

---

# 企业生态效率的时空演变及其影响因素研究

杨红娟, 张成浩<sup>1</sup>

(昆明理工大学管理与经济学院, 云南昆明 650093)

**【摘要】**生态文明建设要求重视企业发展对环境带来的压力。运用 Super-SBM 模型和 Malmquist 指数, 选择云南 16 个州市 2006—2014 年面板数据为研究样本, 分别对企业生态效率进行静态评价和动态分解, 并运用 ArcGIS10.0 软件进一步分析了企业生态效率的空间分布状况, 通过构建 Tobit 模型, 探析影响企业生态效率的因素。研究结果表明: 2006—2014 年间, 云南企业生态效率总体水平不高, 整体呈现出微弱波动的进步态势, 地带性差异明显; 分区域来看, 东北部企业生态效率水平相对西南部要高; 经济发展水平和研发强度对企业生态效率产生了显著的正向影响, 外商投资产生了显著的负向影响, 产业规模和对外开放程度未产生显著影响。

**【关键词】** Super-SBM; 空间分布; Malmquist 指数; Tobit 模型回归

**【中图分类号】** F205

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1671-1254(2017)05-0055-08

全球经济的快速发展给环境带来的压力越来越大, 经济的可持续性增长已成为世界范围内普遍关注的问题, 企业作为社会经济活动的主体, 直接影响经济发展的质量。自十八大以来, 随着生态文明建设的推进, 生态效率作为一种有效衡量经济、资源与环境之间协调关系的工具, 被广泛应用于区域生态效率评价及生态文明建设水平的研究等方面。企业生态效率指企业所提供的产品价值与对环境压力总和的比值[1]。云南省位于中国西南部, 是我国西南生态安全的屏障, 云南 2006—2014 年间, 规模以上工业企业总产值从 3393.09 亿元增加到 10521.79 亿元, 规模以上工业企业单位数从 2601 个增加到 3797 个, 实现利润从 310.18 亿元增加到 478.92 亿元。随着云南企业的不断发展, 生态环境也在发生改变, 云南提出要努力成为生态文明建设的排头兵, 要实现这个目标, 企业的生态效率提升成为关键。基于此, 本文将以南南为例进行研究。

## 一、文献综述

国内外专家学者分别从不同视角对生态效率进行了研究。关于生态效率评价方法的研究方面, Oggioni[2]等采用定向距离函数构建了能够有效测算生态效率的模型, 并使用 DEA 模型计算了各个国家水泥行业生态效率。Kobayashi[3]等提出了基于径向投影决策单元的 DEA 评价方法。潘兴侠[4]等从生产效率角度提出了一种参数前沿分析方法, 使用随机前沿生产函数模型, 对

---

**收稿日期:** 2017-04-10

**基金项目:** 国家自然科学基金项目“云南少数民族贫困地区生态文明建设关键因素和有效路径研究”(71463034); 国家自然科学基金项目“基于生态文明的少数民族农户低碳行为模式研究——以云南为例”(71263030); 省院省校合作项目“碳排放交易市场机制下云南企业碳减排效率研究”

**作者简介:** 杨红娟(1966—), 女, 教授, 博士生导师, 主要从事可持续发展管理研究。

中部六省生态效率的时空差异进行分析。焦兵[5]等运用考虑非期望产出的 Super-SBM 模型对丝绸之路经济带沿线 10 省份工业环境效率进行了动态评价。史丹[6]等以人均生态盈亏表示生态压力，以单位生态足迹的 GDP 产出表示生态效率，对我国生态环境状况和生态效率进行了定量分析评价。

关于区域、城市生态效率的研究方面，Korhonen 与 Luptacik[7]使用两种 DEA 方法对欧洲不同国家火力发电站的生态效率进行了研究。Camarero[8]等基于 DEA 方法对欧盟国家生态效率进行了研究。李健[9]等使用非参数距离函数对我国省份生态效率进行评价，并使用 Malmquist 指数对生态效率进行动态分析。汪克亮[10]等将经济生产过程中自然资源的消耗和环境污染的排放看做“环境压力”，结合视窗分析法和 DEA 理论，测算了长江经济带各省市的生态效率。李佳佳[11]等以中国 281 个地级市为样本，建立了空间计量和门槛面板模型，分析了城市规模对生态效率的影响因素和区域差异。

