

四川省产业绿色增长测度

——基于全省 21 个市（州）的城市面板数据分析*¹

丰晓旭¹ 朱春辉² 岳鸿飞³

【内容摘要】：本文以产业绿色增长为视角，基于熵值法和 SBM-DDF 方法分别测算了 2009—2014 年四川省产业绿色发展指数和 2005—2014 年全省 21 个市（州）的产业绿色全要素生产率。测算结果表明，近年来四川省产业绿色发展呈现总体增长态势，但传统工业发展模式仍有一定惯性，第三产业的比重有待进一步提升；以往绿色发展薄弱的四川中部和南部地区，绿色全要素生产率水平有显著提升。应保持以天府新区为核心的城市群绿色发展步伐，并注重提升本省重化工业和资源型城市的产业绿色化水平。

【关键词】：产业绿色增长；绿色全要素生产率；SBM-DDF 模型

【中图分类号】：F124.1 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1000-8306（2017）09-0072-12

一、引言

自党的十八大以来，党中央、国务院高度重视生态文明建设与经济绿色发展。2015 年 3 月，中央政治局会议上首次提出“绿色化”，将“绿色化”与“新型四化”并列成为“五化”。2015 年 10 月，党的十八届五中全会提出“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念。中央高度关注绿色和可持续发展，强调“绿水青山就是金山银山”。

四川是我国的资源大省、人口大省、经济大省，生态资源丰富，人口与经济总量均居西部首位，产业门类齐全、体系完整、基础夯实，是我国西部工业特别是装备制造业的重要基地。伴随着快速的经济增长，特别是工业化进程的不断推进，四川省资源环境也遭受了严重的破坏，部分传统产业产能过剩，资源浪费严重，生产污染现象明显，空气污染、水污染等问题尤为突出。

《四川省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中的第三篇和第八篇对加快现代农业、先进制造业、清洁能源产业和现代服务业等绿色产业的发展提出了具体要求^[1]。《中共四川省委关于推进绿色发展建设美丽四川的决定》提出要构建绿色低碳产业体系，并在工业提质增效、服务业绿色低碳发展、农业发展方式转变等方面阐述了具体的任务与措施，同时强调了要做大做强节能环保装备产业、“绿色四川”旅游产业和文化产业等绿色低碳产业^[2]。

近年来，伴随着绿色发展理念在四川省的贯彻执行，当地产业绿色转型步伐明显加快，以高污染、高耗能为特点的传统产业优势显著削弱，落后产能加速淘汰，产业朝中高端方向迈进，航空与燃机、新能源汽车、节能环保装备、页岩气和轨道交通、石墨烯、玄武岩纤维、中医药等新兴产业成为产业绿色增长的重要动力。同时，省内各城市也规划出了自身的功能定位与发展

¹**基金项目**：本文是课题负责人李晓西教授承担的 2015 年四川省人才办委托课题（四川省“十三五”绿色产业发展研究）的阶段成果。

作者简介：丰晓旭（1985—），北京师范大学经济与资源管理研究院，博士生。电子邮箱：fxxfeng@163.com。

朱春辉（1985—），西南财经大学经济学院，博士生。电子邮箱：zhuchunhui85@163.com，

岳鸿飞（1990—），北京师范大学经济与资源管理研究院，博士生。电子邮箱：974306532@qq.com。

重点。

为进一步研究四川省产业绿色发展的实际水平，配合四川省推进绿色产业发展的部署，本文以产业绿色增长为视角，通过测度四川省产业绿色发展指数和全省 21 个市(州)产业绿色全要素生产率，评估四川省产业绿色发展的水平，并对省内城市绿色发展水平进行比较和分析。

二、文献与方法综述

针对地区经济与产业绿色增长的测算评估，国内外机构和学者基于不同的角度和方法已开展了较丰富的研究。通过梳理相关文献，评估绿色经济增长的研究方法主要分为两类。

第一类为指标法，即基于绿色增长理论的概念内涵，通过不同方面的分项指标数据计算总体绿色增长水平，其指标权重可采用德尔菲法等主观打分法或熵值法、标准离差法等客观赋权法。当前国内外存在一些比较有影响力的绿色增长指标，由国际经合组织(OECD)2011年建立的绿色增长指标，涵盖环境与资源生产力(Environmental & Resource Productivity)、自然资源存量(Natural Resource Stock)、环境与生活质量(Environmental Quality of Life)及政策响应与经济机会(policy Response & Economic Opportunity)四大方面的指标体系^[3]。由北京师范大学李晓西教授等(2010)研究的中国绿色发展指数，基于经济增长绿化度、资源环境承载潜力和政府政策支持度三大维度，选取省级 60 项指标和城市 44 项指标对省份与重点城市进行测算，采用德尔菲法赋权^[4]。

