

文章编号: 1003 - 2053(2016) 10 - 1593 - 08

# 技术创新、技术差距与中国区域绿色发展

袁润松<sup>1</sup>, 丰超<sup>1</sup>, 王苗<sup>1</sup>, 黄健柏<sup>2</sup>

(1. 中南大学商学院, 湖南长沙 410083; 2. 中南大学金属资源战略研究院, 湖南长沙 410083)

**摘要:** 本文结合方向距离函数和 SBM 模型构建体现节能减排与经济增长双重目标的绿色发展效率指标, 并基于全局 Luenberger 指数和共同前沿方法将绿色发展效率指标进行分解, 从“技术创新”、“技术差距”和“管理”三个方面实证分析中国绿色发展现状、区域差异及其成因。研究发现: (1) 2001 - 2014 年, 中国绿色发展从停滞甚至倒退逐步展现出良好的发展势头。样本区间内, 技术创新对中国绿色发展形成正向的效应, 区域间技术差距逐步缩窄, 管理问题则不断加剧; (2) 依托其强劲的技术创新, 东部地区绿色发展势头良好, 中部和西部地区绿色发展滞后则分别源于技术差距的扩大和管理问题的加剧; (3) 中国绿色发展呈现出区域差异化特征, 各地区未来推动绿色发展的侧重点应有所不同。本文基于省级层面, 从加强技术创新、缩小技术差距和优化管理三个方面量身定制绿色发展策略, 指明各省份绿色发展的方向。

**关键词:** 绿色发展效率; 共同前沿; 技术创新; 技术差距; 绿色发展策略

中图分类号: F205

文献标识码: A

DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.2016.10.019

改革开放三十多年来, 中国经济建设取得举世瞩目的同时, 国内自然资源加速耗竭、生态环境遭到极大破坏。尤其近年来, 中国面临日趋严重的资源和环境危机。据报道, 目前全国 90% 的地下水被污染, 其中, 浅层地下水已不能饮用的面积达六成<sup>①</sup>, 局部地区和部分城市遭遇十面“霾”伏<sup>②</sup>。“粗放”模式下, 大气、土壤和水污染已经严重影响到中国经济发展的质量并对未来中国经济社会的进一步发展形成制约。为了扭转这一局面, 中央政府自“十一五”开始明确提出“节能减排”目标, 寄望于通过提升能源效率和控制污染物排放总量将亢奋的物质主义价值观引导下的“粗放式”发展转变为可持续的发展模式。然而, 中国的资源与环境问题远未从根本上得到解决, 生态系统不断退化、环境质量不断恶化、资源约束不断强化的严峻形势仍未得到有效缓解<sup>[1]</sup>。此外, 考虑到中国目前仍处于发展中阶段, 发展仍然是重要任务。在此背景下, 构建资源节约、环境友好的绿色发展模式, 提升绿色发展效率成

为中国破除资源、环境、经济多重困境的必然选择。

## 1 文献综述

现有文献关于绿色发展的衡量主要包括两种方法: 指数法(如绿色发展指数)和效率法(如绿色发展效率或绿色生产率)。指数法多基于多重指标对绿色发展绩效进行评估。如李晓西等<sup>[2]</sup>选取 2 个一级指标和 12 个二级指标, 并结合专家赋权法和“德尔菲法”测算了 123 个国家的绿色发展指数。指数法的指标选取和权重分配过程容易受到主观因素的干扰, 存在一定的局限性。效率法基于全要素生产框架, 利用数据包络分析法( DEA )从生产的角度强调刻画以尽可能少的资源环境代价获取尽可能多的经济产出。陈诗一<sup>[3]</sup>基于方向性距离函数 DEA 模型对考虑环境因素的中国工业行业绿色生产率进行了估算。周五七和聂鸣<sup>[4]</sup>基于 DEA - SBM 模型测算了节能减排约束下的中国工业行业绿色生产率。

① 详见 <http://news.hefei.cc/2013/0327/021565436.shtml>.

② 详见 [http://www.chinadaily.com.cn/china/2013-01/13/content\\_16109839.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2013-01/13/content_16109839.htm).

