

几种铝合金的耐腐蚀性能分析比较浅析

杨艳辉

内蒙古锦联铝材有限公司 内蒙古 029200

摘要:当前铝合金应用比较广泛,不仅结构和外型比较美观,并且耐腐蚀的性能较强,应用前景非常的好。但是关于高腐蚀性环境下,铝合金的性能问题,还没有充分地研究,这在很大程度上限制该物质在复杂环境下应用。针对于腐蚀环境下的铝合金及研究,国内外学术进行了广泛关注,总结了铝合金的腐蚀规律,虽然还有许多不足之处,也有了具体的研究的方向。

关键词:铝合金;耐腐蚀性;分析

随着经济的不断发展,各型装备不断出现,而且广泛地应用到海洋环境当中,其中的铝合金由于耐腐蚀性能较好,被广泛地应用到海洋环境当中。当前材料科学不断地发展,这很大程度地促进了结构工程的发展,铝合金是一种比较常用的材料,已较广泛地应用在各种建筑当中了。铝合金的自重相对较轻,是钢材的三分之一,而强度与低碳钢非常地接近,耐腐蚀性能也比较好,是非常好的绿色材料。但是金属结构都会受到环境的影响,会出现一些损伤情况,腐蚀是常见的损伤。金属非常容易出现腐蚀现象,这是各个领域都必须面对的问题,由于会产生较大的危害性,所以应当给予充实重视,同时不仅会带来经济损失,也会造成严重的事故。铝是比较活泼的金属,表面能够形成氧化膜,这会提高铝的耐腐蚀性,通过一定的表面处理,可以提高铝的耐腐蚀性,因此,针对于铝合金的耐腐蚀性研究,已经受到了广泛的重视。由于铝的自身性能比较优越,所以人们对其防腐性能问题没有足够的重视,这很大程度地影响了相关研究的发展。

1 大气腐蚀的基本特点分析

铝的耐腐蚀性好,不代表不会出现腐蚀状况,飞机制造中比较常用铝合金材料,就是利用了铝合金的特点。这种材料在高盐和高湿环境下,腐蚀敏感性较强,所以在实际应用过程中,也会出现一些腐蚀,也会出现一些剥蚀状况,从而导致了裂纹和孔洞。从具体腐蚀外观情况来看,可以分为均匀和局部腐蚀这两种。由于铝合金的表面具有保护性,所以均匀腐蚀一般都比较轻微,或者是不会出现。但是在相对比较极端的情况下,会出现局部的腐蚀情况,这样也会造成很大危害。铝合金在海洋环境下,会出现局部的腐蚀,以及点偶腐蚀情况,同时还会有缝隙腐蚀和剥落腐蚀等状况。在沿海、潮湿、高温、以及工业污染比较严重的地区,应注意铝合金的

腐蚀现象,避免造成巨大的事故和损失。此外,在施工中不可避免会出现碰撞和磨损等情况,这些会破坏铝合金的氧化膜,导致耐腐蚀性降低。铝合金的耐腐蚀性,取决于表面的钝化膜性质,以及在环境当中的稳定性情况。出现腐蚀现象的因素很复杂,会受到气候、污染和材料性质的影响,同时还会受到有耦合效应的影响,这也是各种腐蚀破坏间存在的关联,所以应当进行充分地研究。

2 具体的研究现状情况分析

在现有的材料中,主要的研究方向,大多是在材料方面,运用各种测量方式评价铝合金耐腐蚀性能,但是腐蚀后力的学性能研究较少,由于铝合金的种类较多,各种成分对铝合金的耐腐蚀性都会产生影响。使用腐蚀试验是研究腐蚀规律的有效重要方法,可以衡量金属的腐蚀程度,以及腐蚀

2.1 关于室外大气暴露情况下,腐蚀研究的现状分析

对室外大气暴露进行试验,主要是研究金属材料,以及在什么环境下进行试验,也是最为直接的方法。通过相关的研究可以发现铝合金的耐腐蚀性较好,主要体现在以下几个方面。第一,是短期的室外腐蚀情况研究。通过短期的室外暴露研究,可以了解初期的大气腐蚀情况。根据相关实验表明,一般在半年以后,铝合金表面有点蚀情况,就是在那种非常严酷的环境下,可以产生严重的腐蚀,这时的蚀坑平均深度,也没有超过 $60\mu\text{m}$ 。到了一年以后,屈服强度会在一定程度下降低,而抗拉强度也会降低,幅度大概是5%内。在海洋和工业的环境下,铝合金腐蚀情况是最严重的,在大陆性气候下,腐蚀情况比较轻,这也证明了,在短期的时间内,不同环境之下腐蚀程度不同。第二,是中、长期的室外腐情况研究。短期的铝合金室外腐蚀试验,证明了腐蚀性的特征,那就是在暴露一段时间以后,腐蚀速率会在一定程

