

新型螺旋喷出保护气体的 焊枪喷嘴设计*

宝山钢铁股份有限公司研究院 (上海 201900) 朱双春 王宝森 马朝晖 许 轲

【摘要】 设计一种新型螺旋喷出保护气体的焊枪喷嘴,在普通的圆柱形气体保护焊枪喷嘴末端喷嘴内侧加工形成一定数量的固定涡扇叶片,在一些对于防止空气卷入要求较为严格的焊接应用场合,焊枪喷嘴末端采用双层结构,焊接过程中这样的喷嘴结构将保护气流螺旋喷出,形成螺旋搅拌力作用到熔池上,以达到搅拌焊接熔池、细化晶粒、提高焊缝性能的目的。在试验室制作了一个 TIG 焊接用的螺旋焊枪喷嘴,并通过 B409L 冷轧不锈钢板进行 TIG 焊接试验验证,具有细化晶粒效果。

焊接熔池由于具有熔池体积小、冷却速度大且在运动状态下结晶的独特结晶条件和特点,因此很容易形成粗大的柱状晶粒焊缝金属,同时很快的冷却速度造成已结晶的焊缝金属中化学成分来不及扩散,合金元素的分布不均匀,出现偏析现象,这些对于焊接接头性能会产生不利的影响。

通过冶金和工艺措施控制结晶过程可以改善焊缝金属的组织,从而细化晶粒并减少化学成分的不均匀性。目前在细化焊缝晶粒,改善焊缝组织的各种方法中,除变质处理和调整焊接工艺外,还应辅以振荡处理。但目前低频振荡、超声振荡和电磁振荡一般情况下均需要添加额外的设备,对于电磁振荡搅拌处理效果还受到周围电子设备的电磁场影响,均须增加额外的设备和调试成本。因此从其他途径来细化焊缝晶粒减少焊缝化学成分不均匀性也成为一个研究重点方向。本文所设计焊枪喷嘴在气体保护焊接时,利用特殊的喷嘴结构来促成螺旋保护气体流的形成,以形成螺旋吹力来搅拌焊接熔池,达到细化晶粒减少熔池区域化学成分不均匀性,从而提高焊缝金属的性能,全面改善焊接接头的质量。具有实现简单,无需添加额外设备的优点,且利用螺旋保护气体来搅拌熔池不受周围磁场的影响。

1. 气体保护焊枪喷嘴现状

气体保护焊枪喷嘴目前主要根据不同的应用情况从

喷嘴形状和喷嘴材料两个方面来开展研究和选择应用。

气体保护焊接喷嘴形状主要有三种,分别是圆柱形、扩散形和收敛形,分别如图 1a、图 1b 和图 1c 所示。这些形状的喷嘴都是通过改变流过喷嘴的保护气体气流的流速,来达到调整气流挺度以及保护效果。其中圆柱形喷嘴在气体保护焊中得到最为广泛的应用,扩散形喷嘴应用情况很少见。而收敛形喷嘴中气流在喷嘴出口处的流速,由于截面面积缩小,流速比原始流速高,它的有效保护范围虽有减少,但气流的流速和挺度均有所增加,气流引起的对液态金属的作用也较大,具有很好的保护效果,因此在某些领域也能够得到推广应用。

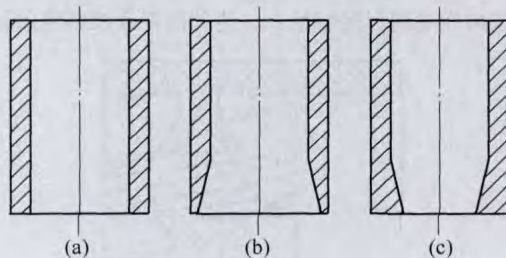


图 1 气体保护焊接喷嘴形状

一般情况下熔化极气体保护焊接采用铜合金喷嘴材料,非熔化极气体保护焊接采用陶瓷材料,目前也有研究者将陶瓷应用于熔化极气体保护焊接,但应用较少。

现有气体保护焊接喷嘴技术主要还是从保护效果或是为了方便焊接操作来考虑设计,没有考虑到可以将保

* 编者按:此文获焊接技术工程应用征文二等奖。

护气流螺旋喷出，形成螺旋搅拌力作用到熔池上。

2. 喷嘴设计

采用一种特殊的气体保护焊枪喷嘴结构来实现螺旋喷出焊接保护气体流以达到搅拌焊接熔池的目的，这里把这种特殊的气体保护焊枪喷嘴称之为螺旋焊枪喷嘴。

在普通的圆柱形气体保护焊枪喷嘴末端内侧加工形成一定数量的固定涡扇叶片，涡扇叶片数量根据喷嘴口径大小一般选择 3 ~ 15 个，结构示意图见图 2。图 2 所示为 6 个固定涡扇叶片，涡扇叶片的螺旋角可根据喷嘴口径的大小和喷嘴长度来选择，一般在 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 范围内。

