

# 全国高校科技投入产出效率的 DEA-Malmquist 指数分析

鄢波<sup>1,2</sup> 杜军<sup>1,2</sup> 陈彦亨<sup>1</sup>

(1. 广东海洋大学管理学院, 广东湛江 524088; 2. 广东海洋大学东盟研究院, 广东湛江 524088)

**摘要:** 高校是科学研究的重要主力军, 探讨高校科研生产效率, 并分析其中的不足之处, 提出合理的建议是非常重要的。本文根据我国30个省份高校2009—2013年科技统计数据, 采用DEA-Malmquist指数分析法, 以技术效率、技术进步效率、纯技术效率、规模效率和全要素生产效率为指标对全国30个省份高校科技投入产出效率进行评价。研究表明, 我国部分省、市高校的科技投入产出效率不足, 在很大程度上是因为资源使用效率不足和受限于经济原因导致投入不足。最后针对存在的问题从改善高校的科研管理制度、扩大高校的科研规模、提升高校的科学技术水平等方面提出相关的对策和建议。

**关键词:** 高校; 科技投入产出效率; DEA-Malmquist指数; 科研规模

中图分类号: F061; F062.9

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2017.04.010

## Analysis by DEA-Malmquist Index for the Science and Technology Input-Output Efficiency in Chinese Universities

YAN Bo<sup>1,2</sup>, DU Jun<sup>1,2</sup>, Chen Yanheng<sup>1</sup>

(1. Management School of Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088; 2. Asean Research Institute of Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088)

**Abstract:** College is an important force in scientific research, it is very important to discuss production efficiency of scientific research in universities, analyze the deficiency and put forward reasonable suggestions. The paper, according to 30 provinces of our country based on the technology of the university in 2009–2013 statistical data as the foundation, uses DEA-Malmquist index analysis method, and carries on evaluation of the science and technology input-output efficiency of colleges in 30 provinces as an index in order to the technical efficiency, technology efficiency, pure technical efficiency, scale efficiency and total factor productivity. The research results show that science and technology input-output efficiency of the part of the province-city university is insufficient, in large part, because of insufficient resources use efficiency and limited by economic reasons lead to inadequate investment. Finally countermeasures and suggestions are given to further improve

**作者简介:** 鄢波 (1979—), 女, 广东海洋大学管理学院副教授, 硕士生导师, 博士, 研究方向: 财务与会计、技术经济及管理; 杜军 (1977—), 男, 广东海洋大学管理学院教授, 硕士生导师, 海上丝绸之路研究所所长, 博士, 研究方向: 海洋经济管理、教育与科技管理 (通讯作者); 陈彦亨 (1991—), 男, 广东海洋大学管理学院硕士研究生, 研究方向: 科技管理。

**基金项目:** 广东省普通高校人文社会科学研究项目“广东地方高校科研激励与约束机制比较研究”(2013WYXM0052); 广东省高等教育教学研究和改革项目“基于大学生创新创业能力培养的工商管理专业课堂教学与实践教学改革研究”(GDJG20142243); 广东省级专业综合改革试点项目“工商管理”(GDOU2013040403); 广东省级教育教学成果奖培育项目“面向涉海行业的工商管理专业综合改革与实践”(GDOU2014040633)。

**收稿时间:** 2017年4月2日。

the university scientific research management system, enlarge the scale of colleges and universities in scientific research, and promote the science and technology level of colleges and universities etc. in it.

**Keywords:** colleges and universities, science and technology input-output efficiency, DEA-Malmquist index, scientific research scale

## 1 引言

高校是我国科技创新的核心力量和重要组成部分,而高校科技效率对整个国家的科技进步与科技发展将产生深刻的影响。从国内学者对高校科研投入产出效率研究的范围选择来看,主要分为3个方面:一是以国家重点高校为决策单元进行科技投入产出效率分析<sup>[1-7]</sup>;二是以个别省份的高校作为决策单元进行科技投入产出效率分析<sup>[8]</sup>;三是对不同地区的省、市、自治区高校科研效率进行分析<sup>[9-11]</sup>。从各位学者的研究角度来看,高校的科技投入产出效率的评价从早期的仅仅只是定性分析逐渐过渡到定量分析上;从研究方法来看,评价高校科研效率的指标从单因素向全要素分析转变,所采用的分析方法和模型也是多种多样的,有的采用DEA的BCC和CCR分析,采用了DEA-Malmquist模型,有的采用随机前沿分析方法<sup>[12]</sup>、因子分析法<sup>[13-14]</sup>。