关于行业、企业生态效率的研究方面，Picazo-Tadeo[12]等基于 DEA 方法与方向性距离函数，测算了不同目标下西班牙橄榄油企业的经济与生态绩效。王艳红[13]等运用数据包络分析法，测算了我国电力工业和火电行业的生态效率，并采用 Tobit 模型分析了电力工业与火电行业的生态效率、经济效率与环境效率之间的关系。郭文[14]等采用非期望 SBM 模型，对我国工业行业生态全要素能源效率进行测算。孔海宁[15]运用数据包络分析法和 Malmquist 指数对中国钢铁企业的生态效率进行评价。

以上文献表明：国内外学者对生态效率的评价方法、经济效益与生态效率的相互关系等方面进行了研究，但企业的产出在变化，对区域环境的压力也在不断改变。因此，需要从时间和空间两方面针对区域企业的生态效率进行研究。本文通过文献选择企业生态效率评价指标，以云南为例，运用 Super-SBM 模型对企业 2006—2014 年生态效率值进行测算，并对其空间格局进行分析，然后结合 Malmquist 指数对企业生态效率变化情况进行动态分解，目的是通过静态分析、空间格局演变以及动态分解等方法的结合，来全面评价企业生态效率的时空演变规律。最后，通过构建 Tobit 模型，分析影响生态效率的因素，提出提升企业生态效率的对策措施。

## 二、企业生态效率测算分析

### (一) 研究方法

1. Super-SBM 模型。SBM 模型由 Tone[16]于 2001 年提出，该模型是基于松弛变量测度的非径向、非角度的 DEA 分析方法，其突出优点是效率值随着投入和产出松弛程度的变化而严格变化，但该模型测得的效率值会出现多个决策单元同时为 1 的情况，以至于无法对这些决策单元进一步进行评价。针对该问题，2002 年提出了 Super-SBM 模型，该模型能够在多个决策单元均有效的情况下进一步进行比较分析。

2. Malmquist 指数。Super-SBM 模型属于超效率模型分析的一种。而超效率分析模型仅能从静态方面对生态效率进行分析[18]，不能反映效率的动态变化，无法对造成生态效率变动的结构原因进行识别[19]，Malmquist 指数能够有效解决此问题。Malmquist 指数最早由 StenMalmquist 于 1953 年提出，Fare 在其研究的基础上于 1989 年把 DEA 与 Malmquist 相结合，Malmquist 具体计算公式如下<sup>[19-20]</sup>：

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_V^t(x^t, y^t)}$$

$$\begin{aligned} & \times \frac{D_C^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_V^t(x^t, y^t) / D_C^t(x^t, y^t)} \times \\ & \left[ \frac{D_C^t(x^t, y^t)}{D_C^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_C^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_C^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} = \text{tfpch} = \\ & \text{pech} \times \text{sech} \times \text{techch} \quad (1) \end{aligned}$$

通过公式 (1) 可计算出  $M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ , 其值大于 1, 表示生产率提高; 其值小于 1, 表示生产率出现下降。公式 (1) 中:

$$\frac{D_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_V^t(x^t, y^t)}$$

为纯技术效率 (pech);

$$\frac{D_C^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_V^t(x^t, y^t) / D_C^t(x^t, y^t)}$$

为规模效率 (sech);

$$\frac{D_C^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_V^t(x^t, y^t) / D_C^t(x^t, y^t)}$$

技术进步 (techch);

纯技术效率 (pech) 与规模效率 (sech) 的乘积为综合技术效率 (effch), 即  $\text{pech} \times \text{sech} \times \text{effch}$ 。

(二) 指标选取与数据来源通过借鉴成金华[21]、付丽娜<sup>[22]169-175</sup>、郭露<sup>[23]58</sup> 等对生态效率评价指标体系的相关研究, 并结合企业生态效率的内涵及特点, 构建了企业生态效率评价指标体系, 如表 1 所示:

表 1 云南省企业生态效率评价指标体系

类别	指标	体指标构成	内容
投入指标	环境污染	废水排放	工业废水排放总量
		废气排放	工业废气排放总量
		固废产量	工业固体废物产生量

	资源消耗	水资源消耗	工业用水总量
		土地消耗	建成区面积
产出指标		经济发展水平	工业总产值

注：本文所有指标原始数据来源于各年《云南统计年鉴》和《中国区域经济统计年鉴》，考虑到数据的可获取性和连续性，本文选取了云南 16 个州市 2006—2014 年共 9 年的区域面板数据进行研究。为便于数据分析，在对面板数据进行 Tobit 模型回归时，对部分指标取对数处理。

