

铝合金研磨表面硬质阳极化工艺研究

冯 阁 何广杰 吴风岭

(新航集团 116 厂热表分厂 河南新乡 453019)

摘 要: 某些需要铬酸阳极化+局部硬质阳极化的零件, 由于其硬质阳极化面的形位公差要求较高, 在进行机加工去除铬酸阳极化膜层时, 采用研磨的方法去除铬酸阳极化膜层, 针对研磨过程中研磨膏在挤压作用下会镶嵌在金属表面, 导致在进行硬质阳极化时, 硬质阳极化膜层不能正常的生成的问题, 通过试验摸索, 提出改变硬质阳极化时压缩空气搅拌风量的方法解决此问题。

关键词: 局部硬质阳极化 研磨 研磨膏 压缩空气搅拌风量

一、前言

铝合金硬质阳极氧化膜层以其优良的耐磨性、耐蚀性和高硬度而广泛应用于航空航天领域。对很多零件来说, 需对其承受耐磨区域进行硬质阳极氧化, 而其它区域进行其它表面处理(以铬酸阳极化为例), 针对硬质阳极化面形位公差要求较高的零件, 加工的主要流程为: (1) 对零件整体进行铬酸阳极氧化; (2) 采用机加工研磨的方法去除需要进行硬质阳极氧化区域的铬酸阳极氧化膜层; (3) 对铬酸阳极化膜层进行绝缘; (4) 对零件进行硬质阳极氧化处理;

机加工研磨时, 研磨膏在研磨棒挤压的作用下, 会镶嵌在零件基体。硬质阳极化前, 由于铬酸阳极化膜层的存在, 前处理只能进行化学除油和出光处理, 化学除油和出光不能将镶嵌在基体的研磨膏去除, 导致在硬质阳极化时, 硬质阳极化膜层不能正常的生成, 膜层厚度满足不了设计的图纸要求。

我厂典型零件**8261-01, 表面处理要求为 $\phi 27.95$ 孔硬质阳极氧化 (40-60) μm , 其余面铬酸阳极化, 在机加工研磨后(零件研磨面见图 1), 由于研磨膏镶嵌在金属基体表面, 硬质阳极化时电压达到 128V, 硬质阳极化膜层厚度才达到 28 μm , 而电源额定的电压为 130V, 如果继续增加硬质阳极化时间, 则电源满足不了需求, 最终膜层厚度不符合产品图要求的 (40-60) μm 。



图 1

本篇文章主要是通过摸索并调整硬质阳极化参数, 解决目前我厂面临的此项技术问题。

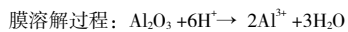
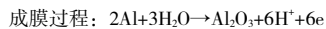
二、研究实施情况

1、理论分析

硬质阳极氧化是将零件挂在阳极, 在低温及通电情况下零件在电解质溶液中表面发生氧化反应生成氧化膜的过程。

硬质阳极氧化的主要反应如下:

阳极反应:



阴极反应: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$

注: 实际发生的反应还有很多副反应。

众所周知, 铝合金阳极化是一个膜层生成与溶解同时存在的放热过程, 而铝合金硬质阳极化, 则是在一定的条件下(例如: 低温)打破氧化膜的生成与溶解之间的平衡状态, 即降低膜层在电解液中的溶解作用, 从而获得孔隙率低、硬度高的膜层。所以硬质阳极化的电解液本身对膜层的溶解作用是比较低的, 硬质阳极化时, 作为阳极的铝合金零件在阳极氧化初始的短暂时间内, 其表面受到均匀氧化, 生成极薄而又非常致密的膜, 由于硫酸溶液的作用, 膜的薄弱点(如晶界, 杂质密集点, 晶格缺陷或结构变形处)发生局部溶解, 产生孔隙, 使金属基体能与进入孔隙的电解液接触, 电流也因此继续传导, 硬质阳极化过程也因此继续进行, 而当金属基体存在一层薄薄的研磨膏时, 研磨膏在硬质阳极化过程中, 会堵塞在膜层的孔隙中, 阻挡硬质阳极化过程中的电流传导, 增大了膜层的电阻, 导致硬质阳极化电压急剧增加, 而膜层不随电压的增加而相应的加厚, 影响膜层的生成。

2、研究思路

通过以上分析, 要解决研磨面硬质阳极化膜层偏薄的问题, 主要是解决研磨膏堵塞硬质阳极化膜层孔隙的问题, 即要解决如何将研磨膏从铝合金基体剥离的问题, 而为了不破坏铬酸阳极化膜层, 前处理不能进行碱腐蚀, 只能进行化学除油和出光处理, 而化学除油和出光不能将研磨膏剥离, 所以只能在硬质阳极化过程中剥离研磨膏, 在硬质阳极化过程中剥离研磨膏的关键则是增加硬质阳极化槽液的溶解能力, 在槽液溶解铝合金基体及硬质阳极化膜层时, 对附着在上面的研磨膏进行强制剥

离。

槽液中硫酸对零件的溶解能力,在一定范围内,是随着零件表面附近槽液的温度提升而增加的,硬质阳极化是一个放热的过程,为了维持槽液在较低的温度下进行硬质阳极化,在硬质阳极化过程中,需要采用压缩空气搅拌来对零件周围的溶液进行散热,所以,提升溶液的溶解能力,可以从改变压缩空气的搅拌风量入手。

