

经济平稳增长下江西省 2020 年碳强度目标设计与分解研究^{*1}

陈志建 朱永彬

(1. 华东交通大学经济管理学院 江西省新型工业化与城镇化软科学研究基地

2. 中国科学院科技政策与管理科学研究所)

【摘要】：在保证经济平稳增长条件下，把碳减排目标分解到不同的地区将是制定碳减排政策首先需要解决的问题。通过对碳排放空间格局演变分析发现，江西省逐渐处于高碳锁定的趋势。在经济最优增长路径下，从碳减排的无偏好、经济能力、减排责任、减排效率原则方案对江西碳减排目标进行分解表明，萍乡、九江和新余通过碳强度目标的分解能较好地兼顾经济能力、减排责任与效率，但按照效率原则将导致这些地区承受较大的经济负担。

【关键词】：经济平稳增长，碳排放空间，碳减排目标，分解方案

当前，围绕解决全球气候变化问题形成的相关国际制度正朝着“目标量化、规则细化、约束硬化”的方向发展^[1]。中国把控制温室气体排放纳入到经济可持续发展的总体规划中，以确保我国碳减排目标的顺利完成。对此，江西省确立了十大战略性新兴产业，致力于产业结构调整和转型升级，促进低碳减排，发展绿色经济是实现江西省“发展升级、小康提速、绿色崛起、实干兴赣”目标的内在客观要求。在工业化进程中，江西省产业结构逐渐处于高碳锁定状态。为了维护经济运行稳定，在实施碳减排过程中如何避免碳减排所造成的经济波动，这将使碳减排实施的可行性问题更具有复杂性和挑战性。目前，我国各地区正处于工业化和城镇化加速发展时期，能源消耗量和碳排放量将急剧增加^[2]，造成碳减排压力日益增大，实现整体大规模减排异常困难。因此，须保证经济在平稳增长的条件下完成江西省碳减排目标，以避免减排过程中造成经济波动，影响发展。

江西各个地区必须合理负担其减排任务，全面估计其未来经济发展允许的减排量，以确定合理的减排目标^[3]。朱永彬、王铮等提出了保证经济平稳增长的条件下实现碳的有效减排策略^[4, 5]。本文正是在上述学者的研究基础上，探讨在保障经济平稳运行的前提下，确定江西省 11 个地级市的合理碳减排目标。鉴于中国政府承诺 2020 年碳强度要比 2005 年下降 40%—45%，并作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划，故假定 2020 年碳强度相对 2005 年下降 45%为江西省的碳减排目标；假定在平稳增长条件下，充分考虑了各地区发展水平、未来经济增长、产业结构和气候等因素差异，实行共同但有所区别的责任^[6]，研究江西省 11 个地区碳减排目标的分解，有助于江西省顺利完成碳减排目标。

1 江西省地区的碳排放空间格局

¹ **基金项目：**江西省教育厅 2014 年度科学技术研究项目(编号：GJJ14404)；2014 年江西高校哲学社会科学研究重大课题攻关项目(编号：ZDGG1401)；国家社会科学基金一般项目(编号：13BGL157)；华东交通大学博士科研启动经费项目(编号：26441023)。
作者简介(通讯作者)：陈志建(1983-)，男，江西省抚州人，博士，教师，研究方向为低碳经济、区域经济、经济计算及模拟。

本文通过计算 1995—2012 年的碳排放总量变化，从时间和空间上展现江西省不同地区碳排放总体格局。首先，通过各个地区一次能源消耗量来估算碳排放总量。根据 2007 年 IPCC 第四次评估报告，基于 IPCC “方法 1” 来计算，碳排放系数均来自 IPCC 报告^[7]：

$$y_i = \sum E_{ij} \times \phi_j \dots\dots\dots (1)$$

式中， y_i 为 i 地区的碳排放量(C 排放)， E_{ij} 为 i 地区第 j 种能源， ϕ_j 为 j 种能源的碳排放系数。在方法学上，通过“Jenks 最优”统计公式来计算碳排放量数据组的自然断点(使群内方差最小、群间方差最大)，将江西 11 个地级市划分为 4 个等级。根据各碳排放量等级，将第一等级定义为高碳排放地区，第二等级为较高碳排放地区，第三等级为中等碳排放地区，第四等级为低碳排放地区。