第二类为模型法，即通过构建经济数理模型，计算绿色增长效率或绿色全要素生产率。利用模型评估绿色增长又有非参数法与参数法之分。非参数方法则以数据包络分析(DEA)为代表，不需假定生产函数具体形式。如林卫斌、陈彬(2011)以能源投入变量和主要污染排放量为投入变量，以 GDP 为产出变量，运用 DEA 测算了 2008 年各地区 GDP 绿色指数的情况^[5]。赵峥(2013)运用基于四阶段 DEA 和 Bootstrap-DEA 模型计算了我国 30 个省会城市和直辖市的绿色公共支出效率^[6]。参数分析法以随机前沿分析(SFA)为代表，SFA 预设了函数形式，对数据的产出指标需要单一化。如顾乃华(2010)利用城市面板数据和随机前沿函数模型，分析了生产性服务业对工业发挥外溢效应的渠道^[7]。胡求光、李洪英(2011)运用 SFA 方法，就长三角、珠三角和环渤海三大经济区的 R&D 对技术效率的影响机制及其区域差异进行了实证分析^[8]。然而，绿色属性要素多以产出形式存在，如污染物排放等指标，因此将其纳入生产函数并作为投入变量将与事实相左。Chung 等(1997)运用了基于方向性距离函数(DDF)的环境规制行为分析模型，将污染物看作具有负外部性的非期望产出^[9]。但该方法对非期望产出减少和期望产出增加采取同比例处理(径向假定)，没有考虑投入和产出变量的松弛性问题，这与现实有所不符(陈诗一，2012)^[10]。为克服该缺陷，国外学者构建了基于松弛测度的方向性距离函数(SBM-DDF)(Fukuyama & Weber, 2009)^[11]，国内学者也开始应用这一方法(陈诗一，2012^[10];张江雪、蔡宁、杨陈，2015^[12])。

三、基于熵值法的四川省产业绿色发展指数测算与分析

(一) 评价体系构建与权重计算方法

本文借鉴由北京师范大学经济与资源管理研究院、西南财经大学发展研究院和国家统计局中国经济景气监测中心《中国绿色发展指数报告—区域比较》系列报告的指标体系框架，将产业绿色发展指标重点划分为绿色增长效率、第一产业、第二产业、第三产业、产业环境保护五大方面，选取了 24 个具体指标，其中，正向指标 15 个、逆向指标 9 个，见表 1。

表 1 产业绿色发展评价指标体系

产业绿色发展评价指标体系	一级指标	二级指标
	绿色增长效率	1. 人均地区生产总值 2. 单位地区生产总值能耗 单位地区生产总值二氧化硫排放量 单位地区生产总值氮氧化物排放量 单位地区生产总值二氧化硫排放量 5. 单位地区生产 6. 单位地区生产总值氨氮排放量 7. 人均城镇生活消费用电
	第一产业	8. 第一产业劳动生产率 9. 土地产出率 10. 节灌率 11. 有效灌溉面积占耕地面积比重
	第二产业	12. 第二产业劳动生产率 13. 单位工业增加值水耗 14. 工业固体废物综合利用率 15. 工业用水重复利用率 16. 六大高载能行业产值占工业总产值比重
	第三产业	17. 第三产业劳动生产率 18. 第三产业增加值比重 19. 第三产业就业人员比重
	产业环境保护	20. 单位耕地面积农药使用量 21. 工业二氧化硫去除率 22. 工业废水化学需氧量去除率 23. 工业氮氧化物去除率 24. 工业废水氨氮去除率

注：本指标体系借鉴《中国绿色发展指数报告》指标体系，由本课题组讨论所得。

在四川省现有统计数据的基础上，本文以 2008 年金融危机后全球绿色产业发展浪潮为起点，选取了四川省 2009—2014 年的相关统计数据，数据来源于《四川省统计年鉴》。

