

# 中国“十二五”与“十三五”碳排放趋势研究 ——基于总量、部门与居民生活的实证分析

于国庆, 成泽豪, 谢雪\*  
西藏大学, 西藏 拉萨 850000

**摘要:** 本文基于中国“十二五”(2011–2015年)与“十三五”(2016–2020年)期间的碳排放数据,通过总量分析、产业分解及居民生活碳排放的视角,系统探讨了区域碳排放的演变特征及差异性。利用SPSSPRO对碳排放总量、第一产业、第二产业、第三产业及居民生活的年度数据进行正态性检验、方差齐性检验与独立样本T检验,结合STL分解模型解析碳排放的长期趋势与周期性特征。研究发现:(1)碳排放总量在十二五至十三五期间持续增长,十三五期间总量较十二五增长74.70%,但2020年受外部因素影响略有下降;(2)第二产业始终占据主导地位(贡献率超70%),但两期间差异不显著( $p=0.309$ ),而第三产业与居民生活碳排放显著增长( $p<0.01$ ),年均增速分别为8.1%与7.4%;(3)第一产业碳排放波动较小,但十三五期间均值显著高于十二五( $p=0.002$ );(4)STL分解表明,碳排放整体呈单调递增趋势,季节性影响微弱。研究揭示了产业结构调整与居民消费模式对碳排放的驱动作用,为区域低碳政策制定提供实证依据以期为全球绿色低碳转型和可持续发展目标的实现贡献力量<sup>[1]</sup>。

**关键词:** 碳排放; 十二五与十三五; 独立样本T检验算法; SPSSPRO; STL

## Research on Carbon Emission Trend of China's 12th Five-Year Plan and 13th Five-Year Plan

### —Empirical Analysis Based on Total Volume, Sector and Residents' Lives

Yu Guoqing, Cheng Zehao, Xie Xue\*  
Tibet University, Lhasa, Tibet 850000

**Abstract:** Based on the carbon emission data of China's 12th Five-Year Plan (2011–2015) and 13th Five-Year Plan (2016–2020), this paper systematically discusses the evolution characteristics and differences of regional carbon emissions from the perspectives of total volume analysis, industrial decomposition and household carbon emissions. SPSSPRO was used to conduct normality test, variance homogeneity test and independent sample T test for the annual data of total carbon emission, primary industry, secondary industry, tertiary industry and residents' life, and analyze the long-term trend and periodic characteristics of carbon emission combined with the STL decomposition model. The results show that: (1) the total carbon emission increased continuously from the 12th Five-Year Plan period to the 13th Five-Year Plan period, and the total carbon emission in the 13th Five-Year Plan period increased by 74.70% compared with the 12th Five-Year Plan period, but it will decrease slightly in 2020 due to external factors; (2) The secondary industry always occupies the dominant position (contribution rate over 70%), but the difference between the two periods is not significant ( $p=0.309$ ), while the tertiary industry and residential carbon emissions increased significantly ( $p<0.01$ ), with an average annual growth rate of 8.1% and 7.4% respectively. (3) The carbon emission of the primary industry fluctuated little, but the average value during the 13th Five-Year Plan period was significantly higher than that during the 12th Five-Year Plan period ( $p=0.002$ ); (4) The decomposition of STL shows that the overall carbon emission shows a monotonously increasing trend, and the seasonal influence is weak. The study revealed the driving effect of industrial structure adjustment and residents' consumption pattern on carbon emissions, providing empirical basis for regional low-carbon policy formulation, with a view to contributing to the realization of global green low-carbon transformation and sustainable development goals<sup>[1]</sup>.