综上所述,学者们所采用的样本范围多种多样,有单一的重点高校,也有某一地区和整个国家层面的多层次分析。所采取的研究方法也不仅仅限于静态的分析方法,更多的是采用反映高校科研水平的变化和科研效率的变动趋势的动态分析方法,越来越多的研究者采用DEA-Malmquist指数对科研效率进行分析。但是大部分的学者所采用的数据比较老旧,而在2009年之后科研数据指标的选择有较大的变化,在很大程度上影响到科研效率的评价,且对于全国各地所提出的建议相对较少。所以,本文选取了2009—2013年全国30个省、直辖市、自治区高校的科研数据,采用DEA-Malmquist指数分析法,以技术效率、技术进步、纯技术效率、规模效率和全要素效率为标准,对各省份高校科研效率进行分析,并提出建议。

## 2 DEA模型和DEA-Malmquist指数

### 2.1 DEA模型

此模型系美国运筹学家Charnes和Cooper<sup>[15]</sup>提出,该模型以相对效率为基础,加入了线性规划等分析工具,是一种面对在多投入和多产出情况下如何评价决策单元相对效率的非参数方法。由于科技活动是多投入、多产出,而DEA模型能够在保持决策单元投入与产出不变的情况下直接计量不同单位的指标并排序,然后提供未达到DEA无效的各项指标的多余量。假设被评价体系中存在许多需要评价的决策单元 $DMU_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ),每个决策单元都有 $m$ 种科技投入和 $p$ 种科技输出作为评价指标体系的基本元素。用 $x_i=(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{mi})^T$ 表示 $i$ 个决策单元 $DMU_i$ 的输入,用 $y_i=(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{mi})^T$ 表示科技输出, $v_i=(v_1, v_2, \dots, v_m)^T$ 和 $u_i=(u_1, u_2, \dots, u_s)^T$ 表示其权重,且满足 $x_{si} \geq 0$ ,  $y_{ti} \geq 0$  ( $S=1, 2, \dots$ ),所以第 $i$ 个决策单元的效率评价指数为

$$h_i = \frac{u^T y_i}{v^T X_i} \quad i=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

对于第 $i_0$ 个决策单元进行效率评价, $h_0$ 越大,说明该地区高校可用较少的科技投入获得较多的产出。对于决策单元 $DMU_0$ 进行效率评价,选取适当的权重 $u$ 并在各评价指数小于等于1的条件下,使 $h_0$ 达到最大值。构造CCR优化模型:

$$\begin{aligned} \max h_0 &= \frac{u^T y_0}{v^T X_0} \\ \text{s.t.} \left\{ \begin{aligned} h_i &= \frac{u^T y_i}{v^T X_i} \leq 1 \quad i=1, 2, \dots, n \\ u &\geq 0, v \geq 0 \end{aligned} \right. \quad (2) \end{aligned}$$

式(2)为分式规划模型,通过Chares-Coope变换将分式规划模型转换为线性规划模型。利用线性规划最优解定义高校科技投入产出的有效性,同时,给予线性规划的对偶理论,利用对偶模型进行深入分析。

引入松弛变量  $s^-$ 、 $s^+$  ( $s^- \geq 0$ ,  $s^+ \geq 0$ ) 和非阿基米德无穷小量  $\varepsilon$ , 建立线性规划模型:

$$\min [\theta - \varepsilon (e_m^T s^- + e_s^T s^+)] = V_D(\varepsilon)$$

$$S.T \begin{cases} \sum_{i=0}^n x_i \lambda_i + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{i=0}^n y_i \lambda_i - s^+ = y_0 \\ \lambda_i \geq 0 (1 \leq i \leq n) \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

在式(3)中,  $\varepsilon$  大于零且小于任何正数; 输入输出松弛向量分别为:

$$s^-, s^+, e_m^T = (1, 1, \dots, 1)^T \in R^m,$$

$$e_s^T = (1, 1, \dots, 1)^T \in R^s.$$

式(3)中的最优解分别为  $\lambda^0$ 、 $s^{-0}$ 、 $s^{+0}$ 、 $\theta^0$ , 所以分为下列几种情况:

