

广西地区 CO₂ 排放量变化趋势及驱动因素分析 Research on Carbon Emissions Variation Features and Causes in Guangxi

何志云, 郑 雄

HE Zhi-yun, ZHENG Xiong

(南宁市环境保护科学研究所, 广西南宁 530022)

(Nanning Environmental Protection Science Institute, Nanning, Guangxi, 530022, China)

摘要:参考《广西统计年鉴》(1991~2010)中的社会经济指标和能源消费统计数据,采用能源消耗总量及化石燃料系数估算法估算广西地区 1991~2009 年 CO₂ 排放量,归纳出 CO₂ 排放量变化趋势,并将因素分析法应用于 Kaya 恒等式定量分析广西的经济产出规模、人口规模、能源强度及能源结构等驱动因素对 CO₂ 排放的影响。1991~2009 年广西 CO₂ 排放总量呈现明显的递增趋势,单位 GDP 二氧化碳排放量呈现出下降的趋势,人口和 GDP 是导致广西高 CO₂ 排放的主要原因,能源结构和能源效率的改善在一定程度上减缓了 CO₂ 排放的速度。目前广西控制 CO₂ 排放量的重点要提高能源效率、发展低碳技术以及优化能源结构。

关键词:CO₂ 排放量 GDP 人口规模 能源强度 能源结构

中图分类号:X510.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2011)02-0105-04

Abstract:By referring to the social economic indicators and energy consumption statistics in Guangxi Statistical Yearbook (1991~2010), the carbon dioxide emission in Guangxi from 1991 to 2009 was predicted and the trend of carbon dioxide emission changes in the future was summarized. The CO₂ emission was estimated by total consumption estimation and fossil fuels coefficient estimation. Factor analysis was also used in the Kaya quantitative analysis to estimate the influence of economic output scale, population size, energy intensity and energy structure. From 1991 to 2009, the total carbon dioxide emissions increased obviously. But the carbon dioxide emissions per GDP actually decreased. The population and GDP were the main causes of the high carbon dioxide emissions in Guangxi. The improvement in energy structure and energy efficiency slowed down the carbon dioxide emissions. At present, the key measures to control carbon dioxide emissions were to improve energy efficiency and develop low carbon technology.

Key words: carbon emissions, GDP, population size, energy intensity, energy structure

从 20 世纪 90 年代开始,以全球变暖为主要特征的气候变化在国际社会受到越来越多的关注。2007 年政府间气候变化委员会(IPCC)发布的第 4 次评估报告进一步强调指出,化石燃料使用以及土地利用变化等人类社会经济活动是导致大气中 CO₂ 等温室气体浓度增加,诱发全球变暖的主要因

素之一^[1]。我国政府在 2009 年 9 月的联合国气候变化峰会上明确承诺发展低碳经济。国家主席胡锦涛表示,中国将会“努力发展绿色经济,低碳和循环经济,加强气候相关技术的研究、开发和推广”。本文参考《广西统计年鉴》(1991~2010)中的社会经济指标和能源消费统计数据,采用能源消耗总量及化石燃料系数估算法估算广西地区 1991~2009 年 CO₂ 排放量,归纳出 CO₂ 排放总量和单位 GDP 二氧化碳排放量变化趋势,并将因素分析法应用于 Kaya 恒等式定量分析广西的经济产出规模、人口规模、能

收稿日期:2010-03-15

作者简介:何志云(1979-),女,工程师,主要从事环境影响评价及环境科学研究。

源强度及能源结构等驱动因素对 CO₂ 排放的影响。旨在为广西 CO₂ 减排政策的制定提供一些参考。

1 广西 CO₂ 排放量变化趋势

1.1 CO₂ 排放总量变化趋势

参考《广西统计年鉴》(1991~2010)中的社会经济指标和能源消费统计数据^[2],采用能源消耗总量及化石燃料系数估算法^[3],计算得到广西 1991~2009 年的 CO₂ 排放量(见图 1)。

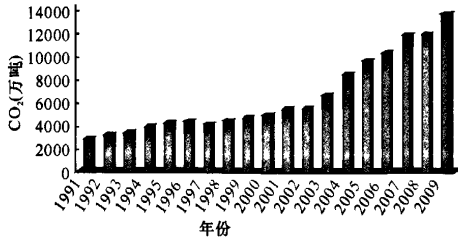


图 1 1991~2009 年的 CO₂ 排放量

从图 1 可以看出,广西 CO₂ 排放总量呈现明显的递增趋势,从 1991 年的 2813.23 万吨,增加至 2009 年的 13693.02 万吨,约增加了 3.87 倍。其中,“八五”和“九五”计划期间(1991~2000 年)平均增长率为 6.52%，“十五”计划期间(2001~2005 年)平均增长率为 14.73%，“十一五”计划期间(2006~2009 年)均增长率为 9.42%。2001~2009 年碳排放量的加速增长,反映了广西快速的经济增长,伴随着更多的能源消费,同时带来更多的 CO₂ 排放。

