

民用飞机科研项目后评价方法研究

Research on After-evaluation Method of Civil Aircraft Research Projects

牛欣 王光秋/中国商飞北京民用飞机技术研究中心

摘要: 科研项目后评价有助于提高科研经费使用效益、优化科研资源配置,可作为后续相关科研项目立项的参考依据。本文通过对科研项目评价方法及理论的梳理,构建民用飞机领域科研项目后评价方法体系,并以航空企业技术类科研项目为例,提出了具体实施方法,为航空企业提高科研管理水平提供了理论基础。

Abstract: After-evaluation of research projects can help to improve the efficiency of research funding using and optimize the allocation of research resources. The results can be used as the reference of the research projects which are followed. In this paper, after-evaluation method system of civil aircraft research project is constructed based on study of research evaluation methods and theory. It also makes the method system used on the after-evaluation of technology research project in aviation enterprise as an example, and make out specific implementation method. The result should be theoretical basis of improving the level of scientific research management in aviation enterprise.

关键词: 航空企业; 民用飞机; 科研项目; 后评价

Keywords: aviation enterprise; civil aircraft; research project; after-evaluation

0 引言

科研项目评价是指根据特定的评价标准,对科研项目活动中的相关要素进行价值评定,以获得可被普遍接受的客观性的评价结果。根据《科技评估

规范》^[1],科研项目评价分为三类^[2](见图1)。其中,后评价在整个项目的生命周期中处于承上启下的地位^[3],可以作为提高科研经费使用效益、优化科研资源配置的激励与约束措施,也可作为后

续相关科研项目立项的参考依据^[4]。

在民用飞机制造航空企业积极开展项目后评价管理工作有助于在民用飞机研制过程中,引导科研人员和机构调整工作方向,从事有价值的科研活动,实

压力值增高,而稳压阀下游压力增高幅度很小。加油接嘴处的测压点位于稳压阀的下游,导致了加油接嘴处的压力无法达到试验所需压力。

拆除稳压阀后,可以明显看出:油泵出口压力与文氏管压力值迅速降低,文氏管压力值与加油接嘴处压力基本一致,符合GJB4433-2002飞机加油车通用规范的要求。随着油泵转速的提高,加油接嘴处的压力得到显著提高。当管内压力控制阀压力为0.6MPa,油泵转速为2500r/min,流量为800L/min时,油泵出口压力为0.55MPa,文氏管压力为0.38MPa,加

油接嘴处压力可达到0.40MPa,大于试验所需压力0.343MPa,满足要求,试验可以实施。

4 结束语

通过分析和试验,拆除稳压阀后,可以看到加油接嘴处的压力得到明显提高,并能够满足试验所需压力。需要注意的是拆除稳压阀后,只能通过手动调整油泵转速控制飞机加油接嘴处的压力,这增大了飞机压力加油试验的风险。如何消除上述风险,需要进行更加深入的研究与分析。

AST

参考文献

- [1] 中国民用航空总局,CCAR-25-R4,运输类飞机适航标准[S]. 中国民用航空总局. 2011.
- [2] 陆卫杰. 飞机加油车压力控制原理[J]. 专用汽车,1996,(03):10-14.
- [3] 张金发,严明,周华,等. GJB4433-2002,飞机通用规范[S]. 中国人民解放军总装备部,2002.

作者简介

陈战斌,硕士,工程师,主要从事飞机燃油系统、防火系统试飞研究工作。

现优化研究资源配置、提高使用效率,保证科研项目高效开展、科研目标顺利实现。本研究通过对科研项目评价方法及理论的梳理,构建民用飞机科研项目后评价方法体系,并以航空企业技术类科研项目为例,提出了具体实施方法。

