

MD-82 型飞机的腐蚀损伤及影响因素分析

刘世兴, 杜洪增, 白 杰

(中国民用航空学院 机电工程学院, 天津 300300)

摘要: 统计了原中国北方航空公司 7 架 MD-82 型飞机的腐蚀损伤情况。就相对湿度、空气中含有盐量、工业大气和空运海鲜产品 4 个因素, 分析了各因素对 MD-82 型飞机腐蚀损伤的影响。

关键词: 腐蚀; 老龄飞机; 环境因素

中图分类号: V267.31 文献标识码: B

0 引言

为了掌握和分析不同地区环境对 MD-82 型飞机腐蚀损伤的影响及相应的维修对策^[1], 并为老龄飞机检查与记录审查提供评估依据, 课题组对 3 类不同地区(哈尔滨、长春、大连和三亚)使用的 MD-82 型飞机的腐蚀损伤情况进行统计分析。

1 不同地区飞机腐蚀损伤概况

原中国北方航空公司 23 架 MD-82 型飞机由下属各分公司分别执管, 大部分飞机多次更换执管单位^[2]。为便于研究地区环境对飞机腐蚀损伤的影响和减少统计工作量, 这里只统计了分别由天

鹅航空分公司、长春航空分公司、大连航空分公司和北亚航空分公司执管的 7 架 MD-82 型飞机 2D 检时发现的腐蚀损伤。如表 1 所示, 4 个分公司 7 架 MD-82 型飞机的腐蚀损伤统计数据。

2 原因分析

在原北方航空公司运营的各架 MD-82 型飞机具有基本相同的防腐设计措施和生产工艺。因此, 3 种不同典型地区的 MD-82 型飞机腐蚀损伤存在明显差异的根本原因是不同地区的腐蚀环境存在较大差异。这也就是说, 3 种不同典型地区腐蚀损伤存在明显差异的原因是外在因素起关键作用, 这种外在因素可概括为含有酸性物质水溶液在机体内存在的严重程度。具体分析如下:

表 1 7 架 MD-82 型飞机腐蚀损伤统计数据

执管单位	飞机注册号	FC/循环次数	FH/飞行小时	2D 检查日期	腐蚀情况		合计
					一级	二级以上	
天鹅	B-2147	16 252	29 717	2004.05.08~2004.07.18	21.0	24.0	45.0
	B-2132	17 020	30 533	2003.03.08~2003.05.08	39.0	26.0	65.0
长春	B-2130	16 676	29 787	2002.07.02~2002.09.28	18.0	12.0	30.0
	B-2128	-	25 724	2001.11 平均	42.0 49.7	36.0 24.7	78.0 74.3
大连	B-2136	18 110	28 999		25.0	26.0	51.0
	B-2142	18 344	29 043	2002.11.18~2003.03.31	74.0	85.0	159.0
北亚	B-2143	18 736	29 888	2003.05.08~2003.07.10 平均	73.0 73.5	39.0 62.0	112.0 135.5

收稿日期: 2005-03-04; 修回日期: 2005-06-06

基金项目: 中国民用航空总局科技基金项目(2003-80-02)。

作者简介: 刘世兴(1978-), 男, 四川邻水人, 工程师, 工学硕士, 研究方向为腐蚀预防与控制。

2.1 相对湿度影响因素分析

空气相对湿度(RH)的大小对飞机内部凝结冷凝水起着关键性作用^[3]。如果飞机地面空气相对湿度较高,当飞机在巡航高度下飞行时,外界环境湿度接近-56,就必然会在机内形成较多的冷凝水。表 2 给出哈尔滨、长春、大连和三亚地区的年平均相对湿度和年降雨量,可以看出,哈尔滨、长春和大连的年平均相对湿度和年降雨量接近,相差不明显;但是,三亚的年平均相对湿度明显高于其他地区。这样,频繁起降于三亚机场的 MD-82 飞机,机内就会频繁形成大量的冷凝水^[4]。另外,对于夜间停放相对湿度较高地区的飞机,由于白天和夜间的湿度差,也会在机内产生大量的冷凝水。以上分析可知,三亚航空分公司的飞机,机内存在冷凝水的机会较多,而且也较为严重^[5]。

表 2 哈尔滨、长春、大连和三亚的年平均相对湿度和年降雨量

地名	年平均相对湿度/%	年降雨量
哈尔滨	67	553.5
长春	65	610.8
大连	68	656.1
三亚	82	1 617.7

2.2 空气中含盐量的影响因素分析

大连机场和三亚机场均是位于海岸边缘的机场。如表 3 所示,空气中的含盐量与距海岸的距离有极大的关系。距海岸越近,含盐量越高,盐雾颗粒也越大。因此,大连机场和三亚机场的空气中含有大量的盐类,特别是 NaCl 的含量更高。NaCl 中的氯离子沉降在飞机外表面或随冷凝水滞留在飞机内部,将会对飞机结构或附件形成严重腐蚀环境,起到催化腐蚀的效果。当飞机结构的排水通道受到阻塞,保温隔音棉含水过高或结构表面积累大量污物时,由于积存的水中含大量的氯离子(Cl⁻),从而形成相当严重腐蚀环境。机内积存含有大量氯离子的水分是飞机结构或附件产生腐蚀的最主要原因^[6];另外,三亚机场的相对湿度过高,这也加速了氯离子对飞机结构或附件的催化腐蚀作用,如图 1 所示。