从图 1—3 可见，1995—2012 年随着时间的推移，经济以粗放式加速发展，全省各个不同地区碳排放总量均增加，因此必须对碳排放总量增加的程度差异进一步分析。结果表明，1995 年只有九江处于高碳排放地区，南昌、新余、萍乡处于较高碳排放地区，景德镇、宜春、鹰潭处于中等碳排放地区，抚州、上饶、赣州和吉安处于低碳排放区。2000 年，宜春进入较高碳排放区的等级，其他地区等级保持相对稳定。2012 年，九江、宜春、新余、萍乡处于高碳排放地区，景德镇进入较高碳排放地区等级，上饶、赣州和吉安地区进入中等碳排放地区等级。因此，经济加速发展、工业化和城镇化的推进所导致化石能源需求的急剧增加，是造成江西锁定在高碳发展路径的重要原因。

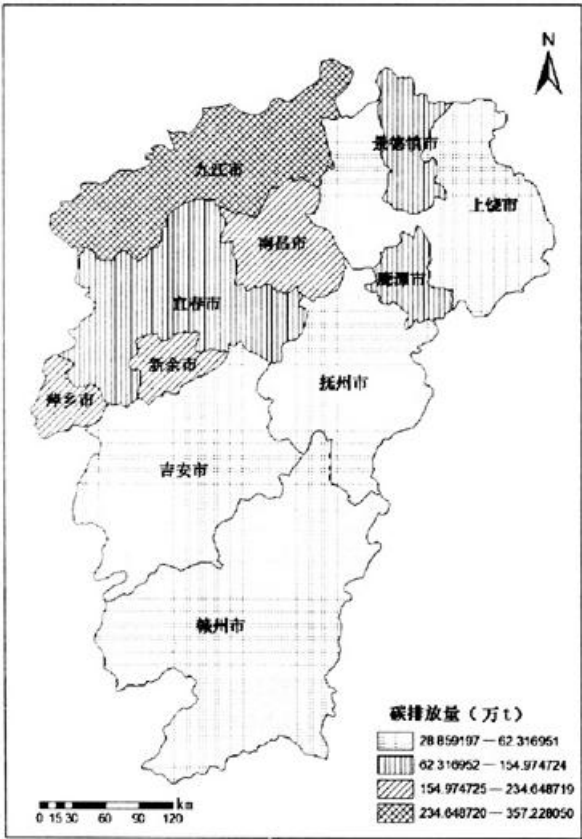


图1 1995年江西省各个地级市碳排放量

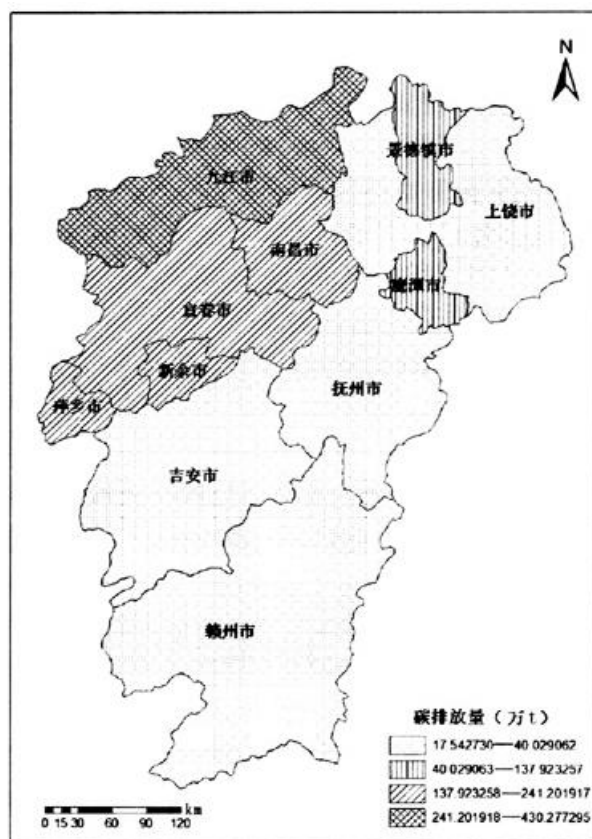
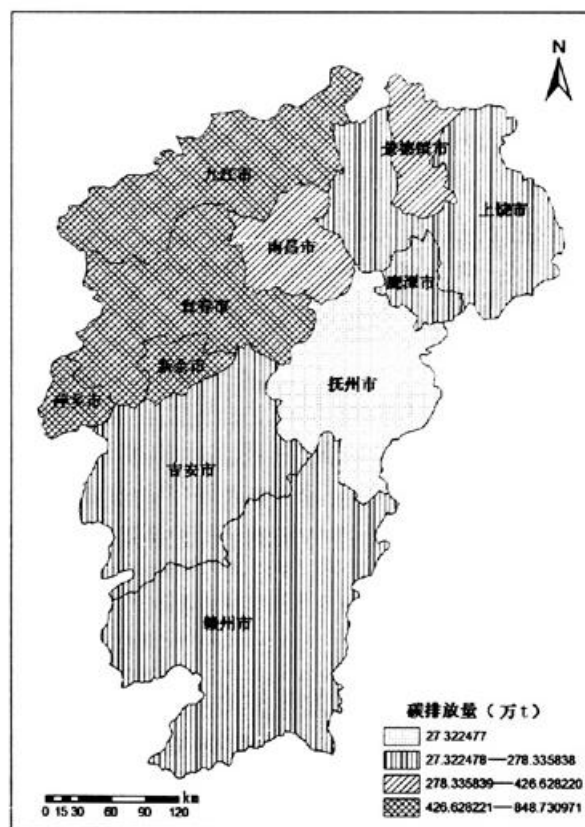