收稿日期: 2015 - 12 - 20; 修回日期: 2016 - 05 - 11

作者简介: 袁润松(1983 -), 男, 天津武清人, 博士研究生, 研究方向为产业经济。

丰超(1989 -), 男, 湖南湘西人, 博士研究生, 研究方向为资源与环境经济、效率评价。通讯作者, E-mail: littlefc@126.com。

王苗(1992 -), 女, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 研究方向为产业经济。

黄健柏(1954 -), 男, 湖南临武人, 教授、博士生导师, 研究方向为资源经济。

李谷成<sup>[5]</sup>运用考虑非合意产出的 DEA - SBM 模型对资源与环境双重约束下的农业绿色生产率进行了测算。吴英姿和闻岳春<sup>[6]</sup>基于序列 DEA - Malmquist - Luenberger 对 1995 - 2009 年中国工业绿色生产率进行了测算。汪克亮等<sup>[7]</sup>运用基于非参数共同前沿理论和方向性距离函数的 DEA 模型对中国绿色经济效率进行了测算。王兵等<sup>[8]</sup>运用环境范围调整测度的 DEA 模型对中国 112 个环保重点城市绿色发展效率以及城镇化对绿色发展效率的影响进行了测算和分析。岳书敬等<sup>[9]</sup>基于 SBM - DDF 的 DEA 模型对中国 227 个城市的绿色发展效率进行了测算,在此基础上考察市场化转型对集聚综合绩效的影响。

综上所述不难发现,已有研究尚存在以下三点需要拓展的地方:(1)近年来,中国一方面面临日趋严重的资源环境危机,另一方面还面临经济增长不断下行的压力。因此,资源节约、环境友好和经济增长共同成为中国绿色发展效率内涵和评判的重要方面。然而已有研究在测算绿色发展效率或绿色生产率时大多仅仅考虑了其中某一方面或某两个方面。(2)已有研究大多将中国各区域置于共同的技术前沿,并将非有效地区的绿色发展无效率归因于技术无效率。事实上,中国地域辽阔,由于地缘、政治、经济的原因,各地区之间在生产技术方面存在差距,非有效地区的无效率可能来源于技术差距和技术无效率两个方面<sup>[10][11]</sup>。因此,如果不能对技术差距和技术无效率予以识别,则难免对绿色发展无效率成因的认识产生偏差。(3)近年来,中国政府致力于推动技术创新、市场化改革、环境管制等政策措施。然而,各地区未来推动绿色发展是应实行“一刀切”、“齐步走”的政策,还是各地区的侧重点应有所不同?已有研究未能给出很好的解答。

鉴于此,本文首先基于方向距离函数和 SBM 模型构建体现资源节约、环境友好和经济增长多重目标的绿色发展效率评价指标。随后,结合共同前沿函数和全局 Luenberger 指标将绿色发展效率变动分解为技术进步变动、技术差距变动和管理效率变动。并基于 2000 - 2013 年中国省级面板数据,从“技术创新”、“技术差距”和“管理”三个方面实证分析中国绿色发展现状、区域差异及其成因。最后,根据中国绿色发展呈现出的区域差异化特征,基于省级层面,从加强技术创新、缩小技术差距和优化管理三个方面量身定制绿色发展策略并给出相应可行的政策

措施,指出各省份未来推动绿色发展的方向和侧重点。

## 2 研究方法

### 2.1 基于方向距离函数和 DEA - SBM 模型的绿色发展效率指标

当前,DEA 方法已被广泛应用于资源、环境和经济效率的研究中<sup>[12]</sup>。本文沿袭林伯强和刘泓汛<sup>[13]</sup>的思路,集合方向距离函数和 SBM - DEA 模型构建“自然资源 - 生态环境 - 经济增长”三位一体的绿色发展效率指标。假设有 K 个决策单元,  $(x, x^-, y, b)$  分别表示自然资源投入、非自然资源投入、合意产出和非合意产出,分别有  $N, J, M, J$  种。则以资源节约、环境友好和经济增长共同为内涵的绿色发展效率评价模型可以表示为:

$$\begin{cases} D(x^{k^*}, x^{-k^*}, y^{k^*}, b^{k^*}; g | CRS) = \rho^{k^*} \\ = \max w_y \alpha + w_b \beta + w_x \gamma \\ s. t. \sum_{k=1}^K z_k y_k \geq y_{k^*} + \alpha g^y; \sum_{k=1}^K z_k b_k = b_{k^*} - \beta g^b; \\ \sum_{k=1}^K z_k x_k \leq x_{k^*} - \gamma g^x; \sum_{k=1}^K z_k x_k^- \leq x_{k^*}^-; \\ z_k \geq 0 \text{ for } k = 1, \dots, K \end{cases} \quad (1)$$