(1) 若  $\theta^0 < 1$ , 则表示该省高校科技投入产出效率为非DEA有效, 所以不是规模效率最佳, 也不是纯技术效率最佳, 要适当调整。

(2) 若  $\theta^0 = 1$ ,  $e_m^T s^{-0} + e_s^T s^{+0} > 0$ , 则意味该省高校科技投入产出效率为弱DEA有效, 即在投入  $x^0$  不变时可将产出提高  $s^+$ , 或将投入  $x_0$  减少  $s^-$  而保持原产出不变, 则说明科技投入产出活动不能同时满足规模最佳和技术最佳。

(3) 若满足  $\theta^0 = 1$ ,  $e_m^T s^{-0} + e_s^T s^{+0} = 0$ , 则说明该省高校科技投入产出为DEA有效, 即在投入  $x^0$  不变的基础上获得最优产出值  $y^0$ , 则表示科技投入产出活动能同时满足规模有效和技术有效。

## 2.2 DEA-Malmquist 指数

瑞典经济学家和统计学家 Sten Malmquist

于1953年提出了马尔奎斯指数 (Malmquist Index) [16], 后经 Caves, Christensen 和 Diewert (1982)、Fare 等 (1994) 发展成为测度生产效率的 Malmquist 指数。

Fare 等 (1994) 把 Malmquist 指数定义如下:

$$M_{t,t+1} = [M_t, M_{t+1}]^{1/2} = \left[ \frac{D_t(p_{t+1}, q_{t+1})}{D_t(p_t, q_t)} \cdot \frac{D_{t+1}(p_{t+1}, q_{t+1})}{D_{t+1}(p_t, q_t)} \right]^{1/2}$$

Fare 等 [17] 最早是将 Malmquist 指数分为技术进步和技术效率, 后来又将技术效率变化指数分解为纯技术效率指数和规模效率指数。运用公式可以表示为:  $M = \text{effch} \times \text{techch} = \text{pech} \times \text{sech} \times \text{techch}$ 。其中  $M$  为全要素生产率,  $\text{effch}$  为技术效率指数,  $\text{techch}$  为技术进步指数,  $\text{pech}$  为纯技术效率指数,  $\text{sech}$  为规模效率指数。如果  $M > 1$  时, 表示从  $t$  时期到  $t+1$  时期, 全要素生产率水平提高, 如果  $M=1$  时则没有变化, 反之  $M < 1$  时则下降。

## 3 评价指标选取、数据来源和评价方式

国内学者提出的高校科技投入产出指标如表1所示。本文在此基础上选取的投入和产出指标如下。

科技投入指标一般选取 R&D 经费、R&D 人力资源。R&D 具体指科学研究与试验发展, 而 R&D 经费的投入量则反映了一个国家对提升科技竞争力和国家综合国力的重视程度。R&D 经费主要分为内部支出, R&D 经费内部支出主要应用在基础研究、应用研究和实验发展 3 个方面。此外, 除了 R&D 经费内部支出还有科研项目经费的支出。而 R&D 人力资源的投入主要包括了 R&D 全员当时人用量。

科研产出包括发表的科技论文、科技著作、申请的专利数、专利所有权转让收入和科研课题数这 5 项指标。其中, 科技论文和科技著作反映了科研水平, 科研课题数也在一定程度上反映了大学的科研服务能力, 专利申请数和专利所有权转让收入强调科技创造力对促进科技成果市

表1 国内学者提出的高校科技投入产出指标列表

作者	投入指标	产出指标
胡庆江	科技活动人员, 科技经费	专著, 学术论文, 鉴定成果, 技术转入收入
田东平	科技活动人员, 高级职称所占比重、研发人员折合当时人数所占比重、科研经费支出、项目经费投入	著作、学术论文、国外及全国性刊物论文所占比重、鉴定成果数、技术转让收入
姜育林	专任教师、科研经费	博士生和硕士生数量、学术论文、项目数、博士点和硕士点数量
崔维军	科技活动人员, 研究与发展人员当时全量、科技经费	著作、论文、鉴定成果、技术转让收入
姜彤彤	研究与发展全是人员中的科学家与工程师数、教学与科研人员中的高级职称数、经费内部支出	科技成果获奖、著作、学术论文中国外学术刊物发表数、科技项目、专利授权数
张惠琴	研究与发展全时人员、R&D成果应用及科技服务全时人员、研究与发展经费、R&D成果应用及科技服务经费	著作、学术论文、专利申请数、专利授权数
冯光娣	教育经费、科研经费、科技人力、科研机构	著作、论文、科技成果奖、专利授权数

