

某型雷达铝合金天线连接支耳焊接工艺分析

金志飞　黄春燕　曹国光

【摘要】本文通过对雷达铝合金天线连接支耳的焊接性进行分析，结合焊接试验，选取了优化的焊接参数，制定了合适的焊接工艺，进行了焊接工艺评定。评定结果表明，焊接接头力学性能良好，未发生焊接缺陷，焊接质量良好，最终应用于雷达铝合金天线连接支耳的焊接生产。

关键词：雷达；连接支耳；焊接性

1. 概述

随着雷达技术的不断发展，对雷达整体结构要求越来越高，雷达天线连接支耳是天线骨架连接边骨架的转动机构，在运输状态下，边骨架沿着连接支耳翻转收合于骨架上下便于运输，工作状态打开成天线工作面，在雷达应用中起着关键作用，如图1所示。传统的雷达天线连接支耳采用碳钢制造，质量大，耐腐蚀性差，某新型雷达采用铝合金制造天线连接支耳。由于铝合金具有重量轻、耐腐蚀性、比强度高等特点，所以目前广泛应用于航空航天、汽车、船舶、高铁等各种焊接结构生产中。本文所介绍的雷达铝合金天线连接支耳材料为5A05铝合金，针对此种材料进行了焊接工艺评定，以用于指导雷达铝合金天线的制造。

2. 5A05焊接性分析

5A05为铝镁系防锈型铝合金，不能热处理强化，退火状态塑性好。该合金的镁含量较高，强度较低，抗腐蚀性高，在工业区和海洋氛围中均有较高的耐蚀性合金冷变形可以提高强度。退火状态的塑性较高，半冷作硬化状态的塑性尚可。合金的耐蚀性好，焊接性尚可，主要采用的焊接方法为TIG焊接或者MIG焊接。5A05用于制作在液体环境中工作的焊接零部件、管道和容器

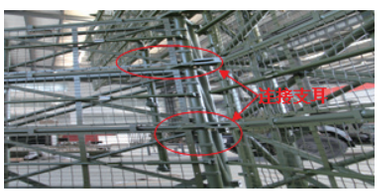


图1　某型雷达天线

典型零件焊缝截面低倍金相察照片。观察图7a与图7b，发现TIG焊缝晶粒比气焊焊缝晶粒细小很多，据此可解释TIG焊接头强度高于气焊，韧性低于气焊。并且，TIG焊焊缝与母材的过渡不如气焊平滑。因此，需严格控制TIG焊的电流值，采取小热输入焊接，并避免焊缝成形不良造成应力集中。

5. 结语

通过设计使用具有背面气体保护功能与焊缝成形控制的焊接工装，避免了小曲率U形接头TIG焊背面焊缝未熔合与成形不良缺陷，并且可以有效控制焊接变形。TIG焊接方法在典型铝合金钣金零件的小曲率半径U形接头上的应用，确保了零件装配精度，显著提高了零件生产效率、焊缝质量及产品合格率。但考虑TIG焊缝韧性低于气焊、焊缝与母材间过渡不如气焊平滑，因此，焊接过程需严格控制焊接工艺，采用小的热输入，尽量减小焊缝尺寸，避免应力集中降低零件服役寿命。

作者简介：王燕等，中航工业昌河飞机工业（集团）有限责任公司。

MW 20170519

等，还可用于制作飞机蒙皮骨架。其化学成分及力学性能如表1、表2所示。

3. 焊接试验工艺制定

（1）试验材料及设备　试验母材选取与铝合金连接支耳相同的材质5A05，试验板材加工规格为：250mm×150mm×6mm，选用焊接设备为YC—300WX3HGE MIG焊机，焊接方式采用直流反接法。

（2）试验方法　5A05铝合金的导热性强而热容量大、线膨胀系数大、熔点低、高温度强度小，给焊接工艺带来一定困难。采用热功率大、能量集中和保护效果好的焊接方法对铝合金较为合适，试验选取熔化极氩弧焊(MIG)，其焊缝金属致密，接头强度高，塑性好，可获得优质接头。

采用熔化极氩弧焊（MIG）焊接铝合金时需要填充焊丝，铝及铝合金焊丝分同质焊丝和异质焊丝两大类，从焊接结构要求选取适合母材的焊丝ER5356，焊丝直径1.2mm。焊接时，每焊一道焊缝要经过检测合格后才能进行下一道焊接，焊接过程应注意清洁保护，焊后试件采用局部锤击消除焊接应力和涂层等方法改善焊接接头耐蚀性。

（3）焊前准备　评定试件采用对接及角接两种形式，对接、角接试样坡口尺寸如图2、图3所示。焊前将母材试样坡口及周围的油污用丙酮除去，用抛光砂轮将氧化膜除去，露金属光泽。清洁焊丝以备使用，采用99.9%的Ar气作为焊接保护气体。

焊接前对试件进行点固，先将试件在平板上固定，装配时考虑焊接收缩量和焊接变形量，根据焊接要求，试件尺寸间隙≤2mm，然后进行定位焊。为保证焊缝背面成形良好，采用垫块保护。

（4）焊接参数的制定　在多次焊接试验和分析的基础上，优选出合适的焊接参数，如表3所示。

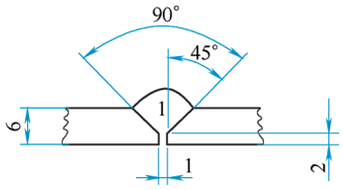


图2　对接坡口形式

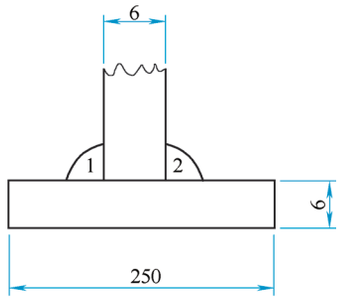


图3　角接坡口形式

表1　5A05铝合金化学成分（质量分数）　（%）

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Al
≤0.50	≤0.50	≤0.10	0.3～0.6	4.8～5.5	≤0.2	余量