其中,CRS 表示规模报酬不变,  $g = (g^x, g^y, g^b)$  为自然资源投入、合意产出和非合意产出的方向向量,  $w = (w^x, w^y, w^b)$  为相应的指标权重,  $(\alpha, \beta, \gamma)$  为相应的无效率水平,  $z_k$  为链接投入和产出向量以构成凸集的程度变量。借鉴林伯强和刘泓汛<sup>[13]</sup>的做法,本文将方向向量设定为  $g = (x, y, b)$ ,同时选取各指标权重为  $w_y = w_b = w_x = \frac{1}{3}$ 。

最后,定义绿色发展效率为:

$$GDE = \rho = 1 - D(x^{k^*}, x^{-k^*}, y^{k^*}, b^{k^*}; g | CRS) \quad (2)$$

### 2.2 基于共同前沿方法和全局 Luenberger 的绿色发展效率变动分解

根据 DEA - Malmquist 指数,决策单元效率/生产率的变化可以分解为技术创新(或技术进步)和技术效率变动两部分。传统以单期生产可能集为参照的 DEA - Malmquist 指数不满足传递性以及可能存在无可行解<sup>[14]</sup>。且不同年份的变动指数由于参照集各不相同,从而导致所测算的数据结果在时间序列上

不具有可比性<sup>[15]</sup>。为便于说明, 本文给出单期生产

$$P^t(x) = \left\{ (x, y, b) : \sum_{k=1}^K z_k^t x_k^1 \leq x_k^1; \sum_{k=1}^K z_k^t x_k^- \leq x_k^-; \sum_{k=1}^K z_k^t y_k^1 \geq y_k^1; \sum_{k=1}^K z_k^t b_k^1 = b_k^1; z_k^t \geq 0 \text{ for } k = 1, \dots, K \text{ and } t = 1, \dots, T \right\} \quad (3)$$

$$P^G = P^1 \cup P^2 \dots \cup P^T \quad (4)$$

其中, 式(3)中变量定义与式(1)一致,  $T$  表示样本单元横跨的时期数。由式(3)和式(4)可以看出, 单期生产可能集由单个时期决策单元的投入产出数据构成, 而全局生产可能集则包络了所有时期的投入产出数据。

王兵和刘光天<sup>[16]</sup>, 李兰冰和刘秉镰<sup>[17]</sup>指出, DEA - Malmquist 指数不具备相加的特性。本文借鉴并拓展 Chambers 等<sup>[18]</sup>的思路, 基于方向距离函数和 SBM 模型构建具备相加特性的全局 Luenberger 绿色发展效率变动指标:

$$GDEC^{t,t+1} = D^G(t) - D^G(t+1) = \{ [D^G(t) - D^t(t)] + [D^G(t+1) - D^{t+1}(t+1)] + [D^t(t) - D^{t+1}(t+1)] = TC^{t,t+1} + TEC^{t,t+1} \quad (5)$$

本文所构建的全局 Luenberger 绿色发展效率变动指标与王兵和刘光天<sup>[16]</sup>所构建的两期 Luenberger 指标以及李兰冰和刘秉镰<sup>[17]</sup>所构建的序列 Luenberger 指标相比存在两点优势: (1) 满足可传递性, 并解决了无可行解的情况; (2) 使得不同年份的效率具有可比性。

更进一步, 为揭示各地区绿色发展无效率来源, 本文借鉴丰超和黄健柏<sup>[19]</sup>的思路, 结合共同前沿方法对式(2)中的绿色发展效率作进一步分解。假设截面样本决策单元可按照一定的标准进行区域分组, 定义共同前沿和组别前沿下的绿色发展效率分别为:

$$GDE^{meta} = 1 - \rho^{meta}, GDE^{group} = 1 - \rho^{group} \quad (6)$$

其中,  $GDE^{meta}$  和  $GDE^{group}$  分别表示共同前沿和组别前沿下被评价决策单元的绿色发展效率;  $\rho^{meta}$  和  $\rho^{group}$  分别表示共同前沿和组别前沿下被评价决策单元的无效率水平。结合式(6), 定义技术差距 (TGR) 和管理效率 (ME) 如下:

$$TGR = GDE^{meta} - GDE^{group} = \rho^{group} - \rho^{meta}, ME = GDE^{group} = 1 - \rho^{group} \quad (7)$$

由式(7)不难得出:  $GDE^{meta} = TGR + ME$ 。由此, 绿色发展效率被分解为技术差距和管理效率两部分。结合王群伟等<sup>[10]</sup>、汪克亮等<sup>[11]</sup>的定义知, 若  $TGR < 0$ , 表明分组前沿与共同前沿存在技术差距; 若  $ME < 1$ , 表明存在管理无效率。由式(5) - (7)