场化、产业化以及经济发展的作用。本文选取了专利申请数和专利所有权转让收入作为科技产出指标。

本文的数据来自于2009—2013年的《中国科技统计年鉴》和《高等学校科技统计年鉴》。根据我国的地理环境因素和经济发展水平将30个省、市和自治区（不含西藏、香港、澳门、台湾）划分为东、中、西三大地区。

关于对科技投入产出效率的评价, 至今主要有3种方法: 一是利用线性回归的方法建立起生产函数, 以此确定各项投入因素对产出的影响以及贡献率; 二是利用数据包分析方法(即DEA); 三是对生产过程进行拆分, 对每项过程进行仔细的分析。上述方法各有其优缺点, 第一种方法虽然能对评价对象进行描述, 但是需要保证各变量之间不存在较强的相关性, 如果在建立多元线性回归分析中, 众多变量存在高度的多重共线性, 那么会对回归方程的参数估计造成误差, 导致回归方程参数不正确, 整个模型无效。另外, 回归线性分析主要是运用在多投入对单产出的问题分析上, 而对于研究多投入与多产出的效率问题时则不太合适。第二种DEA分析方法能够有效弥补回归线性方法的不足, 但是仅仅是分析了相对效率的有效, 对于各因素不能进行仔细的分析。第三种方法虽然能对各因素进行仔细分析, 但是所耗费的时间和精力过多。综合各方法的优缺点, 并根据研究对象是多投入与多产出的

特点, 本文选择数据包分析方法(DEA)进行效率评价。

所采用的数据处理软件是SWAP 2.1, 采用的分析方法是投入导向的方法。

## 4 实证分析

### 4.1 2009—2013年高校科技投入产出全要素效率

根据我国30个省、直辖市和自治区高等学校5年的面板数据, 运用DEA-Malmquist指数分析方法, 计算得出年度平均的高校科技投入产出全要素生产率(表2和图1)。

通过表2可以看出, 2009—2013年全国高校平均全要素生产效率指数为0.985, 而在2010—2011年全要素效率指数大于1, 其他年份则小于1, 说明只有在2011年全国高校的科技投入产出全要素生产率得到提高, 其他年份则是下降的趋势。其平均全要素增长率指数为0.83%, 效率并没有得到较大的提高。其中, 平均技术效率指数为1.038, 平均增长率为-1.42%, 由此可知, 技术效率呈现下降的趋势。而技术效率指数是由纯技术效率和规模效率组成。平均纯技术效率指数为1.015, 平均增长率为-1.33%; 平均规模效率指数为1.023, 平均增长率为-0.07%。由此可知, 技术效率的增长率下降的原因为纯技术效率和规模效率的下降, 其中纯技术效率的下降幅度更大, 影响程度更深。而平均技术进步指数为0.909, 效率没有得到提高, 其中增长率2.23%。

表 2 2009—2013 年年度平均DEA-Malmquist全要素生产效率及其分解

时间	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素效率
2009—2010年	1.099	0.868	1.071	1.026	0.953
2010—2011年	1.042	1.004	1.022	1.019	1.046
2011—2012年	0.988	0.969	0.975	1.013	0.958
2012—2013年	1.028	0.959	0.994	1.034	0.986
平均	1.038	0.948	1.015	1.023	0.985