(三) 企业生态效率静态分析及其空间分布 1. 企业生态效率静态分析。根据本文所构建的企业生态效率评价指标体系，运用 2006—2014 年云南 16 个州市相关数据，使用 Super-SBM 模型，经过测算得到云南各州市 2006—2014 年企业生态效率值，结果见表 2 所示：

表 2 云南省 16 个州市企业生态效率值

城市	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	均值
昆明	1.173	1.107	1.151	1.076	1.080	1.242	1.277	1.070	1.524	1.189
曲靖	0.594	0.549	0.237	0.499	0.470	0.610	0.709	1.162	1.059	0.654
玉溪	1.538	1.839	1.801	1.844	1.689	1.612	1.585	1.433	1.376	1.635
保山	0.287	0.331	0.333	0.376	0.393	0.270	0.333	0.368	0.387	0.342
昭通	0.560	1.125	1.236	1.150	1.198	1.246	1.033	0.626	0.478	0.961
丽江	0.426	0.396	0.494	0.717	1.151	1.447	0.757	0.713	0.723	0.758
普洱	0.248	0.367	0.460	0.512	0.471	0.452	0.403	0.328	0.357	0.400
临沧	0.345	0.487	0.495	0.401	0.496	0.441	0.459	1.019	0.565	0.523
楚雄	0.539	0.478	0.525	0.545	0.561	0.614	1.041	1.038	0.664	0.667
红河	0.489	0.472	0.525	0.452	0.414	0.504	0.604	0.592	0.551	0.511
文山	0.348	0.386	0.377	0.418	0.456	0.470	0.558	0.553	0.614	0.464
西双版纳	1.071	1.195	1.076	1.060	1.106	1.010	0.359	1.050	1.028	0.995
大理	1.845	1.513	1.287	1.153	1.184	0.702	1.372	1.487	1.482	1.336
德宏	0.185	0.289	0.304	0.282	0.301	0.515	0.396	0.293	0.331	0.322
怒江	1.409	1.617	1.063	0.287	0.194	0.344	0.324	0.405	0.370	0.668
迪庆	0.327	0.233	1.132	0.652	0.632	0.242	0.329	0.332	0.498	0.486
均值	0.712	0.774	0.781	0.714	0.737	0.733	0.721	0.779	0.750	0.745

由表 2 可知：云南企业生态效率总体水平不高，2006—2014 年生态效率水平均值均低于 1，处于 0.712-0.781 之间，整体上处于一种微弱波动的状态。其中，2006—2008 年、2009—2010 年和 2012—2013 年呈上升态势，其余各年处于下降态势。导致这种现象的主要原因在于云南处于我国西南边陲，经济社会发展相对落后，企业在大力发展经济的同时，往往会以资源的高消耗和环境的高污染为代价，导致云南经济、资源和环境三者之间关系的失衡，进而使得云南企业生态效率整体水平呈现出一种相对较低的状态。

而从各州市 2006—2014 年企业生态效率均值来看，昆明、玉溪和大理企业生态效率水平均值均大于 1，说明昆明、玉溪和大理企业生态效率水平相对较高；其余各州市企业生态效率均值均小于 1，相比昆明、玉溪和大理处于相对较低水平，其中德宏州企业生态效率均值最低仅 0.322，其原因在于德宏州工业总产值相对云南其他州市处于较低水平，而工业三废排放和资源消耗却相对较高，最终导致该地区企业生态效率处于较低水平。

2. 企业生态效率空间格局。为进一步对企业生态效率的空间格局进行分析, 本文使用 Arc-GIS10.0 软件, 以云南省各州市 2006 年、2009 年、2012 年和 2014 年企业生态效率值为数据, 使用自然间断点分级法, 对企业生态效率的空间格局进行定量分析。

