

西部大开发战略对西部地区 碳排放影响效应研究

谢烛光 周茜¹

(中国药科大学 国际医药商学院, 江苏 南京 211198)

【摘要】: 西部大开发战略在促进西部地区经济增长的同时,也影响了西部地区的碳排放量。为衡量西部大开发战略对碳排放的影响效应,文章收集了我国 30 个省份 1997—2017 年的省际面板数据,以 Eviews10 构建 DID 模型进行研究分析。发现西部大开发战略在西部地区碳排放绝对量增长的背景下,并未增加西部地区的碳排放量,反而促进了西部地区后发优势的发挥,具有生态友好性;进一步研究发现,西部大开发战略使西部地区碳源结构进一步向煤炭碳源倾斜。西部大开发战略在新时期应促进西部地区技术经济的发展,合理利用西部资源的同时开发新能源,保持生态友好性,促进西部地区经济—生态双赢模式的发展。

【关键词】: 西部大开发战略 双重差分 碳排放 碳源结构

【中图分类号】: F062.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)01-021-06

改革开放以来,我国西部与非西部地区经济发展差距逐年扩大,为缓解我国区域经济不平衡的问题,我国于 2000 年开始实施西部大开发战略。西部大开发战略自“十五”计划以来,一直被纳入五年计划中。随着经济差距的增大,我国西部与非西部地区碳排放量差距也逐渐扩大,基于中国排放核算数据库(China emission accounts and datasets,CEADs)公布的 1997—2017 年省级碳排放数据,绘制我国西部与非西部地区共 30 个省份(由于数据缺失,本研究未将西藏及港澳台地区纳入研究范围)化石能源碳排放趋势图,如图 1 所示。

由图 1 可知,在总量平均值上,非西部地区的碳排放消耗更大,两者差距呈现出波动减少趋势。在碳源结构方面,西部与非西部地区均符合煤炭消耗源碳排放最大,原油消耗源碳排放次之,天然气消耗源碳排放最少的碳排放模式,但相对来说,西部地区碳排放更多来自于煤炭消耗,非西部地区碳排放更多来自原油消耗,两地区天然气碳源占比差距不大。为实现西部地区经济的可持续发展,探究西部大开发战略对于西部地区生态环境的影响效果,并及时调整战略执行手段及方式具有现实意义。本文基于我国 30 个省份 1997—2017 年的省际面板数据,对西部大开发战略进行自然对照模拟试验,构建双重差分模型(difference in difference, DID),评估西部大开发的生态环境友好性,衡量西部大开发战略对西部地区碳排放的影响,为西部地区生态质量提升及西部地区生态—经济双赢式发展模式提出政策建议。

作者简介: 谢烛光,硕士研究生,美国南加州大学访问学者,研究方向为产业经济学。E-mail:rosemie@126.com
周茜,博士,副教授,特聘副研究员,硕士研究生导师,美国南加州大学访问学者,研究方向为产业经济学。
E-mail:zhouqiancat@126.com

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“包容性绿色发展视角下环境规制的红利分配格局测度及优化路径研究”(20CJY001);教育部哲学社会科学后期资助项目“环境税改革的经济效应及影响因素研究”(20JHQ059);江苏省社会科学优秀青年学者科研资助项目“生态文明视域下的环境税改革研究”;江苏省研究生科研与实践创新计划“江苏省人力资本全球价值链流转核算研究”(3322000040)

