

文章编号: 1000-6893(2001) 04-0359-03

飞机停放日历寿命腐蚀温度谱的 编制方法和相应腐蚀介质的确定

张福泽

(北京航空工程技术研究中心, 北京 100076)

METHOD FOR DRAWING UP CORROSION TEMPERATURE SPECTRUM OF

AIRCRAFT CALENDAR LIFE AND DETERMINATION OF RESPECTIVE CORROSION MEDIUM

ZHANG Fu-ze

(Beijing Aeronautical Technology Research Centre, Beijing 100076, China)

摘 要: 工程应用研究认为, 飞机在每一年使用腐蚀环境下, 应编制成 3 种平均使用腐蚀温度谱, 每一种平均温度谱又由 3 级温度构成。即春秋、夏和冬 3 个季节的平均温度谱, 每个季节的平均温度谱又由中午、夜间和它们的平均值 3 级温度构成。每一个季节的平均温度谱对应的平均腐蚀介质含量, 就作为本季节的平均腐蚀介质。

关键词: 飞机日历寿命; 温度谱; 腐蚀介质

中图分类号: V216.5⁺2; TG172 文献标识码: A

Abstract: From research of engineering application, the paper considers that the average temperature spectra in three seasons of spring (and fall), summer and winter should be drawn up, under corrosion environment to be used in each year, and the average temperature spectrum of each season consists of three temperatures: at noon, night and their average value. The content of other corrosion media in respect to the average temperature spectrum at each season serves as the average corrosion medium of this season.

Key words: aircraft calendar life; temperature spectrum; corrosion medium

飞机日历寿命是地面停放时间(包括修理等时间,下同)和空中飞行时间之和,但对绝大部分军用飞机,它们飞行时间仅占总日历寿命的 2% 左右,因此飞机日历寿命主要是约占 98% 的地面停放时间。这两部分寿命,由于所处的力环境和腐蚀环境不同,因此在寿命确定的方法上也有所不同。对飞行时间的疲劳寿命国内外已有很多研究和成熟的方法,在此不赘述,本文主要研究地面停放时间日历寿命确定的温度谱和相应的腐蚀介质问题。由于影响日历寿命的环境因素太多,如盐水、酸雨、空气、水蒸汽、二氧化硫、氢、温度和湿度等等因素,这些因素经常是同时作用于飞机机体上,而且这些因素在不同地区,不同季节又有很大变化,因此很难找到一种简单有效地预测飞机机体结构日历寿命的计算模型。文献[1]为了解决这个复杂工程难题,进行了科学有效的假设,它把温度因素单独做为多级重复施加的谱,而把其它诸多腐蚀因素放在材料 $T-H$ 曲线测试和构件腐蚀试验中考虑。在此假设下,论证并推导出了类似于

疲劳领域中的 Miner 法则公式,这个公式适用于多种腐蚀介质环境的金属材料的日历寿命计算,这是一种全新的思维方法。但由于文献[1]的主要目的是建立日历寿命计算模型和 $T-H$ 曲线的分布规律研究,而针对飞机日历寿命预计中的温度谱和相应的腐蚀环境介质,没有给出可以应用的结果,本文针对这些国内外没有解决的问题进行了如下的研究。

1 编制飞机使用腐蚀温度谱要考虑的几种关系

(1) 飞机腐蚀温度谱与相应环境介质的关系

飞机在地面停放中,腐蚀温度与其它腐蚀介质,如温度、湿度、盐水、二氧化硫……等因素是同时作用于飞机机体上的,因此,飞机日历寿命预计必须同时考虑这些环境因素对它的影响。为了建立计算日历寿命数学模型,探索规律,文献[1]假定得到相同腐蚀量 D_i ,在其它腐蚀介质(湿度、盐水……等)不变情况下,找到了腐蚀温度 T 与腐蚀时间 H 的变化规律曲线,以此曲线为基础,推导出腐蚀线性累积损伤理论公式(1)。但它并没有给出温度谱与其它腐蚀介质是什么关系,它们怎样

搭配使用。

$$\lambda \prod_{j=1}^m \left[\prod_{i=1}^k \frac{h_i}{H_i} \right] = 1 \quad (1)$$

式中: h_i 是代表使用腐蚀温度谱中第 i 级温度所对应的腐蚀小时数, 而 H_i 是代表使用腐蚀温度谱中用第 i 级温度腐蚀至损伤容限 D_c 所需要的腐蚀小时数。

飞机结构在实际腐蚀过程中, 由于地域(沿海、内地、南方、北方)不同、一年四季差异、一天早中晚不同, 其腐蚀的各种因素都在变化, 有时变化还很大, 这样, 就给如何编制出既符合飞机实际腐蚀状态, 又能应用于腐蚀线性累积损伤理论公式(1), 进行日历寿命计算的温度谱与相应的腐蚀环境介质的确定造成十分复杂的情况。对此, 本文认为, 必须根据工程定寿需要, 进行合理地工程简化, 才可能编制出工程上适用的温度谱和确定出相应环境介质的关系, 但这种关系必须是相互对应的关系, 否则, 无法用公式(1)进行日历寿命计算, 无法实测 $T-H$ 曲线和部件的腐蚀试验。