**Keywords:** carbon emission; the twelfth and thirteenth five-year plans; independent sample t test algorithm; spsspro; stl

作者简介: 于国庆(1999-), 山东茌平人, 硕士, 现就读于西藏大学工学院, 研究方向: 桥梁与隧道工程;

通讯作者: 谢雪(1999-), 重庆开州人, 硕士, 现就读于西藏大学工学院, 研究方向: 建筑设计及其理论。通讯邮箱: 2380938918@qq.com。

## 一、碳排放总量与趋势变化

针对十二五（2011-2015年）和十三五（2016-2020年）期间的碳排放状况（如总量、变化趋势），查阅了大量资料和文献，进行相关整理得到了十二五（2011-2015年）和十三五（2016-2020年）期间碳排在总量、第一产业、第二产业、第三产业以及居民生活的具体数据，具体如表1所示：

表1 十二五与十三五期间碳排放表

年份	总量	第一产业	第二产业	第三产业	居民生活
2010	56360.052	896.07	45225.697	5898.284	4340.001
2011	65193.342	1031.176	52975.787	6584.556	4601.822
2012	67502.613	1165.275	54048.282	7147.774	5141.282
2013	66749.376	1007.478	52229.084	7791.472	5721.341
2014	64853.276	1020.853	51187.98	7676.077	4968.367
2015	66074.81	1162.512	51101.873	8314.531	5495.894
2016	68526.125	1211.034	52382.224	8801.016	6131.851
2017	70451.557	1245.019	52975.849	9524.015	6706.674
2018	71502.003	1295.487	52506.881	10422.113	7277.522
2019	74096.331	1278.384	54235.439	11150.957	7431.551
2020	72633.324	1238.759	52954.049	10906.028	7534.489

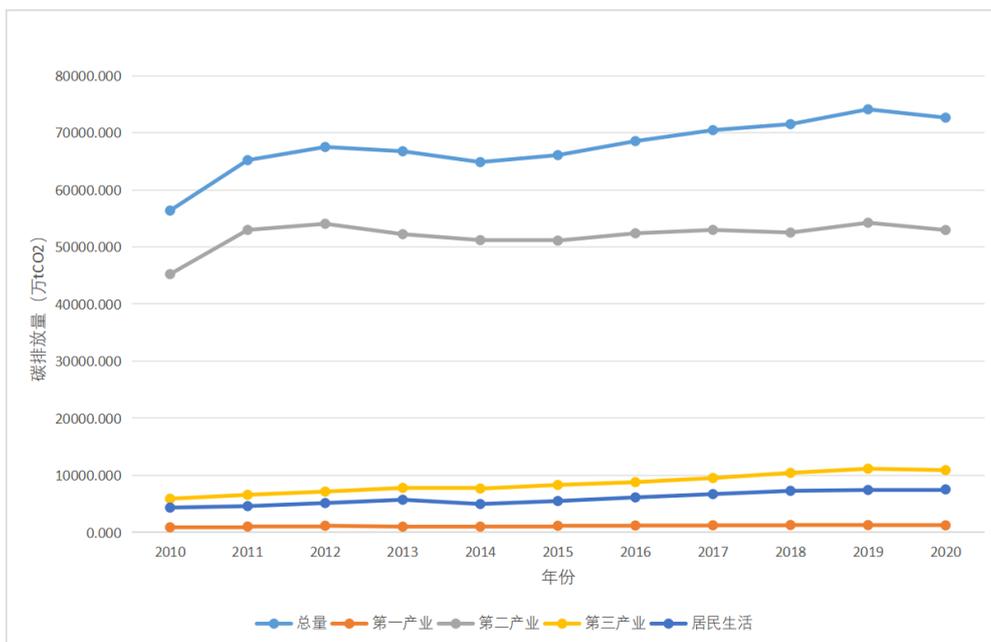


图1 2011-2020年碳排放趋势

居民生活：从2011年到2016年，碳排放量呈上升趋势<sup>[2]</sup>。尽管在2018年和2019年之间略有下降，但在2020年又有所上升。

在十二五期间（2011-2015），尽管在2014年和2015年之间碳排放量有所下降，具体而言，2012-2015年期间，技术进步和产业结构优化降低了碳排放强度<sup>[3]</sup>，但总体上碳排放量是增长的；在十三五期间（2016-2020），碳排放量继续增长，但在2020年稍有下降；第三产业和居民生活的碳排放量在整个十年中都呈上升趋势。