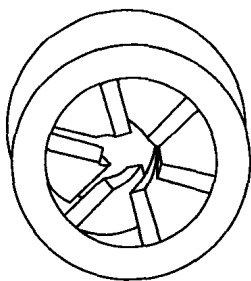


图2 螺旋焊枪喷嘴末端结构示意图

在涡扇叶片中间的圆柱孔是用来通焊丝或钨电极的。图 3 所示为喷嘴正视图，圆柱孔的直径 d 应比焊丝或钨电极的直径大 1 ~ 5mm。图 4 所示为喷嘴喷出保护气体的端部侧面剖视图，涡扇叶片长度 L 一般应在不干扰保护气体

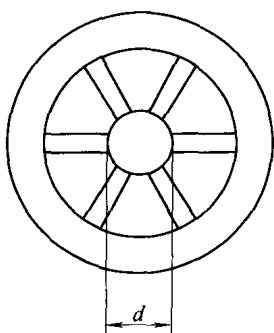


图3 喷嘴正视图

通入喷嘴的情况下尽可能长一些。在这些涡扇叶片的作用下，从焊枪喷嘴喷出的保护气流就会螺旋喷出焊枪喷嘴，进而作用到焊接熔池上，达到搅拌焊接熔池的目的。

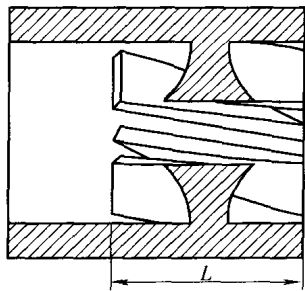


图4 喷嘴喷出保护气体的端部侧面剖视图

对于不同的应用场合只需改变喷嘴口径、涡扇形状尺寸、涡扇数量和保护气体流量等参数，即可达到很好的搅拌焊接熔池、提高焊接接头性能的目的。由于形成

螺旋保护气流，很容易将周围空气卷入，因此对于一些对于防止空气卷入要求较为严格的焊接应用场合，可对焊枪喷嘴末端采用双层结构，此双层焊枪喷嘴末端结构示意图如图 5 所示，在螺旋保护气流外围形成一层保护气流的近似层流层。

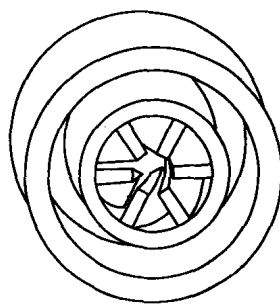


图5 双层螺旋焊枪喷嘴末端结构示意图

3. 应用焊接试验验证

近年来，汽车轻量化、高性能化的发展过程中，铁素体不锈钢在汽车排气系统中得到广泛的应用。汽车排气管用铁素体不锈钢焊管可以用激光焊、高频感应焊和 TIG 焊接等。激光焊管和高频感应焊管性能较好，在焊管随后制作汽车排气系统的工序表现出优良的弯曲、拉伸、扩管等力学性能以及使用过程中表现出优良的耐腐蚀和抗疲劳的性能。但由于激光焊管和高频感应焊管生产线设备成本、运行维护成本等都很高，目前国内仅有宝钢等几家单位具有这样的激光焊管生产线，因此国内大量应用的还是 TIG 焊接的汽车排气系统用的铁素体不锈钢焊管。由于铁素体不锈钢本身在焊接热过程中晶粒容易长大，特别对于 TIG 焊接来说，焊接速度较慢，能量密度较低，因此焊接过程中热输入较大，晶粒长大较激光焊管和高频感应焊管更为明显，对于汽车排气系统用铁素体不锈钢焊管的性能会有很大的负面影响。针对这种情况我们在试验室制作了 TIG 焊接用螺旋焊枪喷嘴，应用此焊枪喷嘴焊接铁素体不锈钢来验证螺旋焊枪喷嘴的焊接效果。

螺旋焊枪喷嘴进行的铁素体不锈钢 TIG 焊接与普通焊枪喷嘴的铁素体不锈钢 TIG 焊接进行对比试验。试验室制作的 TIG 焊接用螺旋焊枪喷嘴孔径为 7 号 TIG 焊枪喷嘴尺寸，孔径均为 11.5mm，圆柱孔的直径为 3.5mm，涡扇叶片的螺旋角为 20° 左右，见图 6b 所示。图 6a 为对比焊接试验用的普通 TIG 焊枪喷嘴实物。

