

孙大松¹ 骆海英² 周杰¹ 于玉斌²

基于模糊理论的气象科研项目风险与绩效评估

摘要

通过对项目风险进行综合分析、审定,确立一种气象科研项目的立项风险评估指标及体系的准则;从风险角度出发,构建出一组多级指标的项目风险评估指标体系;采用定性和定量相结合的方法,提出一种基于模糊理论的风险评估体系和模型,对科研项目的立项进行综合评估,给出评估意见,给决策提供指导意见;同时,提出一种气象科研项目绩效考核及推广方法。

关键词

模糊理论;风险评估;层次分析;绩效考核;项目推广

中图分类号 TN929.53

文献标志码 A

收稿日期 2012-03-13

资助项目 公益性行业(气象)科研专项(GYHY200906043)

作者简介

孙大松,男,硕士生,研究方向为数据挖掘与信息管理系统.nuistsun@126.com

周杰(通信作者),男,教授,博士生导师,主要研究方向为信息系统、无线移动通信系统.zhoujie@nuist.edu.cn

0 引言

科研课题的立项风险评估和结题后的成果评估管理是科研管理工作的重要组成部分,可保障项目的成功和扩大科研资金投入的效益。现行气象科研基金立项评审缺乏科学的指标评估体系和统一的科学计量方法,大部分依靠专家进行主观决定型的评估,缺少客观性分析。而科研课题的结题评价,通常由项目负责人和承担单位提供结题报告,科技项目主管部门负责组织检查验收,很少进入到项目成果推广环节的管理模式^[1]。气象行业乃至国内其他行业都缺乏绩效考核评价体系,项目的验收推广在很大程度上由管理者和专家讨论决定^[2]。本文提出一种基于模糊理论模型的项目风险评估体系对结题项目进行绩效考核,决定其能否进行项目推广,扩大科研资金的效益。

在设计气象科研项目风险评估指标时,考虑到气象行业科研项目的公益特色,决定了其项目风险不同于一般的项目风险体系。在科研项目立项前,进行综合的风险评估很有必要,必须明确风险中的不确定因素,并将风险进行量化,给出决策参考意见^[3]。

1 科研项目绩效与风险因素指标体系

气象科研项目应用所产生的效益主要是项目成果通过业务平台或其他方式参与社会生活和物质生产过程的程度及所产生的效果来考量和评价的^[4-5]。

项目绩效考核的目的是衡量气象科技项目成果产生的应用效益。本文设计的指标体系利用一组能够体现科技成果应用,且与风险相互关联的要素,从成果的外在形式到其内在价值,从推广应用活动到所产生的效果,构成一个完整的评估过程^[5]。评估时参考大多科技项目验收、鉴定时采用的百分制评分方法。指标分数依其在评估要素中的逻辑关系和体现评估目标的程度确定。定量评价数据取自成果鉴定(验收)意见、应用证明、项目合同书、调查问卷等原始材料的净值(实际数字);定性评价采用词汇量化方法,即依据评估资料(成果鉴定书、应用证明、合同书、调查问卷等)中表述应用效益的关键词汇所表达的含义或程度,按照统一的标准转换成定量指标数值,如大(好)为5分、较大(较好)为4分、一般为3分^[6]。

风险是现实中长期存在的客观现象。本文的综合分析将科研项目的风险要素大体分为技术风险、人员风险、管理风险和成果风险4大

1 南京信息工程大学 信息与控制学院,南京,210044

2 中国气象局培训中心,北京,100044

部分,并以此 4 个部分进行风险细分,最终确立 22 个子风险项(图 1).在完成对科研项目立项风险因素的定义和分析后,通过计算风险因素之间相互影响性,及对立项风险的综合影响程度,可以评估项目的整体风险性^[6-7].

