

文章编号:1005-0523(2018)02-0144-06

湖南省能源碳排放峰值预测的研究

陈志建^{1,2},张立¹,刘月梅¹,孔凡斌^{2,3}

(1.华东交通大学经济管理管学院,江西 南昌 30013;2.江西财经大学,江西 南昌 330013;3.江西省社会科学院,江西 南昌 330013)

摘要:碳排放峰值的有效控制,对一个地区的经济发展起着至关重要的作用。鉴于此,根据湖南省2006—2015年的统计数据,对湖南省人均GDP和能源效率的不同增长速度进行模拟,设计了9种情景方案,分别对湖南省未来30多年的能源碳排放峰值进行预测分析。结果表明,能源效率增长速度越慢,达到峰值的时间越早,峰值越小,人均GDP增长速度越慢,达到峰值的时间越早,而且峰值也越小;人口因素稳定的条件下,对于人均GDP的迅速增长,能源效率的提高是导致峰值出现的重要因素之一;在高高模式和中高模式下湖南不能在2030年之前达到碳排放峰值,人均GDP的增长所带来的碳排放影响非常大;相对人均GDP高中低三种模式按0.2%的变化对预测的影响来说,能源效率的高中低三种模式按0.2%变化对预测的影响更大。为此,实现碳峰值目标的减排政策设计,须充分考虑湖南经济未来发展所需的碳排放空间,避免经济过大波动。

关键词:碳排放;能源效率;情景设计;峰值预测

中图分类号:X32;F064.1

文献标志码:A

习近平主席在2015年的巴黎气候大会上指出,中国将在2030年左右达到二氧化碳排放峰值,并争取尽早实现^[1],这彰显了我国碳减排决心及大国担当。实际上,国内对我国碳排放演变及峰值预测^[2]、能源CO₂排放峰值方案^[3]、碳排放峰值与能耗峰值的影响^[4]等取得了丰硕成果,其中对分解中国碳排放^[5]的研究关注较多,比如对区域碳排放峰值的预测^[6],对农业^[7]或者种植业^[8]的碳排放动态分析。显然,湖南正处在工业化和城市化高速发展时期,与此同时,湖南所承接的产业,大多是以化石能源为基础的重化工业,这也就势必加大从高能耗、高污染、高排放转型为绿色、低碳经济发展模式的难度。在经济新常态背景下,湖南省碳排放量与经济增长以及能源消费量之间主要以弱脱钩模型为主^[9],湖南省在保持经济增长的同时,要实现能耗总量与强度“双控”这一目标^[10],需要有能源结构的优化、产业结构的转型,这也是减排的主要途径之一^[11]。鉴于此,研究从社会的发展和人民生活的物质水平和质量出发,结合湖南省人口、富裕度和技术水平,以STIRPAT模型为基础,对湖南省2016—2050年能源碳排放峰值进行预测分析,为湖南省制定碳减排政策提供科学依据。

1 数据来源

鉴于碳排放量在统计年鉴中并未直接给出,参考采用的能源品种主要包括煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油以及天然气,能源碳排放值的计算公式:

$$C_i = \sum E_i \times \theta_i \quad (1)$$

式中: C_i 表示第*i*种能源的碳排放量, E_i 表示第*i*种能源的消耗量, θ_i 为第*i*种能源的排放系数,采用的是IPCC核算方法进行估计^[12],为此,选取湖南地区2006年至2015年的统计数据,用《中国能源统计年鉴》公

收稿日期:2018-11-24

基金项目:国家自然科学基金青年项目(41501133);江西省社会科学规划项目(15YJ36);(2016M592106);江西省自然科学基金项目(20171BAA218012);江西省研究生创新专项基金项目(YC2017-S260);(2015YZD16)

