

省域尺度高校科技创新能力综合评价及优化

——基于安徽省实证^{*1}

陶耘¹ 李铁范² 张乐勤³

(1 池州学院经济贸易系 2. 池州学院科研处

3. 池州学院资源环境与旅游系)

【摘要】：文章以安徽为例构建高校科技创新能力评价指标体系，采用因子、模糊聚类分析相结合的方法，对高校科技创新能力进行综合评价分析，结果显示：安徽高校科技创新能力可用研发因子、协作因子、转化能力因子表征；各高校创新能力差别大、资源过度集中、投入产出能力不均、与各方协作少、转化率低、创新环境急待优化。依据评价结果，提出从完善创新环境、均衡研发投入、优化各方协作、促进成果转化入手，建设“调研—研发—转化”开放创新生态链，形成多渠道投入、多方协作、资源优化共享、成果快速转化的全方位创新体系等方面促进安徽高校创新能力的建议。

【关键词】：专利信息，高校科技创新能力，因子分析，聚类分析

一、引言

高校科技创新是高校核心竞争力的重要体现，是大学重要职能之一。针对高校科技创新能力研究，杜俊慧等运用主成分分析法，对山西省 19 所高校科技创新能力进行了评价^[1]；朱建育等运用混合模型、随机效应模型，就上海高校科技经费、人力投入对于高校科研成果、科技创新能力以及科技服务社会能力进行了探索，结果显示，985 高校科技经费投入效果远优于科技人力投入^[2]；李瑛和崔宇威基于 2007 年中国地方高校科技数据，运用超效率三阶段 DEA 模型，对 28 个省(市)地方高校科技创新效率进行了评价与分析^[3]。上述学者对高校科技创新能力评价多立足单一层面，缺乏综合视野，且少有对评测结果展开深入分析，更未提出过优化对策。鉴于此，本文拟以安徽省为例(安徽为国家技术创新工程试点省)，基于专利角度，采用因子-聚类结合分析方法，对安徽高校科技创新能力进行综合评价与分析，并提出优化对策，以期为管理层制定促进安徽高校科技创新能力举措提供参考，也可省域尺度的同类研究提供借鉴。

二、高校科技创新能力综合评价模型构建及过程说明

¹基金项目：安徽省高校自然科学基金重点研究项目(KJ2012A209)

作者简介：陶耘(1978-)，女，山东菏泽人，讲师，硕士，研究方向：信息系统与电子商务；李铁范(1968-)，男，河南南阳人，教授，科技副院长，研究方向：科技管理，高教管理；张乐勤(1965-)，男，安徽宿州人，教授，系主任，研究方向：技术经济，技术创新。

结合当前高校科技创新领域的研究成果，充分分析高校科技创新内涵和专利要素构成后知：评价对象影响因素多，且可能存在相关关系。故采用因子分析消除变量间相关性，在保证信息丢失最少原则下，把多因子转化为几个综合因子，求得各因子及综合得分，据此构建模糊矩阵，进行聚类分析，结合各指标权重，解释各类中指标特点，找出存在问题，探寻原因，提出解决方案，首先构建主要模型。

(一) 因子分析模型

$$\begin{cases} X_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1K}F_K + \varepsilon_1 \\ X_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \dots + a_{2K}F_K + \varepsilon_2 \\ \vdots \\ X_P = a_{P1}F_1 + a_{P2}F_2 + \dots + a_{PK}F_K + \varepsilon_P \end{cases} \quad (1)$$

其中， X 、 F 分别为原变量和因子变量； $k < p$ ； ε 为缺失的特殊因子。第 i 行 a_{ij} 的平方和 $h_i^2 = \sum a_{ij}^2$ 为共同度量，大部分 $h_i^2 > 0.7$ 说明因子能反应原变量大部分信息，适合因子分析；第 j 列 a_{ij} 的平方和 $g_j^2 = \sum a_{ij}^2$ 为因子 f_j 对原变量的方差贡献总和，反映 f_j 对原变量的解释能力。当累计方差贡献率大于 80% 说明对原始变量有充分解释能力，据此提取前 N 个因子。

(二) 因子评价模型

通过回归方法，得各因子评价模型 (2)，进而构建因子得分综合评价模型 (3)。

$$F_i = \sum_{j=1}^p b_{ij} X_j \quad (2)$$

$$F = \sum_{i=1}^N \delta_i F_i \quad (3)$$

其中， F 为综合评价值； F_i 、 δ_i ($i=1, 2, \dots, N$) 分别为 N 个公共因子及其权重，本文选取因子的方差贡献率与 N 个公共因子累计方差贡献率之比作为因子权重。