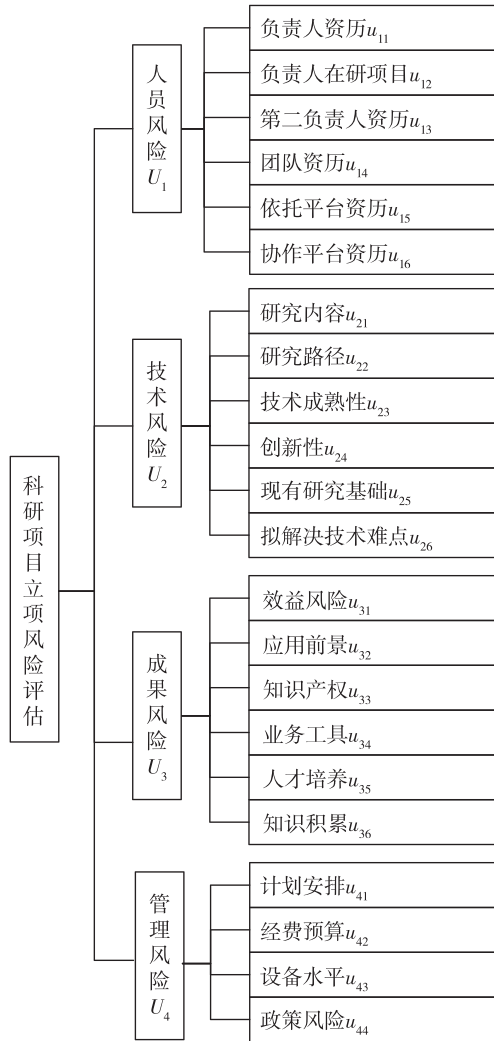


图 1 项目风险评估指标体系

Fig.1 Project risk evaluation system

2 项目绩效与风险评价指标

根据绩效评估目标,考虑气象科技成果的特点和项目的类别,采用层次化结构设计,用来描述评估对象的所处状态和特征.

评估指标见表 1.表 1 采用 4 个一级指标,即成果表现、推广价值、应用状态和应用效果.以下分别说明 4 个一级指标的评估情况,并作综合分析^[6-7].

1) 成果的表现形式,即气象科技成果的载体.载体的表现形式与科技成果的应用有一定的相关

表 1 评价指标

Table 1 Evaluation indexes

一级指标	评分	二级指标	评分
成果表现	15	知识产权(专利、标准、软件)	3
		业务工具(软件系统、模型、服务产品、技术方法、技术规范、业务判据、作业标准等)	8
		知识积累(专著、论文、图集、被采纳的决策建议)或技术培训	4
推广价值	15	适用领域	5
		使用价值	5
		成果转化前景	5
应用状态	30	业务化	5
		准业务运行	20
		成果共享	5
应用效果	40	考核/合同指标	10
		承担单位支持力度	5
		支撑作用/技术效果	10
		社会/经济效益	15

性.本指标中的成果载体将科研项目验收鉴定后所形成的科技成果归纳为 3 种表现形式:知识产权、业务工具和知识积累.这 3 个二级指标依据与其成果推广的关联程度分别设置为 3、8 和 4 分.

2) 推广价值,即表示科技成果所具备的应用推广价值.本指标中含有适用领域、使用价值和转化前景 3 个二级指标.3 个二级指标均为 5 分.

3) 应用状态,即科技成果应用的范围.包含业务化,即项目成果投入到实时业务系统应用或形成新的业务系统;业务试验,即项目成果仅在业务系统中进行试验;成果共享,该项以成果在国家级应用(35~30 分)、跨省应用(32~27 分)、本省应用(29~22 分)为 3 级判别.应用状态的评分依据为应用证明.

4) 应用效果,即科技成果应用所产生的作用和效应.该项指标包含 4 个二级指标:考核或合同指标的完成情况、承担单位支持力度、科技成果的支撑作用或技术效果,以及科技成果应用产生的社会经济

效益.最终,在定量评估的基础上,对各项目总分做出定性的综合评估.综合评估划为 4 个等级,“AAAA”表示综合评分不少于 90 分,“AAA”级为 80~89 分,“AA”为 70~79 分,“A”为 60~69 分,以此综合反映项目成果效益的大小.获“AAAA”的项目表示效益(经济和社会)巨大,获“AAA”表示效益显著,“AA”表示效益明显,“A”表示效益一般.

