

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1672-884x.2017.01.011

可再生能源技术吸收能力对我国 能源产业绩效的影响

刘微微 邢菁

(哈尔滨工程大学经济管理学院)

摘要: 可再生能源由于其环境友好性成为能源产业低碳化转型中的关注热点。构建可再生能源技术吸收能力对我国能源产业绩效影响的概念模型及数学模型并对此展开讨论。基于我国30个省、市、自治区的能源产业相关年鉴数据进行实证研究。研究表明:可再生能源技术吸收能力对我国能源产业绩效具有正向影响,其中对经济绩效的影响最大,对环境绩效及创新绩效的影响次之。

关键词: 可再生能源; 技术吸收能力; 绩效; 面板数据

中图分类号: C93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-884X(2017)01-0093-07

Impacts of Renewable Energy Technology Absorption Capacity on Energy Industry Performance in China

LIU Weiwei XING Jing

(Harbin Engineering University, Harbin, China)

Abstract: Renewable energy has become the focus of attention because of its environmental friendliness in the low carbon transition of energy industry. This study builds up the conceptual model and mathematical model for the effects of renewable energy technology absorption capacity on the performance of energy industry in China. We use yearbook data from 30 districts' energy industry in China to empirically test the proposed models. The results show that renewable energy technology absorption capacity has positive impacts on the performance of energy industry in China, the impacts on economic performance is the biggest one, and the impacts on the environmental performance and innovative performance take the second place. The empirical findings provide us with valuable policy implications in development and management of energy industry in China.

Key words: renewable energy; technology absorption capacity; performance; panel data

能源是社会经济发展的驱动力,进入新世纪以来,全球能源供需状况、能源供应安全以及全球变暖现象日益严峻,能源问题成为目前全球最令人关注的领域之一^[1]。如何从根本上解决全球变暖问题,关键在于降低碳排放,实现低碳发展。可再生能源在自然界可以循环再生,且不会产生温室气体,因此全球达成高度共识:开发利用可再生能源是缓解化石能源消耗、减轻环境污染、遏制全球气候变暖,解决能源和环境问题,最终实现可持续发展的重要举措^[2,3]。中国有必要积极研发、生产可再生能源,以求缓

解全球变暖现状、减轻国内环境污染、保障中国能源安全,并最终实现可持续发展的战略目标。同时,中国作为发展中国家,通过技术吸收能力引进外资及技术对于促进其经济发展具有重要影响。研究表明,对于像中国这样的后发追赶型经济体来说,技术吸收能力对其经济追赶效应具有显著的正影响^[4];此外,对于生产、使用能源产品相对较多且关系紧密的能源产业来说,其发展水平将直接影响中国能源战略前景,而衡量其发展水平的主要方式是构建能源产业绩效评价体系。作为能源产业新兴势力的可再

收稿日期: 2015-12-07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71302028);国家社会科学基金资助青年项目(11CSH039);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(HEUCF160904);黑龙江省科技攻关软科学资助重点项目(GB14D203)

生能源产业属于高新技术产业,同时其产品又是对环境非常友好的低碳排放的绿色能源,因此对于可再生能源技术的吸收引进将有可能促进能源产业的创新绩效及环境绩效的提升。

1 文献回顾

1.1 能源产业绩效

陈劲^[5]将绩效划分为经济绩效、环境绩效及创新绩效并探讨其三者之间的关系;秦颖等^[6]将绩效分为环境绩效及经济绩效并建立二者的关系模型。CHI^[7]讨论了人力资本在中国经济发展中扮演的角色,研究结果表明人力资本存量对经济发展有正向影响。能源产业对环境造成直接破坏的最大因素是工业固体废弃物及工业废水的排放,因此环境绩效首先应包括的是工业固体废弃物及工业废水的处理利用量^[8];能源产业对环境造成的间接破坏则主要来自于其在生产活动中所产生的CO₂,CO₂在一定程度上加剧了全球变暖的态势。部分学者将CO₂排放量作为衡量环境绩效的指标^[9]。对于能源产业来说,其消耗的能源原材料巨大,这些能源原材料的大量开采势必增加中国的资源负担,其影响不可忽视^[10]。创新绩效中能源新专利的申请、授权,能源新产品的销售等,可以看作是能源产业的创新产出^[11];而作为创新的投入,R&D经费及R&D人员数量对于创新绩效起了关键的推动作用^[12]。

