

石油类本科高校科技创新效率分析

耿刘利,王琦,倪敏,陶雨萍

(滁州学院经济与管理学院,安徽 滁州 239000)

摘要:运用DEA-BCC模型和DEA-Malmquist指数模型分析方法,对2007-2016年我国石油类本科高校的科技创新效率进行测度评价。结果表明:静态来看,2016年我国石油类本科高校科技创新综合效率、规模效率和纯技术效率均没有能够达到DEA有效,且各石油高校存在显著的差异性。石油高校科技创新资源配置规模与结构是提升科技创新综合效率的重要要素。从动态来看,大部分石油本科高校科技创新效率全要素生产率具有明显下降趋势,科技创新技术进步指数和技术效率变化指数两者较低是导致石油本科高校科技创新全要素生产率有所下降的重要原因。提升我国石油本科高校的科技创新效率应该逐步完善高校科研管理机制,培育高端技术科研人才;瞄准能源领域科技前沿,深化高校科技创新供给;加强产学研合作,推进科技创新成果市场转化。

关键词:DEA-Malmquist;科技创新;石油高校;全要素生产率

中图分类号:G644;TE-40 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)04-0024-07

Analysis on the Efficiency of Technological Innovations in Petroleum Universities

GENG Liuli, WANG Qi, NI Min, TAO Yuping

(School of Economics and Management, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000, China)

Abstract: By using DEA-BCC model and DEA-Malmquist index model, we make a comprehensive comparative analysis of the overall static and dynamic efficiency of technological innovations in China's petroleum universities from 2007 to 2016. The results show that all comprehensive, scale and pure efficiencies of technological innovations in China's petroleum universities in 2016 fall short of DEA, and apparent discrepancies exist between universities. The scale and structure of resource allocations are key to the comprehensive efficiency of technological innovations. From a dynamic perspective, the total factor productivity of the innovation efficiency of most petroleum universities is decreasing conspicuously, and the lower indexes of technological progress and change of technological efficiency are important factors contributing to the decline of total factor productivity of technology innovations. To improve the efficiency of innovations, we should improve the management of scientific research in universities, educate high-end technical and research talents, target at the frontiers of energy science and technology, increase supplies for university innovations, strengthen cooperation between industry, university and research organization, and promote the marketization of the innovations.

Keywords: DEA-Malmquist; technological innovation; petroleum universities; total factor productivity

0 引言

创新是引领国家和社会进步和发展的最重要的动力,是实现一个国家国际核心竞争力和综合实力提升的主要因素。习近平总书记在党的十九大报告中明确指出建设社会主义现代化经济体系的重要战略支撑是创新。对于重大科技领域的突破

必须依靠自力更生,坚持自主创新。高校作为我国科技创新体系中重要的一环,承担着科技人才培养和科研创新等重要使命,对于促进科技创新,推动社会经济创新发展具有重要的意义。高校科技创新效率主要是指高校科技创新产出与高校科技创新投入(含人、财、物等方面)的综合比值,反应的是高校在给定的投入等条件下合理使用科技创新资

收稿日期:2019-04-21

基金项目:安徽省2018年省级质量工程项目大规模在线开放课程(MOOC)示范项目(2018mooc164)、教学研究项目(2018jyxm0600);滁州学院本科教学质量与教学改革工程项目(2018jyc045、2018kcg043、2018jyc047、2018jyc050);滁州学院优质在线开放课程培育项目(2018kcpy001)。

作者简介:耿刘利(1989—),男,安徽蚌埠人,讲师,硕士,研究方向:财务会计、农村金融。

源改进和创造新事物所做的有用功率对驱动功率的比值。科学合理的评价高校科技创新效率,对于高校科研资源的合理优化与配置和科研创新能力的提升具有重要的促进作用,促进高校科技创新资源的产出最大化,推动我国创新型国家战略的实施。以前学者针对高校科技创新效率开展了诸多研究。林卓玲等(2015)^[1]针对我国27个省区域高校科技创新的效率进行测算,并分析了明显的省区差异及其因素。朱金龙等(2016)^[2]采用随机前沿分析模型对江苏省地区省属高校的科技创新效率进行了测算分析。冯宝军等(2017)^[3]针对2017-2013年中国22所综合类高校的科技创新效率进行了研究,并分析制约综合类高校科技创新技术效率的主要因素。倪志敏等(2017)^[4]运用两阶段数据包络分析方法对以高职院校研究对象分析了科技创新效率。朱恬恬等(2018)^[5]针对31所“双一流”高校的科技创新效率及其差异性进行了分析,并提出要将重点提升技术进步效率。李文辉等(2019)^[6]采用主成分分析方法对2001-2016年各省高校的科技创新效率及其经济贡献率进行分析。连嘉琪(2019)^[7]运用超效率DEA模型对2016年我国各省高校科技创新效率进行测度并分析其差异性。

