

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.01.024

电连接器及其尾附件的腐蚀问题 分析与处理

Corrosion Analysis and Disposal of Electrical Connectors and Accessories

张清 / ZHANG Qing

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

描述了电连接器及其尾附件腐蚀情况,分析了腐蚀产生的原因,提出了处理腐蚀问题的解决方案。

关键词:连接器;插头;尾附件;腐蚀

中图分类号:V26

文献标识码:A

[Abstract] This paper describes the corrosion of connectors and accessories. The cause of the corrosion was analyzed and the solution of the corrosion problem was put forward.

[Keywords] connector; plug; accessories; corrosion

0 引言

民用飞机电连接器及其尾附件腐蚀维修是飞机特设系统维修的重要内容之一。准确而高效地判断电连接器及其尾附件的腐蚀程度是制定维修方案的依据。本文从定性和定量两方面提出了腐蚀程度判断及解决措施。

1 电连接器及其尾附件的腐蚀现象

电连接器及其尾附件腐蚀是飞机常见的腐蚀现象之一。例如某飞机维护时,发现垂尾根部、主起落架舱、襟缝翼、平尾区域均出现插头外表面的腐蚀现象。见图1~图3。



图1 起落架舱插头外表面腐蚀现象



图2 襟缝翼插头外表面腐蚀现象



图3 平尾区域插头外表面腐蚀现象

2 电连接器及其尾附件腐蚀的原因分析

民用飞机常见的腐蚀形式有:摩擦腐蚀、全表

面腐蚀、电化学腐蚀(异金属)、点蚀(斑纹蚀)、缝隙腐蚀、应力腐蚀等。其中,电连接器及其尾附件主要有三种形式的腐蚀,摩擦腐蚀、电化学腐蚀和点

蚀。下面对这三种腐蚀分别介绍。

摩擦腐蚀:一般来说,由于连接器及其尾附件所处的环境有腐蚀性流体(气体、液体或灰尘)、高温或广义振动(系统状态参量,如位移或电压等在其基准值上下交替变化的过程)状态下产生腐蚀现象。

电化学腐蚀:由于异金属与电解质溶液接触时,会发生原电池反应,比较活泼的金属失去电子而被氧化产生腐蚀现象。

点(斑纹)蚀:由于产品质量问题,致使连接器及尾附件本身表面存在细微缺陷,由于工作环境恶劣,长时间积累后,导致点蚀扩大,形成大面积缺陷。

3 电连接器及其尾附件腐蚀的解决措施

针对电连接器及尾附件的上述三种主要腐蚀,有以下几个解决措施。

对于摩擦腐蚀,由于通常电连接器表面都有镀

层或表面钝化等,能够避免发生氧化作用,从而保护电连接器。但由于镀层厚度有限,镀层金属附着力同样有限,如果在运输、安装和维护时,没有对电连接器进行保护或操作力度过大导致镀层和防腐措施将失效或部分失效,这样在连接器安装以后,在试飞或运营期间,特别在环境恶劣的区域,将会发生大规模摩擦腐蚀现象。因此,通常在运输和储存过程中要有必要的保护措施,轻拿轻放。要求安装和维护的操作人员,通常需要佩戴手套、按操作规程操作,避免人为损伤连接器及其尾附件。

对于电化学腐蚀,需要从设计和工艺角度综合考虑。在安装设计时,接触部分(插头与插座配合处,插头与尾附件配合处)尽量采用同材料同镀层的;如果无法避免,则使用电势差兼容的材料,通常在 SWAMP 区,异金属最大电势差小于 150mv,其它环境区域电势差不大于 300mv。异金属电化学兼容表如表 1 所示。

