

装备大修经费需求预测与分配模型

段宝君, 张恒喜

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:装备大修经费需求预测与分配是装备使用管理中的重要问题。通过对装备大修经费相关问题的全面研究,建立了宏观预测模型,对以往研究的微观预测模型进行了改进,建立了新的预测模型。结合使用数据,对新模型进行了验证,结果表明,新模型的精度大为提高。同时提出了装备大修经费的宏观分配模型,运用该模型进行经费分配,能提高装备大修的效/费比,为管理部门科学决策提供了依据。

关键词:大修;经费预测模型;经费分配方法

中图分类号:V 267 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2000)03-0030-04

装备大修是装备使用过程中补充寿命消耗,保持和恢复装备所规定的技术状态和完好状态的重要手段,是维修事业中非常重要的一环。同时,从维修费投向结构来看,装备大修经费也是装备维修费的重要部分。从目前国内外研究的现状与趋势分析,多侧重于装备不同寿命阶段的资源配置^[1~4],专门就装备大修经费需求预测及分配所进行的研究还有待深入。所以,适当选择突破口,对装备大修经费相关问题进行研究非常必要。对于管理部门而言,装备大修所涉及的相关问题主要包括以下四类:装备大修经费需求预测;装备大修计划安排;装备大修计划优化(内部优化);装备大修计划与装备维修相关项目的优化(整体优化)。其中,装备大修经费需求预测是所有问题的基础。只有在明确需求之后,管理部门才有可能制定优化的、切实可行的装备大修计划。而无论内部优化还是整体优化,都是解决有限资源的分配问题,是必要的,也是必须的。

1 大修经费预测问题描述

1.1 微观模型

1.1.1 模型形式

当需要对某一类型武器装备所需的大修经费进行预测时,建立参数模型能够很好地解决问题,虽然建模工作量较大,模型的优劣也依赖于建模者的经验,但参数模型易于理解和使用,精度也基本可以得到保证,尤其是较适合管理部门使用。根据技术经济学相关原理的分析^[5],可得其模型的一般形式为

$$C_{ob} = AX_1^{\beta_1} \cdots X_n^{\beta_n} CQ^{-1} \quad (1)$$

式中 C_{ob} 为装备大修费用; A 为系数; X_1, \dots, X_n 为说明性变量; β_1, \dots, β_n 为参数。

需要说明的是,建立与应用参数模型有两个基本假设:一是决定统计样本相关需求的因素,同样决定着要预测的相关需求;二是此类需求随相关因素变化是渐变的而不是突变的。由于这两条假设基本能够得到满足,所以建立和应用参数模型进行外推预测是可行的。

1.1.2 需注意的问题

在建模及使用过程中,有以下6个问题需要引起注意:①利用此模型,得到的大修经费需求值具有阶段性。②币值转换问题。③选择说明性变量时数量不能太多,一般以4个左右为宜。④模型在使用前应进行敏感因素分析。⑤一些装备现役数量较少时,可忽略大修的熟练曲线效应。⑥说明性变量的选取对所建模型的

收稿日期:2000-01-15

基金项目:国防科技预研基金资助项目(98J19.3.2.JB3201)

作者简介:段宝君(1971-),男,河北保定人,博士生,主要从事装备管理研究。

精度和适用性影响极大。

1.1.3 模型改进

式(1)的缺点是未能反映装备技术水平变化对装备大修经费的影响。如某型系列飞机,其基本物理及技术参数无显著变化,但其大修经费需求有较大的变化。这样对建模与分析带来很大麻烦。解决该问题方法之一是在建模过程中考虑装备技术水平的变化。而本文倾向于采用年代表征方法。如果有足够的技术支持,可以对形如式(1)的模型进行改进,其形式为 $C_{oh} = AX_1^{\beta_1} \cdots X_n^{\beta_{n-1}} (t-t_0)^{\beta_n}$ (2) 式中, $(t-t_0)$ 为修正函数,用于修正装备的不同技术水平等给装备大修经费需求带来的影响。

如某装备的现役数量不多,结合使用数据,利用微观模型无疑将能够非常准确地预测其大修经费需求。表 1 为采用相同样本所建两类模型的精度对比,模型 1 指形如式(1)的模型,模型 2 指形如式(2)的模型。

表 1 两类模型相对误差精度对比

机型代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均误差
模型 1	21.73	68.44	-16.51	-7.28	58.38	-21.98	-7.36	-4.47	-16.0	6.51	22.86
模型 2	-2.75	6.08	-2.21	-0.98	-0.26	5.84	-9.64	2.49	5.38	-2.74	3.84