结合国内外学者的研究成果与相关分析,将能源产业绩效划分为:经济绩效、环境绩效及创新绩效。其中,经济绩效指我国能源产业的生产经营活动所能给产业带来的经济成绩和效益;环境绩效指我国能源产业再进行各项经营活动中由于环境保护和治理环境污染取得的成绩和效果;创新绩效是指能源产业的创新行为给整个能源产业带来的成绩和效益,主要影响因素包括R&D的投入以及创新过程的管理效率水平以及高科技人才的比重等。具体来说,能源产业经济绩效的指标包括:资本存量、人力存量、产业总产值;能源产业环境绩效的指标为:固废处理量、废水处理量、能源消费量及CO₂排放量;能源产业创新绩效的指标为:R&D经费筹集、R&D人员数量,新产品总产值。

1.2 可再生能源技术吸收能力

COHEN等^[13]指出,技术吸收能力的强弱在很大程度上取决于以下3个方面:①组织原有的技术水平;②组织成员个体的吸收情况;③

组织内部技术分享与沟通的程度。有关技术吸收能力的研究中,技术转化能力被认为是最关键的因素之一,许多学者都将其作为评价指标的一部分衡量经济体的技术吸收能力。陈劲等^[14]将技术吸收能力划分为潜在技术吸收能力和实际技术吸收能力两种,其中,潜在技术吸收能力包括技术获取能力和消化能力,实际技术吸收能力包括技术转化能力和技术利用能力。对于经济体来说,其市场占有率意味着获得经济收益的可能性,在利益驱动下市场占有率越大的产业其获得外企资金、技术投入的可能性越大,因此已有部分学者将市场规模作为技术吸收能力的指标^[15];而作为技术吸收能力原始推动力的R&D经费支出也将影响产业的技术吸收能力^[16]。李元旭等^[17]指出,技术吸收能力的主要构成要素包括研发资本、社会资本、人力资本和学习机制等。

结合国内外学者的研究成果与相关分析^[18,19],本研究将技术吸收能力界定为企业在实践过程中识别、消化和利用外部新知识的能力,同时将技术转化能力、市场规模以及R&D经费支出作为技术吸收能力的主要指标,可再生能源技术吸收能力则是将上述各要素聚焦于可再生能源行业上。为简化描述,将上述要素分别称作“技术转化”、“市场规模”及“创新支出”。

2 研究假设

2.1 技术吸收能力对经济绩效的影响

(1)技术转化对经济绩效的影响 徐舒等^[20]认为,内生技术转化在模型中能解释29.32%的相对经济波动。技术转化能力的增强使得我国能源产业获取新信息以及利用新技术的效率得到提升,进而提高我国能源产业能源利用率,降低能源强度,减少生产投入要素,即从降低成本的角度上提升能源产业经济绩效。

(2)市场规模对经济绩效的影响 我国能源市场规模的增加将吸引国外资本的投入、促进中外企业的合作,使可再生能源原材料、设备等资源进入中国,中国能源产业以此扩大资本投入,并获得先进的生产资料等,这将促进我国能源产业扩大能源生产规模、改善生产条件、提高生产力水平,促进经济绩效的发展^[21]。

(3)创新支出对经济绩效的影响 我国能源产业R&D经费投入的增多,将促进其技术进步,从而迅速提升能源产业的生产力水平,加

快经济的发展,实现利润的增长^[22]。此外,R&D经费的增多,使得研发新产品、新技术、新设备的能力提升,可有效提高新产品产值及销售收入,以得到国外相关企业的认同,获得更多技术寻求型直接投资,通过资本、人力、技术等资源的投入最终提升我国能源产业的经济绩效。

综上,提出如下假设:

假设 1 可再生能源技术吸收能力与我国能源产业经济绩效成正比。

2.2 技术吸收能力对环境绩效的影响

(1)**技术转化对环境绩效的影响** 技术转化能力的提升将有效地减少生产过程中的能源消耗,并降低CO₂、SO₂、NO_x(氮氧化物)等破坏环境的负效应产出,从而提高能源产业的环境绩效^[23, 24]。同时,技术转化能力的提升也将促进中国能源产业管理制度的完善,在生产、储存、使用的过程中贯彻管理思想,从制度上尽可能地降低工业三废的排放量,提高环境绩效^[25]。

(2)**市场规模对环境绩效的影响** 首先,能源市场规模的增加将直接促进国内环境保护资金投入的增多。其次,通过前文的分析,我国能源市场规模效率的提升使得国外资本注入增多,也同样使得我国能源产业有更多的资金进行环境的治理,提高废水、废气、固体废弃物等的治理力度,发展碳减排的技术创新,并且增加环保基础设施的建设量,从而有效地提高能源产业的环境绩效^[26]。