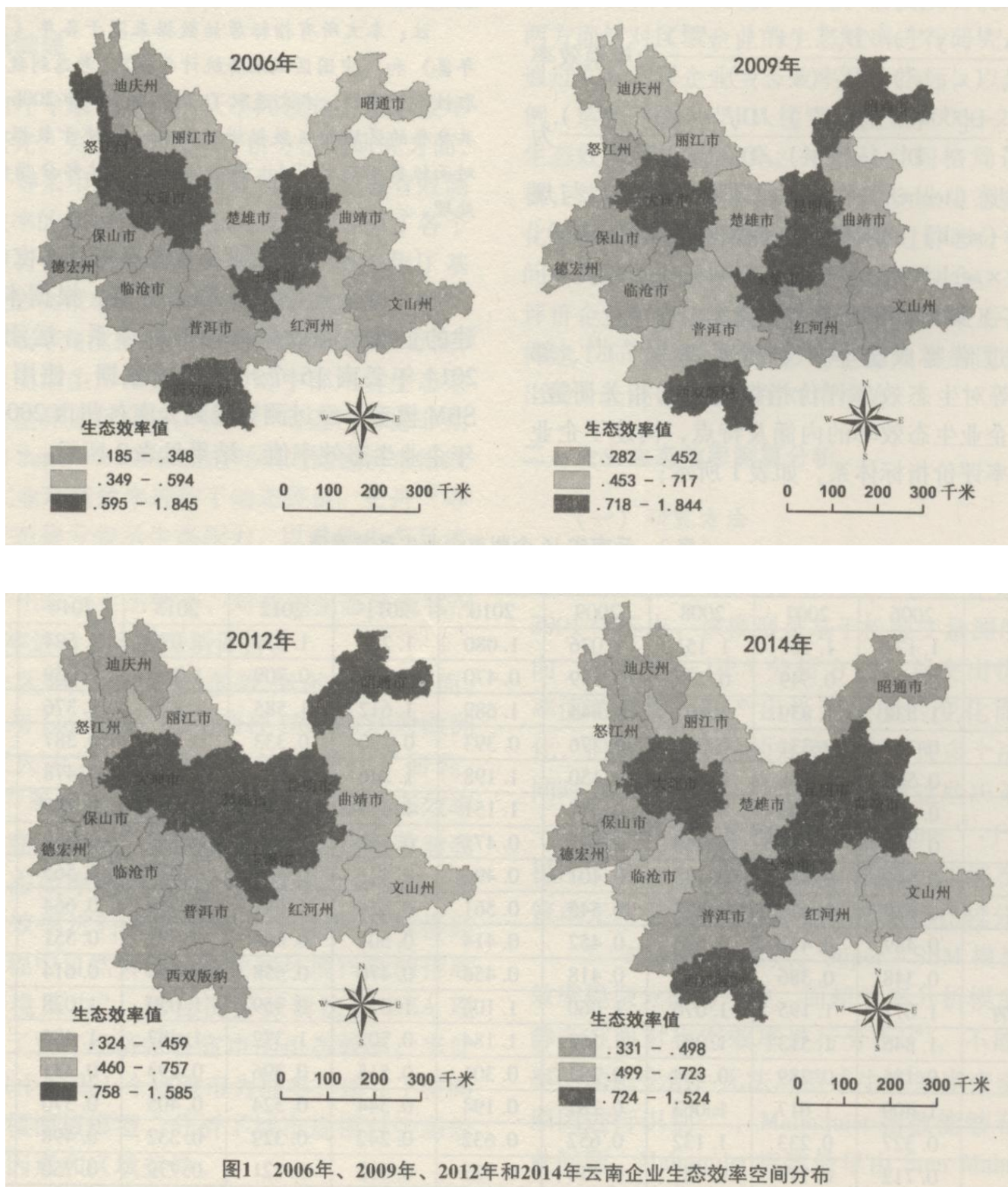


图1 显示: 云南企业生态效率地带性差异明显。从东西方向来看, 中部地区企业生态效率相对较高, 东部次之, 西部较低;

从南北方向来看，北部地区企业生态效率比南部地区相对要高。总体看来，东北部企业生态效率水平相对西南部要高，其原因在于东北部以省会城市昆明为中心，地理位置相对优越，经济实力相对雄厚，技术水平较先进，使得该区域企业生态效率处于较高水平；而西南部远离省会城市昆明，经济发展相对缓慢，能源利用效率低，科技比较落后，且要素分配不合理，该区域企业往往以高能耗、高污染的方式追赶经济相对较高的地区，导致资源浪费和环境污染，最终使得该区域企业生态效率处于较低水平。

