,拓宽了激光-电弧复合焊接的应用领域,电弧引弧方式采用非接触方式,利用高频振荡器产生高频高压引燃电弧,具有弧坑自动填充功能。焊枪选用柔性水冷 AW-25 型,枪体可旋转任意角度。通过设计专用工装夹具实现了该枪的装夹(见图4),建立了复合焊接系统。

1.2 复合喷嘴设计

在铝合金等有色金属的焊接过程中,为实现对焊接区域的保护,设计了复合喷嘴(见图5),实现了激光束和电弧之间的紧凑结合,同时保护气体通过环形通道流入焊接区域,采用这种结构的喷嘴不仅使焊接区域得到有效的保护,而且由于有一股非常

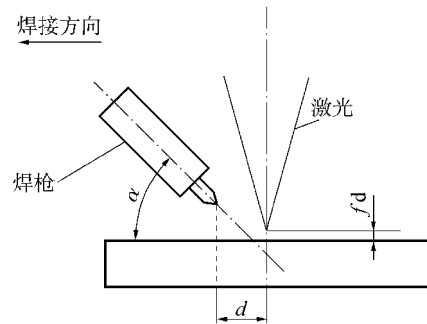


图3 激光-电弧复合热源示意

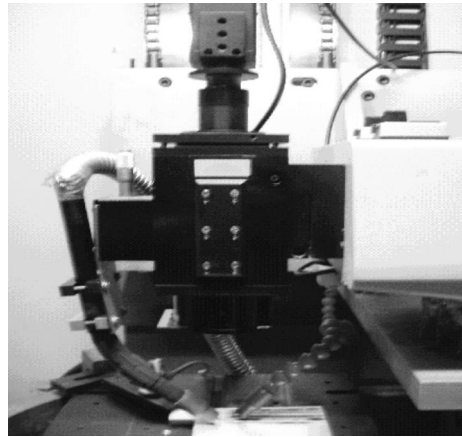


图4 复合热源焊接枪头

微弱的气流流入焊接区域的上方,防止空气混入束流,从而实现最佳的保护效果,这对焊接有色金属尤为重要。喷嘴的各部分采用螺纹连接。

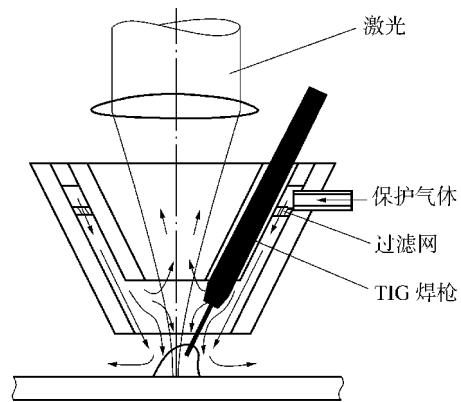


图5 复合喷嘴结构

2 高频干扰的危害

由于选用的 TIG 焊机采用高频振荡器引燃电弧,由此产生的高频对焊机本身、激光器及其控制系统都产生了极大的干扰。高频干扰属于电磁波干扰的范畴,分为传导和辐射两类。传导类型的干扰是指通过金属体、分布电感、分布电容和变压器传播的;而辐射以多种途径向外传播,如通过设备的外

壳和外壳的缝隙、设备间的连接电缆、装配不好的连接器、生锈的零件表面、编制屏蔽层的泄漏,严格的讲甚至是一根导线本身等。传导干扰和辐射干扰常常是相伴产生的,并且在干扰吸收体上相互转化⁹。在 TIG 焊机和 CO₂ 激光器复合之后焊接时,TIG 起弧瞬间激光高压开关便发生自锁,根本无法实现复合焊接。经查找原因,焊机起弧过程中高频干扰强烈,不仅从电网中,而且在空间范围内都有电磁干扰。所以为把高频干扰程度降到最低,必须从以上两个方面进行预防。

3 高频干扰的消除

根据上述对高频干扰原因的分析,在激光-TIG 复合焊接过程中,高频干扰不仅以传导的方式,而且还以辐射的方式干扰周围的电器设备。在此采取如下五种措施极好地解决了高频引弧对周围电器设备的干扰问题,成功地实现了激光与电弧的复合焊接。

(1)将焊机电源与激光器电源分离,杜绝高频电源对激光器电网的污染。

(2)焊机机壳和焊接试件分别单独接地。

在焊接过程中,由于高频感应,机壳和焊接试件将成为新的高频发射天线,通过接地使其表面上的高频感应电压通过大地被释放掉,从而削弱了其在空间发射的高频干扰波。

(3)对焊接电缆采用金属软管进行屏蔽(见图 4),最后接地。

焊机的高频振荡器通过焊接电缆输出高频电压,该高频电压将在周围产生高频电磁场,必须对焊接电缆进行屏蔽,最后通过接地释放高频干扰电磁波。经现场检验,这一措施对减弱高频干扰最为有利。

(4)合理的布线。

母材侧电缆和焊接电缆走向尽量平行,使两条电缆产生的感应电压能互相削弱,降低高频干扰。

(5)降低高频引弧过程中高频的频率和振幅。

调节焊机电流上升时间设定按钮,延长电流上升时间,使起弧时电流上升斜率缓和,从而降低了高频引弧过程中高频的强度。

4 结论

在激光-电弧复合焊接过程中,分析研究高频引弧对焊接电源和激光器的干扰途径,通过采取相应的措施有效地消除了高频干扰问题,成功实现了激光和电弧的稳定复合。

参考文献:

- [1] GRAF T, STAUFER H. Laser-Hybrid Welding[J]. Welding Journal, 2003(1): 42-48.
- [2] 王克争, 孙洪源, 李国金, 等. 高频焊接设备电磁兼容性的研究[J]. 电焊机, 1999, 29(1): 20-23.

Page 16 为头皮、头骨、内部大脑组织等,各组织厚度和介质均不相同,同时人体模型也是基于真实人体尺寸建立,不再是简单圆柱体或椭圆体几何体。并充分利用先进的计算机技术来进行大量的、复杂的数值计算来进行分析和量化。

4 结论

对电磁辐射所造成的污染,如同三废、噪声等污染一样,我国在 20 世纪 80 年代制订了《环境电磁波卫生标准》,但还没有针对低频电磁场制订通用的安全标准,更没有专门的焊接环境行业标准。所以建立符合中国国情的、便于实际工业环境或生产现场检测与风险评估的焊接环境电磁安全防护的标准和规范是一项利国利民的大事,也是焊接工作者的一项义不容辞的本职工作。

参考文献:

- [1] ICNIRP Guidelines 1998. International Commission on Non-

Ionizing Radiation Protection, Guidelines for limiting exposure in time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)[J]. Health Physics, 1998, 74(4): 494-522.

- [2] ICNIRP. Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines[J]. Health Physics, 2003, 84(3): 383-387.
- [3] prEN 50444 2004 CENELEC. Draft Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from equipment for arc welding and allied processes[C], 2004.
- [4] prEN 50445 2004 CENELEC. Draft Product Family standard to demonstrate compliance of equipment for resistance welding, arc welding and allied processes with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields[C], 2004.
- [5] Mair P. Assessment of EMF and biological effects in arc welding application[C]. International Institute of Welding, 2005: 33-43.