(3)**创新支出对环境绩效的影响** 目前,我国已成为世界上可再生能源项目最大的投资国,表明中国能源产业有能力通过提高创新支出用以研发、生产更多的可再生能源产品,从而直接提升能源产业环境绩效。此外,创新支出的提高将使我国获得更多的技术寻求型国外直接投资,同样将增加用于发展新能源与可再生能源的可用资金,间接提高我国能源产业环境

绩效^[27]。

综上,提出如下假设。

假设 2 可再生能源技术吸收能力与我国能源产业环境绩效成正比。

2.3 技术吸收能力对创新绩效的影响

(1)**技术转化对创新绩效的影响** 首先,技术转化能力本身即是创新能力的一部分。其次,技术转化能力的提高也从一定程度上反映了技术应用能力的提高,利用先进生产技术以及对先进生产技术进行再开发、再创新的能力增强,从而缩短新产品的研发与生产周期,并最终影响到新产品总产值,提高能源产业创新绩效^[28]。

(2)**市场规模对创新绩效的影响** 首先,能源市场规模的增加将直接促进国内可再生能源研发资本的增多。其次,我国能源市场规模的提升将促使国外资本注入增多,因此,我国能源产业得以拥有更多的资金开展科技项目与技术研发,增加新产品的产量从而提升总产值,最终取得创新绩效的提升^[29]。

(3)**创新支出对创新绩效的影响** 创新支出的增加一方面使得我国能源产业增加R&D人员投入、扩大创新项目规模、加快新产品研发的速度,以获得能源技术创新能力的进步。另一方面,创新支出的增加也会加强国外可再生能源企业对我国能源产业创新项目的投资意愿,以获得其预期的创新成果以及经济回报,通过对创新资本的技术吸收能力间接提高我国能源产业的创新绩效^[30]。

综上,提出如下假设。

假设 3 可再生能源技术吸收能力与我国能源产业创新绩效成正比。

根据可再生能源技术吸收能力对我国能源产业绩效影响的理论分析,结合指标选取及研究假设,本研究构建如下概念模型(见图1)。

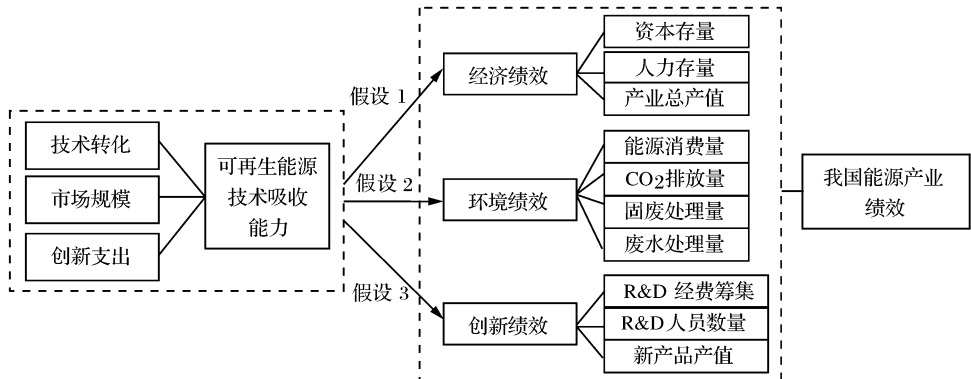


图 1 概念模型

3 研究设计

3.1 数学模型构建

本研究首先利用因子分析法分别得到可再生能源技术吸收能力值,然后利用数据包络分析法得到我国各区域能源产业绩效,在此基础上,根据变截距面板数据模型的一般形式,参考学者们运用面板数据模型进行实证研究的相关成果,结合概念模型的理论分析和假设,构建可再生能源技术吸收能力对我国能源产业绩效影响的面板数据模型,具体模型如式(1)~式(3)

$$ECP_{it} = \alpha_i + \beta_{ECP} TA_{it} + \mu_{it}; \quad (1)$$

$$ENP_{it} = \alpha_i + \beta_{ENP} TA_{it} + \mu_{it}; \quad (2)$$

$$INP_{it} = \alpha_i + \beta_{INP} TA_{it} + \mu_{it}; \quad (3)$$

式中, i 和 t 分别表示地区和年份; α_i 代表截距; β_{ECP} 、 β_{ENP} 、 β_{INP} 为模型回归系数; μ_{it} 为随机误差项。 ECP_{it} 、 ENP_{it} 、 INP_{it} 作为被解释变量,分别表示为能源产业经济绩效、环境绩效和创新绩效; TA_{it} 作为解释变量,表示为可再生能源技术吸收能力。

