

# 国家生态文明试验区绿色制造绩效评价及影响因素研究

## ——以贵州为例<sup>1</sup>

游建民<sup>1</sup> 张伟<sup>2</sup>

(1. 贵州省社会科学院, 贵州贵阳 550002; 2. 广州大学, 广东广州 510006)

**【摘要】:**绿色制造的实施对建设国家生态文明试验区具有重要意义,结合生态文明试验区实践和绿色制造内涵,构建绿色制造绩效评价指标体系,运用标准离差法,测度贵州 2006-2016 年绿色制造绩效。从经济、社会、开放、资源等 4 个方面对(贵州)国家生态文明试验区绿色制造绩效的影响因素进行了实证研究,结果表明:经济的快速发展对绿色制造绩效提升具有负影响;产业结构调整对绿色制造绩效提升产生了积极影响;城镇化水平和开放程度成为推动绿色制造绩效提升的主要力量;外商直接投资对绿色制造水平提升具有抑制作用;能源结构的调整有利于绿色制造绩效提升;资源禀赋对绿色制造绩效产生了显著的负作用。

**【关键词】:** 生态文明 绿色制造 绩效评价 影响因素

**【中图分类号】:** X321 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1002-6924(2018)12-120-128

### 一、引言

为协调发展和生态之间矛盾,解决经济发展中突出的资源环境问题,走“生态优先、绿色发展”之路,我国选择生态基础较好、资源环境承载能力较强的福建省、江西省和贵州省作为国家生态文明试验区,旨在以生态文明试验区为改革的排头兵,探索形成可以在全国推广的生态文明制度成果,最终实现我国经济发展和生态环境保护的有机统一。国家生态文明试验区的设立在一定程度上要求福建、江西和贵州等三省在工业发展上实行绿色制造,为其建设提供相应的基础保障。鉴于此,福建、江西和贵州等三省相继出台了《福建省绿色制造工程实施方案》、《江西省绿色制造体系建设实施方案》、《贵州省绿色制造三年行动计划(2018-2020年)》等政策措施,着力实行制造业绿色化改造,提高资源利用水平,改善生态环境质量,提升工业发展的质量和效益。在此背景下,研究国家生态文明试验区的绿色制造绩效和影响因素具有重要的现实意义,能够为试验区改革提供有利的支撑依据,提高改革的针对性。

当前,贵州正处于深入实施工业强省战略和大生态战略行动的时期,面临的形势较为复杂,作为长江、珠江上游重要生态屏障,既面临着脆弱的生态环境,如水土流失和石漠化较突出,又面临着加快工业发展的重要任务。为合理有效地研究国家生态文明试验区的绿色制造绩效和影响因素,本文以(贵州)国家生态文明试验区为研究对象,依据国家生态文明试验区实践和绿色制造的内涵,构建绿色制造评价指标体系,着重研究贵州绿色制造水平处于何种程度,并进一步分析哪些因素对绿色制造

<sup>1</sup>**基金项目:** 国家社科基金重大项目“基于‘互联网+’新动能的我国绿色制造体系构建研究”(2016ZDA044);贵州省社会科学院院级青年课题“贵州绿色制造背景下的政府行为研究”(YJQN201805)。

**作者简介:** 游建民,贵州省社会科学院工业经济研究所助理研究员,主要研究方向:产业经济学;张伟,广州大学经济与统计学院教授,博士生导师,主要研究方向:产业链升级、绿色产业体系。

产生了影响，影响程度是怎样的？通过对上述问题的分析，能够从整体上把握国家生态文明试验区绿色制造水平，并为制定绿色制造政策提供参考依据，这对实现试验区内工业和资源环境的协调发展具有重要的理论和现实意义。

## 二、文献回顾

绿色制造作为绿色发展的重要组成部分，追求环境影响最小化，资源利用率最高，企业经济效益和社会效益最优。相关文献回顾主要围绕绿色制造的绩效评价研究和绿色制造绩效的影响因素研究进行梳理。

从国外看，相关的研究主要集中在构建评价指标体系和进行绩效测度的研究上。UNEP 构建了绿色经济轮廓，该体系包括经济、资源效率、社会进步等三个方面，对于推动工业绿色发展具有指导意义；<sup>[1]</sup>Jefferson 采用相应指标对中国工业绿色全要素生产率进行了测度，综合分析了中国工业的绿色发展水平；<sup>[2]</sup>He F Q, Zhang J Lei 构建了包括绿色工艺专利数、有毒气体排放量等指标的评价体系，评估了中国工业绿色发展水平；<sup>[3]</sup>S Honma、Georgia Makridou 通过构建工业绿色化指标，利用随机前沿分析法分别测算了日本和欧盟的工业绿色发展效率。<sup>[4-5]</sup>

