

液冷箱体真空钎焊工艺技术研究

张群

安徽博微长安电子有限公司 安徽六安 237010

摘要: 某液冷箱体由多个零件真空钎焊成形, 焊后经过机械加工、化学氧化后, 焊缝处出现明显的缝隙, 若应用于产品会造成重大的隐患。通过对钎焊焊缝产生缝隙的机理进行分析, 提出改进方案, 最终通过试验解决了该问题。

关键词: 液冷箱体; 钎焊; 缝隙; 高温退火; 残余应力

1 序言

随着电子技术向高频化、集成化、高功率的方向发展, 电子设备也呈现出高性能、小型化、集成化的发展趋势。某雷达天线阵面尺寸达 $10\text{m} \times 10\text{m}$, 上面安装了大量的电子设备, 功率非常大。电子设备的大功率导致发热量大, 资料显示, 器件的可靠性对温度十分敏感, 随着温度的升高, 器件可靠性下降明显^[1]。该雷达有数百个DAM(数字阵列模块)箱体, 单个DAM箱体采取液冷形式, 通过冷却液降温。该DAM箱体材料为3A21铝合金, 内部水道为不规则的微通道, 通过真空钎焊方式将包括定位销在内的7种零件焊接为一体。由于箱体盖板较薄, 加工变形会对焊接质量产生影响, 所以处理不好会影响最终产品的焊接质量。

2 试验过程

(1) 焊接材料选择 焊接材料使用4004-O铂状焊片, 根据产品结构形式, 焊片厚度选择0.15mm。

(2) 结构形式 箱体结构形式如图1所示, 底座1厚度35.5mm, 盖板2厚度3mm。所有零件材料均为3A21铝合金, 通过真空钎焊一次装压焊接成形。

(3) 零件加工 盖板较薄, 外形不规则, 易变形, 直接采用3mm铝合金板使用剪板机下料, 然后用砂纸磨光两面, 接着加工中心加工外形, 外形加工完成后进行低温退火去应力处理, 最后与其他零

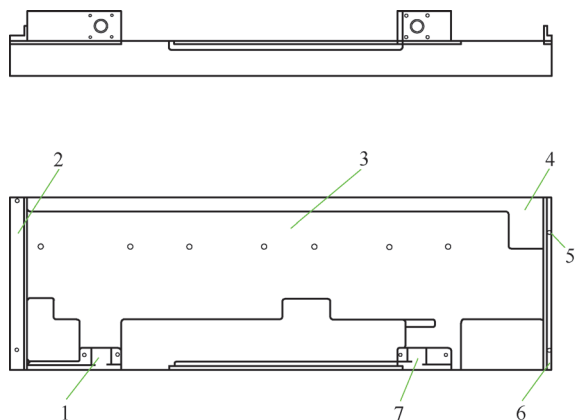


图1 DAM箱体结构形式

1.底座 2.盖板 3、6.左、右挡板 4、5.左、右转接 7.定位销
件组装焊接。定位销采用铝合金圆棒车成, 其余零件均采用高速铣加工, 其中, 底座上存在大面积焊接面, 其平面度对焊接面的钎透率有很大影响, 根据选择焊片的厚度, 平面度加工时要求在0.06mm以内。

(4) 真空钎焊 焊前对零件进行清洗, 定位销装配前使用丙酮浸泡, 其他零件装配前须经碱洗、冷水洗、酸洗、冷水洗、热水超声波清洗。装配好后, 使用一定重量的压块沿焊缝部位压实(见图2), 再进炉焊接。

3 试验结果及分析

(1) 试验结果 对钎焊完的工件进行充气检漏, 未发现漏气现象, 但焊缝部位出现微小的缝

基金项目: 安徽省自然科学研究项目(KJ2018A0892)。

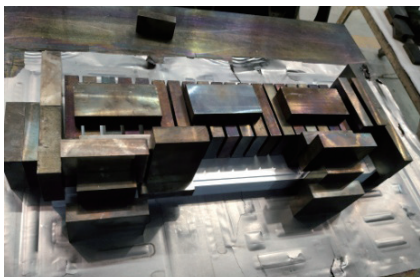


图2 压块沿焊缝部位压实

隙，经后期加工后缝隙明显（见图3椭圆内）。该处的缝隙短期内对盒体的密封性不会产生影响，但是氧化时的酸液会残留在缝隙中，很难清洗干净，随着时间的推延，会造成缝隙处腐蚀并延伸到内部，导致盒体漏液，轻则导致单个盒体报废，重则可能导致整个雷达阵面的大面积损坏，造成重大损失。

