

飞机维修费用估算的分析

白暴力¹, 杨琳¹, 陈云翔²

(1. 西北工业大学经济研究中心, 陕西西安 710072; 2. 空军工程大学工程学院, 陕西西安 710038)

摘要: 飞机维修费用的估算方法大致可分为基本方法和常用方法, 结合实际应用对比各种方法的优劣和适用范围, 讨论了在飞机维修费用估算中急需解决的问题, 并对其今后的发展趋势做出展望, 为飞机维修费用的估算提供了有效的方法论支持。

关键词: 飞机; 维修费用; 估算方法

中图分类号: V37 文献标识码: A 文章编号: 1009-3516(2005)05-0008-03

飞机的维修费用(Maintenance Cost, MC)是飞机在规定条件下进行维修, 消耗维修资源(人力、物力和物资)而支付的费用^[1]。它是飞机寿命周期费用(Life Cycle Cost, LCC)的重要组成部分。飞机的LCC是在预期的寿命周期内, 为飞机的论证与研制、购置、使用与保障及退役处置所支付的所有费用的总和^[2]。

随着现代航空装备的发展, 新型飞机的性能得到不断的改进和提高, 导致飞机的LCC急剧上升, 而飞机的维修费用恰是其LCC中增长迅速且份额较大的一块。

迅速增长的维修费用不仅成为沉重的经济负担, 而且影响到对新型飞机的预研和投资, 削弱了我军航空装备的更新能力。因此, 根据新机的发展, 采用科学的费用估算方法, 及时、准确地预测维修费用, 是控制飞机LCC的有效手段, 可以节约有限的国防经费, 加强国防采办决策的科学性。

1 维修费用的估算方法

1.1 基本方法

GJBZ20517中详细介绍了工程法、参数法、类比法和专家判断法四种武器装备寿命周期费用估算方法, 它们也是飞机维修费用估算的基本方法。

1.1.1 工程法

该方法依据费用分解结构^[2-3](Cost Breakdown Structure, CBS), 对系统的每个部件或分系统在研制、生产、使用保障等不同阶段的各个环节和过程中需支付的费用, 加以测算, 逐项叠加, 得出整个系统的总费用。它是传统的费用估算方法, 虽然精度高, 但复杂、繁琐、费时。

1.1.2 参数法

是先根据已有资料建立各项费用和装备系统主要参数之间的关系式, 再利用统计分析方法(多采用多元回归分析)确定各系数的值, 最后得到费用估算模型^[4]。参数可以是装备的结构参数, 也可以是它的性能数据。参数法简单, 但较粗略, 精度不高。

1.1.3 类比法

一般用于新研制系统与现有系统有类似的功能, 而且其结构和性能特征与现有系统又是可比的情况。只要对现有系统的各项费用加以有针对性的修正, 即可得到新研制系统的费用^[5]。此法误差较大, 所以很少单独使用。

1.1.4 专家判断法

收稿日期: 2005-01-26

作者简介: 白暴力(1954-), 男, 陕西清涧人, 教授、博士生导师, 主要从事社会经济系统工程研究。

是一种专家根据经验判断估算出装备寿命周期费用的方法^[2]。具体做法为:由多个专家分别独立估算,然后加以综合,以提高估算的精确度。一般在数据不足或没有足够统计样本以及难以确定参数费用关系式时使用,或者用于辅助其它估算方法。

1.2 常用方法

随着新理论的出现和计算机软件的发展,出现了不少精度高、效果好的费用估算方法。

1.2.1 偏最小二乘回归法

偏最小二乘回归方法(Partial Least Squares Regression, PLSR)借助提取主元的思路,有效地提取对系统解释性最强的综合信息,实现对高维数据空间的降维处理,从而较好地克服变量多重相关性在系统建模中的不良影响^[6]。