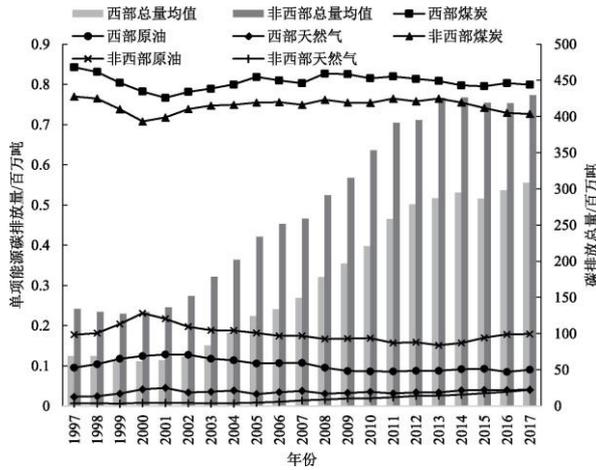


图 1 我国区域层面碳排放情况图

1 文献综述

现有对西部大开发战略的评价研究主要分为经济评价与生态评价研究, 本文将从西部大开发的经济增长促进效应与生态环境影响效应两方面, 对现有文献进行梳理。

1.1 西部大开发的经济增长促进研究

在西部地区经济绝对增长方面, 西部大开发战略显著促进了西部地区的经济增长^[1-2], 提升了西部地区人民的生活质量^[3-4]。在西部地区经济增长质量方面, 部分研究认为, 西部大开发战略的经济促进作用具有高质量属性^[6-8]; 但部分学者认为, 西部大开发战略对经济的促进作用仍以政府投资拉动为主, 未提升西部地区的自发经济增长潜力^[9-11]。在缓解区域经济不平衡方面, 西部大开发战略有效缩小了西部与非西部地区的经济发展差距^[12-13], 但也有研究发现, 西部大开发战略未作用于区域经济平衡^[5, 14-15]。

1.2 西部大开发的生态环境影响研究

从西部大开发战略对生态环境的纵向影响方面来说, 现有研究发现西部大开发战略通过提升西部地区的能源使用效率, 促进西部地区绿色经济发展^[16], 但西部大开发战略并未改变西部地区经济粗放式的发展模式, 西部大开发战略在一定程度上破坏了西部地区的生态环境^[17-21]。从西部大开发战略对生态环境的横向影响方面来说, 现有研究多从区域间探究西部地区是否沦为非西部地区的“污染天堂”, 张成等^[22]认为, 西部地区并未沦为非西部地区的“污染天堂”。

2 模型设计与数据说明

2.1 模型设计

本文使用双重差分法(DID)分析西部大开发战略对于我国西部地区碳排放总量的影响, 从“时间效应”与“政策效应”两方面进行考察。基于数据可得性, 本文将实施西部大开发战略的 11 个省份(西藏除外)作为实验组, 东中部其余 19 个省份作为对照组, 将碳排放量总量作为因变量进行面板回归, 模型构建如下:

$$Cab_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 du_{it} + \alpha_2 dt_{it} + \alpha_3 du_{it} \times \alpha_4 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: Cab_{it} 表示 i 地区 t 年的碳排放总量, du_{it} 为政策虚拟变量, 实施西部大开发战略的地区设为 1, 非西部大开发地区设为 0; dt_{it} 是时间虚拟变量, 实施西部大开发之后(即 2000 年后)设为 1, 实施西部大开发之前(即 2000 年前)设为 0; X_{it} 为控制变量, ε_{it} 为随机扰动项。衡量西部大开发对西部地区碳排放总量的净影响主要考察 α_3 , 若 $\alpha_3 < 0$, 则说明西部大开发战略并未使得西部地区碳排放总量增加。

2.2 数据说明

本文数据来源主要来自中国排放核算数据库及 1997—2017 年《中国统计年鉴》中的数据。详细数据来源见表 1。

表 1 变量数据来源说明表

变量	符号	计算方式	数据来源
碳排放总量/百万吨	Cab	碳排放总量	1997—2017 年的 CEADs 数据库
外商直接投资	fdi	(实际利用外资×汇率)/GDP	1996—2018 年的 《中国统计年鉴》
城市化水平/(盏/平方千米)	urb	i 地区路灯盏数/ i 地区面积	
基础设施建设水平/(千米/人)	inf	高速公路里程/总人口	
产业结构高级化	str	第三产业地区生产增加值/ 第二产业地区生产增加值	
政府支出	gov	财政支出/GDP	