十三五期间碳排放总量比十二五期间高出了74.70%，除第一产业变化不明显外，其余第二产业、第三产业、居民生活都有不同比例的提升，财政在降低城市碳排放的过程中发挥了显著的正向调节作用<sup>[4]</sup>。

将十二五（2011-2015年）和十三五（2016-2020年）期间碳排在总量、第一产业、第二产业、第三产业以及居民生活的数据相加后得到十二五（2011-2015年）五年内和十三五（2016-2020年）五年内碳排放量的总和。

通过 SPSSPRO 进行相关性分析，得出十二五（2011-2015年）和十三五（2016-2020年）期间碳排在总量、第一产业、第二产业、第三产业以及居民生活方面的变化趋势，如图1所示：

通过 SPSSPRO 进行相关性分析，得出十二五（2011-2015年）和十三五（2016-2020年）期间碳排在总量、第一产业、第二产业、第三产业以及居民生活方面的总量对比。

总碳排放量：从2011年到2019年，总碳排放量呈上升趋势，尽管在2014年有所下降，但在2020年，总碳排放量略有下降；第一产业：碳排放量在整个时期内基本上呈上升趋势；第二产业：此产业的碳排放量在2011年至2019年间大致上升，但在2014年和2015年之间有所下降。2020年也出现了轻微的下降；第三产业：碳排放量持续上升，显示出一个相对稳定的增长趋势；

## 二、指标间差异性与相关性分析

### （一）差异性分析

通过对碳排放量 - 碳排放量 - 总量、碳排放量 - 第一产业 - 农林消费部门、碳排放量 - 第二产业 - 工业消费部门、碳排放量 - 第三产业 - 总量、碳排放量 - 居民生活 - 居民生活消费进行数据整合后，在 SPSSPRO 中采用独立样本 T 检验算法进行差异性分析：

1. 正态检验:

表2 碳排放量正态检验结果

变量名	样本数量	中位数	平均值	标准差	偏度	峰度	S-W检验	K-S检验
碳排放量-碳排放量-总量(万 tCO <sub>2</sub> )	10	68014.36	68758.27	3244.33	0.413	-1.252	0.935(0.495)	0.151(0.952)
碳排放量-第一产业-农林消费部门(万 tCO <sub>2</sub> )	10	1188.154	1165.598	109.214	-0.512	-1.41	0.878(0.123)	0.191(0.795)
碳排放量-第二产业-工业消费部门(万 tCO <sub>2</sub> )	10	52730.46	52659.74	1031.513	-0.05	-0.381	0.933(0.481)	0.18(0.849)
碳排放量-第三产业-总量(万 tCO <sub>2</sub> )	10	8557.773	8831.854	1607.68	0.228	-1.378	0.94(0.57)	0.141(0.972)
碳排放量-居民生活-居民生活消费(万 tCO <sub>2</sub> )	10	5926.596	6101.079	1082.127	0.128	-1.616	0.921(0.367)	0.162(0.921)

上表展示了定量变量碳排放量 - 碳排放量 - 总量 (万 tCO<sub>2</sub>)、碳排放量 - 第一产业 - 农林消费部门 (万 tCO<sub>2</sub>)、碳排放量 - 第二产业 - 工业消费部门 (万 tCO<sub>2</sub>)、碳排放量 - 第三产业 - 总量 (万 tCO<sub>2</sub>)、碳排放量 - 居民生活 - 居民生活消费 (万 tCO<sub>2</sub>) 描述性统计和正态性检验的结果, 包括中位数、平均值等, 用于检验数据的正态性。

2. 方差齐性检验

表3 碳排放量方差齐性检验结果

	组别 (标准差)		F	P
	十二五 (n=5)	十三五 (n=5)		
碳排放量-碳排放量-总量(万tCO <sub>2</sub> )	1091.191	2118.468	1.493	0.257
碳排放量-第一产业-农林消费部门(万 tCO <sub>2</sub> )	79.356	33.446	16.268	0.004
碳排放量-第二产业-工业消费部门(万 tCO <sub>2</sub> )	1243.979	733.694	1.783	0.219
碳排放量-第三产业-总量(万tCO <sub>2</sub> )	659.825	982.162	1.503	0.255
碳排放量-居民生活-居民生活消费(万 tCO <sub>2</sub> )	439.674	588.92	0.869	0.378