1.2.2 灰色模型估算法

现有的数理统计方法如回归分析,方差分析等,对样本小,分布规律不典型的情况不适应,而灰色模型^[7](Grey Model, GM)在小样本建模时具有比一般回归分析方法精度高的特点。灰色模型预测的基本思想是:将原始数据进行灰色生成(AGO),使其随机因素弱化,然后对生成数列建立白化形式的微分方程,求出方程的解数列,最后进行累减生成(IAGO),得到预测值。

1.2.3 神经网络法

神经网络法包括BP(Back Propagation)神经网络和径向基函数(Radial Basis Function, RBF)网络法等。BP神经网络方法一般采用三层BP网络,将对费用影响较大的战术、技术指标或结构参数作为神经网络的输入,费用作为输出,用足够的样本训练这个网络,一旦训练完毕,便可作为一种有效的工具估算新型号的费用^[8]。使用这种方法专门针对飞机维修费用估算的论文,尚未检索到。

RBF函数网络是一种典型的局部逼近神经网络。BP网络用于函数逼近时,权值的调整是用梯度下降法,存在局部极小和收敛速度慢等缺点。而RBF在逼近能力、分类能力、学习速度等方面均优于BP网络^[9]。

1.2.4 支持向量机预测法

支持向量机(Support Vector Machine, SVM)是在统计学习理论的基础上发展起来的新一代学习算法,具有完备的统计学习理论基础和出色的学习性能^[10]。该算法在文本分类、手写识别、生物信息学等领域中获得了较好的应用。

2 存在的主要问题和发展趋势

2.1 数据问题

数据问题是飞机维修费用估算的一个非常重要的基础工作。没有数据,估算就无从下手。由飞机维修费用的CBS可知,其费用单元较多,因而数据的收集和处理工作有一定的难度。

2.2 建模问题

目前费用估算的模型较多且各具特点,但是,专门针对飞机维修费用的模型较少,大多为研制费用、生产费用的模型,使用维修费用的模型也不多。因而,借鉴各种方法在计算其它费用上的研究成果,选择适当的估算方法(一种或几种)建模,是这项研究的主要途径。从前面的分析可知,机器学习算法例如神经网络法和支持向量机,估算的效果很好,是飞机维修费用建模方法发展的一个方向。

2.3 系统研究

建立某一型号飞机维修费用的估算模型,算出维修费用,并非这项研究工作的终点,而仅仅是起点,要深入下去,对维修费用的估算进行系统研究(见图1)。

在估算单一型号飞机维修费用的基础上,结合实际,进一步计算不同型号飞机联合使用时需要的维修费用。然而,这只是静态的情况,还要考虑动态的因素,即在装备更替(新机列装,老机退役)的情况下,如何确定各型飞机的维修费用,从而把握一定时期内空军航空装备(主要指飞机)所需的维修费用。如此,从一到多,从不变到变,才能科学估算维修费用的总量和变化趋势,节约有限的国防经费。

另一方面,在维修费用数额已确定的情况下,可以反推空军航空装备应保持何种最优的规模(飞机型号和架数的匹配)。如此由正到反,统筹全局,从经济的可承受性角度确定航空装备的合理布局。