本文模型被解释变量是碳排放总量, 解释变量为西部大开发战略时间虚拟变量(dt_{it})、西部大开发战略政策虚拟变量(du_{it})以及两者的交互项, 其中, 交互项是本文的核心变量, 反映了西部大开发战略对西部地区碳排放总量的政策净影响。另外, 为控制影响各地区碳排放的其他因素, 本节在回归模型中还添加了控制变量, 外商直接投资会影响地区生产模式从而影响碳排放, 因此本文以当年汇率对实际利用外资进行换算, 以此反映外商直接投资水平; 城市化水平可通过影响地区生产与生活方式进而影响碳排放, 本文采用某地区路灯盏数与该地区面积的比值来衡量城市化水平; 基础设施建设水平与政府支出变量均以宏观效应影响经济生产方式与投资方式, 进而影响西部地区碳排放水平, 因此本文将其纳入控制变量, 其中, 基础设施建设水平由人均高速公路里程表示, 政府支出由财政支出占 GDP 的比重表示; 另外, 考虑到产业结构高级化对产业链升级的影响, 从而对碳排放量产生影响, 产业结构越高级, 其生产方式对碳源的消耗越少, 于是将产业结构高级化指标纳入模型, 其由第三产业地区生产增加值与第二产业地区生产增加值的比值表示, 反映某地区产业结构高级化程度。

3 实证检验与分析

通过收集我国 30 个省份的省际面板数据, 对上述模型进行实证检验, 以探究西部大开发战略对西部地区碳排放总量的影响。

3.1 描述性统计

各非虚拟变量描述性统计如表 2 所示。由表 2 可知, 本节实证分析数据样本量为 586, 且我国各省份碳排放量与城市化水平的标准差较大, 说明我国碳排放与城市化水平两项指标在各时点、各地区的差异较大。

表 2 描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最大值	最小值
碳排放量(Cab)	586	248.4301	227.6805	1552.0050	0.8144
外商直接投资(fdi)	586	0.4626	0.5774	5.7080	0.0474
城市化水平(urb)	586	61278.3000	120350.1000	919141.3000	281.3512
基础设施建设水平(inf)	586	0.0001	0.0001	0.0006	0.0000
产业结构高级化(str)	586	0.9962	0.4778	4.2367	0.4971
政府支出(gov)	586	0.1889	0.0917	0.6269	0.0568

3.2 平稳性检验

本文采用 LLC 检验法对各非虚拟变量进行平稳性检验,结果如表 3 所示。由表 3 可知,原变量中仅外商直接投资(fdi)为零阶平稳,其余变量均为一阶平稳。

为避免“伪回归”问题,本文采用 EG 法对所有一阶平稳变量进行协整检验,即生成一阶平稳回归残差序列,并对其进行单位根检验,发现一阶平稳变量回归残差序列通过 LLC 平稳性检验,统计量为-2.34584,对应 P 值为 0.0095,小于 0.05,表示所有一阶平稳变量通过协整检验,即将变量同时纳入回归,不会产生“伪回归”问题,回归结果可靠。

3.3 回归结果及分析

表 3 LLC 平稳性检验

变量	差分阶数	检验类型	统计量	P 值	结论
碳排放量(Cab)	1	I & T	-10.5230	0.0000	一阶平稳
外商直接投资(fdi)	0	I	-1.9753	0.0241	平稳
城市化水平(urb)	1	I & T	-12.4016	0.0000	一阶平稳
基础设施建设水平(inf)	1	I & T	-12.5386	0.0000	一阶平稳
产业结构高级化(str)	1	I & T	-7.5186	0.0000	一阶平稳
政府支出(gov)	1	I & T	-13.1512	0.0000	一阶平稳

本文将碳排放总量作为因变量,将西部大开发战略虚拟变量作为自变量构建 DID 模型,并将外商直接投资(fdi)、城市化水平(urb)、基础设施建设水平(inf)、产业结构高级化(str)、政府支出(gov)等作为控制变量,采用随机效应模型进行回归分析,回归结果如表 4 所示。

