渗铝钢的 TIG 焊接工艺研究

郭必新，杜晓伟
（空军第一航空学院，河南 信阳 464000）

摘　要：分析了渗铝钢的焊接性能，在大量实验的基础上，提出了渗铝钢的 TIG 焊接工艺，有效地防止了焊缝裂纹的产生，保障了焊接接头的耐腐蚀性能。

关键词：渗铝钢；TIG 焊；焊接接头

中图分类号：TG444⁺.74　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001-3814(2010)19-0173-02

Study on TIG Welding Process for Alumetized Steel

GUO Bixin, DU Xiaowei
(*First Aviation College of Air Force, Xinyang* 464000, *China*)

Abstract: The weldability of alumetized steel was analyzed, TIG welding process for alumetized steel was put forward on the basis of many experiments, the welding crack was effectively prevented, the corrosion resistance of the welded joint improves.

Key words: alumetized steel; TIG welding; welded joint

渗铝钢是指在钢材表面渗入 0.10～0.5 mm 铝而形成铁铝合金层的新型复合钢铁材料[1]。渗铝钢具有优异的抗高温氧化性和耐腐蚀性，因而被广泛应用于石油、化工和航空等工业部门。工作中，我们遇到渗铝钢管与法兰盘（钢管为低合金 Cr5Mo 渗铝钢，法兰盘为 45 钢经渗铝处理）的焊接难题，接头型式如图 1 所示，采用普通的电弧焊，在焊缝及近缝区易出现裂纹及熔合区耐蚀性能下降等现象。经过反复试验，采用 TIG 焊工艺取得了满意的焊接效果。

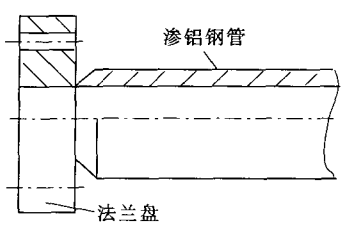

图 1　焊接接头示意图
Fig.1　The figure of welded joint

1　焊接性分析

Cr5Mo 渗铝钢管内、外壁渗层厚度为 0.12～0.16 mm。由于铝本身的化学性质较为活泼，渗铝钢覆层的组织、化学成分、熔点、导热性能与基体金属差异甚大，因而采用熔化焊时易带来以下几方面的问题：

（1）接头裂纹。渗铝钢焊接后在焊缝区或熔合区易产生裂纹。这是因为铝是铁素体化元素，焊接时渗层中铝元素的熔入易使焊缝和熔合区出现低熔共晶体；另一方面该部位塑性与韧性下降，从而导致裂纹的产生。

（2）熔合区耐蚀性下降。由于焊缝区熔合不良或熔合区附近渗层中铝元素含量降低，易导致渗铝钢焊接接头区域耐蚀性能的下降，影响渗铝钢焊接结构的使用寿命。

（3）焊缝背面（内壁）含铝量降低。由于焊接时加热温度高，渗层中铝元素的氧化与烧损，且焊后无法再用喷涂和其他方法重新处理，造成导管内壁耐蚀性能下降。

解决渗铝钢焊接时存在的上述问题，可采取以下措施：①焊前将接头处的渗铝层去掉，焊后在焊接区域再喷涂一层铝；②选用填充材料时，必须具有良好的塑性、韧性以及优良的抗裂性能（如不锈钢焊丝或专用焊条），以防产生裂纹；③焊接时应采用小的焊接线能或必要的工艺措施，减小熔合区附近铝元素的降低；④选用能量密度较为集中的焊接方法，以减小焊接热影响区和焊接应力，如选用 TIG 焊或等离子弧焊方法。

收稿日期：2010-04-21

作者简介：郭必新（1962- ），男，江苏如东人，大学本科，副教授，主要从事焊接工艺的教学及研究；
电话：13598550009；E-mail:gbxssw@163.com

