

飞机服役年限的确定

张净敏

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:从我军一批退出现役飞机服役年限的统计资料入手,并借鉴外军几型飞机的使用情况,提出应均衡配置飞机自然寿命、技术寿命和经济寿命,合理确定飞机服役年限。并对经济寿命的延长,从数学上作了分析。指出:在机载设备更新换代速度远比飞机平台快的形势下,延长飞机服役年限是一条投入少效益高的装备建设之路。

关键词:服役年限;技术寿命;经济寿命

中图分类号:E926 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2000)05-0068-04

飞机从列编到退役为止所经历的工作时间或使用年限,称为飞机的服役年限,即指飞机在按照规定进行使用、维修和保管的条件下允许用于执行飞行任务的规定时限。常用飞行小时(Fh)或日历年限来表示。飞机服役年限的确定,是飞机发展更新和实施飞机全寿命管理的一个重要依据,而我军现役装备皆没有确定其服役年限。因此,它是装备管理工作中一项重要的技术经济基础性工作,也是我军装备管理上的一个薄弱环节。从目前国内外的研究现状看,侧重于研究阶段与使用维修阶段降低全寿命费用构成的论述较多^[1~3],但从服役年限角度研究全寿命费用管理的不多。在保持和提高飞机战斗力的条件下,合理的确定飞机的服役年限,是降低飞机全寿命费用的一种有效方法。尤其是我国的经济与发达国家比还相对落后,军费开支有限,更要重视此方面的研究,这也是一条适合我国国情的装备建设之路。

1 三重形态寿命

飞机服役年限是其自然寿命、技术寿命和经济寿命^[4]三个基本特征量相互依赖、相互制约的结果。它们构成飞机服役年限的三重形态寿命。

从我军建军初期的一批已退役飞机服役年限的统计资料(见表1)可以看出,各型飞机服役年限的差别很大,说明飞机的三重形态寿命配置不够合理。

1.1 自然寿命

飞机自然寿命是指飞机从投入使用开始,到由于实体发生的疲劳、变形、腐蚀等损耗原因不能保持设计规定的最低功能要求的极限使用时间。它是根据安全性和可靠性原则确定的,是确定飞机服役年限的基础和前提。飞机服役年限不可能超越自然寿命。但不正确的使用维修会缩短其自然寿命。

1.2 技术寿命

飞机技术寿命是指飞机从投入使用开始到因技术落后而中止使用的时间。它是根据先进性原则确定的寿命。可以通过现代化改装延长飞机技术寿命,但技术寿命不可能超过自然寿命。

由于科学技术的进步,某些飞机在使用期间出现了技术更先进、作战效能更高的飞机,在其尚未用尽自然寿命之前被取而代之,提前退出现役。从表1中可以发现作战飞机中的螺旋桨飞机(如 ла-7、ла-9、ла-

表1 我军部分退役飞机服役年限统计

机 型	服役年限
ла-7	2.0
ла-9	6.2
ла-11	7.9
MIG-9	4.3
MIG-15	9.3
MIG-15BS	23.8
MIG-17	26.3

收稿日期:2000-06-19

作者简介:张净敏(1964-),女,上海人,讲师,硕士,主要从事装备管理与决策研究。

11)的服役年限一般均低于喷气式飞机(如 MIG - 15、MIG - 15BS)。这是由于喷气式飞机技术的迅速发展,在取代老式螺旋桨飞机过程中,使得螺旋桨飞机的技术寿命远低于其自然寿命造成的。同理,MIG - 9 飞机也因技术不成熟,而被技术先进的 MIG - 15 飞机提前取代退出现役。MIG - 9 飞机的短寿是技术淘汰的典型实例。

1.3 经济寿命

飞机经济寿命是指飞机从投入使用到因经济性权衡结果而中止使用的时间。经济寿命是根据经济性原则确定的,是从经济性角度考虑飞机更新的最佳时机。通过技术改进可以延长飞机经济寿命,但经济寿命也不能超过自然寿命。

对飞机来说,随着使用年限的增加,每年分摊的购置费和年平均支付的使用维修费总和最低的年份即为其经济寿命。将购置费分摊到每年的“折旧费”,不是用简单的算术平均值分摊的方法,而是用资金等额回收值,计算其时间价值。使用维修费也计及货币的时间价值。二者之和称为年当量费用。

