

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.02.020

# 飞行场地改造规划决策研究

靳秀海<sup>1</sup>, 奚江琳<sup>2</sup>, 刘俊超<sup>2</sup>

(1. 海军后勤部 港营部, 北京 100841; 2. 解放军理工大学 工程兵工程学院, 江苏 南京 210007)

**摘要:** 针对飞行场地规划布局不能满足快速增长的飞行保障需求, 结合某军用机场改建规划的研究案例, 在机场改造规划评价特点的基础上, 通过比较几种常用的综合评估方法, 采用改进的数据包络分析法建立一种对抗型交叉评价模型对改造方案进行量化分析。结果表明, 该方法明确了各规划方案中改造投入的效率优劣排序, 为机场规划建设部门提供了决策依据。

**关键词:** 规划布局; DEA 交叉评价; 飞行场地; 效率; 决策

**中图分类号:** C934 **文献标识码:** A

## Research on Airfield Reconstructing Planning and Decision-Making

JIN Xiu-hai<sup>1</sup>, XI Jiang-lin<sup>2</sup>, LIU Jun-chao<sup>2</sup>

(1. Port Battalion Department, Naval Logistics Department, Beijing 100841, China;

2. Engineering College of Engineering Corps, PLA University of Science & Technology, Nanjing 210007, China)

**Abstract:** Aiming at airfield planning layout can not meet the increasing requirement of flight support, analyzes the characters of the airfield planning by means of the cases about reconstructing planning of a military airfield. Compare to several common integrated evaluating methods, adopt improved data envelopment analysis to establish the countermeasure crossover assess model to carry out quantitative analysis on improved plan. The result shows that the method can apply for the permutation partition of the efficiency devoted resource in each planning project, which provides decision-making basis for airfield planning and building department.

**Keywords:** Planning layout; DEA cross-evaluation; Airfield; Efficiency; Decision-making

### 0 引言

飞行场地是机场的主体, 主要供飞机起飞着陆滑跑、滑行及停放, 包括跑道、滑行道、停机坪、土跑道、平地区、端保险道等部分<sup>[1]</sup>。我军大部分机场建于上世纪六七十年代。由于受历史条件的限制, 原有飞行场地规划布局不够合理、保障功能相对单一、配套设施不够完善。近年来, 在重点方向新建或改扩建了部分机场, 仍难以适应快速增长的飞行保障需求。为了充分发挥机场已有飞行保障资源, 提高保障设施的综合效能, 结合某军用机场改建规划研究案例, 采用改进的数据包络分析法, 对飞行场地保障能力建设的相关因素, 进行分析比较。

### 1 机场改造方案

某建于上世纪七十年代的机场改造要求主要包括: 规划理念前瞻性, 能满足当前和今后一段时期使用的飞行保障需求; 军事效益显著, 既能保障平时飞行训练、演练, 又能保障战时紧急快速出动; 经济效益突出, 投量适当, 在满足功能需求的情况下, 兼顾环境因素, 注重资源节约。

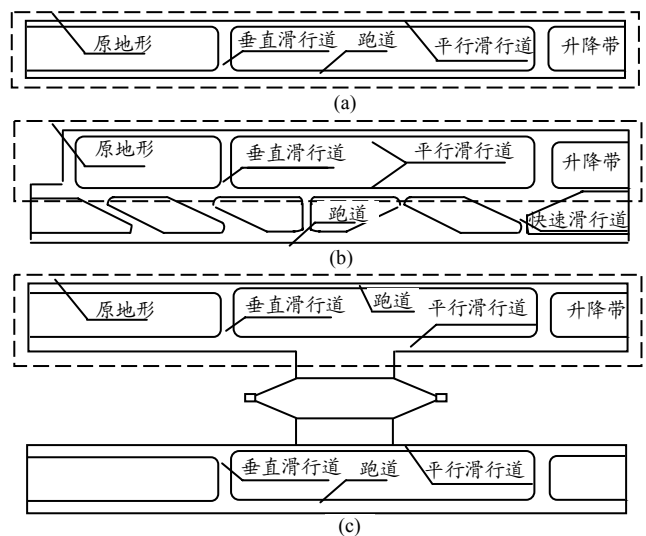


图1 军用机场飞行场地规划布局方案

某规划单位设计了3种改造方案如下:

- 1) 单跑道单平行滑行道系统: 符合保障机型技术指标要求, 保持原有飞行场地格局不变, 适当加宽、加长主跑道和滑行道, 如图1(a)。
- 2) 单跑道双平行滑行道系统: 符合保障机型技术指标要求, 在原跑道外侧规划新建一条主跑道,

收稿日期: 2009-09-17; 修回日期: 2009-10-11

作者简介: 靳秀海(1968-), 男, 河北人, 博士, 从事军用机场规划布局与战斗力生成, 军用设施伪装材料与伪装技术研究。

延长原跑道与主跑道长度一致,适当位置增设快速滑行道,如图1(b)。

3) 双跑道平行滑行道系统:符合保障机型技术指标要求,将原有主跑道改为平行滑行道,原平行滑行道改为主跑道;在原有跑道外侧,另外规划与之对称的飞行场地设施,如图1(c)。