表 3 离海岸不同距离时空气中 Cl⁻ 和 Na⁺ 的含量变化

距海岸距离/km	离子含量/mg·m ⁻³	
	Cl ⁻	Na ⁺
0.4	16	8
2.3	9	4
5.6	7	3
48.0	4	2
86.0	3	

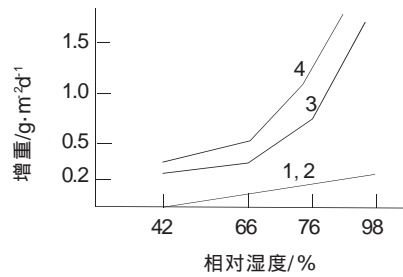


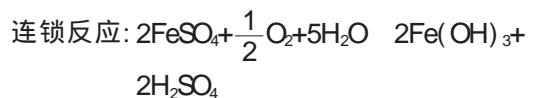
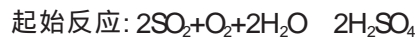
图 1 大气中的氯含量对 LY12 和 LC4 铝合金腐蚀速度的影响

注:曲线 1,2 为 LY12 和 LC4 铝合金在纯净大气中的腐蚀速度曲线;曲线 3 为 LC4 铝合金在含 1%Cl⁻ 大气中的腐蚀速度曲线;曲线 4 为 LY12 铝合金在含 1%Cl⁻ 大气中的腐蚀速度曲线。

从图 1 中可看出,当空气中的相对湿度大于 70% 时(三亚地区的年平均相对湿度为 82%),氯离子对铝合金催化腐蚀的作用明显加快。

2.3 工业大气的因素分析

机场地区由于汽车尾气和航空发动机的排气,空气中含有 SO₂ 等腐蚀性气体。虽然,机场地区空气的 SO₂ 含量很低,但因为它是水中的溶解度相当高,对飞机结构或附件的腐蚀作用仍然较大。SO₂ 对金属腐蚀的影响好似一种催化剂,可用下列简化的化学方程式描述:



显然,由于 SO₂ 的作用,催化了腐蚀进程。

铝合金在干燥大气中受 SO₂ 的影响很小,但相对湿度较高时,SO₂ 的影响就很大。从图 2 中可以看出,LY12 铝合金在洁净的大气中是很稳定的,腐蚀十分缓慢(曲线 2);若大气中含有 1%SO₂ 时,腐蚀加快,尤其相对湿度超过 76% 时,腐蚀急剧加速(曲线 1)。三亚地区的年平均相对湿度为 82%,大于 76%,这也是北亚航空分公司的 MD-82 型飞机腐蚀损伤较为严重的因素之一。

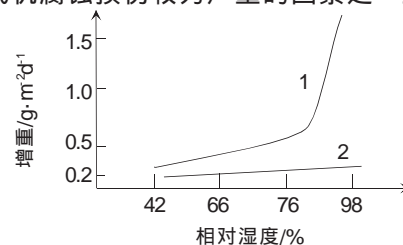


图 2 LY12 铝合金的大气腐蚀速度

2.4 空运海鲜产品的影响因素分析

众所周知, 海鲜产品含有大量腐蚀性盐类。空运过程中, 常会发生包装破损, 海鲜产品及其海水泄漏的现象。如果货舱地板损坏或密封受到损伤, 这些泄漏物就会进入货舱地板结构中, 形成非常严重的腐蚀环境。北亚航空分公司执管的 MD-82 型飞机相对其它 MD-82 型飞机有更多的空运海鲜的机会。这也是北亚航空分公司和大连航空分公司执管的飞机腐蚀损伤严重的一个重要原因。

综上, 北亚航空分公司的 MD-82 型飞机处于最严重的腐蚀环境区域, 大连航空分公司的 MD-82 型飞机处于较严重的腐蚀环境区域, 而哈尔滨和长春的 MD-82 型飞机处在较轻的腐蚀环境区域。

3 维修措施

飞机的腐蚀会影响到飞机的安全性和使用寿命。对于老龄飞机来说, 随着飞机使用时间的增长, 各种不同类型保护层均会产生不同程度的老化或损伤, 飞机的腐蚀问题会日趋严重。因此, 为将 MD-82 型飞机(大部分飞机已进入或接近老龄期)的腐蚀损伤控制在一级或更好的水平, 抑制住腐蚀损伤发展的趋势, 北方航空公司维修基地提出了一系列腐蚀损伤控制措施:

