

文章编号: 1001- 2486(2010) 01- 0138- 04

高校科研团队科技创新能力评价研究*

刘书雷¹, 沈雪石¹, 吕蔚², 韩琰³

(1. 国防科技大学 武器装备发展研究中心, 湖南 长沙 410073;

2. 国防科技大学 高等教育和国防科技发展战略研究所, 湖南 长沙 410073;

3. 湖南涉外经济学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 科技创新能力是体现高校综合办学实力的核心指标。以科研团队为视角对高校科技创新能力的评价问题进行了研究, 分析了高校团队科技创新能力的要素构成、结构特征, 在此基础上从人员队伍、条件基础、文化环境、科技投入、科技产出 5 个方面出发定义了一个可扩展的团队科技创新能力评价指标模型; 提出了基于多属性决策的科技创新能力评价方法, 为科研团队绩效管理提供了方法支撑。

关键词: 科研团队; 科技创新能力; 评价指标模型; 多属性决策

中图分类号: G644 文献标识码: A

University Science and Technology Innovation Capability
Evaluation of Research TeamsLIU Shu-lei¹, SHEN Xue-shi¹, LV Wei², HAN Yan³

(1. Weaponry Research and Development Center, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China;

(2. Military Higher Education and Defense Technology Strategy Research Center, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China;

3. Hunan International Economics University, Changsha 410073, China)

Abstract: Science and technology innovation capability is a key index of universities. This paper studies the theories and methods of science and technology innovation capability evaluating in view of research teams. It also analyzes the constituents and its structure of science and technology innovation capability. Furthermore, it defines an extensible evaluation index system from five aspects. This paper also proposes the evaluation method for science and technology innovation capability, based on Multiple Attribute Decision Making (MADM).

Key words: science and technology research team; science and technology innovation capability; evaluation index system; multiple attribute decision making

高校科技创新能力, 是指高校有效利用和优化配置各种科研创新资源, 通过知识创新、技术创新、成果转化创新、管理创新等各种科研创新活动, 产出高水平科研创新成果, 并形成具有竞争优势的科研领域与创新特色的综合能力^[1-2]。科技创新能力是高校综合办学实力的核心指标和促进高校职能得以充分发挥和可持续发展的关键环节, 需要通过创新评价来提供基准和建议, 以引导学校科技创新的良性发展。高校的科技创新能力宏观上体现在若干科学技术领域或学科, 但本质上体现在这些领域或学科的若干科研团队水平上^[3]。科研团队作为科研工作开展的基层单元, 具备一定的辨识度和公认度, 是高校管理研究的重要对象。

1 团队科技创新能力要素及结构特征

科技创新能力要素与结构特征是指在科学研究实践活动中影响科研团队创新能力的基本因素及其相互组合的联结方式。通过对创新能力要素及结构特征的系统研究, 可以理清影响院校科研团队科技创新能力的要素及不同要素之间的辩证关系, 从而为创新能力评价体系的构建提供科学依据。科技创

* 收稿日期: 2009- 06- 19

作者简介: 刘书雷(1979—), 男, 助理研究员, 博士。

新能力是一个在创新过程中各种能力组合的概念^[4],借鉴国际竞争力的评价准则^[5],团队科技创新能力可分别用创新能力资产和创新能力过程来加以描述。

创新能力资产是指团队拥有的资源条件和现有科研水平,主要包括人员队伍、条件基础和文化环境三大要素。科研团队在开展科研活动时,一般是以人力资源为主体,在一定条件基础(如设备仪器等)的支撑上,通过科研活动的开展催生出各种形式的科研产出,并丰富了科研人员的知识和经验积累。团队的文化环境(包括团队内外科研制度、科研管理等)作为一个外生变量存在并对科研过程产生影响,围绕科研团队的科研活动作为三者的载体贯穿于科研创新的整个流程。

创新能力过程主要反映将外界资源投入转化为科技成果的能力与效率^[5],取决于科研团队学术带头人及其研究团队的策略行为和学校、学院、系(所)相关管理部门的制度安排,包括科技投入、科技产出和科技创新活动三大要素。科技投入是指能够投入到科技创新过程中的主要资源的数量与质量,是完成科技创新的必要条件。科技产出包括知识创新、技术创新以及成果转化,具体表现为出成果、出人才和出效益。