高校科技创新效率是当前研究的热点,然而现有对高校科技创新效率的研究多集中在全国高校、某个区域高校以及985、211重点高校,很少有专门针对于行业类高校的科技创新效率进行整体评价,针对石油类本科高校这一类别的科技创新效率研究更是鲜有。如何以创新发展推动经济供给侧结构性改革,提升全要素生产率是经济新常态下新旧发展动能转化下的必然要求。石油和天然气是我国重要的战略能源和经济资源,在当前石油经济持续低迷的情况下,我国油气行业的创新发展需求极为强烈。石油类高校在培养石油行业创新应用型

高层次人才发挥着重要作用,是引领油气行业科技创新的主力军,评价和提升石油类高校科技创新效率对于整个社会经济创新发展具有重要的推动作用。针对石油类本科高校的科技创新效率进行测度和评价并提出建议,能够促进石油类高校科技创新效率的提升,进而推动石油行业经济发展和我国社会经济的创新发展。

1 我国石油类本科高校科技创新发展概况

石油类高校是我国行业类高校的典型代表,1953年适应新中国国民经济建设对石油行业高级专业人员的需要,以清华大学石油工程系为基础的我国首所石油高等院校北京石油学院应运而生。石油行业高校发展经历了一个漫长的时期,目前已经形成了包含研究生、本专科层次培养的石油高校体系。本文主要是针对石油类本科高校的科技创新效率进行分析,其具体包括中国石油大学(北京)(下文简称“中石油(京)”)、中国石油大学(华东)(下文简称“中石油(华)”)、西安石油大学(下文简称“西安石大”)、西南石油大学(下文简称“西南石大”)、东北石油大学(下文简称“东油”)、北京石油化工学院(下文简称“北石化”)、辽宁石油化工大学(下文简称“辽石化”)、长江大学。考虑到数据的可得性,重庆科技学院、广东石油化工学院、常州大学不纳入本文科技创新效率测算和评价。

1.1 我国石油类本科高校科技创新投入情况

本文从教学与科研人员、研究与发展人员、科研经费三个角度来分析石油类本科高校科技投入状况,具体见表1。

由表1可以看出,2012—2016年5年之间,大多数石油类本科高校的教学与科研人员投入呈现缓慢增长趋势,其余少数高校呈下降趋势;在研究与发展人员投入方面,只有西南石油大学出现了明显

表1 2012—2016年石油类本科高校科技投入

学校	教学与科研/人					研究与发展/人					科研经费/千元				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
中石油(京)	944	996	1 026	1 048	1 133	595	631	688	692	562	724 672	760 096	807 856	766 479	523 964
中石油(华)	2 738	2 756	2 815	2 842	2 837	1 874	1 847	1 674	1 551	1 599	617 358	665 474	631 987	572 162	513 550
西南石大	1 437	1 490	1 552	1 630	1 687	646	656	590	668	1 234	463 330	438 761	425 239	426 198	417 139
西安石大	693	693	718	762	785	182	171	173	180	206	127 061	145 427	149 864	127 668	139 919
东油	1 148	1 168	1 151	1 121	1 125	695	724	836	1 016	851	178 171	220 491	218 772	100 678	209 662
北石化	409	414	439	458	470	185	201	197	213	224	45 091	60 745	53 007	57 865	61 048
辽石化	696	708	719	729	785	114	317	238	267	208	70 486	94 072	138 789	107 381	104 847
长江大学	1 918	1 880	1 842	1 830	1 856	749	678	652	676	755	263 532	272 033	239 170	209 556	191 900

数据来源:《2012-2016年高等学校科技统计资料汇编》

的投入增多现象,相反,中国石油大学在2013—2015年间有一定程度的下降,其余高校均表现出微弱的变化;各石油类本科高校在科研经费投入方面总体呈现下降的趋势,其中中国石油大学下降最为明显,东北石油大学在2014—2015年中对科研经费的投入出现大幅减少,但在2015—2016年又出现回升;总体来看,近5年这类高校对科技创新的投入除部分高校