## 2 机场改造规划 DEA 交叉评价的适用性

DEA 法由美国运筹学家 A.Charnes, W.W.Cooper 及 E.Rhodes 等以“相对效率评价”概念为基础在 1978 年提出,是对若干同类型的具有多输入多输出的决策单元(Decision Making Unit, 简称 DMU)进行相对效率比较的有效方法<sup>[2]</sup>。DEA 法可以对具有多种投入多种产出的同类部门(行业、方案等)的相对有效性进行综合评价。

针对机场的改造规划的评价特点,通过比较几

种重要的综合评估方法,确定 DEA 分析法在机场改造规划方案评价中的优势。为了弥补传统 DEA 法往往不能有效区分诸决策单元的优劣,采用 DEA 交叉评价法进行机场改造规划方案优劣排序。

### 2.1 机场改造规划的条件和目标

根据机场建设管理部门在研究论证时提出的方案要求,分析规划设计的条件和目标。在规划场地、改造费用和改造工期的约束条件下,规划后的机场能满足当前和今后一段时间的平时训练和战时机动的军事目标。因此,机场改造规划方案决策可以看作多准则决策的一种排序问题。

### 2.2 几种重要的综合评价方法比较

常用的综合评价方法进行工程设计评估,各有优势,将重要的评价方法归纳和比较,具体如表 1。

表 1 常用综合评估方法比较

方法名称	优点	缺点	适用情况
模糊评价法	简单,易于操作,不受评价对象所处对象集合的影响	不能解决指标相关性;隶属度函数的确定没有系统的方法	多因素的评价问题;指标衡量多采用模糊语言,以人的主观判断为依据
层次分析法	所需要的数据少;可统一处理定量与定性因素	结果往往是粗略的方案排序;需两两比较的因素不能过多	评价问题可层次化;简单的方案优劣排序;用于确定各影响因素的权重
灰色关联分析法	样本量的多少没有要求,也不需要典型的分布规律	相对优劣做出鉴别,并不反映绝对水平	同类若干对象进行评价,评价对象可以被看作各项指标值构成的序列
神经网络评价法	运算速度快、自学能力强;可从历史数据找输入和输出之间的内在联系	存在过学习的问题;采用经验风险最小化原理,不能使期望风险最小化	非线性评价问题;大量的输入和输出数据样本
数据包络分析法	指标权重非主观认定;每个输入可关联多个输出,且不需要显示输入和输出的关系式	必须输入和输出指标都能收集数据;只能评价输入和输出相对有效性	根据输入数据和输出数据评价决策单元的相对效率

综上,DEA 是解决多投入多产出系统配置效率评价的理论及方法。采用数据包络分析的 CCR 模型对机场改造规模效率做出评价,进行方案优劣排序。

### 2.3 DEA 交叉评价法的优势

实际应用中,DEA 交叉评价法具有如下特点:

1) DEA 各输入输出的权重,从最有利于被评价决策单元的角度决定,避免了人为确定各指标权重的问题;

2) DEA 不必确定输入输出之间的显性表达式这两个特点在很大程度上排除了主观因素影响,使 DEA 具有较强的客观性;

3) DEA 交叉评价法引入交叉评价机制<sup>[3-4]</sup>,弥补传统 DEA 评价的两个缺陷。一方面,通过设置交叉评价,解决了较多的决策单元取到最大的效率值 1,而不能区分这些决策单元优劣的问题;另一方面,采用线性规划手段设置对抗型交叉模型避免每个决策单元都取有利于自己的权重计算评价,解决了传统 DEA 不能完全反映决策单元的优劣。

## 3 机场改造规划决策模型

前述 3 个方案是要分析比较的决策单元。各方案要求进行实施,以投入到改造规划的改造费用、规划场地和改造工期是输入指标,预测各方案实施后的军事效益和经济效益为输出指标。一个决策单元的有效性可用该单元的多指标输出的加权与多指标输入加权之比来定义<sup>[5]</sup>。

### 3.1 参数设置

设有  $n$  个决策单元  $DMU_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} (1 \leq i \leq n)$ , 其

中  $x_i = [x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}]^T$ ,  $y_i = [y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{si}]^T$ ,  $m$  为  $m$  项输入指标,  $s$  为  $s$  项输出指标。

设  $v = [v_1, v_2, \dots, v_m]^T$  和  $u = [u_1, u_2, \dots, u_s]^T$  分别是输入和输出的权向量( $u, v > 0$ ), 则  $DMU_i$  的总输出  $O_i$  与总输入  $I_i$  之比:

$$E_{ii} = \frac{O_i}{I_i} = \frac{\sum_{l=1}^s u_l y_{li}}{\sum_{t=1}^m v_t x_{ti}} = \frac{y_i^T u}{x_i^T v} \quad (1)$$

称为  $DMU_i$  的效率评价指数。

### 3.2 确定自我评价效率值

DEA 的  $C^2R$  模型为：对每一  $DMU_i$  ( $1 \leq i \leq n$ )，解极大化问题：

$$\begin{cases} \max & \frac{y_i^T u}{x_i^T v} = E_{ii} \\ \text{s.t.} & \frac{y_j^T u}{x_j^T v} \leq 1 \quad (1 \leq j \leq n), u \geq 0, v \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