产业绿色增长效率指标重点突出人均地区生产总值、单位地区生产总值能源消耗和主要污染物排放情况，其中能耗与主要污染物作为非期望产出列为逆向指标。第一产业、第二产业、第三产业指标包括产业自身的劳动产出率。此外，第一产业还包括了对土地利用与灌溉效率的指标，第二产业还涵盖了工业水耗、固体废弃物以及产业结构方面的指标，第三产业还包括了对就业贡献类的指标。产业发展环境保护类指标重点包括单位耕地面积对农药的使用情况、工业主要污染物的去除比率，以此表征产业在自身生产中对环境的保护程度。

在新构建的产业绿色发展体系中，面临着最重要的问题是指标权重的分配。原体系省级绿色发展体系指标共 60 项，现仅使用其中 24 项指标。若沿用原始权重，其权重总和仅为 34.12%，因此需要重新对指标赋权。在比较分析后，本课题组选用熵值法对指标进行赋权，根据指标数据的离散程度判断其所包含的“效用价值”。

具体处理上，先把原始数据进行标准化处理以消除量纲、数量级不同对评价结果的影响，然后建立比重矩阵 Y ，并计算每项指标的熵值 e_j ，进而得出指标权重 W_j 。

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij}, k = \frac{1}{\ln m}; w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^m (1 - e_j)}$$

(二) 指标体系赋权结果

表2 产业绿色发展指标框架及权重

		指标	指标属性	指标权重%
产业绿色发展指数	产业绿色增长效率指标 (31.4%)	人均地区生产总值	正	3.2
		单位地区生产总值能耗	逆	4.7
		单位地区生产总值二氧化硫排放量	逆	2.4
		单位地区生产总值化学需氧量排放量	逆	5.8
		单位地区生产总值氮氧化物排放量	逆	6.7
		单位地区生产总值氨氮排放量	逆	3.3
		人均城镇生活消费用电	逆	5.3
	第一产业指标 (11%)	第一产业劳动生产率	正	6.0
		土地产出率	正	2.8
		节灌率	正	0.2
		有效灌溉面积占耕地面积比重	正	2.0
	第二产业指标 (20.9%)	第二产业劳动生产率	正	5.2
		单位工业增加值水耗	逆	8.6
		工业固体废物综合利用率	正	1.3
		工业用水重复利用率	正	3.0
六大高载能行业产值占工业总产值比重		逆•	2.8	

第三产业指标 (11.1%)	第三产业劳动生产率	正	10.4
	第三产业增加值比重	正	0.5
	第三产业就业人员比重	正	0.2
产业发展环境 保护指标(25.2%)	单位耕地面积农药使用量	逆	2.1
	工业二氧化硫去除率	正	0.8
	工业废水化学需氧量去除率	正	1.4
	工业氮氧化物去除率	正	12.9
	工业废水氨氮去除率	正	8.4

注：本表由本课题组测算所得

如表 2 所示，赋权结果基本突出了产业绿色发展追求自身资源使用效率与环境保护的主要内涵，在产业分类上，突出了以工业为主的第二产业相关指标。

具体来看，表征产业环境属性的指标所赋权重较大，特别是所使用的几大污染物排放与减排指标，这与当前国内外学者研究绿色问题时常选用污染物相关变量的做法相一致。此外，代表产业生产效率的指标所赋权重较大，可以突出产业的生产水平与经济发展程度，仍属于产业增长指标。因此，这套指标体系在重视产业绿色化的同时，仍然继续强调产业增长与发展的重要性。

（三）四川省产业绿色发展指数结果与分析

根据上述指标体系及所赋权重，得出四川省 2009—2014 年产业绿色发展指数，如表 3 所示。

表 3 四川省产业绿色发展指数测算表（2009—2014 年）

年份	产业绿色发展 指数	产业绿色增长 效率指标	第一产业 指标	第二产业 指标	第三产业 指标	产业发展环境 保护指标
2009	-0.695	-0.052	-0.094	-0.195	-0.089	-0.265
2010	-0.466	-0.004	-0.069	-0.108	-0.075	-0.209
2011	-0.165	-0.138	-0.025	-0.023	-0.049	0.070
2012	-0.084	-0.111	0.009	0.061	-0.009	-0.035
2013	0.261	0.002	0.026	0.070	0.012	0.150
2014	1.150	0.304	0.153	0.194	0.210	0.289