表 1 异金属电化学兼容表

		B																					
		Y																					
		Platinum	Gold/Carbon	Stainless steel	Titanium	AG - HG	Nickel	Copper alloy	Copper	Alu-bronze Brass 30 % ZN	Silicon	Brass 50 % ZN	Bronze	Tin	Lead	Light alloy NSA 3001	Steels	Aluminium A5	Cadmium	Chromium	Zinc	Manganese	Magnesium
X	Platinum	0	130	250	340	350	430	450	570	600	685	700	770	800	840	940	1 000	1 090	1 100	1 400	1 470	1 950	
	Gold/Carbon	130	0	110	210	220	300	320	440	470	535	670	640	670	710	870	960	970	1 070	1 270	1 340	1 620	
	Stainless steel	250	110	0	90	100	160	200	320	350	415	450	520	550	590	690	750	840	850	1 050	1 150	1 220	1 700
	Titanium	340	210	90	0	10	90	110	230	260	325	360	430	460	500	600	680	750	760	860	1 050	1 150	1 610
	Silver - Mercury	350	220	100	10	0	80	100	220	250	315	350	420	450	490	590	650	740	750	850	1 050	1 120	1 600
	Nickel	430	300	180	90	80	0	20	140	170	235	270	340	370	410	510	570	650	670	770	970	1 040	1 520
	Copper alloy	450	320	200	110	100	20	0	120	150	215	250	320	350	390	490	530	640	650	750	950	1 020	1 500
	Copper	570	440	320	230	220	140	120	0	30	95	130	200	230	270	370	430	520	530	630	830	900	1 380
	Alu-bronze Brass 30 % ZN	600	470	350	260	250	170	150	30	0	65	100	170	200	240	340	400	490	500	600	800	870	1 350
	Silicon	665	535	415	325	315	235	215	95	0	0	35	105	135	175	275	335	425	435	535	735	805	1 285
	Brass 50 % ZN	700	570	520	360	350	270	250	130	100	35	0	70	100	140	240	300	390	400	500	700	770	1 250
	Bronze	770	640	550	430	420	340	320	200	170	105	70	0	30	70	230	320	330	435	630	700	1 180	
	Tin	800	670	590	460	450	370	350	230	200	135	100	30	0	40	140	200	300	400	600	670	1 150	
	Lead	840	710	680	600	490	410	390	270	240	175	140	70	40	0	100	160	250	260	300	560	630	1 110
	Light alloy NSA 3001	940	810	690	600	590	510	490	370	340	275	240	170	140	100	0	60	150	160	260	460	530	1 010
	Steels	1 000	870	750	660	650	570	550	430	400	335	300	230	200	160	60	0	90	150	200	400	470	950
	Aluminium A5	1 090	960	840	750	740	650	640	520	490	425	390	320	290	250	150	0	100	110	310	380	860	
	Cadmium	1 100	970	850	760	750	670	650	530	500	435	400	330	300	260	160	150	100	0	300	370	850	
	Chromium	1 200	1 070	950	860	850	770	750	630	600	535	500	430	400	360	260	200	110	100	200	270	750	
	Zinc	1 400	1 270	1 150	1 050	1 050	970	950	830	800	735	700	630	600	560	460	400	310	300	200	0	70	550
	Manganese	1 470	1 340	1 220	1 150	1 120	1 040	1 020	900	870	805	770	700	670	630	530	470	380	370	270	70	0	480
	Magnesium	1 950	1 620	1 700	1 610	1 600	1 520	1 380	1 350	1 285	1 250	1 180	1 150	1 110	1 010	950	860	850	750	550	480	0	

注:①两根粗黑线 X\Y 包围的区域是可以在非 SWAMP 区域使用的异金属组合;

②红细线 A\B 之间的区域是可以在 SWAMP 区使用的异金属组合。

当合适的兼容金属也无法实现时,则需要从发生电化学腐蚀的两个必要条件(不同类金属接触和电解液存在)着手进行设计和工艺处理。也就是说要避免电化学腐蚀,即破坏任何一个条件即可。如:避免不同的金属接触、保持金属表面干燥、金属表面镀上保护层等。典型的设计措施有,不兼容金属之间放置与其兼容的材料,避免直接接触;通过密封措施使其接触的金属表面干燥;在其中之一镀上与另外的金属兼容的材料,并且保证基体材料与镀层之间良好的工艺处理。