3.2 指标选取与数据来源

(1)能源产业绩效 结合前文的分析及概念模型,我国能源产业绩效指标的选取与确定见表 1。

表 1 能源产业绩效指标测算依据

能源产业绩效	一级指标	二级指标	指标测算依据
经济绩效	投入指标	资本存量	能源产业(煤炭开采及洗选业、石油和天然气开采业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、电力、煤气及水生产和供应业)的资产总和
		人力存量	能源产业的规模以上工业企业就业人员数之和
	产出指标	产业总产值	能源产业规模以上工业企业的工业总产值或主营业务收入之和
环境绩效	投入指标	能源消费量	能源产业能源消耗指标“吨标准煤/万元”之和
		CO ₂ 排放量	CO ₂ 排放量由 2003 年国家发改委能源研究所提供的系数计算得出,其中煤炭消耗、石油消耗、天然气消耗以及水力发电、核能发电、风力发电的碳排量系数分别为 0.748、0.583、0.444、0。煤炭消耗、石油消耗、天然气消耗等数据从《中国能源统计年鉴 2005~2012》中能源产业煤炭消费量、石油消费量、天然气消费量得到。水力发电、核能发电、风力发电的碳排量系数为 0,因此忽略
	产出指标	固废处理量	能源产业一般工业固体废物综合利用量及一般工业固体废物处置量之和
		废水处理量	能源产业工业废水处理量之和
创新绩效	投入指标	R&D 经费筹集	能源产业 R&D 经费筹集之和
		R&D 人员数量	能源产业 R&D 人员之和
	产出指标	新产品产值	能源产业新产品工业总产值之和

注:数据分别来源于《中国统计年鉴 2005~2012》、《中国能源统计年鉴 2005~2012》、《中国环境统计年鉴 2005~2012》和《中国科技统计年鉴 2005~2012》。

(2)可再生能源技术吸收能力 结合前文的分析及概念模型,可再生能源技术吸收能力指标的选取与确定见表 2。

表 2 可再生能源技术吸收能力指标测算依据

可再生能源技术吸收能力	指标测算依据
技术转化	相关政府报告中“太阳能”、“风能”、“地热能”、“生物质能”等可再生能源行业的“可再生能源专利申请授权数按地区分布”项之和
市场规模	相关政府报告中“太阳能”、“风能”、“地热能”、“生物质能”等可再生能源行业的“各地区规模以上可再生能源企业主要指标”中“产品销售总额”项之和
创新支出	相关政府报告中“太阳能”、“风能”、“地热能”、“生物质能”等可再生能源行业的“各地区企业 R&D 经费内部支出”中的“R&D 经费内部支出”项之和

注:数据来源于《中国新能源与可再生能源年鉴 2006~2012》。

4 实证研究

4.1 我国能源产业绩效

利用数据处理软件 DEAP 2.1 对我国 30 个省、市、自治区能源产业数据进行计算,以此可以求出 2005~2011 年我国能源产业经济绩

效、环境绩效及创新绩效,其中经济绩效可见表 3,环境绩效及创新绩效限于篇幅不再列出。结果显示,我国能源产业绩效基本能保持年均大于 1 的整体水平,说明我国能源产业绩效正在稳步上升。

4.2 可再生能源技术吸收能力

本研究利用 SPSS 17.0 数据分析软件对可再生能源技术吸收能力进行测算,得到技术吸收能力因子得分函数如式(4),式中, F 为技术吸收能力因子得分; X_1 为技术转化指标; X_2 为市场规模指标; X_3 为创新支出指标。

$$F = 0.341X_1 + 0.346X_2 + 0.344X_3. \quad (4)$$

技术吸收能力综合因子得分情况见表 4。由表 4 可知,就 2011 年的情况来看,经济技术发达的地区如北京、天津、山东、东部沿海及广东等地区的技术溢出因子得分最高,其得分均在 3.4 以上;中部地区次之,如安徽、湖南、河南等地,其因子得分在 3.2~3.3 之间;西部地区最低,如内蒙古、新疆、陕西等地,其因子得分在 3.1~3.2 之间。