1.2 宏观模型

建立宏观模型较为困难,尽管有了各种装备的大修费用预测模型,但其无法满足较高级别管理机构的决策需求。原因是:①装备的实际使用情况非常复杂,往往无法精确预测装备的大修量;②统计装备大修量进而求得大修经费需求的方法不但工作量大,也无法满足管理部门制定规划、计划的需要;③装备系统的构成非常复杂,建立所有装备的大修费用预测模型工作量过大,不适用于宏观管理部门,也不现实。但是,装备大修事业的运行也有着一定的规律性,具有一定的统计特性,可以从中找出规律,用以指导宏观决策。

1.2.1 对宏观模型的设想

与装备大修经费的宏观管理模型相关的主要问题有:装备的使用强度、装备的技术水平、现有装备的规模和装备体系的构成。

装备的使用强度直接影响着装备的剩余寿命和技术状况,决定着装备大修的需求。标识使用强度的指标也不相同,例如飞机可选用年飞行小时;车辆可选用年行驶里程;火炮和枪枝可选用一定时间内发射次数等。

用一个参量表征装备的技术水平非常必要。初步考虑是用大修费与采购费的比值 P_{oa} 来表征。由外军装备发展的经验可以证明随着装备技术水平的提高, P_{oa} 会随之提高,而经历一定阶段后, P_{oa} 随着技术水平的提高会有所下降;另一种考虑是为同一类装备选取一个可以表征技术水平的时间基准节点,以新研装备时间节点与该基准节点差值 ΔT 的某种关系来表征装备的技术水平。这两种方法尽管不十分准确,但如果统一标准,仍具有比较意义。其他方示包括用电子系统占装备结构比例等。

现有装备的规模对于预测装备大修经费以及合理分配大修经费的重要性显而易见。可以有多种方法予以表征,例如飞机可以用实有数量,也可以用现有装备的总价值来表征。装备体系的构成指的是在装备体系中不同装备所占比例。根据需要,可能是实有数量的关系,也可能是价值的关系。

1.2.2 宏观需求模型的形式

(1) 绝对值模型

该类模型仍是参数模型,用来求出某类装备的大修经费需求。但是,模型仅仅具有统计意义,并用每当装备体系构成有一定量改变时就必须对模型进行修正。模型形式为

$$Y = A + BX^C \tag{3}$$

式中, Y 为大修经费需求; A, B, C 为参数; X 为使用强度。

(2) 比例模型 I

所谓比例模型是通过利用大修费与采购费的比值 P_{oa} 为预测大修费用的模型。模型形式为

$$Y = \sum P_{oaij} C_{aij} \tag{4}$$

式中, P_{oaij} 为第 i 类 j 项装备的大修费与采购费的比值; C_{aij} 第 i 类 j 项装备的采购费用。

一般情况下 P_{oaij} 之间相差比较大。所以,尽量不要用类比方法得出。

(3) 比例模型 II

此模型由式(4)推导而来,模型形式为

$$Y = \sum K_i C_{\text{总}i} \quad (5)$$

式中, Y 为大修经费需求; $C_{\text{总}i}$ 为第 i 类装备总值; K_i 为第 i 类项装备大修费与装备总值的比率。

1.2.3 需要注意的问题

(1) 大修的经济性

在大修的过程中, 存在一个经济性评估问题。尤其是以复杂机械系统为主的装备。关于大修经济性评估, 可用下式判别 $E_n(C_m + C_i)/T_m < E_m C_n T_n$ (6)

式中, E_n 为新购装备的大修有效度; C_n 为新购装备经费; T_n 为新购装备预期使用寿命; E_m 为需大修装备的大修有效度; C_m 为需大修装备大修费用; T_m 为需大修装备的预期使用寿命(剩余); C_i 为装备劣化损失费用。

只有当式(6)成立时对装备进行大修才是经济的。但是, 如果研究不充分, 对有效性(有效度)定义和取值不准确将影响对经济性的分析。根据相关的研究成果, 对于一般装备, 如果大修所需经费超出新购装备经费支出的 40% 则应该选择采购新装备而不是对装备进行大修。

(2) 大修费与采购费的比值 P_{α}

统计 P_{α} 非常困难而且工作量太大, 可以通过建模解决。方法是统计一类装备若干典型装备的 P_{α} 值, 以新研装备时间节点与相对应的基准时间节点差值 ΔT 或其他特征量作为输入建立 P_{α} 的模型, 若以 ΔT 为输入, 则模型为 $P_{\alpha} = F(\Delta T)$ (7)

也可以利用插值或样条函数的方法求得 P_{α} , 这样就能同一类各型装备的 P_{α} , 从而可以利用式(4)来估算装备大修所需经费。

(3) 使用强度

装备的使用强度直接影响着装备的大修量和大修经费的需求。作为管理和计划部门, 在制定规划和计划时不可能使用实际统计值安排计划。一般而言, 使用计划数据是较为科学合理的, 具有预见性, 也容易获得。

