高校科研效率和全要素生产率测评研究
——基于江苏省的实证分析

王树乔[1]，范富春[2]
（淮阴工学院　1. 教务处；2. 设备处，江苏　淮安　223003）

摘　要：基于数据包络分析（DEA），对江苏省 29 所高校 2007－2013 年的科研效率的整体发展状况进行评价，进而运用曼奎斯特生产率指数（Malmquist）探寻高校科研全要素生产率的变化因素和趋势，为效率改进指明方向。研究结果显示：江苏省高校科研投入产出效率总体上不错，且呈现纯技术效率低于规模效率，但江苏省高校科研全要素生产率增长并非持续性，且引发全要素生产率变化的关键因素是技术进步和规模效率，进而提出提升高校科研效率的相关对策建议。

关键词：高校科研效率；技术效率；曼奎斯特指数；区域特征
中图分类号：G644　**文献标志码：**A　**文章编号：**1672－8874（2016）01－0076－07

A Study on the Evaluation of Scientific Research Efficiency and Total Factor Productivity of Universities: Taking Jiangsu Province as an example

WANG Shu－qiao[1], FAN Fu－chun[2]
(1. *The Deans' Office*; 2. *The Section of Equipment*, *Huaiyin Institute of Technology*, *Huai'an* 223003, *China*)

Abstract: The paper evaluates the overall development of scientific research efficiency of 29 colleges and universities in Jiangsu Province 2007－2013 based on Data Envelopment Analysis (DEA) and then use the Malmquist productivity index to explore factors change and trend of total factor productivity of scientific research in colleges and universities, and gives guidance to efficiency improvement. Research results show that the input and the output efficiency of scientific research in Jiangsu Province colleges and universities, on the whole, are good and that pure technical efficiency is lower than that of scale efficiency. Nevertheless, total factor productivity growth in colleges and universities in Jiangsu Province is not persistent and the key factors to lead to the change of total factor productivity are technical progress and scale efficiency. Then the paper puts forward relevant countermeasures and suggestions to improve the efficiency of scientific research activities in colleges and universities.

Key words: university scientific research efficiency in colleges and universities; technical efficiency; malmquist index; regional characteristics

收稿日期：2015－12－03
基金项目：江苏高校哲学社会科学研究项目（2015SJB716），江苏省社会科学基金青年项目（15JYC002）
作者简介：王树乔（1982－），男，江苏响水人。淮阴工学院教务处助理研究员，硕士，主要从事高等教育管理研究。

《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006－2020）》和“十二五”科技规划均明确提出提升自主创新能力，力争科技进步贡献率达到60%以上，显著提升国际影响力和科技竞争力的发展目标[1]。作为中国科技创新体系的重要组成部分的高等院校，其科研绩效关乎中国科技发展的自主创新能力，在此背景下，中国高校的科技投入愈来愈大，科技产出也呈现增长趋势，从教育部科技司官方统计数据显示，2007－2013年中国高校科技投入不论在物力还是人力方面都很巨大。然而，在总量数据大幅度增长的背后，深入发现投入与产出增长率相差不小[2]，高校科研投入与产出效率问题也逐渐成为学者们关注的热点问题。

一、文献综述

国外很早就开展对教育部门的效率研究，研究内容聚焦在高校科研效率评价、高等教育效率评价和公共教育系统效率评价与分析。

（1）高校科研效率评价。L. Cherchye 和 P. Vanden Abeele（2005）[3]从微观角度，运用数据包络分析方法测度荷兰大学经济与企业管理学科的科研效率。Necmi[4]、Andrew 等[5]运用非参数分析方法度量澳大利亚高校的技术效率和规模效率。

（2）高等教育研究评价。Jill John（2005）[6]以英国大学经济学毕业生为样本，运用数据包络分析方法分英国大学的教学效率。J. Colin Glass 等（2006）[7]探讨英国高等教育的政策目标，采用数据包络分析方法政策效率，认为这种方法对高校基金投入和政策制定者具有现实指导作用。

（3）公共教育系统效率评价与分析。Waldo 和 Staffan（2007）[8]运用数据包络分析方法评价瑞典公共教育改革后的效率，认为政府可以通过减少公共教育资源投入的比例获得同样多的产出，同时还获得私立学校的竞争与公共教育效率关联不大。

与国外研究相比，国内针对高校科研效率的研究起步较晚，关注内容也存在差异，目前，国内相关研究内容集中在一是高校科研效率评价（陈立泰等，2012[9]；段庆峰，2013[10]；苏为华等，2015[11]），二是高校科研创新能力评价（马瑞敏和韩小林，2012[12]；张群，2006[13]）。