注：本表由本课题组测算所得。

从上表可以看出以下三个特点：

第一，从总指数变化来看，四川省近年来产业绿色发展呈现总体增长态势。产业绿色发展指数从 2009 年的-0.695 增加到 2014 年的 1.15，其中 2012 年为当地产业绿色发展的“分水岭”，2013-2014 年为当地产业绿色转型幅度最大的时期，产业绿色化进程明显加快。这与四川省“十二五”发展规划刚性任务的加速完成有关，也得益于当地产业结构的积极调整。自 2012 年起，四川省第二产业占比首次出现下降趋势，第三产业占比出现了较明显的上升。2014 年，四川省第二产业比重达到了 48.9%，第三产业占比达到 2014 年的 38.7%。第三产业占比的增加对四川省绿色发展起到了正面的作用。

从分项指标的贡献度看，“产业发展环境保护”指标 2009 年为-0.265，2011 年就已为 0.070，指标虽在 2012 年有所回落，但在 2014 年又上升为 0.289，是五大分项指标增长最快的指标。这在一定程度上说明，四川省近年来产业的绿色发展重点来自于对环境保护力度的加强，产业环保措施成效显著。2014 年，四川省人民政府印发《2014—2015 年四川省节能减排低碳发展行动方案》，制定了具体的工作目标：2014—2015 年，单位 GDP 能耗、二氧化碳排放量年均分别下降 2%、2%以上。2014 年，化学需氧量、二氧化硫、氨氮、氮氧化物排放量分别下降 1%、1%、1.4%、4.5%以上；2015 年，化学需氧量、二氧化硫控制在 2014 年的排放水平，氨氮、氮氧化物排放量在 2014 年的基础上分别下降 1.5%、3.5%，要求严格执行，强化监管，落实目标责任^[13]。

第二，从分项指标的变化速率上看，2014 年各项指标在原有基础上增幅最大，可以明显看出四川省已于 2013—2014 年进入了绿色发展快车道。同时，第二产业指标变化进程相对较慢，说明当地传统工业的发展模式具有一定惯性，其产业绿色化转型需要更长的时间和更大的投入。提升地区工业的绿色化水平，是今后工作的重点。

四、基于 SBM-DDF 方法的四川省 21 个市（州）产业绿色全要素生产率测算与分析

（一）绿色全要素生产率测度模型的构建

本文通过 SBM-DDF 方法，以四川省 21 个市（州）作为决策单元构造产业绿色全要素生产的前沿面。绿色全要素生产率测度模型的构建如下：

令 x 为各城市生产中的 N 种投入变量， $x = (x_1 \cdots x_N) \in R_N^*$ ； y 表示 M 种期望产出 $y = (y_1 \cdots y_m) \in R_M^*$ ， b 表示考虑绿色发展相关因素后的 K 种非期望产出， $b = (b_1 \cdots b_k) \in R_K^*$ ；因此有 (x_i^t, y_i^t, b_i^t) 表示第 i 个城市 t 时期的投入产出向量。 (g^x, g^y, g^b) 为方向向量， (s_n^x, s_m^y, s_k^b) 为投入与产出的松弛向量。

由此，第 i 个城市 t 时期的非径向、非导向的基于松弛测度的方向性距离函数（SBM-DDF）可定义如下：

$$\vec{S}_v^t(x_i^t, y_i^t, b_i^t, g^x, g^y, g^b) = \frac{1}{3} \max \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{s_n^y}{g_n^y} + \frac{1}{M} \sum_{M=1}^M \frac{s_m^y}{g_m^y} + \frac{1}{K} \sum_{K=1}^K \frac{s_k^y}{g_k^y} \right)$$

$$s.t. \quad x_{im}^t = \sum_{i=1}^I x_{in} \lambda_i + s_n^x, \forall n ;$$

$$y_{im}^t = \sum_{i=1}^I y_{im} \lambda_i - s_m^y, \forall m ;$$

$$b_{ik}^t = \sum_{i=1}^I b_{ik} \lambda_i - s_k^b, \forall k ;$$

$$\lambda_i \geq 0, \sum_{i=1}^I \lambda_i = 1, \forall i ;$$

$$s_n^x \geq 0, \forall n ; s_m^y \geq 0, \forall m ; s_k^b \geq 0, \forall k$$

对方程中的无效率参数进行进一步分解，可分别获得投入无效率 IE_v^x 、期望产出无效率 IE_v^y ，和非期望产出无效率 IE_v^b ，从而组成无效率的具体来源。具体公式表示如下：

$$IE = \vec{S}_v^t = IE_m^y + IE_v^y + IE_v^b$$

$$IE_v^x = \frac{1}{3N} \sum_{n=1}^N \frac{s_n^x}{g_n^x}$$

$$IE_v^y = \frac{1}{3M} \sum_{M=1}^M \frac{s_m^y}{g_m^y}$$

$$IE_v^b = \frac{1}{3K} \sum_{k=1}^K \frac{s_k^b}{g_k^b}$$

根据定理，当方向向量 $g_n^x = x_n^{\max} - x_n^{\min}, \forall n$ 且 $g_m^y = y_m^{\max} - y_m^{\min}, \forall m$ 时，有 $0 = \vec{S}_v^t(x_i^t, y_i^t, b_i^t, g^x, g^y, g^b) = 1$ ，即