以外均没有大幅度的变化,但总体都有所增加,其中中国石油大学在各方面的投入都占据首位,北京石油化工学院投入在几所高校中相对较少。

1.2 我国石油类本科高校科技创新成果现状

本文从科技课题、学术论文、国外级全国性刊物发表、专著四个方面来分析石油类本科高校科技产出状况,具体见表2。

表2 2012—2016年石油类本科高校科技产出

学校	科技课题/项					学术论文/篇					国外及全国性刊物发表/篇					专著/部				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
中石油(京)	1 289	1 642	1 829	1 802	1 484	1 038	1 484	1 848	1 646	1 832	221	318	682	861	1 070	11	6	10	5	9
中石油(华)	2 525	2 951	3 003	2 582	2 858	1 510	1 522	2 061	2 509	3 460	413	474	642	782	1 078	5	6	6	9	13
西南石大	2 557	2 518	2 406	2 692	3 026	1 431	1 362	1 513	1 777	1 801	27	52	101	382	490	15	6	17	23	27
西安石大	1 435	1 671	1 589	1 786	2 060	532	584	646	707	787	20	40	137	175	79	11	13	15	27	21
东油	788	863	838	730	748	1 152	1 360	1 360	1 360	391	326	360	360	360	59	3	6	1	1	3
北石化	120	173	140	153	173	489	451	433	402	410	65	138	126	105	103	1	1	1	1	0
辽石化	304	256	242	221	132	1 191	930	852	856	977	61	137	68	162	220	7	8	3	2	0
长江大学	757	778	779	875	883	1 678	1 958	1 849	1 190	1 368	94	663	295	248	353	5	4	14	10	11

数据来源:《2012-2016年高等学校科技统计资料汇编》

由表2看出,在2012—2016年间,我国石油类本科高校中,西南石油大学和西安石油大学的科技课题数量逐年上升,尤其是2014—2016年增加最为明显,其余高校都有所下降,其中,中国石油大学在2015—2016年下降幅度最大;在学术论文产出方面,可以看出中国石油大学(华东)从2012—2016年有大幅度增加,中国石油大学(北京)2012—2014年呈现上升趋势,随后出现了下降,到2016年回升,东北石油大学在2015—2016年出现了剧降,其他的石油类本科高校波动相对较为平稳;中国石油大学国外及全国性刊物发表的篇数呈逐年上升趋势,长江大学在2012—2013年上升幅度较大,之后出现回落。西南石油大学在2012、2013年发表数较少,但从2014年开始持续增长,东北石油大学在前几年保持平稳变化,2016年突然下降,其他高校都没有出现大幅度的变化;在专著产出方面,所有石油类本科高校都呈上升趋势,西南石油大学和西安石油大学变化幅度最大,但是,大部分此类高校在2013年都出现了一定程度的下降;总体上,石油类本科高校科技创新的产出取得了相应的提高。

2 我国石油类本科高校科技创新效率实证分析

2.1 模型构建

数据包络分析法(简称DEA分析法)由著名运筹学家A.Charnes与W.W.Cooper联合在1978提出,

是针对具有多投入和多产出的同类性质的决策单元运用线性规划方法开展相对效率测度的非参数方法。数据包络分析方法包括众多模型,本文主要选用DEA-CCR、DEA-BCC模型和DEA-Malmquist指数模型对我国石油高校科技创新效率进行测度和评价。

2.2 DEA-CCR和DEA-BCC模型

现假设 n 个石油高校为 n 待评价的决策单元(即 $DMU_i, i=1,2,3,\dots,n$),现需要对 n 个石油高校(即 n 个决策单元)的科技创新效率进行评价。每个石油类高校均有 m 种创新科技投入和 s 种科技创新产出。第 j 个石油高校的第 i 种科技创新投入可以表示为 $x_{ij} = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T, (i=1,2,\dots,m)$,第 j 个石油类高校的第 r 种科技创新输出可以表示为 $y_{rj} = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T, (r=1,2,\dots,s)$ 。研究石油类高校科技创新效率的DEA-CCR和DEA-BCC模型的具体表达式如下:

$$\begin{aligned}
 & \min \left[\theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \right] \\
 & \text{s.t.} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{io} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{ro} \\
 & \lambda_j \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$DEA - BCC \begin{cases} \min \left[\theta - \varepsilon \left(\sum_{j=1}^m s_j^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \right] \\ s.t. \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_j^- = \theta x_{io} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{ro} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