对于点(斑纹)蚀,要从控制产品的质量入手,对

供应商产品的生产流程及质量控制体系严格控制,对产品入库验收严格把关,拒收任何有缺陷的产品。

4 电连接器及其尾附件腐蚀的在制品处理

4.1 电连接器及其尾附件的腐蚀检查

首先清理电连接器及尾附件表面的污染物或碎屑。检查连接器外表面及尾附件内外表面,主要检查:腐蚀材料、镀层材料损坏情况、基体材料损坏情况、螺纹或耦合机构损坏情况。其次,根据外镀层材料的腐蚀外观判断腐蚀类型,见表2。

表2 腐蚀产品外观

合金	合金易敏感类型	腐蚀产品的外观
钛	与含氯溶剂长期或重复接触可能导致变脆。镀锡工具能导致钛的变脆	白色粉末状堆积物
镁合金	对点蚀高度敏感	象雪堆积的白色粉末和表面白点
碳和低合金钢(1000-800系列)	表面氧化和点蚀、表面和晶间腐蚀	微红-褐色氧化物(铁锈)
基体合金(镍铬铁合金)镀镍	通常有良好的耐腐蚀特性,有时对点蚀敏感	绿色粉末状堆积物
镉(用作钢的保护镀层)	良好的耐腐蚀性能,如果应用不当,将导致变脆	白色-褐色-黑色表面斑纹
铬(用作钢的耐磨镀层)	在氯化物环境下易发生点蚀	铬作为钢的阴极,不腐蚀钢本身,但在镀层处出现凹坑
银	硫磺出现将失去光泽	褐-黑薄膜
金	优良的耐腐蚀性能	堆积物引起反射面变暗
锡	易于须状物生长	须状堆积物

4.2 电连接器及尾附件腐蚀维修的定性处理方法

4.2.1 特殊条件

一些连接器及尾附件必须有特殊防腐蚀保护,参考相关的设计要求。

4.2.2 检查维修判据

对4.1节中的检查项目及内容逐一认真检查,核对相关损坏形式及维修条件。连接器外表面检查维修参考表3;连接器内表面检查维修参考表4;尾附件检查维修参考表5。

表3 连接器外表面腐蚀及维修条件

损坏类型	损坏形式	维修方案	备注
腐蚀材料层	大部分区域出现严重的白色腐蚀材料层	替换连接器	
	在某些区域出现中度的白色腐蚀材料层	推荐替换连接器	
	在某些区域出现轻度的白色腐蚀材料层	定期检查	按检查腐蚀情况检查
镀层损坏	在腐蚀的区域镀层的颜色已经完全消失	替换连接器	
	在某些区域镀层的颜色变淡	推荐替换连接器	

续表 3

损坏类型	损坏形式	维修方案	备注
金属基体损坏	连接器壳体许多点凹陷和孔洞	替换连接器	
	连接器壳体较少部位有些轻微凹陷	推荐替换连接器	
耦合机构损坏	由于腐蚀,不可能操作耦合机构	替换连接器	
	由于腐蚀,不容易操作耦合机构	推荐替换连接器	
	耦合机构容易操作	定期检查	按检查腐蚀情况检查
螺纹损坏	由于腐蚀,螺纹不可能啮合或脱离	替换连接器	
	由于腐蚀,螺纹不容易啮合或脱离	强烈推荐替换连接器	
	螺纹容易啮合或脱离	定期检查	按检查腐蚀情况检查

表 4 连接器内表面腐蚀及维修条件

损坏类型	损坏形式	维修方案	备注
连接器壳体损坏	腐蚀材料在壳体的外表面	替换连接器	
	镀层损坏	替换连接器	
	基体金属上有凹陷	替换连接器	
	在某些区域镀层完全消失	替换接触件	
损坏接触件	金属基体上有凹陷	替换接触件	
	蓝-绿色污染物	替换接触件	
	黑色污点或红色污点	替换接触件	
潮湿污染	连接器内潮湿	使用异丙醇溶剂清洁内表面	按连接器清洁章节执行
		定期检查	按检查腐蚀情况检查