从2006年、2009年、2012年和2014各年份的分布情况来看，云南企业生态效率差异水平整体稳定，个别年份部分地区出现波动；具体看来，昆明、大理和玉溪相对稳定于较高的水平；西双版纳和昭通在2012年和2014年出现较大波动，由企业生态效率较高地区下降到较低地区；德宏、保山、临沧、普洱、迪庆和怒江相对处于较低水平，丽江、楚雄、曲靖、红河、文山相对处于中等水平。云南不同区域企业生态效率的空间分布状态，间接反映了该区域企业经济发展水平与资源利用效率和环境污染之间的相互作用关系。

#### (四) 企业生态效率动态分析

本文采用表1指标，使用Deap2.1软件计算得出2006—2014年云南省16个州市年份平均Malmquist指数和16个州市年均Malmquist指数，见表3、表4所示。

表3 云南省16个州市各年平均Malmquist指数及其分解

年份	综合技术效率 effch	技术进步 techch	纯技术效率 pech	规模效率 sech	全要素生产率 tfpch
2006—2007	1.019	1.087	1.086	0.938	1.107
2007—2008	1.046	1.011	0.967	1.082	1.058
2008—2009	1.038	0.965	1.046	0.992	1.001
2009—2010	0.945	1.242	1.015	0.932	1.174
2010—2011	1.079	0.680	1.032	1.046	0.734
2011—2012	1.017	1.301	1.088	0.935	1.323
2012—2013	1.036	1.135	0.965	1.074	1.176
2013—2014	0.987	1.126	0.995	0.992	1.111
均值	1.020	1.051	1.023	0.997	1.072

表3显示：云南企业全要素生产率在2006—2014年间，除2010—2011年小于1外，其它评价期间的全要素生产率均大于1，且其均值为1.072大于1，说明企业生态效率整体呈现进步态势。从各要素均值来看，综合技术效率均值为1.020，技术进步均值为1.051，纯技术效率均值为1.023，规模效率均值为0.997，由此可见综合技术效率、技术进步和纯技术效率在一定程度上促进了企业全要素生产率的生长。其中，技术进步对全要素生产率的拉动力度最大，说明云南对企业科技创新和节能减排技术的重视已成为云南企业生态效率提高的重要动力，而规模效率均值为0.997小于1，说明规模效率对全要素生产率的生长起到了一定的阻碍作用。

从各要素分解来看，综合技术效率除2009—2010年和2013—2014年低于1外，其它各时间段均大于1，且均值大于1，说明综合技术效率整体看来处于进步状态；技术进步和全要素生产率的变化趋势基本保持一致，纯技术效率和规模效率均呈现出波动的上升和下降的随机变动状态，且规模效率大多数时间段内均小于1，其均值也小于1，说明规模效率长期存在着下降趋势。

表4 2006—2014年云南省16个州市年均Malmquist指数及其分解

城市	综合技术效率 effch	技术进步 techch	纯技术效率 pech	规模效率 sech	全要素生产率 tfpch
昆明	1.000	1.114	1.000	1.000	1.114
曲靖	1.033	1.055	1.033	1.000	1.090
玉溪	1.000	1.032	1.000	1.000	1.032
保山	1.050	1.030	1.055	0.995	1.082
昭通	0.982	1.048	0.976	1.005	1.029
丽江	1.052	1.117	1.000	1.052	1.175
普洱	1.026	1.057	1.029	0.996	1.084
临沧	1.051	1.037	1.057	0.994	1.090
楚雄	1.043	1.075	1.056	0.988	1.122
红河	1.028	1.029	1.029	0.998	1.057
文山	1.056	1.051	1.061	0.995	1.110
西双版纳	1.000	1.037	1.000	1.000	1.037
大理	1.000	1.077	1.000	1.000	1.077
德宏	1.055	1.043	1.081	0.976	1.101
怒江	0.956	0.977	1.000	0.956	0.935
迪庆	0.999	1.046	1.000	0.999	1.045
均值	1.020	1.051	1.023	0.997	1.072