图2 2000年江西省各个地级市碳排放量



2.2 经济增长影响因素的参数估计

对式(3)进行线性变换，并假定生产技术保持不变，得到用于参数估计的模型：

$$Y' = a_0 + \alpha K' + \gamma L' + \varepsilon \dots\dots\dots (4)$$

式中， $Y' = \ln(Y/E)$ ， $a_0 = \ln(A)$ ， $K' = \ln(K/E)$ ， $L' = \ln(L)$ 。这里假定生产技术保持不变，使用的 GDP 和资本存量数据为 1978 年的可比价格。在对资本存量的核算上，采用张军等^[9]对各变量意义的解释和江西资本存量的进行估算，结果见表 1。

表1 经济增长模型的参数估计结果

参数	参数值	T统计量	P值
a_0	-9.59031	-2.83645	0.0094
α	0.37735	2.546364	0.0180
γ	1.069086	2.588529	0.0164

通过模型的回归分析，发现方程的拟合程度非常好 ($R^2=0.95$)，参数均通过 5%水平下的显著性检验。同时，需对未来的人口进行预测，本文采用逻辑斯蒂模型(人口阻滞模型)：

$$Y(t) = \frac{A}{1 + Be^{-kt}} \dots\dots\dots (5)$$

式中，t 为年份；Y(t)为第年的人口；A 为人口的饱和值，即最大人口容量；k 为人口的增长率。其中，采用一阶差商法估算饱和值 A，历史数据为 1978—2012 年的总人口和社会就业人口数据，拟合估计逻辑斯蒂曲线之后的人口曲线方程为：

$$Y(t) = \frac{5000.482}{1 + 0.57108e^{-0.04785t}} \dots\dots\dots (6)$$

同理，劳动力预测方法也采用逻辑斯蒂模型，进一步即可计算出劳动参与率 ω 。对 σ 、 ρ ，本文根据江西的 GDP 实际数据对其进行校准，取 $\sigma=1$ 、 $\rho=0.012$ 。对于 ε ，则根据张军等^[9]对固定资本折旧率为 9.6%，从而 $\varepsilon=0.904$ 。根据式(3)最优增长模型预测出最优增长率，结果见表 2。

表2 最优增长模型预测出最优增长率(%)

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
10.9520	10.5682	9.4050	9.0510	8.7049	8.3670	8.0375

3 碳减排分解模型及结果分析

基于上文对江西经济最优增长率的预测结果，即可对 2020 年碳减排目标在经济平稳增长路径下进行分解。借鉴国际上包括 Philipsen^[10]的主流模型，WenJingyi^[11]、王金南等、杨源等的思想和方法[12, 13]，结合江西具体情况，构建江西区域分解模型，其模型为：

$$C_i = \lambda \times W_i \dots \dots \dots (7)$$

式中， C_i 为 i 地区减排目标， λ 为调整参数， W_i 为 i 地区指标的综合指数。在计算指数时，我们采用综合熵权法来计算，这在一定程度上综合考虑了主观性的设定(政府制定政策偏好)及客观经济事实。