表 4 回归结果

变量	系数	标准误	t 统计量	P 值
DID	-163.8176***	58.8998	-2.7813	0.0056
fdi	-19.5895	15.1809	1.2904	0.1974
urb	0.0005***	0.0001	4.4088	0.0000
inf	1231071.0000***	169688.3000	7.2549	0.0000
str	-45.0338**	22.6917	-1.9846	0.0477
gov	450.9833***	153.8076	2.9321	0.0035
c	173.2780***	43.7696	3.9589	0.0001
R ²	0.3223	调整后的 R ²	0.3153	
F 统计量	45.9034	P 值	0.0000	

由表 4 可知, 整个模型的 F 统计量为 45.9034, 对应 P 值为 0.0000, 小于 0.05, 说明整个模型的估测是显著的。由于 DID 系数为显著的负值, 说明西部大开发并未使得西部地区碳排放总量增加, 而是显著降低了西部地区的碳排放。在西部地区经济增长迅速的前提下, 西部大开发战略并未增加西部地区的碳排放, 说明西部大开发战略具有环境友好性。在控制变量层面, 5 个控制变量中有 4 个变量显著, 其中, 外商直接投资 (fdi) 未显著影响西部地区的碳排放总量; 城市化水平显著正向影响西部地区的碳排放总量, 具体来说, 城市化水平每提高 1 个单位, 将使得西部地区碳排放总量上升 0.0005 个单位, 说明城市化水平越高, 将通过影响人民生活、消费等方面, 从而增加该地区的碳排放量; 基础设施建设水平显著正向影响西部地区的碳排放总量, 具体来说, 基础设施建设水平每提高 1 个单位, 将使得西部地区碳排放总量上升 1231071 个单位; 产业结构高级化显著负向影响西部地区的碳排放总量, 具体来说, 产业结构高级化每提高 1 个单位, 将使得西部地区碳排放总量下降 45.0338 个单位, 说明产业结构越高级, 生产需依赖的能源消耗越少, 碳排放量越少; 政府支出显著正向影响西部地区的碳排放总量, 具体来说, 政府支出每提高 1 个单位, 将使得西部地区碳排放总量上升 173.2781 个单位, 政府支出质量需进一步提升。

4 进一步研究西部大开发战略对碳源结构的影响

通过以上研究发现, 西部大开发战略并未增加西部地区的碳排放, 该战略具有环境友好性。为进一步研究西部大开发战略对西部地区碳源结构的影响, 本文继续构建 DID 模型, 以三大能源占比分别作为因变量, 考察西部大开发战略对不同能源占比产生的影响, 以此分析西部大开发战略对西部地区碳源结构的影响。

4.1 模型设计

同样将实施西部大开发战略的 11 个省份 (由于数据缺失, 未将西藏纳入研究范围) 作为实验组, 东中部其余 19 个省份作为对照组, 模型设置如下:

$$Cab_{nit} = \gamma_0 + \gamma_1 du_{it} + \gamma_2 dt_{it} + \gamma_3 du_{it} \times dt_{it} + \gamma_4 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中： Cab_{nit} 表示 i 地区 t 年由于消耗化石能源 n 而排放的碳排放量所占总碳排放量的比重， du_{it} 是政策虚拟变量，实施西部大开发的地区设为 1，非西部大开发地区设为 0； dt_{it} 是时间虚拟变量，实施西部大开发之后（即 2000 年后）设为 1，实施西部大开发之前（即 2000 年前）设为 0； X_{it} 为控制变量， ε_{it} 为随机扰动项。衡量西部大开发对西部地区不同碳源碳排放总量比重的净影响主要考察 γ_3 ，若 $\gamma_3 < 0$ ，则说明西部大开发战略并未使得西部地区碳源 n 的碳排放比重增加，通过对比分析各碳源的 γ_3 值，便可得出西部大开发战略对西部地区碳源结构的影响。