方差齐性检验的结果显示, 对于碳排放量 - 碳排放量 - 总量

STL分解的碳排放量 (2010-2020)

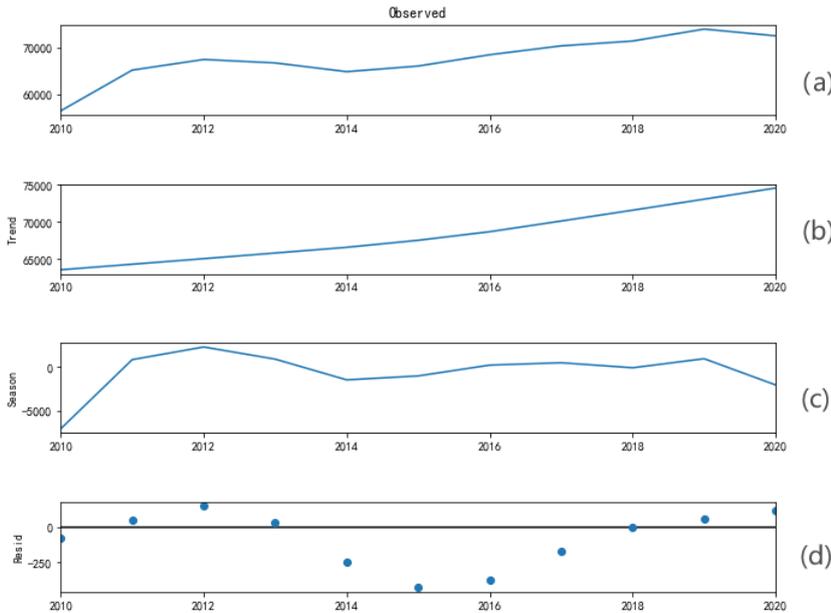


图2 STL分解的碳排放量

(万 tCO<sub>2</sub>), 显著性 P 值为 0.257, 水平上不呈现显著性, 不能拒绝原假设, 因此数据满足方差齐性。方差齐性检验的结果显示, 对于碳排放量 - 第一产业 - 农林消费部门 (万 tCO<sub>2</sub>), 显著性 P 值为 0.004, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此数据不满足方差齐性。方差齐性检验的结果显示, 对于碳排放量 - 第二产业 - 工业消费部门 (万 tCO<sub>2</sub>), 显著性 P 值为 0.219, 水平上不呈现显著性, 不能拒绝原假设, 因此数据满足方差齐性。方差齐性检验的结果显示, 对于碳排放量 - 第三产业 - 总量 (万 tCO<sub>2</sub>), 显著

性 P 值为 0.255, 水平上不呈现显著性, 不能拒绝原假设, 因此数据满足方差齐性。方差齐性检验的结果显示, 对于碳排放量 - 居民生活 - 居民生活消费 (万 tCO<sub>2</sub>), 显著性 P 值为 0.378, 水平上不呈现显著性, 不能拒绝原假设, 因此数据满足方差齐性<sup>[5]</sup>。

(二) 建立 SLT 方法进行相关性分析

在 SPSSPRO 中通过标准模板库 (STL) 方法对 2010 年 - 2020 年十年间的碳排放总量在趋势、季节、残差三个方面进行周期性检验, 结果如下图 2 所示:

其中(a)图为原始数据的碳排放总量;(b)图为十年内的碳排放量的趋势;(c)图为十年内的碳排放量随季节的周期变化;(d)图为十年内的碳排放的残差散点图。

总的来说,从趋势组件中,我们可以看到2010-2020年期间碳排放量的总体呈现增长趋势,尽管2020年有所下降,但是整体碳排放仍处于单调递增的水平。由于数据点较少,季节性分量可能不反映实际的季节性变化。