其中, ε 为DEA模型中的非阿基米德无穷小量, θ 为各石油类高校科技创新效率值, S_j^- 和 S_r^+ 用以分别表示各石油高校科技创新投入冗余和科技创新产出松弛, λ_j 为各高校的投入和产出权重。当 $\theta=1$,且 $S_j^- = S_r^+ = 0$,则被评价高校的科技创新效率为DEA有效;当 $\theta=1$,对于部分 i 和 r ,存在 $S_j^- \neq 0$ 或者 $S_r^+ \neq 0$,则被评价高校的科技创新效率为弱DEA有效;当

$$M_{RD}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_c^t(x^t, y^t)}{D_v^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_v^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \times \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})/D_c^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)/D_v^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)/D_v^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \quad (3)$$

其中, $M_{RD}(X, y^t, X^{t+1}, y^{t+1})$ 是 t 到 $t+1$ 期的Malmquist指数,本文用这个指数来反映石油类高校科技创新全要素生产率的跨期动态变化。 $PTEC_{(RD)}$ 反映纯技术效率变动, $TEC_{(RD)}$ 反映综合技术效率变动指数, $SEC_{(RD)}$ 反映规模效率变动, $TC_{(RD)}$ 反应技术进步(变革)。

2.4 指标建立及数据的选取

运用DEA模型对待评价的决策单元的相对效率进行测算和评价时一个关键的步骤就是要建立合理有效的输入和输出评价指标。立足效率理论和科技创新绩效理论,结合石油类高校科技创新活动特点,参考朱恬恬等(2018)^[8]、林涛等(2018)^[9]、李璐(2019)^[10]关于高校科技创新效率的研究成果,同时考虑到数据的可获取性,从科技创新投入指标和科技创新产出指标两个方面来建立我国石油类高校科技创新效率测度指标体系。石油类高校在科技创新时需要投入的要素很多,鉴于数据的可获得性选取了教学与科研人员、研究与发展人员和科研经费作为石油类本科高校科技创新投入指标,选取高校科技课题、高校学术论文、国外及全国性刊物发表论文、出版专著作为高校科技创新产出指标。研究所需指标数据主要来源于2012—2016年高等学校科技统计资料汇编。

2.5 实证结果分析

2.5.1 基于DEA模型的计算结果及分析

通过获取2007—2016年全国8所石油类本科

$\theta < 1$,则被评价石油高校的科技创新效率没有达到有效,即非DEA有效。运用DEA-CCR模型和DEA-BCC模型可以分别测算得出综合技术效率(TE)和纯技术效率(PTE),规模效率则可以由两者相除计算得出规模效率(SE)等于综合技术效率(TE)与纯技术效率(PTE)之比。

2.3 DEA-Malmquist指数模型

著名学者Malmquist Sten于1953年首次提出Malmquist指数,后来在1982年被Caves等人运用于生产率变化的测算。Fare等人逐步将Malmquist指数深度引入数据包络分析方法,用来测算跨期全要素生产率的变化。Ray和Desli(1997)在对Fare的Malmquist模型修正的基础之上创新提出了关于Malmquist指数分解的RD(Ray Desli)模型,具体表达式的RD分解形式如下:

高校的数据,计算出DEA的BCC模型,运用DEAP2.1软件计算出全国石油类本科高校2016年的科技创新相对效率值,如表3、表4、表5所示。

表3 石油类高校科技创新投入产出指标

指标类型	指标名称	指标单位
投入指标	教学与科研人员	人
	研究与发展人员	人
	科研经费	千元
产出指标	科技课题	项
	学术论文	篇
	国外及全国性刊物发表论文 专著	篇 部

通过表4中的数据,可以得出以下结论:

1)从综合技术效率可以得出,中国石油大学、西安石油大学和辽宁石油化工大学的综合技术效率值为1,达到了DEA相对有效,科技创新投入和产出相对较为合理,科技创新处于相对较高水平。而其他石油本科高校综合技术效率值均小于1,并没有达到DEA有效,尤其是东北石油大学的综合技术效率为0.320,处于相对较低的水平,说明其没有充分的利用高效科技创新投入。