3. 试验过程

由理论分析知,改变硬质阳极化时的压缩空气搅拌风量,可以改变零件周围的槽液温度,进而影响槽液对零件的溶解能力,故试验过程主要研究压缩空气搅拌风量对硬质阳极化膜层生长过程的影响,压缩空气搅拌风量采用风量开关开启的角度大小进行控制,电流密度均采用 $2.3\text{A}/\text{dm}^2$,每组采用 10 个试片进行试验,硬质阳极化的终止电压定为 $(70 \pm 2)\text{V}$,具体试验方案见表 1。

表 1

试片编号	压缩空气搅拌开启角度	硬质阳极化终止电压要求	备注
A1 ~ A10	开关旋开至 90°	$(70 \pm 2)\text{V}$	每组试片加工一槽,共加工三槽每槽给定的电流均为 36A
A11 ~ A20	开关旋开至 180°		
A21 ~ A30	开关旋开至 225°		

硬质阳极化完成后,抽取试片 A5、A20、A26 委托理化室进行膜层厚度及硬度检测,其中每个试片取 5 个部位进行检测,然后将五个数据取平均值,检测结果见表 2。

表 2

试片编号	压缩空气搅拌开启角度	膜层厚度 (μm)	膜层硬度 (HV)	硬阳终止电压 (V)	硬阳阳极化时间 (min)
A5	90°	64	331.5	69	117
A20	180°	35	351.7	70	69
A26	225°	31.8	357.8	71.7	60

在终止电压相同的情况下,分析压缩风量与膜层厚度的关系,绘制折线图(图 2)。

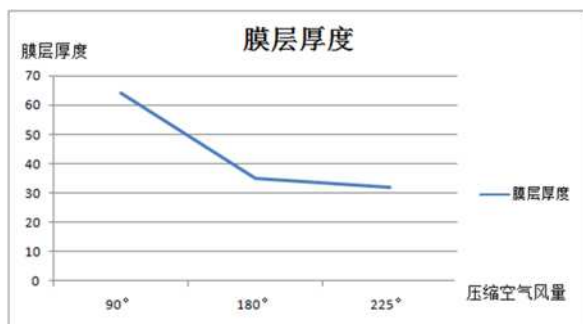


图 2

由图可知,在硬质阳极化终止电压相同的情况下,压缩空气风量越小,硬质阳极化膜层厚度越厚,硬质阳极化是一个电化学过程,符合欧姆定律,电压=电流×电阻,终止电压相同,给定的电流相同,则硬质阳极化膜层的电阻也相同,而膜层的电阻与膜层的致密性和膜层厚度成正相关关系,即膜层越致密,膜层的电阻越大,膜层厚度越高,膜层的电阻越大,在膜层电阻基本相同的情况下,A5 试片的膜层厚度 > A20 试片的膜层厚度 > A26 试片的膜层厚度,则 A5 试片的膜层致密性 < A20 试片的膜层致密性 < A26 的膜层致密性,膜层的致密性越小,即膜层的孔隙率越大,即硬质阳极化时溶液对零件的溶解性越好。

同时,由表 2 知,在需要达到相同厚度的硬质阳极化膜层时,压缩空气搅拌风量越小,需要的终止电压越低,可以有效防止硬质阳极化膜层厚度较厚时,需要的电压过高,对电源的荷载造成冲击。

对研磨过的**8261-01 进行硬质阳极化,压缩空气搅拌风量开至 90° ,其余参数不变,试验结果见报告(图 3)

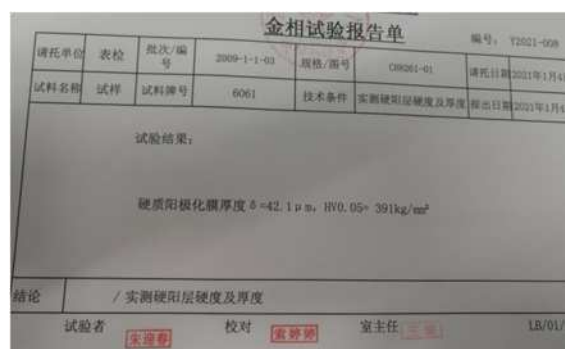


图 3

由图 3 知,膜层的厚度达到了 $42.1\mu\text{m}$,满足了设计需求。说明当压缩空气风量小时,零件表面散热速度下降,零件表面附近槽液的温度会保持在一个较高的水平,较高的温度增加了溶液对硬质阳极化膜层的溶解能力,溶解能力的增加,会使硬质阳极化膜层的孔隙率增大。孔隙率的增大使电流的传导点增多,保证了在研磨膏影响的情况下硬质阳极化得以正常的进行,同时膜层在溶解时,会强制剥离镶嵌在零件表面的研磨膏。

三、结论

1. 铝合金研磨面的硬质阳极化,可以通过减小压缩空气风量的方式,保证硬质阳极化膜层的正常生长。
2. 改变压缩空气搅拌风量,可以改变硬质阳极化槽液对零件的溶解能力。

参考文献

- [1]《铝合金表面氧化问答》[M].北京:化学工业出版社,2014
- [2]《重要无机化学反应》[M].上海:上海科学技术出版社,1982
- [3]《电镀工实用技术手册》[M].江苏:江苏科学技术出版社,2004
- [4]《电解和化学转化膜》[M].北京:轻工业出版社,1987

第一作者简介:冯阁,新航集团 116 厂热表分厂,表面处理工程师,主要从事金属表面处理相关工作。