从上述文献看出，国内学者研究的围绕高校科研内容重点与国外既有相似也存在差异，但通过整理国内相关研究发现，鲜见针对江苏省高校（自然地理位于江苏省内的部属、省属高等学校）的科研绩效进行系统、深入、全面的分析，据此，本文旨在了解和把握江苏省高校科研增长质量的真实状况，以期为地方政府乃至教育部等相关部门制定科技政策制定提供参考与借鉴。

二、研究方法与数据来源

（一）数据包络分析（DEA）模型

目前，数据包络分析模型以 CCR 模型和 BCC 模型为主[14]，CCR 模型是 1978 年 A Chames 等学者提出的基于规模报酬不变的评价模型，BCC 模型是 R. D. Banker 等学者对 CCR 模型的扩展，即以可变规模收益为基础提出的效率测度模型，将 CCR 模型所求的技术效率分解为规模效率和纯技术效率，从而能发现导致效率无效的深层次原因。由于篇幅所限，仅扼要介绍 BCC 模型如下[15]：

$$\min[\theta - \varepsilon(\hat{e}^T S^- + e^T S^+)]$$

$$\text{s.t}\begin{cases}\sum_{j=1}^{n} X_j\lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^{n} Y_j\lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1,\ j = 1, 2, \cdots, n \\ \lambda_j \geqslant 0,\ S^- \geqslant 0,\ S^+ \geqslant 0\end{cases} \quad (1)$$

式 1 中 n 代表样本数量，ε 为非阿基米德无穷小量，X_j表示高校科研活动的投入量，S^- 和 S^+ 分别代表高校科研投入和产出松弛变量，Y_j表示高校科研的产出量[16]。

（二）科研效率的动态测算——全要素生产率指数的构建与分解

曼奎斯特生产率指数（Malmquist 指数）是由 Caves 等人在曼奎斯特数量指数与距离函数概念的基础上建立测度全要素生产率（TFP）变化的指数。Fare（1994）、Kumar 和 Russell（2002）通过非参数方法度量全要素生产率，并进一步将全要素生产率分解为投入的技术进步与要素投入的技术效率变化[17]。曼奎斯特生产率指数利用面板数据测度跨期动态科研效率，测算结果可理解为相邻两个年份生产效率增减变动程度[18]。曼奎斯特生产率指数小于 1，说明效率下降；曼奎斯特生产率指数等于 1，说明效率不变，曼奎斯特生产率指数大于 1，说明效率改善。

曼奎斯特生产率指数(Malmquist 指数)
=技术进步率(TC)×技术效率(TE)
=技术进步率(TC)×[纯技术效率(PTE)
×规模效率(SE)]

全要素生产率的变化被分解为技术进步变化指数（TC）和技术效率变化指数（TE），其中，技术效率（TE）是与生产前沿面密切相关的概念，生产前沿面指的当前的技术水平下，限定投入下生产决策单元实际产出与理想的最大可能性产出的利率或限定产出前提下决策单元理想的最小可能性投入与实际投入的比率，技术效率变化指数是规模报酬不变（CRS）条件下的技术效率（TE）变化指数，衡量从 t 期到 $t+1$ 期每个决策单元（DMU）到生产前沿面的距离，反映决策单元对生产前沿面的“追赶”程度，折射出科研投入活动规模是否达到最佳，要素配置优化程度如何；技术效率变化指数小于 1，表明决策单元相比前一期更远离生产前沿面，技术效率变化指数大于 1，表明决策单元当期生产相比较前一期更靠近生产前沿面，技术效率变化指数等于 1，表明决策单元当期生产与前一期相比没有变化[19]。技术进步变化指数，测度生产前沿面从 t 期到 $t+1$ 期的外推移动，反映科研活动中技术流程的创新水平提高。

（三）评价指标与数据的选取

采用数据包络分析和曼奎斯特生产率指数方法评价高校科研效率时，对投入与产出的指标的选取非常关键，因为指标选取的差异，获得的结果也将随之产生差异，且要尽量避免内部指标的强相关性。高校科研活动是一项多产出和多投入的复杂系统，鉴于数据的可获得性和评价指标体系的完备性，借鉴已有相关文献，选取投入指标分为研究与发展人员（人年）①、教学与科研人员（人）②和当年拨入科研经费总计（千元），即包含政府投入和企事业单位委托获得科研经费，产出指标分为各类科技课题总量（项），在国外及全国性刊物发表的学术论文数（篇），研究对象为自然地理位置处于江苏省内的部署、省属高校，选取样本时间设定为 2007－2013 年，数据来源于相对应年份的《高等学校科技统计资料汇编》，具体指标数据的描述性统计，见表 1。