4.2 数据来源

数据来自 CEADs 数据库、1997—2017 年《中国统计年鉴》。详细数据来源见表 5。

表 5 变量说明表

变量	符号	计算方式	数据来源
煤炭碳排放占比	Cab_1	消耗煤炭的碳排放/碳排放总量	1997—2017 的 CEADs 数据库
原油碳排放占比	Cab_2	消耗原油的碳排放/碳排放总量	
天然气碳排放占比	Cab_3	消耗天然气的碳排放/碳排放总量	
外商直接投资	fdi	(实际利用外资 × 汇率)/GDP	1996—2018 年的 《中国统计年鉴》
城市化水平/(盏/平方千米)	urb	i 地区路灯盏数/ i 地区面积	
基础设施建设水平/(千米/人)	inf	高速公路里程/总人口	
产业结构高级化	str	第三产业地区生产增加值/ 第二产业地区生产增加值	
政府支出	gov	财政支出/GDP	
居民消费水平/元	spd	居民消费水平	
研发水平/项	rd	专利数	
税收水平	tax	总税收/GDP	

本节模型被解释变量是三大化石能源碳排放量占总碳排放量的比重，解释变量有西部大开发战略时间虚拟变量 (dt_{it})、西部大开发战略政策虚拟变量 (du_{it}) 以及两者的交互项，其中，交互项是本文的核心变量，反映了西部大开发战略对西部地区消耗三大能源的碳排放的政策净影响。与前文相同，添加了外商直接投资、城市化水平、基础设施建设水平、产业结构高级化、政府支出等变量作为控制变量，并新增居民消费水平、研发水平、税收水平等指标，其中，居民消费水平会通过价格影响不同能源的消耗及其碳排放，因此本节将其纳入控制变量；研发水平会通过影响清洁技术开发从而影响碳源使用效率，进而影响各能源消耗量及其碳排放，本文以专利数表示研发水平；税收水平是宏观控制变量，可通过影响消费选择、生产决策从而影响碳排放，本文以总税

收占 GDP 的比重表示。

4.3 实证研究

4.3.1 描述性统计

各非虚拟变量描述性统计如表 6 所示。由表 6 可知, 本节实证分析样本量为 477, 从全国层面看, 煤炭能源产生的碳排放占比最高, 天然气能源碳排放占比最低, 且天然气消耗产生的碳排放浮动较低, 排放量更稳定。

表 6 变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最大值	最小值
煤炭碳排放量占比 (Cab ₁)	477	0.7094	0.1459	0.9619	0.0089
原油碳排放量占比 (Cab ₂)	477	0.1895	0.1367	0.8111	0.0000
天然气碳排放量占比 (Cab ₃)	477	0.0368	0.0518	0.4810	0.0000
外商直接投资 (fdi)	477	0.4486	0.4887	4.4686	0.0474
城市化水平 (urb)	477	70920.1900	130940.0000	919141.3000	281.3512
基础设施建设水平 (inf)	477	0.0001	0.0001	0.0005	0.0000
产业结构高级化 (str)	477	0.9876	0.5102	4.2367	0.4971
政府支出 (gov)	477	0.1914	0.0940	0.6269	0.0590
居民消费水平 (spd)	477	11466.8800	8845.4280	53617.0000	1852.0000
研发水平 (rd)	477	24402.8700	46873.8600	332652.0000	70.0000
地方税收水平 (ptax)	477	0.0707	0.0282	0.1934	0.0300

4.3.2 平稳性检验

本文采用 LLC 检验法对各非虚拟变量进行平稳性检验, 结果如表 7 所示。由表 7 可知, 原变量中仅外商直接投资 (fdi) 与税收水平 (tax) 两变量为零阶平稳, 其余变量均为非平稳, 其中, 研发水平为二阶平稳, 对其导数进行平稳性检验后, 发现其为平稳序列, 其余变量均为一阶平稳。