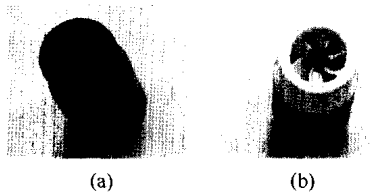


图6 喷嘴实物

秦山核电二期扩建工程反应堆堆内构件钴基合金堆焊工艺改进^{*}

中国核动力研究设计院核反应堆系统设计技术国家重点实验室

(四川成都 610041) 王庆田 许 斌 何大明 李 燕

【摘要】 首先讨论钴基合金堆焊容易出现冷、热裂纹的原因, 然后从冶金以及工艺方面分析探讨了提高熔敷率、降低稀释率(冲淡率)以及防止堆焊冷、热裂纹的可行性措施。对堆焊层进行金相检验及硬度测量, 结果满足秦山二期扩建工程钴基合金堆焊的设计要求。

堆内构件是核反应堆压力容器内部重要的支承部件, 为确保定位精度和防止疲劳破坏, 限位间隙必须控制。吊篮筒体上部内壁上的4个堆芯上板导向销, 位于45°、135°、225°和315°处, 为堆芯上板提供精确定位, 保持与堆芯下板的一致性。吊篮筒体下部的4个径向支承键, 位于0°、90°、180°和270°, 这4个径向支承键与压力容器下部4个径向支承键槽相配合, 防止吊篮径向移动和周向转动。既然是定位键, 键和槽之间要求保持一定的间隙(上堆芯板导向销与上堆芯板嵌入键之间的间隙为 $0.152\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$, 径向支承键与键槽的装配间隙为 $0.25^{+0.025}_0\text{mm}$)。在正常的换料检修以及运行工况下, 由于激励源(包括湍流、漩涡脱落振动、主泵引起的压力

器下部4个径向支承键槽相配合, 防止吊篮径向移动和周向转动。既然是定位键, 键和槽之间要求保持一定的间隙(上堆芯板导向销与上堆芯板嵌入键之间的间隙为 $0.152\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$, 径向支承键与键槽的装配间隙为 $0.25^{+0.025}_0\text{mm}$)。在正常的换料检修以及运行工况下, 由于激励源(包括湍流、漩涡脱落振动、主泵引起的压力

焊接参数

喷嘴类型	焊接电流/A	电压/V	焊速/ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$
普通焊枪喷嘴	75	9.0~9.4	400
螺旋焊枪喷嘴	75	8.9~9.3	400

采用普通焊枪喷嘴进行焊接的焊接接头横向焊缝金相照片如图7所示, 晶粒度约为4~5级; 采用螺旋焊枪喷嘴进行焊接的焊接接头横向焊缝金相照片如图8所示, 晶粒度约为5~6级。可以看出, 在同样的焊接工艺条件下, 采用螺旋焊枪喷嘴进行焊接比采用普通焊枪喷嘴进行焊接能够细化焊缝金属晶粒, 从而证明采用螺旋焊枪喷嘴进行焊接能够起到细化焊缝金属的目的。

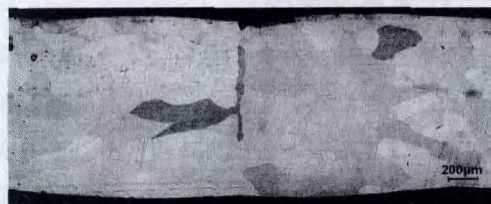


图7 普通焊枪喷嘴进行焊接的金相照片

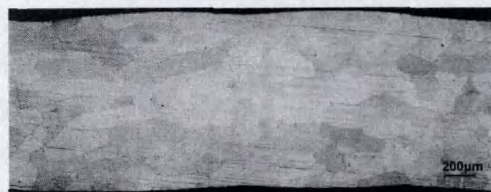


图8 螺旋焊枪喷嘴进行焊接的金相照片

4. 结语

本文设计的新型螺旋喷出保护气体的焊枪喷嘴, 通过TIG焊枪喷嘴的应用试验验证, 表明此种焊枪喷嘴能够在一定程度上搅拌焊接熔池, 以达到打断焊缝粗大柱状晶、细化晶粒提高焊缝性能的目的。**MW**

(20090929)

^{*} 编者按: 此文获焊接技术工程应用征文二等奖。