

简析飞机结构腐蚀的危害及典型处理措施

何良乐

(春秋航空股份有限公司维修工程部 上海 200051)

摘要: 由于飞机的制造和运行特点,腐蚀可能发生在飞机结构的方方面面,而腐蚀的初始状态通常很细微、不易察觉,在飞机航线维护过程中容易被忽略。当腐蚀发展到后期往往比较严重,不仅会造成后期的维护费用大增,甚至会严重影响飞机的适航和安全。本文简略介绍了航空器常见腐蚀产生的过程和原理以及应对各类腐蚀的预防和处理措施,借此希望能够增强航空器维护人员对腐蚀的认识,提高对航空器腐蚀的重视度,降低腐蚀对航空器安全带来的影响。

关键词: 腐蚀概述; 腐蚀类型; 腐蚀检查处理; 防腐建议

1 腐蚀概述

1.1 腐蚀的发生

总体来说,对于飞机腐蚀的发生,主要可以归结为以下三点:

(1) 偶然性腐蚀损伤: 比如飞机电瓶电解液的外漏、海鲜水的外漏、结构偶然损伤后未及时修复导致的腐蚀等。

(2) 疲劳性腐蚀损伤: 飞机结构在运行中长期处于伸展、压缩的过程,损伤在循环的载荷变化过程中不断积累,就会容易发生腐蚀。

(3) 环境因素导致的腐蚀损伤: 比如在每次飞行过程中,由于巨大的温差,机身蒙皮内侧容易聚集冷凝水,如果排水口不畅通,则会滋生腐蚀;再比如经常在沿海地区运行的飞机,由于大气中含有较高的盐分,也会使得腐蚀更易滋生。

1.2 腐蚀的种类

腐蚀主要分为两大类: (1) 化学腐蚀; (2) 电化学腐蚀。

化学腐蚀顾名思义是一种化学反应。在高温干燥的环境中,当酸性或碱性化学物品与飞机结构金属接触时,二者会发生化学反应生成腐蚀产物,产物就覆盖在产生化学反应的地方。这种腐蚀的整个过程中没有电流产生,这是和电化学腐蚀的最大区别。

电化学腐蚀的最大特征是腐蚀过程中有电流存在,类似于高中化学中讲到的金属遇到电解质溶液而产生的一种氧化还原反应。这个过程中金属是阳极,它失去电子被氧化,生成的

氧化产物也就是腐蚀产物覆盖在金属上。电化学腐蚀过程比较复杂,但一定有存在电位差的阴极和阳极,且二者之间有导体和电解液。飞机货舱地板下面经常遇到的海鲜水腐蚀就是电化学腐蚀。

1.3 腐蚀的危害

对于飞机而言,腐蚀就像是隐藏在其深处的病症,虽然腐蚀发生的初期不易被人察觉,但如果不及时处理,随着腐蚀的扩展和深入,不仅会使得后期的维护费用增加,更会影响到飞机整体结构的安全性。腐蚀会导致飞机结构强度下降,有可能在飞机设计寿命到来之前导致飞机结构破损。腐蚀还可能会导致某些系统失效,因为腐蚀的产物会影响到一些电器部件。腐蚀对航空器的危害表现如图 1 所示。

1.4 腐蚀控制的意义

从安全角度看,波音公司曾做过调查,他们收集的

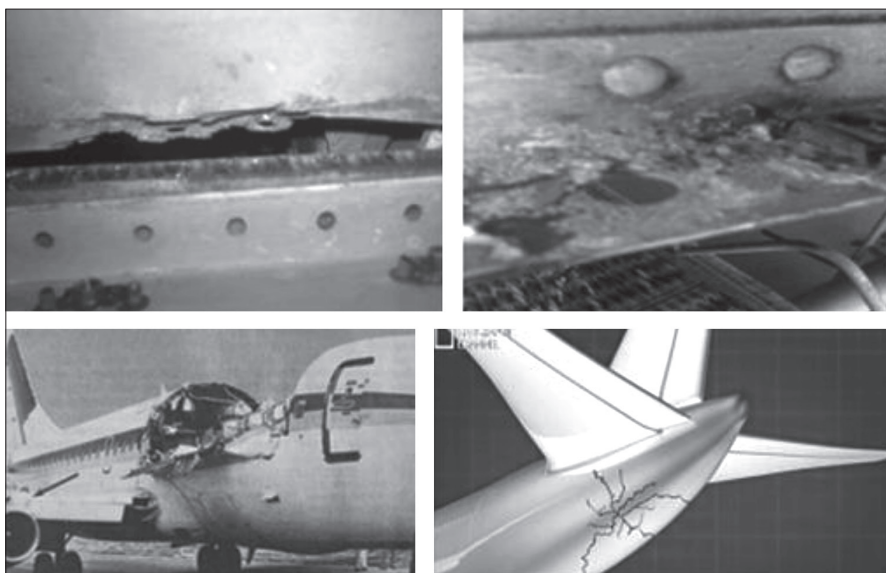


图 1 腐蚀对航空器的危害

数据显示自 1998 年以后飞机结构发生的二级以上腐蚀一直呈上升趋势。基于此,航空公司必须要格外重视腐蚀问题。从经济效益角度看,飞机的服役期一般都在 20 年以上,腐蚀的产生和蔓延会给航空公司带来昂贵的维护费用,控制腐蚀等于节约成本和延长飞机使用寿命。

