Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

大 庆 石 油 学 院 学 报
JOURNAL OF DAQING PETROLEUM INSTITUTE
第 29 卷 第 1 期 2005 年 2 月
Vol. 29 No. 1 Feb. 2005

# 15MnVR 钢 A－TIG 焊表面活性剂试验分析

李淑华[1]，龙 珍[2]，张旭昀[1]，王力霞[1]

（1. 大庆石油学院 机械科学与工程学院，黑龙江 大庆 163318；2. 大庆油田有限责任公司 天然气分公司，黑龙江 大庆 163311）

**摘 要**：通过试验，分析了单一组分表面活性剂——$SiO_2$，$TiO_2$，$Cr_2O_3$，$CaF_2$ 粉末对 15MnVR 钢 A－TIG 焊焊接熔深的影响. 分析结果表明：涂敷表面活性剂后，A－TIG 焊焊缝表面成型美观，内部无气孔、裂纹、夹渣等缺陷；其中涂敷 $SiO_2$，$TiO_2$，$Cr_2O_3$ 表面活性剂对 15MnVR 钢的焊接熔深增加不明显，而涂敷 $CaF_2$ 表面活性剂时焊接熔深可增加 2.5 倍，表面堆焊可焊透厚度为 6 mm 的钢板.

**关 键 词**：A－TIG 焊；表面活性剂；熔深；试验

**中图分类号**：TG444.74 **文献标识码**：A **文章编号**：1000－1891(2005)01－0099－02

## 0 引言

在压力容器制造过程中，低合金高强度钢板多层焊的第 1 道焊缝或管道焊接通常采用 TIG 焊（钨极氩弧焊），TIG 焊焊接质量好，焊接电弧稳定，但熔深浅，生产效率低. A－TIG 焊是活性化 TIG 焊，其方法是在普通 TIG 焊之前，在待焊母材的焊接区表面涂敷很薄的表面活性剂，在其它条件不变的情况下，可提高焊接熔深和焊接效率，拟通过试验，分析加入不同表面活性剂对 15MnVR 钢的 A－TIG 焊焊接熔深的影响.

## 1 试验方法及条件

试验材料为 15MnVR 钢，试样尺寸为 200 mm×100 mm×6 mm，表面活性剂选用单一成分的 $SiO_2$，$TiO_2$，$CaF_2$，$Cr_2O_3$ 粉末，试验用林肯 275 焊机进行 TIG 焊堆焊，焊前将待焊区用砂纸打磨，用丙酮调和表面活性剂粉末成糊状，用扁平毛刷将表面活性剂均匀涂敷在待焊区，涂层宽度为 20 mm，涂层厚度以能盖住金属表面即可，涂敷量为 2 mg/cm$^2$. 200 mm 的试件中心线前 100 mm 的焊道区不涂敷表面活性剂，后 100 mm 的焊道区涂敷表面活性剂. 试验采用同一焊接规范一次焊完，焊接规范见表 1.

**表 1 焊接规范**

| 焊接电流 $I$/A | 焊接速度 $v_w$/(mm·min$^{-1}$) | 电弧长度 $l$/mm | 电极直径 $d$/mm | 电极尖部角度 $\theta$/(°) | 氩气流量 $Q$/(L·min$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 153 | 200 | 3 | 2.4 | 30 | 6 |

在 15MnVR 钢试件焊道中心分别涂敷 4 种表面活性剂，进行 A－TIG 焊试验，观察焊接电弧形态，并沿焊缝横截面剖开，取金相试样，经研磨、抛光、腐蚀，在读数显微镜下测量每组有表面活性剂区和无表面活性剂区的熔深.

## 2 试验数据及分析

涂敷 4 种表面活性剂后，A－TIG 焊焊缝熔深、熔宽及电弧电压发生变化，试验数据及现象见表 2.