表 1　江苏省高校科研活动投入产出指标描述性统计

投入产出指标	均值	标准差	最小值	最大值
科技课题总量(项)	847.818	636.969	39	3400
科技成果学术论文(篇)	1936.365	1615.764	67	7231
教学与科研人员(人)	1364.099	954.237	143	4303
研究与发展人员(人年)	631.956	481.077	19	2103
科技经费总计(千元)	265825.1	297630	2293	1445658

资料来源：中华人民共和国教育部科学技术司. 高等学校科技统计资料汇编［M］. 北京：高等教育出版社，2008：97－120，2009：94－120，2010：90－120，2011：90－120，2012：89－120，2013：90－120，2014：96－117。

三、江苏省高校科研效率与全要素生产率测算

（一）科研效率整体评价

分别将 2007－2013 年每年的截面数据导入数据包络分析(DEA)基本模型中，测算各个年度的科研效率值，包括规模效率、纯技术效率和技术效率。技术效率等于纯技术效率与规模效率的乘积，由于纯技术效率和规模效率均小于或等于 1，导致技术效率的数值均小于或等于纯技术效率（规模效率）。由于篇幅限制，仅在表 2 中列出样本期内的各个效率指标的均值，可以看出江苏省 29 所高校科研技术效率平均值为 0.8024，规模效率的平均值为 0.9255，纯技术效率的平均值为 0.8686，三个值均在 0.8 以上，反映出江苏省不少高校的科研活动效率在不同时期内处于生产前沿面或是比较接近。

表 2　2007－2013 年江苏省高校科研效率(TE)均值③

高校名称	技术效率	纯技术效率	规模效率	高校名称	技术效率	纯技术效率	规模效率
南京大学	0.9799	0.9988	0.9811	南京林业大学	0.7739	0.8082	0.9606
苏州大学	0.7097	0.9446	0.7506	江苏大学	0.7325	0.8795	0.8161
东南大学	0.6400	1.0000	0.6400	南京信息工程大学	0.9413	0.9518	0.9875
南京航空航天大学	0.8126	0.8308	0.9809	南通大学	0.7797	0.8887	0.8803
南京理工大学	0.5464	0.5539	0.9842	盐城工学院	0.8244	0.8559	0.9559
中国矿业大学	0.8694	0.9199	0.9472	南京医科大学	0.7661	1.0000	0.7661
河海大学	0.7598	0.8273	0.9191	徐州医学院	0.9274	0.9469	0.9801
江南大学	0.9837	0.9867	0.9969	南京中医药大学	0.7943	0.8086	0.9786
南京农业大学	0.6507	0.6916	0.9491	江苏师范大学	0.6465	0.6978	0.9083
中国药科大学	0.7054	0.7491	0.9370	淮阴师范学院	0.9709	0.9822	0.9882
南京师范大学	0.6304	0.6484	0.9691	盐城师范学院	0.9849	1.0000	0.9849
江苏科技大学	0.8734	0.8871	0.9729	南京财经大学	0.7263	1.0000	0.7263
南京工业大学	0.7540	0.7780	0.9668	苏州科技学院	0.8913	0.9093	0.9798
常州大学	0.8581	0.8627	0.9918	常熟理工学院	0.8753	0.9017	0.9657
南京邮电大学	0.8617	0.8790	0.9755	算术平均	0.8024	0.8686	0.9255

2007－2013 年间江苏省并没有一所高校的科研活动一直处于技术有效，东南大学、南京医科大学、盐城师范学院和南京财经大学这四所大学的纯技术效率达到 1，规模效率无效，意味着考察期内每一年的纯技术效率皆为 1，这些高校应该积极调整科研资源投入的规模以有效实现技术有效。比如某高校的大多数年份处于规模报酬递增阶段，恰当地扩大科研活动投入规模有益于提升技术效率和规模效率。南京大学、苏州大学、南京航空航天大学、江苏师范大学、中国矿业大学等 25 所高校的科研活动规模效率和纯技术效率都小于 1，其中南京理工大学的技术效率均值仅为 0.5464，对于这些高校而言，因为纯技术效率和规模效率的无效导致技术效率没有达到有效，需要采取多方面举措进而实现技术效率改善。

