

Study on the Beijing, Tianjin and Shanghai's Carbon Emission Impact of Rural Population

Fang Wang

Party School of Tianjin Municipal Committee & Tianjin Administrative Institute, Tianjin
Email: cvser@qq.com

Received: July 4th, 2019; accepted: July 19th, 2019; published: July 26th, 2019

Abstract

Based on the panel data from 1995 to 2012, this paper analyzes the mathematical relation between economic, technical progress, demographic factors and Beijing, Tianjin and Shanghai's trend of carbon emission. According to the results, GDP and population size are positively correlated to the carbon emission; whereas, the youth dependency ratio is negatively correlated to the carbon emission. And improving the percentage of first and tertiary industry will reduce carbon emissions.

Keywords

Carbon Emission, Per Capita GDP, Population, Industrial Structure

农村人口比重对京津沪地区碳排放的影响分析

王 芳

中共天津市委党校, 天津行政学院, 天津
Email: cvser@qq.com

收稿日期: 2019年7月4日; 录用日期: 2019年7月19日; 发布日期: 2019年7月26日

摘 要

文章基于北京、天津及上海1995年至2012年的历年宏观数据测算了三市历年的二氧化碳排放量, 总结了三市的二氧化碳排放量变化趋势, 并采用面板回归模型实证分析了经济增长、技术进步、人口因素与京津沪三市碳排放量的数理关系。回归结果显示, 经济总量与人口规模的扩张以及农村人口比重的减少均对碳排放总量的增长有着明显的促进作用, 而少儿人口比重则与碳排放量呈显著负相关的关系。此外, 与第二产业相比, 第一及第三产业的发展均有助于抑制京津沪三市减少二氧化碳排放量。

关键词

碳排放, 人均GDP, 人口, 产业结构

Copyright © 2019 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的观测数据显示, 1906年至2005年的一百年间全球平均气温升高了 0.74°C , 到本世纪末全球平均气温升高幅度可能是 $1.8^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$, 而造成这一趋势的主要原因是人类对化石能源的消耗所造成的温室气体的排放。专家们指出, 若二氧化碳浓度以目前的趋势增加, 各种气候灾害和极端天气发生的概率将大大增加。对发展中国家而言, 相当大部分的人口居住在易受到气候变化和极端天气事件影响的边缘化地区, 在可预见的未来, 发展中国家受气候变化影响的人口规模将不断扩大, 而中国作为世界上人口最多的发展中国家, 正处于压缩型与赶超型的工业化进程中, 人口结构的快速转变、农村人口比重的快速减少和经济的快速发展给我国的资源、环境带来了很大的压力; 同时作为全球二氧化碳排放量最大、能源消费总量最大的国家, 中国在应对全球气候变化、参与国际气候谈判上也面临着严峻的挑战。

与此同时, 北京、天津及上海作为地处我国东部地区的三大直辖市, 在全国的经济社会发展中具有极其重要的地位, 在引领并带动全国经济的迅速发展及城镇化的进一步深化的同时, 有效减少碳排放总量、加快转变发展模式也是不可逃避的责任。因此, 在对京津沪三市近二十年的二氧化碳排放总量进行测算的基础上, 总结三市的碳排放规律, 探寻以低碳发展模式推进城镇化建设的路径与方法, 对我国的可持续发展实践、建设“美丽中国”宏观目标的实现均具有十分重要的现实意义与理论价值。