表4显示,2006—2014年云南省全要素生产率除怒江外其它15个州市均大于1,其中年均增长率为7.2%,说明除怒江企业生态效率出现下降外,其它15个州市均呈现出上升态势,而且整体看来,云南企业生态效率也呈现上升趋势。从年均增长率的分解来看,除了规模效率下降了0.3%外,其余各要素均呈上升态势。其中,年均综合技术效率上升了2%,技术进步上升了5.1%,纯技术效率上升了2.3%,这再一次证明了技术进步是云南企业生态效率上升的主要推动力。而技术进步增长最慢的是怒江,这是导致怒江企业生态效率偏低且出现下降的原因之一,技术进步增长最快的是丽江,这也间接使得丽江的全要素生产率呈现出较快的增长趋势。

从各州市具体情况来看,丽江、楚雄、昆明、文山、德宏、临沧、曲靖、普洱、保山和大理增长速度相比其它州市较快,其全要素生产率增长分别为17.5%、12.2%、11.4%、11%、10.1%、9%、9%、8.4%、8.2%、7.7%,均高于全要素生产率的年均增长率。值得一提的是,德宏、保山、普洱、文山等地区企业生态效率均值相对其它州市偏低,但其增长速度却很快,整体呈现出较好的发展势头。怒江全要素生产率不仅没有上升反而降低了6.5%,究其原因,不难发现除纯技术效率保持不变外,其综合技术效率、技术进步和规模效率均呈现下降趋势,最终导致其全要素生产率也出现下降。

### 三、企业生态效率影响因素分析

上述研究表明:云南企业生态效率在时间维度上表现为生态效率持续在较低水平,呈现出微弱的波动但整体上升的态势;在空间维度上呈现出东北部企业生态效率水平高于西南部的特征。因此,有必要对云南企业生态效率的影响因素进行研究,以便根据研究结果提出相应对策。

由于企业生态效率的影响因素众多,不仅仅只受参与绩效评价的投入产出指标的影响,还会受到其它外在因素影响<sup>[22]169-175, [23]116-121</sup>。因此,本文为进一步探讨企业生态效率影响因素,在参考已有研究成果的基础上结合云南实际情况,并根据数据的可获得性与连续性,主要考虑以下几个因素:经济发展水平(rgGDP),用各州市人均GDP衡量;外商投资(wstz),用各州市实际利用外商投资金额表示,并通过年均中美汇率进行换算;产业规模(cygm),用各地区大中型企业单位数/地区工业企业单位数;研

发强度 (yfqd),用各州市独立研究与开发机构人员数表示;对外开放程度 (dwkf),用进出口总额占 GDP 比重表示。以云南 2006—2014 年企业生态效率值为因变量,通过构建 Tobit 模型进行回归分析,其结果见表 5 所示:

表 5 企业生态效率影响因素 Tobit 回归结果

变量	系数	标准差	Z 值
InrgGDP	0.258***	0.0729216	3.53
Inwstz	-0.098***	0.0254603	-3.85
Inyfqd	0.147**	0.0709642	2.07
cygm	0.173	0.4204389	0.41
dwkf	-0.536	0.4231448	-1.27
_cons	-2.464***	0.7736216	-3.18

注: \*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著。

表 5 显示:各自变量对因变量的影响有正向的也有负向的,其中经济发展水平 (rgGDP),和研发强度 (yfqd)对云南企业生态效率产生了显著的正向影响,外商投资 (wstz)对云南企业生态效率产生了显著的负向影响,产业规模(cygm)和对外开放程度 (dwkf)未对云南企业生态效率产生显著影响。

0. 从经济发展水平和研发强度对云南企业生态效率的关系来看,二者对云南企业生态效率的回归结果均显著为正,说明经济发展水平和研发强度均在一定程度上促进了云南企业生态效率的发展。经济发展水平和研发强度每提高 1 个百分点,云南企业生态效率就会分别提高 0.258 和 0.147 个百分点。这说明经济发展水平和研发强度是推动云南企业生态效率不断提升的主要动力。具体来讲,伴随着经济发展水平的不断提高,人们对生活环境质量的要求也就越来越高,其生活和消费习惯也将发生很大改变,低碳生活和绿色消费将成为主体,这将间接影响企业积极进行绿色生产;同时,人们对环境质量要求的不断提高,还会督促企业积极进行技术革新和污染物处理,有利于其企业生态效率水平的改善。此外,研发强度的高低体现了一地区对科学技术的重视程度,科技水平越高越有利于企业进行资源节约和环境污染治理方面的创新,能够有效提高企业在生产运营过程中资源利用效率,降低污染物的排放,进而对企业生态效率提升起到一定的促进作用。

