

# 在多通道自动协调加载系统上实现 飞行顺序随机的飞-续-飞 试验载荷谱

ON MULTIPLE CHANNEL AUTOMATIC CONTROL SYSTEM,  
IMPLEMENTING THE FLIGHT-FLIGHT TEST PROFILE IN  
RANDOM SEQUENCE

空军第一研究所 李健

*The First Institute of Air Force*

Li Jian

从美国引进的多通道自动协调加载系统,主要用于做全机多通道结构疲劳试验。但它的数据库软件只能建立给定顺序的试验载荷谱,不能生成随机数序列,因而也就不能生成飞行顺序随机的飞-续-飞试验载荷谱。

利用系统中配置的PDP11/73型电子计算机的随机函数RND产生的(0,1)区间上的随机数,并令

$$x = \text{INT}(\text{RND} * k + 1) \quad (1)$$

其中,  $k$  为任意正整数;  $\text{INT}(Y)$  函数表示取不大于  $Y$  的整数, 易见  $x$  取  $[1, k]$  区间上的整数。当RND不断地产生随机数, 则  $k$  可随机地取  $[1, k]$  上的整数, 这就生成了一个  $[1, k]$  上的随机整数序列  $\{x_n\}$ 。

那么  $\{x_n\}$  是否独立和均匀分布呢?

令  $\xi_1 = x_1 + x_2, \xi_2 = x_3 + x_4, \dots, \xi_n = x_{2n-1} + x_{2n}$

然后用  $\chi^2$  (卡方) 检验, 看  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$  是否符合三角分布。对 (1) 式, 连续产生 200 个  $[1, 10]$  区间整数, 则  $\{\xi_n\}$  取值范围为  $[2, 20]$  上的整数, 且取各数  $k$  的概率  $p$  为

$$p \times 100 = \begin{cases} k - 1 & (2 \leq k \leq 10) \\ 21 - k & (11 \leq k \leq 20) \end{cases}$$

共做 10 次卡方检验, 每次都取 200 个数, 但取不同的初始参数, 检验结果如下表

次 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
结 果( $\eta$ )	14.64	17.27	21.24	9.69	11.25	11.99	15.05	9.11	24.24	17.15

由  $\chi^2$  (18) 表中得,  $\eta_{50} = 17.34, \eta_{80} = 12.86$ 。可见, 在 10 次检验中, 有 8 次检验“ $\{x_n\}$  为独立和均匀分布”的置信度大于 50%, 其中有 4 次检验的置信度大于 80%。从而证明

1988年9月26日收到

$\{x_n\}$ 序列基本上是独立并且均匀分布的。

再来考证 $\{x_n\}$ 的周期是否满足编谱要求。在编制飞-续-飞谱中,一次试验所用的飞行数量一般为 $10^2$ 量级,而每个飞行的重复次数一般也为 $10^2$ 量级,因而一次试验中所有飞行重复次数的总和最大为 $10^4$ 量级。RND每产生一个数,就有一个 $x$ 与之对应,因而 $\{x_n\}$ 的周期就是RND的周期;而RND的周期远大于 $10^4$ 量级。所以由(1)式产生的 $\{x_n\}$ 序列在 $10^4$ 范围内,不会出现从某项起的各项随机数与前面各项循环重复的现象。因而 $\{x_n\}$ 的周期能够满足编制飞-续-飞试验谱的要求。

按照(1)式,对建库软件进行修改,使其不但保留了原来人为确定飞行顺序的功能,还可以自动生成随机飞行序列。且在编辑和修改库时,能使库中现存的飞行生成新的随机序列。从而使该系统实现了生成飞行顺序随机的飞-续-飞试验载荷谱,扩充了该软件的使用功能。目前,国产某型歼击教练机的全机疲劳试验已经按这种谱投入试验。



### 国际飞机和直升机诊断会议

会议由波兰机械工程师协会发起和组织,于1989年5月21日~24日在波兰举行,计有波兰、苏联、捷克、匈牙利、东德、西德、法国、荷兰、瑞士、中国等十一个国家的代表参加。论文的主要内容为:推进系统、机体、航空电子、机组保护和救援设备的诊断等;机载和地面诊断系统;诊断水平和标准;诊断算法;状态监控,趋势分析和预报;诊断方法和设备;诊断系统的设计及诊断系统在飞机发展中的任务和地位;诊断学与飞行安全;计算机辅助诊断学;诊断学的经济方面的问题。

会议上受到与会国专家学者重视的问题如下:

(1) 实时诊断压气机喘振的方法,它是根据测量的发动机转速、压气机出口压力和排气温度的变化率来判断是否将发生喘振。如有发生喘振的征兆,则在座舱给出警告信息。

(2) 新一代飞机将采用机载高速微处理机和高密度存储器,以便提供足够高的计算能力和存储容量,进行机载实时数据处理,诊断故障,降低直接维修成本,减少非计划拆装的平均时间。

(3) 发展先进的飞机和发动机状态监控系统。如荷兰皇家航空公司在波音747-400飞机上装有飞机状态监控系统ACMS和中央维修系统(CMS),后者用来监视飞机性能。同时采用了DataLink通讯系统将机载监测数据通过无线电通讯系统发往基地,以便实时诊断和处理飞行中的问题及事故,增加飞行安全。需维修时可在飞机到达前做好一切准备,以减少飞机在地面的停留时间,提高飞机利用率。

(4) 振动监控与测量。会上有不少文章介绍这方面的经验。如改进的DPM法用计算机辅助测量压气机叶片振动;机载振动监控系统AVM及其在发动机机械故障诊断中的应用,介绍了法航、英航、瑞航、波航、汉莎等航空公司应用此系统的情况及对提高飞行安全,降低成本的效果。

(下接第218页)