2 典型腐蚀类型及预防措施(航空器)

2.1 电偶腐蚀

定义:两种具有不同电位的金属相接触时产生的腐蚀称为电偶腐蚀,腐蚀的强度和金属之间的电位差有关,电位差越大,腐蚀速度越快。

防护措施:(1)避免或减少不同金属接触;(2)使用缓蚀剂,如电解法阳极化、阿罗丁化学处理、镀层氧化膜、底漆、垫聚乙烯胶带绝缘处理等。

2.2 缝隙腐蚀

定义:金属与金属或金属与非金属之间或多或少会存在狭小缝隙,缝隙里残留的氧气可能会导致缝隙里的金属产生局部腐蚀。丝状腐蚀、点状腐蚀都属于缝隙腐蚀。丝状腐蚀产物似线状细丝网络,表面漆层容易起泡破裂。点状腐蚀通常发生在金属表面,这种腐蚀一开始为点状或小孔状,看似微小,但是会向材料内部迅速扩展,破坏力极大。

防护措施:使用防腐剂排除水分,然后使用含缓蚀剂的密封剂进行密封防止水分再次进入缝隙。

2.3 晶间腐蚀

定义:金属内部晶粒之间发生的腐蚀叫晶间腐蚀,这种腐蚀从外观上看不出来,但金属内部的性能严重衰退,如果发生在重要结构件上,后果可能非常严重。

防护措施:飞机重要结构件应选用抗晶间腐蚀的材料,材料加工时热处理的工艺应充分考虑到如何避免晶间腐蚀的产生。

2.4 应力腐蚀

定义:飞机的设计注定某些结构件会受到持续的拉伸应力,这些结构件如果遇到腐蚀环境,就会产生应力腐蚀。由于这些受力结构件多是重要结构,所以应力腐蚀危害巨大,它不仅会造成直接或间接的经济损失,甚至会酿成灾难性的飞行事故。应力腐蚀见图 2。

防护措施:飞机设计时应考虑减少应力集中和残余应力;改善重要结构件的环境条件;正确选材并添加保护层等。

2.5 微生物腐蚀

定义:微生物在适宜生存的环境下会疯狂生长繁殖,它们产生的分泌物会对结构件造成腐蚀。飞机燃油箱最易产生微生物腐蚀,燃油箱内部平时是无法检查到的,所以这种腐蚀容易持续恶化下去。微生物腐蚀严重时可能导致油箱渗漏,供油管路堵塞等严重后果。结构油箱



图 2 应力腐蚀

的微生物腐蚀见图 3。

防护措施:向飞机燃油里添加微生物抑制剂;从飞机燃油箱最低位置定期排放燃油沉淀。

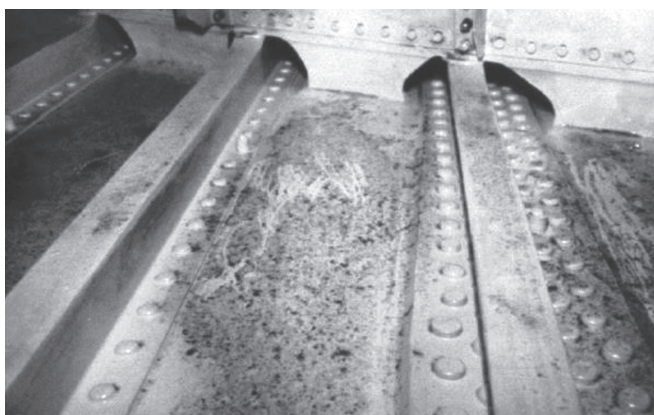


图 3 结构油箱的微生物腐蚀

3 腐蚀检查处理

3.1 腐蚀检查

腐蚀检查一般为目视检查,可借助放大镜、管道镜等工具设备。有时还需要执行 NDT 检查,如涡流探伤、超声波探伤、荧光渗透等。

飞机上几乎所有的金属部位都会发生腐蚀,以下部位要特别注意:(1)内表面和搭接处,特别是排水孔可能被堵住的区域;(2)蒙皮外表面,特别注意紧固件周围和蒙皮边缘;(3)外露的接头,因为外露的接头表面防护层容易被破坏,例如水平安定面和垂直安定面接头、发动机吊架接头、轮舱内的液压和电气支架、机翼前梁和后梁外露区的液压和电气支架等;(4)地板梁及其腹板;(5)座椅滑轨;(6)整流罩及整流罩下的区域;(7)货舱地板下的舱底(因为灰尘、潮气和货物的泄漏);(8)油箱微生物腐蚀。

