

## TIG 焊枪气体保护性能测定方法研究

北京航空航天大学 胡特生  
成都新都机械厂 徐耀德

**摘要** 对采用激光阴影法来显示 TIG 焊枪气体保护效果的工作原理和判断方法进行了分析、试验和研究,并就该方法对热态时气体保护效果的适用性进行了讨论。测试和实焊表明,带有斜孔导气装置的 TIG 气冷焊枪,保护性能稳定可靠,结构简单,具有推广价值。

### MEASUREMENTS FOR GAS SHIELDING EFFICIENCY OF TIG WELDING GUN

Hu Tesheng et al.

**Abstract** Principle of imaging gas shielding pattern of TIG welding gun by laser shadow process and how to judge it are analyzed and verified. Suitability of this process as used for measurement of high temperature shielding gas is discussed, too. The results show that the stable and reliable shielding gas can be obtained with a simple gas cooling TIG gun when it possesses oblique holes on the nozzle device.

**关键词** 激光阴影法 TIG 焊枪 保护效果 测试方法

## 0 前 言

TIG 焊时应用的保护气体(Ar、He 等)都是透明介质,人们曾采取染色法、烟雾法来观察保护气体的流动状态,判断气体的保护性能。由于观察到的是外加材料的运动,所以是一种间接方法,其精确程度与所显示粒子的大小和流体的热力学性质有关。其他一些方法,如测定阴极雾化区域法、用热线风速仪来测定保护气流运动速度的分布、气体层相分析,即测定保护气流的组分及其浓度分布等方法虽各有其优缺点,但都不能避免方法自身所带来的干扰。本实验所采用的激光阴影法,是一种完全无干扰的光学流场显示法,具有图像清晰直观、设备简单、检测迅速方便等特点。

## 1 激光阴影法的工作原理及测试装置

光学流场显示法是基于流体密度为流体介质折射率的函数,当光线通过后,会改变其光学相位,则在屏幕上形成不均匀的亮度,藉此可显示出流体的运动状态。

激光阴影法适用于显示高速运动气流的状态。因为高速气流变化会导致压力变化,从而影响到气体的密度变化,折射率也相应改变。由实验得知,对于运动速度为 100 m/s 以下的气流(或马赫数  $M < 0.2$ ),气体可看成是不可压缩的,压力和密度基本不变。焊接保护气流的运动速度都低于上述数值,所以在显示保护气流运动状态时,是采用  $\text{CO}_2$  气体,或者在氩气中掺入部分  $\text{CO}_2$  气体。这样,在  $\text{CO}_2$  气和空气相接触的交界

处,或者气体混合区,折射率梯度发生突变的地方,光线通过时产生了偏折,则在屏幕上显示出保护气流运动状态的影相。显示保护气流运动状态的装置以及光路设计见图 1。

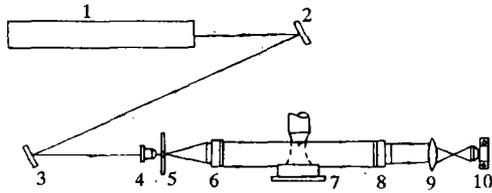


图 1 测试装置及光路示意图

- 1. He-Ne 激光器 2,3. 全反镜 4. 扩束镜
- 5. 针孔滤波器 6,8. 组合透镜 7. 测试焊枪
- 9. 复合透镜 10. 相机或屏幕

## 2 气体保护性能的判断方法

由气体自由射流的运动规律可知,从焊枪喷嘴中射出的保护气体可分为两个区域,即射流核心区和射流边界层区(混合区),如图 2。射流核心区中的气体成分为保护气体,而射流边界层中则部分地混入了环境介质的成分。为了提高焊接保护效果,希望射流核心区的空间范围越大越好,也就是圆锥形的核心区底面积越大、顶角越小越好;射流边界层区域应该呈层流状态运动,且层流长度越长越好,或者呈紊流状态运动,但其紊流度越小越好。这样才能有效地防止周围介质的卷入。