表 3 2005~2011 年能源产业经济绩效

年份/年 地区	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
北京	0.953	1.342	0.989	1.063	0.843	1.139	0.974
天津	0.900	1.263	0.996	1.077	0.842	1.222	1.037
河北	0.987	1.162	0.994	1.096	0.807	1.145	1.100
山西	0.967	1.105	1.028	1.066	0.745	1.201	1.103
内蒙古	0.901	1.196	1.008	1.169	0.996	1.100	1.138
辽宁	0.877	1.391	1.041	1.102	0.935	1.221	1.086
吉林	0.924	1.171	1.183	1.060	0.975	1.168	1.140
黑龙江	0.875	1.407	0.936	1.065	0.783	1.176	1.083
上海	1.006	1.318	1.039	1.095	0.834	1.221	0.977
江苏	1.006	1.282	1.109	1.186	0.951	1.194	1.089
浙江	0.972	1.176	0.998	1.007	0.835	1.137	1.041
安徽	1.008	1.150	1.019	1.116	0.917	1.151	1.180
福建	0.975	1.168	0.963	1.078	0.894	1.160	1.103
江西	1.005	1.359	1.095	1.023	0.974	1.227	1.117
山东	0.965	1.268	1.039	1.081	0.912	1.098	1.076
河南	1.021	1.286	1.128	1.036	0.867	1.130	1.113
湖北	0.977	1.191	0.988	1.123	0.859	1.361	1.192
湖南	1.062	1.241	1.080	1.075	0.942	1.170	1.194
广东	0.937	1.175	1.034	1.078	0.886	1.101	1.047
广西	0.981	1.323	0.963	1.076	0.916	1.179	1.156
海南	0.769	1.179	1.273	1.054	0.830	1.107	1.096
重庆	1.051	1.103	1.062	1.072	0.938	1.145	1.144
四川	1.003	1.271	1.047	1.024	0.979	1.096	1.168
贵州	0.953	1.150	1.067	0.973	0.918	1.111	1.142
云南	0.924	1.247	1.001	0.993	0.822	1.128	1.074
陕西	1.016	1.180	1.004	1.015	0.856	1.167	1.116
甘肃	0.949	1.260	1.078	0.956	0.809	1.129	1.105
青海	0.955	1.304	1.049	1.111	0.766	1.247	1.168
宁夏	0.960	1.077	1.002	0.982	0.769	1.165	1.129
新疆	0.971	1.348	0.916	1.017	0.766	1.160	1.099

表 4 2005~2011 年可再生能源技术吸收能力因子得分

年份/年 地区	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
北京	3.910	5.170	4.081	4.589	3.471	4.720	3.866
天津	3.502	4.762	4.261	4.482	3.651	5.303	3.995
河北	3.246	3.779	3.071	3.438	2.457	3.384	3.427
山西	2.632	3.188	3.004	2.921	2.095	3.385	3.175
内蒙古	2.513	3.137	2.843	3.292	2.853	3.098	3.166
辽宁	2.610	3.788	2.925	3.213	2.816	3.562	2.939
吉林	2.598	3.379	3.549	3.029	2.753	3.214	3.418
黑龙江	2.578	4.216	2.695	3.016	2.114	3.439	2.876
上海	3.599	4.684	3.998	4.433	3.079	4.785	3.479
江苏	3.980	5.034	4.310	4.725	3.743	4.460	3.822
浙江	3.688	4.505	3.780	4.081	3.013	4.105	3.839
安徽	2.832	3.445	2.865	3.097	2.562	3.316	3.294
福建	2.819	3.456	2.686	2.926	2.532	3.492	3.086
江西	2.745	3.708	3.041	3.016	2.944	3.519	3.026
山东	3.599	4.699	3.881	3.991	3.459	4.196	4.164
河南	2.757	3.539	3.407	2.798	2.541	3.176	3.283
湖北	2.682	3.431	2.817	3.155	2.355	3.780	3.669
湖南	3.236	3.319	2.964	2.907	2.865	3.331	3.228
广东	3.327	4.325	3.955	3.862	3.210	3.926	3.670
广西	2.722	3.714	2.659	2.948	2.486	3.260	3.422
海南	2.275	3.488	3.621	2.889	2.296	3.113	2.982
重庆	2.776	3.243	3.122	2.916	2.469	3.320	3.429
四川	3.082	3.804	3.572	3.067	3.273	3.353	3.826
贵州	2.892	3.350	3.256	3.111	2.822	3.380	3.583
云南	2.465	3.264	2.712	2.791	2.136	3.187	2.870
陕西	2.694	3.572	2.793	2.975	2.543	3.491	3.120
甘肃	2.717	3.418	3.194	2.837	2.222	3.270	3.306
青海	2.700	3.805	3.087	3.265	2.260	3.803	3.528
宁夏	2.704	3.011	3.004	2.710	2.160	3.268	3.133
新疆	2.635	3.877	2.549	3.014	2.308	3.435	3.121