可能集 ( $P^t$ ) 和全局生产可能集 ( $P^G$ ) 的定义如下:

可得:

$$GDEC^{t,t+1} = TC^{t,t+1} + TGRC^{t,t+1} + MC^{t,t+1} \quad (8)$$

至此, 绿色发展效率变动指标被分解为三部分: 技术创新变动 ( $TC^{t,t+1}$ )、技术差距变动 ( $TGRC^{t,t+1}$ ) 和管理效率变动 ( $MC^{t,t+1}$ )。若  $TC^{t,t+1} > 0$ , 表明被评价决策单元从第  $t$  期到第  $t+1$  期存在技术创新 (或技术进步), 反之亦然; 若  $TGRC^{t,t+1} > 0$ , 表明被评价决策单元从第  $t$  期到第  $t+1$  期存在“追赶效应”, 即与样本其它决策单元的技术差距缩小; 若  $MC^{t,t+1} > 0$ , 表明被评价决策单元第  $t$  期到第  $t+1$  期的管理效率得到改善。

### 2.3 数据来源及处理

借鉴已有文献的做法, 本文选取劳动力、能源、资本存量作为投入指标, 选取地区总产值 (GDP) 作为合意产出指标, 二氧化碳排放 ( $CO_2$ ) 作为非合意产出指标。本研究样本包含中国内陆 30 个省份 (西藏自治区、台湾省、香港和澳门特别行政区除外) 样本的时间跨度为 2000 - 2014。各指标数据的来源及处理情况如下: (1) 资本存量。本文采用张军等<sup>[20]</sup>的研究成果和方法测算 2000 - 2014 年省级资本存量, 并以 2000 年为不变价格。(2) 选取年末从业人员数作为劳动力指标, 数据来源于各省市统计年鉴。(3) 本文以 2000 年为基期根据各省份的 GDP 指数推算得到各省份 2000 - 2014 年以 2000 年为不变价格 GDP 数据, 原始数据来源于《中国统计年鉴》。(4) 各省份能源消费总量数据直接来源于《中国能源统计年鉴》。(5) 二氧化碳排放数据来源于北京理工大学能源与环境政策研究中心 iNEMS 数据库 ([www.inems.org](http://www.inems.org))。为识别区域技术差距, 本文借鉴王群伟等<sup>[10]</sup>和汪克亮等<sup>[11]</sup>的做法, 参照中国国家统计局的区域划分法将中国 30 省份划分为东、中、西三个区域组。

## 3 实证分析

### 3.1 中国区域绿色发展效率分析

如表 1 所示, 2001 - 2014 年中国绿色发展效率整体呈上升趋势。在此期间, 技术进步推动绿色发展效率提升了 7.44 个百分点, 但这一效应一定程度

上被管理效率的下降和技术差距的扩大所抵消。这表明,样本区间内中国在技术创新方面取得了长足进展并对中国的绿色发展起到关键推动作用,但与此同时区域间的非平衡性和管理问题加剧。分时间段来看,2001-2005、2006-2010以及2011-2014年间全国绿色发展效率分别增长-3.20、2.49和4.57个百分点,表明中国绿色发展从停滞甚至倒退

逐步展现出良好的发展势头。三个时期内,技术创新对中国绿色发展从负向效应转为正向的效应。区域技术差距从第一个时期的正向效应变为第二个时期的负向效应,值得庆幸的是,这一负向效应在第三个时期逐步缩窄。管理对中国绿色发展从正向效应逐步转为负向效应,说明管理问题有不断加剧的趋势。

表 1 中国区域绿色发展效率变动及其分解

地区	时间区间	GDEC	TC	TGRC	MC
东部	2001-2005	-0.0333	-0.0555	0.0000	0.0223
	2006-2010	0.0402	0.0522	0.0000	-0.0120
	2011-2014	0.0662	0.0922	0.0000	-0.0260
	2001-2014	0.0731	0.0889	0.0000	-0.0157
中部	2001-2005	-0.0361	-0.0438	-0.0171	0.0247
	2006-2010	0.0048	0.0143	-0.0270	0.0175
	2011-2014	0.0523	0.0735	-0.0342	0.0129
	2001-2014	0.0210	0.0440	-0.0783	0.0551
西部	2001-2005	-0.0236	-0.0188	-0.0060	0.0012
	2006-2010	0.0083	0.0187	-0.0135	0.0030
	2011-2014	0.0275	0.0625	0.0365	-0.0716
	2001-2014	0.0122	0.0624	0.0170	-0.0674
全国	2001-2005	-0.0320	-0.0507	0.0028	0.0161
	2006-2010	0.0249	0.0454	-0.0234	0.0030
	2011-2014	0.0457	0.0797	-0.0058	-0.0281
	2001-2014	0.0386	0.0744	-0.0264	-0.0090