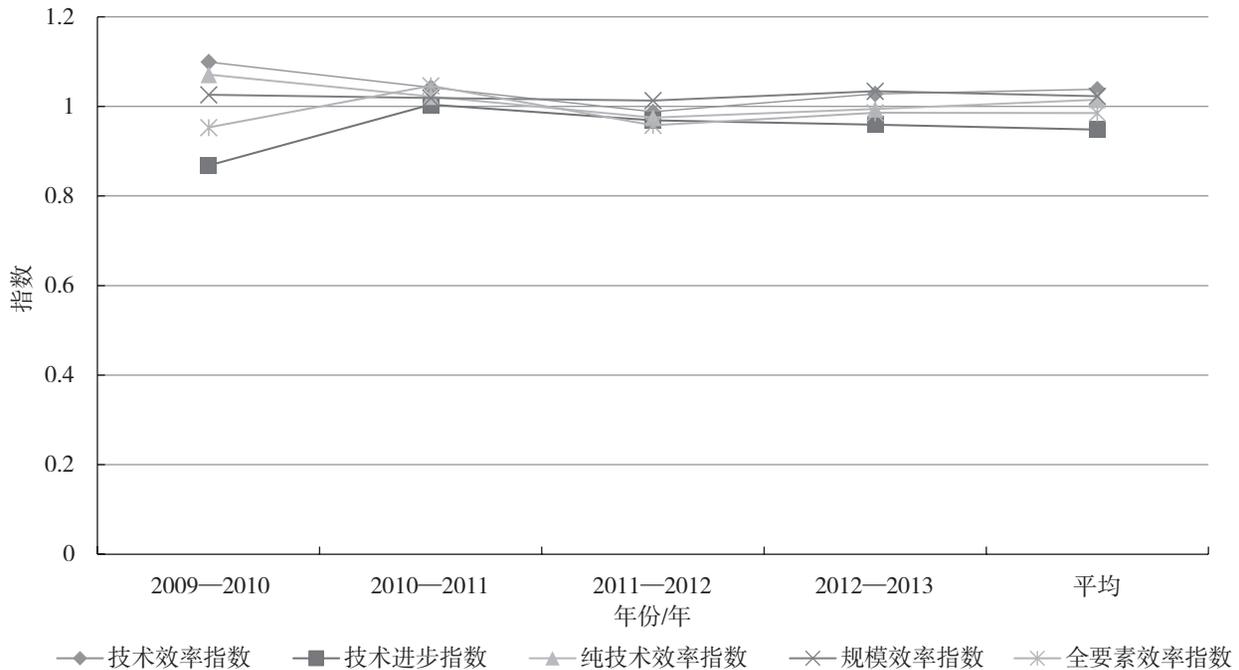


图 1 2009—2013 年年度平均DEA-Malmquist全要素生产效率及其分解图

平均技术效率指数、平均纯技术效率、平均规模指数达到了 1 以上。由此可以看出，平均全要素效率指数之所以小于 1 很大程度上是受到了平均技术进步指数的影响，而其他指数都呈现下降趋势，只有技术进步指数增长率提高，所以可以知道，全要素效率的增长率提高是受到技术进步效率提高的影响。

从图 1 可以进一步得出高校科技全要素生产效率提高的原因。从图 1 可以很明显地看出，在 2009—2013 年全要素生产指数与技术进步指数的变动趋势基本上是一致的。当技术进步效率指数小于 1 或者大于 1 时，全要素生产指数则同时大于 1 或者小于 1；相反，当技术效率指数、纯技术效率指数和规模效率指数大于 1 或者小于 1 时，全要素生产指数并没有同时大于 1 或者是小

于 1。这就说明，高校技术进步效率在很大程度上影响着我国高等教育全要素效率，或者说技术效率、规模效率、纯技术效率对全要素效率的影响要远远小于技术进步效率。

#### 4.2 不同地区的高校科技投入产出全要素效率

从表 3 可以看出，在 2009—2013 年我国东部地区的平均全要素生产效率指数为 0.968，小于 1 说明我国东部地区高校在这 4 年生产效率并没有得到提高，技术进步效率指数为 0.948，而技术效率和规模效率指数大于 1，所以生产效率的降低主要是由技术进步效率的降低所致。而在东部地区中全要素生产效率指数小于 1 的地区有天津、河北、辽宁、广东、海南和福建。其中，福建省全要素生产效率指数最低，为 0.655。通过分解，可以知道，福建省技术效率、纯技术

效率和规模效率等于1,而技术进步效率指数为0.665,是整个地区最低数。因为技术进步效率降低导致了全要素生产效率降低,所以该省在技术创新和进步方面严重不足,需要加大对科技资源的合理配置,提高该地区的高校科研管理水平,提高素质人才在科技当中的投入,并且要提高科学技术成果向市场转化的能力。

中部地区高校的全要素效率指数大于1,则说明该地区高校科技投入产出效率整体上得到提

高,但是可以看到,山西、内蒙古、河南3个地区全要素效率指数小于1,这说明这3个地区生产效率降低。通过要素分解可以知道,这3个地区生产效率降低原因在于技术进步效率指数小于1,从而限制了全要素生产效率的提高,这与之前的结论分析相吻合。