（二）各年度科研全要素生产率分解结果

基于上述投入产出指标，利用曼奎斯特指数法，测算江苏省 29 所高校 2007－2013 年期间的科研规模效率增长指数、纯技术效率增长指数、技术效率增长指数、技术进步指数以及全要素生产率，运用几何平均数分别得到江苏省各年度相应指数和样本时期江苏省 29 个高校的平均指数，结果见表 3 和图 1。

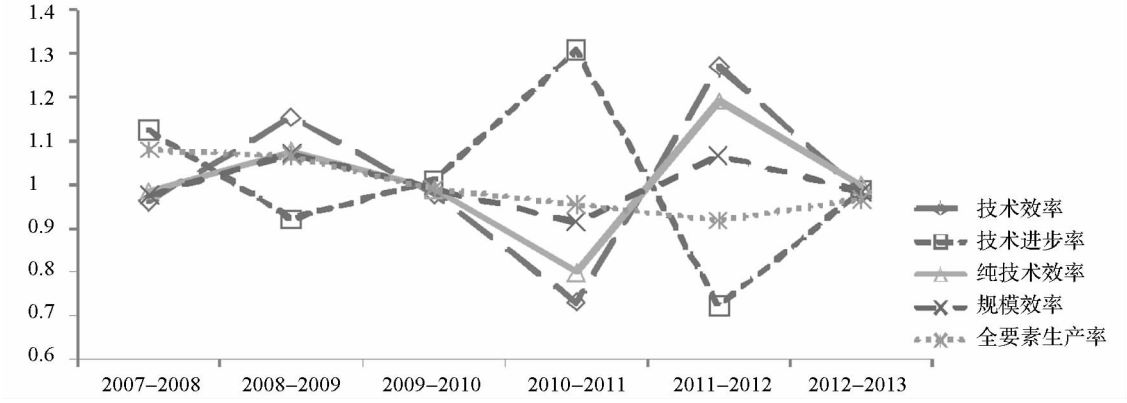

图 1　2007－2013 年江苏省高校 TFP 及其分解情况

整体上看，2007－2013 年期间，江苏省高校科研全要素生产率（TFP）平均增长率为－0.6%，其中技术进步年均增长率为－0.4%，技术效率年均增长率为－0.2%，全要素生产率呈现负增长源

于技术效率的恶化和技术进步的倒退，规模效率负增长却是导致技术效率下降的主要原因。显然，这一时期，江苏省高校科研全要素生产率增长并不理想，技术进步相比较技术效率对全要素生产率产生的影响更大些，高校科研活动中体现出规模无效率。

高校科研全要素生产率波动幅度呈现较强的阶段性，在样本期前两年，江苏省高校科研全要素生产率出现正向增长趋势，年均增长率超过 7%，2007－2008 年增长率达到最高，为 0.8%，随后出现小幅下降。2009 年全要素生产率开始出现下降趋势，2011－2012 年跌至最低值，负增长高达 8.2%，2012－2013 年，呈现负增长率升至 3.3%。

表 3　高校科研全要素生产率指数及其构成变化（2007－2013）

时　间	技术效率变化指数	技术进步变化指数	纯技术效率变化指数	规模效率变化指数	全要素生产率
2007－2008	0.961	1.124	0.985	0.975	1.080
2008－2009	1.155	0.922	1.077	1.072	1.065
2009－2010	0.980	1.010	0.989	0.990	0.990
2010－2011	0.730	1.308	0.800	0.913	0.955
2011－2012	1.271	0.722	1.192	1.067	0.918
2012－2013	0.980	0.986	0.998	0.983	0.967
几何平均	0.998	0.996	1.000	0.998	0.994

由于纯技术效率和规模效率共同影响技术效率，技术效率和技术进步共同影响全要素生产率，可知，2007－2009 年使得 TFP 增长的原因并不相同，2007－2008 年源于技术进步率呈现正增长（12.4%），由于受到纯技术效率和规模效率的双重作用，技术效率呈现 3.9% 的负增长，表明在此期间江苏省的高校科研活动生产前沿面向上移动，增长效应存在，但投入产出资源配置合理性尚待提高。2008－2009 年，除了技术进步指数负增长，其余指数均有不同程度的增长，技术效率指数增长达到 15.5%，反映江苏省高校科研活动管理水平上升，大部分高校明显存在追赶效应，距离生产前沿面更近了。但从 2009 年开始，江苏省高校科研活动全要素生产率指数开始呈现负增长趋势，2009－2011 年和 2012－2013 年期间全要素生产率负增长主要源自技术效率的恶化，规模效率和纯技术效率的下降导致技术效率的负增长，意味着在此期间江苏省高校科研活动效率与最佳前沿面的差距在进一步拉大，要素潜力发挥和资源配置水平提升空间较大。2011－2012 年全要素生产率负增长源自技术进步的出现倒退，虽然技术效率呈现 27.1% 的增长，却无法弥补技术的倒退。