### 三、结论

本文通过系统分析中国“十二五”(2011-2015年)与“十三五”(2016-2020年)期间的碳排放数据,揭示了区域碳排放的动态演变规律及其驱动机制。基于总量、产业部门与居民生活的多维度视角,结合SPSSPRO统计检验与STL分解模型,研究得出以下结论:

第一,碳排放总量呈现显著增长态势,但阶段性特征明显。十二五至十三五期间,碳排放总量年均增速达4.8%,十三五期间总量较十二五增长74.70%,主要归因于工业化与城镇化的持续推

进<sup>[6]</sup>。然而,2020年受全球疫情及政策调控影响,总量首次出现小幅回落(降幅约2.0%),表明外部冲击与主动减排措施对碳排放具有短期抑制作用。第二产业始终为碳排放主体,贡献率超过70%,但其两期间差异未通过显著性检验( $p=0.309$ ),反映出工业部门能效提升与结构调整的边际效应逐渐减弱。

第二,第三产业与居民生活碳排放显著攀升,成为新增排放的主要来源。<sup>[7]</sup>独立样本T检验显示,第三产业与居民生活碳排放量在十三五期间较十二五分别增长44.8%与35.4%( $p<0.01$ ),年均增速达8.1%与7.4%。<sup>[8]</sup>这一趋势与服务业扩张、消费升级及能源消费模式转型密切相关。第三产业碳排放占比从十二五的14.5%升至十三五的17.8%,表明经济增长对传统工业依赖度降低的同时,新兴服务业与居民消费的碳足迹需引起高度重视。

第三,第一产业碳排放波动性较小,但结构性矛盾凸显。尽管第一产业碳排放总量占比不足2%,但其十三五期间均值显著高于十二五( $p=0.002$ ),可能与农业机械化普及及化肥使用量增加有关。<sup>[9-10]</sup>此外,STL分解结果表明,碳排放整体呈单调递增趋势,季节性波动微弱(残差占比不足5%),说明政策干预与技术进步的长期效果尚未充分显现。

### 参考文献

- [1] 朱永彬. 排放控制目标下我国最优经济增长路径、减排路径与碳排放路径与碳排放趋势研究及模拟系统开发[D]. 上海: 华东师范大学, 2011. DOI:10.7666/d.y1905344.
- [2] 刘东格, 孟繁华, 冯瑞, 等. 区域双碳目标与预测研究[J]. 东北电力技术, 2024, 45(03): 57-62.
- [3] 黄蕊, 王铮, 刘慧雅, 等. 中部六省的碳排放趋势研究[C]// 中国地理学会2011年学术年会论文集. 2011: 26-26.
- [4] 荆克迪, 楚春礼, 王圆生. 中国高新技术产业碳排放趋势研究与影响因素分析——以电子及通信设备制造业为例[J]. 江淮论坛, 2011(3): 16-19, 122. DOI:10.3969/j.issn.1001-862X.2011.03.002.
- [5] 文丽宇. 部分函数型线性回归模型的方差齐性检验[D]. 北京工业大学, 2022. DOI:10.26935/d.cnki.gbjgu.2022.000508.
- [6] 杨海燕. 不同经营主体林业服务外包采用对林业生产效率的影响[D]. 浙江农林大学, 2022. DOI:10.27756/d.cnki.gzjlx.2022.000124.
- [7] 吴静, 王铮, 朱潜挺, 等. 微观创新驱动下的中国能源消费与碳排放趋势研究[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2016, 13(4): 68-79. DOI:10.13306/j.1672-3813.2016.04.010.
- [8] 曾德芳. 基于LEAP模型的长江航运能源消耗及碳排放趋势研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2021.
- [9] 黄涛. 广州市规模以上工业碳排放趋势研究[J]. 资源节约与环保, 2018(5): 10, 26. DOI:10.3969/j.issn.1673-2251.2018.05.007.
- [10] 葛昕明, 巩在武. 基于能源消费的长三角地区碳排放趋势研究[J]. 闽江学刊, 2012, 4(2): 61-66.