西部地区高校的全要素生产效率指数小于1,这说明该地区高校科技投入产出效率整体上是呈下降趋势。其中,云南、青海、宁夏和新疆

表3 2009—2013年我国各地区高校科技投入产出DEA-Malmquist生产率指数及其分解

地区	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素效率
北京	1.094	1.011	1	1.094	1.106
天津	1.026	0.907	1.027	0.998	0.931
河北	1.07	0.921	1.026	1.044	0.985
辽宁	0.956	0.983	0.965	0.991	0.94
上海	1.046	0.961	0.977	1.072	1.005
江苏	1	1.054	1	1	1.054
浙江	1	1.019	1	1	1.019
山东	0.999	1.008	0.993	1.006	1.007
广东	1.046	0.943	1	1.046	0.987
海南	1	0.954	1	1	0.954
福建	1	0.665	1	1	0.665
东部平均	1.021545	0.947818	0.998909	1.022818	0.968455
山西	1.053	0.949	1.027	1.025	0.999
黑龙江	1.039	0.983	1.048	0.992	1.021
内蒙古	1.062	0.878	1.058	1.005	0.933
吉林	1.061	0.944	1.035	1.026	1.002
安徽	1.064	0.982	1.02	1.044	1.045
江西	1.06	0.977	1.027	1.032	1.035
河南	1	0.913	1	1	0.913
湖北	1.038	1.006	1	1.038	1.044
湖南	1.107	1.02	1.057	1.047	1.129
中部平均	1.053778	0.961333	1.030222	1.023222	1.013444
重庆	1.081	0.93	1.078	1.003	1.006
四川	1.064	0.987	1.045	1.019	1.051
贵州	1.041	0.975	1.003	1.038	1.015
云南	1.015	0.952	1.002	1.012	0.966
陕西	1.046	1.026	1.048	0.999	1.074
甘肃	1.044	0.99	1.021	1.023	1.034
青海	1.053	0.899	1	1.053	0.947
宁夏	1	0.894	1	1	0.894
新疆	0.986	0.885	1	0.986	0.873
西部平均	1.033	0.9492	1.0197	1.0133	0.9814
全国平均	1.036667	0.948667	1.021889	1.014778	0.984444

4 个省份全要素下降的原因则在于技术进步效率下降，从而限制了全要素生产效率的提高。所以解决的办法与东部地区和西部地区高校类似，都是要提高该地区高校的技术水平，提高高技术人员在科技投入中的比例。

#### 4.3 我国高校科技投入产出静态分析比较

本文选取我国 30 个省份 2013 年高校科技投入产出数据，利用 DEA 方法对各省市的高校科技投入产出效率进行静态比较分析。应用软件 Deap 2.1 进行数据处理后得到表 4 的分析结果。

从表 4 可以看出，我国高校在 2013 年的科

技投入产出技术效率为 0.861 小于 1，分解为纯技术效率和规模效率分别为 0.906 和 0.951。在 30 个省份中，DEA 有效的为 13 个省份，而在 17 个省份 DEA 无效中有 10 个省份是由纯技术效率和规模效率无效共同影响，有 7 个省份因为规模效率导致技术效率无效。有 15 个省份处于规模递增阶段，有 2 个省份处于规模递减阶段。在纯技术效率无效的情况下，该地区高校应合理配置科研人员和科研经费等要素的投入。对于规模效率无效，则应该区别两种情况，一是对于处于规模报酬递增阶段的地区，高校应该增加科技投入

表 4 2013 年我国各地区高校科技投入产出效率结果分析

地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
北京	1.000	1.000	1.000	-
天津	0.583	0.587	0.993	irs
河北	1.000	1.000	1.000	-
山西	0.532	0.532	1.000	-
内蒙古	0.891	1.000	0.891	drs
辽宁	0.615	0.676	0.910	drs
吉林	0.532	0.548	0.970	drs
黑龙江	0.625	0.646	0.968	drs
上海	0.800	0.844	0.948	drs
江苏	1.000	1.000	1.000	-
浙江	1.000	1.000	1.000	-
安徽	0.728	0.770	0.946	drs
福建	1.000	1.000	1.000	-
江西	1.000	1.000	1.000	-
山东	0.694	0.829	0.838	drs
河南	1.000	1.000	1.000	-
湖北	0.841	1.000	0.841	drs
湖南	1.000	1.000	1.000	-
广东	0.815	1.000	0.815	drs
广西	0.997	1.000	0.997	drs
海南	1.000	1.000	1.000	-
重庆	0.895	0.896	0.998	drs
四川	0.736	0.872	0.844	drs
贵州	1.000	1.000	1.000	-
云南	1.000	1.000	1.000	-
陕西	0.969	0.975	0.994	drs
甘肃	0.997	1.000	0.997	drs
青海	0.631	1.000	0.631	irs
宁夏	1.000	1.000	1.000	-
新疆	0.946	1.000	0.946	drs
mean	0.861	0.906	0.951	