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \dots \dots \dots (8)$$

计算第 j 个指标的熵值：

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \times \ln(p_{ij}), \text{其中}, k = 1/\ln n \dots \dots \dots (9)$$

计算第 j 个指标的熵权：

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^m (1 - e_j) \dots \dots \dots (10)$$

确定综合权数 ϕ_j ，根据权重系数 π_j ， $i=1, 2, \dots, n$ 。需要指出的是，权重系数的确定当前并没有一个统一规则，这需要根据政府制定政策偏好及涉及到各个地区的利益共同协调确定，不同分解原则和方法代表不同的利益取向^[13]。我们假定经济减排能力偏好、减排责任偏好、减排效率偏好、无偏好四种情形，参考 WenJingyi、杨源等研究^[11,13]，本文选择 6 个指标衡量经济能力、减排责任和减排效率，具体指标和权重见表 3。

表3 碳减排分解原则方案设计

含义	经济指标	无偏好	经济减排能力偏好	减排责任偏好	减排效率偏好
经济能力	人均GDP	1/6	0.250	0.125	0.125
	工业增加值	1/6	0.250	0.125	0.125
减排责任	累积碳排放	1/6	0.125	0.250	0.125
	人均碳排放	1/6	0.125	0.250	0.125
减排效率	工业占GDP比重	1/6	0.125	0.125	0.250
	单位能耗比值	1/6	0.125	0.125	0.250

$$\phi_j = \frac{\pi_j w_j}{\sum_{j=1}^n \pi_j w_j} \quad W_i = (\sum_{j=1}^6 \phi_j \times x_{ij})^{1/6}$$

根据 确定综合权数；通过 即可确定 11 个地区的综合权重指数。求出综合权重指数后，进一步根据下式确定调整参数：

$$E_{20} = GDP_{20} I_{20} = \sum_{i=1}^n GDP_{i,20} \times I_{i,20}; I_{05} \times 55\% \times$$

$$GDP_{20} = \sum_{i=1}^n GDP_{i,20} \times I_{i,05} \times (1 - \lambda \times W_i)$$

式中, GDP_{20} 表示江西省 2020 年的 GDP, $GDP_{i, 20}$ 表示 i 地级市 2020 年 GDP, E_{20} 为江西省 2020 年的碳排放总量, $I_{i, 20}$ 与 I_{20} 分别为 i 地级市和江西省 2020 年的碳强度, $I_{i, 05}$ 和 I_{05} 分别为 i 地级市和江西省 2005 年的碳强度。在计算中, 需要预测各地区与全省 2020 年的 GDP, 式 (3) 已预测出各个地区及 2020 年全省的 GDP 最优增长率, 进而可确定 λ 值。再根据式 (6) 即可计算出各个地区在保障经济平稳增长条件下, 实现 2020 年的碳减排目标, 碳减排目标分解结果见表 4。

表4 11个地级市的碳减排目标分解

地区	无偏好 (%)	减排的经济能力偏好 (%)	减排的责任偏好 (%)	减排的效率偏好 (%)
南昌市	47.61	49.46	46.83	46.65
景德镇市	47.16	47.02	47.21	47.29
萍乡市	50.64	50.30	50.89	50.72
九江市	50.72	50.41	50.88	50.88
新余市	53.22	52.53	53.98	52.89
鹰潭市	44.82	44.81	45.05	44.58
赣州市	38.16	40.24	36.57	37.77
吉安市	40.87	41.37	40.03	41.45
宜春市	47.15	47.04	46.81	47.74
抚州市	36.21	37.95	34.56	36.29
上饶市	40.09	41.33	38.78	40.41

总体而言, 不论是经济减排能力、减排责任还是减排效率, 萍乡、九江和新余的碳减排分担率都在 50% 以上, 即为江西省重点减排的地区, 也是减排潜力较大的地区。同时, 结果表明各个地区的碳减排目标分担率也存在明显的差异, 这更多地是由于经济增长、经济结构、产业结构、能源结构等差异明显所导致的。