1. 外商投资对云南企业生态效率的回归结果显著为负,表明外商投资对云南企业生态效率的提高产生了显著的负向影响,外商投资每增加一个百分点将导致云南企业生态效率下降 0.098 个百分点,这一回归结果与云南实际情况相吻合,云南位于中国西南部,经济社会发展相对落后,各州市在进行招商引资的过程中,经常只看重外商投资的数量,忽视了投资质量和投资方向,部分投资金额流向了高污染、高消耗的传统工业企业领域,成为了国外低级产业的转移地,进而对云南企业生态效率产生了显著的负向影响。

2. 产业规模虽然也对云南企业生态效率产生了正向影响,但其回归结果并不显著,这可能是由于云南地处西南,交通不便,经济发展整体相对落后,各州市企业产业规模相差不大,主要以中型企业和小型企业为主等原因有关。产业规模越低,规模效应就越低,只有形成大中型企业群,才会形成较强的规模效应,而且,产业规模只有达到一定水平,其经济实力才更强,更有能力投入资金、设备和人员去提高企业的研发能力。对外开放程度与云南企业生态效率的回归结果为负,但其影响也不显著,说明对外开放程度对云南企业生态效率的影响不大。

## 四、研究结论与对策建议

### (一) 研究结论

---

通过对企业生态效率时空演变及其影响因素进行分析,得到如下结论:

1. 2006—2014年间,云南企业生态效率总体水平不高,整体上处于一种微弱波动的状态,其中,2006—2008年、2009—2010年和2012—2013年处于上升态势,其余各年处于下降态势。通过对云南省16个州市Malmquist指数的分析发现,在2006—2014年间,云南企业生态效率整体呈现出进步的态势,从各要素分解来看,综合技术效率整体处于进步状态;技术进步和全要素生产率变化趋势基本保持一致,纯技术效率和规模效率均呈现出波动的上升和下降的随机变动状态,技术进步是云南企业生态效率上升的主要推动力。

2. 昆明、玉溪和大理企业生态效率水平相对其它州市较高,德宏企业生态效率均值在16个州市中处于最低水平。云南企业生态效率空间分布图进一步显示,云南企业生态效率地带性差异明显。分区域来看,该省中部地区企业生态效率相对较高,东部次之,西部较低,北部地区企业生态效率较南部地区要高。整体看来,该省东北部企业生态效率水平相对西南部要高。

3. 通过Tobit模型回归分析可看出:经济发展水平(rgGDP)和研发强度(yfqd)对云南企业生态效率产生了显著的正向影响,一定程度上促进了云南企业生态效率整体水平的提高。外商投资(WStZ)对云南企业生态效率产生了显著的负向影响,一定程度上不利于云南企业生态效率整体水平的提高。产业规模(cygm)和对外开放程度(dwkf)未对云南企业生态效率产生显著影响。

## (二) 对策建议

1. 政府层面。首先,鼓励和扶持绿色创新型企业的发展,由于绿色创新型企业生产经营的过程中资源消耗低、污染排放少,对环境的影响也相对较小。因此,对于投资新建的绿色创新型企业,地方政府应给予相关政策支持。其次,加强政府的监管力度,完善相关法律,对于高污染高消耗的企业,应要求其限期整改,并处罚款。最后,调整地区产业结构,逐渐推进产业结构的优化升级,通过产业结构的优化升级不断改变传统产业高污染、高消耗的现状。州市政府要不断鼓励和扶持小型、微型企业积极进行合并重组,使其逐渐向大中型企业过渡升级,引导企业进行集聚发展,形成具有一定实力的产业群,充分发挥规模效应。

2. 企业层面。首先,加大研发资金的投入,提高研发强度。企业最贴近市场,能前瞻性地把握市场发展所产生的潜在需求,研发也能体现以市场为导向,目标更具针对性,能尽快把研究开发中取得的技术优势转化为产品优势,并进一步转化为竞争优势,从而在市场竞争中赢得主导权。随着供给侧改革的推进,企业只有把握住新技术的制高点,才能在竞争中处于不败地位。其次,通过创新型龙头企业,辐射和带动该区域其它中小型企业不断进行绿色生产,由最初的创新企业点逐渐发展成创新企业群。最后,云南企业生态效率地带性差异明显,主要表现为以省会城市昆明为中心的核心区域明显高于其外围区。因此,要充分发挥昆明企业的辐射带动作用,促进企业间资源共享,尤其是科技创新技术和人才的共享,相互渗透,相互促进,相互依存,在竞争中合作,在合作中竞争,体现双赢原则,共同提升企业生态效率。

## 参考文献:

[1] OECD PROCEEDINGS. Innovation and the Environment[M]. Paris: OECD, 2000: 58-82.