(三) 模糊聚类分析

用因子评价模型计算样本因子得分，作为二次分析样本构建模糊矩阵 E ：

$$E = (f_1, \dots, f_i) \quad (4)$$

对 E 进行模糊聚类分析，距离度量选择欧氏距离平方 (Squared Euclidean Distance)，聚类方式选择组间连接 (Between-groups linkage)。

三、基于专利信息分析的高校科技创新能力综合评价实证

(一) 指标选择及数据选取

通过层次分析法设计评价指标体系，包括专利信息统计几类常用指标：专利投入类、数量类、质量类、价值类、协作类及各大类中常用专利统计数据^[4-5]，去掉可相互转化的指标，考虑数据获得的可能性、准确性，遵循科学系统性、适应性、可比性、可行性原则^[6]，选取评价指标 15 个。根据专利信息平台查询得 2001-2012 年安徽省高校专利申请量排名，结合各学校学科特色和地域分布，选择有代表性的 20 所高校，为统计方便略去校名，用 U、C、TC 分别代表大学、学院、职业学院。以安徽省 2010 年普通高等学校科学研究与发展报告^[7]，国家、安徽省知识产权局网站统计年报，中国知识产权网 CNIPR 中外专利数据库服务平台，教育部科学技术司编 2010 年高等学校科技统计资料汇编^[8]为数据来源，获得 2010 年安徽高校专利基本数据。

基本数据标准化后计算相关系数矩阵得所有值都大于 0.3，且所有指标共同度 $h_i^2 \geq 87.5\%$ ，用 KMO 检验和 Bartlett 球度检验，得 KMO 值为 0.671，大于 0.5，符合标准。Bartlett 球度检验观测值为 684.295，自由度 105，显著性概率为 0.000，远小于 0.05，拒绝零假设，认为因子分析可行性高。指标数据通过检验，指标选取有效。

运用主成分分析法萃取变量共同因子，选前三个特征值大于 1，累计方差贡献率 $75.664\%+10.380\%+8.054\%=94.098\%$ 的因子作为主因子，能全面反映所有信息。高校科技创新能力评价指标体系及用 Kaiser 标准化正交旋转得因子载荷值和得分系数如表 1。

表1 基于专利信息分析的高校科技创新能力评价指标体系、因子荷载及得分系数

一层指标	二层指标	主成分荷载值			主成分得分系数		
		1	2	3	1	2	3
专利投入类指标	自然科学科研活动经费投入 X_1	0.941			0.118	-0.198	-0.186
	自然科学科研项目经费投入 X_2	0.980			0.110	-0.108	-0.195
	科研项目经费支出 X_3	0.960			0.115	-0.176	-0.199
	研发人员数量 X_4	0.875			0.105	-0.285	-0.015
	高职研发人员数量 X_5	0.947			0.099	-0.188	0.025
	科研创新平台建设 X_6	0.919			0.078	0.056	-0.024
专利数量类指标	专利申请量 X_7	0.892			0.064	0.076	0.080
	发明专利申请量 X_8	0.954			0.082	0.102	-0.084
	实用新型专利申请量 X_9	0.705			0.024	-0.079	0.511
专利质量类指标	专利授权量 X_{10}	0.975			0.083	0.028	0.002
	发明专利授权量 X_{11}	0.974			0.097	-0.014	-0.108
专利价值类指标	专利实施合同备案 X_{12}			0.833	-0.012	-0.108	0.726
	有效专利数量 X_{13}	0.930			0.066	0.155	0.018
专利协作类指标	合作专利数量 X_{14}		0.720		0.024	0.462	-0.083
	合作申请人数量 X_{15}		0.736		0.021	0.480	-0.115

(二)主因子命名解释及得分排名计算

由因子荷载表得：

F_1 上 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 、 X_8 、 X_9 、 X_{10} 、 X_{11} 、 X_{13} 有较高载荷，这些指标都与专利研发的投入产出有关，故 F_1 代表研发因子；