(2) 飞机腐蚀温度谱与 $T-H$ 曲线的关系 根据腐蚀线性累积损伤理论公式(1)的内涵, 这说明在飞机结构日历寿命计算中, 要求使用腐蚀温度谱的温度范围与 $T-H$ 曲线测试中的温度范围应保持在一个范围内, 否则无法对应取值, 进行日历寿命计算。因此, 在进行 $T-H$ 曲线测试中, 要参照使用腐蚀温度谱的温度范围选择 $T-H$ 曲线测试的温度范围, 使腐蚀温度谱与测得的 $T-H$ 曲线温度范围相匹配, 供日历寿命预计使用。

(3) 在编制温度谱中, 要考虑环境腐蚀介质与 $T-H$ 曲线的相应关系 除温度以外的其它环境腐蚀介质(水、盐、二氧化硫、酸雨……等的浓度), 由于它们像温度谱一样也随地域、季节、中午与晚间的不同而变化, 为了能使测得的 $T-H$ 曲线适用于腐蚀线性累积损伤理论公式(1), 因此, 在实测 $T-H$ 曲线中, 除要求实测温度范围要与温度谱的温度范围相匹配外, 还要求其它腐蚀介质也要匹配。即不同地域, 不同季节, 要用相应的腐蚀介质和相应的温度谱进行 $T-H$ 曲线实测。因此说, 飞机腐蚀日历寿命预计的 $T-H$ 曲线, 与疲劳领域中的 $S-N$ 曲线有很大不同。 $T-H$ 曲线必须根据不同地域, 不同季节, 分别实测, 给出多条 $T-H$ 曲线, 而 $S-N$ 曲线通常是不考虑地域和季节的影响, 对某一种材料在一种应力比下给出一条 $S-N$ 曲线即可。这样实测腐蚀 $T-H$ 曲线的复杂程度和工作量要比 $S-N$ 曲线实测要难得多大多得多。

2 飞机使用腐蚀温度谱的几种可能型式分析

(1) 一年的随机使用腐蚀温度谱 从飞机真实使用分析, 最真实的使用腐蚀温度谱是按不同地域(沿海、内地、南方、北方……等)分别编制一种每年 365 天的随机温度谱。这样的随机温度谱理论上是真实的, 而且通过统计也可以编制出来, 但这种随机温度谱每一时刻相对应的其它腐蚀介质的浓度都随着时间的变化而改变, 这样在腐蚀 $T-H$ 曲线的实测中是无法模拟的, 因此这种随机温度谱是无法使用的。

(2) 一年的平均使用腐蚀温度谱 从编制可能型式分析, 可以把飞机在某一地区, 一年 365 天的使用温度和腐蚀介质, 编制一种某一地区全年的平均使用腐蚀温度谱和平均使用腐蚀介质。这种温度谱虽然型式简单, 使用也方便, 但由于它只有一级平均温度, 因此真实性差, 满足不了飞机的日历寿命的预计和腐蚀试验需要。

(3) 一个月的平均使用腐蚀温度谱 从编制可能出现的型式分析, 还可以把飞机在某一地区一个月内的使用温度和介质, 编制出某一地区一个月的平均使用腐蚀温度谱和平均腐蚀介质浓度。这种谱相对而言, 是比较真实的, 编制也不困难, 但用于腐蚀 $T-H$ 曲线实测和零部件腐蚀试验时, 要频繁地更换腐蚀介质 12 次(一年为一循环块), 这样工程实际应用受到限制, 也不是理想的编制型式。

3 按春秋、夏和冬 3 个季节编制使用腐蚀温度谱

本文从工程应用角度, 给出一种按不同地域, 按 3 个季节编程序块平均使用腐蚀温度谱, 其温度等级是按每个季节的平均夜间温度、平均中午温度和它们的平均值温度来确定, 如图 1~图 3 所示的春秋、夏和冬 3 个季节的平均使用腐蚀温度谱。

图 1 中: T_1 为某一地区的春秋季节夜间平均温度; T_3 为某一地区的春秋季节中午平均温度; $T_2 = (T_1 + T_3)/2$; h_1 为某一地区的春秋季节夜间平均小时数; h_3 为某一地区的春秋季节中午平均小时数; h_2 为某一地区的春秋季节除掉夜间和中午以外的小时数。图 2 中: T_1 为某一地区的夏季夜间平均温度; T_3 为某一地区的夏季中午平均温度; $T_2 = (T_1 + T_3)/2$; h_1 为某一地区的夏季夜间平均小时数; h_3 为某一地区的夏季中午平均小时数; h_2 为某一地区的夏季除掉夜间和中午以外的小时数。