从国内看，学界研究主要围绕绿色制造的绩效评价研究和绿色制造绩效的影响因素等两方面对绿色制造进行探讨：卢强、吴清华等建立包括工业资源环境压力、工业资源环境弹性脱钩和工业发展绿化度 3 个方面的工业绿色发展评价指标体系，对广东省 21 个地级以上城市的评价分析；<sup>[6]</sup>“中国工程院绿色制造发展战略研究”课题组围绕产品绿色化、过程生态化、产业循环化和行业智慧化四个方面，分别用绿色度、低碳度、循环度和智慧度对制造业绿色发展水平进行定量评价；<sup>[7]</sup>吴传清、黄磊等从工业资源利用效率、工业环境治理强度、工业创新驱动能力和工业绿色增长质量四个方面构建长江经济带工业绿色发展水平的评价指标体系。<sup>[8]</sup>周五七运用基于共同前沿分析框架的 Metafrontier-Malmquist—Lu-enberger 指数，测度了能源与碳排放约束下地区工业绿色 TFP 指数及其分解成分的动态变化，显示出技术进步对工业绿色发展具有重要影响；<sup>[9]</sup>毕克新在对中国工业创新绩效地区差异得影响因素研究中，实证分析了技术推动、市场拉动和环境管制等三类因素对绿色工艺创新的影响。<sup>[10]</sup>

综合国内外研究状况可以看出，目前关于绿色制造的研究仍然存在欠缺，主要表现在以下几个方面：一是绿色制造的绩效评价和对其影响因素的研究实际上一个整体，有绩效评价，就会有影响因素，多数学者都是将二者分割研究，很少将其结合起来进行统一研究；二是评价指标体系尚不完善，过于注重经济和社会指标。

本文可能性的贡献：一是将绿色制造绩效评价及其影响因素研究结合起来研究，既要研究当前（贵州）国家生态文明试验区的绿色制造水平，又要找出和分析对其影响的因素；二是健全了指标体系，分别从发展效益、资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等五个方面进行研究。

## 三、国家生态文明试验区绿色制造绩效评价分析

### （一） 研究范围及数据来源

本文研究范围主要界定在贵州区域，选取 2006—2016 年面板数据展开绩效研究。发展效益和资源利用方面的相关指标数据主要来自《贵州省统计年鉴（2006—2016 年）》；污染排放和环境保护的相关指标数据主要来自《中国环境统计年鉴（2006—2016 年）》和贵州省环境状况公报（2006—2016 年）；创新能力方面的相关指标数据主要来自《工业企业科技活动统计年鉴（2006—2016 年）》和《中国科技统计年鉴（2006—2016 年）》。由于数据跨度较大，指标较多，数据难免会出现波动性和指标异方差的现象，由此本文对所有指标数据进行了自然对数处理，以保证指标之间原有关系不变。

### （二） 评价指标体系构建

为全面、系统地评价国家生态文明试验区绿色制造绩效，本文在遵循构建指标体系的导向性、公正性、科学性、可行性和系统性等原则的前提下，依据中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于设立统一规范的国家生态文明试验区的意见》文件的目标要求进行选取指标。根据文件的目标要求，参照工业和信息化部印发的《工业绿色发展规划（2016-2020年）》，结合《贵州省绿色制造三年行动计划（2018-2020年）》，本文从发展效益、资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等五个方面选取 18 个指标，构建绿色制造绩效评价指标体系，具体见表 1。

表 1 绿色制造绩效评价指标体系

目标层	准则层	评价指标层
绿色制造绩效 评价指标体系	发展效益	工业增加值生产指数
		工业增加值增长率（%）
		工业产值利税率（%）
		全员劳动生产率（元/人·年）
		产业集中度（%）
	资源利用	单位工业增加值能耗（万吨标准煤/亿元）
		单位工业增加值水耗（万吨/亿元）
		单位工业增加值电耗（亿千瓦时/亿元）
	污染排放	单位工业增加值废水排放量（万吨/亿元）
		单位工业增加值二氧化硫排放量（吨/亿元）
		单位工业增加值固体废物产生量（万吨/亿元）
	环境保护	二氧化硫去除率（%）
		工业固体废弃物综合利用率（%）
		工业污水集中处理率（%）
	科技创新	工业企业 R&D 人员占从业人员比重（%）
		工业企业 R&D 支出占增加值比重（%）
		每亿元主营业务收入专利授权数（%）
		技术市场成交额占工业增加值比重（%）

1. 发展效益。绿色制造的最终目的是提升工业发展的效益，这不仅体现在总量的增加，更体现在效益的提升、质量的提高和结构的优化。本文采用工业增加值生产指数、工业增加值增长率、工业产值利税率、全员劳动生产率、制造业产业集中度等 5 个指标来测度发展质量。其中，用工业增加值生产指数和工业增加值增长率来测度工业总量的增加，用工业产值利税率和全员劳动生产率来测度工业发展的质量和效益，用制造业产业集中度来测度结构的优化。

2. 资源利用。绿色制造水平提升的主要表现在于工业的发展能够实现低碳化，以最小的能源消耗实现工业产值最大化。本文选用单位工业增加值能耗、单位工业增加值水耗和单位工业增加值电耗等 3 个指标来反映资源利用绩效。

3. 污染排放。绿色制造的实现对于生态环境具有重大的积极影响，即存在生态环境的正外部性。通过实施绿色制造行动，将会使主要污染物排放量大幅减少，环境得以改善。本文选择单位工业增加值废水排放量、单位工业增加值二氧化硫排放量和单位工业增加值固体废物产生量等 3 个指标来测度污染排放绩效。

