

浅析金属腐蚀的防护技术

陈 超

新乡航空工业(集团)有限公司 河南 新乡 453000

摘要: 腐蚀问题遍及国民经济和国防建设的各个部门,金属腐蚀造成的危害触目惊心。本文从金属腐蚀的原理出发,将金属腐蚀防护的现今技术手段做出归纳,总结了现今面临的问题。从改善金属防腐工作的角度出发,为金属防腐工作研究提出建议,为以后更加优良的金属腐蚀防护技术和工艺打下基础。

关键词: 金属材料;金属腐蚀;防护技术

引言

国家政策的支持为我国航空事业的发展提供了有力保障,然而武器装备的安全可靠性一直是制约国防事业发展的主要问题之一,武器装备不适应预定腐蚀环境带来的危害不可估量。对此,为保证设备的安全运行,充分发挥设备的潜力,必须及时掌握设备的运行情况,对可能出现腐蚀的构件进行重点防护并定期检查及维护保养,从而确保金属腐蚀现象能够及时发现并得到相应的处理,这对武器装备的安全可靠性提升有着重要意义,理应引起相关从业者的广泛关注与高度重视。

1 影响金属腐蚀的因素

金属腐蚀不仅与化学反应有关,电化学反应也是加剧金属腐蚀的主要元素。因此,电化学稳定性对金属腐蚀产生了影响。一般来说,电位值处于负值状态时,金属稳定性较低。若负值较大,金属材料的稳定性也不会十分理想。此时,金属离子化会增加金属腐蚀现象的发生。

金属材料的内部组成也是造成金属腐蚀的重要元素。在金属材料内部成分差异较大的情况下,金属材料的整体质量也会出现一定问题。基于此,多项合金材料相较于单相合金材料而言,更容易发生金属腐蚀,其主要原因就是多项合金材料物化性质明显。一旦多项合金材料与电解液相遇,就会产生电位差,且这一电位差较单相合金材料与电解液反应产生的电位差较大。

例如,在热处理作用下,金属材料经过系列反应与变化,会产生很多金相组织。淬火处理后,金相组织更加均匀。因此,该阶段的金属材料更具耐腐蚀性,但此后,随着金属材料碳物质的不断沉淀,金属材料的耐腐蚀性也会愈来愈弱。若该金属表面不平整,也会进一步促进金属腐蚀现象的发生。与此同时,化工生产过程中,金属多处于极冷或极热的极端环境,非氧化性酸性盐类物质会对金属材料的稳定性产生影响,导致金属材料出现腐蚀现象^[1]。

除上述内容以外,空气湿度、空气温度等因素也会

对金属腐蚀现象的发生产生影响。例如,水分是制约腐蚀反应发生的关键,假若水分达到相对湿度的临界值,腐蚀速率就会大大增加。与此同时,环境温度会对金属表面水分的凝聚产生影响,从而导致电化学腐蚀反应速度出现变化。不仅如此,二氧化硫,硫化氢等是空气中存在的常见污染物,此类气体的出现同样能够加速金属腐蚀。

2 金属腐蚀成因分析

2.1 金属腐蚀成因

(1) 内部原因。内在因素造成的锈蚀分为以下几种:材质因素,一般产品都是金属制造,各种材质的抗腐蚀效果有所不同。产品生产环节中,若加工工艺不精确也会造成产品出现严重锈蚀。但实践经验表明,产品表面防腐蚀工序对其后期的应用效率会形成直接影响。另外,若从产品外观、内部结构出发加以分析,其连接部位的不牢固也会导致产品锈蚀现象。(2) 外在原因。外在因素主要是指由于外部环境所造成的腐蚀^[2]。航空产品中,无论在飞行中还是地面放置时均有遭受腐蚀侵害的可能,具体影响因素包括大气湿度、降雨量、风、雾、雪、凝露、温度、盐分、工业污染量、太阳辐射等。而且在制造过程中,飞机零、部件在加工过程中因接触切削液、除油剂、清洗剂,甚至手汗等,均会导致腐蚀产生,尤其高强度钢和钛合金等零构件,在这些腐蚀过程中还会因基体吸氢而构成氢脆隐患。

