

文章编号:1672-058X(2011)01-0107-04

高等农业院校科研资助经费投入的综合评价模型研究*

——以四川农业大学为例

林淑容, 杜世平, 程 莉, 陈 涛**

(四川农业大学 生命科学与理学院, 四川 雅安市 625014)

摘 要: 为了对高校科研经费资助效果作出系统的、综合的科学评价, 根据层次分析法(AHP)的基本原理, 结合四川农业大学“211 工程”双支计划的具体实际, 建立了反映评价目标与评价原则的递阶层次数学模型, 并用德尔菲专家调查法填写判断矩阵, 对各影响因素进行单排序和总排序, 得到其重要性的排序权重, 进而得到评价资助效果的综合评价函数。

关键词: 科研资助; 综合评价; 层次分析; 模型

中图分类号: O223

文献标志码: A

创建高水平“211 工程”大学的核心是大力加强学术队伍建设, 推进学术队伍建设的关键是确保科学研究工作长期稳定持续协调发展。为此, 四川农业大学决定从 2009 年起每年投入 1 200 万元, 实施“211 工程”双支计划, 即学术支撑人才的专项科研支持计划。基本思路是在“211 工程”一期和二期在硬件建设取得明显成效的基础上, 按照“211 工程”三期建设的新要求, 全力加强学术队伍建设, 以此带动师资队伍整体水平快速提升, 促进人才培养质量不断提高。层次分析法是萨蒂(saaty)等人于 20 世纪 70 年代提出的一种决策方法, 它是将半定性、半定量问题转化为定量问题的有效途径。它将各种因素层次化, 并逐层比较多种关联因素, 为分析和预测事物的发展提供可靠的定量依据。层次分析法在经济、科技、文化、军事、环境乃至社会发展等方面的管理决策中都有广泛的应用, 常用来解决诸如综合评价、选择决策方案、估计和预测、投入量的分配等问题。主要用于确定综合评价的权重系数, 所用数学工具主要是矩阵运算^[1]。

1 科研资助经费投入评价指标体系的建立

综合评价指标体系设计了层次资助和面上专项资助 2 个一级指标, 10 个二级指标。

(1) 层次资助。为一级评价指标, 包括第一层次院士(年度主持课题经费应达到 80 万元, 不足部分由学校补差, 但学校每年资助最高限额为 40 万元)、第二层次杰出高级专家(年度主持课题经费应达到 60 万元, 不足部分由学校补差, 但学校每年资助最高限额为 30 万元, 直至 68 岁)、第三层次青年长江学者(年度主持课题经费应达到 40 万元, 不足部分由学校补差, 但学校每年资助最高限额为 20 万元, 直至 65 岁)、第四层次突出贡献专家(年度主持课题经费应达到 20 万元, 不足部分由学校补差, 但学校每年资助最高限额为 7 万元, 直至退休的前一年)、第五层次优秀年轻学者(年度主持课题经费应达到 15 万元, 不足部分由学校补差, 但学校每年资助最高限额为 5 万元, 直至 55 岁)、第六层次青年学术骨干(年度主持课题经费应达到 8 万元, 不足部分由学校补差, 但学校每年资助最高限额为 3 万元, 直至 45 岁)、第七层次优秀青年教师(年度主持课题经费应达到 5 万元, 不足部分由学校补差, 但学校每年资助最高限额 2 万元, 直至 40 岁)等

收稿日期: 2010-05-18; 修回日期: 2010-06-20.

* 基金项目: 四川农业大学双支计划资助项目.

作者简介: 林淑容(1965-), 女, 四川威远人, 副教授, 从事概率统计教学与研究.

** 通讯作者: 陈涛(1961-), 男, 四川古蔺人, 教授, 从事运筹学教学与研究, E-mail: ctao@sicau.edu.cn.

7 个二级评价指标。

(2) 面上专项资助。为一级评价指标,包括教授专项(未获各层次资助的在岗教授和研究员,年度主持课题经费应达到 3 万元,不足部分可每年申请专项资助补足至 3 万元。)、博士专项(未获各层次资助又未主持承担过任何科研课题的具有博士学位教师,可申请一次性启动专项经费,最高限额为 2 万元。)、院级专项(未获各层次资助又未主持承担过任何科研课题的其他教师,可向所在学院申请一次性启动专项经费,最高限额为 2 万元。)等 3 个二级评价指标。

