

飞机起落架的 TIG 焊工艺

TIG Welding Technique of Aircraft Landing Gear

空军第一航空学院 郭必新 祝长春

[摘要] 对用手工 TIG 焊方法代替目前航空部队采用的手工电弧焊(SMAW 焊)修理飞机起落架进行了初步探讨,并经试验得出了 TIG 焊的最佳焊接工艺。

关键词: 起落架 SMAW 焊 TIG 焊

[ABSTRACT] To weld and repair the aircraft landing gear by manual TIG welding instead of shielded metal arc welding (SMAW welding) which is used in air unit now is tentatively discussed. The best welding technique of TIG welding is obtained after experiments.

Keywords: Landing gear SMAW welding TIG welding

飞机起落架通常由超高强度钢制造而成,其焊接性较差。在起落架维护中,经常发现原焊接部位及其附近出现裂纹,过去一般采用手工电弧焊(SMAW)的方法进行修复,经除油、除锈、烘干焊条、焊件预热、退火、焊接、保温、回火及调质处理等多道工序才能完成。这种复杂工艺在军队野外抢修条件下很难实现,而且多年来对焊接质量也一直存在着很大争议。本课题在改进焊接方法和工艺的基础上进行了初步尝试,采取手工 TIG 焊方法代替 SMAW 焊进行起落架的修复,工艺简单快捷,焊接效果比较理想。该工艺的应用和推广,对于我军野外战伤抢修具有显著的军事价值和经济效益。

1 试验条件

1.1 试验材料

试件为主起落架支柱外筒(如图 1),材料牌号为 30CrMnSiNi2A,焊接部位壁厚为 8mm。

试件在焊前经除漆、除锈处理,然后开 70°的 V 型坡口,钝边 2mm。将试件夹持在可旋转的工作台上,进行单面对接焊。

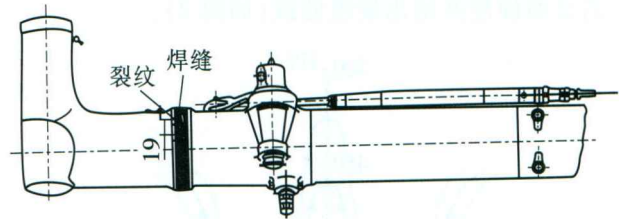


图 1 起落架支柱外筒

Fig.1 Out jack of landing gear leg

焊接添加材料分别采用了国产 HGH41 和 H18CrMoA 焊丝。

1.2 工艺规范

在工艺试验中,选用 6 组试样,分别采用 TIG 焊和 SMAW 焊方法,选用不同的规范进行焊接,以便选出最合理的焊接工艺。手工电弧焊时采用直流反接,TIG 焊采用直流正接。两种方法的焊接规范如表 1 所示。

为防止工件焊后产生裂纹和热影响区脆化,对部分试件采取了焊前预热和焊后回火热处理,见表 2。

表 1 焊接规范

试件代号	1	2	3	4	5	6
焊接方法	TIG 焊			SMAW 焊		
焊丝材料	HGH41	H18CrMoA	HGH41	H18CrMoA	HGH41	H18CrMoA
焊丝直径/mm	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
钨丝直径/mm	3	3	3	3	—	—
焊接电流/A	160	160	140	140	120	120
氩气流量/(L·min ⁻¹)	7	7	6	6	—	—

表 2 焊前预热和焊后回火规范

试件代号	1	2	3	4	5	6
预热温度/°C	180	180	230	230	230	230
预热时间/h	2	2	2	2	2	2
回火温度/°C	180	180	230	230	230	230
回火时间/h	2.5	2.5	3	3	3	3

2 显微硬度的测试与分析

起落架焊后的裂纹、脆化及软化等缺陷通常发生在热影响区,为了进一步了解 30CrMnSiNi2A 钢 TIG 焊的规律,并间接判断其组织性能、裂纹情况及软化程度,沿焊缝横截面对各试件进行取样,测出热影响区各点的显微硬度并给出硬度曲线(如图 2)。