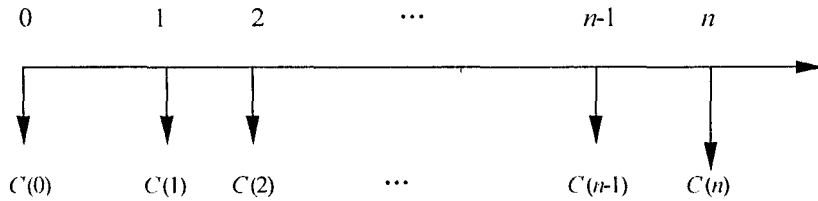


图 1 费用流向图

设 C 为年当量费用,由图 1 有

$$C = C_0 \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + \frac{i}{(1+i)^n - 1} \sum_{k=1}^n C(k)(1+i)^{n-k} \quad (1)$$

式中, C₀ 为购置费用; C(k) 为 k 年年末支付的使用维修费用, k=1, 2, 3, ..., n; i 为年利率; n 为使用年限。按式(1)求 C 的最小值 n 即为经济寿命值。

2 均衡配置三重形态寿命

飞机服役年限的确定,是在考虑飞机安全性、可靠性前提下,由技术先进性和经济可行性原则确定的。它受制于其自然寿命、技术寿命和经济寿命中的最短者。飞机寿命的合理利用取决于这三重形态寿命是否均衡配置,即这三重形态寿命越接近,飞机寿命的使用也越充分。

2.1 不均衡配置的情况

有时飞机投入使用不久,技术性能落后了,虽然飞机还“年轻”,也不得不中止使用。例如,F - 111 飞机的自然寿命为 12 000 Fh,按每年平均 210 Fh,则为 57 Y,但被技术先进的 F - 16 飞机代替,实际只服役 23.3 Y,自然寿命损失 30 余年。有时飞机使用到一定年限以后,磨损和劣化加快,需要更多的使用维修费用才能保持飞机的正常飞行,虽然飞机的自然寿命尚未到期,但经济寿命到期,也不得不止使用。表 2 是我军部分已退役飞机单一机型的服役年限和经济寿命,其中经济寿命是按式 1 求得的,表中的平均寿命是按每种飞机数量加权求得的。这几种飞机的平均经济寿命为 23.9 Y,由于技术不先进,结果平均服役年限仅为 21.4 Y,而这些飞机的自然寿命在 30~40 Y 之间,自然寿命损失 10 余年。常常出现技术寿命或经济寿命远远短于自然寿命,飞机自然寿命的潜力得不到充分利用,从而造成巨大的资源损失。

表 2 我军部分已退役飞机的服役年限和经济寿命

机 型	服役年限/Y	经济寿命/Y
J-5	32.0	37.0
J-6	21.2	21.0
J-6 III	22.8	20.0
J-7	14.2	19.0
Q-5	20.5	28.0
JJ-5	19.4	28.5
HJ-5	22.6	25.0
CJ-6	22.2	19.0
平均寿命	21.4	23.9

2.2 均衡配置情况实例

2.2.1 B-52H 飞机

B-52H 是 1961~1962 年生产的,到 2000 年已使用 38 Y。它仍是美军战略轰炸机的主要机种,该机经

多次技术改造,具有精确制导远距投射和直接攻击能力。其平均自然寿命到1997年还有13 000 Fh,每年平均395 Fh,预计可延长到2030年。B-52H飞机,美空军准备至少有66架用到2014年,到那时共使用52 Y,较一般飞机服役期增大近一倍。

2.2.2 F-16飞机

F-16飞机1978年底开始装备部队。90年代美军不断对它进行技术改进,如加装模块任务计算机、环形激光陀螺惯性导航系统、全球定位系统接受器、夜间攻击系统,等等,使飞机作战性能优良;与此同时,进行飞机结构改进,使自然寿命达到8 000 Fh,其服役时间至少到2020年,那时平均服役年限超过30 Y。

2.2.3 C-141飞机

C-141飞机1965年4月装备部队,原设计的自然寿命为20 000 Fh或27.5 Y,经过改装,自然寿命延长到45 000 Fh,到2000年已服役35 Y,目前仍是美空军运输的主要机种。美空军请洛克希德航空系统公司调查再次延长其自然寿命的可能性,经过论证后表示可将其自然寿命再次延长到85 000 Fh。但90年代中期出现了技术更先进的C-17飞机,预计C-141飞机自然寿命不会进一步延长,再等3~5 Y退出现役,到那时也有40 Y的服役年限。

3 经济寿命延长的数学分析

随着飞机使用年限的增加,飞机老化,磨损加剧,使用维修费用迅速增长,导致出现修旧不如买新的经济后果而中止使用。如果采用新技术,如表面工程技术等^[5],有效地补偿飞机的磨损,减缓飞机的老化,使飞机使用维修费用增长得不多,甚至不随使用年限变化,即式(1)中的

$$C(1) = C(2) = \dots C(n-1) = C(n) = C'$$

$$C = C_0(A/P, i, n) + [(1+i)^{n-1} + \dots + (1+i)^1 + (1+i)^0] \frac{i}{(1+i)^n - 1} C' = C_0(A/P, i, n) + C'$$