2 科研资助经费投入评价指标权重的确定

2.1 建立层次分析结构模型

根据上面对系统指标体系的分析结果,将具有共同属性的元素归并为一组,作为结构模型的一个层次,同一层次元素既对下一层次元素起制约作用,同时又受到上一层次元素的制约,于是得到如下递阶层次结构模型:

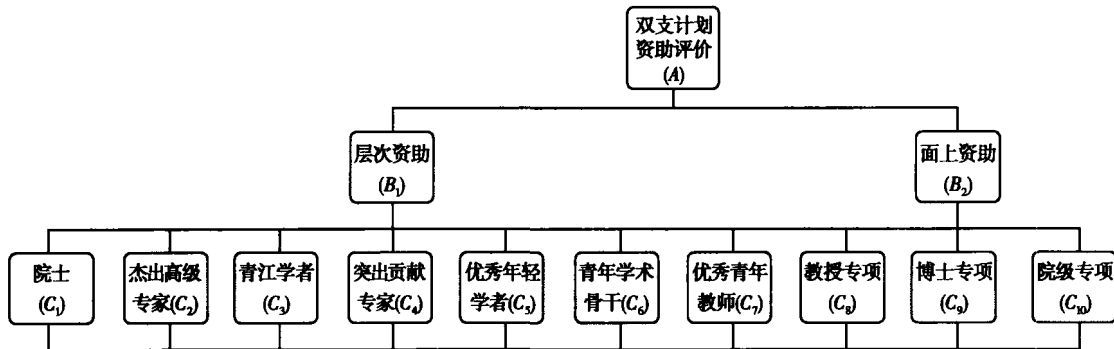


图 1 递阶层次结构示意图

2.2 构造判断矩阵并赋值

按照层次结构模型,从上到下逐层构造判断矩阵,每一层元素都以相邻上一层次各元素为准则,按 1-9 标度方法(重要性标度值见表 1)。同层元素两两比较形成相应的判断矩阵。

由于以上各层指标的取值是基于主观判断,个人看法差异较大,较难达成共识,因此采用德尔菲法^[2],经过多轮专家征询,得填写后的判断矩阵如下:

表 1 重要性标度含义表

重要性标度	含义
1	表示两个元素相比,具有同等重要性
3	表示两个元素相比,前者比后者稍重要
5	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比,前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述判断的中间值
倒数	若元素 I 与元素 j 的重要性之比为 a_{ij} ,则元素 j 与元素 I 的重要性之比为 $a_{ji} = 1/a_{ij}$

表 2 判断矩阵表

A	B ₁	B ₂
B ₁	1	5
B ₂	1/5	1

B ₁	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
C ₁	1	3	4	5	6	7	8
C ₂	1/3	1	2	3	5	7	8
C ₃	1/4	1/2	1	2	3	5	6
C ₄	1/5	1/3	1/2	1	3	4	5
C ₅	1/6	1/5	1/3	1/3	1	2	3
C ₆	1/7	1/7	1/5	1/4	1/2	1	2
C ₇	1/8	1/8	1/6	1/5	1/3	1/2	1

B ₂	C ₈	C ₉	C ₁₀
C ₈	1	3	4
C ₉	1/3	1	3
C ₁₀	1/4	1/3	1

2.3 层次单排序(计算权向量)与检验

对于专家填写后的判断矩阵,利用一定数学方法进行层次排序。

层次单排序是指每一个判断矩阵各因素针对其准则的相对权重,所以本质上是计算权向量。计算权向量的特征向量法是对 n 个元素 A_1, A_2, \dots, A_n , 通过两两比较得到判断矩阵 A , 解特征向量问题 $Aw = \lambda_{\max}w$, 所得到的 w 经归一化后作为元素 A_1, A_2, \dots, A_n 在准则下的排序权重,并在层层排序中,对判断矩阵进行一致性检验。一致性检验的步骤如下:

第一步,计算一致性指标 C. I. (consistency index), $C. I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。

第二步,查表确定相应的平均随机一致性指标 R. I. (random index), 据判断矩阵不同阶数查表 3, 得到平均随机一致性指标 R. I.。

表 3 平均随机一致性指标 R. I. 表(1 000 次正互反矩阵计算结果)

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8
R. I.	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41
矩阵阶数	9	10	11	12	13	14	15	
R. I.	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59	