1.2 单位 GDP 二氧化碳排放量变化趋势

从图 2 可以看出,虽然广西的总 CO₂ 排放量持续增长,但是由于 GDP 的增长速度大于碳排放增长的速度,因此单位 GDP 二氧化碳排放量呈现出下降的趋势,广西单位 GDP 二氧化碳排放量从 1991 年的 5.56 万吨/万元,下降至 2009 年的 3.58 万吨/万元(GDP 以 1990 年不变价计算),下降了 35.59%。这反映了能源效率的提高,也可以理解为单位碳排放所创造的价值逐年提高。其中,在 2001~2005 年单位 GDP 二氧化碳排放量出现反弹,略有上升。主要是因为“十五”期间,广西逐步步入市场经济条件下的工业化中期发展阶段,城市化进程加快,钢铁行业、建材行业、农副食品加工业等高耗能工业得到快速发展,能源需求激增。能源消费年增长率超过 113%,单位 GDP 二氧化碳排放量由 2001 年的 3.66 吨/万元上升至 2005 年的 4.22 吨/万元。而 2006 年之后单位 GDP 二氧化碳排放量又呈现明显的下降,这与国家“十一五”规划要求的节能减排

政策相符合,随着产业结构的调整和能源使用效率的提高,单位 GDP 二氧化碳排放量得到有效的控制。单位 GDP 二氧化碳排放量由 2005 年的 4.22 吨/万元下降至 2009 年的 3.58 吨/万元。

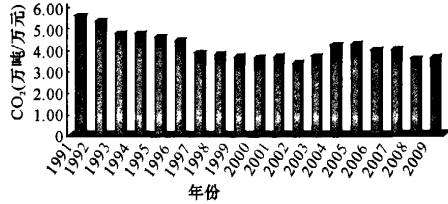


图 2 1991~2009 年单位 GDP 二氧化碳排放量

2 CO₂ 排放驱动因素分析

2.1 CO₂ 排放量与 GDP 环境库兹涅茨曲线关系

根据环境库兹涅茨曲线(EKC 曲线)理论,经济增长与环境压力间呈倒“U”型曲线关系,说明在经济发展初期,环境会伴随着经济增长而不断恶化,当经济发展到一定阶段,环境恶化会得到遏止并伴随着经济的进一步发展而好转^[4]。由图 3 可以看到,广西现阶段尚处于倒 U 型曲线的左侧,经济增长尚未达到 EKC 曲线的临界值点,表明经济增长促进广西 CO₂ 排放量增长的趋势短期不会改变。由所建立的线性回归方程 $y = 3.4895x + 728.86 (R^2 = 0.9748)$ 知,当广西 GDP 每增加 100 亿元时(以 1990 年不变价计算),CO₂ 排放量约增加 1078 万吨。由于 CO₂ 排放量与经济增长间的正相关关系,以牺牲经济增长速度为代价减少碳排放,对于现处于快速发展中的广西来说承受力是有限的。因此,采取何种方式和途径实行 CO₂ 减排策略,才能实现经济增长与环境保护之间的均衡,达到 EKC 曲线阈值点的目标,这都是广西 CO₂ 减排战略需要考虑和重视的问题。

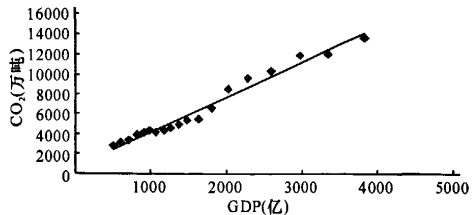


图 3 CO₂ 排放量与 GDP 相关关系

2.2 驱动因素效应分析

通过 Kaya 恒等式,将经济、政策和人口等因子与人类活动产生的 CO₂ 建立起联系^[5],其中,CO₂/PE、PE/GDP、GDP/POP、POP 又分别被称为能源结构因素(CI: 能源结构碳排放系数)、能源效率因

素(EI : 单位 GDP 能耗)、经济规模因素(G : 人均 GDP)和人口规模因素(P : 总人口),可以表述为

$$CO_2 = \frac{CO_2}{PE} \times \frac{PE}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP = CI \times EI \times G \times P。$$

将因素分析法应用于 Kaya 恒等式,则可得到关系:

$$\Delta C = \Delta C_T - \Delta C_0 = \Delta CI + \Delta EI + \Delta G + \Delta P,$$