（三）各个高校科研全要素生产率分解结果

从江苏省 29 所高校科研全要素生产率及其分解指数来看，见表 4。2007－2013 年有 14 所高校的科研全要素生产率出现提升，占样本总数的 48%，其中科研活动全要素生产率增长率排在前五位的高校分别为：河海大学（12.7%）、常州大学（11.0%）、常熟理工学院（8.6%）、东南大学（8.2%）、南京邮电大学（7.6%），增长率在 7.6%－12.7% 之间；科研活动全要素生产率最低的五所高校是南京航空航天大学、中国矿业大学、江苏师范大学、苏州科技学院、南京财经大学，下降率在 7.4%－15.1%。

全要素生产率上升的 14 所高校中仅有南京师范大学和南京林业大学的技术效率呈现负增长，另外的 12 所高校的科研技术效率 7 年间涨幅均在 0.4% 以上，全要素生产率下降的 15 所高校中，南京中医药与徐州医学院的技术效率也呈现正增长，这意味着江苏省高校中超过半数的高校接近生产前沿面，反映追赶效应明显，因为技术效率受规模效率和纯技术效率共同作用，纯技术效率上升幅度超过规模效率的下降幅度。从技术进步变化指数来看，江苏省有 16 所高校存在不同程度的提升，其中南京大学、南京信息工程大学、南京工业大学、南京邮电大学、南京航空航天大学、常熟理工学院的提升幅度均超过 3%。

表 4　江苏省各高校科研全要素生产率及分解

高校名称	技术效率变化指数	技术进步变化指数	纯技术效率变化指数	规模效率变化指数	全要素生产率
南京大学	1.004	1.058	1.001	1.003	1.063
苏州大学	0.928	1.011	0.966	0.961	0.939
东南大学	1.052	1.029	1.000	1.052	1.082
南京航空航天大学	0.895	1.034	0.895	1.000	0.926
南京理工大学	1.015	1.023	1.012	1.003	1.038
中国矿业大学	0.898	1.019	0.886	1.014	0.915
河海大学	1.103	1.022	1.102	1.001	1.127
江南大学	0.982	1.008	0.984	0.998	0.990
南京农业大学	1.026	1.007	1.060	0.967	1.033
中国药科大学	1.009	0.998	1.004	1.005	1.007
南京师范大学	0.993	1.017	0.990	1.003	1.009
江苏科技大学	0.978	1.010	0.980	0.998	0.988
南京工业大学	0.936	1.040	0.940	0.995	0.973
常州大学	1.122	0.989	1.113	1.009	1.110
南京邮电大学	1.039	1.035	1.033	1.005	1.076
南京林业大学	0.995	1.012	0.986	1.009	1.007
江苏大学	0.953	0.986	0.988	0.965	0.940
南京信息工程大学	1.019	1.040	1.015	1.004	1.060
南通大学	0.996	0.958	1.000	0.996	0.954
盐城工学院	1.112	0.928	1.082	1.028	1.031
南京医科大学	1.074	0.970	1.000	1.074	1.041
徐州医学院	1.024	0.933	1.000	1.024	0.956
南京中医药大学	1.011	0.967	1.010	1.001	0.978
江苏师范大学	0.917	0.982	0.948	0.968	0.901
淮阴师范学院	1.000	0.983	1.000	1.000	0.983
盐城师范学院	1.000	0.928	1.000	1.000	0.928
南京财经大学	0.892	0.951	1.000	0.892	0.849
苏州科技学院	0.974	0.924	0.990	0.984	0.900
常熟理工学院	1.052	1.032	1.040	1.011	1.086
几何平均	0.998	0.996	1.000	0.998	0.994