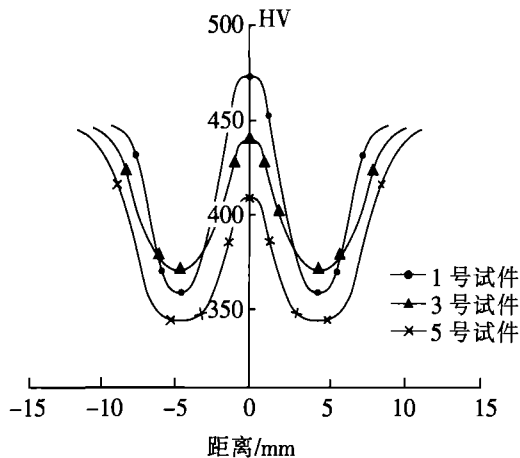


图 2 用 HGH41 焊后热影响区的硬度分布曲线

Fig.2 HAZ hardness distribution curves after welding with HGH41

从图 2 可以看出,随着预热温度的升高,TIG 焊后热影响区的最大硬度值 H_{max} 逐渐下降,即过热区的淬火组织减少,塑性、韧性提高。据资料介绍,30CrMnSiNi2A 焊前预热温度可达 250~350℃,所以如能进一步提高预热温度,最大硬度值会进一步下降,而且 TIG 焊热量集中,加热速度快,高温停留时间短,焊后热影响区的晶粒比 SMAW 焊小(以下的金相分析也证明了这一点)。所以,采用 TIG 方法焊后热影响区的塑性、韧性不会低于 SMAW 焊。

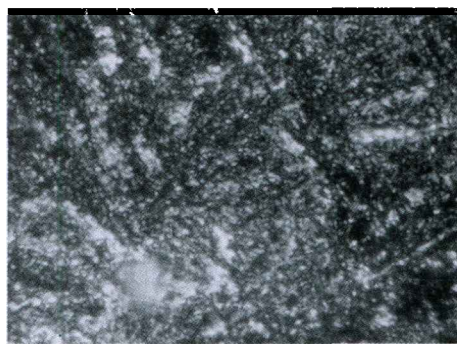
中碳调质状态下焊接的最大问题之一是热影响区的软化,从图 2 中可以看出随着预热温度的提高,TIG 焊热影响区的软化程度和宽度稍有增加但都不大,且都比 SMAW 焊小。

以上只分析了用 HGH41 焊丝焊接的试件,采用 H18CrMoA 焊接的试件也做过同样的试验,但试验数据的离散度较大,且同一试件热影响区的硬度变化没有一定的规律,有待进一步研究。但用 H18CrMoA 焊丝重复补焊 30CrMnSiNi2A 钢时,对试件 2、4、6 作对比分析也得到同样的结果。

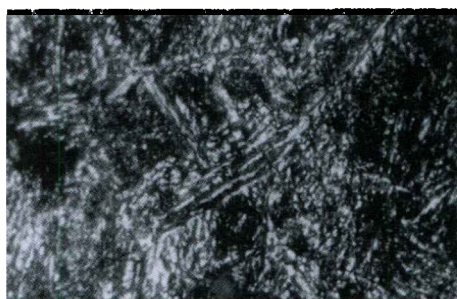
3 金相试验

由于焊缝为 HGH41,属于镍基高温合金,其成份与母材有很大差别,无法在一种侵蚀剂中同时侵蚀,只能观察热影响区的金相照片。对比分析发现,在预热温度较低的情况下(试件 1、2)热影响区中马氏体较多,易产生裂纹;随着预热温度的提高(试件 3、4)热影响区马氏体逐渐减少,而索氏体和屈氏体逐渐增多,且索氏体和屈氏体的晶粒较细,塑性和韧性较好。因此,通过预热可以减小热影响区的脆化,进而防止裂纹的产生。

选定的 TIG 焊预热温度为 230℃时,其组织与 SMAW 焊很接近,都是屈氏体+马氏体组织,且 TIG 焊的晶粒度比 SMAW 焊小,金相组织见图 3。所以 TIG 焊热影响区的机械性能比 SMAW 焊好。由于 TIG 焊对熔池的保护效果比 SMAW 好得多,所以冷裂纹倾向也较小。



(a) 试件 3



(b) 试件 4

图 3 焊后热影响区金相组织(x400)

Fig.3 HAZ metallographic structures after welding (x400)

4 结论

试验证明,采用 TIG 焊代替 SMAW 焊修理飞机起落架,具有以下优点:

(1) 焊接热影响区的软化程度和软化宽度都比较小;

(2) 只要预热温度合适,便可得到组织和性能良好的焊接接头,焊接热影响区的脆化问题是可以解决的;

(3) 焊接接头的裂纹倾向较小。

参 考 文 献

[1] 周振丰,张文钺. 焊接冶金与金属焊接性. 北京:机械工业出版社,1994.