表2　5A05铝合金力学性能

抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率（%）
≥225	≥110	≥15

4. 焊接工艺评定结果

试件焊接后，根据标准JB4730——2005《承压设备无损检测》、GB/T19868.1《基于试验焊接材料的工艺评定》等相关标准，进行了如下检测。

（1）焊接接头外观检查　焊接接头正面成形良好，表面无缺陷，如图4所示。

（2）焊接接头无损检测　焊缝经X射线探伤，检测比率为100%，探伤结果如表4所示。根据标准GB/T3323—2005判断，达到焊缝Ⅰ级要求。

（3）焊接接头拉伸试验　拉伸试样如图5所示，接头力学性

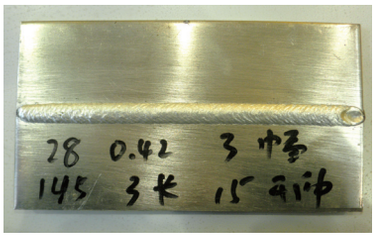


图4　焊接接头外观

表3　5A05铝合金的焊接参数

接头形式	焊道/焊层	焊接电流/A	焊接电压/V	焊接速度/cm·min^{-1}	热输入/kJ·cm^{-1}
对接	1	180	20	5.2	41.5
对接	2	200	22	10.1	26.1
角接	1	200	22	4.8	55
角接	2	220	24	10.0	31.7

表4　无损探伤结果

序号	焊缝编号	缺陷性质	级别
1	1	未发现缺陷	Ⅰ
2	2	未发现缺陷	Ⅰ
3	3	未发现缺陷	Ⅰ
4	1	未发现缺陷	Ⅰ
5	2	未发现缺陷	Ⅰ
6	3	未发现缺陷	Ⅰ

能测试结果如表5所示。焊接接头拉伸试验表明，拉伸试样力学性能均比标准大，与表1对比可知，焊接接头的力学性能优于母材，且拉伸试样断裂位置均在母材一侧，符合焊接工艺评定标准。

（4）焊接接头弯曲试验 试验设备采用万能试验机，采用侧弯试样，弯轴直径20mm，室温下进行试验。弯曲结果为：1至6号试样在弯曲负荷作用下最大的弯曲应力分别为97kN、95kN、94kN、95kN、98kN、97kN，所有试样弯曲至180°均没有出现超过3mm的开裂缺陷，符合弯曲试验评定标准。

（5）宏观金相检测 采用了断面检测，将焊缝试件取样标号，用线切割剖开焊缝，取粗、细砂纸打磨抛光后，用稀硝酸腐蚀焊缝断面观察，结果显示：焊缝饱满，根部熔透；断面未发现气孔、夹渣等缺陷，如图6所示。

5. 产品焊接

经过判定合格后，根据焊接工艺评定结果，编制焊接工艺规程，对公司的雷达铝合金天线连接支耳进行了焊接生产。焊后经过质量检测，符合设计生产要求，产品一次交验率合格。

6. 结语

（1）雷达铝合金天线连接支耳的焊接工艺评定符合相关评定标准，该生产工艺是可行的，对指导雷达铝合金天线连接支耳的焊接生产具有重要参考意义。

（2）焊接的雷达铝合金天线骨架投入使用，未发现任何质量问题。

表5 接头力学性能测试结果

试件编号	抗拉强度 / MPa
1	300
2	298
3	288
4	295
5	303
6	297

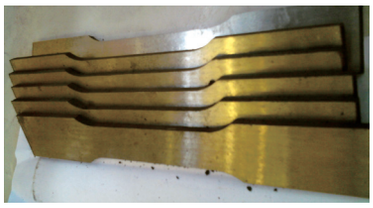


图5 拉伸试件

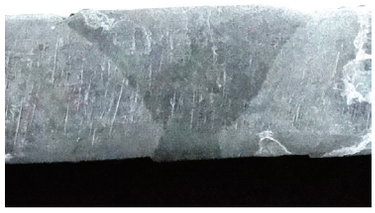


图6 宏观金相组织

参考文献：

[1] 李庆青,等.2219铝合金TIG焊接头残余应力分布[J].焊接，2016，(1)：54-57.

[2] 皱增大.焊接材料、工艺及设备手册[M].北京：化学工业出版社，2011.

[3] 高珊，等.深冷处理对5A05铝合金TIG焊接头组织的影响[J].焊接，2014，(2)：8-11.

[4] 邱葭菲，等.熔焊过程控制与焊接工艺[M].湖南：中南大学出版社，2010.

[5] 李荣雪,金属材料焊接工艺[M]. 北京：机械工业出版社，2011.

作者简介：金志飞等，安徽博微长安电子有限公司。安徽省自然科学研究项目（GFKJ2015B002）。

MW 20170504

大族激光推出新型透明塑料激光焊接系统

大族激光推出新型W421透明塑料激光焊接系统，焊接过程无需添加任何吸光添加剂，是一种洁净的连接方式，专业为透明塑料产品进行完美的焊接。系统采用模块化设计理念，集激光器、外光路运动焊接部件与具有特殊功能的夹具部件为一体，结构紧凑、操作方便、安全稳定。该系统采取多轴联动方式、采用特殊的透射焊接技术，完美地解决了透明塑料产品的洁净焊接需求。

（大族激光）



塑料激光焊接系统