（四）三大区域高校科研全要素生产率汇总与比较

江苏省经济发展区域呈现不平衡的特征，形成典型的苏北弱、苏中中、苏南④强的阶梯式经济格局，高校科研活动生产率是否与江苏省的经济发展形势类似呢？依据表 5 报告的结果可知，苏南地区的高校全要素生产率明显高于同时期的苏北、苏中地区，呈现小幅增长趋势，而苏北、苏中地区高校全要素生产率却出现小幅下降。与经济发展格局分布存在差异的是，苏北地区的高校科研生产率略高于苏中地区的高校，可知江苏省高校科研活动生产率明显存在地域差异，在科研活动资源利用、管理水平和科研整体效率上均有所体现，苏南地区的高校科研生产率持续增长，反映

出该区域内高校科研投入产出结构合理，苏中地区的高校科研生产率呈现下降，在反思科研活动中存在的诸多问题时，有必要认清与同区域高校之间存在的差距，积极地采取适宜的措施来缩减。

表 5　2007 – 2013 年不同区域高校科研全要素生产率及分解

区域	技术效率	技术进步率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
苏南平均	1.002	1.005	1.005	0.997	1.008
苏中平均	0.996	0.958	1.000	0.996	0.954
苏北平均	1.011	0.951	1.006	1.004	0.960

四、结论与建议

文章首先运用数据包络分析方法测度 2007 – 2013 年期间江苏省 29 所高校科研效率，并进一步运用曼奎斯特指数考察高校科研效率动态变化，追寻引发全要素生产率变化的深层次原因。研究显示：

第一，江苏省高校科研效率均值为 0.8024，整体发展水平不错，当然数据包络分析是测算的相对技术效率，说明江苏省高校科研上投入——产出绩效还存在较大改进空间。绝大部分高校科研效率无效是由技术无效和规模无效导致的，规模效率高于纯技术效率，反映纯技术效率是制约技术效率提升的关键所在。

第二，通过曼奎斯特指数分解发现，并非全部高校在 2007 – 2013 年期间生产率持续增长的，河海大学的全要素生产率以及分解指数处于领先，说明其高校科研活动投入产出绩效发展态势良好；从区域视角来看，江苏省高校科研活动生产率存在地域差异，苏南地区的高校科研全要素生产率呈现持续增长，同时期的苏北、苏中地区高校科研生产率却在缓慢下降。

基于上述分析结论，提出以下建议：

第一，合理配置科研投入资源，促进区域间高校科技均衡发展。高校科技发展与当地经济发展密切相关，由于高校科研政策是国家对地区高校科研宏观调控的重要手段，要发挥其导向作用，引导高校科研注重质量上，而不是一味看重科研立项数和经费数。另外，结果显示江苏省苏南地区的高校科研生产率最高，苏北和苏中地区的高校可以通过交流、合作，多多汲取苏南地区高校科研发展的经验，在确保科研产出总量的同时，实现科研效率的突破。

第二，合理制定科研活动目标，改善科研管理环境，提升管理水平。依据高校自身的科研发展规划，制定切实可行的科研目标；注重项目申请前的科研资源配置和整合、科研平台构建、产学研的融合以及科研团队的优化和组建；简化科研管理流程，改进科研管理体制，高校通过出台科研奖励政策，营造人人争先的科研氛围，鼓励和支持科研人员在保证科研产出数量的同时，更要关心投入产出绩效，高效、有力地推进科技成果转化。

注释：

① 研究与发展人员：指统计年度内，从事研究与发展工作时间占本人教学、科研总时间 10% 以上的“教学与科研人员”。

② 教学与科研人员：指高等学校在册职工在统计年度内，从事大专以上教学、研究与发展、研究与发展成果应用及科技服务工作人员以及直接为上述工作服务的人员，包括统计年度内从事科研活动累计工作时间一个月以上的外籍和高教系统以外的专家和访问学者。

③ 2010 年江苏工业学院更名为常州大学，2011 年徐州师范大学更名为江苏师范大学。

④ 按照现在江苏省通行的行政区域划分，苏北地区包括徐州、连云港、宿迁、淮安、盐城五个省辖市；苏中地区包括南通、泰州、扬州 3 个省辖市；苏南地区包括南京、苏州、无锡、常州、镇江五市。

参考文献：

[1] 付淑琼. 改革开放以来我国中央政府的高校科研资助政策研究[J]. 高教探索，2013(5)：22 – 26.

[2] 冯光娣，陈珮珮，田金方. 基于 DEA – Malmquist 方法的中国高校科研效率分析——来自 30 个省际面板数据的经验研究[J]. 现代财经：天津财经大学学报，2012(9)：61 – 73.

[3] Cherchye L, Abeele P V. On research efficiency a micro analysis of Dutch university research in Economics and Business, Management [J] Research Policy, 2005 (4): 495 – 516.

（下转第 87 页）