2)从纯技术效率进行分析,中国石油大学、西南石油大学、西安石油大学、北京石油化工学院、辽宁石油化工大学技术效率有效,其他石油本科高校技术效率无效。这表明有效的几所高校侧重于技术的创新和利用,其他高校对此重视力度有待加

表4 2016年石油类本科高校科技创新效率测度汇总

学校	综合技术效率(TE)	纯技术效率(PTE)	规模效率(SE)	规模报酬
中石油(京)	1.000	1.000	1.000	规模不变
中石油(华)	1.000	1.000	1.000	规模不变
西南石大	0.896	1.000	0.896	规模递减
西安石大	1.000	1.000	1.000	规模不变
东油	0.320	0.332	0.962	规模递减
北石化	0.775	1.000	0.775	规模递增
辽石化	1.000	1.000	1.000	规模不变
长江大学	0.868	0.942	0.922	规模递减
平均值	0.857	0.909	0.944	—

强,在未来的发展中要加大技术的利用与创新,提升高校整体的技术效率。

表5 各高校2012—2016年综合技术效率、纯技术效率和规模效率情况

学校	2012			2013			2014			2015			2016		
	PE	PTE	SE	PE	PTE	SE	PE	PTE	SE	PE	PTE	SE	PE	PTE	SE
中石油(京)	0.940	0.947	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
中石油(华)	0.545	1.000	0.545	0.555	1.000	0.555	0.690	1.000	0.690	0.761	1.000	0.761	1.000	1.000	1.000
西南石大	1.000	1.000	1.000	0.880	1.000	0.880	0.899	1.000	0.899	0.973	1.000	0.973	0.896	1.000	0.896
西安石大	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
东油	0.709	0.899	0.789	0.934	1.000	0.934	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.320	0.332	0.962
北石化	0.699	1.000	0.699	0.844	1.000	0.844	1.000	1.000	1.000	0.791	1.000	0.791	0.775	1.000	0.775
辽石化	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
长江大学	0.559	1.000	0.559	0.955	1.000	0.955	1.000	1.000	1.000	0.704	0.885	0.795	0.868	0.942	0.922
平均值	0.807	0.981	0.823	0.896	1.000	0.896	0.949	1.000	0.949	0.904	0.986	0.915	0.857	0.909	0.944

通过表5中的数据,可以得出以下结论:

1)从综合技术效率可以得出,中国石油大学(北京)除在2012年以外,其余年份均为DEA有效,西安石油大学和辽宁石油化工大学在2012—2016年间,都为DEA有效,其他高校在部分年份为DEA有效,2014年DEA有效的高校较多,说明各高校的科技投入利用不均衡,且有的学校利用不够充分。

2)从纯技术效率进行分析,全国石油类本科高校在2012—2015年间大多技术效率有效,除中国石油大学(北京)在2012年、东北石油大学在2012年和2016年、长江大学在2015年和2016年技术无效外,其余均为技术有效。表明各高校在这5年间对技术利用和创新十分重视,整体的技术效率有所提高。

3)从规模效率看,西安石油大学和辽宁石油化工大学在5年内一直保持规模效率有效,规模报酬不变,中国石油大学(北京)在2012年以后都出现规模效率有效,其他高校在部分年份规模效率有效,大多数年份内规模效率无效。说明只有少数学校在发展的几年内达到投入要素的最佳组合,大部分

3)从规模效率看,中国石油大学、西安石油大学以及辽宁石油化工大学规模效率有效,规模报酬不变,表明这几所高校达到了投入要素的最佳组合,应该继续保持当前的科技创新投入;其他石油类本科高校规模效率没有达到有效,其中西南石油大学、东北石油大学和长江大学科技创新处于规模报酬递减状态,需要进步一步合理配置高校科技创新资源,促进投入与产出更加有效匹配;而北京石油化工学院科技创新处于规模报酬递增阶段,因此可以继续通过加大科技创新资源投入来提升高校科技创新成果的产出效率。

运用DEAP2.1软件计算出全国石油类本科高校2012-2016年的科技创新相对效率值,如表5所示。

石油高校投入并未达到最佳有效规模,这也是制约各石油类高校科技创新效率提升的重要因素。

2.5.2 基于Malmquist模型的计算结果分析

1)科技创新年度全要素生产率变化分析

石油类本科高校年度平均Malmquist指数变化如表6所示,从表中可以得出以下结论:

(1)技术效率变动指数(*effch*) 在2009年、2013年和2014年均大于1,说明这三年技术效率总体上有所提升。而其他年份石油高校技术效率变动指数均小于1,说明总体上这些年份石油本科高校技术创新技术效率没有提升,其主要是纯技术效率变动指数和科技创新规模效率变动指数联合作用的效果。

(2)技术进步指数(*techch*) 在2008—2010年均小于1,处于相对较低水平,显示出石油本科高校对科技投入的创新配置和利用不足,但2010—2016年间总体上处于提升阶段,仅仅有2013年和2014年小于1,表明这一时期受国家技术利用和创新政策的影响,多数石油本科高校比较重视技术水平的提高,技术进步指数有所提升。

表6 2007—2016年年度平均Malmquist指数变化

年度	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>	排序
2008	0.880	0.694	0.900	0.978	0.611	9
2009	1.135	0.850	1.070	1.061	0.965	7
2010	0.965	1.057	1.074	0.899	1.021	4
2011	0.967	1.147	0.948	1.019	1.109	1
2012	0.963	1.036	1.015	0.949	0.997	5
2013	1.126	0.866	1.039	1.084	0.976	6
2014	1.068	0.977	1.000	1.068	1.043	2
2015	0.950	1.087	0.976	0.973	1.032	3
2016	0.909	1.023	0.932	0.976	0.930	8
平均值	0.992	0.961	0.993	0.999	0.953	—

(3)全要素生产增长率(*tfpch*)在2008年由于技术效率指数和技术进步指数都较低也表现出较低的水平。2011年是所有本科高校技术创新全要素生产率最高,得益于技术进步对其增长的贡献,其余年份呈稳定的态势,波动不大。各高校还需进一步提升自身的技术创新、管理创新水平。

(4)从2007—2016年的平均水平来看,由于石油本科高校科技创新技术效率变动指数、科技创新技术进步指数都有所降低,导致石油本科高校技术创新全要素生产率总体较低。而纯技术效率变动指数和规模效率变动指数两者较低也是导致技术效率变动指数处于较低水平的原因。因此,加强石油本科高校科技资源投入的同时,应该注重科技创新资源投入与产出的合理匹配,加强石油和能源领域重大科技创新。

2) 石油类高校科技创新全要素生产率分析

石油类本科高校科技创新效率平均Malmquist指数变化如表7所示。从表中可以得出如下结论:

(1)在全国石油类本科高校中西安石油大学和中国石油大学(北京)全要素生产增长率为3.3%,增长速度较快,其次是西南大学科技创新全要素生产增长率为0.9%。其他石油本科高校科技创新Malmquist指数均小于1,东北石油大学最低为0.803,说明这些高校科技创新效率有所下降。

(2)从技术效率变动指数来看,仅有中国石油大学(北京)、北京石油化工学院和长江大学技术效率变动指数大于1,科技创新技术效率有所提升,其他大部分石油高校技术效率呈现持平或下降趋势。技术效率变动指数平均值为0.992,表明整体上来看石油本科高校科技创新技术效率处于下降态势,这也是导致全要素生产率降低的重要原因之一。

(3)从技术进步指数看,各高校的技术进步指数均接近1,且大多数略小于1,仅有中国石油大学

表7 2007—2016年年度平均Malmquist指数变化

学校	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>	排序
中石油(京)	1.026	1.007	1.003	1.023	1.033	1
中石油(华)	1.000	0.913	1.000	1.000	0.913	6
西南石大	0.988	1.022	1.000	0.988	1.009	2
西安石大	1.000	1.033	1.000	1.000	1.033	1
东油	0.881	0.912	0.927	0.951	0.803	7
北石化	1.025	0.940	1.000	1.025	0.963	3
辽石化	1.000	0.932	1.000	1.000	0.932	5
长江大学	1.027	0.936	1.020	1.007	0.962	4
平均值	0.992	0.961	0.993	0.999	0.953	

(京)、西南石油大学和西安石油大学三所高校科技创新技术进步指数大于1。从平均值来看,技术进步指数为0.964,说明技术进步指数的提升已经成为阻碍高校科技创新全要素生产率的重要因素。

2.5.3 结论

(1)从静态指标来看,石油本科高校科技创新效率在2016年尚未达到DEA有效,主要是由于规模效率和纯技术效率均为达到DEA有效所致,因此石油本科高校在加强科技创新资源投入、优化配置的同时,应该密切关注能源科技创新前沿问题,提升纯技术效率。