2 TIG 焊接工艺

主要工艺流程：表面脱脂→冲洗→表面除膜→涂敷焊接涂层→装配与点固→焊打底层→焊盖面层→焊后保温→焊后检验

2.1 零件表面处理

（1）表面脱脂。用丙酮或酒精溶液擦洗工件焊接部位及其附近，清除零件表面的油污等。

（2）表面除膜。先采用锉刀、钢丝刷、钢丝轮和砂布等方法打磨焊接部位及其附近表面的氧化物；然后用 10%～20%硝酸溶液浸蚀坡口表面及附近，使渗铝层与基体组织显露出来。

2.2 涂敷焊接涂层

施焊前，①在焊接坡口两侧（即法兰盘及钢管表面）涂敷白垩粉以防焊接飞溅，确保焊缝两侧渗铝层质量[2]；②在管接头内壁涂敷焊接涂层（该涂层的主要成分及配方见表 1），以对焊接熔池起托敷作用，防止焊穿和确保焊缝背面熔合区熔合良好，另外，涂层中的化学渗剂在焊接高温下迅速分解，产生的活性铝原子向焊缝熔合区渗入，以补偿焊接接头背面熔合区渗铝层中铝的烧损，达到提高焊接熔合区抗高温氧化性和耐蚀性的目的。

表 1 涂层的主要配方（质量分数，%）

Tab.1 The main component of the coating (wt%)

Al_2O_3	Al 粉	NaF	KHF_2	NH_4Cl	活化剂
余量	17～21	0.8～1.2	0.05～0.15	0.1～0.2	适量

2.3 装配与点固

按照设计要求将法兰盘与钢管装配在一起，用焊接方法进行定位点固，焊接规范参考表 2，定位焊点应尽可能小，点固后不得随意敲击。

表 2 渗铝钢管 TIG 焊接规范

Tab.2 TIG welding criterion of alumetized steel pipe

焊丝	钨丝直径 / mm	焊接电流 / A	氩气流量 /(L·min^{-1})	电源极性
Cr25-Nil3	ϕ4	100~110	8~10	直流正接

2.4 焊接

采用 TIG 焊进行焊接，焊接材料选用奥氏体焊丝。该焊丝具有较高的抗裂性，且焊后焊缝有较好的塑性和韧性[3]。焊接规范见表 2。

焊接时分为打底焊和盖面焊。打底焊时，电流要比表 2 中小 10%～15%，还须密切注视熔池动向，焊缝金属与两侧渗层充分熔合，严格控制熔池尺寸，防止焊条接头处背面出现熔合不良现象；同时还应注意氩气保护效果，焊接场所不得有气流的干扰。盖面焊时，要求焊道表面平滑美观，两侧不得出现咬边。在整个焊接过程中不能随意在渗铝钢管表面引弧，以免烧损渗铝层。

2.5 焊后处理

焊后应立即将焊接区域包扎石棉布，使其缓慢冷却，以防出现淬硬组织而导致微裂纹，特别是铬钼渗铝钢更应注意焊后缓冷。

3 焊后检验

（1）依据焊接接头强度检验标准进行试验，测得 σ_b=558.627MPa，弯曲试验（180°）无裂纹，说明接头的强度与塑性符合要求。

（2）焊接缺陷检验采用超声波检测法，焊缝无裂纹，气孔数量附合标准。

（3）耐腐蚀性试验：在盐雾试验箱中，180℃保温 120 h，其耐腐蚀性能良好。

4 结论

实验证明，焊接渗铝钢时，采用 TIG 焊接工艺，选用奥氏体钢作为填充焊丝以及合理的焊接工艺流程，其焊接接头具有良好的力学性能和耐腐蚀性能，完全满足焊接质量要求。

参考文献：

[1] 刘新田表面工程[M]. 开封：河南大学出版社，2000.

[2] 徐滨士. 表面工程及维修[M]. 北京：机械工业出版社，1996.

[3] 李亚江. 特殊及难焊材料的焊接 [M]. 北京：化学出版社，2004. 日