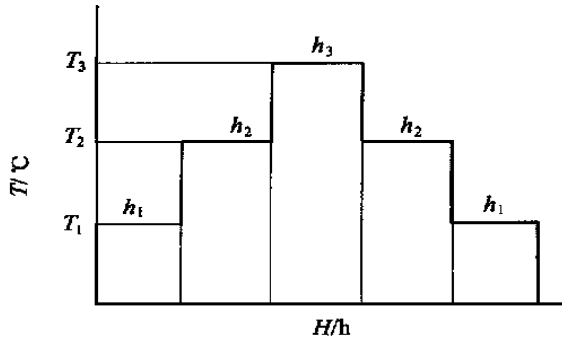


图 1 春秋平均使用腐蚀温度谱

Fig. 1 Mean applied corrosion temperature spectrum for spring and autumn

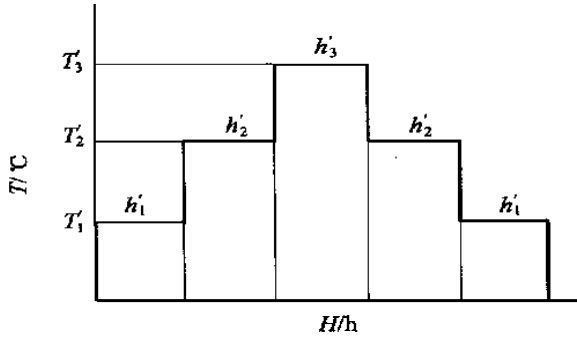


图 2 夏季平均使用腐蚀温度谱

Fig. 2 Mean applied corrosion temperature spectrum for summer

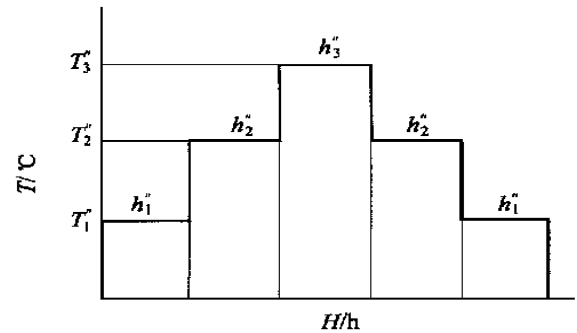


图 3 冬季平均使用腐蚀温度谱

Fig. 3 Mean applied corrosion temperature spectrum for winter

图 3 中的 T_1, T_2, T_3, h_1, h_2 和 h_3 是代表某一地区的冬季各温度和小时数, 不一一赘述。

飞机在几个地区使用, 就需要分别编制出几个地区的春秋、夏季和冬季平均使用腐蚀温度谱和制定出相应的腐蚀介质, 供飞机日历寿命计算和腐蚀 $T-H$ 曲线实测以及零部件腐蚀试验使用。本文认为, 在一年内, 编制这样 3 个季度平均使用温度谱是合适的, 既保持了足够的真实性, 又使工程上容易实施。

4 按春秋、夏和冬 3 个季节确定飞机使用腐蚀介质浓度

飞机的使用腐蚀环境因素很多, 而且随机性和偶然性很大, 想找到一种精确解是很难的, 而且工程上也没必要这样做。从满足飞机日历寿命预计需要考虑, 按每个地区的春秋、夏季和冬季的各自腐蚀环境因素的平均值就够用了。如在海南岛地区, 分别统计出春秋、夏季和冬季的平均水气(湿度)、盐水浓度、二氧化硫浓度...等, 这些腐蚀介质浓度的平均值就分别代表海南岛的春秋、夏季和冬季的飞机使用腐蚀环境。这样与该地区的春秋、夏季和冬季平均使用腐蚀温度谱也一一对应, 也方便了飞机日历寿命预计和 $T-H$ 曲线的测试及零部件的腐蚀试验。

飞机在几个地区使用, 就分别编制出几个地区的春秋、夏季和冬季的腐蚀介质环境, 供确定日历寿命使用。

5 结 论

本文结合应用腐蚀线性累积损伤理论公式预计飞机日历寿命, 并从工程实际需要和可能, 提出:

(1) 飞机在一年期间, 按所在地区, 分别编制出春秋、夏和冬 3 个季节的温度谱。每个谱中的温度等级分别由本季节的平均中午温度、平均夜间温度和它们的平均值温度构成。每个温度谱中的各级温度对应的小时数, 是根据每级温度每天占有的小时数, 进行统计平均后得到。

(2) 飞机在一年期间, 按所在地区, 分别制定出春秋、夏和冬 3 个季节的腐蚀介质的种类和浓度, 与春秋、夏和冬 3 个季节的温度谱一一对应。

(3) 飞机在几个地区使用, 就需要编制和制定出上述的几个温度谱和几种腐蚀介质种类和浓度。

参 考 文 献

[1] 张福泽. 金属机件腐蚀损伤日历寿命的计算模型和确定方法[J]. 航空学报, 1999, 20(1): 75-79.

作者简介:

张福泽 详见《航空学报》2000 年第 21 卷第 4 期第 351 页。