(2)大部分石油本科高校科技创新效率全要素生产率呈现下降趋势,科技创新效率有所下降,这也是当前石油本科高校科技创新必须面对和解决的重要问题。综合技术效率、技术效率变化和技术进步变化指标对各石油类本科高校的全要素生产率产生了影响,其中技术进步变化的影响最大。

(3)从静态和动态指标分析可以看出,石油本科高校科技创新规模报酬的变动影响均超过科技创新技术效率的变化。

3 提升科技创新效率的建议

3.1 完善高校科研管理机制,培育高端技术科研人才

石油本科高校应该创新科研管理理念,突破陈旧的科研管理体制,完善科研创新激励机制,加强高校科技创新人员的技术知识产权的保护力度,以人性化的管理为科研人员营造宽松、和谐的科技创新氛围,加强薪酬激励制度的创新设计,激发其开展科技创新的内生动力。应该规范石油本科高校科研经费使用的有效引导和监督,规范石油高校科研经费的报销使用,提升高校科研经费的使用效率。根据石油类高校的科研发展方向对于科研队伍的需求,制定科研人才队伍建设计划,合理调整高校科研人才队伍结构。

3.2 把握新能源发展方向,深化高校科技创新供给

石油本科高校应该牢牢把握住能源领域创新发展的前沿需求,开展科技创新必须以解决能源领域的重大现实难题为出发点,深化石油本科高校科技创新资源供给。密切关注网络化、信息化和智能化的新时代社会科技发展趋势,推动人工智能和大数据在石油化工等能源科技领域的深度融合。坚持问题导向,要注重国家能源发展战略中存在重大问题和社会经济发展中的现实问题的解决。不断提升科学研究的针对性和实效性,重点关注我国新型能源(如页岩气、可燃冰等)的新发展和研究,积极推动科学研究和科技创新服务于石油石化等能源领域和国家社会经济的发展。

3.3 加强产学研合作,推进科技成果市场转化

政府应当制定促进高校科技创新的政策,搭建石油高校、石油化工企业和能源管理部门之间合作平台,促进政、校企实现有效对接和协同创新,共建共享重大科技创新平台或资源,推动关键领域和重大科技的合作研发。创新石油本科高校科技创资本要素来源渠道,依托产学研深入合作,实现高校科技创新人力资本、政府投入和社会资本要素的有效结合与合理配置。高校应该坚持错位发展和协同创新,对接能源产业发展需求,加快石油高校科技创新成果的有效市场转化和应用,提升其科技创新成果的现实市场价值,推动石油类本科高校科技创新活动的健康发展。

参考文献:

- [1] 林卓玲,辜雪钿.基于滞后效应的高校科技创新效率研究[J].长春理工大学学报(社会科学版),2015,28(1):90-96.
- [2] 朱金龙,朱卫未,王晓冬.基于随机前沿分析模型的江苏省属高校科技创新效率分类评价与研究[J].科技与经济,2018,31(6):36-40.
- [3] 冯宝军,沈佳坤,孙秀峰.中国综合类高校科技创新多要素投入效率研究[J].科技与管理,2017,19(6):46-56.
- [4] 倪志敏,严中华.高职院校科技创新效率评价及影响因素的实证研究[J].科技管理研究,2017,37(18):83-88.
- [5] 朱恬恬,胡霞,彭华荣.“双一流”建设高校的全要素科技创新效率研究[J].北京理工大学学报(社会科学版),2018,20(6):163-169.
- [6] 李文辉,江涌芝,何秋锐,等.中国省域高校科技创新能力、效率及其经济贡献率研究[J].重庆大学学报(社会科学版),2019,25(3):108-121.
- [7] 连嘉琪.基于超效率DEA模型的区域高校科技创新效率研究[J].山西科技,2019,34(2):35-40.
- [8] 朱恬恬,胡霞,彭华荣.“双一流”建设高校的全要素科技创新效率研究[J].北京理工大学学报(社会科学版),2018,20(6):163-169.
- [9] 林涛,吕寒.广东省高水平大学科技投入产出效率研究[J].高教探索,2018(3):31-36.
- [10] 李璐.京津冀高校科技创新效率的实证研究——基于DEA分析的SBM模型和Malmquist生产率指数[J].教育学术月刊,2019(2):44-53.

(责任编辑:曲继鹏)