与上述分析相对应,围绕科研团队科技创新能力的释放流程和创新能力评价的基本要素结构可通过图1进行描述。

由图1可以看出,团队科技创新流程是以人为主体的软硬件环境的综合体现,创新能力资产类指标反映了科研方向保持目前科研竞争力的能力,创新能力过程类指标则反映出科研方向不断提高科研竞争力的能力。科技活动在创新能力资产类要素的基础支撑下开展,并在创新过程进行中体现。

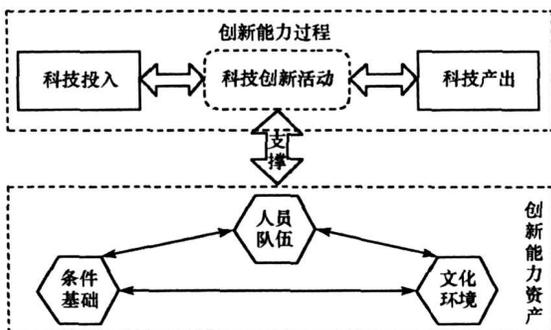


图1 科技创新能力的基本要素及结构特征
Fig.1 Basic constituent and its structure of science and technology innovation capability

2 可扩展科技创新能力评价指标模型

决定科技创新能力本质特征的关键因素所组成的集合,称为科技创新能力评价指标体系。目前,很多研究者从不同的角度对科技创新能力评价指标体系进行了研究和刻画^[1,5,8]。本文认为,对科研团队科技创新能力的综合评价不是靠某一个指标或部分指标(许多民间组织对高校科技绩效的评价与排名即是如此)就能实现的,而应根据特定时代背景下高校科技创新的本质、特点、规律和高校管理的实际需求,构建一个既能体现高校科技创新现有实力,又能反映高校科技创新发展潜力,同时又能反映高校团队管理导向作用的指标体系,对团队科技创新能力进行整体的、综合的评价;此外,不同的用户和领域对评价指标有着不同的理解和需求,不存在适合于所有用户和领域需求的指标体系。

参照科技创新能力评价指标体系的现有研究成果^[1,8-9],综合考虑人员队伍、条件基础、文化环境、科技投入、科技产出5个方面的指标度量需求,坚持系统性、科学性、导向性、可比性、可行性等原则^[9-10],同时出于模型描述客观性和可测量性的考虑,定义了一个可扩展的科技创新能力评价指标模型(图2);所谓可扩展性,即如果加入新的度量指标,不需要对提出的评价体系进行大调整就可满足需求。

其中,人员队伍、条件基础、文化环境可统称为科研创新潜力指标,科技投入和科技产出可称为科技创新实力指标。科技创新潜力指标反映的是高校科技创新的基础条件、资源优势和发展趋势,体现了高校科技创新的潜在竞争力;科技创新实力指标反映了高校将创新资源和投入转化为价值形态的科研创新成果的能力,体现了高校科技创新所达到的实际水平。某一时期的科技创新潜力又可转化为以后时期的科技创新实力,反之亦然,从而构成了一个动态有机系统。正是由于5个创新层次之间的相互影响、相互作用,导致了整个科技创新能力的螺旋式上升。5个层次的具体子指标可根据需要进行扩展,从而动态地满足不同高校科研团队管理的需要。