4. 环境保护。实行绿色制造需要采取相应的环境保护措施，以严格环境保护措施来助推绿色制造的实现。本文利用环境保护实施的效果来反映绿色制造水平，即采用二氧化硫去除率、工业固体废弃物综合利用率 and 工业污水集中处理率等 3 个指标来测度环境保护绩效。其中工业污水集中处理率，由于数据不可获得，在此选用城市污水处理率作为代理变量，这主要基于工

业所在区域基本都处于城市范围，用城市污水处理率比较接近。

5. 科技创新。绿色制造的实现需要一定的科技创新支撑，没有科技创新的支撑，绿色制造水平难以有大幅提升。本文选用工业企业 R&D 人员占从业人员比重、工业企业 R&D 支出占增加值比重、每亿元主营业务收入专利授权数和技术市场成交额占工业增加值比重等 4 个指标来测度科技创新绩效。

### (三) 绿色制造绩效评价方法

本文采用标准离差法对（贵州）国家生态文明试验区绿色制造绩效进行测度。具体步骤如下：

1. 标准化处理。由于绿色制造的各绩效指标量纲和性质不同，在综合绩效前需要对各个单项指标不同年份值进行无量纲化处理。具体计算公式如下：

$$\text{正向指标: } x_{ij} = \frac{x_{ij}^* - \min x_j^*}{\max x_j^* - \min x_j^*}; \text{ 逆向指标: } x_{ij} = \frac{\max x_j^* - x_{ij}^*}{\min x_j^* - \max x_j^*}$$

其中， $x_{ij}^*$ 为绿色制造绩效指标的原始值， $x_{ij}$ 为绿色制造绩效指标的无量纲化值， $\max x_j^*$ 和  $\min x_j^*$ ；为绿色制造绩效指标年份的最大值和最小值。

2. 权重赋值。标准离差法的权重赋值是以指标数据标准差来判定，指标数据标准差越大，表明变异系数越大，提供的信息越多，则权重赋值越大；相反，指标数据标准差越小，表明变异系数越小，提供的信息越小，则权重赋值越小。具体计算方式分三个步骤：

#### (1) 单项指标标准值平均值

$$\bar{x}_i = 1/n \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

#### (2) 指标无量纲化值标准差

$$S_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 / (n - 1)} \quad (i=1,2,3, \dots, n)$$

其中， $S_i$ 为（贵州）国家生态文明试验区第  $i$  个指标无量纲化值的标准差； $\bar{x}_i$ 为（贵州）国家生态文明试验区第  $i$  个指标无量纲化值得平均值； $x_{ij}$ 为（贵州）国家生态文明试验区第  $j$  年份第  $i$  个指标无量纲化值； $n$  位处理数。

#### (3) 计算权重

$$W_i = S_i / \sum_{i=1}^m S_i$$

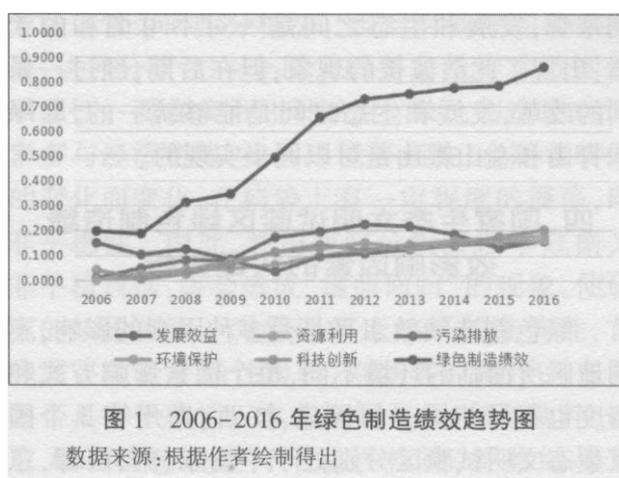
其中， $W_i$ 为第  $i$  个指标得权重值； $m$  为指标数。

3. 绿色制造绩效指数计算。(贵州) 国家生态文明试验区绿色制造绩效指数为各单项指标的标准化指数与该项指标权重的乘积之和。计算公式如下：

$$Z = \sum_{i=1}^n W_i \times x_{ij}$$

#### (四) 绿色制造绩效评价结果分析

根据上述研究方法，本文对(贵州) 国家生态文明试验区绿色制造绩效的发展效益、资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等 5 个方面指数及绿色制造绩效指数进行了一一测算，绘制形成绿色制造绩效趋势图，具体见图 1。



根据图 1 结果，整体上看，2006-2016 年间(贵州) 国家生态文明试验区绿色制造绩效发展趋势较好，一直处于逐年上升趋势。11 年间，绿色制造绩效由 2006 年的 0.0969 提高到 2016 年的 0.8593,提高了近 9 倍。不过，从绿色制造发展水平上升的速度来看，不同的时期，进度不一：2007-2012 年期间，整体绩效水平提升较快;2012-2015 年期间，整体绩效水平处于缓慢上升的趋势，这主要因为中共十八大以来我国开始深入推进供给侧结构性改革，受其影响，工业的发展出现了波动;2015 年之后速度有所抬升，这说明供给侧结构性改革进行到一个时期后，对绿色制造具有正向的推进作用。