从表 2 及试验结果可知，①涂敷 $SiO_2$ 表面活性剂的焊缝与未涂敷表面活性剂的焊缝相比，焊道宽度变窄，弧坑变长、变深，焊道后部余高变高，在涂敷表面活性剂和未涂敷表面活性剂的交界处，焊道金属堆

**收稿日期**：2004－12－01；**审稿人**：张大伟；**编辑**：任志平

**作者简介**：李淑华（1956－），女，硕士，副教授，现从事金属材料的教学与科研工作.

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.co



表 2　A－TIG 焊焊接试验数据及现象

| 表面活性剂成分 | 电弧电压/V | | 熔深/mm | | 熔宽/mm | | 焊接现象 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 无表面活性剂 | 有表面活性剂 | 无表面活性剂 | 有表面活性剂 | 无表面活性剂 | 有表面活性剂 | |
| $SiO_2$ | 10.2 | 10.8 | 2.4 | 3.2 | 7.0 | 6.7 | 电弧收缩不明显，焊缝成型美观，电弧电压略有升高. |
| $TiO_2$ | 11.3 | 11.4 | 2.4 | 3.0 | 7.2 | 6.7 | 电弧收缩不明显，焊缝成型美观，有表面活性剂涂敷区反应激烈. |
| $CaF_2$ | 11.2 | 12.8 | 2.4 | 6.0 | 7.1 | 6.5 | 电弧收缩明显，焊缝成型美观，焊接中有表面活性剂涂敷区有明显的变化，操作中能感觉到熔深急剧增加. |
| $Cr_2O_3$ | 11.3 | 11.3 | 2.4 | 2.9 | 7.0 | 6.8 | 电弧收缩不明显，焊缝成型美观，电弧电压稳定. |

积较多，焊接时电弧电压有所提高. ②涂敷 $Cr_2O_3$ 表面活性剂对焊道成型的影响不明显，焊缝宽度变化不大，弧坑也无明显变化. 与未涂敷表面活性剂的焊缝相比，焊道宽度虽无明显变化，但弧坑更大. ③涂敷 $TiO_2$ 表面活性剂的焊缝的焊道外观没有明显变化，弧坑与未涂敷表面活性剂时弧坑相似. 但形成的焊缝表面成型比较平整、规则，没有出现咬边现象，比未涂敷表面活性剂的焊道成型好. 电弧电压变化不明显，涂敷表面活性剂的区域电弧反应激烈. ④涂敷 $CaF_2$ 表面活性剂对焊道成型影响较大，弧坑变化较大，焊缝的宽度变化不大，但熔深增加较明显. 焊接时表面活性剂涂敷区熔深急剧增加. 涂敷表面活性剂时的焊缝熔深和未涂敷表面活性剂时的焊接熔深对比见图 1.

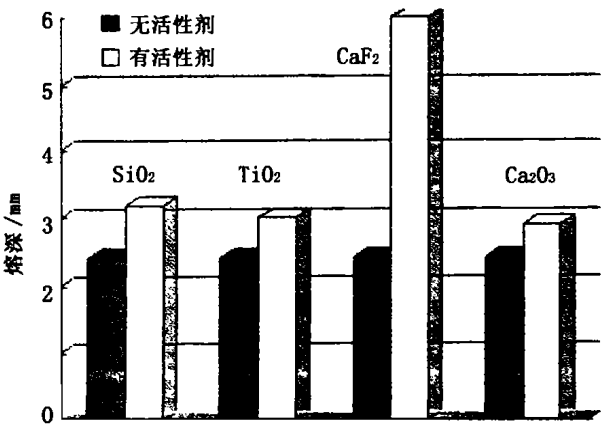


图 1　涂敷 4 种表面活性剂对 A－TIG 焊焊接熔深的影响

从图 1 可见，试验采用的 4 种表面活性剂中 $SiO_2$，$TiO_2$，$Cr_2O_3$ 对 15MnVR 钢焊接熔深增加的影响不大；而 $CaF_2$ 对 15MnVR 钢焊接熔深增加的影响较大，涂敷表面活性剂的区域全部被焊透，焊缝熔深达到 6 mm，与未涂敷表面活性剂时的熔深相比可增加 2.5 倍.