[2] 李亚江. 特殊及难焊材料的焊接. 北京:化学出版社,2003.

[3] 姜敬先. 航空材料的焊接. 信阳:空军第一航空学院出版社,1998.

[4] 李亚江,王娟,张永喜,等. 焊接修复技术. 北京:化学工业出版社,2005.

[5] 雷世明. 焊接方法与设备. 北京:机械工业出版社,2005.

(责编 晓霖)

(上接第72页)

起来的方法。70年代初期,法国Bordeaux大学Naslain教授采用这种方法制备出了具有优异性能连续纤维增韧碳化硅陶瓷基复合材料(简称CMC-SiC)。CVI法是将具有特定形状的预制体置于沉积炉中,通入的气态先驱体通过扩散、对流等方式进入预制体内部,在一定温度下发生复杂的化学反应,生成固态的陶瓷类物质并以涂层的形式沉积于增强相表面或孔隙中,随着沉积的增多,孔隙越来越小,最终成为连续相,即陶瓷基体。在陶瓷基复合材料制备工艺中,CVI法是一种具有明显优势而被广泛应用的方法。

国外的学者对采用CVI制备氮化物材料进行了广泛的探索,而国内尚未发现这方面报道。相对于成熟的CVI SiC材料而言,CVI氮化物应用较少,这是由于CVI氮化物反应过程复杂,沉积速度快,而且CVI氮化物过程较难控制,所以还需要深入研究。国内只有作者所在的实验室开始探索CVI制备氮化硅基复合材料,分别采用碳纤维和氮化硅颗粒增韧氮化硅复合材料,对沉积工艺进行了深入的研究。

相对于其他工艺,CVI工艺具有制备温度低(对增强纤维损伤小)、成分结构可设计性好、适合制备复杂构件(如天线罩等圆锥体)等许多优势,因而特别适合用来制备氮化物透波材料和天线罩,是高性能透波复合材料的首选技术。

4 展望

高马赫数精确制导弹等高超音速飞行器的发展导致天线罩的工作环境更加恶劣,新一代高温透波材料必须具备更高的强度、韧性以及更好的耐高温和介电性能,而传统的石英材料、单相的氮化硅和氮化硼材料都不能满足要求。氮化物高温透波材料的发展趋势已很明显:(1)具有更好的耐高温、低介电和抗蠕变的新型氮化物材料,如Si-B-O-N材料,将是很长时间内研究热点;(2)在单相材料难以满足使用要求的情况下,材料的复合化是氮化物高温透波材料发展的必然趋势;(3)鉴于纤维增韧陶瓷基复合材料突出的韧性,发展商品化的氮化硅、氮化硼高温透波纤维势在必行;(4)CVI法和PIP法适于制备高性能透波复合材料,是高性能透波材料制备技术的重要发展方向。

注:本文附参考文献40篇,未一一列出,读者如有需要,请向本刊编辑部索取。

(责编 凌川)

波音787首批交付时间再次延期

据悉,波音公司将把波音787梦想飞机首飞时间推迟至2008年第二季度末,并表示首批波音787飞机的交付预计在2009年。波音787梦想飞机首飞时间已延迟预计划6个月。

预计波音787飞机延迟交付不会对波音2008年的收益预期造成“重大”影响,波音于2008年1月30日公布第四季度业绩时将给出最新的2008年收益预期。

波音商用飞机(Boeing Commercial Airplanes)总裁兼首席执行官Scott Carson表示,波音787飞机的基本设计和技术仍然是可靠的,但工厂的启动问题和扩展后的全球供应链依然存在挑战。首架波音787飞机的装配正在稳步进行中,但速度并没有得到充分提高以达到此前宣布的日程。波音将在接下来的若干个星期与其客户和供应商一起研究评估波音787飞机测试项目和进入服务时间更改所带来的具体影响,其中包括评估供应商交付更改以后的完善飞机的进程。这一推延将使波音不可能在2009年底达到交付109架波音787飞机的目标。若此,波音将面临向希望尽快得到飞机的航空公司支付数百万美元的罚款。

(本刊记者 微凉)