$0 = (IE_v^x + IE_v^y + IE_v^b) = 1$ 由此可构建产业绿色全要素生产率（Industrial Green Total Factor Rate, IGTFR）：

$$IGTFR = 1 - \vec{s}_v^t = 1 - (IE_v^x + IE_v^y + IE_v^b)$$

$$s.t. \quad g_n^x = x_n^{\max} - x_n^{\min}, \forall n;$$

$$g_m^y = y_m^{\max} - y_m^{\min}, \forall m;$$

$$g_k^b = b_k^{\max} - b_k^{\min}, \forall k$$

由于 \vec{s}_v^t 介于 0-1 之间，所以 $IGTFR$ 也将介于 0-1 之间，且数值越高，表示该城城市的绿色全要素生产率越高。高。

(二) 变量选取

在 SBM-DDF 具体模型框架中，选用的投入变量分别是各市（州）劳动力人数、地区全社会固定资产投资和地区财政环保支出；选用的期望产出是人均 GDP；选用的非期望产出是地区单位生产总值能耗和污水产生量（仅有的污染类数据）。数据来源于《四川省统计年鉴》2006—2015 年。

(三) 各市（州）绿色全要素生产率测算结果与分析

本文测算了四川省 21 个市（州）从 2005—2014 年绿色全要素生产率水平，见表 4。在测算中，地区全社会固定资产投资、地区财政环保投入与人均 GDP 均经指数平减处理。

表 4 2005—2014 四川省 21 个市（州）绿色全要素生产率

市（州）	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	前五年 评价值	后五年 平均值	进步值
甘孜	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
资阳	1	0.99	0.985	1	0.938	0.975	1	1	1	1	0.983	0.995	0.012
攀枝花	1	0.976	0.985	1	0.948	0.964	1	1	1	1	0.982	0.993	0.011
阿坝	1	1	1	1	1	0.97	0.997	1	1	1	1	0.993	-0.007
自贡	1	1	1	1	0.951	0.965	1	1	1	0.997	0.99	0.992	0.002
雅安	1	0.986	0.98	0.971	0.942	0.96	0.998	1	1	1	0.976	0.992	0.016
德阳	1	1	1	0.953	0.957	0.954	1	1	0.997	1	0.982	0.99	0.008
成都	0.775	0.761	0.766	0.755	0.783	0.839	0.887	0.961	1	1	0.768	0.937	0.169
遂宁	1	0.957	0.955	0.957	0.905	0.932	0.932	0.923	0.952	0.924	0.955	0.933	-0.022
巴中	1	0.984	0.965	1	0.938	1	0.924	0.927	0.91	0.9	0.977	0.932	-0.045
内江	0.885	0.891	0.893	0.898	0.889	0.882	0.936	0.952	0.93	0.923	0.891	0.925	0.034
眉山	0.902	0.905	0.891	0.894	0.871	0.887	0.925	0.925	0.937	0.928	0.892	0.92	0.028
广元	0.964	0.948	0.942	0.932	0.873	0.89	0.908	0.919	0.928	0.925	0.932	0.914	-0.018
广安	0.879	0.868	0.881	0.895	0.874	0.885	0.913	0.906	0.907	0.902	0.879	0.903	0.024

宜宾	0.905	0.89	0.883	0.872	0.829	0.864	0.898	0.914	0.926	0.884	0.876	0.897	0.021
乐山	0.858	0.849	0.847	0.858	0.825	0.849	0.89	0.9	0.916	0.914	0.847	0.894	0.047
凉山	0.921	0.902	0.896	0.882	0.849	0.865	0.887	0.9	0.89	0.89	0.89	0.886	-0.004
泸州	1	0.927	0.899	0.888	0.847	0.838	0.861	0.878	0.885	0.894	0.912	0.871	-0.041
南充	0.929	0.892	0.887	0.871	0.834	0.845	0.867	0.878	0.888	0.879	0.882	0.871	-0.011
绵阳	0.946	0.913	0.886	0.858	0.798	0.818	0.856	0.848	0.811	0.89	0.88	0.845	-0.035
达州	0.857	0.836	0.774	0.78	0.811	0.806	0.829	0.835	0.822	0.795	0.812	0.817	0.005