表 5 尾附件腐蚀及维修条件

损坏类型	损坏形式	维修方案	备注
尾附件损坏	大部分区域出现严重的白色腐蚀材料层	替换尾附件	
	在某些区域出现中度的白色腐蚀材料层	推荐替换尾附件	
	在某些区域出现轻度的白色腐蚀材料层	定期检查	按检查腐蚀情况检查
镀层损坏	在腐蚀的区域镀层的颜色已经完全消失	替换尾附件	
	在某些区域镀层的颜色变淡	推荐替换尾附件	
金属基体损坏	尾附件壳体许多点凹陷和孔洞	替换尾附件	
	尾附件壳体有些凹陷	推荐替换尾附件	
	由于腐蚀,不可能操作耦合机构	替换尾附件	
耦合机构损坏	由于腐蚀,不容易操作耦合机构	推荐替换尾附件	
	耦合机构容易操作	定期检查	按检查腐蚀情况检查
螺纹损坏	由于腐蚀,螺纹不可能啮合或脱离	替换尾附件	
	由于腐蚀,螺纹不容易啮合或脱离	强烈推荐替换尾附件	
	螺纹容易啮合或脱离	定期检查	按检查腐蚀情况检查

4.3 电连接器及尾附件腐蚀维修的定量处理方法

电连接器及尾附件腐蚀情况可以从腐蚀点的尺寸和腐蚀点数量两方面来判断。

腐蚀点的尺寸:应考虑基体金属暴露并肉眼可视的任何腐蚀点。如果在关键区域,腐蚀点规格大于0.025 in 和非关键区域其规格大于0.100 in,这些腐蚀点应被视为灾难性腐蚀点并替换连接器及其附件。检查应从一个垂面开始并将其视为平面。有角度的面(如螺纹)应被视为两维的面,算两个面的面积。

腐蚀点数量:无灾难性腐蚀点是允许存在的。每个零件的最多允许有灾难腐蚀点的数量要求如下:(1)关键区域:每2 in² 一个腐蚀点,每个零件最多3个;(2)非关键区域:每1 in² 一个腐蚀点,每个零件最多6个。

如果是严重腐蚀,应替换损坏零件。

4 结论

腐蚀维修的定性判断方法优点是操作简便快捷,工作效率高,维护飞机装机的大量连接器及尾附件时,能节约大量时间。缺点是需要对各种腐蚀情况非常熟悉,对严重、中等或轻度的判断标准能准确给出。这些都是需要经过严格的长期培训及实践才能获得的经验。如果主观判断不准确,可能导致更严重的失效后果。

腐蚀维修的定量判断方法优点是指标明确,判断可量化,经过简单的培训即可达到判断维修条件,判断准确率高。缺点是需要大量的测量及计算时间,工作效率低。

对于在制品处理,两种维修判断方法都各有优

缺点,可以经综合分析,确定选用方案,也可两种方案一起使用。

1) 关键区域:关键区域是指在连接器和尾附件上共用的区域,此区域的腐蚀点将引起零件性能的严重降级;如螺纹、互锁齿、EMI 屏蔽端接区域、提供密封功能的面、提供电气搭接的面、腐蚀物能引起匹配干涉的表面;

2) 非关键区域:非关键区域指腐蚀点对零件的性能仅有非常小的影响的区域;

3) 腐蚀物:腐蚀物是指由电解液腐蚀铝合金基体而产生的氧化物。铝氧化物是指在镀层表面出现的白色残留物。镉氧化物是指在镀层表面出现的白色的残留物,而不是基体铝合金的腐蚀物;

4) 腐蚀点:腐蚀点通常是圆形的,并暴露出铝基体位置。腐蚀点的大小应为穿过腐蚀点的最长直线。由暴露于恶劣环境下而导致的镀层表面的水泡也应作为腐蚀点。

参考文献:

- [1] 赵麦群等. 金属的腐蚀与防护[M]. 北京:国防工业出版社, 2008. 9.
- [2] 赵志农. 腐蚀失效分析案例[M]. 北京:化学工业出版社, 2008. 8.
- [3] 黄建中. 材料的腐蚀性和腐蚀数据[M]. 北京:化学工业出版社, 2002, 10.
- [4] 龚敏. 金属腐蚀理论及腐蚀控制[M]. 北京:化学工业出版社, 2009, 1.
- [5] 北京航空学院 103 教研室. 金属腐蚀学[M]. 北京:北京航空学院 103 教研室, 1975, 1.