项目风险是指项目投资遭受损失的大小和发生

这种损失的可能性大小,而这种风险是由决策人的主观认知和未来客观环境的不确定性所决定的,故可以通过项目风险率(P_r)来描述损失发生的可能性大小和用项目风险量(L)来描述遭受损失的大小,记作 $R = f(L, P_r)^{[8-9]}$.

风险评估方法有很多,本文采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP). AHP 一般用于工程风险评价,适用于评价指标体系有专家的支持,风险矩阵不存在缺陷,满足一致性的多层比较的情况下,判断出项目的风险程度大小,给决策提供参考意见.

通过已有研究的积累,本文构建了气象科研项目立项风险综合评估指标体系,如图 1 所示.第一级是科研项目风险组成因素;第二级是一级风险的细分,针对二级风险事件发生可能性和危害性两方面进行评估.评估时,采用类似于很高、高、中、低和很低的度量元来对项目风险发生的影响程度进行评价.根据影响的高低程度,判定项目风险级别属于与之对应的高、较高、一般、较低和低的的风险程度.受影响的等级程度越高,则其风险性就越大,安全性就越低.在评估时,由于项目风险的因素很多,各因素间又互相影响,可通过权重分配,突出主要风险因素的影响,做到轻重有别^[6,8](表 2).

表 2 风险隶属度
Table 2 Risk membership

风险级别	定量区间
低	(0, 0.2]
较低	(0.2, 0.4]
一般	(0.4, 0.6]
较高	(0.6, 0.8]
高	(0.8, 1]

3 模糊理论项目风险与绩效分析

3.1 模糊理论项目风险评估方法

采用 AHP 的方法来构造判断矩阵.按照 1~9 比例标度对同一级别的风险因素两两比较的重要性进行定量描述,利用专家打分法构造出风险影响因素的比较评判矩阵^[9].通过对评判矩阵进行一致性检验来判断是否满足一致性条件,通过一致性检验得到评判矩阵的最大特征根 λ_{\max} 和特征向量 W ,对 W 进行归一化处理,得到权重集 A ,即为所求科研项目的立项风险评估等级.

模糊综合评价的数学模型采用多级模型,进行层层推进计算,来确定风险因素的不确定性.评价步骤一般如下:

1) 设置模糊综合评判因素集 U , 记为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$.

2) 建立对应的评判集 V , 即对评判因素的评语, 记为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$.

3) 采用统计实验或专家评分的方法,来确定评判因素的权重分配,通过对每个因素赋予不同的权重值来体现 U 中各个因素有不同的侧重,表示为 U 上的一个模糊子集 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 而且规定

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1.$$

4) 建立一个从 U 到 $F(V)$ 的模糊映射,进行单因素评判,并诱导出 U 到 V 的模糊关系——模糊关系矩阵(单因素评判矩阵):

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}.$$

评判矩阵中的第 n 行反映被评对象第 n 个风险因素对评语集中各评语的隶属程度,第 m 列反映被评对象的各影响因素分别取对应的评价集第 m 个评语的程度.

5) 综合评判.在 R 与 A 求出之后,则综合评判模型为 $B = A \circ R$.

3.2 模糊理论项目风险评估方法评审

科研项目的风险评估是多级多指标,需要层层推进计算,计算步骤^[9]如下:

1) 将因素集分成若干组,得第一级因素集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_k\}$.