其中, ΔC 代表从基年 0 到 T 年,一段时期内的 CO₂ 排放变化量; ΔCI 代表由于能源碳强度变化而引起的 CO₂ 排放量; ΔEI 代表由于单位 GDP 能耗水平发生改变而引起的 CO₂ 排放量; ΔG 代表由于人均 GDP 发生变化而引起的 CO₂ 排放量; ΔP 代表由于人口总量发生变化而引起的 CO₂ 排放量。

计算得到广西 1992~2009 年期间各个 CO₂ 排放因子的贡献效应。为了更好的观察和比较每个五年计划期间政府采用不同政策的执行效果,按政府划分的每个五年规划期间作为一个分析单元。图 4 结果显示每个构成因子在不同的时期对 CO₂ 排放变化的贡献率呈现不同特点。从图 4 还可以看出, (1)在“八五”计划期间, CO₂ 排放量共增加了 1354 万吨。就该时期排放的增量而言,人均 GDP 贡献+122%,人口+15%;而在减排量中,能源效率-18%,能源结构-19%。(2)在“九五”计划期间,国务院下达了关停高能耗、高污染、低效率的“十五小”工业项目的法规,在一定程度上有效地提高了能源利用效率。能源效率的提高贡献了 879 万吨 CO₂ 的减排量,减排贡献率达到-118%,减排效应显著。其它能源结构的减排贡献率为-2%,人口对 CO₂ 排放增量的相对贡献率为 29%,人均 GDP 则为 192%。(3)在“十五”规划期间,广西城市化进程加快,钢铁行业、建材行业、农副食品加工业等高耗能工业快速发展,能源需求激增,单位 GDP 耗能增加。对应这个时期的 CO₂ 排放量相对较高,增加了

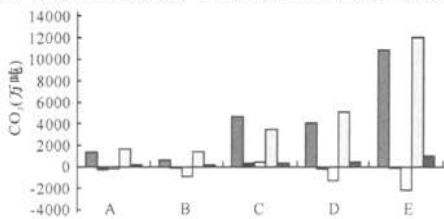


图4 CO₂排放 Kaya 分析结果

A:“八五”期间;B:“九五”期间;C:“十五”期间;D:“十五”期间;E:总效应。

■ ΔE 总碳排放量 ■ ΔCI 能源结构 □ ΔEI 能源效率
□ ΔG 经济规模 ■ ΔP 人口规模

4702 万吨。各因子均表现为增加 CO₂ 排放的正向贡献,分别为能源结构+8%,能源效率+10%,人均生产总值+75%,人口+7%。(4)在“十一五”规划期间(未包括 2010 年数据),国家首次将节能目标列入规划,广西积极应对并提出一系列节能减排措施。这个时期由于人均 GDP 和人口因素贡献的 CO₂ 排放量为 5542 万吨,高于“十五”时期,但是由于能源效率的提高赢得了 1272 万吨 CO₂ 的减排量,通过能源结构优化又赢得 188 万吨 CO₂ 的减排量,因此“十一五”期间的 CO₂ 排放增量反低于“十五”期间。其中,人均 GDP 增长贡献的排放量+125%,人口贡献率+11%;而能源效率减缓碳排放的贡献率-31%,能源结构贡献率-5%。总的来说,人口和 GDP 是导致广西高 CO₂ 排放的主要原因,能源结构和能源效率的改善则在一定程度上减缓了碳排放的速度。

2.2.1 经济规模因素

经济产出持续增长是广西 CO₂ 排放量增长的主导因素。1991 年至 2009 年 GDP 总量增长了 7.6 倍,人均 GDP 增长了 6.4 倍(均按 1990 年不变价格折算),同期能源消费碳排放总量增长了 4.9 倍,经济发展累计贡献了约 110.67% 的 CO₂ 排放增量。能源消费是维持经济系统运行的一项基本投入,而 CO₂ 排放是能源消费的直接产物,因此在经济发展初期,经济产出与 CO₂ 排放无疑会保持较高的相关度。这也再次说明广西现阶段尚处于环境库兹涅茨曲线 U 型曲线的左侧,经济增长促进广西 CO₂ 排放量增长的趋势短期不会改变。但是为了减排而选择放弃经济发展的策略也不现实,经济发展事实上是改善环境的重要保障。因此,需要正确理解环境与经济发展的辩证关系,保证社会经济的可持续发展。