注：本表数据由本课题组测算所得。

需要说明的是，在变量选择中，由于数据可得性等原因，可使用的指标数据相对有限，所得结果有很大的相对性。此外，SBM-DDF 的处理方式会缩小各市（州）在绿色产业生产率上的差异，同时也会提升高绿色资源禀赋区域的排名。

仅仅计算绿色全要素生产率对分析地区产业绿色发展情况显然不足，因此，我们结合四川省 21 个市（州）的三次产业比重和地区生产总值等指标进行了综合比较。

表 5 2014 年四川省 21 市（州）经济增长与产业结构情况

市(州)	地区生产总值(亿元)	人均地区生产总值(元)	第一产业比重(%)	第二产业比重(%)	第三产业比重(%)
甘孜	206.81	18096	24.67	37.33	38.00
资阳	1195.60	33592	20.23	55.99	23.78
攀枝花	870.85	70646	3.33	73.19	23.47
阿坝	247.79	27043	15.03	50.57	34.40
自贡	1073.40	39145	11.34	59.27	29.39
雅安	462.41	30052	14.40	57.13	28.47
德阳	1515.65	43091	13.15	59.70	27.15
成都	10056.59	70019	3.55	44.83	51.62
遂宁	809.55	24691	16.82	55.44	27.75
巴中	456.66	13756	17.66	46.04	36.30
内江	1156.77	31024	15.79	61.47	22.75
眉山	944.89	31664	15.81	56.59	27.60
广元	566.19	22117	16.93	47.67	35.40
广安	919.61	28489	16.67	52.43	30.90
宜宾	1443.81	32318	14.33	59.48	26.19
乐山	1207.59	37125	11.19	59.65	29.16

凉山	1314.30	28556	18.98	52.75	28.27
泸州	1259.73	29655	12.69	60.25	27.07
南充	1432.02	22639	21.65	50.50	27.85
绵阳	1579.89	33558	15.67	50.97	33.35
达州	1347.83	24411	20.59	52.35	27.06
平均值	1431.81	32937.48	15.26	54.46	30.28

注：本表数据来源于《2015 四川统计年鉴》。

从上表看，2014 年各地区 GDP 总量平均值为 1431.81 亿元，成都 GDP 总量最高，达到 10056.59 亿元，而仍有 9 个州市的 GDP 总量低于 1000 亿元，各地区差异明显；从人均 GDP 看，攀枝花、成都人均地区生产总值分别为 70646 元和 70019 元，明显高于当年全省 21 个市（州）人均 GDP 的平均水平。从产业结构看，绝大多数地区仍以第二产业比重为主，成都市第三产业的比重最高，超过 50%，而第三产业偏低的州市的比重还在 25% 以下。从绿色发展的角度看，提高第三产业在产业结构中的比重还是必要的。

为更直观地反映四川省 21 个（市）州 2005—2014 年前后五年产业绿色全要素生产率的变化情况，课题组结合所得数据，利用 ArcGIS 软件生成层色比较图（见图 1）。