当发现下列迹象时表明腐蚀已存在或终将出现:碎物或污染物的聚集;涂层剥落、突起或起泡;蒙皮凹凸不平;紧固件顶部变形或脱落;表面破裂、不光滑;褪色、

斑纹、形变、有裂纹或点。

3.2 腐蚀产物

不同金属产生的腐蚀产物的外观和表现形式是不同的,网络上可以找到很多图片参考,简单归纳如下:

(1) 铝合金和镁合金腐蚀先是灰白色的斑点,然后逐步变成白色粉末状,腐蚀清理后有麻坑;

(2) 铜合金腐蚀可能出现多种颜色,常见的是绿色,就是通常说的“铜绿”,还有棕红色的氧化亚铜,黑色的氧化铜;

(3) 合金钢及碳钢腐蚀是棕色或褐色,腐蚀清理后可能有不规则的蚀坑存在;

(4) 不锈钢不是真的“不锈”,当表面钝化膜长期接触电解质溶液会产出坑点状腐蚀,颜色为黑色;

(5) 飞机上还有很多镀锌镀铝之类的零部件,这些镀件腐蚀通常为白色或黑色粉末,清理腐蚀后还需检查是否伤到基体金属。

3.3 腐蚀的清除

腐蚀产物是多孔盐类,具有很强的吸潮性,如不彻底清除干净,会一直腐蚀下去,而且越来越快。通常清理腐蚀产物后还需要对结构件进行打磨,当然打磨方法和尺寸都是有要求的。为确保腐蚀产物清理干净,详细检查时需要用放大镜,必要时还要使用荧光渗漏或涡流探测等方法。

清除手段可简单分为物理方法和化学方法两种。

物理方法就是借助各类工具清除腐蚀。常用的手工打磨工具有各种粗细砂纸、打磨垫、金属刷、锉刀等,常用的动力工具有圆盘砂轮、打磨器、喷丸设备等。飞机通常使用的动力工具多为气动。需要注意的是,清除前要清洁、退漆,清除过程中不能使基体金属过热、不要过度打磨。钛合金不能用动力工具清除腐蚀,因为钛合金粉尘易燃。

化学方法就是借助各类化学试剂清除腐蚀。不同的金属应使用规定的不同的化学试剂,这些化学试剂的规范号维护手册里都有提及。有些金属如不锈钢、镍基合金钢、钛合金等不能使用任何化学除腐剂。

4 对于腐蚀控制及预防的工作建议

4.1 腐蚀控制预防手段

飞机上预防金属结构腐蚀的主要手段有:保护表面涂层;避免电化接触;注意表面处理;避免浸液;注意液体、湿气的排放。

日常维护工作中需执行的腐蚀预防措施:(1) 飞机的轮舱、液压舱和飞控区域容易受到液压油腐蚀,对于这些地方的结构件需要加强检查,发现油液渗漏需要清洁干净并对结构做相应防腐处理;(2) 飞机外部的排水孔和漏水孔需要定期检查疏通,确保排水系统工作正常;(3) 飞机内部的客舱、货舱要保持通风干燥,避免湿度过大;(4) 重视对结构件发生的小损伤的处理,虽然这些损伤本身并不是腐蚀,但由于这些损伤的存在,可能会引起腐蚀的发生;(5) 绕机检查结构件要仔细,尽早发现腐蚀痕迹,及时处理并进行保护,避免腐蚀进一步恶化。

4.2 一线工作建议

一线维修部门,还应该注意以下几点:(1) 航后工作过程中,加强对货舱地板、壁板、封严条的检查,防止渗漏的海鲜水等液体从破损的部位流入货舱底部,从而导致腐蚀的滋生;(2) 对于航线的航后工作而言,刻意去打开货仓地板检查腐蚀显然不现实,但可以加强“机会检”,比如“海鲜水”渗漏后开板清洁过程中,不仅需要检查蒙皮、桁条、隔框等结构的腐蚀情况,还要着重检查机腹底部漏水孔,防止漏水孔被污物堵塞;(3) 加强与货运部门的沟通,并且在一线工作过程中要积极与货运人员交流,避免野蛮装卸货物导致货舱损坏。

5 结语

飞机的防腐工作是一项庞大而且繁杂的系统工程,从飞机材料的初始锻造到结构件的组装喷涂,再到后期使用过程中的精心维护,每个阶段都要特别关注腐蚀问题。任何严密的防腐程序最终都需要一线人员来实施,只有加强培训,提高一线工作人员对腐蚀的认知和重视度,才能将腐蚀扼杀在萌芽状态,最大限度减少腐蚀对飞机结构造成的损伤。

参考文献:

- [1] 朱庆祥,李俊昌.为老龄飞机保驾护航—老龄飞机结构维修与预防检查[J].中国民用航空,2005,56(08):46.
- [2] 牛志燕.飞机腐蚀的原因与防护控制[J].航空工程与维修,2001(01):33-34.

作者简介:何良乐(1986.11-),男,汉族,上海人,本科,初级工程师,研究方向:维修控制。