作者简介:陈志建(1983—),男,讲师,博士,研究方向为碳减排政策、区域经济计算及模拟。

布的各能源碳排放量加总得出。其他的数据均来源于2005—2016年的《湖南省统计年鉴》。

2 模型构建与实证分析

2.1 模型构建

根据IPAT模型的进一步修正模型STIRPAT模型^[13]:

$$\ln I=c+a \ln P+b \ln A+d \ln T+e(\ln T)^2+\varepsilon \quad (2)$$

式中: P 为人口数量; A 为人均GDP代表富裕度; T 为能源效率代表技术水平; $(\ln T)^2$ 为能源效率的二次项,添加能源效率二次项的理论依据为能源效率的提高,反而增加能源消费量,即回弹效应,能源回弹效应也就解释了经济产出与能源消费的U型关系。

相关研究表明,城镇化率与能源消费量呈倒U型曲线特征^[14];并且人口密度和城镇化率结合表示的人口集聚对碳排放量有影响^[15]。从而,我们引入人口密度 U_1 和城镇化率 U_2 两个变量,即:

$$\ln I=c+a \ln P+b \ln A+d \ln T+e(\ln T)^2+fU_1+fU_2+\varepsilon \quad (3)$$

根据数据进行拟合,得到参数估计和检验的结果见表1。

表1 模型估计结果
Tab.1 The results of model estimation

变量	系数	标准差	t	P
$\ln P$	47.268	7.995	5.912	0.010
$\ln A$	3.051	0.395	7.721	0.006
$\ln T$	-1.447	0.235	-6.167	0.009
$(\ln T)^2$	1.629	0.282	5.767	0.010
U_1	-62.070	10.328	-6.010	0.009
U_2	-7.110	1.181	-6.019	0.009
C	-54.114	12.146	-4.455	0.021

由表1可知,拟合的方程为:

$$\ln I=47.268 \ln P+3.051 \ln A-1.447 \ln T+1.629(\ln T)^2+62.070U_1-7.110U_2-54.114 \quad (4)$$

$R^2=0.996$ 可决系数很高,模拟优度较高, F 统计量为114.820,很显著。由此表明研究的拟合方程能够较好地模拟湖南省未来的碳排放特征。

2.2 情景模式的设定

为了重点研究人均GDP和能源效率对能源碳排放量的影响,进一步来预估2016—2050年碳排放量,为此,首先假定控制人口因素的三个变量人口数量、人口密度和城镇化率为固定变化率,为选择样本时期的平均变化率,分别为0.75%、0.76%和3.06%,人均GDP和能源效率对今后的影响分别有三种经济发展方案:人均GDP增长速度以高中低三种速度增长分别为高模式、中模式、低模式;能源效率降低速度以高中低三种速度降低分别为低模式、中模式、高模式^[16]。人均GDP和能源效率的增长率以最近一个5年的平均增长率为基准,分别为9%和11%:

1) 在2016—2020这5年中人均GDP的增长率按1.5%的变化速率减少为中速发展;按1.3%的变化速率减少为高速发展;按1.7%的变化速率减少为低速发展。并且为更符合实际的模拟增长率变化,此后的每5年的增长速率变化率都对应减少0.2%。

2) 在2016—2020这5年中能源效率的增长率按2%的变化速率减少为中速发展;按1.8%的变化速率减少为高速发展;按2.2%的变化速率减少为低速发展。同样为更符合实际的模拟增长率变化,此后的每5年的增长率都对应减少0.2%。

为此,设计9种情景方案(见表2),基准年设置为2015年,并根据前文设定的碳排放变化速率对2016–2050年的碳排放进行预测。将各指标参数的变化率与社会发展的五年规划期相对应,将预测分为7个阶段,对应参数从第1阶段到第7阶段变化率变化情况的假定见表3。