从绿色制造绩效评价体系的发展效益、资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等 5 个方面来看，发展效益与资源利用、污染排放、环境保护和科技创新关系呈现负相关性。2006-2009 年期间，发展效益逐年下滑，而对于资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等 4 方面的绩效则有所提升;2009-2012 年期间，由于受金融危机的影响，国家出台 4 万亿刺激政策措施，使得(贵州) 国家生态文明试验区的发展效益绩效上升，而资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等方面的绩效则有所下降;2012-2015 年期间，国家对于生态文明的发展更加重视，采取了有效的措施改善生态环境，并深入推进供给侧结构性改革，这就对(贵州) 国家生态文明试验区发展效益绩效造成影响，致使其出现下降的趋势，而资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等方面的绩效则出现回升。2015 年之后，则发展效益、资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等 5 个方面绩效水平则出现了一致上升的趋势。总的来说，从前期来看，发展和生态之间是一对不可调和的矛盾，出现了此消彼长的现象;但在后期，经过一系列的改革，发展和生态之间是能够统一的，即绿水青山和金山银山是可以同步实现的。

## 四、国家生态文明试验区绿色制造绩效影响因素的实证分析

绿色制造绩效水平是受多种因素的影响,不同地区所面临的环境不同,每个因素影响方式和程度也不尽相同。如福建、江西、贵州等 3 个国家生态文明试验区分别处于中国东、中、西部,三地的经济社会发展水平、资源禀赋和开放程度存在较大差异,相应地一些因素对绿色制造的绩效影响也不同。那么,哪些因素对绿色制造绩效产生影响呢?表现形式是怎样的?分析这些问题,需要立足试验区发展水平、区位条件,这样能够更加准确把握因素影响方式,便于在今后实施绿色制造行动中,采取的措施更有针对性、实操性。基于此,本文立足贵州省情,充分考虑该地绿色制造绩效的影响要素,对(贵州)国家生态文明试验区进行深入研究分析。

### (一) 变量选取及说明

在影响因素变量选取上,多数学者对其都进行了研究。如 Rennings 选取技术推动、市场拉动和环境管制推动等 3 个方面因素对绿色工艺创新进行研究,并提供了一个较为完整的框架;<sup>[11]</sup>也有学者在研究中,选取经济规模、收入水平、受教育水平、产业结构调整、开放程度对绿色发展绩效影响因素变量进行分析。本文参考借鉴部分学者的研究成果,依据贵州绿色制造实际情况,重点选取经济、社会、开放程度、资源状况等 4 个方面因素变量对(贵州)国家生态文明试验区绿色制造绩效影响因素进行实证分析。

1. 经济因素。一般来说,绿色制造绩效的提升与一个地区经济发展水平和质量具有很大的相关性。当一个地区经济发展较快时,经济规模迅速壮大会对绿色制造绩效的提升有负向影响;而一个地区的产业结构的优化调整,则会增加产业之间的协调度,有助于提升绿色制造绩效。基于此,本文选取经济规模和产业结构调整等指标作为变量,分别采用地区生产总值指数和第三产业增加值占 GDP 比重来度量,用以研究经济因素对绿色制造绩效提升的影响。

2. 社会因素。绿色制造绩效的提升最终是要以人民的利益为中心,由此,也必然受到社会因素的影响。不同阶段的收入水平和教育水平对绿色绩效的提升作用和形式不同。收入水平高时,消费结构就会出现升级,刺激消费者对绿色产品的需求;反之收入水平低时,人们就会维持低端廉价产品的需求,对绿色产品的需求不高,会抑制绿色制造绩效的提升。教育水平能够提高人们对绿色制造的认知,提高人们的绿色意识,这有助于绿色制造绩效的提升。对于城镇化来说,目前随着经济的发展,城镇化也在稳步推进,只是其影响对绿色制造绩效的提升比较复杂,不同地区城镇化的影响较为不同,有的表现出显著影响,有的表现不明显。基于此,本文选取收入水平、教育水平和城镇化水平等指标作为变量,分别采用城镇常住居民人均可支配收入指数、人均受教育年限和城镇常住人口占总人口比重来度量,用以研究社会因素对绿色制造绩效提升的影响。

3. 开放因素。目前开放因素对绿色绩效的提升,主要有三种观点:一是积极促进观点,即外商投资和对外贸易活动能够提高一个地区工业的创新能力和,为其带来先进的生产技术和管理经验,进而起到积极促进作用;二是消极抑制观点,即欠发达地区迫于经济发展的需求,会忽视对生态环境的保护,吸引低端产业或污染性企业,进而阻碍该地绿色制造绩效的提升;三是双刃剑观点,即一个地区的开放对绿色制造绩效提升不是单纯的促进或抑制,而是两者作用力量的结合。基于此,本文选取外商直接投资和对外开放等指标作为变量,分别采用外商直接投资占固定资产投资比重和对外贸易进出口额占 GDP 比重来度量,用以研究开放因素对绿色制造绩效提升的影响。