观察涂敷 $CaF_2$ 表面活性剂的 A－TIG 焊焊缝表面，无裂纹、气孔、夹渣等缺陷，X 射线探伤没有发现内部缺陷，焊缝表面成型平整，有少量黑色点状熔渣.

## 3　熔深增加的机理

在涂敷 $CaF_2$ 表面活性剂对 15MnVR 钢进行 A－TIG 焊时，电弧收缩，熔宽变窄，熔深增加，这是由于 $CaF_2$ 表面活性剂在电弧燃烧时，高温下被蒸发并发生解离，其中 F 以原子状态包围在电弧周边区域[1]，电弧周边区域温度低于电弧中心，电离度下降，电子运动速度变慢，此处电子与其它粒子发生碰撞时易形成负离子或复合成中性粒子. 而 F 原子是负电性元素，易获得电子变成负离子，F 原子在电弧外围捕捉该区域中的电子形成负离子，并散失到周围空间[2]. 负离子虽然带电量和电子相同，但因为它的质量比电子大得多，不能有效传递电荷，导致电场强度减小，根据最小电压原理[3]，电弧有自动使电场强度增加到最小限度的倾向，电弧自动收缩，截面缩小，电流密度增大，热量集中，熔化母材所需热量也增多，从而焊接熔深增加.

## 4　结论

(1)采用涂敷单一组分表面活性剂的 A－TIG 焊焊接 15MnVR 钢时，$SiO_2$，$TiO_2$，　（下转第 106 页）

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.co



入口尺寸比对曲线的变化率影响不大，主要影响曲线的起点位置. 随入口尺寸比 $D_i/D_h$（入口当量直径/旋流腔直径）由 0.18 增大到 0.22，曲线的起始点由大变小，并且变化范围比较宽. 当压降比达到 4（样机的最大值）时，不同入口尺寸比时压降比－分流比实验数据曲线基本交于一点.

## 3 结论

（1）液－液水力旋流器入口总流量变化时，压降比基本不变. 压降比随分流比的增加而相应变大，同时溢流压力下降；当分流比不变时，压降比随溢流口的直径增大而降低.

（2）在液－液水力旋流器的结构参数中，当小锥角增大时，压降比相应增大；大锥角增大时，分流比对压力的影响较敏感；入口尺寸比不同，压降比－分流比实验数据曲线的起点位置不同，入口尺寸比（$D_i/D_h$）越大，曲线越偏右.

## 参考文献：

[1] 张　炯. 水力旋流器中液体切线速度分布的研究[J]. 有色金属，1995，16(12)：32－38.

[2] 蒋明虎，赵立新，王尊策，等. 产出液预分离水力旋流器的机理及试验研究[J]. 石油学报，1998，19(4)：104－108.

[3] 刘晓敏，赵立新，蒋明虎，等. 处理含油污水的水力旋流器配套工艺[J]. 大庆石油学院学报，2002，4(1)：65－68.

（上接第 100 页）

$Cr_2O_3$ 表面活性剂对 15MnVR 钢焊缝熔深的影响不大；$CaF_2$ 表面活性剂对焊缝熔深增加影响大，熔深是无表面活性剂时的2.5倍.

（2）采用涂敷 $CaF_2$ 表面活性剂时，15MnVR 钢 A－TIG 焊电弧有收缩现象，在电弧高温下表面活性剂被分解，F 以原子状态包围电弧而形成负离子，迫使电弧收缩，电流密度增加，电弧热量集中，熔宽略有减少，熔深增大.

## 参考文献：

[1] Paskell T, Lundin C. GTAW flux increases weld joint penetration [J]. Welding Journal, 1997, 76(4): 57－62.

[2] 杨春丽. TIG 电弧活性焊接现象和机理研究[J]. 焊接，2000，21(4)：12－14.

[3] 胡特生. 电弧焊[M]. 北京：机械工业出版社，1996. 25－26.