表2 情景模式设定说明
Tab.2 The instructions of scenario mode setting

情景模式	说明
中高模式	人均GDP中速增长,能源强度高速增长
中中模式	人均GDP中速增长,能源强度中速增长
中低模式	人均GDP中速增长,能源强度低速增长
高高模式	人均GDP高速增长,能源强度高速增长
高中模式	人均GDP高速增长,能源强度中速增长
高低模式	人均GDP高速增长,能源强度低速增长
低高级模式	人均GDP低速增长,能源强度高速增长
低中模式	人均GDP低速增长,能源强度中速增长
低低模式	人均GDP低速增长,能源强度低速增长

表3 2016–2050年湖南经济发展情景设计
Tab.3 Scenario design of economic development in Hunan province during 2016–2050

模型	变量	2016–2020	2021–2025	2026–2030	2031–2035	2036–2040	2041–2045	2046–2050
中高模式	A(%)	7.5	6.2	5.1	4.2	3.5	3.0	2.7
	B(%)	9.2	7.4	5.8	4.4	3.2	2.2	1.4
中中模式	A(%)	7.5	6.2	5.1	4.2	3.5	3.0	2.7
	B(%)	9.0	7.2	5.6	4.2	3.0	2.0	1.2
中低模式	A(%)	7.5	6.2	5.1	4.2	3.5	3.0	2.7
	B(%)	8.8	7.0	5.4	4.0	2.8	1.8	1.0
高高模式	A(%)	7.7	6.4	5.3	4.4	3.7	3.2	2.9
	B(%)	9.2	7.4	5.8	4.4	3.2	2.2	1.4
高中模式	A(%)	7.7	6.4	5.3	4.4	3.7	3.2	2.9
	B(%)	9.0	7.2	5.6	4.2	3.0	2.0	1.2
高低模式	A(%)	7.7	6.4	5.3	4.4	3.7	3.2	2.9
	B(%)	8.8	7.0	5.4	4.0	2.8	1.8	1.0
低高级模式	A(%)	7.3	6.0	4.9	4.0	3.3	2.8	2.5
	B(%)	9.2	7.4	5.8	4.4	3.2	2.2	1.4
低中模式	A(%)	7.3	6.0	4.9	4.0	3.3	2.8	2.5
	B(%)	9.0	7.2	5.6	4.2	3.0	2.0	1.2
低低模式	A(%)	7.3	6.0	4.9	4.0	3.3	2.8	2.5
	B(%)	8.8	7.0	5.4	4.0	2.8	1.8	1.0

(A:人均GDP速度增长率;B:能源效率增长率)