2.2 金属腐蚀分类

航空器结构上几乎会发生所有类型的腐蚀,从结构完整性、可靠性和耐久性等方面,局部腐蚀和应力作用下的腐蚀对航空器的腐蚀破坏更为严重和重要。飞机的常见腐蚀类型:①全面腐蚀;②缝隙腐蚀和丝状腐蚀;③异种金属或金属与碳纤维材料间的电偶腐蚀;④点蚀;⑤晶间腐蚀与剥蚀;⑥冲蚀与微动腐蚀;⑦应力腐蚀、氢脆与腐蚀疲劳⑧氧化;⑨非金属的老化、鼓包、剥离等。

3 金属的防护措施

3.1 涂料涂层防护

涂料涂层俗称油漆涂层,这是由于早期涂料主要以油为原料的原因,此后,随着各种有机合成树脂的广泛应用,涂料涂层在工业生产中的应用十分常见。所谓涂层防护法,就是在金属基材表面涂抹一层涂料,从而形成保护屏障。涂层对金属材料的保护原理主要基于三个方面:隔离环境、缓蚀、和电化学保护。涂层防护法具有经济、方便、有效性高等多重特点,与此同时,涂料防护法除能够有效缓解金属腐蚀以外,美观性也更加突出,且不太容易受到涂装设备大小等的限制,施工方式也十分简便。目前来说,常用的涂装方法有刷涂、喷涂、浸涂、电泳涂装、粉末涂装等,醇酸树脂涂料、氨基树脂涂料、环氧树脂涂料、聚氨酯涂料、有机硅涂料等是常用的涂料。

3.2 金属覆盖层防护

金属层防护法主要是将金属或合金覆盖于金属基材表面,减少保护对象与腐蚀介质的接触,从而达到金属保护的目。此时,金属基材表面被十几微米的保护层覆盖,金属材料的腐蚀性显著提升,有助于资源的节约。按相对于基材的电极电位高低,可分为阴极性镀层和阳极性覆盖层,前者电极电位高于基材,后者低于基材。在受到破坏的情况下,阳极性镀层依然能够发挥保护作用,抵御金属腐蚀现象的发生,而阴极性镀层一旦受到破坏,其保护作用就会消失,甚至会加剧腐蚀情况的发生。金属覆盖层的主要工艺技术包括电镀、化学镀、热喷涂、气相沉积等。常用的单金属镀层有Zn、Cr、Cd、Ni、Cu等,合金镀层有Cd-Ti、Zn-Ni等。

3.3 阳极氧化处理

阳极氧化处理是将金属材料与电源正极连接在一起,将零件作为阳极放入特定的电解质溶液中,此时,外加电流与电解质溶液会共同作用于金属表面,通过氧化膜的生产对金属表面进行保护。阳极氧化工艺的应用于铝、镁等合金材料。上述金属材料表面本身存在一层薄薄的氧化膜,但这种天然生成的氧化膜性能较低,有一定的保护作用,但不能满足使用要求。铝合金在硫酸、草酸、铬酸或混合酸中阳极氧化处理后,可的几十至几百微米厚的多孔膜,经在沸水或重铬酸盐等介质中封闭处理后,金属表面的这一氧化膜能够具有很好的耐腐蚀性、耐磨性和绝缘性。

3.4 电化学保护法

电化学保护法,是一种通过运用电化学原理在需要防护的金属表面上采取措施,使之成为腐蚀电极中的负极而避免或减少金属腐蚀的办法。它包括了牺牲阳极的阴极保护法、外加电流的阴极保护法和阳极保护法3个方式。通过电化学保护法让被保护金属获得大量电子从而产生阴极化来消除局部的阳极溶解属于阴极保护法,主要通过牺牲阳极或者外加电流来实现。牺牲阳极阴极保护法