2.2.2 人口规模因素

人口规模效应比较平稳,对 CO₂ 排放增量的累计贡献率约 9.46%。人口绝对数量的增加伴之以人口城市化率的提高、居民消费规模的增长以及消费模式的变化,使得经济产出的持续增长成为满足国民生存与发展基本需求的必要条件。因此人口规模的增加,始终表现为对 CO₂ 排放的正向贡献。从这个角度分析,实施计划生育政策,使人口保持在一个较低的增长速度,这也是对减少 CO₂ 排放一份不小的贡献。

2.2.3 能源效率因素

能源强度变化对 CO₂ 排放的贡献率表现出显著的负效应,能源效率的提高有利于减少 CO₂ 排放,累积贡献了-19.7% 的 CO₂ 削减量。能源消费

作为维持经济系统运行的一项基本投入,在一定程度上反映了国家经济活动的强度和满足国民生活需要的能力,其所导致的环境压力上升也是难以避免的。因此,目前广西控制 CO₂ 排放政策的制定不能寄希望于控制经济产出规模,而应着眼于优化产业结构与技术进步,从而有效提高能源效率。

2.2.4 能源结构因素

能源结构也是影响 CO₂ 排放的重要因素之一。能源结构的变化对碳排放量的影响呈现微弱负效应,虽然数量较小(累积贡献率仅为-0.42%)但意义重大,可以认为是能源结构优化初步成效的显现。对于给定的能源消费量,化石能源所占比重大的能源系统将比化石能源比重小的系统产生更多的 CO₂ 排放。因此能源构成类型的不同将导致碳排放的不同,一次能源结构的逐步改善对 CO₂ 减排起着至关重要的作用。发展水能、风能、太阳能、生物质能等可再生能源,优化能源结构,从长远来看其作为战略性的碳减排政策方向是重要和必需的。与传统减排措施相比,从源头控制 CO₂ 的排放显示出巨大的减排空间,将是未来我区减排 CO₂ 的重要战略选择。

3 控制 CO₂ 排放的几点建议

(1) 建立发展低碳经济战略规划、保障机制和法律体系。把低碳经济纳入区发展战略,在产业结构调整、区域布局、技术进步和基础设施建设等方面为向低碳经济转型创造条件,为部署低碳经济的发展战略,建立长效机制。

(2) 目前拉动广西经济增长,主要靠钢铁、建材、农副食品加工业等等传统支柱产业,而这些产业具有明显的高碳特征。加快发展第三产业,特别是发

展现代服务业,减少国民经济发展对工业增长的过度依赖;积极扶持低碳产业和绿色产品的发展,促进产业竞争力的提高,减轻传统产业的锁定效应。

(3) 建立低碳技术创新体系,为发展低碳经济提供科技支撑。加大低碳技术的研发,大力开发低碳技术和低碳产品;以现有的新能源技术创新与产业发展平台为依托,加强与国内外低碳城市之间的交流与合作。

(4) 优化能源结构。有计划的扶持核电、风电、水电、太阳能及生物质能项目,努力保持非化石能源比重的持续增长态势。

(5) 开展低碳经济宣传,使各阶层人群在生活中优先选择低碳产品。引导厉行节约,鼓励选择高效利用能源和交通资源,少排放污染物、有益健康的出行方式。

参考文献:

- [1] 政府间气候变化专门委员会(IPCC). 气候变化 2007: 自然科学基础[M]. 英国: 剑桥大学出版社, 2007.
- [2] 广西壮族自治区统计局. 广西统计年鉴 1991~2010 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1991~2010.
- [3] 李风亭, 郭茹, 蒋大和, 等. 上海市应对气候变化碳减排研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [4] 王泪娟. 我国发展低碳经济的必要性分析——基于环境库兹涅茨曲线[J]. 知识经济, 2010(24): 72-73.
- [5] Kaya Yoichi. Impact of carbon dioxide emission on GNP growth; interpretation of proposed scenarios [R]. Presentation to the Energy and Industry Sub-group, Response Strategies Working Group, IPCC, Paris, 1989.

(责任编辑:尹 闯)

海底病毒能驱动碳循环减缓全球暖化

意大利海洋科学家,详细研究自全球数十个地点取来的海洋沉积物样本。这些样本采集点的深度从183m到足以让人粉身碎骨的4603m深不等。他们研究发现,沉积物样本中病毒数量高得惊人,其中有一种病毒出乎意料能有效驱动所谓的碳循环。这些小型病原体感染深海的微生物(原核生物),这种原核生物死亡后,富含碳的遗骸会缓慢沉降于海洋底层,在这里其它细菌便会吞食掉遗骸。这些原核生物成为较大生命形式的食物,这种模式循食物链类推,可以维系海洋生命,并帮助遏制全球暖化。

深海病毒不只有助于维系深海的生命,对于了解海洋碳循环也意义重大。

(据科学网)