4. 资源因素。一个地区产业的类别主要依据当地资源状况发展起来,由此绿色制造绩效的提升也会受制于当地资源因素。如资源和能源的多寡则会形成不同类型的产业,表现出不同的发展模式。资源和能源较多的地区,会产生众多资源依赖性产业,发展模式粗放,若不进行绿色化改造,将会极大阻碍绿色制造绩效的提升;资源和能源较少的地区,通过创新发展思路,会产生一些新兴产业或绿色产业,走上一种新型的发展道路,这有益于绿色制造绩效的提升。基于此,本文选取能源结构和资源禀赋等指标作为变量,分别采用地区煤炭能源消费量占能源消费总量的比重和农业与采掘业的固定资产投资之和占全社会的比重来度量,用以研究资源因素对绿色制造绩效提升的影响。

## （二）数据来源及检验

因变量绿色发展绩效数据来自前文测度的绿色制造绩效评价结果，自变量中各因素指标的基础数据均来自《贵州省统计年鉴（2006-2016年）》、贵州省环境状况公报（2006-2016年）、贵州省统计公报（2006-2016年）、《中国贸易外经统计年鉴（2006-2016）》。

目前，关于绿色发展、绿色工艺和绿色制造等方面影响因素的研究，多数文献采用的分析方法通常为回归分析法。但对时间序列样本来说，这种分析法一个最大的要求是样本数据的平稳性。而在实际上研究中，绿色制造影响因素多与经济形势、社会环境等相关，会随着时间的变化而变化，在趋势上有一定程度的震荡，即非平稳性。因此，利用回归分析若样本数据为非平稳数据，将会造成“虚假回归”的现象，使研究的结论失真。为保证实证结果的准确性，首先需要进行平稳性检验，判断各时间序列变量是否具有平稳性。本文运用 EviewsS.0 软件，选取 ADF 检验法进行平稳性检验，检验结果见表 2。

表 2 ADF 检验结果

变量	检验形式(c, t, k)	ADF 检验值	1 % level	5 % level	10% level	结论
GMR	(c, t, 2)	-2.7757	-4.2971	-3.2127	-2.7477	不平稳
Δ GMR	(c, t, 2)	-2.7710	-4.4206	-3.2598	-2.7091	平稳
GDP	(c, t, 2)	1.4209	-4.5826	-3.3210	-2.8014	不平稳
Δ GDP	(c, t, 2)	-4.4370	-6.2921	-4.4504	-3.7015	平稳
IRI	(c, t, 2)	-1.9251	-4.5826	-3.3210	-2.8014	不平稳
Δ IRI	(c, 0, 2)	-3.4119	-2.8473	-1.9882	-1.6001	平稳
PIL	(c, t, 2)	1.9728	-4.2971	-3.2127	-2.7477	不平稳
Δ PIL	(c, t, 2)	-3.9023	-5.5219	-4.1078	-3.5150	平稳
EDU	(c, t, 2)	-0.4514	-4.2971	-3.2127	-2.7477	不平稳
Δ EDU	(c, 0, 2)	-1.7026	-2.8473	-1.9882	-1.6001	平稳
URB	(c, t, 2)	0.8567	-4.2971	-3.2127	-2.7477	不平稳
Δ URB	(c, t, 2)	-7.5191	-4.8035	-3.4033	-2.8418	平稳
FDI	(c, t, 2)	-2.2042	-4.4206	-3.2598	-2.7711	不平稳
Δ FDI	(c, 0, 2)	-2.1846	-2.8473	-1.9882	-1.6001	平稳
OPE	(c, t, 2)	-2.7287	-4.2971	-3.2127	-2.7477	不平稳
Δ OPE	(c, t, 2)	-3.0952	-4.4206	-3.2598	-2.7711	平稳
ENE	(c, t, 2)	-1.3023	-4.2971	-3.2127	-2.7477	不平稳
Δ ENE	(c, 0, 2)	-2.8564	-2.8473	-1.9882	-1.6001	平稳
NRS	(c, t, 2)	-2.6459	-4.5826	-3.3210	-2.8014	不平稳
Δ NRS	(c, 0, 2)	-4.4325	-2.8861	-1.9959	-1.5991	平稳

注:1) 检验形式 c, t, k 分别表示常数项、截距项和滞后阶数;2) A 为变量的一阶差分。数据来源:通过作者测算所得。

从表 3 检验结果可以看出，自变量 GMR 与其他 9 个自变量皆具有不平稳性，而在对其进行一阶差分处理后，则呈现出相同的同阶平稳性。

## （三）模型设计

根据时间序列数据模型建模准则，本文以 C-D 生产函数为基础，构建了如下计量模型：

$$\begin{aligned} \ln GMR_i = & C + \beta_1 \ln GDP_i + \beta_2 \ln IRI_i \\ & + \beta_3 \ln PIL_i + \beta_4 \ln EDU_i + \beta_5 \ln URB_i \\ & + \beta_6 \ln FDI_i + \beta_7 \ln OPE_i + \beta_8 \ln ENE_i \\ & + \beta_9 \ln NRS_i + \mu_i \end{aligned} \quad (1)$$