1 评价方法及理论研究

1.1 国内的评价体系建设

我国科研项目后评价工作起步较晚,1988年国家计委下达《关于委托进行利用国外贷款项目后评价工作的通知》,这是我国政府下达的关于推行后评价工作的第一个文件。1997年和2000年分别成立了科学技术部国家科技评估中心和中国科学院评估中心两个有较大的影响力从事实际评价工作的专业性国家级机构,同时各省市也成立了科技评估中心。2000~2003年科学技术部先后颁布了《科技评估管理暂行办法》、《科技评估规范》和《科学技术评价办法》(试行)等指导性文件,使科研项目评价工作进入规范化的轨道^[5]。

1.2 国内研究进展

国家及地方级科研项目后评价研究机构的研究人员采用德尔菲法、科学计量法和BP神经网络等方法提出了国家科学基金项目结题评价指标体系框架、方法和流程^{[4][6]};一些学者针对不同省份和城市的科技项目,基于模糊综合评价法、层次灰色评价法和专家评议法等方法对各科研项目进行了典型案例评估^{[5][7]}。科研项目后评价方法在不同研究机构 and 高校得到了成功应用,取得了理想的效果^{[8][9]}。不同行业企业也积极采用项目后评价方法进行科研管理,如形成了电力企业科技项目后评价指标体系^[10]、航天器研制项目评价体系、通信投资项目后评价的框架和指标体系^[11]、电信运营商企业项目后评价

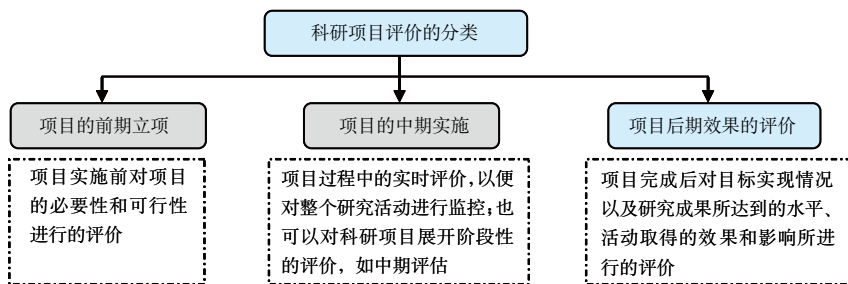


图1 科研项目评价分类

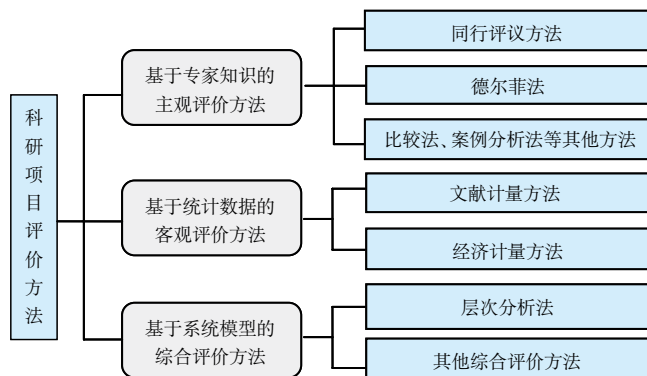


图2 科研项目评价方法分类

表1 科研项目评价方法对比分析

方法		特点	应用
基于专家知识主观评价方法	同行评议法	简单易行,而且可以指出被评价科研项目所具有的创新性,能掌握该项目在该领域国内外同类研究中所达到的水平,从而客观准确地作出评价	被普遍采用,也成为目前科研项目成果评价的主要手段
	德尔菲法	具有广泛的代表性,较为可靠	在科研项目评价中多用于评价指标的提出与筛选
基于统计数据的客观评价方法	科学计量学方法	采用数学、统计学等计量方法,研究文献情报的分布结构、数量关系、变化规律和定量管理	引起了人们的重视,并且其应用范围也在不断拓展
基于系统模型的综合评价方法	层次分析法	定性定量分析相结合的多目标决策分析方法	适用于结构较复杂,决策准则多且不易量化的决策问题。在科研项目评价中既可以单独用于进行项目综合排序,也可以用于评价指标体系权重的确定

