

铝合金硫酸阳极化耐蚀性试验失败原因分析

刘旭光 刘雅楠

航空工业哈尔滨飞机工业集团有限责任公司 黑龙江 哈尔滨 150060

【摘要】 铝合金经硫酸阳极化膜孔隙度低,具有良好的防腐性能,且氧化处理不会降低工件的耐久性,能满足工件高精度、低粗糙度的要求。硫酸阳极化膜层吸附性好、易染不同颜色,因此铝合金硫酸阳极化在航空、运输等领域具有广阔的前景。

【关键词】 铝合金硫酸阳极化;耐蚀性试验;失败原因

前言

铝合金材料密度较小、导电性和导热性能良好,广泛应用于航空领域。在自然环境下,铝合金材料表面会形成一层致密的氧化层,具有一定的耐蚀性。但此膜层较薄,在实际生产应用中,无法满足铝合金材料使用的耐蚀性能要求。为了提高铝合金材料的耐蚀性、满足使用需求,通常采用硫酸阳极化的方法对铝合金表面进行防护。

1. 铝合金阳极化

将铝及铝合金制品浸入电解液中进行通电处理,以铝及铝合金制品为阳极,利用电解作用使其表面形成一层氧化物薄膜的过程,称为铝及铝合金的阳极氧化处理。铝的阳极氧化实质上就是水的电解原理。简单的说,在电解液中,铝及铝合金制品作为阳极失去电子,获得三价游离铝离子,与电解质中的氧离子结合,产生一种人们称之为氧化铝的氧化膜。阳极化膜由两层组成,内部与铝基体接触的膜层是一个薄而均匀的屏障,称为阻挡层,此膜层较薄、致密、电阻高,外面一层称为多孔层,此膜层较厚、疏松多孔、电阻低。

铝的氧化膜具有较高的耐蚀性、极强的吸附力、良好的电绝缘性,因此在各方面都获得了广泛的应用,随着研究和技术的深入,其应用范围将扩大,例如纳米材料模板和分离纳米材料。由于绿的氧化膜是多孔性膜,无论有没有着色处理,在投入使用前都要进行封闭处理,经封闭处理的氧化层,其耐蚀、抗污染、电绝缘和耐磨等性能均有了显著提升。对阳极氧化膜产生的真实反应机制是复杂的,随着研究工具的进化,新世纪的研究将在铝的阳极氧化物处理机制中取得新的突破。

2. 实验

在试验中,以预先确定的计划控制氧化电流,以控制研究电极表面的电流密度,将预加工电极注入准备硫酸溶液中,并与电压稳定器连接,调节温度和混合速度,进行氧化试验。硅铝合金阳极氧化物必须在恒定温度下

进行,使用热电浴来控制温度。初步处理对阳极氧化,特别是氧化膜的外观,膜厚度均匀性,氧化膜颜色均匀性。初步处理的主要目的是去除铝表面的混合物。同样的,对铝基体有很好的保护作用;当某个地方的氧化膜被腐蚀时,氧化膜就会失去对基体的保护作用,确定氧化薄膜的腐蚀时间可以作为比较氧化物耐药性的标准。在阳极氧化过程中,稀土金属对某些类似催化剂的中间反应产生了加速反应,加快了膜层的形成速度,并在其结构中产生了重大变化,使屏障厚度增加,结构密度增加,使阳极化膜层具有耐久性。

3. 试验失败原因分析

(1) 阳极氧化膜上的孔洞质量是一个非常重要的指标,在某种意义上反映了阳极氧化膜的孔隙性、污染和抗腐蚀性,甚至是产品生命周期的指标。铝的填充质量也可以通过分析氧化膜失重程度的方法进行。无密封的阳极氧化染色薄膜迅速溶解在特定的酸性环境中,而密封良好的薄膜可以持续很长一段时间而不受肉眼可见的腐蚀。因此,将氧化薄膜浸硫酸、铬酸溶液中,根据孔径质量来评估未封闭的质量。高硅铝合金具有许多不同的特性,但其耐久性和抗腐蚀性降低,限制了使用。铝合金中硅含量高,共晶组织中含有分散的、不均匀的硅和氧化物。由于硅不是金属,阳极氧化过程中不易溶解或发生化学反应,所以在表面产生的硅酸盐是比其他铝合金更难的结构。因此,高硅铝合金的处理质量是影响硫酸阳极氧化的重要因素之一,而技术参数则是影响薄膜密度和外观的关键因素。在不同浓度下产生的极化电位在 3.5% 的溶液中波动,在硫酸浓度较低,易燃电流密度较低,表明它更容易腐蚀。当硫酸浓度增加和减少时,电流密度就会增加,这表明氧化薄膜的耐腐蚀强度降低了,主要是因为氧化薄膜的溶解度增加了,使氧化薄膜的多孔性变得薄而多孔,从而降低了腐蚀性。

(3) 当硫酸浓度超过 200 g/l 时,填充膜层的质量较差,粉状膜层就会出现,指纹就会清晰可见。这是因为硫酸浓度高,特别是在电流密度高的情况下,会增加

细胞膜中的 SO_3 。此外，硫酸浓度高，氧化薄膜溶解度高，氧化物薄膜锥形孔大，外部孔隙增大，使得孔洞密封困难。铝合金阳极氧化物薄膜广泛用于保藏、过滤胶片表面装饰和电沉积 A1203 薄膜上的一些金属作为垂直磁性记录。硅铝合金具有良好的机械特性，但由于合金具有更多的成分，特别是高硅成分合金具有较低的抗腐蚀特性，阳极氧化处理不当，阳极氧化可能是由于粉末松弛引起的生产需要电解质温度，在电解质温度高于 25°C 的范围内。为了控制电解质的温度，通常使用冷水装置来冷却电解质，以确保氧化剂的质量。不同的封闭方法膜层的耐蚀性不同。

4.结束语

水合高温封闭可以防止侵蚀离子渗入，大大提高氧化膜的耐蚀性；硫酸的添加极大地提高了氧化薄膜、稀土离子的耐腐蚀性，加速了膜层的形成过程，从而大大改变了结构，单个密度也增加了，这有助于提高阳极化薄膜的耐腐蚀性。当电解液中加入 0.6 或 0.89 / L 硫酸时，经过测试会产生很好的抗腐蚀性。

【参考文献】

- [1]徐参.表面工程,北京:机械工业出版社,2019,204—253.
- [2]徐滨士,朱绍华.表面工程的理论与技术,北京:国防工业出版社,2021,18—32.