

# 层次分析法在高校科研课题评价中的应用

□宋春霞

**【摘要】**高校科研课题管理中存在着种种弊端的最大原因是缺乏一套科学、完整、可操作性强的、能从全方位、多角度反映科研项目的评价体系。本文通过调查分析建立了一个比较全面的科研课题的评价指标体系,并采用层次分析法确定各指标的权重。

**【关键词】**层次分析; 科研课题; 评价; 指标体系

**【作者简介】**宋春霞(1976.6~),女,河南项城人;郑州航空工业管理学院讲师、会计学硕士

课题制是国际上普遍采用的一种有效的研究与开发活动组织形式。根据2001年11月国务院办公厅转发的科技部等部门制定的《关于国家科研计划实施课题制管理的规定》的相关定义,课题制是指按照公平竞争、择优支持的原则,确立科学研究课题,并以课题(或项目)为中心、以课题组为基本活动单位进行课题组织、管理和研究活动的一种科研管理制度。课题制打破了传统的以单位为中心的计划任务管理模式,更适合科学技术发展规律和市场经济的要求,可以提高资源配置的效率,充分发挥科技人员的创新潜能。同时,项目的竞争从一定意义上说是人才的竞争(作为课题责任人的优秀人才)、组织管理的竞争(研究梯队构成、科技资源整合)和政策制度的竞争(调动科技人员积极性、主动性的合理政策制度)。因此,课题制在高等学校全面推行后,对高校科技管理工作产生了巨大的影响,活跃了高等学校的科研活动。

## 一、高校课题管理存在弊端及原因分析

尽管课题制给高校的科学研究带来了新的活力,取得了一定的成就。但课题研究和课题管理中也出现了很多违背科学规律的不良现象,严重影响了高校科研工作。

首先,申报环节的腐败现象主要表现为,课题立项过程中缺乏公平机制,比如课题审批人即评委本身同时又是有关课题的申报人,这种裁判兼运动员的现象缺乏公平。评审程序与过程中也存在暗箱操作,内幕交易,缺乏公开。贿选现象也时有发生,甚至有些单位集体“攻关”。申请立项时,弄虚作假采用虚拟前期成果和材料骗得课题立项的也大有人在。其次,在研究过程中一个最突出的表现就是,高校的科研管理部门和课题负责人对科研项目管理中都存在着“重立项,轻管理”的弊端。且最终完成的课题负责人单干的居多,很难说能够保质保量,提高科研水平,更谈不上促进团队整体力量的提升与后继科研人才的培养。最后,科研成果的质量也不容乐观,带有原创性研究的课题少,低水平重复研究大量存在。由于创新性不够,造成了研究成果中专利成果少、学术论文质量不高等消极现象。即便如此,得以立项的课题经过或长或短的一段时间都可以顺利结项。

产生以上弊端的最大的原因在于,课题在申请、立项、在研、结项等环节没有一个合理、科学、公正的评价体系。本文在调查问卷及咨询专家意见的基础之上,建立高校课题评价指标体系,并采用层次分析法确定各指标的权重,对于改进高校科研管理工作、提高课题研究质量有一定借鉴意义。

## 二、提高课题质量关键在于课题评价体系的构建

科学研究重在创新,而创新与否,离不开合理的科研评估。科研评估贯穿课题管理始终,从课题立项时的申报、到结项时的科研成果的鉴定都离不开评估。如果缺乏科学、合理的评估,创新得不到肯定,重复也就得不到监督。为此,建立科学的科研评价机制相当重要。科学研究的评价方法对研究活动还具有很强的导向作用。而不合理甚至违反科学规律的评价方法必然对科研活动产生误导,从根本上损害科研。

可是,现有的评价体系中存在很多问题。如评估的主体、评估的标准等,多具有任意性,缺乏规范;咨询专家的评审“指南”不少情况下会犯主观主义的毛病,存在现实性、合理性、可行性的缺乏;或者,他们习惯于把参照目标集中于国外已经做过的工作上,而对具有原创性但非共识性项目,仅仅因为前期基础和研究思路等方面存有争议,便予以搁置,而专家认可的选定项目往往又缺乏创新;片面地追求数量指标,导致研究的短期行为。

因此,课题评价应该逐渐改变传统的单指标评价,如仅以论文发表数、获奖次数等作为课题结项的条件,也不应仅以课题数、课题级别和经费数等指标作为单位科研的评价标准。而应构造一个科学的评价指标体系,从知识生产率、创新程度、知识存量、人才培养、课题管理等各维度,以定性定量相结合的方法,使评价更能体现知识创造的规律。这个指标体系必须将被评对象的大量相互关联、相互制约的复杂因素之间的关系层次化、条理化,并能够区分它们各自对评价目标影响的重要程度,以及对那些只能定性评价的因素进行恰当的、方便的量化处理。