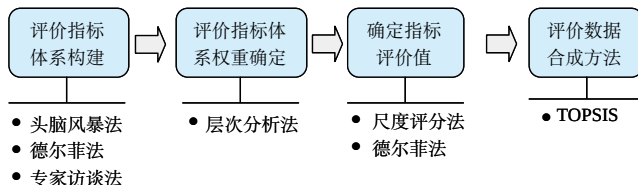


图3 民用飞机科研项目后评价方法体系

模型^[12]等。

1.3 科研项目评价方法概括

科研项目评价工作的效果不仅取决于合理规范的评价规范和机制,而

且更取决于与项目特点相适应的评价方法。本文总结和归纳了国内外科研评价方法分类及主要方法特点,见图2和表1。

2 民用飞机科研项目后评价方法研究

2.1 评价方法体系构建

通过对比并结合其他相关方法,构建民用飞机领域科研项目后评价方法体系(见图3),建议科研项目后评价的不同阶段应选取不同的适用方法。

2.2 民用飞机科研项目后评价

以航空企业民用飞机科研项目为例,进一步分析民用飞机领域科研项目后评价方法的具体实施方法。

1) 评价指标体系构建

本研究基于头脑风暴法、德尔菲法、专家访谈法构建了航空企业民用飞机科研项目后评价指标体系,见图4所示,各指标的解释见表2。

2) 评价指标权重的确定

a. 构造判断矩阵

基于指标体系建立层次结构模型,请专业人员或者管理专家构建判断矩阵。层次分析采用1~9比例标度,为使专家尽可能地将时间放在问题的思考而不是对表格的理解上,该研究对传统层次分析法的调研问卷进行了改进,借鉴了模糊标度的方法,设计问卷中的表格,见表3。专家对表中的指标两两比较其相对重要性,并将认为重要的指标代码(A或B)填在相应的位置。如果专家认为A、B两个指标同等重要,就在“同等重要”下面的相应位置填入“AB”。

b. 层次单排序及其一致性检验

首先,在得到判断矩阵后求出每一个判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$ 及其对应的特征向量 W ,然后将特征向量归一化(使各个分向量的和为1)后所得到的特征向量的各个分量就是该准则下各个元素的权重。