式中, C_0 及 C' 均为常数, $(A/P, i, n)$ 是随 n 的增大而单调减小的。因此, C 也是随 n 的增大而单调减小的,结果飞机的经济寿命就等于其自然寿命,达到了一种理想的境地。一般说来,要保持各年使用维修费用不增加,是不容易实现的。采用表面工程等新技术,可以减缓使用维修费用增长的幅度,延长经济寿命^[6]。

4 算例

某型飞机购置费为500万元,年利率10%;1. 第1年的使用维修费50万元,第2年开始每年递增5万元,第11年开始每年递增7万元,求其经济寿命;2. 若采用表面工程技术保持年使用维修费用50万元不变,自然寿命为48 Y,经济寿命能否达到48 Y,试分析。

解: 令 $G = C_0 \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$, $H = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \sum_{k=1}^n C(k)(1+i)^{n-k}$

按式(1)分别求得 G 、 H 、 C 之值,如表3和表4所示,得到第一种情况的经济寿命为17 Y;第二种情况的经济寿命随自然寿命的延长而延长,自然寿命为48 Y时经济寿命也是48 Y。

表3 年使用维修费用增长时经济寿命的计算

n	1	3	5	6	8	10	12	14	16	17*	19	21
G	550.00	201.10	131.90	114.81	93.72	81.38	73.38	67.88	63.91	62.33	59.78	57.81
H	50.00	54.69	59.05	61.12	65.02	68.70	72.30	75.84	79.20	80.76	83.88	86.86
C	600.00	255.79	190.95	175.93	158.74	150.08	145.68	143.72	143.11	143.09	143.66	144.67

表4 年使用维修费用不变时经济寿命的计算

n	1	3	6	10	14	18	20	24	28	32	40	48*
G	550.00	201.10	114.80	81.38	67.88	60.97	58.73	55.60	53.73	52.49	51.13	50.52
H	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
C	600.00	251.10	164.81	131.38	117.88	110.97	108.73	105.60	103.73	102.49	101.13	100.52

5 结论

从表1、表2中我军已退役的部分机型飞机服役年限的统计分析可知,由于技术寿命或经济寿命较短,致使自然寿命未能充分利用,造成巨大的资源浪费,值得反思。外军也曾有过类似的问题,但在B-52H等飞机上采取了改进措施,使飞机的三重形态寿命协调配置,飞机服役年限长,值得我军借鉴。

目前研制新型飞机周期很长,从决定研制到首次装备部队,一般需要10Y,甚至更长时间,且耗资巨大,负担沉重,而国防经费有限,突出的供需矛盾制约着航空装备的发展。在机载设备更新换代速度远比飞机平台快的形势下,从技术和经济角度权衡,利用飞机平台具有足够的自然寿命,有步骤地更新机载设备,把新技术逐渐嵌入现有系统,从而延长飞机的服役年限,减缓经济承受力的矛盾,是一条投入少而效益高的装备建设之路。为加速我军航空装备现代化建设,合理确定飞机服役年限,迫切需要重视飞机三重寿命形态的均衡配置。

参考文献:

- [1] Blanchard B S. Logistics Engineering and Management(fifth edition)[M]. New York;Prentice Hall,1998.
- [2] 刘晓东,张恒喜.可靠性与研制费用相关关系研究[J].空军工程大学学报(自然科学版),2000,1(1):63-66.
- [3] 段宝君,张恒喜.装备飞行经费需求预测与分配模型[J].空军工程大学学报(自然科学版),2000,1(3):30-33.
- [4] 张春友,张米尔.技术经济学[M].大连:大连理工大学出版社,1998.
- [5] 徐滨士.表面工程理论与技术[M].北京:国防工业出版社,1999.
- [6] 陈学楚,张净敏.设备维修中表面工程技术经济研究[J].中国表面工程,1999,12(1):43-46.

Study of Ensuring Aircraft's Service Year

ZHANG Zheng-min

(Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710038, China)

Abstract: The paper begins with the statistical data of service year of the aircraft withdrawn from our military service. Using for reference the working condition of several types of foreign fight-aircraft, the aircraft's natural life, technical life and economical life are put forward, so the aircraft's service year can be determined reasonably. And the prolongation of the economical life is also analysed mathematiclly. It is pointed out that under the circumstances of the renewal speed of the airborne equipment being more faster than that of the aircraft platform, the prolongation of the aircraft's service life may be an appropriate way to achieve "less investment, higher efficiency" in the equipment developing

Key words: service year; natural life; technical life; economical life