是在防护金属材料的表层连接电位更低的金属或合金,将其变成阳极,以代替所要防护的金属材料失去电子。因此,在一些金属材料的防护过程中常采用活性更高的金属材料代替防护金属表面的腐蚀,比如在一些船舶的防护中在铁质船底每隔一段距离焊上铝制材料以保证船底不被侵蚀。外加电流阴极保护法需要将被保护的金属接在负极上,使其成为阴极从而免除腐蚀。通常会被用在接入地下电网、地下石油管道的保护等。与外加电流阴极保护法不同,阳极保护法是将金属外接电源的正极,使要保护的金属电位达到校正值,之后在金属表面形成一层氧化膜,进而保护金属降低腐蚀,此方法适用于容易钝化的体系,一般应用于氧化性较为强烈的介质中^[3]。

3.5 氧化处理

氧化处理是金属腐蚀防护常用方法之一。在氧化剂的不断作用下,金属表面也会生成一层具有保护性的氧化膜,将金属表面与腐蚀介质隔离开来。钢铁氧化处理后氧化膜的颜色多呈黑色或蓝黑色,因此,又称发蓝或发黑。除膜层薄以外,所生成氧化膜的润滑性也较为突出。由于膜层薄,氧化处理并不会对零件精密度产生影响,这也是氧化处理多用于机械零件、电子设备、精密光学仪器、弹簧等的防护与装饰。

3.6 磷化处理

将金属置于含磷酸和可溶性磷酸盐溶液中,通过化学反应在金属表面上生成不溶的、附着性良好的保护膜,该工艺成为磷化或磷酸盐处理。磷酸化也是常见的金属表面化工前处理技术,产生的磷酸化涂层可以为基体带来防护,有效隔离腐蚀性介质;同时增加了镀层漆膜对基体的黏附能力,因而增长了金属产品的使用寿命。

3.7 合金化处理

合金化处理,是指通过往金属材料中掺入其他微量元素(碳、镍、锰等),以进一步提高耐蚀性、耐磨性等性能的工艺技术。如对钢铁材料表层做渗碳渗硫处理,让碳氮元素直接加入钢铁材料表面层中,能明显提高钢铁材料的坚硬性能。而不锈钢耐酸钢是在普通钢铁产品的冶金过程中,添加钴、锰、碳等微量元素后所产生的特种钢产品,其抗腐蚀能力比普通钢产品有了较大改善,且具有更良好的热力学性能。

4 金属防护技术的应用保障

4.1 全面提高员工的质量意识

企业员工的质量意识将直接决定航空产品的安全及可靠性,所以全面提高员工的质量意识具有着重要意义,质量就是生命,质量就是胜算。对此企业应健全质量体系,加强质量培训,定期开展质量月活动,从而提高全体员工的质量意识,这对航空产品零部件的各种防护技术的应用以及金属材料的腐蚀防护有着重要意义。

4.2 强化加工过程的精细控制

制造加工过程中采用的加工工艺及工艺材料必须是证实不会对结构带来腐蚀隐患的。腐蚀往往是从表面开始的,表面的划伤、表面材料加工流线露头、表面参与拉伸应力、表面渗氢、表面层氧化和低熔点金属的污染等表面完整性的破坏,都可能降低腐蚀门槛值,加速材料的应力腐蚀开裂,加速腐蚀疲劳断裂,导致结构提前失效。为了达到设计的目标,必须善于控制加工过程不损伤材料固有的耐蚀性,确保加工过程质量。所有,对航空结构受力件必须精心设计、精心施工、精心维护,将这种理念贯穿构件的制造全过程。

4.3 防腐设计

飞机结构产生腐蚀的实质主要是带污染的潮湿空气的冷凝水、进入机体的雨水在机体结构表面形成水膜,而导致各种类型的电化学腐蚀,包括点蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀、剥蚀、电偶腐蚀、应力腐蚀、腐蚀疲劳等。飞机结构的腐蚀与所用材料的耐蚀性、设计方案、制造工艺、使用、维护、维修及服役环境等诸多因素密切相关,因此需通过系统工程的方法来处理,防腐设计对飞机的腐蚀控制是最为重要的一环。