近年来,中国大力推进科技进步和创新。无论是“十五”规划(2001-2005)、“十一五”规划(2006-2010)还是“十二五”规划(2011-2015),均把推动科技创新作为各级政府的主要任务。如图1所示,2000-2014年中国的科研经费投入和专利授权量均呈现出快速增长的势态。这表明,中国不断加强在技术创新领域的投资力度并已取得显著成效,这种蓬勃的科技创新正成为中国绿色发展的强劲驱动力。直到目前为止,绿色发展所涉及的能源资源价格在中国仍然由行政主导,而且这一局面尚未得到根本性改变。只要价格由行政定价,则必然存在资源配置的无效率<sup>[21]</sup>。尤其在当前的发展阶段,这种行政定价模式对于资源优化配置的束缚日趋明显。此外,当前中国的化石能源消费补贴政策也使得能源价格不能反映资源成本和环境成本<sup>[22]</sup>。这些均已成为管理无效率的来源,并对绿色发展形成

阻碍。自1999年起,中国开始实施“西部大开发”等区域发展总体战略。“十一五”规划期间,区域间技术差距不断扩大。庆幸的是,这种局势在“十二五”期间得到了有效遏制。由表1可以看到,中国区域技术差距扩大的幅度逐步缩窄。

区域层面,2001-2014年东、中、西部地区绿色发展效率分别增长7.31、2.10和1.22个百分点。依托其强劲的技术创新,东部地区绿色发展势头良好,中部和西部地区绿色发展相对滞后则分别源于技术差距不断扩大和源于管理问题的加剧。作为改革开放的最前沿,东部地区不但可以通过贸易与投资吸收和引进国外先进的技术设备,还可以利用自身经济实力和相关政策加强技术研发和创新,从而使得其技术创新处于最前沿位置。自“西部大开发”战略实施以来,西部地区不断缩小与东部地区的差距。“十五”和“十一五”期间,西部与东部地区

的差距仍呈扩大趋势,自“十二五”起,这种差距不断缩小。然而,西部地区的管理问题有逐渐恶化的趋势。样本区间内,西部地区管理问题的加剧使得该地区的绿色发展水平降低 6.74 个百分点。一方面,由于地缘、政治、经济等原因,西部地区在市场化改革方面稍显滞后,市场机制体制尚未成熟,从而不可避免存在较为严重的资源配置无效率。另一方

面,近年来东部地区已逐步营造出环境污染防治的强大声势,环境监管不断强化。同时,随着土地、用工等成本的上升,东部地区污染型产业、企业或项目被迫加速向劳动力、土地等资源要素相对比较丰富的西部地区迁移,引发环境规制竞争的“逐底效应”底和“绿色悖论”现象<sup>[23]</sup>,从而导致西部地区管理问题的加剧。

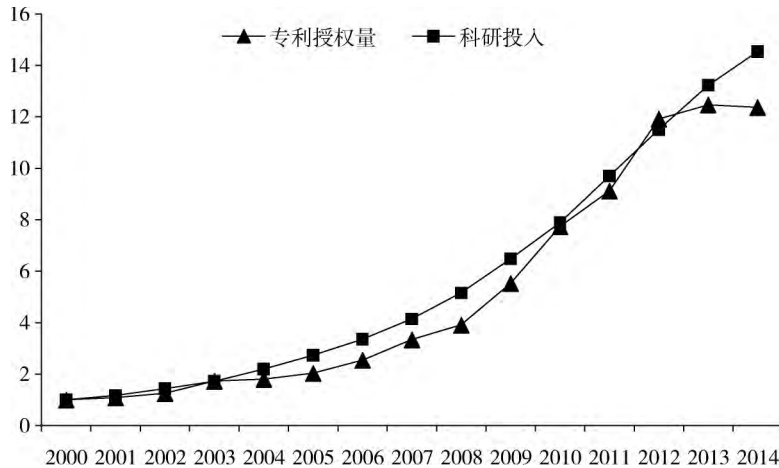


图 1 2000 - 2014 年中国研发经费投入与专利授权量(2000 年基期为 1)