表 7 LLC 平稳性检验

变量	差分阶数	检验类型	统计量	P 值	结论
煤炭碳排放量 (Cab ₁)	1	I&T	-16.0508	0.0000	一阶平稳

原油碳排放 (Cab ₂)	1	I & T	-15.6442	0.0000	一阶平稳
天然气碳排放 (Cab ₃)	1	I & T	-15.0694	0.0000	一阶平稳
外商直接投资 (fdi)	0	I	-1.9753	0.0241	平稳
城市化水平 (urb)	1	I & T	-12.4016	0.0000	一阶平稳
基础设施建设水平 (inf)	1	I & T	-12.5386	0.0000	一阶平稳
产业结构高级化 (str)	1	I & T	-7.5186	0.0000	一阶平稳
政府支出 (gov)	1	I & T	-13.1512	0.0000	一阶平稳
居民消费水平 (spd)	1	I & T	-9.6298	0.0000	一阶平稳
研发水平 (rd)	2	I	-4.6806	0.0000	二阶平稳
税收水平 (tax)	0	I	-1.72264	0.0425	平稳
研发水平差分 (lnrd)	0	I & T	-1.8731	0.0305	平稳

为避免“伪回归”问题,本文采用面板 EG 协整检验法对不同因变量与所有一阶平稳变量组合进行协整检验,检验结果如表 8 所示。

表 8 EG 协整检验

组合	差分阶数	检验类型	统计量	P 值	结论
Cab ₁ +urb+inf+str+gov+spd	0	I & T	-8.5927	0.0000	平稳
Cab ₂ +urb+inf+str+gov+spd	0	I & T	-8.9003	0.0000	平稳
Cab ₃ +urb+inf+str+gov+spd	0	I & T	-3.4558	0.0003	平稳

由表 8 可知,各因变量与所有一阶平稳变量组合均通过协整检验,将变量同时纳入回归,不会产生“伪回归”问题,回归结果可靠。

4.3.3 回归结果及分析

本文将三大化石能源碳排放量占碳排放总量的比值作为因变量,将西部大开发战略虚拟变量作为自变量构建 DID 模型,并将外商直接投资 (fdi)、城市化水平 (urb)、基础设施建设水平 (inf)、产业结构高级化 (str)、政府支出 (gov)、居民消费水平 (spd)、研发水平 (rd)、税收水平 (tax) 等变量作为控制变量,采用随机效应模型进行回归分析,回归结果如表 9 所示,表 9 中(1)、(2)、(3)列的因变量分别为消耗煤炭碳排放占碳排放总量、消耗原油碳排放占碳排放总量、消耗天然气碳排放占碳排放总量的比值。

表 9 回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
DID	0.0756** (0.0389)	-0.1407*** (0.0003)	0.0385*** (0.0065)
fdi	-0.0294*** (0.0004)	0.0296*** (0.0004)	0.0045 (0.2431)
urb	0.0000*** (0.0083)	-0.0000 (0.3474)	-0.0000*** (0.0000)
inf	463.3638*** (0.0000)	-397.2421*** (0.0001)	-114.9574*** (0.0007)
str	-0.0087 (0.5779)	-0.0370** (0.0237)	0.0392*** (0.0000)
gov	-0.1556 (0.1453)	0.2380** (0.0371)	-0.1489*** (0.0002)
spd	-0.0000*** (0.0000)	0.0000*** (0.0001)	0.0000*** (0.0000)
lnrd	0.0165** (0.0135)	-0.0292*** (0.0000)	-0.0056** (0.0241)
tax	-1.0799*** (0.0022)	1.1707*** (0.0017)	0.3689*** (0.0049)
c	0.7245*** (0.0000)	0.3561*** (0.0000)	0.0040 (0.8551)
R ²	0.2990	0.1578	0.5928
调整后的 R ²	0.2860	0.1403	0.5845
F 值	22.8513	9.0154	71.3430
P 值	0.0000	0.0000	0.0000

由表 9 可知, 3 个模型的 F 统计量分别为 22.85131、9.015394、71.34382, 对应的 P 值均为 0.0000, 小于 0.05, 说明 3 个模型的整体估测都是显著的。具体来看, 西部大开发战略对三大化石能源产生的碳排放占比均为显著影响, 且正向影响了煤炭能源产生的碳排放占比, 负向影响了原油能源产生的碳排放占比, 正向影响了天然气能源产生的碳排放占比, 说明西部大开发战略显著促进了西部地区原油碳源向煤炭碳源与天然气碳源的转化, 且向煤炭碳源的转化更大。