[2] OGGIONI G, RICCARDI R, TONINELU R. Eco-efficiency of the world cement industry: A data envelopment analysis[J]. Energy Policy, 2011, 39(5): 2842-2854.

[3] KOBAYASHI Y, KOBAYASHI H, HONGU A, et al. A Practical Method for Quantifying Eco-efficiency Using Eco-design Support Tools[J]. Journal of Industrial Ecology, 2005, 9(4): 131-144.

- 
- [4] 潘兴侠, 何宜庆. 中部六省生态效率评价及其与产业结构的时空关联分析[J]. 统计与决策, 2015(3): 127-130.
- [5] 焦兵, 孙君厚. 丝绸之路经济带工业环境效率的动态评价及影响因素研究[J]. 统计与信息论坛, 2015(11): 44-48.
- [6] 史丹, 王俊杰. 基于生态足迹的中国生态压力与生态效率测度与评价[J]. 中国工业经济, 2016(5): 5-21.
- [7] KORHONENPJ, LUPTACIK M. Eco - efficiency analysis of power plants: An extension of data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2004, 154 (2): 437 -446.
- [8] CAMARERO M, CASTILLO J, PICAZO -TADEO A J. Eco - Efficiency and Convergence in OECD Countries [J]. Environmental and Resource Economics, 2013, 55 (1): 87 -106.
- [9] 李健, 邓传霞, 张松涛. 基于非参数距离函数法的区域生态效率评价及动态分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(4): 19-23.
- [10] 汪克亮, 孟祥瑞, 程云鹤. 环境压力视角下区域生态效率测度及收敛性——以长江经济带为例[J]. 系统工程, 2016(4): 109-116.
- [11] 李佳佳, 罗能生. 城市规模对生态效率的影响及区域差异分析[J]. 中国人口. 资源与环境, 2016(2): 129-136.
- [12] PICAZO - TADEO A J, BELTRAN - ESTEVE M, G6MEZ - LIM6N J A. Innovative Applications of O. R. : Assessing eco - efficiency with directional distance functions [J]. European Journal of Operational Research, 2012, 220 (3): 798 -809.
- [13] 王艳红, 叶文明. 计及碳排放的电力工业与火电行业生态效率实证分析 (2001-2011)[J]. 科技管理研究, 2015(3): 215-219.
- [14] 郭文, 孙涛. 中国工业行业生态全要素能源效率及其收敛性[J]. 华东经济管理, 2015(2): 74-80.
- [15] 孔海宁. 中国钢铁企业生态效率研究[J]. 经济与管理研究, 2016(9): 88-95.
- [16] TONE K. A slacks - based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130 (3): 498 -509.
- [17] TONE K. A slack - based measure of super - efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143 (1): 32-41.
- [18] 吴金艳. 西部地区生态效率测度及其影响因素研究[J]. 学术论坛, 2014(6): 70-75.
- [19] 李青松, 徐国劲, 邓素君, 等. 基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型的河南省生态效率研究[J]. 环境科学与技术, 2016(4): 194-199.
- [20] 陈梅, 赵炜涛, 邬雪雅. 中国两型社会试验区生态效率对比研究[J]. 科技进步与对策, 2015, 32(22): 39-45.

- 
- [21] 成金华, 孙琼, 郭明晶, 等. 中国生态效率的区域差异及动态演化研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1):47-54.
- [22] 付丽娜, 陈晓红, 冷智花. 基于超效率 DEA 模型的城市群生态效率研究: 以长株潭“3+5”城市群为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(4).
- [23] 郭露, 徐诗倩. 基于超效率 DEA 的工业生态效率——以中部六省 2003—2013 年数据为例[J]. 经济地理, 2016(6).