F_2 主要包含的指标 X_{14} 、 X_{15} 与协作开发有关， F_2 代表协作因子；

F_3 主要包含的指标 X_{12} 与专利转化有关，故 F_3 代表转化能力因子。

根据因子得分系数和 (2) 式推导主因子计算公式为：

$$F_1 = \sum_{j=1}^{15} b_{j1} X_j = 0.118X_1 + 0.110X_2 + 0.115X_3 + 0.105X_4 + 0.099X_5 + 0.078X_6 + 0.064X_7 + 0.082X_8 + 0.024X_9 + 0.083X_{10} + 0.097X_{11} - 0.012X_{12} + 0.066X_{13} + 0.024X_{14} + 0.021X_{15}$$

$$F_2 = \sum_{j=1}^{15} b_{j2} X_j = -0.198X_1 - 0.108X_2 - 0.176X_3 - 0.285X_4 - 0.188X_5 + 0.056X_6 + 0.076X_7 + 0.102X_8 - 0.079X_9 + 0.028X_{10} - 0.014X_{11} - 0.108X_{12} + 0.155X_{13} + 0.462X_{14} + 0.480X_{15}$$

$$F_3 = \sum_{j=1}^{15} b_{j3} X_j = -0.186X_1 - 0.155X_2 - 0.159X_3 - 0.015X_4 + 0.025X_5 - 0.024X_6 + 0.080X_7 - 0.084X_8 + 0.511X_9 + 0.002X_{10} - 0.108X_{11} + 0.726X_{12} + 0.018X_{13} - 0.083X_{14} - 0.115X_{15}$$

根据各主因子方差贡献率及公式 3 推导出综合得分公式为：

$$F = \sum_{i=1}^3 \delta_i F_i = (75.664\% F_1 + 10.380\% F_2 + 8.054\% F_3) / 94.098\%$$

计算各高校主因子得分和综合得分及排名。

(三) 指标权重计算

将 F_1 、 F_2 、 F_3 代入公式 (3) 得 X_j 系数 $\sum_{i=1}^3 \delta_i \sum_{j=1}^{15} b_{ij}$ ，归一化得到 X_j 指标权重模型 (5) 和权重表 2。

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^3 \delta_i b_{ij}}{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{15} \delta_i b_{ij}}, i=1, 2, 3, j=1, 2, \dots, 15 \quad (5)$$

表2 评价体系指标权重

一层指标	权重	二层指标	权重
专利投入类指标	0.389	科研活动经费投入 X_1	0.062
		科研项目经费投入 X_2	0.069
		科研经费支出为指标 X_3	0.064
		研发人员数量 X_4	0.056
		高职研发人员数量 X_5	0.066
		科研创新平台建设 X_6	0.072
专利数量类指标	0.207	专利申请量 X_7	0.072
		发明专利申请量 X_8	0.076
		实用新型专利申请量 X_9	0.059
专利质量类指标	0.149	专利授权量 X_{10}	0.076
		发明专利授权量 X_{11}	0.073
专利价值类指标	0.122	专利实施备案数 X_{12}	0.044
		有效专利数量 X_{13}	0.078
专利协作类指标	0.133	合作专利数量 X_{14}	0.068
		合作申请人数量 X_{15}	0.065

表 2 反映了评价体系中投入类指标权重最高，人力、资金和环境建设的投入将对高校专利水平及创新能力的提高有重要影响，其中创新平台建设指标突出，充分反映创新环境优化的重要性。二级指标中有效专利权重第一，对知识产权维护的重视程度将极大影响创新能力。

(四) 专利信息因子-聚类分析

构建模糊矩阵 E :

$$E = \begin{matrix} & \begin{matrix} F_1 & F_2 & F_3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} X_1 \\ \vdots \\ X_{20} \end{matrix} & \begin{bmatrix} E_{11} & E_{12} & E_{13} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{20,1} & E_{20,2} & E_{20,3} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

标准化 E ，进行模糊聚类分析，整合后得到系统树状图如图 1。

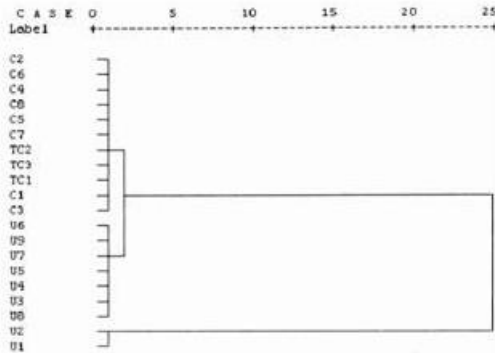


图1 聚类分析的系统树状图(使用组间平均关联度)