2.3 预测结果与分析

根据设置的情景模式和对湖南经济发展状况的假定,对湖南碳排放量进行预测,结果见图1及表4。

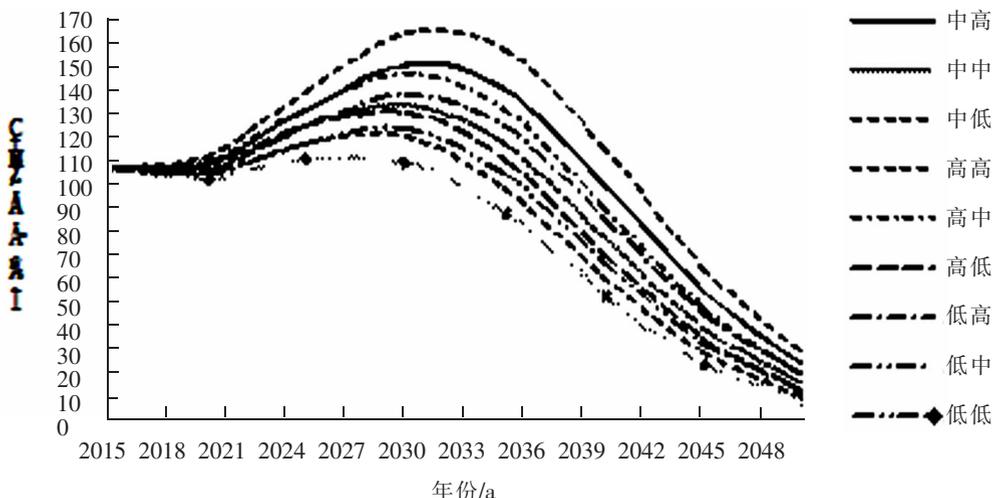


图 1 碳排放预测

Fig.1 Carbon emission prediction

表 4 预测各模式下峰值结果

Tab.4 The results of carbon emission prediction

模型	达到峰值年份	峰值/MtC
高高模式	2032	165
中高模式	2031	151
高中模式	2030	146
低高模式	2030	138
中中模式	2030	134
高低模式	2029	132
低中模式	2029	124
中低模式	2028	121
低低模式	2028	113

研究结果基于不同的情景模式,运用扩展模型对湖南省 2016–2050 年的碳排放峰值进行拟合,探讨不同模式下的碳排放峰值的大小和峰值的时间(见表 4)。在人均 GDP 增长速度相同的模式下,能源效率增长越慢,达到峰值的时间越早,峰值越小;在能源效率增长速度相同的模式下,人均 GDP 增长越慢,达到峰值的时间越早,峰值也越小。

进一步深入分析,相对人均 GDP 高中低三种模式按 0.2% 的变化对预测的影响来说,能源效率高中低三种模式按 0.2% 的变化对预测的影响更大。同人均 GDP 模式下,能源效率的三种模式对峰值的影响:低模式比中模式少 13MtC 左右,中模式比高模式少 17MtC 左右;而同能源效率模式下,人均 GDP 的三种模式对峰值的影响:低模式比中模式少 10MtC 左右,中模式比高模式少 12MtC 左右。所以,提高能源效率,促进经济增长转型升级,同时在经济平稳增长条件下,制定碳减排的政策,增强政策实施的可行性,避免因减排,引起经济过大波动,甚至造成经济危机。

3 结论与讨论

1) 气候变化不仅是环境减排问题,更是经济可持续发展问题,碳减排对社会经济发展和政治经济格局有着重要的影响^[17]。研究表明,人均 GDP 的迅速增长,能源效率的提高是影响实现碳峰值目标的重要因素。随着社会的快速发展,人均 GDP 的增长表明宏观经济的快速发展以及人民生活水平提高。经过研究发现,

随着经济的快速增长,工业污染物排放量将会不断增加[18],这势必引起碳排放量的增加。而能源效率的提高,对实现碳排放强度目标贡献巨大。能源结构的优化和提升能源效率,在带来相同经济效益的情况下减少能源的使用量,从而降低碳排放量,对人民生活质量的提高起着至关重要的作用。所以经济的快速发展势必引起巨大的碳排放量,因此,在湖南省实施低碳发展五年行动方案(2016-2020)中,不能盲目的只追求经济的飞速发展而忽略环境问题,有必要通过改善能源效率,激发其减排潜力。

2) 人均 GDP 和能源效率在高高模式和中高模式的增长率下未在 2030 年之前达到峰值。人均 GDP 的增长所带来的碳排放影响非常大,要实现 2030 年之前达到碳排放峰值目标,湖南省应积极融入“一带一路”、长江经济带国家区域战略,注重实效,把握稳增长,为长远发展创造条件。

3) 同时需要指出的是,单因素模式的变动影响着峰值的变动,但对达到峰值的年限的影响不大,高中模式和中中模式,中低模式和低低模式甚至达到峰值的年限一样。因此在制定政策的时候,需要考虑配套政策,寻求最有力的方案,制定最小程度影响经济发展的减排策略,否则就降低了减排政策的效果。

参考文献:

- [1] 赵萌. 习近平:2030 年左右中国碳排放达峰[N]. 北京青年报,2015-12-1(A3).
- [2] 郭建科. G7 国家和中国碳排放演变及中国峰值预测[J]. 中外能源,2015,20(2):1-6.
- [3] 毕超. 中国能源 CO₂ 排放峰值方案及政策建议[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(5):20-27.
- [4] 湛莹,张捷. 碳排放峰值与能耗峰值及其影响因素——跨国及中国的实证研究[J]. 国际贸易问题,2015,(6):92-100.
- [5] 柴麒敏. 分解中国碳排放峰值[J]. 中国经济报告,2015,(7):54-56.
- [6] 杨秀,付琳,丁丁. 区域碳排放峰值测算若干问题思考:以北京市为例[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(10):39-44.
- [7] 田云,张俊飏,尹朝静,等. 中国农业碳排放分布动态与趋势演进——基于 31 个省(市、区)2002-2011 年的面板数据分析[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(7):91-98.
- [8] 田云,张俊飏,吴贤荣,等. 中国种植业碳汇盈余动态变化及地区差异分析——基于 31 个省(市、区)2000-2012 年的面板数据[J]. 自然资源学报,2015,30(11):1885-1895.
- [9] 潘高,张合平,潘登. 湖南省 2000—2014 年碳排放效应及时空格局[J]. 生态学杂志,2017,36(5):1382-1389.
- [10] 湖南省发展和改革委员会. 湖南省“十三五”节能规划[Z]. 2017-1-23.
- [11] 朱永彬,王铮. 中国产业结构优化路径与碳排放趋势预测[J]. 地理科学进展,2014,33(12):1579-1586.
- [12] IPCC. 《国家温室气体排放清单指南》[S]. 2006.
- [13] 李侠祥,张学珍,王芳,等. 中国 2030 年碳排放达峰研究进展[J]. 地理科学研究,2017,6(1):26-34.
- [14] 邓光耀,任苏灵. 中国能源消费碳排放的动态演进及驱动因素分析[J]. 统计与决策,2017(18):141-143.
- [15] 张翠菊,张宗益. 产业和人口的空间集聚对中国区域碳排放强度的影响[J]. 技术经济,2016,35(1):71-77.
- [16] 渠慎宁,郭朝先. 基于 STIRPAT 模型的中国碳排放峰值预测研究[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(12):10-15.
- [17] 赵雅倩,王伟. 港口节能减排多目标优化研究[J]. 华东交通大学学报,2015(3):78-85.
- [18] 樊庆铎,丁达,冯喆,等. 哈尔滨市人均 GDP 和大气污染的关系研究[J]. 干旱区资源与环境,2016,30(5):71-77.

Forecast of Hunan's Peak Energy Carbon Emissions

Chen Zhijian^{1,2}, Zhang Li¹, Kong Fanbin^{2,3}

(1.School of Economics and Management, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China; 3. Jiangxi Academy of Social Sciences, Nanchang 330013, China)

Abstract: Effective control of peak carbon emissions plays a crucial role in the development of one region. According to the statistical data of Hunan province during 2006–2015, different growth rates of per capita GDP and energy efficiency in Hunan province were simulated. Then, nine scenarios were designed to forecast the peak value of energy carbon emissions in Hunan province in the next 30 years. The research results show that the slower the energy efficiency grows and the earlier the peak value appears, the smaller the peak value is; the slower the growth rate of per capita GDP is, the earlier the peak value appears and the smaller the peak value is; when population is stable, the improvement of energy efficiency is one of the important factors leading to the peak value of the rapid growth of per capita GDP; in the high–high mode and medium–high mode, it cannot reach the peak value of carbon emissions before 2030 in Hunan province, and the per capita GDP growth exerts an great impact on carbon emissions. Compared with the impacts of 0.2% change for high, medium and low modes of per capita GDP, the 0.2% change for the three modes of energy efficiency have greater impacts on the prediction results. Therefore, to design the carbon emission reduction policies of carbon peak value, it is necessary to take carbon emissions space in Hunan province to prevent sharp economic fluctuation

Key words: carbon emissions; energy efficiency; scenario design; peak forecast