量来提高科技技术效率水平；二是对于处于规模报酬递减阶段的地区，高校应该调整投入要素量和结构。

## 5 结论与对策建议

### 5.1 结论

本文采用Malmquist指数分析2009—2013年我国30个省份高校的科技投入产出，并以技术效率、技术进步指数、纯技术效率、规模效率和全要素生产效率为指标进行评价，得出了以下的结论。

(1) 2009—2013年全国高校平均全要素生产效率指数为0.985，而在2010—2011年全要素效率指数大于1，其他年则小于1，说明只有在2011年全国高校的科技投入产出全要素生产率得到提高，其他年份则是呈下降的趋势。其平均全要素增长率指数为0.83%，效率并没有得到较大的提高。其中，平均技术效率指数为1.038，平均增长率为-1.42%，平均技术进步指数为0.909，效率没有得到提高，其中增长率2.23%。技术进步效率的提升或者降低是影响高校科技投入产出效率的主要原因。

(2) 东部地区的平均全要素生产效率指数为0.968，小于1则说明我国东部地区高校在这4年间生产效率并没有得到提高，中部地区高校的全要素效率指数大于1，则说明该地区高校科技投入产出效率整体上得到提高，西部地区高校的全要素生产效率指数小于1，则说明该地区高校科技投入产出效率整体上是下降的。呈现的科研创新效率的局面是中部地区高于西部地区，西部地区高于东部地区。

(3) 我国大部分高校地区的都处于DEA无效，主要原因在于规模效率没有得到提高，并且非DEA地区高校大部分处于规模递增的阶段。所以扩大我国高校的科研规模是提升我国高校科技投入产出效率的重要途径。

(4) 无论是东部、中部和西部地区的高校，科技进步效率的提高是促进科研效率增长的最主要因素，为此应该提高高校科研人员的科研素

质，改善高校科研政策和管理机制，为科研人员提供良好的科研环境是提升科技进步效率的途径。

### 5.2 对策建议

基于以上的分析结果，提出了以下几点建议。

第一，改善高校的科研管理制度，30个省份高校的纯技术效率都接近1，而纯技术效率指数是与管理水平的高低相关，为此高校应该改善科研管理体制，应从以下4个方面着手：一是根据高校科研活动的主要目标对每位科研人员进行详细的分析，把每位科研人员安排到适合其的岗位上，提高科研人员效率。二是要制定合理的科研奖励机制和人才评价制度，将科研成果与晋升制度相联系，多方面激发科研人员的潜能，最大程度地提升科研人员的工作积极性，从而提升高校的整体管理水平。三是要改善高校的科研资源管理制度，根据科研项目的具体情况对科研资源进行合理的分配，对各项科研资金的使用情况进行严格的监督及审查，使各项科研资源得到充分利用，从而提高整体的科研效率。四是要建立科学合理的科研考核制度，重点突出创新导向，构建体系完善、标准合理、切实可行的科研考核制度，以发挥高校科研活动的导向作用。

第二，扩大高校的科研规模，大部分高校之所以处于DEA无效状态，主要原因在于规模效率没有提高，而规模效率与科研要素投入量和投入结构相联系。高校科研经费大部分来自政府投入，而对于企业和国外的资金所占的比例相对较小。为了改善高校科研经费投入结构，降低对政府的依赖，扩大高校科研规模，应从以下两个方面着手：一是高校应该加强构建企业和高校之间的交流平台。这种平台不单单是商业上的交流，还应当加强文化和学术以及最新的科研动态等信息的沟通。这有利于向企业筹集大量的科研资金，扩大科研规模。二是要调整高校R&D经费的支出结构。科研经费的支出结构会影响到科研规模效率，高校科研经费的支出主要包括基础研究、应用研究和实验发展。对于基础研究和应用