具体从以下方面分析: 从无偏好原则即综合考虑经济减排能力、减排责任、减排效率三个方面, 并且这三个方面同等重要。结果表明, 萍乡、九江、新余地区碳减排目标分担率均在 50% 以上; 南昌、景德镇、宜春的碳减排目标分担率均在 45%—49%; 鹰潭、吉安、上饶碳减排目标分担率均在 40%—45% 之间; 赣州、抚州碳减排目标分担率均低于 40%。从经济减排能力原则来看, 南昌、萍乡、九江、新余地区碳减排目标分担率均在 49% 以上, 是江西省碳减排能力大的区域; 景德镇、宜春是碳减排能力较大区域, 碳减排目标分担率均在 45%—49%; 鹰潭、赣州、吉安、上饶碳减排目标分担率均在 40%—45%, 是减排能力中等区域; 抚州是 11 个地级市中碳减排目标分担率最小的地区, 仅为 37.95%。从减排责任原则来看, 萍乡、九江、新余地区碳减排目标分担率均为 50% 以上, 是碳减排责任大的区域; 南昌、景德镇、鹰潭、宜春是碳减排目标分担率为 45%—47%, 是碳减排责任较大的区域; 吉安碳减排目标分担率为 40.5%, 是碳减排责任中等区域; 赣州、上饶、抚州碳减排目标分担率均低于 40%, 是碳减排责任较小区域。从减排效率原则来看, 萍乡、九江、新余地区碳减排目标分担率均为 50% 以上, 是碳减排责任大的区域; 南昌、景德镇、宜春是碳减排目标分担率为 45%—47%, 是碳减排责任较大的区域; 鹰潭、吉安碳减排目标分担率均在 40%—45%, 是减排能力中等区域; 赣州、抚州碳减排目标分担率均低于 40%, 是碳减排责任较小区域。

4 结语

本文力图把碳减排责任分担到江西省 11 个地级市, 这为碳权交易市场的建立提供了基础与依据。因此, 江西应统筹协调地区之间利益, 建立地区间的市场交易机制碳减排总成本。未来的研究方向是江西碳减排过程中面临的障碍、减排的突破方向 and 不同行业的减排潜力。

参考文献:

- [1] 黄晶, 李高, 彭斯震. 当代全球环境问题的影响与我国科学技术应对策略思考[J]. 中国软科学, 2007, (7): 79-86.
- [2] 陈诗一. 中国碳排放强度的波动下降模式及经济解释[J]. 世界经济, 2011, (4): 124-143.

-
- [3] 王铮, 刘晓, 黄蕊, 等. 平稳增长条件下中国各省市自治区的排放需求估算[J]. 中国科学院院刊, 2013, 28(1): 85-95.
- [4] 朱永彬, 王铮. 基于经济模拟的中国能源消费与碳排放高峰预测[J]. 地理学报, 2009, 64(8): 935-944.
- [5] 王铮, 朱永彬. 最优增长路径下的中国碳排放估计[J]. 地理学报, 2010, 65(12): 1559-1568.
- [6] 邢璐, 马中, 单葆国. 欧盟碳减排目标分解方法解读及借鉴[J]. 环境保护, 2013, (1): 65-67.
- [7] IPCC. Climate Change Synthesis Report 2007[R]. Valencia: Spain, 2007.
- [8] Moon Y S, Sonn Y H. Productive Energy Consumption and Economic Growth: An Endogenous Growth Model and Its Empirical Application[J]. Resource and Energy Economics, 1996, (18): 189-200.
- [9] 张军, 吴桂英. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. 经济研究, 2004, (10): 35-44.
- [10] Philipsen G J M, Bode J W, Blok K, et al. A Triptych Sectoral Approach to Burden Differentiation: GHG Emissions in the European Bubble[J]. Energy Policy, 1998, 26(12): 929-943.
- [11] Wen Jing-yi. How Can China Reach Its CO₂ Intensity Reduction Targets by 2020 A Regional Allocation Based on Equity and Development[J]. Energy Policy, 2011(39): 2407-2415.
- [12] 王金南, 蔡博峰, 曹东, 等. 中国 CO₂ 排放总量控制区域分解方案研究[J]. 环境科学学报, 2011, 31(4): 680-685.
- [13] 杨源. 基于聚类分析的碳强度目标分解研究[J]. 气候变化研究进展, 2012, 8(4): 278-284.