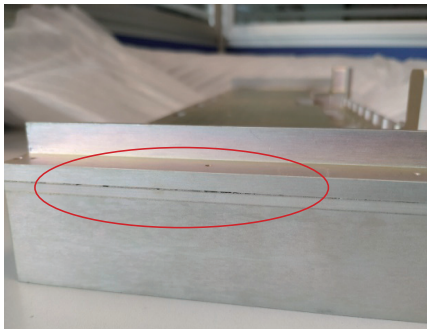


图3 焊缝缺陷

(2) 原因分析 通过查阅资料^[12, 31]，钎焊接头间隙未填满原因有以下几点。

1) 装配间隙过大或过小。装配前，所有零件均使用三坐标测量，除盖板以外，零件面精度都在0.06mm以内，盖板为薄板，韧塑性很好，使用重物可以压实。

2) 装配时零件歪斜。经检查，装配时所有零件均使用定位销或台阶定位，保证装配垂直、水平。

3) 零件表面局部不洁净。焊前对各零件经过严格的清洗程序，保证零件表面洁净。

4) 钎剂不合适（活性差、过早失效等）。真空钎焊不使用钎剂。

5) 钎料不合适（润湿性差）。母材与钎料经评定试验，不存在润湿性差的问题。

6) 钎料不足或流失、安置不当。钎料厚度0.15mm，相对来说较厚，不会不足；另外钎料是按照焊接面形状切割而成，与焊接面配合紧密。

7) 钎焊温度过低或温度分布不均匀。所用钎料

熔点559~591℃，焊接温度设定为最低一根热电偶温度598℃。热电偶经校准，误差在±3℃以内，达到焊接温度后整个炉内温差≤10℃。

经上述分析，认为装配间隙是唯一有可能导致钎焊接头缝隙的因素。相关资料^[2]表明，母材间隙是直接影响钎焊毛细填缝的重要因素，平行板间隙钎焊时，液态钎料填缝速度是不均匀的，钎料填缝前沿不整齐，流动路线紊乱。这种毛细填缝特点直接影响钎焊接头质量，形成钎缝不致密，产生夹气、夹渣等缺陷。经测量，底座平面度为0.03~0.04mm，盖板退火去应力后的平面度在0.34~0.57mm之间，平面度较差。

一般对于真空钎焊的薄盖板不做平面度要求，复查盖板工艺，盖板采取剪切下料，外形留5mm加工余量。因此，考虑盖板剪切应力在外形加工时释放造成盖板变形，在低温退火下未去除干净，在真空钎焊的高温下继续释放引起盖板变形，从而导致母材间隙过大，影响钎料的毛细填缝。

(3) 改进方案 根据前面的原因分析，制定了改进方案：剪板下料时，加工余量放大至20mm，机械加工后采取高温退火，退火温度350℃，保温40min。

(4) 改进结果 高温退火后的盖板平面度经测量为0.18mm、0.24mm、0.27mm，将改进后的盖板与其他零件装配焊接。焊接后的试件经加工后均未出现明显的缝隙（见图4），使患钎焊接头缝隙问题得到解决。

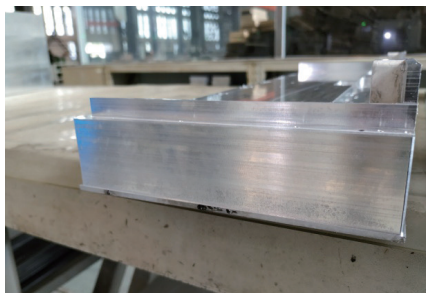


图4 焊缝无缺陷

4 结束语

对于盖板+底座形式的真空钎焊，在保证底座平面度（一般0.06mm）的前提下，盖板的残余加工应力一定要在焊前释放干净，可采取铝合金高温去应力退火处理。本产品经过多次验证，盖板的平面