系统树状图可将安徽省高校分为三个梯度，U1、U2 为第一梯度；U3-U9 为第二梯度；第三梯度包括 C1-C8 和 TC1-TC3。分类符合样本实际情况。

四、实证结论分析

(一) 评价体系分析

分析结果表明影响高校专利水平和科技创新能力的主要因子为：研发因子、协作因子和转化因子。其中研发因子分为投入和产出两方面，投入包括政策、资金、人员和环境投入，涉及高校、政府和社会各方面，应积极探索创建多种投入渠道和方式，寻求各方合作参与，让研发效益最大化。而协作因子和转化因子的提升更需各方合作，打造多渠道全方位的协同创新体系。

表 2 中大类指标权重释出，科技创新投入显著影响高校科技创新能力的提高。其中代表科研环境建设的创新平台建设因其权重大应是下一步投入的重点。

单项指标总体分布较均匀，说明各指标对专利创新都有一定作用。其中最能说明专利创新能力的指标为有效专利数量，充分说明科研成果市场价值的重要性，另外专利数量和质量的四项指标依次占据前 2-5 位，U1、U2 指标的绝对优势直接决定其综合排名领先地位。

评价体系分析提示：安徽高校专利创新的发展战略应加大各资源投入，加强科研环境建设，加深交流合作、注重提高专利数量、质量和价值。

(二) 评价结果解读

因子-聚类分析评价结果见表 3。

表3 因子-聚类分析评价表

项目		专利研发因子		协作因子		专利转化能力因子		综合评价	
		得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
第一梯度	U1	3.0466	1	-2.1994	20	-1.4963	20	2.0791	2
	U2	2.4642	2	2.9473	1	0.7050	4	2.3670	1
第二梯度	U3	0.1513	6	-0.8380	18	1.9504	2	0.1961	5
	U4	0.2325	3	1.3890	2	-0.6829	19	0.2817	4
	U5	0.1939	4	-0.8639	19	2.8722	1	0.3064	3
	U6	-0.2097	9	0.0644	8	1.1006	3	-0.0673	8
	U7	-0.1638	8	-0.4765	16	0.3534	5	-0.1540	9
	U8	0.1517	5	-0.1520	12	0.2759	6	0.1289	6
	U9	0.1289	7	-0.8347	17	-0.5862	16	-0.0386	7
	TC1	-0.6456	20	-0.0590	11	-0.3995	11	-0.5598	20
第三梯度	C1	-0.2585	10	-0.2874	15	-0.3106	8	-0.2662	10
	C2	-0.5708	14	0.1557	6	-0.1864	7	-0.4578	14
	C3	-0.4318	11	0.5588	4	-0.5880	17	-0.3359	11
	C4	-0.5693	13	0.7728	3	-0.6061	18	-0.4244	12
	C5	-0.6031	17	0.1700	5	-0.4715	15	-0.5065	16
	C6	-0.4969	12	-0.1956	14	-0.4172	13	-0.4569	13
	TC2	-0.6386	19	-0.0179	9	-0.3269	9	-0.5434	19
	C7	-0.5783	15	0.0780	7	-0.4574	14	-0.4956	15
	C8	-0.5786	16	-0.1541	13	-0.4005	12	-0.5165	17
	TC3	-0.6242	18	-0.0576	10	-0.3281	10	-0.5364	18

解读表 3 及相关数据得：

第一梯度 U1 和 U2 两所高校创新水平实现程度最高，走在科技创新前列，为安徽省科技创新能力最高层次。评价结果显示 U1 和 U2 综合排名最高，研发因子得分也最高，从原始样本可知这两所高校资源密集，人、财、物等投入远高于其他学校，相对专利产出大，数量和质量遥遥领先，创新实力雄厚，具有良好的科技创新氛围和环境。但这两所高校转化能力却不占优势，而 U1 在协作和转化能力方面都落在后面。比较而言，U2 在各方面的能力表现更为均衡，应是全省重视研发的典范。