然后,进行一致性判断。计算一致性指标 CI (Consistency Index)和一致性比率 CR (Consistency Ration)。其中,

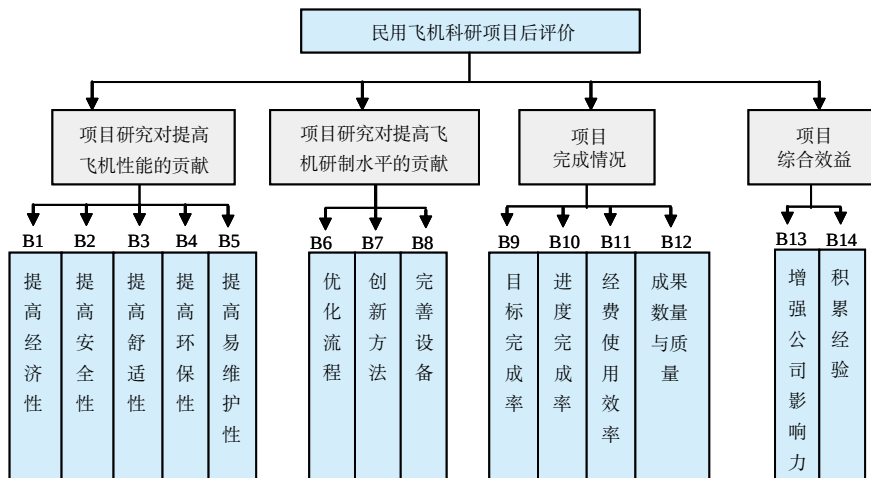


表2 民用飞机科研项目后评价指标解释

A1 项目研究对提高飞机性能的贡献		
B1	提高经济性	减轻飞机重量;提高飞机最大商载;提高民机基本飞行性能系数;提高燃油效率等
B2	提高安全性	提高飞机部件或系统的稳定性和可靠性,降低其故障发生率等
B3	提高舒适性	提高飞机飞行的稳定性;提高飞机客舱的舒适性;提高飞机客舱环境设备的性能;提高飞机驾驶舱的舒适性等
B4	提高环保型	降低飞机噪声污染指数;降低飞机废气排放指数等
B5	提高易维护性	增强飞机的航线适应能力,飞机与机场的兼容性;降低飞机的维修和维护成本;降低飞机的机组、地面服务费用;降低飞机的机场使用成本等
A2 项目研究对提高飞机研制水平的贡献		
B6	优化流程	优化飞机设计、研发、制造、取证等阶段的工作流程,形成相应的规范、操作手册等成果,提高飞机研制效率等
B7	创新方法	改进飞机设计、研发、制造、取证等阶段采用的技术,形成先进的飞机研制技术,提高飞机研制水平等
B8	完善设备	更新或完善机设计、研发、制造、取证等阶段使用的设备,合理使用相应资源,降低飞机研制成本等
A3 项目完成情况		
B9	目标完成率	项目阶段目标完成情况;项目总目标完成情况;项目是否超额完成任务目标等
B10	进度完成率	项目是否按照里程碑节点时间要求完成相应任务;项目是否按照规定的研究时间内实现总的研究目标;项目是否提前完成研究目标,缩短研究周期等
B11	经费使用效率	项目对人力资源、资金、设备的合理使用情况;项目的投入产出率(比较研究经费和研究成果)等
B12	项目研究成果数量和质量	论文、专著发表情况;知识产权申报情况;获国家、省部级等不同级别的科技成果奖励情况;研究报告、技术报告、可行性分析报告、试验报告、软件等应用性研究成果的数量和在公司内部的应用情况等
A4 项目综合效益		
B13	增强公司影响力	通过项目研究,使得公司在航空领域内或学术领域内的知名度得到提升,或者增强了公司在社会上的影响力等
B14	积累经验	通过项目,项目参与人员(管理人员、技术人员等)的能力得到了培养和提高等 通过项目,为后续研究积累宝贵的经验,包括项目管理经验、技术经验、研究经验等

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

。当元素很多的时候,判断矩阵的规模较大,要保持判断矩阵的一致性显然更难,还需要引进平均随机一

致性指标 RI (Random Index)。 CI 与 RI

的比率称为一致性比率,即 $CR = \frac{CI}{RI}$,

当 $CR < 0.1$ 时,一般认为判断矩阵具有

表3 专家调查表

两个需要比较的指标		同等重要	稍重要	重要	很重要	非常重要
(A)指标1	(B)指标2					
(A)指标1	(B)指标3					

满意的一致性。否则就需要调整判断矩阵,使之具有满意的一致性。

c. 层次总排序及其一致性检验

在求得单一准则下各指标的权重后,还要计算各个层次所有元素对于最高层(总目标)相对重要性的排序权重,这一过程是最高层到最低层逐层进行的。若上一层A包括 m 个指标 $A_1, A_2, \dots, A_m$,其层次总排序的权值分别为 $W_{a1}, W_{a2}, \dots, W_{am}$,下一层次B包含 n 个元素 $B_1, B_2, \dots, B_n$,它们对于准则 A_j 的层次单排序的权值分别为 $W_{bj1}, W_{bj2}, \dots, W_{bjn}$, (当 B_k 与 A_j 无关时,取 W_{bjk} 为0),则B层次 n 个元素 $B_1, B_2, \dots, B_n$ 的总排序为 $\sum_{j=1}^m W_{aj} W_{bj1}, \sum_{j=1}^m W_{aj} W_{bj2}, \dots, \sum_{j=1}^m W_{aj} W_{bjn}$ 。层次总排序完成以后,也要作一致性检验,如果B层次某些元素对于上一层A中的某准则 A_j 单排序的一致性指标为 CI_j ,相应地平均随机一致性指标为 RI_j ,则B层次总排序一致性比率为: $CR = \sum_{j=1}^m W_{aj} CI_j / \sum_{j=1}^m W_{aj} RI_j$ 。