### 3.2 绿色发展的实施路径

由图 2 不难看出,中国绿色发展呈现出区域差异化特征。因此,各地区未来推动绿色发展的侧重点应有所不同。本文试图从省级层面为中国 30 个省市量身定制绿色发展策略,以期为政策制定和实施者提供借鉴。这里,结合式(7) - (8) 对于 TC、TGR 和 MC 的定义给出如下策略准则:(1) 若某个省份 2001 - 2014 年技术创新小于 0 即  $TC < 0$ ,说明

该省份样本区间内技术创新乏力,未来应当着力提升自身的创新能力;(2) 若某个省份 2014 年的技术差距小于 0 即  $TGR < 0$ ,说明该省份与其它省份存在技术差距,未来应当加强与前沿省份的技术合作和交流,积极实施“技术引进”;(3) 若某个省份 2014 年的管理效率小于 1 即  $ME < 1$ ,说明该省份存在管理无效率,未来应当着重优化管理。基于此规则,本文定制省级绿色发展策略如表 2 所示。

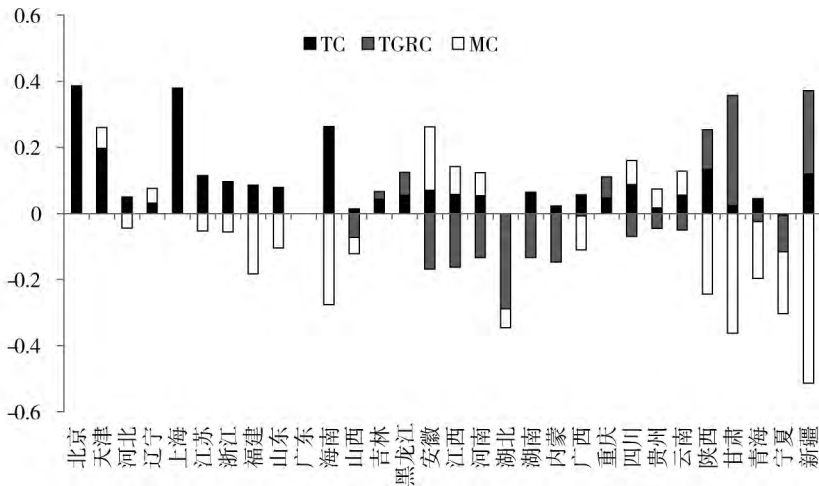


图 2 2001 - 2014 年中国省级绿色发展效率变动指数及其分解。

如表 2 所示,对于大部分省份来说,技术创新并不是未来需要解决的重点。这样的结果很容易理解,自“十五”以来,无论是中央的重大纲领规划,还是各级政府的工作计划,推动科技创新均被摆在了非常重要的位置。事实上,2001-2014 年无论从科技研发投入还是科研产出(如专利授权量)来看,各

省份均取得显著成效。但少部分省份,如西部地区的宁夏未来应重点增强自身技术创新能力。中西部地区省份应当考虑从东部较发达省份积极引进先进的技术设备。此外,东部的天津、河北、辽宁等 8 省,中部的山西、安徽、河南、湖北 4 省,以及西部的广西、贵州、云南等 8 省未来还应着力优化管理水平。

表 2 各省份绿色发展策略

省份	绿色发展策略			省份	绿色发展策略		
	技术创新	技术引进	优化管理		技术创新	技术引进	优化管理
北京				江西		√	
天津			√	河南		√	√
河北			√	湖北		√	√
辽宁			√	湖南		√	
上海				内蒙		√	
江苏			√	广西		√	√
浙江			√	重庆		√	
福建			√	四川		√	
山东			√	贵州		√	√
广东				云南		√	√
海南			√	陕西		√	√
山西		√	√	甘肃		√	√
吉林		√		青海		√	√
黑龙江		√		宁夏	√	√	√
安徽		√	√	新疆		√	√

具体到每一项策略,本文结合中国的实践作更进一步剖析。其中,由于绿色发展涉及到资源节约、环境优化和经济增长三个方面,因而绿色发展的管理问题包含两个方面:一是市场对于资源的配置问题,即市场这只“看不见的手”。比如能源价格由行政制定所带来的资源配置无效率,以及不合理的能源消费补贴等;另一个是政府对于环境监管的缺位问题。由于减排的公益性、外部性和动力缺乏性等导致了市场机制失灵。因此需要来自政府强有力的环境监管,对排放行为形成有效约束。绿色发展的技术创新问题则主要包含两个方面:一是技术创新的投入,即对于科技研发的经费投入。显然,来自政府强有力的科研投入支持和引导将有效推动整个经济体的技术创新发展。另一个是对于技术创新的激励和保护。积极鼓励民间资本投入科研领域,鼓励创新、保护创新,为技术创新创造良好的外部环境。为缩小区域间技术差距,应加强省份间特别是落后

