

doi: 10.7690/bgzdh.2016.08.013

基于 DEA 的装备技术保障综合效能评估

刘海光^{1,2}, 王桂芹², 张永²

(1. 海军航空工程学院青岛校区, 山东 青岛 266042; 2. 海军潜艇学院, 山东 青岛 266199)

摘要: 为评估装备技术保障单位的综合效能, 提出以数据包络分析法为基础的效能评估方法。将技术保障单位看作一多输入多输出的决策单元, 依据装备技术保障单位的特点, 构建评估指标体系, 建立了基于数据包络分析法的计算机辅助决策方法, 并进行实例验证。结果表明: 数据包络分析法应用于装备保障单位效能评价是合理的、有效的, 说明装备技术保障单位适宜利用数据包络分析法评估保障效能。

关键词: 数据包络分析; 装备技术保障; 效能评估

中图分类号: TJ63 **文献标志码:** A

Comprehensive Efficiency Evaluation for Equipment Technical Support Based on DEA

Liu Haiguang^{1,2}, Wang Guiqin², Zhang Yong²

(1. Naval Aeronautical Engineering Academy Qingdao Branch, Qingdao 266042, China;

2. Navy Submarine Academy, Qingdao 266199, China)

Abstract: In order to evaluate the comprehensive efficiency of equipment technology support unit, the efficiency evaluation method based on data envelopment analysis method is put forward. By taking the technical support unit as a multi input and multi output decision-making unit, according to the characteristics of technical support units, the system of in-out index is founded, a computer aided decision making method based on data envelopment analysis is established and carried on the example to verify. The results show that the data envelopment analysis method is reasonable and effective in evaluating the efficiency of the equipment support unit. This shows that the equipment technical support unit is suitable to use the data envelopment analysis method to evaluate the efficiency.

Keywords: data envelopment analysis; equipment technical support; efficiency evaluation

0 引言

装备技术保障效能评估是对装备技术保障单位结构要素和综合保障能力的评估, 已成为科学实施装备技术保障决策的重要手段。其目的在于全面、真实地反映部队装备技术保障能力, 检验在实际条件下保障资源与保障对象的匹配情况, 了解保障资源对保障武器装备使用的充分性, 暴露装备技术保障工作中存在的问题, 使管理人员掌握本单位的保障能力状况, 为以后的装备技术保障建设指明方向。

目前, 对装备技术保障单位效能评估一般通过建立层次结构模型的评估指标体系, 运用 ADC 法、层次分析法、解析法和专家评估法等系统评估方法评估。由于 ADC 法需要对系统的构成和性能指标相当明确, 解析法难以处理相对独立的效能因素, 专家调查法容易受人为因素及惯性思维的影响^[1], 往往很难发挥作用。吕卫民等^[2]通过建立某装备技术保障的层次分解模型, 并采用层次分析法来构建装备技术保障能力评价体系, 这种方法定性分析数

据较多, 定量分析成分较少, 不易令人信服, 且当评估指标体系过多时, 数据统计量大, 权重难于确定。某类装备技术保障单位是一个复杂系统, 其保障效能并不是系统构成要素的简单组合而决定, 这些要素存在着一定的制约与转换的关系, 传统的只反映层次结构的模型无法解决此问题^[3-4]。基于此, 将评估复杂系统相对有效的数据包络分析法 (data envelopment analysis, DEA) 引入到装备技术保障单位效能评估领域, 利用其对装备技术保障单位保障效能进行评估, 进而明确资源配置及评价指标对保障效能的影响。

1 DEA 方法的适用性

DEA 方法是一种评估有效性的非参数分析方法^[5], 该方法基于评价系统相对有效性, 适用于评估相同类型的多投入、多产出的决策单元的有效性。图 1 所示为 DEA 方法的基本评估过程。DEA 方法通过建立多投入与多产出的评估关系, 用这种评估关系来评估投入对产出是否相对有效及有效程度。某

收稿日期: 2016-04-28; 修回日期: 2016-06-03

作者简介: 刘海光(1975—), 男, 山东人, 硕士, 讲师, 从事兵器技术、装备技术保障研究。

类装备技术保障单位投入一定经费和时间，通过技术人员利用一定的保障设备对军事装备进行技术保障，目的是保障装备和人员战斗力，可以认为是一个多投入多产出的复杂决策单元。它以保障人员编制数、保障经费投入等为单元的投入，以保障装备数量、保障装备的完好率等为系统的产出，此类保障单位的有效性评估适合采用 DEA 方法。