当 $CR < 0.1$ 时,一般认为层次结构模型在B层次水平上具有整体的一致性。否则就需要调整判断矩阵的元素取值,使之具有满意的一致性。

d. 确定评价指标的最终权重

专家判断矩阵的一致性比率越小,说明专家判断的质量越高。由于一般要求一致性比率 CR 小于0.1,因此如果有 n 个专家的判断矩阵符合一致性要求,且其判断矩阵的一致性比率分别为 $CR_1, CR_2, \dots, CR_n$,则第 n 个专家的权重为:

$$W_i = \frac{0.1 - CR_i}{\sum_{i=1}^n (0.1 - CR_i)} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

3) 科研项目后评价指标值的确定

为了保证科研项目评价顺利进行,本研究建议航空企业组建“科研项目评价委员会”,在项目后评价中,由评价委员会成员参与并根据不同项目邀请相关领域的专家,对每一科研项目进行评价,确定每一个科研项目各评价指标的评价值。

a. 定性指标评价确定方法

可采取基于尺度评分法和德尔菲法设计的专家评价问卷,进行三轮打分(可结合实际情况适当增加评价次数),来确定最后结论。调研问卷设计见图5所示。

评分人员再按照专家标记的位置将其转化成相应的数值。基于德尔菲法的专家评价问卷过程具体实施方法见图6所示。

b. 定量指标评价

民用飞机科研项目评价体系的定量指标属于正指标,可采用纯线性的评价模式——“等效系数法”对其进行

无量纲化,方法如下:

$$y = \begin{cases} 100 & x = x_{\max} \\ 100 \times \frac{x}{x_{\max}} & x < x_{\max} \end{cases} \quad (2)$$

其中, y —定量指标评价值; x —指标原始值(有量纲); $x_{\max}$ —指标原始数据最大值(有量纲)。

c. 数据合成方法

本文采用TOPSIS法对评价数据进行合成^[1]。TOPSIS法是系统工程中有限方案多目标决策分析的一种常用决策技术,近年来也被用于多指标的综合评价中^[13],实施步骤如下:

如果有 m 个评价对象按照 n 个基础指标评价,得到的评价矩阵经归一化处理为:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} = (x_{ij})_{m \times n} \quad (3)$$

根据各项指标的最优值和最劣值分别构建最优值向量和最劣值向量:

$$\begin{aligned} Z^+ &= (z_1^+, z_2^+, \dots, z_n^+) \\ Z^- &= (z_1^-, z_2^-, \dots, z_n^-) \end{aligned} \quad (4)$$

其中

$$z_j^+ = \max \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}\}, \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

$$z_j^- = \min \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}\},$$

民用飞机科研项目后评价问卷						
A3项目完成情况						
指标	评价				备注	
B9目标完成率	极好 25	较好 19	一般 13	较差 7	极差 1	○ 不适用
B10进度完成率	极好 25	较好 19	一般 13	较差 7	极差 1	○ 不适用