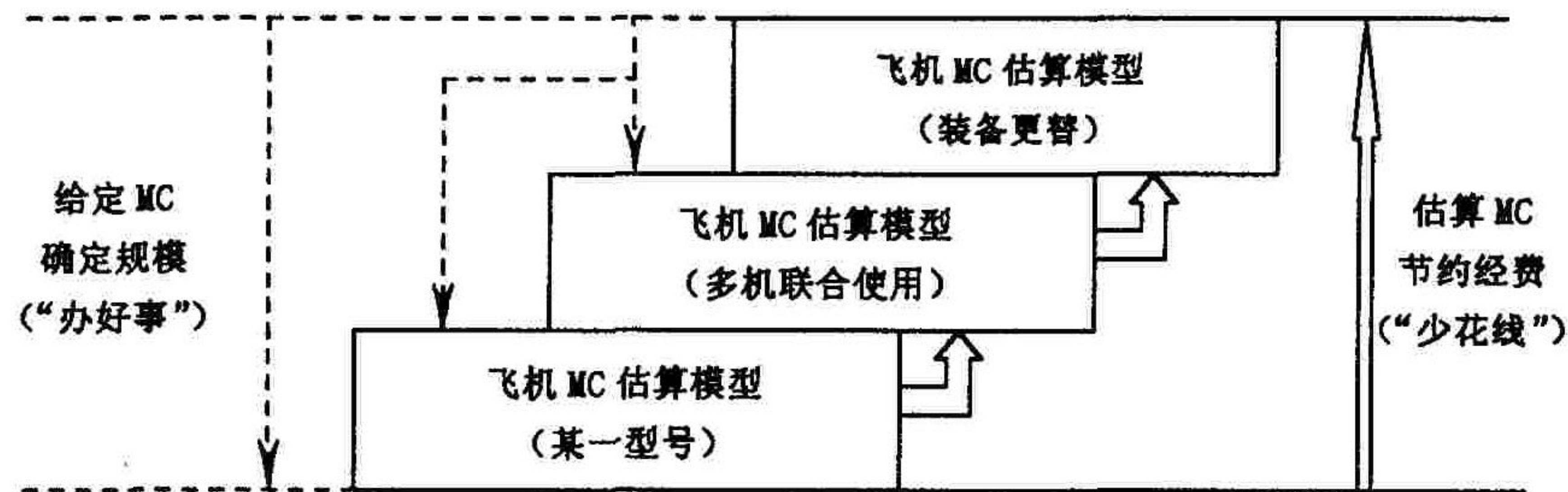


图1 飞机维修费用的系统研究

3 结论

飞机的维修费用是飞机 LCC 的重要组成部分,准确估算维修费用是控制飞机 LCC 的有效手段。现有的估算方法很多且各具特点,但专门针对维修费用的模型较少,从估算精度看,机器学习算示灰色模型法会是今后研究的重要领域。对飞机维修费用估算的研究,不能止于建立模型,算出费用值,要进一步深入地进行系统研究。

参考文献:

- [1] 孙德全. 飞机维修品质与维修性设计[M]. 北京:中国人民解放军总后勤部司令部, 1987.
- [2] GJBZ 20517-98. 武器装备寿命周期费用估算[S].
- [3] 陈云翔. 飞机寿命周期费用和效费分析[D]. 西安:空军工程学院, 1989.
- [4] 力红. 飞机可靠性维修性与寿命周期费用权衡分析研究[D]. 北京:北京航空航天大学, 2000.
- [5] 陆凯,李为吉,宋笔锋. 一种无人战斗机系统使用保障费用分析方法[J]. 火力与指挥控制, 2003,28(6):31-34.
- [6] 尹力,刘强,王惠文. 偏最小二乘算法在系统建模中的两类典型应用[J]. 系统仿真学报, 2003,15(1):135-137.
- [7] 陈郁红,刘军. 灰色预测在无人机维修费用估算中的应用[J]. 北京航空航天大学学报, 2004,30(3):214-216.
- [8] 刘铭,陈杨,陈永革. BP 网络在防空导弹采购费用研究中的应用[J]. 系统工程与电子技术, 2000,22(2):63-65.
- [9] 黄隽,曲东才,吴晓男. 基于 RBF 神经网络的军机研制费用估算模型研究[J]. 飞机设计, 2004,25(1):42-46.
- [10] 朱家元,张喜斌,张恒喜,等. 多参数装备费用的支持向量机预测[J]. 系统工程与电子技术, 2003,25(6):701-703.

(编辑:姚树峰)

Analysis of Aircraft for Maintenance Cost Estimating Method

BAI Bao - li¹, YANG Lin¹, CHEN Yun - xiang²

(1. The Center for Economics Research at Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 71007:2, China;
2, The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract : Maintenance cost estimating methods for aircraft can be sorted into basic method and normal method. The article analyzes the application area of these methods and contrasts the advantages and disadvantages of these methods. The article also discusses the problem in this field and forecasts the development. It can provide a useful methodology for estimating maintenance cost of aircraft.

Key words: aircraft; maintenance cost; estimating method