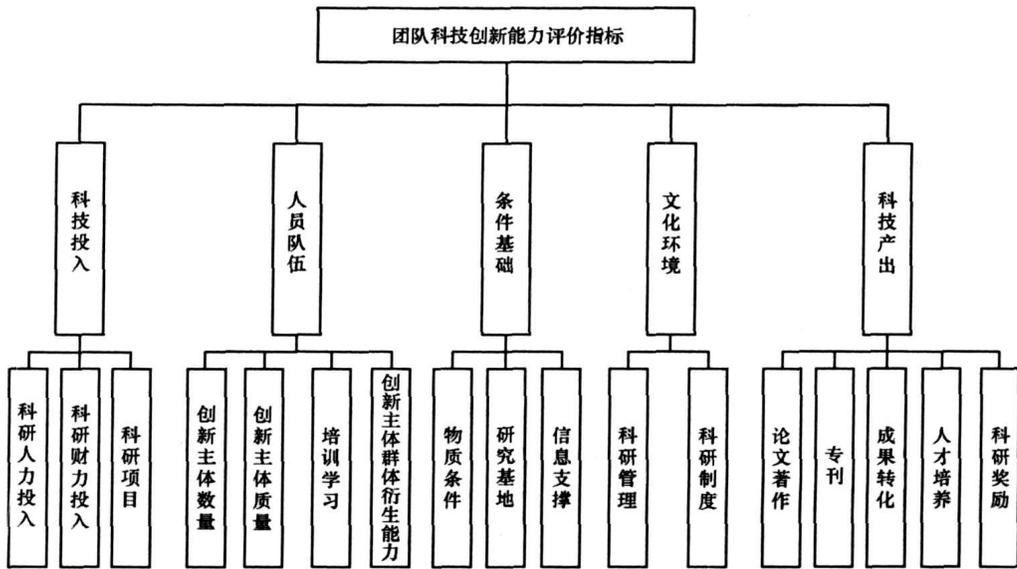


图2 团队科技创新能力评价指标构成

Fig.2 Evaluation index system of research team science and technology innovation capability

3 基于多属性决策理论的团队科技创新能力评价

科技创新能力评价指标模型为高校科研管理提供了计算元素和依据,高校内不同科研团队则构成了高校科研管理评价的对象,每一个团队针对创新能力评价的不同指标将会有相应的参数取值。因此,对于高校科研团队进行科技创新能力评价,实际上可以抽象为一个多属性决策分析问题(Multiple Attribute Decision Making, MADM)^[6]:对于给定的科研团队,科研管理单位根据一组目标准则去衡量和判断出各团队的目标属性值,进而采用某种决策准则比较各团队,从中得出各团队创新能力的排序(或优先等级)结果并以此作为科研精细化管理的依据。

结合多属性决策方法,提出高校科研团队科技创新能力评价算法如下:(1)构建高校科研团队科技创新能力指标多属性决策矩阵;(2)归一化处理以消除各指标度量单位的差异性和评价的对抗性;(3)结合科研管理的基本准则设定指标权重,并对各团队创新能力指标取值的归一化结果进行加权和排序,完成创新能力评价流程。

3.1 科研团队科技创新能力指标多属性决策矩阵构建

各个待评科研团队在不同度量准则下的属性值将构成一个多属性决策矩阵;假设现有 n 个待评科研团队 TD , $TD = \{td_1, td_2, \dots, td_n\}$, 则创新能力评价指标模型中的 m 个指标构成了 m 个准则 R , $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$; 第 i 个科研团队在第 j 个准则的评价值用 a_{ij} ($i \in \{1, 2, \dots, n\}, j \in \{1, 2, \dots, m\}$) 表示, 则每一个团队在 m 个指标上的取值构成一个 m 维的指标元组, n 个团队指标元组构成一个创新能力评价的多属性决策矩阵 Q , Q 的行对应于 TD 中每一个团队, 列对应评价模型的一个指标。

$$Q = \begin{matrix} & r_1 & r_2 & \cdots & r_m \\ \begin{matrix} td_1 \\ td_2 \\ \vdots \\ td_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

3.2 归一化处理

利用简单附加权重技术(Simple Additive Weighting, SAW)^[7]对科研团队的创新能力进行评估和比较。团队的不同指标要素往往具有不同的度量单位、不同类型的取值范围以及质量要素评价的对抗性(即有

的指标取值越大越好、有的取值越小越好)等特征,因此为了对不同的团队进行评价,必须首先对团队的不同指标要素进行规范化处理,即首先需要多属性决策矩阵 Q 进行归一化操作。