2. 国内外相关研究文献综述

随着全球气候变化的加剧, 人类社会对造成全球变暖的主要因素——碳排放问题越来越重视, 学术界对该领域的关注也在不断加强。

国外学者对于碳排放的研究, 主要是集中在经济发展、人口规模、老龄化、技术进步以及城市化等方面。Birdsall [1] (1992)认为一方面更多的人口会导致更多的能源需求, 而更多的能源消费又导致了更多的温室气体排放; 另一方面, 人口规模的迅速扩张致使森林遭到破坏, 从而改变了土地利用方式等, 这些都造成了碳排放量的增加; Knapp [2] (1996)进行了全球二氧化碳排放量与全球人口之间的因果关系检验, 结果显示二者不存在长期协整关系, 但全球人口确是全球碳排放量增长的原因; Karl [3] (1990)的研究发现, 美国城市气温的升高和人口之间存在明显的非线性关系; Chung [4] (2004)的研究则证实城市化和工业化是导致韩国 50 多年来平均气温升高的主要原因; Dalton [5] (2007)的研究结果表明, 技术变动的净影响在本世纪上半叶是增加碳排放, 而人口老龄化的净影响是降低碳排放, 且在一定条件下, 人口老龄化对碳排放和气候变化的影响比技术变动的作用更为显著。

近年来, 国内学者也从人口、经济以及城镇化等角度对我国二氧化碳排放量或气候变化的相关领域进行了广泛的研究: 任国玉等[6] (2005)的研究表明, 城市化因素对中国地面平均气温记录具有显著影响; 朱勤等[7] (2010)的分析结果显示居民消费水平与人口结构变化对碳排放的影响力已高于人口规模变化的

影响力；蒋末文[8] (2010)认为人口老化是影响发达国家温室气体排放的重要人口因素，而农村人口比重的降低则在发展中国家具有更重要的意义；宋杰鲲[9] (2010)的实证分析显示劳动年龄人口占人口总数的比例越大，二氧化碳排放量的增速反而会有所减缓；李楠等[10] (2011)的研究表明，1995年至2007年间，非农人口比重、恩格尔系数、第二产业就业人口比重对中国的碳排放量有正向的影响，而人口规模与人口老龄化会减少碳排放；王芳等[11] (2011)认为人口的结构因素与碳排放具有非线性的关系。

总体来看，多数学者都认同经济发展、能源消耗及能源结构、人口规模、人口的结构变化以及居民消费、技术进步等因素与二氧化碳排放量有显著的相关关系，同时农村人口比重的快速减少往往同时也意味着碳排放总量的增加。要实现以低碳模式推进我国的城镇化发展，必须要深入分析掌握城镇化与碳排放之间的数量关系及其内在机理。因此，在对以往研究文献的梳理与总结的基础上，本文将运用历史宏观数据对京津沪三市的经济发展水平、产业结构、人口规模、人口的结构因素以及农业人口比重等变量与二氧化碳排放总量之间的关系进行数理与计量分析，进一步深入探讨低碳模式推进城镇化的途径与方法，以期能为政府决策者制定相关政策提供理论依据。

3. 二氧化碳排放量测算方法介绍

我们根据《中国省级温室气体清单编制指南》及《2006年IPCC国家温室气体清单指南》的方法及相关参数进行了北京、天津及上海三个直辖市历年的二氧化碳排放量测算。

具体步骤如下：

1) 计算各能源品种的终端消费量：从历年的《中国能源统计年鉴》中我们得到了1995年至2011年的天津市能源平衡表(实物量)，计算公式：燃料消费量 = 终端消费量 + 加工转换投入产出量 + 损失量；

2) 将步骤1中测算得到的各能源品种的消费总量统一转换为热量单位。计算公式：燃料消费量(热量单位) = 燃料消费量 × 换算系数(燃料单位热值)，我国采用的是单位平均低位发热量；

3) 计算各能源品种的含碳量。计算公式：燃料含碳量 = 燃料消费量(热量单位) × 单位燃料含碳量(燃料的单位热值含碳量)；

4) 计算各能源品种的固碳量，即不会随能源消耗而释放出的碳含量。计算公式：固碳量 = 固碳产品产量 × 单位产品含碳量 × 固碳率；

5) 计算各能源品种的净碳排放量(扣除未释放的碳量)。计算公式：净碳排放量 = 燃料总的含碳量 - 固碳量；

6) 计算各能源品种的实际二氧化碳排放量。计算公式：实际碳排放量 = 净碳排放量 × 燃料燃烧过程中的碳氧化率，再将碳排放量乘以碳与二氧化碳的分子转换系数，从而得到各能源品种的实际二氧化碳排放量。