光纤激光焊在42CrMo钢齿轮修复上的应用

赵小鹏, 马曼

宁波苏宏机电设备有限公司 浙江宁波 315806

摘要: 针对石油平台35CrMo钢大齿轮、42CrMo钢小齿轮的齿面缺陷修复任务, 对齿轮材质、零件现状开展了工艺修复研究。通过对CO₂气体保护焊、氩弧焊、光纤激光焊三种焊接工艺进行分析比较, 发现光纤激光焊修复齿轮缺陷优势明显。经过齿轮实际修复后的检测与试验, 取得了比较好的效果。

关键词: 激光焊; 修复; 精加工齿轮

1 序言

光纤激光焊是利用高能量密度的激光束作为热源的一种高效精密焊接方法, 其可将热输入量降低到最低需求, 热影响区金相变化范围小, 因此由热传导造成的变形也最小^[1-3]。特别是近年来国内一些厂家推出的手持式光纤激光焊设备, 具有操作简单、焊接速度快、焊缝美观、变形微小、无耗材等优点。其拖线长度可达10m以上, 不仅可满足大型零部件的焊接需求, 而且适合焊接各种金属及其合金材料、有色金属材料等。

本文针对石油平台35CrMo钢大齿轮、42CrMo钢小齿轮的齿面缺陷修复任务, 根据产品材质、结构特点, 选择CO₂气体保护焊、氩弧焊、光纤激光焊三种焊接方法进行对比试验, 确定最终的焊接修复方案, 为后续齿轮齿面缺陷修复提供有效的工艺

修复依据。

2 齿轮的参数以及焊接性能分析

该齿轮为石油平台齿轮箱二级传动齿轮, 为双联结构; 大齿轮采用环锻齿圈、腹板、轮毂焊接式, 齿圈材质为35CrMo钢, 调质硬度为210~240HBW, $m_n=12$, $z=112$; 小齿轮为整体锻造式, 齿轮材质为42CrMo钢, 调质硬度为230~260HBW, 齿面高频淬火硬度48~53HRC, $m_n=12$, $z=12$ 。齿轮精度等级为7级。

缺陷产生原因: 设备在拉载时, 因拉载钢丝绳捆扎不当, 绳头卡入齿轮啮合面, 造成齿面缺陷, 位置在齿长方向1/3处, 长度约50mm (双联总长150mm+150mm)。缺陷深度为大齿轮一侧局部齿面凹陷3~4mm, 另一侧凸出3~4mm; 小齿轮局部凹陷1~2mm, 如图1、图2所示。

度达到0.25mm以内, 能保证焊接后钎焊接头不出现缝隙, 清除了产品使用过程的隐患。

参考文献:

- [1] 朱丽娜, 梁宁. 一种航空液冷机箱集成制造工艺技术[J]. 电子机械工程, 2013 (12): 60-64.
- [2] 中国机械工程学会焊接学会. 焊选手册 (第2卷) [M]. 3版. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [3] 周运海. 6063铝合金真空钎焊工艺研究[J]. 金属加工 (热加工), 2017 (20): 68-70.

新闻记者证公示信息

根据国家新闻出版署颁布的《新闻记者证管理办法》《国家新闻出版署关于开展2020年度新闻记者证核验工作的通知》(国新出发函〔2021〕1号)文件要求, 我单位对《金属加工 (热加工)》新闻记者证持证人员进行了严格审核, 现将拟通过新闻记者证年度核验人员名单进行公示, 并接受社会监督, 公示期20天 (2021年2月1日至2月20日)。

姓名 蒋亚宝 记者证号 K11562766000002

姓名 朱光明 记者证号 K11562766000004

监督举报电话: 010-88379790

国家新闻出版署监督举报电话: 010-83138953

《金属加工 (热加工)》

MW 20201124