第2节定义的指标模型中各个指标要素可以分为消极(negative)维度和积极(positive)维度两种,消极维度指取值越高创新能力越差的指标参数,积极维度指取值越高创新能力越高的指标参数。消极维度的值可通过式(1)进行归一化操作,积极维度可通过式(2)进行归一化操作:

$$Q_{i,j} = \begin{cases} \frac{q_j^{\max} - q_{i,j}}{q_j^{\max} - q_j^{\min}} & q_j^{\max} - q_j^{\min} \neq 0 \\ 1 & q_j^{\max} - q_j^{\min} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$Q_{i,j} = \begin{cases} \frac{q_{i,j} - q_j^{\min}}{q_j^{\max} - q_j^{\min}} & q_j^{\max} - q_j^{\min} \neq 0 \\ 1 & q_j^{\max} - q_j^{\min} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中, q_j^{\max} 为矩阵 Q 中第 j 列的最大取值,即 $q_j^{\max} = \max(q_{i,j}) (1 \leq i \leq n)$; q_j^{\min} 为矩阵 Q 中第 j 列的最小取值,即 $q_j^{\min} = \min(q_{i,j}) (1 \leq i \leq n)$; 矩阵 Q 经过归一化操作后得到矩阵 Q^* 如下:

$$Q^* = \begin{bmatrix} Q_{1,1} & Q_{1,2} & \cdots & Q_{1,m} \\ Q_{2,1} & Q_{2,2} & \cdots & Q_{2,m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ Q_{n,1} & Q_{n,2} & \cdots & Q_{n,m} \end{bmatrix}$$

3.3 加权计算

在归一化基础上,可以基于科研管理的原则对各个团队的创新能力进行度量。科研管理原则体现了科研管理部门的政策导向,主要通过科研管理部门为各个度量指标设定的权重来反映;如管理部门若希望学校更多地获取国家各种科技奖励,则可以通过为“科技奖励”指标设定较高的权重来实现。假定管理部门设定的指标权重为 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$, 其中 $\sum_{i=1}^m w_i = 1$, 则各个科研团队的科技创新能力可以通过对各团队创新能力指标取值的归一化结果进行加权和排序来确定:

$$Score(td_i) = \sum_{j=1}^m (Q_{i,j} * w_j), \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (3)$$

科研管理部门基于式(3)得到特定条件下各科研团队科技创新能力的计算结果,为高校科研团队的精细化管理提供依据,从而科学支撑高校科研管理工作的有序高效展开。

4 小结

以科研团队为视角,对以服务于高校科研管理活动的团队科技创新能力评价问题进行了研究,分析了科技创新能力的要素构成、结构特征;在此基础上从人员队伍、条件基础、文化环境、科技投入、科技产出等5个层次出发定义了一个可扩展的科技创新能力评价指标模型;对基于多属性决策的科技创新能力评价方法进行了研究,为科研绩效管理提供了方法支撑。

参考文献:

- [1] 王章豹,等. 高校科技创新能力综合评价:原则、指标、模型与方法[J]. 中国科技论坛, 2005(2): 55- 59.
- [2] 董桦,等. 高校科技创新能力评价研究[J]. 技术与创新管理, 2005, 26(5): 30- 32.
- [3] 郁文贤,等. 学校科研方向创新能力评价探讨[C]// 国防科技大学科技委员会论文集, 2007.
- [4] 陆根书,等. 构建我国高校科研评价系统的政策建议[R]. 教育部科学技术委员会专家建议, 2006.
- [5] 吴晓波,等. 高校科技竞争力评价指标体系之构建[J]. 高等工程教育研究, 2004(2): 37- 40.
- [6] 左军. 多目标决策分析[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1991.
- [7] Yoon K, et al. Multiple Criteria Decision Making[M]. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer-verlag. 1981.
- [8] 鄢晓彬. 高校科技创新能力结构评价指标体系的建构[J]. 青海师范大学学报(哲学社会科学版), 2006: 143- 146.
- [9] 王章豹,等. 高校科研排行性评价与科技创新能力评价指标设计[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2005, 19(1): 1- 8.
- [10] 敖慧. 高校科技创新能力的多级模糊综合评价[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2004, 26(6): 169- 171.