从控制变量层面来看, 外商直接投资 (fdi) 显著促进了西部地区碳源结构由煤炭能源向原油转变; 城市化水平 (urb) 显著促进了西部地区碳源结构由天然气能源向煤炭能源转变; 基础设施建设水平 (inf) 显著影响了西部地区三大能源产生的碳排放, 显著促进了西部地区碳源结构由原油及天然气能源向煤炭能源转变; 产业结构高级化水平 (str) 显著促进了西部地区碳源结构由原油能源向天然气能源转变; 政府支出 (gov) 显著促进了西部地区碳源结构由天然气能源向原油能源转变; 居民消费水平 (spd) 显著影响了西部地区三大能源产生的碳排放, 促进了西部地区碳源结构由煤炭能源向原油及天然气能源转变; 研发水平 (rd) 显著影响了西部地区三大能源产生的碳排放, 促进了西部地区碳源结构由原油及天然气向煤炭能源转变; 税收水平 (tax) 显著影响了西部地区三大能源产生的碳排放, 促进了西部地区碳源结构由煤炭能源向原油及天然气转变。

5 结论与建议

5.1 结论

本文通过构建我国 30 个省份的省际面板 DID 模型, 衡量西部大开发战略对西部地区碳排放总量的影响, 并进一步分析西部大

开发战略对于西部地区碳源结构转化的影响。得到以下结论：

第一，西部大开发战略并未增加西部地区的碳排放量。在西部地区碳排放绝对量常年上升的背景下，西部大开发战略显著降低了西部地区的碳排放量，说明西部大开发战略有效发挥了西部地区的后发优势，提升了西部地区的资源使用效率，说明该战略具有生态环境友好性。

第二，西部大开发战略促进了西部地区原油碳源向煤炭与天然气碳源的转化。西部地区常年呈以煤炭碳源为首、原油为次、天然气最次的碳源结构，西部大开发战略的实施有效促进了西部地区碳源从原油向煤炭与天然气的转换，且向煤炭碳源的转换更多。使得西部地区碳源结构进一步向煤炭碳源倾斜。

第三，通过对比分析模型中的非政策因素可知，外商直接投资未对西部地区碳排放量产生影响，但促进了西部地区的碳源由煤炭向原油转变；城市化水平增加了西部地区的碳排放，也促进了西部地区的碳源由天然气向煤炭转变；基础设施建设水平增加了西部地区的碳排放，也促进了西部地区的碳源由原油及天然气向煤炭转变；产业结构高级化水平降低了西部地区的碳排放，促进了西部地区的碳源由原油向天然气转变；政府支出增加了西部地区的碳排放，也促进了西部地区的碳源由天然气向原油转变。另外，居民消费水平与税收水平促进了西部地区的碳源由煤炭向原油及天然气转变，研发水平正好相反。

5.2 建议

针对以上结论，本文为西部地区绿色经济发展提出以下建议：

第一，保持西部大开发战略的环境友好性及后发效应促动性。基于本文研究结论，西部大开发战略促进了西部地区后发优势的发挥，以高质量经济发展目标为要求，促进西部地区绿色经济发展，为此，西部大开发战略应继续保持其环境友好性，深化推进西部地区绿色循环发展，在西部地区经济发展早期阶段便培育高智能、高技术、高绿色的发展模式；推进西部地区产业结构高级化，加快引进优质外资投资，提升西部地区生产技术水平，支持西部地区向外转移低端产业，提升西部地区产业高级化水平；促进西部地区人才培养与引进进程，提高西部地区人力资本创新效益的发挥，提升资源使用效率与污染清理效率，推进西部地区经济绿色发展。

第二，多渠道优化西部地区的能源使用。结合西部地区的资源优势，加大可再生能源的运用，加快建设“水火油气风光核”丝绸之路现代能源综合示范基地、酒泉至湖南直流配套风光电项目等，推进新交通工具的使用，在合理运用西部地区资源的同时，开发新能源，优化西部地区碳源结构。西部地区能源使用的优化进程不仅由西部大开发战略引导，还可通过合理化城市化进程、税收水平、政府支出、基础设施建设，优化产业结构水平、外商投资质量、研发投入，提升人力资本质量以发挥创新效益，从而提升技术水平等方式，多途径、多渠道优化西部地区的能源使用。

参考文献：

[1]朱承亮,岳宏志,李婷.基于TFP视角的西部大开发战略实施绩效评价[J].科学学研究,2009(11):1662-1667.