4.3 回归结果

本研究采用 Eviews 6.0 对面板数据进行单位根检验,检验方法采用常用的 LLC 及 PP-Fisher 检验,检验结果见表 5。由表 5 可知,面板数据均能够通过平稳性检验,因此拒绝伪回归的假设,接受回归的真实性,并且其显著性均能达到非常高的水平(0.000)。

表 5 LLC 及 PP-Fisher 检验结果

	LLC 检验	PP-Fisher 检验
经济绩效	-19.754*** (0.000)	207.239*** (0.000)
环境绩效	-20.036*** (0.000)	234.115*** (0.000)
创新绩效	-19.458*** (0.000)	215.263*** (0.000)
技术吸收能力	-28.210*** (0.000)	210.420*** (0.000)

注:***表示在 1%的置信水平下显著,下同。

通过运用 Eviews 6.0 对混合回归模型、变截距模型和变系数模型 3 种情况进行分析,分别得到 S_1 、 S_2 、 S_3 的数值,并按照公式求出服从相应自由度下 F 分布的检验统计量 F_1 和 F_2 。检验结果见表 6。由表 6 可知,面板数据模型中 F_2 均大于 F 统计量在 95%置信区间内的临界值, F_1 均小于 F 统计量在 95%置信区间内的临界值,因此,拒绝假设 2,接受假设 1,应该选择变截距模型。

表 6 面板数据模型 F 检验结果

检验统计量	模型 1	模型 2	模型 3
F_1	1.412	1.452	0.155
F_2	12.850	17.701	18.603

通过 Hausman 检验来判定固定效应模型或随机效应模型的取舍,通过运用 Eviews 6.0 进行面板数据模型的选择可知:模型 1、模型 2 和模型 3 中, $df = 1$ 、 $p = 0.000$,卡方检验统计值分别为 $\chi^2 = 428.672$ 、 $\chi^2 = 428.369$ 、 $\chi^2 = 427.715$ 。由于 p 值均小于 0.10,因此拒绝原假设,即选择固定效应模型。

通过单位根检验、F 检验及 Hausman 检验对上述面板数据进行分析,结果显示拒绝单位根假设且应采用固定效应模型,与前文中构建的数学模型一致。通过 F 检验以及 Hausman 检验的结果,本研究最终确定采用的模型为固定效应变截距模型。利用 Eviews 6.0 经济学计量软件,对上述面板数据模型进行了数学回归分析,得到技术吸收能力对我国能源产业绩效影响模型的回归结果(见表 7)。

表 7 技术吸收能力对我国能源产业绩效影响模型的回归结果 (N=210)

类别	经济绩效	环境绩效	创新绩效
技术吸收能力	0.292***	0.265***	0.278***
常数	0.100***	0.092***	0.101***
R ²	0.900	0.901	0.955
Adj-R ²	0.883	0.884	0.886
DW 统计值	2.345	2.279	2.344
固定效应			
北京	-0.301	-0.273	-0.286
天津	-0.302	-0.274	-0.287
河北	-0.010	-0.009	-0.010
山西	0.079	0.072	0.075
内蒙古	0.010	0.091	0.095
辽宁	0.081	0.074	0.077
吉林	0.073	0.066	0.069
黑龙江	0.073	0.066	0.069
上海	-0.202	-0.183	-0.192
江苏	-0.239	-0.216	-0.226
浙江	-0.204	-0.185	-0.194
安徽	0.083	0.076	0.080
福建	0.072	0.0665	0.069
江西	0.096	0.087	0.092
山东	-0.206	-0.187	-0.195
河南	0.085	0.077	0.081
湖北	0.085	0.078	0.081
湖南	0.097	0.088	0.092
广东	-0.160	-0.145	-0.152
广西	0.10	0.090	0.095
海南	0.082	0.075	0.078
重庆	0.085	0.077	0.081
四川	-0.017	-0.015	-0.016
贵州	0.010	0.009	0.009
云南	0.116	0.105	0.110
陕西	0.066	0.060	0.063
甘肃	0.066	0.060	0.063
青海	0.049	0.044	0.047
宁夏	0.077	0.070	0.073
新疆	0.065	0.058	0.061

