

技术专论

军用飞机结构局部环境谱编制的工程方法

陈群志¹, 刘桂良², 崔常京¹, 杨世伟², 王逾涯¹

1. 北京航空工程技术中心, 北京 100076;

2. 哈尔滨工程大学, 黑龙江 哈尔滨, 150001

摘要: 简要阐述了飞机结构的腐蚀特点, 给出飞机结构局部环境谱的定义。在某典型机场地面停放环境谱的基础上, 综合考虑关键部位的结构形式、密封性等因素, 以某型飞机机翼IV梁接头为例, 对飞机结构局部环境谱编制的工程方法进行了探索。

关键词: 腐蚀; 局部环境谱; 地面停放环境谱; 某型飞机; 机翼IV梁接头

中图分类号: TG174.1; V2165 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2006)02-0053-04

Engineering method on establishment of local environmental spectrum for military aircraft structure

CHEN Qun-zhi¹, LIU Gui-liang², CUI Chang-jing¹, YANG Shi-wei², WANG Yu-ya¹

1. Beijing Aeronautical Research Center of Engineering & Technology, Beijing 100076, China;

2. Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

Abstract: The corrosion characteristics of aircraft structures were briefed. The definition of the local environmental spectrum on aircraft structure was given. On the basis of a typical ground parking environmental spectrum of a certain airport, and the structure features, sealing conditions and other factors of the critical locations being taken into account comprehensively, a engineering method on establishment of local environmental spectrum for military aircraft structure was probed into through the fourth beam junction in airfoil of a certain type aircraft as a sample.

Key words: corrosion; local environmental spectrum; ground parking; aircraft; the fourth beam junction

飞机结构腐蚀与服役环境密切相关。尽管腐蚀环境因素随时间、地理位置等不断变化, 存在许多不确定的因素, 但是在一段较长的时间内, 却表现出一定的规律性。飞机服役过程中所经历的环境腐蚀历程, 可以采用“谱”的形式表示。腐蚀环境谱是开展飞机结构日历寿命及腐蚀防护研究的重要基础。

1 军用飞机结构的腐蚀特点及局部环境谱的定义

大量调研和检查结果表明, 相同型号的飞机在不同服役地区(机场)结构腐蚀情况有明显的不同, 即使在结构材料与表面防腐体系相同的情况

下,同一架飞机不同结构部位也有很大的差别。由此可见,飞机结构的腐蚀不仅与所处的地区(机场)的总体环境有很大的关系,而且与具体结构部位的局部环境也是密切相关的。飞机所处的状态可分为地面停放和空中飞行两种状态。相对民用飞机而言,军用飞机年飞行强度较低,服役期间多数机种97%以上的时间处于地面停放状态^[1],而空中飞行环境相对地面环境对飞机结构的腐蚀作用要弱。因此,地面环境在影响军用飞机结构腐蚀中占主导地位的因素。

飞机的腐蚀环境谱可分为地面停放环境谱与空中环境谱。飞机的某一局部部件或组合件所处的腐蚀环境条件称为局部环境。根据飞机周围的外界环境和不同结构部位所对应的局部环境,飞机的腐蚀环境谱又可分为总体环境谱和局部环境谱。局部环境谱可以定义为飞机机体结构局部部位所经历的腐蚀环境的时间历程^[2]。

近年来笔者针对军用飞机地面腐蚀环境谱方面的一系列技术问题开展了探索性研究,收集了大量的环境数据,并运用 Oracle9i 和 Visual Basic6.0 等先进的软件工具在 Windows 平台上开发了典型机场地面腐蚀环境数据库。该环境数据库具有强大的检索与统计分析功能。在此基础上,建立了典型机场地面腐蚀环境谱的编制方法,并编制了相应的计算程序^[3]。

局部环境谱的编制存在很大的技术难度,主要体现在两方面:不同的飞机结构部位,局部环境相差较大,即给出的局部环境谱的普适性较差;实际飞机结构局部环境数据的测量很困难。迄今为止,关于飞机结构局部环境谱编制的相关文献资料还很少见到。尽管总体环境谱对飞机结构不同部位的影响是不同的,但笔者认为飞机结构的局部环境与飞机所在地区(机场)的总体环境存在一定的对应关系。基于这一观点,文中以典型地区(机场)飞机周围的地面环境谱为依据,对编制飞机结构局部环境谱的工程方法进行了探索。

2 局部环境谱编制方法

2.1 局部环境谱编制的基本思路

1) 由于机场的地面环境数据量极其庞大,数据少则几万条,多则达到几百万条以上,因此依靠传统的统计处理方法得出比较准确的环境谱是很

困难的。为此,需要在机场地面环境数据库的基础上,建立地面环境谱的编制方法,并借助计算机编制相应的计算程序,进行处理后得到机场地面腐蚀环境谱,即飞机地面停放的总体环境谱。

2) 在飞机总体环境谱的基础上,针对所选结构在飞机上所处的部位、结构形式、密封、排水等进行具体分析,找出局部环境谱与总体环境谱之间的对应关系,并依据飞机结构的主要腐蚀环境因数的分析、外场调研与检查结果,建立局部环境谱。