度上降低。鉴于这种金属的腐蚀较速率较低,而腐蚀情况发展又比较慢,基于这样的特点,可以认为自然腐蚀大概需要8-10的年,或是更多的时间,才会有应用价值,所以中、长期试验是必要的,这也是认识铝合金结构性能变化意义所在。通过相关的具体试验,可以充分地证明铝合金耐腐蚀性,以及不同环境下腐蚀情况差异,在不同环境下,腐蚀率可以差6-15倍。铝合金在中、长期的腐蚀环境下,污染物是主要因素,气候因素是次要因素,其中最敏感的是海洋和工业环境。铝合金在具体的腐蚀过程当中,腐蚀速率会发生很大变化,主要遵循的是先快后慢。第三,腐蚀规律情况分析。通过对相关数据的分析,可以建立一些相关的数学模型,用来描述腐蚀行为,常见的是幂指数函数模型,同时也提出了,蚀坑深度和具体的增长规律。幂指数函数可以用公式: $C(t) = kt^n$ 来表示。其中的C表示腐蚀程度,t表示的暴露腐蚀时间,k是材料和环境参数。针对不同的环境,材料属性也有一定差别。

2.2 关于室内模拟情况下,加速腐蚀研究现状分析

由于进行室外腐蚀试验的周期比较长,耗费也比较大,所以采用室内模拟,可以在一定程度上加速腐蚀增长,一般情况下是小于 $25\mu\text{m}$ 。这种试验方式可以成为,当前海洋腐蚀试验的主要手段。但是要采用加速试验方式,还应当满足模拟性,以及重现性,同时还要考虑加速性问题,因为这些情况这会直接地影响到室内和室外试验,并对相关性产生一定影响。通过相关实验可以发现,铝的厚度可以对剩余力学性产生较大影响,在腐蚀度相同下,厚铝比薄件强度降的更低。在高湿和高盐的海洋环境下,异种金属间会导致电偶腐蚀情况。除了使用盐雾试验外,也可以使用干湿周浸循环,还有氙灯辐射试验,这时方法都可以模拟海洋环境。加速腐蚀这种试验方法,主要针对的是大气的具体环境,通过了一定设计,可以重现具体的腐蚀规律,但是当前在这方面的相关研究,还没有取得突破性的进展。

2.3 相关情况总结

腐蚀试验是研究腐蚀性能的主要方式,运用室外暴露试验,得到的结果和数据对真实可靠,也很符合实际的情况。其中短期的室外试验,实验周期比较短,可以较早地发现腐蚀现象,但是只能反映初期的腐蚀情况。长期的室外试验,可以得到更加准确的结果,但是需要的时间更长,需要长时间地观察腐蚀行为和规律,会耗费大量的人力和物力,而且周期比较长。这种室外实验的周期,需要1-2的年,最长需要20年时间。而长期的室外实验,会遇到许多不可控的因素,所以试验组织起

来比较困难。室内的加速试验,可以在实验室的条件下进行,使用一些设备来模拟相关环境,加快腐蚀过程,能够预测出真实的大气环境,以及中长期的腐蚀行为,可以很大程度地节约人力和物力,所以成为了当前相关实验的主要手段。但是目前还没有加速试验,能够准确地重现自然腐蚀,但是使用室内模拟试验,仍是研究不可缺少的手段,具有非常重的要意义。

3 使用的试验材料和具体方法

3.1 使用的试验材料

按照具体的相关试验,可以设计具体的配方,这个配方可以称为纯铝或者是合金元素,在实验过程中要进行熔炼,并且要浇注铸态试样。按照当前国标标准,可以加工成为 $\Phi 16\text{mm} \times 48\text{mm}$ 的规格,并将这种规格作为试样进行使用,如果使用塑管,还有703硅胶,以及环氧树脂进行密封,那么相关物品也要准备齐全。

3.2 试验方法介绍

在实验时使用的是GB/T17848-1999标准,并且以十天作为常规试验期限,以这种方法进行恒电流试验,要每天进行测量,主要是测量电位情况,同时还有观察腐蚀产物,以及溶解形貌状况。在CorrTest的化学工作站上,可以采用三电极体系测,将试样在3%NaCl的溶液当中,观察极化曲线还有交流阻抗图谱情况,同时还要观察辅助电极,一般使用铂电极。极化曲线的电位应当进行扫描,范围是-0.15~0.50V之间,速率是0.5mV/s。还应当进行交流阻抗等相关测试,一般情况下频率应当在0.1~105Hz间,交流信号具体幅值应当是10mV。

4 试验结果情况分析

4.1 恒电流的试验情况分析

经过恒电流的试验后,可以了解腐蚀情况,以及溶解形貌。并且也了解了阳极开路 and 电位情况,可以确定工作电位,还有电流的效率,以及实际的腐蚀溶解状况。经过了十天的试验,选取其中的四天,进行仔细观察,之后对试样进行对比和分析,发现了试样在初期时,气泡相对较多,而且也比较大。而后期的气泡,先是增多然后减少,这样也说明了,在实验过程中,出现了析氢反应。当试验完成以后,可以发现自腐蚀比较严重,电流效率也比较低。而自腐蚀一般情况下比较轻,而且电流效率也较高,但是腐蚀形貌情况,是不均匀的状态,在阴极保护过程,反应情况比较剧烈,产生了许多大的气泡,甚至还出现了晶体情况。