从 ADF 检验结果得出，各变量存在非平稳性，因此模型需要进行差分处理构建，式（1）转变为：

$$\begin{aligned} \Delta \ln GMR_i = & C + \beta_1 \Delta \ln GDP_i + \beta_2 \Delta \ln IRI_i \\ & + \beta_3 \Delta \ln PIL_i + \beta_4 \Delta \ln EDU_i + \beta_5 \Delta \ln URB_i \\ & + \beta_6 \Delta \ln FDI_i + \beta_7 \Delta \ln OPE_i + \beta_8 \Delta \ln ENE_i \\ & + \beta_9 \Delta \ln NRS_i + \Delta \mu_i \end{aligned} \quad (2)$$

其中，GMR 为绿色制造绩效；C 为截距项； $\mu$  表示误差项；i 代表年份；GDP 和 IRI 代表经济规模和产业结构调整，为影响绿色制造绩效的经济因素；PIL、EDU 和 URB 分别代表人均收入水平、教育水平和城镇化水平，为影响绿色制造绩效的社会因素；FDI 和 OPE 代表对外直接投资和对外开放，为影响绿色制造绩效的开放因素；ENE 和 NRS 代表能源结构和资源禀赋，为影响绿色制造绩效的资源因素。

#### （四）实证分析

通过运用 Eviews8.0 软件，对绿色制造绩效与其影响因素进行一阶差分回归分析，得出结果如表 4。

表 3 绿色制造影响因素实证结果

变量	Coefficient	Std. Error	t - Statistic	Prob.
常数项 (C)	0.184057*	0.07890	2.332784	0.0800
经济规模 ( $\Delta \ln GDP$ )	-0.080605*	2.72E-04	-1.237885	0.0571
产业结构调整 ( $\Delta \ln IRI$ )	0.085663***	0.081778	11.698700	0.0017
收入水平 ( $\Delta \ln PIL$ )	-0.090103*	1.867560	-0.482462	0.1396
教育水平 ( $\Delta \ln EDU$ )	0.021042*	2.489261	3.616011	0.1138
城镇化水平 ( $\Delta \ln URB$ )	0.403412*	3.099138	3.336816	0.0763
外商直接投资 ( $\Delta \ln FDI$ )	-0.286504*	12.63086	2.268286	0.0576
开放程度 ( $\Delta \ln OPE$ )	0.475325***	1.218629	3.900489	0.0045
能源结构 ( $\Delta \ln ENE$ )	0.023460*	1.886240	0.38071	0.0601
资源禀赋 ( $\Delta \ln NRS$ )	-0.153606*	0.953235	-1.611414	0.1458

注：\*\*、\*、#分别表示显著水平为 1%、5%、10%和 15%。

---

数据来源:根据回归结果整理

1. 经济因素对绿色制造绩效的影响。经济规模和产业结构调整对（贵州）国家生态文明试验区绿色制造绩效的影响具有显著性。从表 3 的结果可以看出，经济规模壮大对绿色制造绩效具有抑制作用，这说明在经济快速发展的同时，会忽视生态环境的保护，使得工业企业对绿色化改造重视程度不够，自我提升意愿不强，则阻碍了绿色制造水平的提升；产业结构调整对绿色制造绩效具有重要的正向作用，贵州经过一系列产业结构调整，第三产业发展迅速，2006 年第三产业产值占 GDP 比重首次超过第二产业。而第三产业的发展则为绿色制造提供了技术支撑、市场需求，从而提升了工业的绿色制造水平。

2. 社会因素对绿色制造绩效的影响。从表 3 来看，收入水平、教育水平和城镇化水平等变量对（贵州）国家生态文明试验区绿色制造绩效具有一定的影响，只是显著水平不高。从收入水平上看，回归系数为负，这表明城乡人均收入水平与绿色制造绩效呈现负相关的关系，这主要受贵州经济发展水平所制约，多年贵州虽然经济发展较快，但是起点低，发展水平还不是很高，城乡人均收入在全国排名比较靠后，人民对绿色制造产品需求的欲望不高，唯有经济发展水平达到一定阶段，人民对绿色制造产品的需求欲望才会增加，进而才能促进绿色制造水平提升。从教育水平和城镇化水平来看，二者对绿色制造绩效皆具有促进作用。教育水平的提高，一方面能够为绿色制造提供好的人才，推动绿色工艺创新，另一方面也能够提高人们的绿色意识，刺激人们对绿色产品的需求，但是教育水平的影响程度不高，这说明贵州教育水平还需提升。贵州城镇化水平 10 多年来进展较快，由 2006 年的 27.5% 提高到 2016 年的 40%，这有利于提高经济集聚性，促使企业向城市地区集中，发挥集聚效应，减少资源能源的消耗，提高生产效率。