## 三、评价指标体系的构建

评价指标体系的制定是一个很困难的问题。一般来说,

指标范围越宽, 指标数量越多, 则方案之间的差异越明显, 有利于判断和评价, 但确定指标的大类和指标的重要程度也越困难, 处理和建模过程也越复杂, 因而歪曲方案的本质特性的可能性也越大。评价指标体系要全面反映出所要评价的系统的各项目标要求, 尽可能地做到科学、合理、可操作、且符合实际情况, 并基本上能为有关人员和部门所接受。为此, 制定评价指标体系需在全面分析的基础上, 首先拟定指标草案, 经过广泛征求专家意见, 反复交换信息, 统计处理和综合归纳等, 最后确定系统的评价指标体系。

本文采用调查问卷的形式收集本校教师以及科研管理人员意见, 发现共有 17 个方面是被认为对于课题质量比较重要的, 经整理将其归为五个维度, 形成以下指标体系:

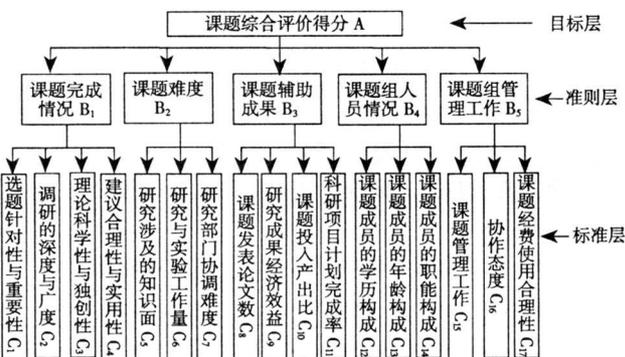


图 1 评价指标体系层次图

课题综合评价涉及的因素很多, 为了达到科学合理的目的, 还应结合各因素的相对重要性, 进而确定各因素的权重, 实现对科研课题的综合评价。

目前确定目标权重的方法大致可分为两类: 一类是基于决策者给出偏好信息的方法 (也包括决策者直接给出的目标的权重), 例如德尔菲法 (Delphi) 和层次分析法 (AHP) 等等。另一类是基于决策矩阵信息的方法, 例如嫡权法和灰色关联法等等。本文拟采用层次分析法来确定以上各指标的权重。

层次分析法 (The Analysis Hierarchy Process, 简称 AHP 法) 是美国运筹学家 T·L·Saaty 于 20 世纪 70 年代提出出来的一种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。层次分析方法需要建立层次结构模型 (如上图 1), 通过分析复杂系统所包含的因素及其相互关系, 将问题分解为不同的要素, 并将这些要素分解为若干有序层次。再根据对一定客观事实的判断, 就每一层次的相对重要性给予定量表示, 利用数学方法确定出每一层次的全部要素相对重要性次序的数值, 并建立判断矩阵, 判断矩阵是同层次元素两两比较建立的, 它是由定性过渡到定量的关键环节。然后求解判断矩阵的特征向量, 并对判断矩阵进行一致性检验是紧随其后的步骤, 一致性检验是考察诊断者的思维是否具有一致性的。最后是计算层次的总排序, 即各因素相对重要性或权重。层次分析法提供了一种能够综合人们不同主观判断并给出具有数量分析结果的方法。

#### 四、应用层次分析法设置评价指标的权重

(一) 建立问题的层次结构。根据对问题的分析, 在弄清问题范围, 明确问题所含因素及其相关关系的基础上, 将问题所包含的因素按照是否具有某些共性进行分组, 并把它们之间的共性看成是系统中新层次的一个因素, 而这类因素本身可按另一组特性组合起来, 形成更高层次的因素, 直到最后形成单一的最高层次的因素。这样就构成了由最高层 (目标层 A)、若干中间层 (准则层 B) 和最低层 (标准层 C) 组成的层次结构, 如图 1 所示, 将这 17 个指标分为两个层次, 第一层为准则层, 第二层为标准层。首先对准则层 5 设置权重。

(二) 构造判断矩阵。建立递阶层次结构后, 接下来就要邀请专家进行判断和比较, 建立判断矩阵。判断矩阵是层次分析法的核心, 它是由各个对象两两比较得出的。比较时相对重要性一般分为 5 个等级, “1 3 5 7 9”, 与这五个等级相对应的判断是“同等重要、稍重要、重要、显著重要、极端重要”。若嫌等级划分粗糙, 则可插入 2 4 6 8 四个亚等级, 2 即是 1~3 的中间值, 通常情况下, 九个标度足以区分事物间的区别。