2 大修经费分配

2.1 按重要度分配

此法适用于在同类不同型号装备之间进行大修经费的分配。具体方法是根据装备管理部门对不同装备的不同使用和任务要求赋予装备一定的重要度, 作为保障重点的装备重要度 $I_i = 1.0$, 其余装备的重要度 I_i 根据具体使用和任务要求进行转换且满足: $0 < I_i < 1.0$ 。分配步骤如下:

(1) 用装备大修费总额减法去重要难度 $I_i = 1.0$ 的装备所需的大修费, 得到剩余的大修经费 Y_y , 即

$$Y_y = Y - Y_{I=1.0}$$

(2) 利用其他装备所需的大修费和重要度得出经费分配比率

$$R_i = I_i Y_i / \sum I_i Y_i$$

式中, R_i 为经费分配比率; I_i 为重要度; Y_i 为该项装备所需大修经费。

(3) 利用经费分配比率分配剩余大修经费,

$$Y_{ii} = R_i Y_y$$

这种方法的最大弊病是如果某些装备大修费用特别高(尤其是 $I_i = 1.0$ 的装备), 就会使其他装备所分配的大修经费相对较少, 从而导致大面积失修, 进而引发装备完好率的大幅度下降, 形成恶性循环。

2.2 效/费综合权衡方法

此法是建立在正确评估效能和预测费用的基础上, 将有关部门对装备的使用要求转化为量化指标, 进而提出效能评估指标, 以较高的效/费比为评价目标进行权衡, 最终决定大修费用的分配。这种方法使用方便, 也易于掌握, 但合理选择效能评估指标有一定的技巧。当需要进行多目标优化时, 需要注意以下三个问题:

(1) 多目标决策用于大修经费分配主要是在不同机型间对于相关机型的大修数量进行权衡, 一般宜于使用离散多目标决策方法;

(2) 约束应至少包括费用约束和由使用要求及寿命控制等所决定的数量控制范围;

(3) 选取优化目标时, 如考虑使用可用度目标, 应避免直接使用, 可考虑转化为 (ΔA) 或者效能指标 (ΔE) 。

3 结论与建议

3.1 结论

在结合相关研究课题和以往研究成果的基础上,本文对装备大修经费需求预测及分配问题进行了较为全面的论述。在一定程度上满足了对相关管理部门进行决策支持的要求。经费预测的微观模型和宏观模型可以用于解决费用需求预测问题,按重要度分配和效/费综合权衡方法及引入的多目标决策方法可以避免以往财务型分配的种种不足,使经费分配趋于科学合理。

3.2 建议

(1)装备管理的目标包括保证装备持续可用,充分发挥作战效能,科研、采购和维修使用各项事业协调、平稳发展等,需要装备管理各部门以全系统、全寿命的观点协调解决装备管理中出现的各种问题,做好同步建设工作;

(2)鉴于目前装备大修经费需求与供给的矛盾已经严重影响了装备完好和作战效能发挥,迫切需要一方面加强需求预测与资源分配方法的相关研究,另一方面申请专项经费,进行有重点地治理;

(3)根据合理的威胁判断和军事斗争需要,适当缩小装备规模、简化结构,调整装备使用强度,以缓解目前的矛盾,保证重点、兼顾一般,适应军事斗争准备的要求。

参 考 文 献

- [1] Fabrychy W J,Blanchard B S. Life cycle cost and Ewnomic Analysis[M]. New York;Prentice Hill,1991.
- [2] Blanchard B S. Logistic Engineering and Management(4th edition)[M]. New York;Prentice Hill,1992.
- [3] 徐绪森,王宏济,甘茂治,等. 装备维修工程学[M]. 北京:国防工业出版社,1994.
- [4] 刘晓东,张恒喜. 飞机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.
- [5] White J A. Principle of Engineering Economic Analysis[M]. NewYork;Wiley,1984.
- [6] 段宝君. ×××使用问题研究[D]. 西安:空军工程大学空军工程学院,1997.
- [7] 姜启源. 数学模型[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
- [8] 刘定砦,赵瑞清. 随机规划与模糊规划[M]. 北京:清华大学出版社,1998.

Study on Models of forecasting and Allocating Armament Overhaul Cost

DUAN Bao-jun, ZHANG Heng-xi

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

Abstract:Forecasting and allocating armament overhaul cost is a significant problem of the management for using armament. First, this thesis makes a general describe and study on correlative problems of armament overhaul cost. Based on it, macroscopical forecast models are founded. Then, former microcosmic forecast models are improved, and new microcosmic forecast models are founded. Furthermore, the new models are validated with practical data, and the result shows that new models are more accurate. At the same time, allocating methods and models are brought forward. The effectiveness/cost ratio of armament overhaul will be improved by means of the allocation methods and models. The production is powerful to support armament manage branch's reasonable decision-making.

Key words:overhaul; evaluate overhaul cost; method for allocation of expenses