其中，固碳率是指各种化石燃料在作为非能源使用过程中，被固定下来的碳的比率，由于这部分碳没有被释放，所以需要在排放量的计算中予以扣除；碳氧化率是指各种化石燃料在燃烧过程中被氧化的碳的比率，表征燃料的燃烧充分性。需要说明的是，固碳率因各地有所不同，《中国省级温室气体清单编制指南》及《2006年IPCC国家温室气体清单指南》中均未提供相关数据，我们在其他统计数据中也未能查找到北京、天津及上海的各能源固碳率，因而这部分在本课题的测算中予以省略。

简化以上计算步骤为以下公式：

$$CO_2 = (E \times H \times C) \times O \times (44/12) \quad (1)$$

其中 CO_2 为二氧化碳排放量， E 为各能源品种的终端消费量， H 为各能源品种的热量值， C 为各能源品种的含碳量， O 为各能源品种的碳氧化率， $(44/12)$ 为 CO_2 与 C 的分子量比率、即将碳转化为二氧化碳。

根据《中国能源统计年鉴》中公布的各品种能源低位发热量及《中国省级温室气体清单编制指南》、《2006年IPCC国家温室气体清单指南》中公布的我国各主要能源的含碳量、碳氧化率，按照上文介绍的方法进行计算，得到我国各主要能源品种的碳排放系数(见表1)，并根据式(1)结合三地历年的能源消耗数据计算得到三地历年的碳排放总量(见表2)。

Table 1. Carbon emission factors for major energy sources

表 1. 各主要能源品种的碳排放系数

能源品种	碳排放系数(万吨)	能源品种	碳排放系数(万吨)
煤(万吨)	1.975	液化石油气(万吨)	3.101
焦炭(万吨)	2.86	炼厂干气(万吨)	3.008
其他煤气(万吨)	0.816	天然气(亿立方米)	2.162
原油(万吨)	3.02	煤制气(亿立方米)	0.816
汽油(万吨)	2.925	电力(亿千瓦时)	1.246
柴油(万吨)	3.096	其他石油制品(万吨)	3.005
燃料油(万吨)	3.17	其他焦油产品(万吨)	2.404
煤油(万吨)	3.033		

数据来源：根据《中国省级温室气体清单编制指南》及《2006年IPCC国家温室气体清单指南》中数据整理计算得到。

Table 2. Total carbon dioxide emissions in Beijing-Tianjin-Shanghai calendar year (unit: 10,000 tons)

表 2. 京津沪历年二氧化碳排放总量(单位：万吨)

时间	北京	上海	天津	时间	北京	上海	天津
1995	13348.09	20367.78	9854.20	2004	15862.02	32454.33	16155.50
1996	13587.87	21085.77	9597.54	2005	16210.18	35038.42	17231.69
1997	13588.60	21674.44	10247.68	2006	16375.43	35393.38	18408.99
1998	13349.27	21939.98	10034.47	2007	17427.67	36330.67	19465.97
1999	13810.91	23343.86	10517.79	2008	18171.17	38096.98	19219.40
2000	14392.58	25597.43	11476.93	2009	18171.17	38096.98	20466.75
2001	14196.94	26457.87	12460.59	2010	18630.31	38147.50	27240.11
2002	14592.99	26777.95	13588.19	2011	17574.50	37960.28	29928.41
2003	14991.48	30119.03	14076.07	2012	16966.84	38538.76	27968.53

数据来源：根据京津沪历年各品种能源消费量乘以表1中的各能源碳排放系数得到。

4. 数据来源及现状描述

4.1. 数据来源

上文中北京、天津及上海三地的1995~2012能源消费实物量数据来自历年《中国能源统计年鉴》，采用的是包含终端消费量、损失量以及加工转换投入产出量在内的全部能源实物消费总量。以全面测算并掌握三地的二氧化碳排放总量。