表 1 1~9 比例标度表

标度	含义
1	两个元素相比, 同等重要
3	两个元素相比, 一个比另一个稍微重要
5	两个元素相比, 一个比另一个重要
7	两个元素相比, 一个比另一个显著重要
9	两个元素相比, 一个比另一个极端重要
2 4 6 8	上述相邻标度的中间值
倒数	若元素 i 与 j 比较得 $a_{ij}$ , 则元素 j 与 i 比较得 $1/a_{ij}$

将两两比较结果写入矩阵, 便可得到下列的矩阵形式:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix} \text{ 其 } a_{ij} \text{ 表示两元素 } m_i \text{ 与 } m_j \text{ 相比}$$

的判断结果, 判断矩阵一般具有以下特征: ①判断矩阵是方阵; ②判断矩阵住对角线上元素为 1; ③判断矩阵元素  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ , 即以住对角线为轴, 对应元素互为倒数; ④相应 3 个元素

的关系  $a_{ij} = \frac{m_{ik}}{m_{jk}}$ ; 如果判断矩阵存在  $a_{ij} = \frac{m_k}{m_j}$ , 则我们称判断矩阵具有完全的一致性。然而, 由于客观事物的复杂性和人们认识的多样性可能产生的片面性, 要求每一个判断矩阵都具有完全的一致性显然是不可能的, 特别是对因素多、规模大的问题更是如此。为考察 AHP 得到的结果是否基本合理, 需要对判断矩阵进行一致性检验。

本文针对已建立的评价指标, 邀请本校教师以及科研管理人员作为专家对各指标比较打分。指标的评价打分结果由各位专家最后形成统一意见, 如无法形成统一, 则采取多数人的意见或取平均值, 这里选择的是采取多数人的意见并进行数据处理。具体判断矩阵如表 2~ 表 7

表 2 课题综合评价得分 (A)判断矩阵

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
B <sub>1</sub>	1	5	3	2	3
B <sub>2</sub>	1/5	1	1/3	1/3	1/3
B <sub>3</sub>	1/3	3	1	2	4
B <sub>4</sub>	1/2	3	1/2	1	1/3
B <sub>5</sub>	1/3	3	1/4	3	1

表 3 课题完成情况 (B<sub>1</sub>)判断矩阵

B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
C <sub>1</sub>	1	1/2	2	12
C <sub>2</sub>	2	1	5	3
C <sub>3</sub>	1/2	1/5	1	1/2
C <sub>4</sub>	1/2	1/3	2	1

表 4 课题难度 (B<sub>2</sub>)判断矩阵

B <sub>2</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>
C <sub>12</sub>	1	1/3	5
C <sub>13</sub>	3	1	7
C <sub>14</sub>	1/5	1/7	1

表 5 课题辅助成果 (B<sub>3</sub>)判断矩阵

B <sub>3</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>
C <sub>8</sub>	1	2	2	3
C <sub>9</sub>	1/2	1	5	2
C <sub>10</sub>	1/2	1/5	1	2
C <sub>11</sub>	1/3	1/2	1/2	1

表 6 课题人员情况 (B<sub>4</sub>)判断矩阵

B <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
C <sub>5</sub>	1	3	5
C <sub>6</sub>	1/3	1	3
C <sub>7</sub>	1/5	1/3	1

表 7 课题管理 (B<sub>5</sub>)判断矩阵

B <sub>5</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>
C <sub>15</sub>	1	1/3	1/2
C <sub>16</sub>	3	1	2
C <sub>17</sub>	2	1/2	1

(三)计算特征根与特征向量并进行一致性检验。本文采用和积法计算各判断矩阵的特征根与特征向量。首先计算判断矩阵 A 的特征向量。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 & 2 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1 & 2 & 4 \\ 1/2 & 3 & 1/2 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1/4 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

首先归一化每一列,再对

每一行求和并再次归一化,可得:

$$W = (0.3862 \quad 0.059 \quad 0.2479 \quad 0.1338 \quad 0.1721)^T$$

对判断矩阵 A 进行一致性检验:

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^5 \frac{(AW)_i}{5W} = 5.56$$

$$C_1 = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.56 - 5}{4} = 0.14$$

C<sub>1</sub> 为一致性指标, C<sub>1</sub> 越小,说明一致性越大,考虑到一致性偏离有随机原因,因而检验判断矩阵一致性时还需要与平均随即一致性指标 R<sub>1</sub> 相比较。C<sub>R</sub> =  $\frac{C_1}{R_1}$ , 当 C<sub>R</sub> < 0.1 时,判断矩阵具有满意的一致性;否则需要调整判断矩阵。随即指标 R<sub>1</sub> 如表 8。

表 8 矩阵阶数与 R<sub>1</sub>

矩阵阶数	3	4	5	6	7	8	9
R <sub>1</sub>	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

注: R<sub>1</sub> 是计算 500 个 3~9 阶的随机样本矩阵一致性指标得出的。

$$\text{课题综合评价得分判断矩阵 A 的 } C_R = \frac{C_1}{R_1} = \frac{0.14}{1.12} = 0.125 < 0.1 \text{ 即可以用:}$$

W = (0.3862 0.059 0.2479 0.1338 0.1721)<sup>T</sup> 作为准则层各指标的权重。标准层各指标的赋权过程简略,计算结果如表 9。

表 9 标准层各矩阵特征向量与一致性检验结果

矩阵	包含指标	权重	$\lambda_{max}$	C <sub>1</sub>	C <sub>R</sub>
B <sub>1</sub>	(C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> )	(0.2657, 0.5172, 0.1325, 0.08455)	4.0893	0.0297	0.033 < 0.1
B <sub>2</sub>	(C <sub>5</sub> C <sub>6</sub> C <sub>7</sub> )	(0.2828, 0.6435, 0.0783)	3.0653	0.0326	0.0562 < 0.1
B <sub>3</sub>	(C <sub>8</sub> C <sub>9</sub> C <sub>10</sub> C <sub>11</sub> )	(0.3929, 0.3340, 0.1528, 0.1149)	4.1386	0.0426	0.0513 < 0.1
B <sub>4</sub>	(C <sub>12</sub> C <sub>13</sub> C <sub>14</sub> )	(0.6334, 0.2605, 0.1061)	3.0308	0.01941	0.0334 < 0.1
B <sub>5</sub>	(C <sub>15</sub> C <sub>16</sub> C <sub>17</sub> )	(0.1638, 0.5390, 0.2970)	3.009	0.0047	0.008 < 0.1

(四)评价指标体系的权重与重要程度排序。根据以上的计算结果,可将课题评价指标体系整理如表 10。

表 10 评价指标体系的权重与重要程度

评价纬度	权重 ①	评价指标	权重 ②	总排序权重 ③=①×②	次序
课题完成情况	39%	选题针对性与重要性	27%	10.53%	2
		调研的深度与广度	52%	20.28%	1
		理论科学性与独创性	13%	5.07%	8
		建议合理性与实用性	8%	3.12%	12
课题难度	6%	研究涉及的知识面	29%	1.74%	16
		研究与实验工作量	64%	3.84%	9
		研究部门协调难度	7%	0.42%	17
课题成果	25%	课题发表论文数	39%	9.75%	3
		研究成果经济效益	33%	8.25%	5
		课题投入产出比	15%	3.75%	10
		科研项目计划完成率	1%	2.75%	13
课题成员	13%	课题成员的学历构成	63%	8.19%	6
		课题成员的年龄构成	26%	3.38%	11
		课题成员的职能构成	1%	2.08%	15
课题管理	17%	课题经费使用合理性	16%	2.72%	14
		课题管理工作	54%	9.18%	4
		协作态度	30%	5.1%	7

值得说明的是,尽管层次分析法采用数(下转第 148 页)

表 5 企业家在精于授权指标中的权重

B <sub>1</sub>	a	b	c	d	e	权重
a	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.250
b	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.225
c	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.200
d	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.175
e	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.150

表 6 企业家在承担风险指标中的权重

B <sub>2</sub>	a	b	c	d	e	权重
a	0.500	0.450	0.600	0.650	0.550	0.225
b	0.550	0.500	0.650	0.700	0.600	0.250
c	0.400	0.350	0.500	0.550	0.450	0.175
d	0.350	0.300	0.450	0.500	0.400	0.150
e	0.450	0.400	0.550	0.600	0.500	0.200

表 7 企业家在盈利能力指标中的权重

B <sub>3</sub>	a	b	c	d	e	权重
a	0.500	0.550	0.650	0.700	0.600	0.250
b	0.450	0.500	0.600	0.650	0.550	0.225
c	0.350	0.400	0.500	0.550	0.400	0.170
d	0.300	0.350	0.450	0.500	0.400	0.150
e	0.400	0.450	0.600	0.600	0.500	0.205