原因探寻：这两所高校为重点大学，科技人才及资源集中、环境建设上占全省绝对优势。因其先天优势，项目申请和科研深度领先于其他高校，导致各类资源资金进一步集中，有过度的趋势，而相对分配于其他高校的科技投入则减少，影响全省高校整体创新能力提升；其次，科研的深度差距，让这两所高校忽略了其基础研究的不足，也没注意到其他学校和社会力量的基础研究和实践优势，协作对象主要是学校附属或校方投资企业，没有走出学校自身环境，多方面协作能力较低，创新环境相对封闭；再次这两所高校注重学术探索的深入，对市场关注不够，导致研究成果与市场需求结合不紧，创新的社会市场应用价值不高，成果转化实施较难，转化能力远跟不上高研发能力，使很多科技投入没有实践价值，造成实际上的资源极大浪费。

优化对策：对于此梯度高校，优化资源的投入和配置，适当减少和规范纯学术研究，加强应用型研究，让创新更面向社会；更多与兄弟学校、企业和社会各方合作，开放创新环境，让理论与基础研究，科技创新与实践应用充分结合，带头开创全省协同创新的新局面；加强知识产权的维护管理，加强项目规划调研，让创新源于社会和市场，积极寻求多渠道成果转化模式，让创新的经济和社会效益最大化。

第二梯度包括 U3-U9 七所高校，多为省属院校，综合排名和研发能力排名均分占了 3-9 的位置，科技创新能力水平处于安徽高校的中上层；观原始样本，研发投入较多，专利产出成果较多，价值较高，大部分高校转化能力相对较强，说明省属院校重视利用学科优势，充分面向市场，积极提高科技创新的实效；但相对其他省省属院校，这几所高校大部分协作能力都不高，社会企业参与程度上处于较低水平，成果转化总量较低。

原因探寻：因此梯度多为省属高校，政策资源向其倾斜，但各校学科建设都有各自集中优势，科技创新方向也相对集中，虽取得一定成果，但也造成了各学校研发资源的多度集中和浪费，甚至出现研发的长短板，使科技创新效益不高、范围局限；校企联合仍没走出学校与校属企业的范围，协作的力度和范围远远不够；对研发长短板问题的严重性没有意识，创新往往只依靠优势学科的研发能力，没有积极寻求与其他高校和社会力量的合作以弥补短板，没有开放的创新环境；协作的局限，让创新与地方经济的发展结合不够紧密，所以成果转化取得的收益有限，转化率仍偏低。

优化对策：关注自身学科的优劣，主动联合第一梯度和第三梯度高校，发挥自身优势，弥补劣势，加强理论和基础研究，完善“一+二+三”的协作创新模式，起到全省高校整体创新能力提高的桥梁作用；进一步开放环境，寻求多方参与合作，积极参与建设全省高校多渠道全方位创新体系；进一步完善校企联合创新机制，充分利用各区域经济发展的政策支持，通过地方高校联合地方企业，提升协作和转化能力，让创新主动服务于地方经济，提高创新效益，促进科技创新能力全面提升。

第三梯度包括 C1-C8 八所地方院校和 TC1-TC3 三所职业院校，为数众多，研发能力低，科技创新数量质量落后，综合排名落后；在与地方企业联合的基础上取得一定成绩，协作能力 C4、C3、C5、C2 和转化能力 C2、C1、TC2 有一定表现，说明地方院校和职业学院积极寻求各种资源合作，以弥补自身不足的科技创新意识加强；但第三梯度科技创新总体水平较低，处于全省高校的下层。

原因探寻：此梯度大都在软硬件的投入方面很欠缺，资源不足，人才缺乏，科研水平低，创新数量质量很有限，且没有实践价值；受科研能力的限制，此梯度院校很难申请到重要项目，造成人财物资源进一步向第一、第二梯度倾斜，使第三梯度创新能力与前两梯度的差距不断加大，形成恶性循环，严重影响安徽高校整体创新能力的提高；资源的缺乏让地方和职业院校没有足够能力进行全面充分调研，对政策、法律和市场把握不深入，创新成果落后于市场和社会的需求，难以转化；产学研建设仅限于与各专业相关企业的联合，效果不理想；满足于各校在地方科技创新的领军地位，没有充分认识到其创新总体水平落后差距不断扩大的严重态势，没有寻求多渠道投入，多平台协作创新的主动意识，能力提升的步伐越来越慢，阻碍全省高校创新能力整体提升。

优化对策：对第三梯度高校，政府应加强政策资源扶持，学校自身也应从多方入手，主动寻求各种资源支持，加大人力、资金的投入和充分利用；改革管理措施，建设、优化科研环境，尤其主动加强与省内外各高校、科研机构的协作创新，积极发挥基础研究的优势，弥补学术水平和资源的劣势，在一、二梯度高校的引领下加快创新能力提升的步伐；积极寻求企业和社会多方面合作，探讨各种协同创新的模式，让科技创新在充分了解市场和政策环境后更好地服务于地方和全省经济的发展，提升全省的创新水平。