根据上述面板数据模型的回归结果,列出相应的表达式如式(5)~式(7),其中虚拟变量定义如式(8)

$$ECP_{it} = 0.100 + 0.292TA_{it} - 0.301D_1 - 0.302D_2 + \dots + 0.065D_{30} + \mu_{it}; \quad (5)$$

$$ENP_{it} = 0.092 + 0.265TA_{it} - 0.273D_1 - 0.274D_2 + \dots + 0.058D_{30} + \mu_{it}; \quad (6)$$

$$INP_{it} = 0.101 + 0.278TA_{it} - 0.286D_1 - 0.287D_2 + \dots + 0.061D_{30} + \mu_{it}; \quad (7)$$

$$D_i = \begin{cases} 1, & \text{如果属于第 } i \text{ 个个体, } i = 1, 2, \dots, 30; \\ 0, & \text{其他。} \end{cases} \quad (8)$$

根据表 7 技术吸收能力对能源产业绩效影响模型的回归结果,可以得到技术吸收能力对我国能源产业绩效影响路径(见图 2)。

5 研究结论与局限

从回归结果可以得出以下结论:可再生能源技术吸收能力对我国能源产业 3 类绩效的回归系数均为正。这说明可再生能源技术吸收能

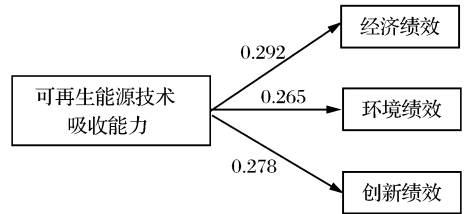


图 2 可再生能源技术吸收能力对能源产业绩效影响路径

力对我国能源产业绩效均存在正向影响,因此满足研究假设 1、假设 2 和假设 3。其中,技术吸收能力对能源产业经济绩效的影响最大,影响系数为 0.292,对环境绩效及创新绩效的影响次之,影响系数分别为 0.265 及 0.278。换言之,当可再生能源技术吸收能力提升 1% 时,我国能源产业经济绩效即提高 0.292%,可再生能源技术吸收能力的提高将促进我国能源产业经济绩效的提高;当可再生能源技术吸收能力提升 1% 时,我国能源产业环境绩效及创新绩效将分别提高 0.265% 及 0.278%,可再生能源技术吸收能力的提高将促进我国能源产业环境绩效和创新绩效的提高。同时,对于经济技术越发达的地区,其技术吸收能力因子得分越大,即技术吸收能力越明显;并且其最终的模型回归固定效应越小,说明省份内因素对绩效的贡献较少。我国政府可促进东西部地区的可再生能源技术交流,加快发展西部地区的可再生能源技术,促进西部地区的外贸经济发展,以提升其可再生能源技术吸收能力,促进能源产业绩效发展。

本研究目前还存在以下局限:①由于受可再生能源技术吸收能力实地调研难度的制约,本研究选择采用统计年鉴中的数据进行研究,缺少实地调研环节;②面板数据的样本来源于各类相关统计年鉴 2005~2012 年的数据,数据选取的年份跨度只有 8 年,今后有待进一步推广补充更大容量的样本从而对现有概念模型进行深入验证和完善。

参 考 文 献

[1] YANG M. Climate Change and Energy Policies, Coal and Coalmine Methane in China[J]. Energy Policy, 2009,37(8):2 858~2 869

[2] LEE C W, ZHONG J. Top down Strategy for Renewable Energy Investment: Conceptual Framework and Implementation[J]. Renewable Energy, 2014, 68 (5):761~773

[3] GULLBERG A T, OHLHORST D, SCHREURS M. Towards a Low Carbon Energy Future-Renewable Energy Cooperation between Germany and Nor-