1) 在型号合格证持有人提供的腐蚀预防与控制基本大纲中, 大部分区域或部位的腐蚀损伤重复检查间隔在 4 年以上, 少部分的重复检查间隔为 3 年(如水平安定面中央盒段、110 站位增压隔框的前侧和上增压板的下侧以及前货舱左侧 24 长桁至右侧 24 长桁、前梁、货舱门开口、厨房和厕所下部的客舱地板及支承结构等), 只有在左侧 24 长桁之间的后货舱、前后隔框、后承框、货舱门开口、客舱地板和厕所、厨房下部的支撑结构、外流活门开口等部位为 15 个月。北方航空公司维修基地根据不同地区 MD-82 型飞机腐蚀损伤情况的统计分析, 调整了原来主要依据型号合格证持有人制定的腐蚀预防与控制基本大纲制定的腐蚀预防与控制方案。对于多次发现二级以上严重腐蚀部位或区域, 腐蚀损伤重复检查间隔分别调整为: 哈尔滨和长春的 MD-82 型飞机 30 个月; 大连的 MD-82 型飞机 15 个月; 三亚的 MD-82 型飞机 12 个月。

2) 北方航空公司与中国民航学院在 2001 年至 2004 年间开展了课题研究, 提出了一系列腐蚀防护措施。如原 MD-82 型飞机机身长桁与蒙皮之间没有施加接合面密封和填角密封, 造成长桁和蒙皮多次发生严重腐蚀, 课题组提出在 MD-82 型飞机 C 检或 D 检中, 用防腐剂填充长桁与蒙皮之间的结合面, 并做填角密封的腐蚀防护措施, 该腐蚀防护措施已编写了相应的工卡。

3) 为控制 MD-82 型飞机腐蚀损伤发展趋势, 还对航线使用中的 MD-82 型飞机采取一系列腐蚀防护措施: 当飞机在航线使用中发现轻微腐蚀, 施加防腐剂作为临时性处理; 适当缩短了飞机清洗周期(哈尔滨、长春: 每次 A 检; 大连: 一个日历月; 三亚: 15 天)等。通过采取以上腐蚀预防与控制措施, MD-82 型飞机腐蚀损伤发展趋势得到有效的控制。

4 结语

飞机的腐蚀损伤是飞机主要损伤形式之一, 严重的腐蚀损伤可能会严重危及飞行安全。为了有效地控制中国民航的老龄飞机损伤发展趋势, 各老龄飞机营运人应根据自己机队的腐蚀损伤情况, 及时调整老龄飞机的腐蚀预防与控制方案, 将老龄飞机的腐蚀损伤控制在一级或更好的水平上。在老龄飞机检查与记录审查过程中, 持续适航部门应着重审查各老龄飞机营运人腐蚀预防与控制方案对控制老龄飞机腐蚀损伤发展趋势的有效性。

参考文献:

- [1] 杜洪增. 老龄飞机可靠性与安全性评估[M]. 北京: 中国教育文化出版社, 2004.
- [2] 常士基. 现代民用航空维修工程管理[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2004.
- [3] Boeing Airplanes Group. 737-300 Corrosion Prevention Manual [Z]. Boeing Commercial Airplanes Group, 2003.
- [4] 田秀云. 航空器修理基础知识[M]. 北京: 中国科学文化出版社, 2003.
- [5] 杜洪增. 航空器结构修理[M]. 北京: 中国科学文化出版社, 2003.
- [6] FAA. FAA AC No. 91-56B. Continuing Structural Integrity Program for Airplanes[Z]. FAA, 2003.

(下转第 52 页)

参考文献:

- [1] 历始一, 沙起才. 机场道面维护管理系统研究报告[R]. 北京: 空军后勤部机场, 1984.
- [2] 同济大学, 上海机场(集团)有限公司, 民航华东地区管理局. 上海机场道面评价管理技术规程[Z]. 上海: 同济大学, 上海机场(集团)有限公司, 民航华东地区管理局, 2002.
- [3] FAA. AC 150/5320-6D, Airport Pavement Design and Evaluation[Z]. US: FAA, 1995.

Pavement Damage Evaluation and Analysis for Runway of Xiamen Gaoqi International Airport

WANG Xian-yi¹, LIU Yu-hai², YUAN Jie¹

(1.Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 200092, China;
2.Xiamen International Airport Group Co. Ltd, Xiamen 361006, China)

Abstract: Through spot testing and material experiment, research and pavement damage evaluation are put up for the runway of Xiamen Gaoqi International Airport on the basis of damage investigation and correlative data of the airport. This paper analyzed scientific cause of the damage, accumulated the practical damage evaluation data of asphalt pavement in our country, further more, provided the reference value for research of material in asphalt pavement.

Key words: airport; pavement evaluation; runway; damage; asphalt mixture; experiment; cause

(责任编辑: 杨媛媛)

(上接第 32 页)

Corrosion Damage of MD-82 Airplane and Analyses of Effect Factors

LIU Shi-xing, DU Hong-zeng, BAI Jie

(College of Aeronautical Mechanics & Avionics Engineering, CAUC, Tianjin 300300, China)

Abstract: Searched the corrosion data of the seven MD-82 airplanes in China Northern Airlines. Through the four factors of effect of relative humidity, content of salt in the air, industrial atmosphere and seafood product by air, the corrosion damage of the MD-82 airplanes is analyzed by the effect of circumstance factors.

Key words: corrosion; ageing airplane; circumstance factors

(责任编辑: 李 侃)