4.2 极化曲线试验情况分析

一般情况下试样的阳极极化曲线比较相似,都会出现电流平台区,在这个区域范围内,阳极电位变化对电

流变化影响很小,可能会导致电位波动较大。在电流平台区中,可能会产生钝化膜,所以电阻会比较大。在电位负时难以击穿,只有电位正移时才能被击穿,从而导致了阳极电流上升。如果在自腐蚀的电位情况下,电流密度也相对较大,腐蚀速率是现对较大的,显示的电流密度也会加大,腐蚀速率也会变的越大。在实际实验过程中,腐蚀速率如果越大,电流效率就会越低,所以腐蚀速率与阳极性能测试的电流效率是一样的。由于试样产生了钝化现象,所以阳极极化性能显示较差。如果试样的阳极极化,在曲线上是比较光滑的情况下,可能是因为活化元素的影响,也就是Bi和Ga会产生一定影响,所以形成了一些混合物,而那些活化元素当中,In也会形成 In^{3+} ,沉积在阳极表面,这样的情况就破坏了表面的钝化膜,生成了一些活化点,导致阳极被活化溶解了。如果出现了钝化现象,这时的维钝区域应当是 $-1.2\text{V}\sim-0.9\text{V}$ 间,极化电位会正移,阳极会被活化,但是由于自腐蚀电流的密度比较大,所以会出现腐蚀过快的情况,进而造成了电流效率降低情况。通过对成分的具体分析,可以指导Ga和In的含量,一直都保持在固定值上,而且Pb和Bi是同时存在的,随着Pb含量的不断减少,Bi的含量会在一定程度上增加,铝阳极电位就会变成负的。其中的Ga含量如果增加了0.005%,那么其中的In含量,会减少0.005%。如果Pb和Bi含量是相同的,电位就会正移,自腐蚀速率也会在一定程度上降低。如果开路电位是负时,应当在 -1.2V 到 -1.4V 之间,自腐蚀电流密度比较大,自腐蚀速率也很大,会出现严重的析氢反应,气泡量也会增大,不利于表面的活化,也会导致晶粒脱落。

4.3 交流阻抗试验情况分析

根据具体试验可以测得相应图谱,也就是具体的阻抗图谱情况,通过相关的分析可知,每个试样都不同,所以交流阻抗图有很大差别,由两个容抗弧组,还会出现感抗状况。但是能得到等效电路,虽然没有电感元件,但是如果出现了感抗情况,主要有两个原因导致的。一是体系不稳定,一个是试样表面原因。金属表面孔蚀的诱导期,会形成感抗情况,所以中频区的容抗弧,一般是因为铝合金表面的腐蚀膜溶解时出现的。而感抗弧主要是在诱导期内形成的,孔核群会不断地生长和消亡,这时一个循环的过程,同时也说明了腐蚀产物会附着成

膜,并于 Cl^- 离子产生吸附作用,从而引起了氧化物膜和溶解交替进行。试样在交流阻抗图当中,容抗弧都没有呈现出半圆状况,出现这种情况可能是电容参数发生了一定变化,或者出现了偏离,这就是弥散效应。也说明了电极表面发生了变化,而阳极也开始活化和溶解了。如果是半圆的状况,表面腐蚀的产物膜会比较密,活化溶比较难。

4.4 实验结论的简要分析

首先,是铝合金试样。选择的式样开路电位,还有工作电位是相对较负的,但是腐蚀的形貌比较不佳,所以自腐蚀的速率比较大,电流效率也相对偏低。其次,是当式样当中的Pb和Bi元素量差不多时,容易出现富集现象,也容易出现第二相组织。如果这些第二相的数量比较合理,而且分布情况也较均匀,那么是有利于阳极活化和溶解的,如果数量过多,并且分布还不均匀,很容易造成晶粒脱落,也不容易被溶解,所以在具体应用过程中,应当综合考虑。

5 结束语

以为传统观念的影响,会认为铝合金的结构和耐腐蚀性都比较强,所以对铝合金结构和耐腐蚀性能分析不够重视。然而通过相关的腐蚀检测,可以知道在高腐蚀性的环境条件下,会引起铝合金的腐蚀,并引发一些安全问题。因此,要发展铝合金的腐蚀现场研究,才能有效地避免腐蚀性对铝合金的影响,避免一些事故的发生。

参考文献:

- [1]陈二军,党璐玮.5052铝合金表面钝化工艺及钝化膜的耐腐蚀性能[J].材料保护,2022,05:142-146.
- [2]黄冬芳,张海良,顾庆华,斯晓青.锌铝合金镀层钢丝主缆索股耐腐蚀性能研究[J].金属制品,2019,04:46-51.
- [3]高博文,王美涵,闫茂成,赵洪涛,魏英华,雷浩.2024铝合金表面PEDOT涂层的电化学制备及耐腐蚀性能[J].金属学报,2020,05:1541-1550.
- [4]苏天,赵艳君,胡治流,李平珍.5083铝合金成分优化及耐腐蚀性能研究[J].有色金属工程,2020,10:32-39.
- [5]陈亮亮,籍龙波.6061铝合金耐腐蚀性能研究[J].新型工业化,2020,10:129-130.