第三步,计算一致性比例 C. R. (consistency ratio) 并进行判断, $C. R. = \frac{C. I.}{R. I.}$ 。

当 C. R. < 0.1 时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的, C. R. > 0.1 时,认为判断矩阵不符合一致性要求,需要对判断矩阵进行重新修正^[3,4]。

据此分析,此处用 MATHEMATICA 软件计算特征值和特征向量,得如下各判断矩阵的权向量(归一化)及检验结果见表 4:

表 4 层次计算权向量及检验结果表

A	单(总)排序权值	B_1	单排序权值	B_2	单排序权值
B_1	0.833 3	C_1	0.405 5	C_8	0.614 4
B_2	0.166 7	C_2	0.230 4	C_9	0.268 4
CR	0.000 0	C_3	0.144 8	C_{10}	0.117 2
	$\lambda_{\max} = 2$	C_4	0.104 4	CR	0.070 7
		C_5	0.054 2		
		C_6	0.035 3		$\lambda_{\max} = 3.073 5$
		C_7	0.025 3		
		CR	0.040 6		
			$\lambda_{\max} = 7.330 9$		

可见所有 CR < 0.1, 一致性检验通过。

2.4 层次总排序与检验

总排序是指每一个判断矩阵各因素针对目标层(最上层)的相对权重。这一权重的计算采用从上而下的方法,逐层合成。很明显,第二层的单排序结果就是总排序结果。C 层次总排序及检验结果见表 5:

表 5 C 层次总排序(CR = 0.000 0)表

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
0.338	0.192	0.121	0.087	0.045	0.029	0.021	0.102	0.045	0.020

设底层指标为 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$, 则评价资助效果的综合评价函数为:

$$y = 0.338x_1 + 0.192x_2 + 0.121x_3 + 0.087x_4 + 0.0452x_5 + 0.0293x_6 + 0.021x_7 + 0.102x_8 + 0.045x_9 + 0.02x_{10}$$

3 结果分析

在用 AHP 方法确定了二级指标权重的单排序后,算出科研经费资助的基本指标权重的总排序。根据各层权重的大小,可以判断其对系统的重要程度,进而对科研资助经费投入配置状况进行评价。对于准则层 B 的 2 个因子,层次资助(B_1)的权重最大(0.833 3),面上专项资助(B_2)比较低(0.166 7),说明在决策中比较看重层次资助。从准则层 C 总排序结果也可以看出,院士(C_1)是权重值最大的,如果单独考虑这个因素,则以资助院士效果最佳。

另一方面,学校每期资助为 4 年,资助期满,要求受资助者获得学校科技奖金额不低于学校实际资助总经费的 2%,据此,可由底层指标 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$ 的获奖得分得出其资助效果,从而对下一期资助作出调整,使资助效果最优^[5]。

参考文献:

- [1] 宋锦. 黑龙江科技投入综合评价指标体系研究[J]. 商业研究, 2006(2): 112-114
- [2] 王其冬. 层次分析法在国家自然科学基金项目评审中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2001(7): 120-123
- [3] 路萍, 吴斌. 层次分析法在高等院校科技评价系统中的应用[J]. 北京工业大学学报, 2002(3): 358-362
- [4] 徐金河. 基于 GRA 和 AHP 的港口物流能力评价研究[J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2009(5): 509-513
- [5] 赵焕臣, 许树伯, 和金生. 层次分析法——一种简易的新决策方法[M]. 北京: 科学出版社, 1986

Study of a Comprehensive Evaluation Model of Financed Scientific Researches in Agricultural Colleges ——Taking Sichuan Agricultural University as an Example

LIN Shu-rong, DU Shi-ping, CHENG Li, CHEN Tao

(College of Biology and Science, Sichuan Agricultural University, Sichuan Yaan 625014, China)

Abstract: This paper aims to conduct a systematic and comprehensive evaluation concerning the outcome of the financed scientific researches in colleges and universities. Based on the basic principle of AHP and combining the supportive plan for leading researchers in "Project 211" launched by Sichuan Agricultural University, it constructs a hierarchical mathematical model, which reflects evaluative objectives and principles, employs Delphi Method to fill in judgment matrix and sorts different affecting factors individually and collectively, obtaining sortation weight in terms of importance. This paper eventually advances a comprehensive evaluation function for the outcome of those financed scientific researches.

Key words: scientific research aid; comprehensive evaluation; analytic hierarchy process; model

责任编辑: 李翠薇