京津沪三市历年的能源消费总量、万元生产总值能耗、地区生产总值、地区人均生产总值、三次产业产值、常住人口总量、非农人口数、人口密度、最终消费、居民消费支出等数据分别来自《北京统计年鉴2013》、《天津统计年鉴2013》、《上海统计年鉴2013》；平均家庭规模来自历年的《中国人口与就业统计年鉴》或《中国人口统计年鉴》；非农人口比重数据中2005年至2012年来自《中国人口与就业统计年鉴》，1994年至2004年的北京与天津数据由历年非农人口除以常住人口得到，上海数据则

由历年城镇人口加上外来人口后除以常住人口总数得到；三市的老龄化率与少儿人口比重数据中，1995-2011年的值根据中经专网数据中各年龄人口数除以人口总数得到，2012年数据则来自各地2013年统计年鉴。

4.2. 现状描述

从历年的碳排放总量来看(如图1所示)，上海一直高于其他两市，天津的碳排放量在2004年超过北京、此后一直高于北京。京津两市在2012年时均较2011年有所下降，而上海则在2011年略有下降、但2012年其碳排放又进一步增长。从增长速率来看，天津的碳排放增长最快、年均增长6.64%，其次是上海年均增速达3.89%，北京增速在三市之中最慢，达1.47%，且近两年一直处于下降趋势。

京津沪地区的能源消费总量增长较二氧化碳排放量的增长量更多，年均增长率分别达到4.29%、7.26%、5.69%。纵向比较来看，天津近年的增长速率快于过去，而京津沪两市的增速则有所放缓(如图2所示)。但从总量来看，上海的能源消耗最多，2012年达到11362.2万吨标准煤；北京则最低，2012年能源消费总量为7177.7万吨标准煤；2012年天津的能源消费总量为8208.01万吨标准煤。

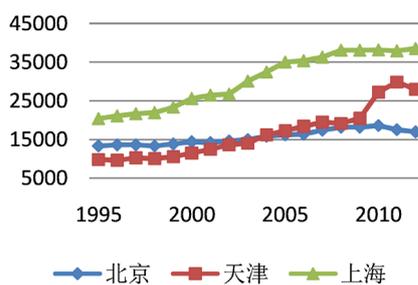


Figure 1. Carbon emissions in 1995-2012 (ten thousand tons)
图 1. 1995~2012 年碳排放量(万吨)

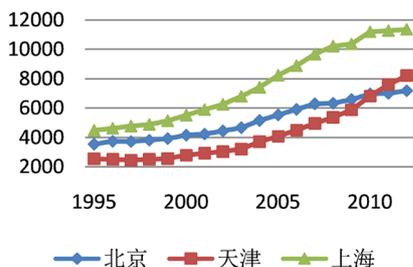


Figure 2. Energy consumption in 1995-2012 (10,000 tons of standard coal)
图 2. 1995~2012 年能源消费量(万吨标准煤)

以万元 GDP 的能耗衡量能源使用效率，京津沪三市的能效均呈逐步提高的态势(如图3所示)，其中北京的能效提高率最高，万元 GDP 能耗由1995年时的2.34吨减少到2012年的0.436吨，2012年时的能源使用效率是1995年的5.38倍，年均能效提高9.23%；天津、上海的万元 GDP 能耗年均减少分别达7.78%、6.44%，与1995年相比，天津与上海2012年的能效分别提高了4倍、3.14倍。

图4、图5分别描述了北京、天津、上海三市自1995年至2012年的经济增长情况。2012年京津沪三市的GDP总量分别为16967亿元、27969亿元、38539亿元，年均增长率分别为15.7%、16.85%、13.15%，三市的经济总量增长速度均高于全国GDP的增速。2012年三市的人均GDP均超过8.5万人民币(合1.37万美元)，北京人均地区生产总值首次超过上海(85373元)达到87454元，天津则在2011年就