这是一个分式规划问题。利用 Charnes-Cooper 变换<sup>[6]</sup>，可将式 (2) 改化为下列等价线性规划问题：

$$\begin{cases} \max & y_i^T u = E_{ii} \\ \text{s.t.} & y_j^T \leq x_j^T v \quad (1 \leq j \leq n), \quad x_i^T v = 1 \quad u \geq 0 \quad v \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

设式 (3) 线性规划有最优解  $u_i^*$  和  $v_i^*$ ，则最优值  $E_{ii} = y_i^T u_i^*$  为  $DMU_i$  的自我评价效率值。

### 3.3 确定交叉评价效率值

由于线性规划 (3) 的最优解往往不唯一，所以必须根据实际情况选择确定的策略，最常用的策略有：对抗型策略和共赢型策略。在此选择对抗型策略，即在保证每个  $DMU_i$  取得最大自我评价值  $E_{ii}$  的基础上，使其它的  $DMU_k$  尽可能小的交叉评价值

$E_{ik}$ 。为此，以  $\max y_i^T u$  作为第 1 目标，以  $\min \frac{y_k^T u}{x_k^T v}$

作为第 2 目标，建立对抗交叉模型。

设  $k \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $k \neq i$ ，求解下面线性规划：

$$\begin{cases} \min & y_k^T u \\ \text{s.t.} & y_j^T \leq x_j^T v \quad (1 \leq j \leq n), y_k^T u = E_{ii} x_i^T v, \quad x_i^T v = 1 \quad u \geq 0 \quad v \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

设式 (4) 有最优解  $u_{ik}^*$  和  $v_{ik}^*$  求出交叉评价值：

$E_{ik} = \frac{y_k^T u_{ik}^*}{x_k^T v_{ik}^*} = y_k^T u_{ik}^*$ 。从而获得交叉评价矩阵：

$$E = \begin{bmatrix} E_{11} & E_{12} & \dots & E_{1n} \\ E_{21} & E_{22} & \dots & E_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{n1} & E_{n2} & \dots & E_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

在交叉评价矩阵  $E$  中， $E$  的第  $i$  列是诸决策单元对  $DMU_i$  的评价值，其值越大，说明  $DMU_i$  越优；第  $i$  行中除  $E_{ii}$  外是  $DMU_i$  对诸决策单元的评价值，其值越小，则对  $DMU_i$  越有利。 $E$  的第  $i$  列的平均

值  $e_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n E_{ki}$  作为衡量  $DMU_i$  的优劣的项指标， $e_i$  可视为诸决策单元对  $DMU_i$  的总的评价， $e_i$  越大，说明  $DMU_i$  越优。

## 4 评价过程及结果

3 套改造方案规划投入和效益预测情况如表 2。

表 2 3 套改造方案规划规模效益情况

	方案 1	方案 2	方案 3	
输入	改造费用 (万元)	6 000	6 800	9 200
	规划场地 (hm <sup>2</sup> )	120	130	150
	改造工期 (月)	7	8	10
输出	军事效益 (归一化值)	0.65	0.80	0.95
	经济效益 (归一化值)	0.65	0.85	0.90

现对 3 个方案的相对有效性进行交叉评价，得交叉评价矩阵：

$$E = \begin{bmatrix} 0.9286 & 1.0000 & 0.9500 \\ 0.8284 & 1.0000 & 0.7826 \\ 0.8553 & 0.9717 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

其中对角线元素为自我评价值：

$$E_{11} = 0.9286 \quad E_{22} = 1 \quad E_{33} = 1$$

由此可知，平均交叉评价值为：

$$e_1 = 0.8708 \quad e_2 = 0.9906 \quad e_3 = 0.9109$$

因此，从规模效益来看 3 个方案的优劣排序：方案 2 > 方案 3 > 方案 1。

## 5 结束语

该方法对规划方案进行分析比较，评定出方案的优劣，可供机场规划建设相关部门决策时参考<sup>[7]</sup>。

## 参考文献：

- [1] 总后基建营房部. 战时机场道面抢修[M]. 北京: 解放军出版社, 2007.
- [2] J Sarkis. A comparative analysis of DEA as a discrete alternative multiple criteria decision tool[J]. Eur. J Opl Res., 2000, 12(3): 547-557.
- [3] 彭育威, 吴守宪, 许小湛. MATLAB进行DEA交叉评价分析[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2004, 19(5): 553-556.
- [4] 吴介军, 张大伟, 寇晓东, 等. DEA交叉评价法在高校效益评价中的应用[J]. 科技信息, 2007, 31(7): 5-6.
- [5] 王宪明. 产权结构与中国商业银行效率变化的实证研究[D]. 济南: 山东大学, 2007: 50-58.
- [6] 郝海. 决策单元效率与规模收益的进一步探讨[D]. 天津: 天津大学, 2003: 11.
- [7] 饶盛. 基于云重心评判法的鱼雷武器系统作战效能分析[J]. 四川兵工学报, 2008(3): 28-30.