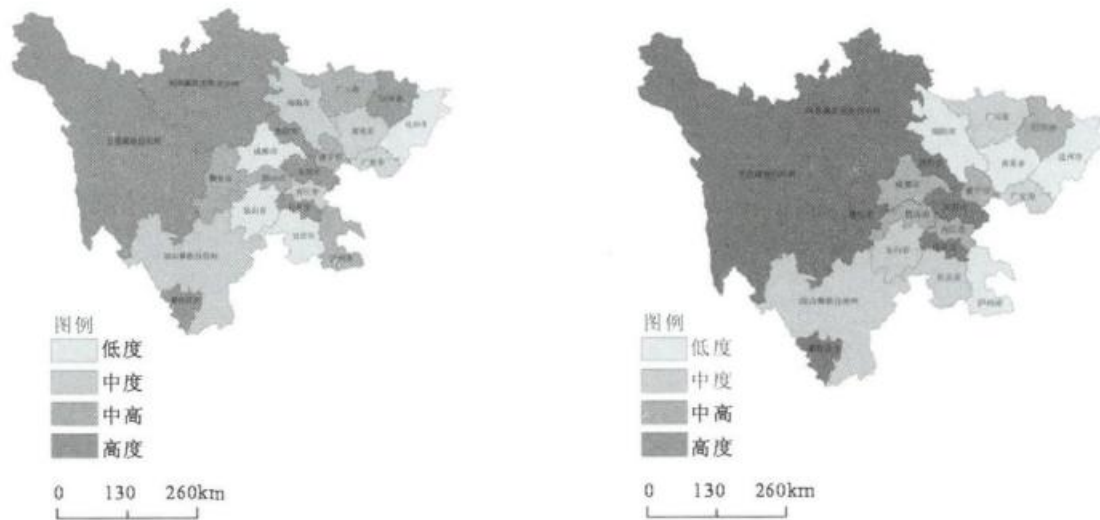


图 1 2005—2014 年四川省各市（州）绿色全要素生产率层色变化图

从表 4 和图 1 可以看出，以 2009 年为划分点，四川省 2005—2014 年前后五年产业绿色全要素生产率平均值的变化情况。总体上讲，四川 21 个市（州）的发展表现出三类态势。第一类是绿色发展前低后快型。以成都、乐山、内江、眉山、广安、宜宾、雅安、资阳、攀枝花为代表的城市在 2005—2009 年产业绿色发展程度相对较低，但在 2010—2014 年该地区产业绿色发展程度较快，特别是成都绿色全要素生产率前五年的平均值仅为 0.768，而在后五年的平均值增加到 0.937。第二类是平稳发展型。以德阳、达州、自贡、甘孜、凉山、阿坝为主要代表的地区产业绿色发展的变化情况不大，产业绿色化水平稳定发展。第三类则有所下降，以南充、广元、遂宁、绵阳、泸州、巴中为代表的地区在近年来的绿色全要素生产率水平有所下降，其中巴中的下降幅度略大，其前五年的平均值为 0.977，后五年的平均值为 0.932。

从全省绿色产业的区位发展看，2005—2009年四川省产业绿色发展的薄弱地区主要在四川省中部和南部地区；经过五年的发展，四川中部和南部地区2010—2014年的绿色全要素生产率水平得到显著提升，逐渐成为绿色产业发展的优势地区，四川东北部地区逐渐成为新的薄弱地带，而川西地区产业绿色化程度在十年间基本稳定在较高水平。

五、结论与建议

综合以上分析，四川省绿色发展可能有四个重要特征值得关注。

（一）绿色发展潜力巨大

通过将四川各市（州）绿色全要素生产率与地区经济增长的分析可以发现，各地绿色全要素生产率的排位与各地经济增长的排位呈现出较为明显“反向”关系。经济增长与自然生态环境之间存在此消彼长的矛盾，经济增长快速的地区绿色全要素生产率相对较低，经济增速慢的地区绿色全要素生产率效率较高，“金山银山”与“绿水青山”之间未能统筹协调。从测算数据看，绿色全要素生产率排名靠前的七个市（州）2014年地区生产总值平均值为796.07亿元，其中绿色全要素生产率排名第一的甘孜州，其地区生产总值仅为206.81亿元。排除成都省会城市的特殊性，绿色全要素生产率水平处于中游的六个市/（州）的地区生产总值平均值为808.95亿元。而绿色全要素生产率排位靠后的一组市（州）的地区生产总值均突破千亿元，平均值为1369.31亿元。由此可见，保护好绿水青山并把绿水青山转化为金山银山的潜力巨大。

（二）结构改善潜力巨大

根据国内外的经验，第三产业比重的提高和第二产业绿色化程度的提高，都将有利于产业的绿色发展。我们可以看到，就产业结构而言，除成都与甘孜第三产业比重超过第二产业比重以外，其余19个市（州）地区的经济增长仍以第二产业为主，第二产业比重均超过50%或接近50%。因此，各州市提高第三产业比重和第二产业的绿色化都具有很大潜力。对那些传统工业化程度较高的城市，加速传统产业绿色化的意义更加重大。以资阳为例，其2014年地区生产总值达到1195.6亿元，且近十年绿色全要素生产率始终名列前茅，是四川省内实现产业绿色增长效果最显著的城市之一。如果在传统第二产业的绿色化方面有创新突破，同时提高第三产业比重，进一步改善产业结构，其产业绿色发展的空间巨大。