2.2 地面停放环境谱

飞机地面停放环境谱可根据机场环境数据(包括温度、湿度、降雨、太阳辐射强度、大气污染腐蚀介质以及它们的持续时间和发生频率等)按照一定的编谱方法和计算程序处理得到。图1~6给出了以某机场1990~2003年的气候环境因素为基础,按月、年为周期的实际变化规律,所得到的月谱、年谱、月平均谱及累积年谱的部分地面停放环境谱。

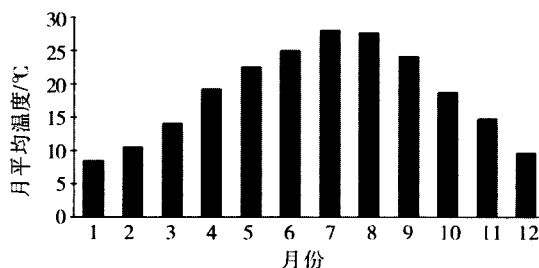


图1 某机场年平均温度变化

Fig.1 Annual average temperature variety in a certain airport

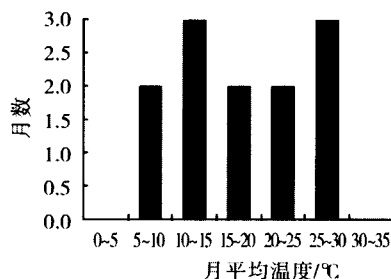


图2 某机场月平均温度谱

Fig.2 Monthly average temperature spectrum a certain airport

2.3 局部关键部位的选取

根据受环境影响的特点,飞机结构部位可分为

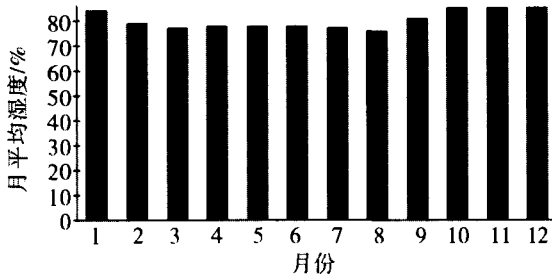


图3 某机场平均湿度变化

Fig.3 Humidity varyity in a certain airport

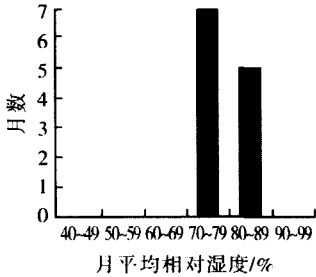


图4 某机场月平均相对湿度谱

Fig.4 Monthly average humidity spectrum in a certain airport

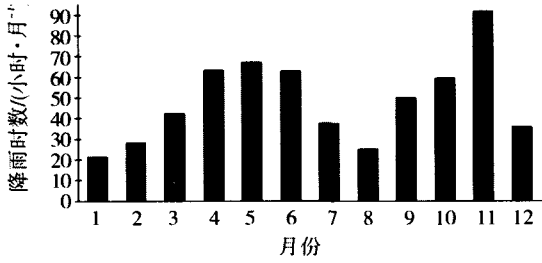


图5 某机场降雨时数变化

Fig.5 Rainfall time varyity in a certain airport

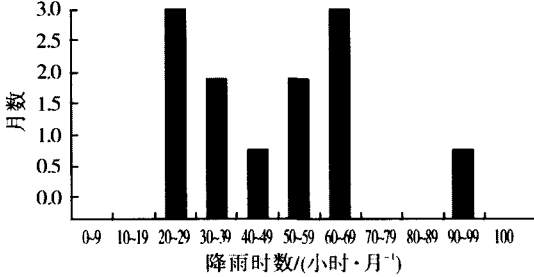


图6 某机场月降雨时数谱

Fig.6 Rainfall time spectrum in a certain airport

外露结构部位(例如机翼和机身外表面)和腐蚀严重的内部结构(如设备舱、油箱舱和某些大梁的接头部位等)。文中腐蚀关键部位的选取遵循以下原则^[3]。

1) 相对飞机的总体环境而言,受腐蚀介质作用较严重的部位是机身、机翼和尾翼下蒙皮连接件、起落架舱停放时外露部位及内部结构中积水严重的部位等环境条件恶劣的局部结构部位,尤其是同类飞机腐蚀损伤严重部位。

2) 基体材料对环境敏感,容易产生损伤,其表面涂层防腐性能较差的部位。

3) 不同连接形式(如铝铆钉、钢铆钉、钢螺钉等连接)的部位也视为关键部位。

3 实例

以下为某型系列飞机Ⅳ梁接头耳片的局部环境谱编制。

Ⅳ梁的材料为LC4CS锻件,位于机翼后油箱内,通过接头与机身42框连接,接头封闭在整流包皮内。接头基本处于结构内部,外界潮湿空气、烟、雾等难以从机身上下进入,致使外界潮湿空气、盐雾等对Ⅳ梁接头影响轻微。