省份与发达省份间的技术合作与交流。

#### 4 主要结论

基于方向距离函数和 SBM 模型,构建体现资源节约、环境友好和经济增长多重目标的绿色发展效率评价指标。随后,结合共同前沿函数和全局 Lu-enberger 指标将绿色发展效率变动分解为技术进步变动、技术差距变动和管理效率变动。并基于 2000-2014 年中国省级面板数据,从“技术创新”、“技术差距”和“管理效率”三个方面实证分析中国绿色发展现状、区域差异及其成因。最后,根据中国绿色发展呈现出的区域差异化特征,基于省级层面,从加强技术创新、缩小技术差距和优化管理三个方面量身定制绿色发展策略并给出相应可行的施政措施,指出各省份未来推动绿色发展的方向和侧重点。研究结果表明:

(1) 样本区间内,技术创新对中国绿色发展形成推动作用,但这一效应一定程度上被管理效率的下降和技术差距的扩大所抵消。这表明,中国在技术创新方面已取得长足进展并对中国的绿色发展起到了推动作用,但与此同时区域间非平衡性和管理问题加剧;(2) 依托其强劲的技术创新,东部地区绿色发展势头良好,中部和西部地区绿色发展相对滞后。东部和西部地区均存在较为严重的管理问题,其中西部地区最甚。西部与东部的技术差距近年来有逐步缩小的趋势,中部与东部则有不断扩大的趋势;(3) 各地区未来推动绿色发展的侧重点应有所不同。宁夏未来应重点增强自身技术创新能力,中西部所有省份应当着力缩小与东部地区的技术差距,东中西三大地区部分省份未来还应着力优化管理水平。具体到每一项策略,各地区还须根据自身实际情况有针对性地采取政策措施。

#### 参考文献:

- [1] 陈海嵩. “生态红线”制度体系建设的路线图[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(9): 52-59.
- [2] 李晓西, 刘一萌, 宋涛. 人类绿色发展指数的测算[J]. 中国社会科学, 2014, (6): 69-95. 207-208.
- [3] 陈诗一. 中国的绿色工业革命: 基于环境全要素生产率视角的解释(1980—2008) [J]. 经济研究, 2010, 11: 21-34. 58.
- [4] 周五七, 聂鸣. 基于节能减排的中国工业行业技术效率[J]. 经济管理, 2012, 11: 1-9.
- [5] 李谷成. 中国农业的绿色生产率革命: 1978—2008年[J]. 经济学(季刊), 2014, (2): 537-558.
- [6] 吴英姿, 闻岳春. 中国工业绿色生产率、减排绩效与减排成本[J]. 科研管理, 2013, (2): 105-111. 151.
- [7] 汪克亮, 杨力, 程云鹤. 异质性生产技术下中国区域绿色经济效率研究[J]. 财经研究, 2013, (4): 57-67.
- [8] 王兵, 唐文狮, 吴延瑞, 等. 城镇化提高中国绿色发展效率了吗? [J]. 经济评论, 2014, (4): 38-49. 107.
- [9] 岳书敬, 杨阳, 许耀. 市场化转型与城市集聚的综合绩效——基于绿色发展效率的视角[J]. 财经科学, 2015, 12: 80-91.
- [10] 王群伟, 周德群, 周鹏. 中国全要素二氧化碳排放绩效的区域差异——考虑非期望产出共同前沿函数的研究[J]. 财贸经济, 2010, (9): 112-117.
- [11] 汪克亮, 杨宝臣, 杨力. 基于技术差距的中国区域全要素能源效率研究[J]. 科学学研究, 2011, (7): 1021-1028.
- [12] Zhou P, Ang B W, Poh K L. A survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies [J]. European Journal of Operational Research, 2008, 189(1): 1-18.
- [13] 林伯强, 刘泓汛. 对外贸易是否有利于提高能源环境效率——以中国工业行业为例[J]. 经济研究, 2015, (9): 127-141.
- [14] Pastor J T, Lovell C A K. A global Malmquist productivity index [J]. Economics Letters, 2005, 88(2): 266-271.
- [15] 王兆华, 丰超, 郝宇, 等. 中国典型区域全要素能源效率变动走向及趋同性分析——以八大经济区域为例[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2013, (5): 1-9. 22.
- [16] 王兵, 刘光天. 节能减排与中国绿色经济增长——基于全要素生产率的视角[J]. 中国工业经济, 2015, (5): 57-69.
- [17] 李兰冰, 刘秉镰. 中国区域经济增长绩效、源泉与演化: 基于要素分解视角[J]. 经济研究, 2015, (8): 58-72.
- [18] Chambers R G, Färe R, Grosskopf S. Productivity growth in APEC countries [J]. Pacific Economic Review, 1996, 1(3): 181-190.
- [19] 丰超, 黄健柏. 中国碳排放效率、减排潜力及实施路径分析[J]. 山西财经大学学报, 2016, (4): 1-12.
- [20] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000 [J]. 经济研究, 2004, 10: 35-44.
- [21] Ouyang X, Sun C. Energy savings potential in China's industrial sector: From the perspectives of factor price distortion and allocative inefficiency [J]. Energy Economics, 2015, 48: 117-126.
- [22] Ouyang X, Lin B. Impacts of increasing renewable energy subsidies and phasing out fossil fuel subsidies in China [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014, 37: 933-942.
- [23] 张华, 魏晓平. 绿色悖论抑或倒逼减排——环境规制对碳排放影响的双重效应[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 9: 21-29.