（三）要提升本省重化工业和资源型城市的绿色化进展

从2005—2014年前后五年的变化看，传统重化工业和资源型城市的产业仍表现出明显的发展惯性。绵阳、南充、泸州、达州均是典型的重化工业和资源型城市。南充是汽车零部件重要生产基地和石油天然气与能源化工基地，其绿色全要素生产率前五年平均值为0.882、后五年平均值下降到0.871。绵阳作为四川省重要的工业城市，前五年平均值为0.880、后五年平均值下降到0.845。泸州传统优势产业包含了酒业、化工、机械和能源，前五年平均值为0.912、后五年平均值下降到0.871。达州是重要的能源资源战略基地，后五年平均值有所进步，但排名靠后。在中国工业化的进程中，绵阳、南充、泸州、达州等城市为国家和四川省的经济发展做出了贡献。今天面对产业绿色全要素生产率有所下降的惯性趋势，需要拐点式上升的新动能，打破旧格局，实现新发展，而这也是四川省需要关注的重点。

（四）要保持以天府新区为核心的城市群绿色发展步伐

以天府新区为核心的城市群，成为近年来四川省产业绿色发展最明显的区域。以2005—2014年前后五年平均值进行比较，成都从2005—2009年的产业绿色全要素生产率水平仅为0.768，其后五年的平均值达到0.937，进步幅度位列21个市（州）之首；资阳市在2005—2014年间绿色全要素生产率前五年平均值为0.983，后五年平均值为0.995，领先优势明显。眉山市在2005—2014年绿色全要素生产率前五年平均值为0.892，后五年平均值也提升到0.920，进步幅度靠前。

以天府新区为核心的城市群绿色发展步伐较快，成都的进展起着决定作用，其经验是最值得总结的。成都的产业发展经历了三次重要的战略布局。第一次是成都抓住国际重大电子信息产业整体“西迁”的绝佳时期，迅速发展引进 IT 产业。第二次是在 IT 产业的带动下，成都围绕现代农业、高新技术、新能源、新材料、环保节能、汽车、航空、文化创意、现代商贸、现代物流、旅游度假等产业迅速建立起十三大市级产业战略功能区。第三次是成都大力发展金融服务业的战略布局，使当地金融服务业成为调整产业结构的重要部门，也给其他实体经济的发展和绿色转型提供了资金保障。从成都的经验可以看出，瞄准高端与新兴产业，加强产业功能整体规划，通过金融助力绿色的转型与发展，是城市和地区实现产业绿色发展的重要途径。成都市绿色发展的成果显著，需要放大其辐射带动作用。

主要参考文献：

- [1]四川省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[N]. 四川日报, 2016-02-15 (1-6) .
- [2]中共四川省委关于推进绿色发展建设美丽四川的决定[N]. 四川日报, 2016-08-04 (1-3) .
- [3]OECD, Towards Green Growth—Monitoring Progress: OECD Indicators, Paris, France: OECD Publishing, 2011.
- [4]李晓西, 等. 中国绿色发展指数报告[M]. 北京:北京师范大学出版社, 科学出版社出版, 2016.
- [5]林卫斌, 陈彬. 经济增长绿色指数的构建与分析—基于 DEA 方法[J]. 财经研究, 2011(4):48-58.
- [6]赵峥. 基于绿色发展的中国城市公共支出效率研究——基于四阶段 DEA 和 Bootstrap-DEA 模型的实证分析[J]. 云南财经大学学报, 2013(5) :31-40.
- [7]顾乃华. 生产性服务业对工业获利能力的影响和渠道——基于城市面板数据和 SFA 模型的实证研究[J]. 中国工业经济, 2010(5) :48-58.
- [8]胡求光, 李洪英. R&D 对技术效率的影响机制及其区域差异研究——基于长三角、珠三角和环渤海三大经济区的 SFA 经验分析[J]. 经济地理, 2011(1) :26-31.
- [9]Chung Y H, Fare R, Grosskopf S. Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997, 51:229-240.
- [10]陈诗一. 中国各地区低碳经济转型进程评估[J]. 经济研究, 2012(8) :32-44.
- [11]Fukuyama H, Weber W L. A Directional Slacks: Based Measure of Technical Inefficiency[J]. Socio-economic Planning Sciences, 2009, 43(4) :274-287.
- [12]张江雪, 蔡宁, 杨陈. 环境规制对中国工业绿色增长指数的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2015(1) :24-31.
- [13]2014—2015 年四川省节能减排低碳发展行动方案[EB/OL].
- <http://ww.sc.gov.cn/10462/10883/11066/2014/8/13/10309738.shtml>, 2014.