- way[J]. *Renewable Energy*, 2014, 68(2): 216~222
- [4] 肖利平. 后发优势、吸收能力与追赶型增长的区域差异[J]. *中国软科学*, 2010(1): 60~66
- [5] 陈劲. 绿色技术创新审计实证研究[J]. *科学学研究*, 2001, 20(1): 107~112
- [6] 秦颖, 武春友, 翟鲁宁. 企业环境绩效与经济绩效关系的理论与模型构建[J]. *系统工程理论与实践*, 2004(8): 111~117
- [7] CHI W. The Role of Human Capital in China's Economic Development: Review and New Evidence[J]. *China Economic Review*, 2008, 19(3): 421~436
- [8] TEIXEIRA S, MONTEIRO E, SILVA V, et al. Prospective Application of Municipal Solid Wastes for Energy Production in Portugal[J]. *Energy Policy*, 2014, 71(1): 159~168
- [9] SHAO C, GUAN Y, WAN Z, et al. Performance Analysis of CO₂ Emissions and Energy Efficiency of Metal Industries in China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2014, 134(4): 30~38
- [10] 汪克亮. 能源经济效率、能源环境绩效与区域经济增长[J]. *管理科学*, 2013, 26(3): 86~99
- [11] DRIVA H, PAWAR K S, MENON U. Measuring Product Development Performance in Manufacturing Organisations [J]. *International Journal of Production Economics*, 2000, 63(2): 147~159
- [12] KOCOGLU I, IMAMOGLU S Z, INCE H, et al. Learning, R&D and Manufacturing Capabilities as Determinants of Technological Learning: Enhancing Innovation and Firm Performance[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, 58: 842~852
- [13] COHEN W M, LEVINTHAL D A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1990, 35(1): 35~39
- [14] 陈劲, 蒋子军, 陈钰芬. 开放式创新视角下企业知识吸收能力影响因素研究[J]. *浙江大学学报: 人文社会科学版*, 2011, 41(5): 71~82
- [15] LAFORET S. Size, Strategic, and Market Orientation Affects on Innovation[J]. *Journal of Business Research*, 2008, 61(7): 753~764
- [16] 范如国, 蔡海霞. FDI 技术溢出与中国企业创新产出[J]. *管理科学*, 2012, 25(4): 13~21
- [17] 李元旭, 谭云清. 国际服务外包下接包企业技术创新能力提升路径——基于溢出效应和吸收能力视角[J]. *中国工业经济*, 2010(12): 66~75
- [18] MUROVEC N, PRODAN I. Absorptive Capacity, Its Determinants, and Influence on Innovation Output: Cross-Cultural Validation of the Structural Model[J]. *Technovation*, 2009, 29(12): 859~872
- [19] GRIFFITH R, REDDING S, REENEN J. R&D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence. *Scandinavian Journal of Economics* [J]. *Scandinavian Journal of Economics*, 2003, 105(1): 99~118
- [20] 徐舒, 左萌, 姜凌. 技术扩散、内生技术转化与中国经济波动——一个动态随机一般均衡模型[J]. *管理世界*, 2011(3): 22~32
- [21] ZHANG J, WANG G. Energy Saving Technologies and Productive Efficiency in the Chinese Iron and Steel Sector[J]. *Energy*, 2008, 33(4): 525~537
- [22] TEIXEIRA A A C, FORTUNA N. Human Capital, R&D, Trade, and Long-Run Productivity: Testing the Technological Absorption Hypothesis for the Portuguese Economy, 1960~2001[J]. *Research Policy*, 2010, 39(3): 335~350
- [23] 李子豪, 刘辉煌. 外商直接投资、技术进步和二氧化碳排放——基于中国省际数据的研究[J]. *科学学研究*, 2011, 29(10): 1495~1503
- [24] HU S C, SHIUE A, CHUANG H C, et al. Life Cycle Assessment of High-Technology Buildings: Energy Consumption and Associated Environmental Impacts of Wafer Fabrication Plants[J]. *Energy and Buildings*, 2013, 56(1): 126~133
- [25] PINKSE J, KUSS M J, HOFFMANN V H. On the Implementation of a 'Global' Environmental Strategy: The Role of Absorptive Capacity[J]. *International Business Review*, 2010, 19(2): 160~177
- [26] HERNANDEZ R R, EASTER S B, MURPHY-MARISCAL M L, et al. Environmental Impacts of Utility-Scale Solar Energy[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, 29(7): 766~779
- [27] ZAFIRAKIS D, CHALVATZIS K J, BAIOCCHI G, et al. Modeling of Financial Incentives for Investments in Energy Storage Systems that Promote the Large-Scale Integration of Wind Energy[J]. *Applied Energy*, 2013, 105(5): 138~154
- [28] JAGODA K, LONSETH R, LONSETH A, et al. Development and Commercialization of Renewable Energy Technologies in Canada: An Innovation System Perspective [J]. *Renewable Energy*, 2011, 36(4): 1266~1271
- [29] ZHAO X G, YANG Y S, FENG T T, et al. International Cooperation on Renewable Energy Electricity in China-A Critical Analysis[J]. *Renewable Energy*, 2013, 55(3): 410~416
- [30] HUANG C, SU J, ZHAO X, et al. Government Funded Renewable Energy Innovation in China[J]. *Energy Policy*, 2012, 51(1): 121~127

(编辑 丘斯迈)

通讯作者: 刘微微(1982~), 女, 黑龙江齐齐哈尔人。哈尔滨工程大学(哈尔滨市 150006)经济管理学院副教授, 博士研究生导师。研究方向为创新管理。E-mail: heulww@163.com