图5 民用飞机科研项目后评价 调研问卷设计图

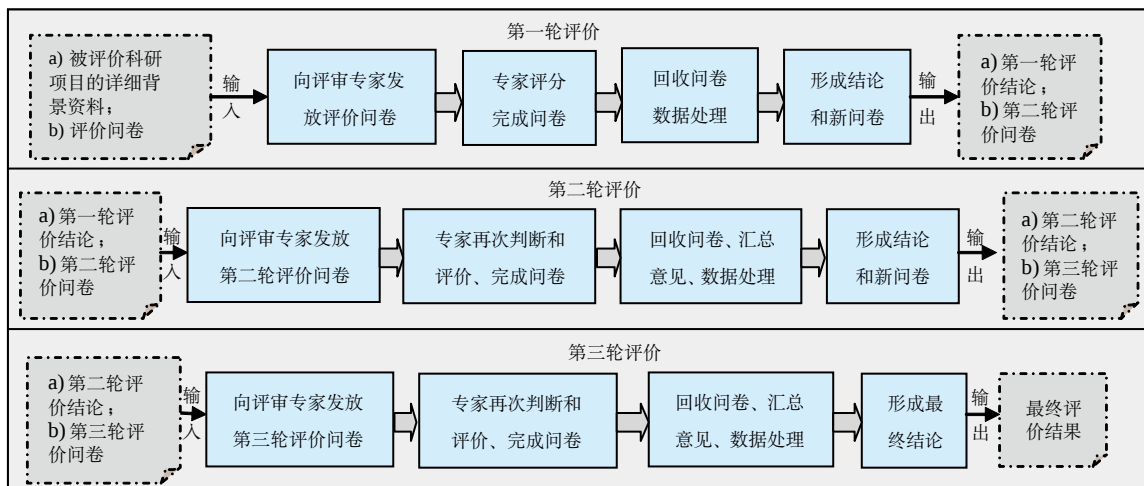


图6 基于德尔菲法的专家评价问卷实施流程图

计算各评价对象的评价值向量与最优值和最劣值的距离:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_j^+)^2} \quad (5)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_j^-)^2} \quad (6)$$

则各评价对象的评价值向量与最优值的相对接近度为:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

最后将各评价对象按相对接近度的大小排序, C_i 越大, 表明第 i 个评价对象越优。

3 结束语

实施民用飞机科研项目后评价是促进自主创新战略进一步落实的需要, 是改善航空企业科研管理以及促进企业技术创新体系建设发展的需要, 同时还是制订民用飞机研制规划和技术决策的重要依据和评价考核民用飞机研制科研活动的重要手段与尺度。本文构建了民用飞机科研项目评价方法体系及实施方案, 为航空企业提高科研管理水平提供理论基础, 在运用过程中应结

合实际情况对其进一步的改进和完善, 以实现优化研究资源配置、提高民用飞机研制效率, 确保民用飞机研制目标的实现。

AST

参考文献

- [1] 国家科技评估中心. 科学评估规范(第一版)(M). 北京: 中国物价出版社, 2001.
- [2] 丁娜, 王坚, 赵霞, 李莎. 中国科研项目后评估发展现状[J]. 科技信息, 2010, (33): 64-65.
- [3] 丁士海, 韩之俊, 陈湘来. 科技基础研究计划项目后评估管理模式研究[J]. 科技管理研究, 2009, (6): 113-115.
- [4] 宓众. 科技项目社会经济效益后评价研究[D]. 湖北: 武汉理工大学, 2006.
- [5] 王增辉. 山东省软科学研究项目后评价研究[D]. 济南: 山东大学, 2009.
- [6] 赵红州, 蒋国华, 等. 科学基金项目评审的科学计量学指标系统[J]. 科学与科学技术管理, 1994, (15): 8-13.
- [7] 叶继涛. 科技项目后评估指标探讨及实证分析[C]//第五届中国软科学学术年会论文集. 2005, (12): 298-307.

[8] 张渊, 陆玉梅, 等. 多层次灰色评价法在科技计划项目绩效评估中的应用[J]. 科技进步与对策, 2006, 6(23): 120-123.

[9] 刘长颖. 层次分析法与高校科研项目评估指标权重的确定[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2011, 34(3): 30-33.

[10] 赖敏, 王广生. 电力企业科技项目后评估指标权重系数的调研和计算[J]. 华中电力, 2009, 22(5): 36-39.

[11] 白波, 张兵, 常冰山. 层次分析法在通信投资项目后评估中的应用探索[J]. 信息与电脑, 2011, (9): 1-2.

[12] 马幽森. 移动运营商电话营销项目后评估体系的研究[J]. 现代电信科技, 2010, (7): 52-57.

[13] 胡永宏. 对TOPSOS法用于综合评价的改进. 数学的实践与认识, 2002, (7): 572.

作者简介

牛欣, 博士, 工程师, 研究方向为航空企业管理。

王光秋, 博士, 研究方向为航空企业管理、发动机技术。