2) 第二级因素集为 $U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}\} (i = 1, 2, \dots, k)$.确定评判集,建立模糊映射,根据科研项目立项风险状况,设评判集为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$,对第二级因素集的 n_i 个因素进行单因素评判,得单因素矩阵:

$$R_{i=} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

3) 进行综合评判,总评判矩阵为

$$R = \begin{Bmatrix} B_1 \\ \sim \\ B_2 \\ \sim \\ \vdots \\ \sim \\ B_k \\ \sim \end{Bmatrix} \quad (2)$$

4) 用模型 $M(\cup, \cap)$, 式(1) 和(2), 计算总综合评判矩阵:

$$C = A_{1 \times K} \circ R_{k \times m} = B_{1 \times m} \in F(v). \quad (3)$$

对于最终得到的科研立项风险评估等级, 可以采用最大隶属度原则, 得到项目风险性等级评判的定量评估, 还可以按照打分法, 将定义的风险等级给予量化, 得到一个等级量化矩阵, 将权重矩阵乘以等级量化矩阵即可以得到项目风险的分值, 进而得到项目风险性评判值, 再根据风险等级定义的分值, 即可以判断出项目立项风险级别。

利用本文所讲方法对 5 项科研项目进行立项风险评估, 结果如表 3 所示. 奥运 MODIS 项目(简称 MODIS), 主要风险在于技术与成果, 而黄淮平原农业干旱监测预警与综合防御技术推广应用项目(简称黄淮)、气候变暖对北方持续性干旱影响的研究项目(简称气候)的风险在技术与管理上, 渤海海洋气象中尺度数值预报试验系统研究项目(简称渤海)以及南海夏季风活动的监测及服务研究项目(简称南海)的风险重点在于技术和人员. 利用模糊理论的方法, 得出 5 个项目中总体风险最高为 0.426, 最低为 0.102, 成果风险最高为 0.40, 最低为 0.12.

表 3 项目立项风险

Table 3 Project initiation risk value

项目名称	成果风险	总体风险	风险级别	推广得分
MODIS	0.40	0.426	一般	11
南海	0.24	0.265	较低	13
渤海	0.12	0.102	低	15
气候	0.24	0.228	较低	13
黄淮	0.22	0.185	低	14

3.3 项目绩效分析

在设置好评价指标后(表 1), 对 2000—2005 年立项的 4 类 51 个气象科技项目成果应用效益进行试验性评估. 评估对象包括 4 类项目: 奥运科技攻关专项、农业成果转化资金、基础性工作专项和社会公益研究专项. 采用综合指标评价方法, 构建成一个多层次的、定量和定性相结合的综合评价指标体系^[7-9].

评估结果显示: 51 个科技项目成果的应用效益最高得分是 88 分, 最低只有 35 分, 平均得分为 74.5 分; 51 个项目应用效益得分无“AAAA”级项目, “AAA”级的项目 13 个, 占项目总数的 25.5%, “AA”级的项目 27 个, 占项目总数的 52.9%, “A”级和未产生应用效益的项目 11 个, 占项目总数的 21.6%. 其中, 3 个奥运项目都达到“AAA”级, 农业科技成果转化项目(8 个)中有 6 个达到“AAA”级, 2 个属于“AA”级, 社会公益项目(33 个)中有 2 个达到“AAA”级, 23 个属于“AA”级, 基础性工作项目(7 个)中 2 个达到“AAA”级, 2 个属于“AA”级.

科技成果的推广价值与成果应用及产生的社会经济效益有密切关系. 评估工作组采用“适用领域”、“使用价值”、“成果转化前景”3 个二级指标表示成果的推广价值. 评估发现, 项目成果的适用领域主要在气象部门, 可用于其他行业的项目成果有 10 项, 占 51 个项目的 19.6%; 78.4% 的项目扩大了服务的效果或提高了业务能力; 39.2% 的项目成果具有很好的应用前景, 47.1% 的项目成果具有较好的应用前景.

本文根据专家的鉴定意见或验收意见, 对成果的推广价值做了统计, 发现 51 个项目的推广价值平均得分为 12.6 分(满分 15 分), 说明大部分项目的目标设计与气象业务需求吻合程度较高, 具有推广价值.

综上所述, 51 个项目所产生的科技成果大多具有很好的应用推广价值和应用前景, 产生的应用效益平均达到预期的 74.5% (51 个项目的算术平均值).