表 8 企业家在高尚信誉指标中的权重

B <sub>4</sub>	a	b	c	d	e	权重
a	0.500	0.450	0.600	0.550	0.650	0.225
b	0.550	0.500	0.650	0.600	0.700	0.250
c	0.400	0.350	0.500	0.450	0.550	0.175
d	0.450	0.400	0.550	0.500	0.600	0.200
e	0.350	0.300	0.450	0.400	0.500	0.150

表 9 企业家在组织才干指标中的权重

B <sub>5</sub>	a	b	c	d	e	权重
a	0.500	0.450	0.600	0.650	0.550	0.225
b	0.550	0.500	0.650	0.700	0.600	0.250
c	0.400	0.350	0.500	0.550	0.450	0.175
d	0.350	0.300	0.450	0.500	0.400	0.150
e	0.450	0.400	0.550	0.600	0.500	0.200

表 10 企业家在创新精神指标中的权重

B <sub>6</sub>	a	b	c	d	e	权重
a	0.500	0.550	0.650	0.700	0.600	0.250
b	0.450	0.500	0.650	0.650	0.550	0.225
c	0.350	0.400	0.500	0.550	0.450	0.175
d	0.300	0.350	0.450	0.500	0.400	0.150
e	0.400	0.450	0.550	0.600	0.500	0.200

最后计算出各个企业家对目标的总权重为:

$$\begin{bmatrix} 0.2500 & 0.2250 & 0.2500 & 0.2250 & 0.2250 & 0.2500 \\ 0.2250 & 0.2500 & 0.2250 & 0.2500 & 0.2500 & 0.2250 \\ 0.2000 & 0.1750 & 0.1700 & 0.1750 & 0.1750 & 0.1750 \\ 0.1750 & 0.1500 & 0.1500 & 0.2000 & 0.1500 & 0.1500 \\ 0.1500 & 0.2000 & 0.2050 & 0.1500 & 0.2000 & 0.2000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1433 \\ 0.1677 \\ 0.1833 \\ 0.1628 \\ 0.1600 \\ 0.1839 \end{bmatrix}$$

$$= (0.2378 \quad 0.2372 \quad 0.1777 \quad 0.1617 \quad 0.1856)^T$$

从计算结果知: 五位企业家 a, b, c, d, e 的排名依次为: a > b > e > c > d 从而选出优秀企业家。

三、结语

模糊层次分析法有效改进了传统的层次分析法因个人主观造成的片面性与比较打分的难度, 而且改造的模糊一致矩阵无需判断一致收敛性, 大大提高了解的收敛速度及精度问题。此方法切实可行且易操作, 能够评定优秀企业家。

【参考文献】

- 1 张吉军. 模糊层次分析法 [J]. 模糊系统与数学, 2000, 14 (6): 80~ 88
- 2 陈均明. 模糊层次分析法在投资决策中的应用 [J]. 重庆工商大学学报, 2008, 2(1): 29~ 32
- 3 赵焕臣, 徐树柏. 层次分析法 [M]. 北京: 科学出版社, 1986 23~ 35
- 4 徐晓敏. 层次分析法的运用 [J]. 统计与决策, 2008, 1: 156~ 158

(上接第 146 页) 学的方法将复杂的决策系统层次化、把定性的问题量化, 但不可避免的是这种方法仍存在较大的主观性, 如判断矩阵就建立在专家的主观判断基础之上。在实际工作中, 运用层次分析法确定评价指标的权重时, 应成立专家组统一意见, 或扩大调查范围, 使主观性尽可能降低。其次, 对科研课题的评价, 要坚持公开、公正、公平的原则, 强化质量标准, 鼓励原创研究、形成正确的激励导向。要通过聘请职业道德高、工作能力强的资深专家学者对科研课题研究的必要性及可行性进行论证, 强化评价工作的严肃性。只有健全科学的科研课题评价制度, 才能实施科学的管理, 才能最大程度地调动科研人员参与科学研究的积极性和创造性, 产出精品力作, 提升高校的竞争力和社会

影响力。希望本文的研究对于健全科研课题的评价体系有一定的意义。

【参考文献】

- 1 周艳敏, 张雪仪. 高校科研课题管理体制研究 [J]. 中州大学学报, 2007, 1
- 2 陈永鸿, 陈海涛. 层次分析法在项目委托管理绩效评价中的应用 [J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 2006, 9
- 3 余应鸿, 张学敏. 建立高校科研课题管理中的监控机制探讨 [J]. 科技管理研究, 2008, 10
- 4 余应鸿. 高校课题管理存在的问题及其对策研究 [J]. 科技管理研究, 2008, 7