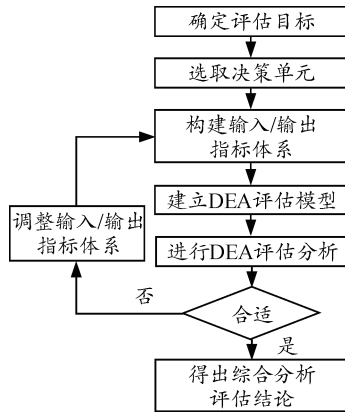


图 1 DEA 方法评估过程

2 评估模型的构建

假如有 n 个相同类型的装备技术保障单位(记为 JBZ)，即为评估的决策单元，每个保障单位都有 m 种类型的“投入”，记为 $x=(x_1,x_2,\dots,x_m)^T$ 以及 s 种类型的“产出”，记为 $y=(y_1,y_2,\dots,y_s)^T$ 。则这 n 个 JBZ $_j(1\leq j\leq n)$ 的投入数和产出数量可表示为：

$$x_j=(x_{1j},x_{2j},\dots,x_{mj})^T>0(j=1,2,\dots,n);$$

$$y_j=(y_{1j},y_{2j},\dots,y_{sj})^T>0(j=1,2,\dots,n).$$

由实际情况可知： $x_{ij}>0,y_{rj}>0,(i=1,2,\dots,m; r=1,2,\dots,s)$ 。 x_{ij} 为第 j 个保障单位第 i 种投入的量； y_{rj} 为第 j 个保障单位第 r 种产出的量。根据评估要求 x_{ij} 和 y_{rj} 是可知的，其数据来源于保障单位统计数据。

一般情况下，不同的投入和产出对评估影响权重是不同的；因此，需赋予每个投入和产出一定权重系数， v_i 表示对第 i 种投入的权重系数， u_r 表示对第 r 种产出的权重系数， v_i 和 u_r 为可变量。这 n 个技术保障单位的投入和产出如表 1 所示。

表 1 技术保障单位的投入和产出数据

单位	投入数据				产出			
	v_1	v_2	...	v_m	u_1	u_2	...	u_s
1	x_{11}	x_{11}	...	x_{m1}	y_{11}	y_{11}	...	y_{s1}
2	x_{12}	x_{12}	...	x_{m2}	y_{12}	y_{12}	...	y_{s2}
⋮
n	x_{1n}	x_{1n}	...	x_{m2}	y_{12}	y_{12}	...	y_{s2}

以每个技术保障单位投入的产出计算效率，每个单位的效率评估指数为：

$$P_j = \frac{u^T y_j}{v^T x_j} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, j=1,2,\dots,n。$$

根据实际情况，可知：

$$\frac{u^T y_j}{v^T x_j} \leq 1, j=1,2,\dots,n。$$

由此可知，对装备保障单位 JBZ- j_0 进行保障效能评估，是把 u 和 v 看作可变量，其目标为求 JBZ- j_0 的效率最大数，可以建立最优化方程 C²R 模型如下：

$$\begin{cases} \max P_j = \frac{u^T y_0}{v^T x_0} \\ \frac{u^T y_j}{v^T x_j} \leq 1, j=1,2,\dots,n。 \\ v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T \geq 0 \\ u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T \geq 0 \end{cases}$$

上式为用于评价保障单位效能的 C²R 模型，源于 DEA 分析法中用来评估技术有效和规模有效的数学模型，装备技术保障单位符合应用此模型的条件，可以用 DEA 分析法来评估装备保障单位的保障效能。用 P_j 表示第 j 个装备保障评估决策单元的有效性水平，对于装备保障的效能评估来说，为了便于评估，需选取同类型的不同装备保障单位作为评估的决策单元，利用评估模型进行对比分析，得出评估值，从而对其进行保障效能分析评估。

3 选取评估指标

装备技术保障单位效能受诸多因素影响。根据保障单位的专业实际和技术特色，为更好体现保障单位效能评估合理性，应合理选用输入输出指标。对于相同类型的装备技术保障单位，选取不同的单位，利用 DEA 分析法对其装备保障效能进行评估。

3.1 输入指标选取

输入指标体现的是技术保障单位对资源的需求与消耗，体现在保障单位投入的物力、人力、经济及时间等方面，选取具体指标如下：

保障人员数量 x_1 ：保障人员数量是一个保障单位的人力资源规模，代表着单位的人力成本，人力资源运用的好坏决定着单位的运行效益。

维修性经费投入 x_2 ：维修性经费投入可衡量保

障单位装备的保障水平,其对保障效能有重要影响。

保障消耗总时间 x_3 :保障消耗总时间是单位的时间成本,决定着单位完成任务的效率。

运行维持费 x_4 :对于效益良好的单位,必然有着良好的成本控制模式。又由于运行维持费是相对于单位产出的投入变量,代表该保障单位的效率。

保障设备数 x_5 :投入保障设备数是为完成任务需投入的设备成本,代表着设备的经济成本和损耗。

3.2 输出指标选取

输出指标是保障单位所产生的效益,其体现在装备保障所生成的军事、经济效益方面,选取输出指标具体如下:

完成保障装备数 y_1 :完成保障装备数反映单位技术保障能力,与保障人员数是相对指标。完成保障装备数量大,说明单位工作量大。

保障装备完好率 y_2 :完好率是衡量技术保障单位工作好坏的重要标志。

保障事故率 y_3 :保障事故率是一个单位完成一定保障数量装备情况下发生保障事故的概率,是影响一个单位平时训练水平和业务能力的关键指标。

保障人员岗位合格率 y_4 :保障人员岗位合格率是衡量单位人员业务能力的重要指标,同时也能反映单位日常管理水平。

4 应用案例

针对某种类型的装备技术保障单位,选取不同的 5 个单位进行评估,分别简称为单位 A、单位 B、单位 C、单位 D 和单位 E。利用 DEA 分析法对其效能进行评估,选用 DEA-SOLVER 软件为计算平台,选择 C²R 模型对收集的数据进行计算,得到 5 家单位的保障效能,获取的数据和计算结果如表 2 所示。从表中可看出:单位 D 取得的效能值最高,是效能最佳单位。

表 2 保障单位数据和效能计算结果

技术保障单位	效能值	投入					产出			
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y_1	y_2	y_3	y_4
A	0.91	57	3.14	446	46.5	40	61	0.93	0.08	0.89
B	0.87	69	5.70	380	38.7	38	38	0.89	0.13	0.78
C	0.90	48	4.26	589	33.2	42	50	0.88	0.16	0.90
D	0.96	46	3.38	420	29.9	36	62	0.96	0.08	0.98
E	0.86	89	3.46	390	50.3	34	58	0.90	0.12	0.83

单位 A 在投入人员及经费不多的情况下完成保

障装备数量较多,设备完好率较高,取得了相对不错的效能值;单位 B 由于过多的人员投入及经费投入,完成保障装备的数量并不多,以及较高的故障率影响了单位的效能发挥;单位 C 由于保障耗费时间较高,并使用了较多的保障装备,综合效能值一般;单位 D 在投入人员和费用最少的情况下,完成保障装备数量大、较低的事故率及较高的人员合格率,取得了最佳的效能;单位 E 虽然完成的保障装备数量较多且设备完好率较高,但投入的保障人员数量最多,维持费用最高,决定了其较低的效能值。根据以上分析并结合计算结果可以看出:DEA 分析法计算的效能值能够反映单位装备技术保障实际的情况,说明该方法对不同单位综合效能值的区分度较高,结果科学,可信度较高^[6]。

5 结束语

装备技术保障单位综合保障效能评估通常是多目标的,影响因素多,评估过程复杂。针对以往的评估方法处理此问题的局限,通过将某类技术保障单位看作是多投入、多产出的决策单元,依据单位技术特点构建了装备技术保障单位输入/输出指标体系,基于 DEA 分析法建立效能评估模型并进行计算,得到能够反映各家单位综合保障效能的数值,实现多个保障单位综合效能评估。应用案例表明,该评估方法在评估此类技术保障单位综合保障效能时是合理和有效的。该方法可一定程度上降低人为评估的主观性,为技术保障单位的综合效能评估提供了一种思路和方法,为技术保障单位提升保障效能、提升管理水平提供参考。

参考文献:

- [1] 陈庆华. 装备保障能力评估建模研究现状与发展[J]. 装备学院学报, 2012, 23(2): 1-5.
- [2] 吕卫民, 刘冬, 丁光超, 等. 某型导弹装备使用保障能力评估[J]. 火力与指挥控制, 2010, 35(3): 69-71.
- [3] 何乃强, 惠晓滨, 张平, 等. 基于 RLS-SVM 的装备保障能力评估模型[J]. 电光与控制, 2011, 18(11): 53-56.
- [4] 徐玉国, 邱静, 刘冠军. 基于复杂网络的装备维修保障协同效能优化设计[J]. 兵工学报, 2012, 33(2): 245-252.
- [5] 魏权龄. 评价相对有效性的 DEA 方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988: 3-10.
- [6] 康云, 李淳, 戴振华. 基于 AHP 和模糊理论的通信装备技术保障能力评估[J]. 兵工自动化, 2015, 34(10): 89-92.