前面谈到,激光阴影法只是显示了气体折射率梯度发生变化处的明暗程度。因此,对于由喷嘴中喷射出的保护气流来说,只是出现在

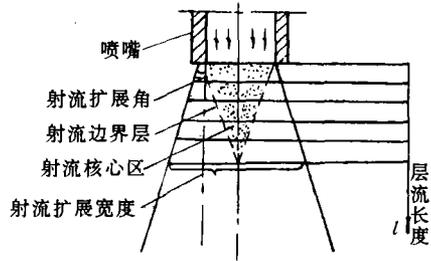


图 2 由喷嘴中流出的保护气流运动状态示意图

保护气体与周围介质的交界处;若气流呈层流状态运动时,即是在外边界处;若呈紊流状态运动时,则为混合区的紊乱程度;保护气流由喷嘴射出时的扩展情况(扩展角或扩展宽度),均可通过激光阴影法来进行显示并测量。

通过大量的试验和研究,我们认为 TIG 焊枪气体保护性能的判断和比较,可从以下特征表示:

(1)层流段长度 保护气体从喷嘴流出后呈层流状态运动的长度。层流段长度越长,保护效果越好。

(2)射流气流的紊流度或扩展宽度 在观测保护气流阴影图时,选取距喷嘴出口截面一定距离处的扩展宽度来表征气流的紊乱程度。扩展宽度越大,保护效果越差。

(3)雷诺准则数(Re) 在其他情况相同的条件下,雷诺数越大,表明保护气体的射流能力强,气流挺直度大,保护效果好。

对三种不同导气装置(图 3)的手工 TIG 焊枪气冷焊枪进行了测试,结果见图 4、图 5。

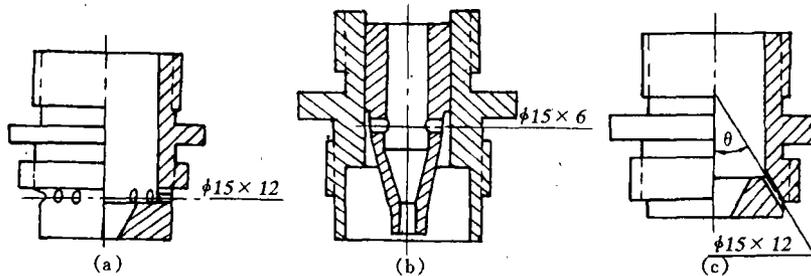


图 3 导气部分的三种形式

- (a) 径向通气型 (b) 整流罩型 (c) 斜孔通气型

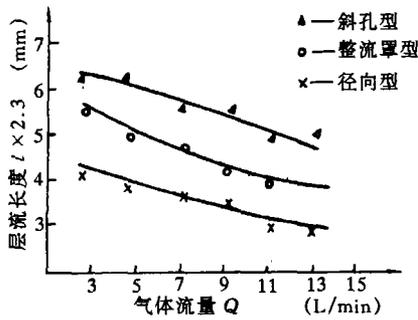


图4 层流段长度与导气装置的关系(气冷焊枪)

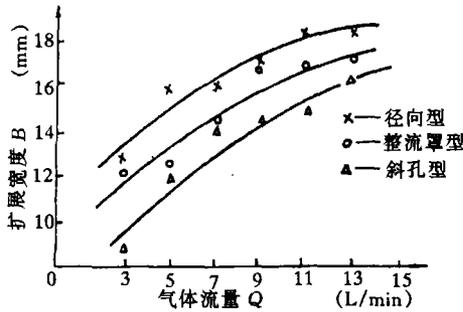


图5 保护气流扩展宽度与导气装置的关系(气冷焊枪)

由图4、图5可知,在试验条件一定的情况下,根据上述判断原则,在三种不同导气装置的TIG焊枪中,以斜孔导气型的气体保护性能最好,这是由于其保护气体运动状态的层流段长度长,气流的扩展宽度小以及雷诺数大的缘故。

### 3 讨论

以上是采用CO<sub>2</sub>或CO<sub>2</sub>+Ar气体在非焊接状态(冷态)下,对保护气流的运动状态所进行的显示和分析。下面分析焊接状态(热态)时的气流保护效果。

TIG焊接时,电弧的存在使得气流保护区域发生下述变化:

(1)由于电弧热作用,被焊工件(包括熔池)上方和电弧周围的气体被加热,并产生了热对流,其流动方向恰好与喷嘴中流出的保护气流方向相反(图6)。

(2)由于电弧中等离子流的作用,使得保护区域的中心部分气流加速,改变了保护气流运

动速度场的分布。

(3)保护气流区的外环部分,温度较低,相对于中心部分仍具有较大的粘滞力,因而对气流的受热上浮起着抑制作用。

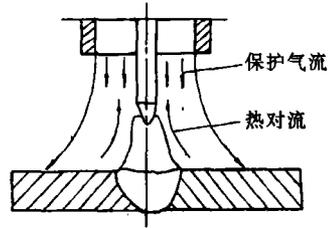


图6 焊接电弧存在时产生的热对流

在上述因素的综合作用下,热态时保护气流运动状态的特点可做如图7所示的解释和说明。即在工件上方的保护气流核心区中,电弧四周存在着一个旋涡区,它与混合区之间仅以一个较薄的气流层“b”相隔。在热态时,保护气流能否将焊接区域有效地保护起来,主要取决于气流间隔层“b”的厚度。如果气流间隔层“b”较薄,则在外界干扰下可能被冲破,使得旋涡区和混合区连通起来,从而削弱了气流的保护作用。若射流核心区域足够大,或者射流边界层呈层流状态运动,也就是相当于增大了气流间隔层“b”的厚度,保护气流抗电弧热干扰的能力增强,提高了保护效果。而保护气体的射流边界层的运动状态,射流核心区域的大小,是可以通过冷态激光阴影法测试获得。

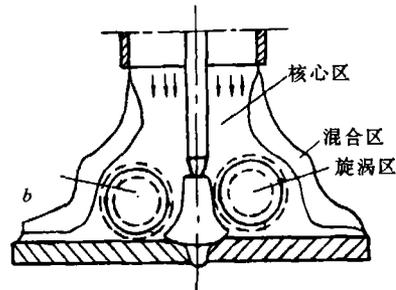


图7 焊接时保护气流运动状态示意图

综上所述,通过激光阴影法对焊枪在冷态时保护性能的测试和分析,可以判断焊枪结构

# 一种用于厚壁件焊接的跟踪传感器的研究

西北工业大学 马彩霞 陆依成 杨金孝 艾盛 朱余荣

**摘要** 研制了一种适用于厚壁件 U 形和 V 形坡口对接焊的双向焊缝跟踪传感器。该传感器对检测信号以数字量输出,具有静、动特性好,抗干扰能力强,后续处理电路简单的特点。介绍了这种传感器的结构、工作原理性能和使用考核结果。

## SEAM TRACKING SENSOR USED FOR THICK WELDMENTS

Ma Caixia et al.

**Abstract** A seam tracking sensor suited for U and V groove butt joints with functions of double direction tracing for heavy weldments is developed. The sensor possesses the features of digit output, good statistic and dynamic characteristics, anti-interference and simplified circuit of post processing. The structure, principle and application results of the sensor are introduced also.

**关键词** 双向传感器 焊缝跟踪 自动电弧焊

形式对气流保护效果的影响,并对热态时气流保护效果的好坏提出了先决条件。即是说焊枪在冷态时测得的气流保护效果好,那么在热态时,如果焊接参数(电流大小、气体流量以及喷嘴直径大小等)选择适当,因而获得了较厚的气流间隔层“ $b$ ”,则保护气流的抗外界干扰能力强,保护效果稳定可靠;反之,若冷态时测得的气流保护效果差,气流间隔层“ $b$ ”薄,因此抗干扰能力弱,则热态时保护效果也差,或者说有效保护的较窄。

对带有上述三种导气装置的 TIG 焊枪,在生产中进行了试焊,证明了该种焊枪气体保护性能测示方法和判断原则的有效性。

#### 4 结 论

(1)文中提出的焊枪气体保护性能的测示

方法是可行的,并具有设备简单,图象清晰直观,检测迅速方便等特点。

(2)提出的判断焊枪气体保护性能的方法,经过了实际焊接的验证,表明实用可行。

(3)测试和实焊表明,带有斜孔导气装置的 TIG 气冷焊枪,保护性能稳定可靠,结构简单,具有在生产中试用和推广的价值。

#### 参 考 文 献

- 1 陈克诚. 流体力学实验技术. 北京:机械工业出版社, 1983.
- 2 郑洽徐. 流体力学. 北京:机械工业出版社, 1980.
- 3 Маскимов Е Н др Автоматическая Сварка. 1982 (2).
- 4 胡特生等. 钛合金 TIG 焊枪保护性能试验研究. 金属科学与工艺. 1986(3)