五、结论与政策建议

本文运用因子-聚类联合分析法,选择安徽省有代表性的20所高校,对其专利信息综合分析评价,提高了分析的科学性和合理性。实证表明,安徽高校创新水平总体较低,各高校差距较大,投入产出不均,与各方协作少,产出与转化不平衡,创新环境亟待优化。针对安徽高校专利及科技创新存在问题,安徽高校应从研发能力、协作能力和转化能力全面优化着手,建设调研—研发—转化的开放创新生态链,形成多渠道多模式研发投入,校校、校企、校社等多方协作,资源优化共享,建立成果快速转化的机制,有效提升全省高校整体创新水平。

(一) 专利研发方面

加强科技创新政策的推广,加强专利知识宣传,使科技创新及知识产权意识深入人心。完善科研管理和创新机制,加强人才培育,加强对创新型人才的引进,采取有效途径和多种方式吸引海内外高端人才,借鉴国内先进科研人才激励机制,针对科研人才制定体现劳动付出与收益一致的收入分配和社会激励制度,提高科技人员创新积极性,发挥科研人才更大创新潜力。同时注重培育创新领头人,协同地域、专业和行业,协调各方,整合资源。每年高校重大项目申请预报不应止于形式,应对各项研发、协作和转化三大因子深入分析,统筹规划项目,积极促成以项目为单位的多方面参与的科技创新团体,充分协调利用各种资源及各方优势,让项目在规划阶段就更好地向社会和市场。加大对地方院校及职业院校的科研资源和资金倾斜,均衡资源投入,优化资源配置,同时加强各校间的资源共享,提高全省科技创新的整体水平。

加强创新基础环境建设,通过加大实验基地、实验平台、信息服务平台、共享资源平台建设、各产学研项目开发来改善全省高校科技创新总体环境,提升全省高校科技创新综合实力和竞争力。

(二) 协作开发方面

结合各校专业及资源强项,加强各校间协作,紧密各校间的合作研发,鼓励协同申报项目推动校所合作。打破各高校的学科封闭的体系,实现各校之间的优势互补,组成“一+二+三”模式的全省科技创新的“集团军”,并建设交叉学科创新团队,实现学科优势整合,资源共享,提升创新效益。积极寻求政府协助,进一步增强与社会各方的沟通,加强各方的科技创新交流合作,尤其是与企业的深入交流,让创新紧跟社会 and 市场需求。完善校企联合机制,加强产学研项目的规模和范围,进一步加强校企、校—校—企合作,多方创造合作机会,优化合作环境,让合作走出省、走出国。

(三) 专利转化方面

通过科研经费尤其是专利经费投入,提高专利的维持率。同时注意各行业领域技术发展形势和市场需求,提高创新技术和经济价值。密切高校、地方政府、企业的合作关系,通过设立产业化基地,开展产学研工作,发展横向科技合作等方式为区域经济建设服务,让创新主动服务地方经济社会发展。

参考文献:

- [1] 杜俊慧,王文寅,苏贵影.基于主成分分析的山西高校科技创新能力评价[J].经济问题,2013(7):111-114.
- [2] 朱建育,赵红军,方曦.基于高校科研绩效及创新能力评价的模型比较与实证研究[J].科技管理研究,2012(17):149-164.
- [3] 李瑛,崔宇威.地方高校科技创新效率评价研究——基于超效率的三阶段DEA分析[J].东北师范大学学报:哲学社会科学版,2011(2):177-181.

-
- [4] 方曙. 基于专利信息分析的技术创新能力研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2007.
- [5] 龚关. 基于专利信息的产业技术创新能力评价研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.
- [6] 王莉军. 高等院校科技创新能力模糊聚类分析[J]. 渤海大学学报: 自然科学版, 2013(6): 220-224.
- [7] 汤仲胜, 张成美, 朱玉华. 安徽普通高等学校科学研究与发展报告(2010 年度)[R]. 合肥: 安徽省教育厅, 安徽省统计局, 2010.
- [8] 中华人民共和国教育部科学技术司. 2010 年高等学校科技统计资料汇编[G]. 北京: 高等教育出版社, 2010.