[2]Jia J X, Ma G R, Qin C, et al. Place-based policies, state-led industrialisation, and regional development: Evidence from China's Great Western Development Programme[J]. European Economic Review, 2020. DOI:10.1016/j.eurocorev.2020.103398.

[3]文丰安.新时代持续推进西部大开发战略的着力点[J].改革,2018(9):1.

-
- [4]邵传林, 云锋. 制度质量与区域经济政策绩效——基于西部大开发的准自然实验研究[J]. 经济与管理, 2019(1):17-22.
- [5]任保平, 张倩. 西部大开发 20 年西部地区经济发展的成就、经验与转型[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2019(4):46-62.
- [6]李国平, 彭思奇, 曾先峰, 等. 中国西部大开发战略经济效应评价——基于经济增长质量的视角[J]. 当代经济科学, 2011(4):1-10, 124.
- [7]夏飞, 曹鑫, 赵锋. 基于双重差分模型的西部地区“资源诅咒”现象的实证研究[J]. 中国软科学, 2014(9):127-135.
- [8]茹少峰, 周子锴. 西部大开发 20 年的政策净效应与西部地区经济高质量发展——基于倾向得分匹配—双重差分方法检验[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2019(4):63-75.
- [9]刘生龙, 王亚华, 胡鞍钢. 西部大开发成效与中国区域经济收敛[J]. 经济研究, 2009(9):94-105.
- [10]何春, 刘来会. 区域协调发展视角下西部大开发政策效应的审视[J]. 经济问题探索, 2016(7):72-78.
- [11]王永静, 闫周府. 西部大开发战略实施效果评价与反思——以新疆维吾尔自治区为例[J]. 生态经济, 2016(6):119-122.
- [12]肖金成, 张燕, 马燕坤. 西部大开发战略实施效应评估与未来走向[J]. 改革, 2018(6):49-59.
- [13]彭曦, 陈仲常. 西部大开发政策效应评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2016(3):136-144.
- [14]杨锦英, 郑欢, 方行明. 中国东西部发展差异的理论分析与经验验证[J]. 经济学动态, 2012(8):63-69.
- [15]宋萌, 刘涵. 借助“一带一路”推动西部大开发[J]. 人民论坛, 2017(31):106-107.
- [16]林建华, 李琳. 西部大开发 20 年西部地区绿色发展的历史进程、存在问题与未来路径[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2019(4):76-88.
- [17]Wei L, Liu Y J, Yang Z F. Preliminary strategic environmental assessment of the Great Western Development Strategy:Safeguarding ecological security for a new Western China[J]. Environmental Management, 2012, 49(2):483-501.
- [18]郑佳佳. 西部大开发对西部地区碳排放演变的影响[J]. 西部论坛, 2017(4):48-58.
- [19]杜立钊. 西部地区的 TFP 增长、技术进步与效率变化[J]. 经济问题探索, 2018(5):63-69.
- [20]刘敏, 包智明. 西部民族地区的“压缩型现代化”及其生态环境问题——以内蒙古阿拉善为例[J]. 云南社会科学, 2019(2):113-119.
- [21]孙焱林, 李格, 石大千. 西部大开发与技术创新:溢出还是陷阱?——基于 PSM-DID 的再检验[J]. 云南财经大学学报, 2019(6):51-62.

[22] 张成, 周波, 吕慕彦, 等. 西部大开发是否导致了“污染避难所”?——基于直接诱发和间接传导的角度[J]. 中国人口·资源与环境, 2017(4):95-101.