3. 开放因素对绿色制造绩效的影响。外商直接投资对（贵州）国家生态文明试验区绿色制造水平的提升具有抑制作用。出现这样的状况，主要是和贵州近年来招商引资的质量和层次有关。从多数地区招商引资的情况来看，低端产业居多，相互之间联动性不强，如服装、锂电池组装等，高端产业相对较少，形成不了规模，致使工业布局呈现“小而散”的局面，产业链条可延伸性不足，产业集聚效应不能得到显现，这就相对阻碍了绿色制造水平的提升。而开放程度则对绿色制造绩效有很大的促进作用，这源于对外开放对于贵州这一发展起点较低的地区来说，能够使其充分利用这一契机，学习和利用外来的先进生产技术和管理经验，实现后发赶超，提高工业生产的绿色化水平。

4. 资源因素对绿色制造绩效的影响。能源结构的调整对（贵州）国家生态文明试验区绿色制造绩效具有积极作用。贵州素有“西南煤海”之称，能源结构为煤炭主导型，但是随着能源结构的调整，煤炭能源消费量占能源消费总量的比重由 2006 年的 47.7% 下降到 2016 年的 39.8%，加上燃煤技术的改善和对污染物处理的加大，使得能源消费对绿色制造绩效提升的阻碍大幅降低。资源禀赋对（贵州）国家生态文明试验区绿色制造绩效产生了显著的负向影响。从自然资源禀赋上来看，贵州矿产资源丰富，为矿产资源大省，目前已发现矿产达 110 多种，这就使得一些重大传统产业对资源依赖度加大，其结果便是一味地寻求低水平、外延式的规模化扩张，不愿自我升级改造，绿色制造的动力意愿不强，从而抑制了绿色制造水平的提升。

## 五、主要结论与政策建议

### （一）主要结论

本文通过构建绿色制造绩效评价指标体系，对国家生态文明试验区的绿色制造绩效进行了测度，并在评价结果的基础上对国家生态文明试验区绿色制造绩效的影响因素进行了实证分析，得出以下主要结论：

1. 绿色制造绩效整体上呈现逐年上升的态势。受经济形势、环保政策的影响，不同时期绿色制造绩效提升的速度不一。在很长一段时期，发展效益与资源利用、污染排放、环境保护和科技创新形成了一对互斥力量或矛盾，呈现出此消彼长的关系，绿色绩效提升速度的快慢也就依赖于其关系的变化。不过，近年来随着供给侧结构性改革的深入推进和一系列环保措施的推行，

---

发展效益、资源利用、污染排放、环境保护和科技创新等 5 个方面指标绩效提升的方向趋于一致，发展和生态之间的关系得到了统一。

2. 经济因素对国家生态文明试验区绿色制造绩效的提升的影响较为复杂。经济的快速发展，并未带来绿色制造绩效的提升，相反地，会对其则具有抑制作用。而在经济发展同时，产业结构的调整优化会进一步推进绿色制造的进程，为绿色制造营造良好的产业环境，并予以人才、技术支撑。

3. 城镇化水平和开放程度成为推动国家生态文明试验区绿色制造水平的主要力量。城镇化水平的提高能够促使经济集聚性的加强，使生产成本得以减少，生产效率得以提升，减少资源和能源的消耗，进而提高绿色制造绩效。开放程度的加大，能够为实施绿色制造行动提供外力支持。国家生态文明试验区可以利用自身的优势，吸取外来的优秀成果，提高绿色制造水平。

4. 招商引资的质量和层次严重影响着国家生态文明试验区绿色制造水平的提升。因为招商引资的质量不高和层次较低，使得外商投资的产业以低端产业居多，高端产业相对较少，工业布局上呈现“小而散”的局面，产业集聚效应得不到发挥，且低端产业绿色化改造的意愿和动力不足，这就抑制了绿色制造水平的提升。

5. 能源结构和资源状况对国家生态文明试验区绿色制造绩效的提升具有不同的影响。能源消费结构的调整，将使污染物排放降低，能源消费的清洁度增加，这对绿色制造绩效的提升是一个利好因素。但资源因素对绿色制造绩效影响则不同，资源型的传统产业居多，对资源依赖度会加大，且会以低水平、外延式等方式进行规模化扩张，自我绿色化改造动力不强，阻碍了绿色制造绩效的提升。

6. 收入水平和教育水平在国家生态文明试验区绿色制造绩效的提升上，表现形势不一。对于较低发展水平的国家生态文明试验区来说，人民对于绿色产品需求欲望不高，城乡人均收入水平的提高对绿色制造绩效仍具有负作用；而教育水平则对绿色制造绩效具有正向作用，能够提高人们的绿色意识。

## （二）政策建议

从上述绿色制造绩效的评价结果和影响因素实证研究结论可以看出，目前（贵州）国家生态文明试验区绿色制造绩效既存在良好的上升态势，也具有一系列不利因素。结合（贵州）国家生态文明试验区绿色制造绩效的发展状况，为提升国家生态文明试验区绿色制造绩效，本文重点提出以下几个建议：