研究的投入更多的是理论上的提升, 而将理论运用到实践中创造出更多富有价值的科研技术和产品, 就需要加大对试验发展的投入。为此, 在实施创新驱动发展战略的背景下, 高校应该提高对试验发展的支出比例, 调整高校R&D经费支出比例。只有这样才能同时提高科研理论能力和实践科研成果发明创造能力<sup>[18]</sup>。

第三, 提升高校的技术水平, 建立科学的产学研体系。科研技术进步效率与科研效率呈现同步发展的趋势, 所以技术水平的发展起到至关重要的作用。为此, 应提高高校的科研水平, 制定符合高校科技发展的战略。具体包括引进高水平的技术人才, 改善科研环境结构, 改善科研办公设施, 提升高校的资源合理配置水平。另外, 为了提升科技水平, 应加强与企业的交流与合作, 建立科学的产学研体系。高校应制定“走出去”战略, 构建与企业交流的平台, 与所在地区的企业建立互通互信机制, 有针对性地完成符合当地企业的科研任务并向企业推广, 从而加快优秀科技成果市场化。经过多年发展, 高校和企业能够形成长效的合作机制, 将高校的科研优势与企业的技术创新紧密结合在一起, 提升高校科技水平, 推动整体科技创新效率的提高<sup>[19]</sup>。

## 参考文献

- [1] 胡庆江, 何玮佳, 柳锐. 基于DEA的“985工程”院校科研绩效评价[J]. 科技进步与对策, 2011, 28(19): 135-139.
- [2] 陈立泰, 梁超, 饶伟. 西部地区省部共建211高校科研效率评价[J]. 科技管理研究, 2012(6): 45-48.
- [3] 田东平, 苗玉凤, 崔瑞锋. 我国重点高校科研效率的DEA分析[J]. 科技管理研究, 2005 (8): 42-44.
- [4] 姜育林, 王友强. 985高校管理学科投入产出效率评价实证研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(22): 193-196.
- [5] 符银丹, 陈士俊, 陈卫东. 基于DEA的我国“985”高校科技投入产出效率分析[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2012, 14(2): 128-132.
- [6] FOLTZ Jeremy, BARHAM Bradford, CHAVAS Jean-Paul, et al. Efficiency and technological change at US research universities[J]. Journal of Productivity Analysis, 2012, 37(2): 171-186.
- [7] PARTEKA Aleksandra, WOLSZCZAK-DERLACZ Joanna. Dynamics of productivity in higher education: cross-European evidence based on bootstrapped Malmquist indices[J]. Journal of Productivity Analysis, 2013, 40(1): 67-82.
- [8] 崔维军, 张薇薇, 张天娥. 江苏省高校科研效率评价研究: 1999-2007[J]. 科技管理研究, 2012(4): 73-76.
- [9] 姜彤彤, 武德昆. 基于Malmquist指数的高等学校科技创新全要素生产率研究[J]. 中国科技论坛, 2012(5): 79-84.
- [10] 张惠琴, 尚甜甜. 高校科研创新效率对比分析-基于全国30个省份的面板数据[J]. 科研管理, 2015, 36(1): 181-186.
- [11] 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]. 天津财经大学学报, 2012(9): 61-73.
- [12] 苏涛永, 高琦. 基于随机前沿分析的高校创新效率及差异研究[J]. 预测, 2012(6): 61-82.
- [13] 王光平, 金浩. 基于因子分析的高校科技创新能力的实证分析[J]. 河北师范大学学报(哲学社会科学版), 2008(4): 48-51.
- [14] 李瑛, 崔宇威. 地方高校科技创新效率评价: 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.
- [15] CHARNES A, COOPER W W, GOLANY B, et al. Foundations of data envelopment analysis for Pareto koopmans efficient empirical production functions[J]. Journal of Econometrics, 1985, 30(1): 91-107.
- [16] MALMQUIST S. Index numbers and indifference surfaces[J]. Tradajos de Estadistica, 1953, 4(2): 209-242.
- [17] FARE R, CROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth, technical progress and efficiency changes in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994(84): 66-84.
- [18] 唐清泉, 李海威. 我国产业结构转型升级的内在机制研究: 基于广东R&D投入与产业结构的实证分析[J]. 中山大学学报(社会科学版), 2011, 51(5): 191-199.
- [19] 段联合, 杨帆. 美国R&D经费投入强度分析及对我国的启示[J]. 中国科技论坛, 2008, (10): 121-125.