4 结束语

本文提出了一种基于模糊理论的风险评估体系和模型, 对科研项目的立项进行综合评估, 但受评估样本的数量限制, 未能采取分类评估, 加之提取基础数据来源不标准, 具有一定的局限性, 需经大量实践验证, 进行微调优化, 才能更好地服务于气象科研事业.

参考文献

References

- [1] Klein J H, Cork R B. An approach to technical risk assessment [J]. International Journal of Project Management, 1998, 16(6): 345-351
- [2] 贺天伟, 张景林. 科研绩效定量评价指标体系的初步

- 设计[J].科技管理研究,2001(6):58-61
HE Tianwei, ZHANG Jinglin. Preliminary design of a quantitative evaluation index system for research performance[J]. Science and Technology Management Research, 2001(6): 58-61
- [3] 刘作义,陈晓田.科学研究评价的性质、作用、方法及程序[J].科研管理,2002,23(2):33-40
LIU Zuoyi, CHEN Xiaotian. Research evaluation: Characters, functions, methodology and process[J]. Science Research Management, 2002, 23(2): 33-40
- [4] 史先东.科研课题立项及中后期管理综合评价方法研究与评价系统研制[D].广州:中国人民解放军第一军医大学科研部,1998
SHI Xiandong. Comprehensive evaluation method for creating scientific research projects and middle and later stage management and establishment of the evaluation system[D]. Guangzhou: Scientific Research Department, First Military Medical University, 1998
- [5] 郭曼曼.公共项目绩效评估的组织实施[D].厦门:厦门大学公共事务学院,2009
GUO Manman. Organization and implement for performance measurement of public project[D]. Xiamen: School of Public Affairs, Xiamen University, 2009
- [6] 汪焰恩,魏生民.创新设计的多级模糊综合评价[J].计算机工程与应用,2005(12):217-219
WANG Yanen, WEN Shengmin. Multilevel fuzzy comprehensive evaluation of innovation design[J]. Computer Engineering and Applications, 2005(12): 217-219
- [7] 王明和,刘强,张晓耘,等.高校社科科研业绩综合评价指标体系的研究[J].科技管理研究,2000(3):49-51
WANG Minghe, LIU Qiang, ZHANG Xiaoyun, et al. Comprehensive evaluation index system for social science research results in university[J]. Science and Technology Management Research, 2000(3): 49-51
- [8] 张铁男,李晶蕾.对多级模糊综合评价方法的应用研究[J].哈尔滨工程大学学报,2002,23(3):132-135
ZHANG Tienan, LI Jinglei. Application of multi-step fuzzy comprehensive evaluation[J]. Journal of Harbin Engineering University, 2002, 23(3): 132-135
- [9] 谢季坚,刘承平.模糊数学方法及其应用[M].武汉:华中科技大学出版社,1999:158-191
XIE Jijian, LIU Chengping. Fuzzy mathematical method and its application[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 1999: 158-191

Risk and performance assessment of meteorological research projects based on fuzzy theory

SUN Dasong¹ LUO Haiying² ZHOU Jie¹ YU Yubin²

1 School of Information & Control, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 China Meteorological Administration Training Center, Beijing 100044

Abstract The initiation risk and performance assessment of meteorological research projects are studied in this paper, with 51 meteorological projects supported by the special scientific research fund of public welfare profession, initiated by the ministry of science and technology, as assessment objects. The risk evaluation index system is built through comprehensive analysis and judgment from aspects of applicant background, technological difficulty, expected achievement and management control. A risk evaluation model is proposed based on fuzzy theory, to assess the initiation risk of the meteorological projects, and 51 projects are therefore evaluated to provide references for decision making. The performance and promotion value appraisal method is put forward based on AHP, and the promotion values of the 51 meteorological projects are assessed using this multi-index evaluation method.

Key words fuzzy theory; risk assessment; analytic hierarchy process; performance assessment; project promotion