防腐设计主要包括:①防腐结构设计;②异类金属接触相容性设计;③应力作用下腐蚀的控制设计;④耐蚀材料的恰当选择;⑤防护涂层的合理选择。防腐结构设计是指进行结构密封,防止雨水进入;安排合适的通风结构;做好外形结构设计,防止水分留置,进入缝隙凹槽;在易形成凝露、进入雨水的部位,设计导流槽和必要的排水孔将水分及时排除。异类金属相容性设计,因两种不同金属材料相接触时,如果存在电解质溶液,则因电偶腐蚀作用,电位低的结构件就会受到加速腐蚀。两类金属的序号相差越大,低电位金属被加速腐蚀的倾向越大。因此,为控制异类金属接触造成的电偶腐蚀,设计中注意下列原则:其一,尽量采用同种金属或电位差小的金属相互连接;其二,在阴极性零件表面镀覆一层与阳极性零件相容的金属镀层,如钛合金螺栓表面离子镀铝与铝合金结构链接;其三,在两种金属间垫入不吸水的非金属垫圈或涂密封胶;其四,当上述措施难以采取时,使连接部分中阳极性零件的面积明显的大于阴极性零件的面积。防止应力作用下腐蚀的设计,应力腐蚀是合金材料在环境介质和拉伸应力系统作用下的结果。为防止其出现,设计控制原则:其一,采取严格的消除残余拉伸应力,甚至引入表面压应力的处理措施,如喷丸强化等;其二,隔离环境介质;其三,选择应力腐蚀不敏感或抗腐蚀疲劳性优异的合金;其四,在装配中,应充分分析设计误差和工艺误差,防止

强迫装配,控制装配应力。耐蚀材料的恰当选择,根据材料的使用环境,全面综合考虑,且选择国内外机型多年使用的成熟材料等。防护涂层的合理选择,首先,掌握各种防护镀覆层、有机涂层的全面性能数据,选择耐蚀性和功能性最好的防护体系。其次,设计时要把握这些镀层、阳化层、钝化层、有机涂层的选用依据、适用范围、设计要求与限制。同时,防护层和防护体系的选用和施加过程不能对基材不良影响。

4.4 缓蚀剂的合理使用

在许多领域的防腐蚀管理措施中,缓蚀剂已成为腐蚀技术中应用最广泛的方法之一,合理使用缓蚀剂能对产品表面产生良好的防护效果,从而减少锈蚀速率。在金属性质的化工产品中,防腐蚀效应尤为明显。需要引起注意的是,这一方式对于金属化学产品来说,有着较为稳健的效果。因为缓蚀剂一般应用都比较简单,通常只在介质内部添加少许缓蚀剂便能实现抗腐蚀效应,并保证了其在发电机位置处产生明显吸附效果。当然,要确保缓蚀剂实现良好稳定的效应,还可根据金属现代化学产品进行表面特征化、环境效果的分析,从而实现对缓蚀剂类型的合理选用与优化。

5 结束语

综上所述,金属作为武器装备生产的重要材料,对我国国防事业发展十分关键。因此,金属材料质量的可靠性直接对武器装备的安全性等产生影响。而金属材料容易受到环境及其他因素的影响,出现腐蚀情况。因此,在对金属腐蚀现象进行处理时,应首先明确造成金属腐蚀现象出现的原因,之后有针对性地选择防护措施,最大程度上减少金属表面与腐蚀介质的接触,从而为武器装备的安全保障作出贡献。值得注意的是,为进一步提升金属腐蚀防护效果,相关工作人员需要具备较强的腐蚀与防护理论知识,能够在产品的设计、选材等方面科学的控制和减缓腐蚀的发生。与此同时,金属腐蚀防护也是现阶段科学技术研究的重点话题,需要更多的相关人员投入到金属材料腐蚀工作研究中,使更多具有强抗腐蚀能力的新材料、新工艺得到推广,最大程度上减少金属腐蚀防护工艺成本高、操作条件复杂及危害性大等问题。

参考文献

- [1]谢春峰.金属腐蚀原理及防护简介[J].全面腐蚀控制,2020,33(07):18-20.
- [2]包月霞.金属腐蚀的分类和防护方法[J].广东化工,2020,37(07):199+216.
- [3]陈志东.浅析化工金属管道腐蚀与防护技术[J].工程技术(全文版),2020(8):00027-00027.