检查发现,雨后打开整流包皮,几乎每架飞机都有不同程度的积水,机身表面有明显的雨水流过痕迹。雨水蒸发后导致Ⅳ梁接头局部

表1 某机场1990-2003年气象数据统计平均值

Table 1 The average weather statistical data of an airport from 1990 to 2003

月份	月平均温度/℃	月平均相对湿度/%	降雨量/mm	降雨时数/h	紫外辐射/(MJ·m ⁻²)	日照时数/h
1	8.1	84	17.4	21.3	103.93	33.8
2	10.5	79	20.8	28	143.98	51.7
3	14.1	77	36.6	42.2	167.89	105.2
4	19.2	78	81.5	63.3	56.89	118.3
5	22.6	78	101.5	67.1	86.3	157.4
6	25.0	83	152.2	62.8	164.9	166.6
7	28.1	77	143.4	37.4	73.32	220.6
8	27.7	76	107.6	25.2	246.32	206.6
9	24.1	81	74.6	49.9	190.19	163.4
10	18.7	85	74.8	59.3	132.74	72.2
11	14.7	85	44.7	91.6	115.17	51.8
12	9.6	85	25.6	36.9	69.95	25.7

表 2 地面停放环境谱

Table 2 The environmental spectrum of ground parking

	雾	凝露	雨水	工业废气	雷暴	大风
时间比例/(%)	91.9	26.9	31.9	100	2.76	0.5
作用时间/(天·月 ⁻¹)	27.58	8.08	9.58	30	0.83	0.16
作用次数	331	97	82		10	20
ph值			4.48~6.33			
Cl ⁻ 浓度/(mg·m ⁻³)				941.67		
SO ₄ ²⁻ 浓度/(mg·m ⁻³)			10833.33			
SO ₂ 浓度/(mg·m ⁻³)				0.2925		
NO ₂ 浓度/(mg·m ⁻³)				0.0402		
SO ₃ 浓度/(mg·m ⁻³)				0.0012		
NH ₃ 浓度/(mg·m ⁻³)				0.000197		
降尘量/(mg·m ⁻³)					407460	425760

形成潮湿环境。表1为1990-2003年某机场的部分气象数据,表2为该机场的地面停放环境谱。

由上述分析可知,该接头的潮湿空气作用时间可取飞机停放环境谱的雨水作用时间。考虑到每次雨后在整流包皮内的积水难以很快排出机体,积水挥发形成的潮湿空气作用时间会延长。对外场飞机实际结构检查的结果表明,内部结构中渗入雨水后,局部环境的湿度会明显增加,而且还会滞留一定的时间,其滞留时间长短与降雨时间、具体的飞机结构部位及通风排湿等情况有关。根据检查结果估计,内部结构潮湿空气的滞留时间大约为降雨时数的1.25~1.5倍,可按降雨时间1.5倍的偏保守估计来编制局部环境谱。由此按表1及地面雨谱表3求得该机场各温度下潮湿空气的作用时间见表4。

表 3 机场地面雨谱

Table 3 The rain spectrum of airport

温度/℃	雨量/mm	雨时/h
10	43	58.2
15	102.1	161.8
20	156.3	122.6
25	328.3	179.8
30	251.0	62.6

注:降雨时间占全年时间的6.7%。

表 4 各温度下的潮湿空气作用时间

Table 4 The effect of moist air

温度/℃	作用时间/h	延迟时间/h	总时间/h
10	58.2	29.1	87.3
15	161.8	80.9	242.7
20	122.6	61.3	183.9
25	179.8	89.9	269.7
30	62.6	31.3	93.9
合计/h	585	292.5	877.5

整流包皮内潮湿空气的相对湿度为75%~95%,考虑到由起落架支柱舱进入的潮湿空气的影响,将包皮内的相对湿度定为:RH≥90%。所以,IV梁接头处的局部环境谱见表5。

表 5 IV梁耳片接头局部环境谱

Table5 The local environmental spectrum of the fourth beam junction

温度/℃	10	15	20	25	30
作用时间/h	87.3	242.7	183.9	269.7	93.9

虽然该接头封闭于整流包皮内,但二氧化硫、二氧化氮、三氧化硫、氨等气体介质的取值接近于外界环境情况,所以可得出此接头耳片的局部介质谱,如表6。

表 6 局部介质谱

Table 6 The spectrum of local medium

介质浓度	SO ₂ /(mg·m ⁻³)	NO ₂ /(mg·m ⁻³)	SO ₃ /(mg·m ⁻³)	NH ₃ /(mg·m ⁻³)
年均作用量	0.2925	0.0402	0.0012	0.000197

致谢:文中的部分数据由国防科技工业自然环境试验中心、国家气象信息中心气象资料室和有关机场气象站提供,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 崔常京,陈群志,王逾涯,等.机场地面环境谱编制方法研究[A].第九届青年腐蚀与防护科技论文集[C],14.
- [2] 刘文斑,李玉海.飞机结构日历寿命体系评定技术[M].北京:航空工业出版社,2004:75.
- [3] 李玉海,刘文斑,杨旭,等.军用飞机结构日历寿命体系评定应用范例[M].北京:航空工业出版社,2004:5.