1. 优化产业结构，完善工业布局。深入推进以煤炭、电力、化工、冶金、有色、水泥、建材等传统行业绿色升级改造，对一些不符合国家环保政策和标准的落后产业和过剩产能实行淘汰，逐步清除无效、污染的僵尸企业，确保制造业可持续发展，使能耗水平和排放量最小化。加快发展生产性服务业，为工业发展提供先进的生产技术、现代装备，促进工业技术进步、产业升级和生产效率提高。同时不断发展医药、天然饮用水、节能环保装备制造和服务等新兴产业和绿色经济产业，增加这些产业的产值比重，根据本地资源优势和地区特色，培育新的经济增长点。同时注重统筹工业布局，合理引导工业集群发展，增加各产业之间的衔接性和区域之间的协调性，充分发挥产业集群效应，降低工业生产成本。综合考虑地区的资源环境容量、基础设施、区位条件等因素，按照布局集聚化、结构绿色化、链接生态化等原则，制定制造业发展规划和产业集群计划，构建集约高效、清洁生产、绿色低碳、结构合理、联系紧密的工业新格局，实现区域内工业高质量发展。

2. 推进城镇化进程，发挥集聚效应。推进以人为核心的新型城镇化，加快户籍制度改革，注重完善城镇服务功能、基础设施、公共服务设施体系，为城镇居民提供良好的人居环境。实行产城融合的发展战略，走集约化、小城镇的发展之路，以产业的支撑推进人口向城镇集聚，以城镇的集聚推动产业集群发展，增强生产、生活空间的集聚性，为工业的绿色化改造提供有利的外在环境。同时在城镇化的建设中，要树立生态文明意识，注重生态环境的保护，提高城镇化和生态环境的协调性。

---

3. 扩大对外交流与合作，提高招商引资质量和层次。以内陆开放型试验区建设为契机，继续扩大和外界的交流与合作，积极融合“一带一路”建设、长江经济带建设，开展与国际产能的合作对接。吸收外来的先进生产技术和管理经验，改造本地工业企业，提高工业的清洁生产能力和生产效益。同时，在招商引资上，要严格控制高耗能产业和低端过剩产业的进驻，立足本地资源禀赋和主导产业，精准招商、精准对接，积极引进新兴产业和绿色产业，做到引进的产业能够充分利用本地优势资源，并与本地主导产业相互衔接，增强工业发展的可持续性和绿色性。

4. 进行能源革命，提高资源利用效率。优化能源生产结构，推进本地煤层气、页岩气勘查开发进程，发展分布式能源、光伏电站及光伏发电、风力发电，降低煤炭在能源供给中的比重，促进能源供给种类多样化。调整能源消费结构，推广清洁能源的使用，如页岩气、太阳能、风能等，引导工业企业进行“煤改气”，推动工业节能技术改造，提升能效绿色化，实现能源消费低碳化、循环化、清洁化。深化资源绿色化利用，革新资源利用技术，不断提高磷石膏、赤泥、粉煤灰、冶炼废渣等大宗工业固体废弃物的综合利用水平和效率，降低资源消耗。

5. 强化宣传教育，提升全民绿色意识。加大绿色生产和绿色消费宣传力度，组织开展形式多样的宣传，普及绿色制造知识，宣传绿色制造政策、展示绿色产品，进一步提升工业绿色化改造意愿和群众绿色意识，为绿色制造营造良好的社会环境。积极倡导绿色消费，增强对绿色产品的购买意愿，为工业绿色化改造注入动力。

#### 参考文献:

- [1] World Health Organization (WHO) nited Nations En-vironment Program (UNEP), 1992 [J]. Urban air pollution in megacities of the world, 1992.
- [2] Jefferson, Gary H., Thomas G. Rawski, Yifan Zhang. Productivity Growth and Convergence Across China's Industrial Economy [J]. Journal of Chinese Economic and Business Studies, 2008, 6(2) : 121-140.
- [3] He F Q, Zhang J Lei. Energy Efficiency and Productivity Change of China's Iron and Steel Accounting for Undesirable Outputs[ J].Energy Policy ,2013, 54( 3) : 204-213.
- [4] Satoshi Honma, Jin- Li Hu. A panel data parametric frontier technique for measuring total-factor energy efficiency: An application to Japanese regions[ J]. Energy, 2014, 78.
- [5] Georgia Makridou, et al. Measuring the Efficiency of Energy - Intensive Industries across European Countries [ J ]. Energy Policy , 2015, 7( 22).
- [6] 卢强, 吴清华, 周永章. 工业绿色发展评价指标体系及应用于广东省区域评价的分析[J]. 生态环境学报, 2013, 22(3): 528-534.
- [7] “中国工程院绿色制造发展战略研究”课题组. 推进绿色制造建设生态文明——中国绿色制造战略研究[J]. 中国工程科学, 2017, 19(3): 53-60.
- [8] 吴传清, 黄磊. 长江经济带工业绿色发展绩效评估及其协同效应研究 [J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2018, 18(3): 46-55.
- [9] 周五七. 低碳约束下中国工业绿色 TFP 增长的地区差异——基于共同前沿生产函数的非参数分析[J]. 经济管理,

---

2014, 36(3):1-10.

[10] 毕克新, 杨朝均, 黄平. 中国绿色工艺创新绩效的地区差异及影响因素研究[J]. 中国工业经济, 2013(10):57-69.

[11] Rennings K. Redefining Innovation: Eco-innovation Research and the Contribution from Ecological Economics [J]. Ecological Economics, 2000, 32 (2).