## Technological innovation , technological gap and green development in China

YUAN Run – song<sup>1</sup> , FENG Chao<sup>1</sup> , WANG Miao<sup>1</sup> , HUANG Jian – bai<sup>2</sup>

( 1. School of Business , Central South University , Changsha 410083 , China;

2. Institute of Metal Resources Strategy , Central South University , Changsha 410083 , China)

**Abstract:** Combining directional distance function and SBM model , this paper proposed green development efficiency ( GDE) index reflecting the goals of energy conservation , emissions reduction , and economic growth. On this basis , this paper then decomposed GDE for empirically analyzing the current status and regional difference and its causes of China's green development. The results show that: ( 1) during the period of 2001 – 2014 , China's green development showed a sound development momentum. Technological innovation had promoted China's green development effectively and technological gap between regions gradually had been narrowed. However , the management problem had been intensifying ever since the beginning; ( 2) relying on its strong technological innovation , green development in the eastern region develops well. And green development in the central and western regions lags behind respectively because of the expansion of technology gap and the intension of management issues; ( 3) as China's green development shows distinct spatial characteristics , the focuses of promoting green development for China's provinces are quite different. This paper formulated green development strategies for China's 30 provinces from three aspects of promoting technological innovation , narrowing technological gap , and optimizing management , noting the direction of provincial green development.

**Key words:** green development efficiency; meta – frontier; technological innovation; technological gap; green development strategy

( 上接第 1575 页)

- [15] 舒博. 国有上市公司与非国有上市公司并购绩效的实证比较[J]. 企业经济 2008 ,10: 154 – 157.
- [16] 赵宸浩. 并购对企业创新能力的影响研究[D]. 大连理工大学 2009.
- [17] 李沐纯. 并购对企业技术创新的影响[D]. 华南理工大学 2010.
- [18] 温成玉 ,刘志新. 技术并购对高技术上市公司创新绩效的影响[J]. 科研管理 2011 ( 5 ): 1 – 7.
- [19] 张峥 ,宋婷安 ,柏春华. 基于持续创新能力的我国汽车产业并购绩效的实证研究[J]. 汽车工程 2011 , ( 5 ): 457 – 462.

## Empirical analysis of China enterprise innovation and acquisition

——Based on 2436 listed companies of 34 industries

ZHOU Cheng – xiong<sup>1</sup> , ZHAO Lan – xiang<sup>1</sup> , LI Mei – gui<sup>2</sup>

( 1. Institutes of Science and Development , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100190 , China;

2. University of Chinese Academy of Sciences , Beijing 100190 , China)

**Abstract:** This paper takes 2436 Corporations of A shares as an example , using multiple linear regression descriptive statistics examines whether the technological innovation is a factor that affects the company's acquisition and how an acquisition affects technological innovation in subsequent years. Empirical analysis shows that: First , innovation level has a positive effect on increasing the company's performance in other words , the innovation level can improve the performance of the company. Second , the companies who are weaker in innovation ability than others participate in the merger overall the companies participate in the merger have a lower rising speed in innovation before merging than the companies did not participate , though the empirical analysis shows innovation level have no significant effect on company M&A. Third , three years after merging , the companies participated in the merger have a higher growth level of innovation capability than the companies did not participate in the merger , and the companies previously who are weaker in innovation capability are more effectively to enhance innovation ability through mergers and acquisitions . In a word , the mergers and acquisitions promoted the innovation of the enterprise and increased the performance of the enterprises in China.

**Key words:** technological innovation; acquisition; empirical analysis