超过了京沪两市，2012 年人均 GDP 达到 93173 元，年均增速高达 14.3%，超过北京的 12.08%与上海的 9.74%。

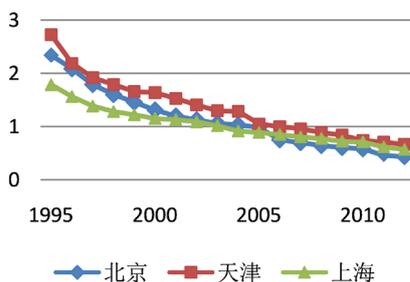


Figure 3. Energy consumption per 10,000 yuan of GDP in 1995-2012 (ton of standard coal)

图 3. 1995~2012 年万元 GDP 能耗(吨标准煤)

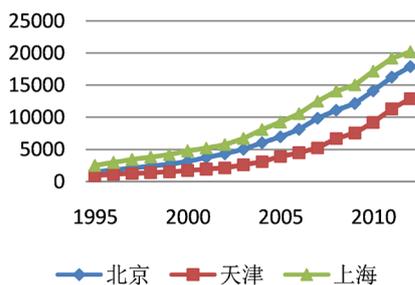


Figure 4. 1995-2012 GDP (100 million yuan)

图 4. 1995~2012 年 GDP(亿元)

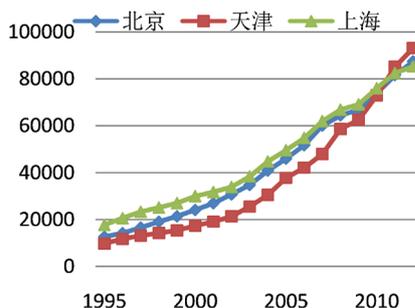


Figure 5. Per capita GDP (yuan/person) from 1995 to 2012

图 5. 1995~2012 年人均 GDP (元/人)

从人口角度来看，北京、天津、上海都是超级大城市，北京、上海人口规模均超过 2 千万，2012 年末京沪两市常住人口规模分别达到 2069 万人、2380 万人，天津人口总量相对较小，2012 年末拥有 1413.2 万人口(如图 6 所示)。但从人口增长率来看，三市增长率均较低，京津沪分别仅为 3.03%、2.43%、3.11%。

由图 7 可知，上海市的人口密度远高于北京、天津两市，2012 年上海市每平方公里的人口多达 3754 人，是京津两市的 3 倍左右，(北京为 1261 人、天津为 1186 人)。人口密度过高，将直接带来能源的密集消耗与碳排放量的快速增长，这可能是上海的能源使用总量与碳排放总量均高于京津两市的重要原因之一。

京津沪三市的非农人口比重均处于极高水平(如图 8 所示)，2012 年时三市的非农人口比重分别达到 86.2%、81.6%、89.8%，远高于全国平均水平。纵向比较来看，北京、天津、上海的城镇化率一直处于

较高水平，因此三地的城镇化进程并不十分快速，年均增长率分别为 0.78%、1.6%、1.41%。

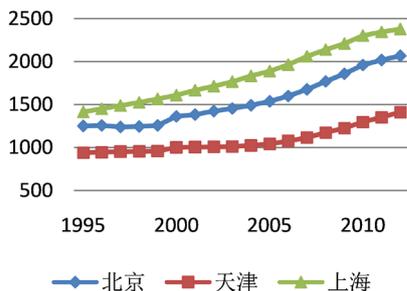


Figure 6. Population size 1995-2012 (10,000 people)
图 6. 1995~2012 年人口规模(万人)

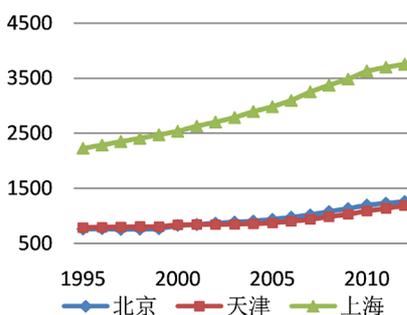


Figure 7. population density in 1995-2012 (persons per square kilometer)
图 7. 1995~2012 年人口密度(人/平方公里)

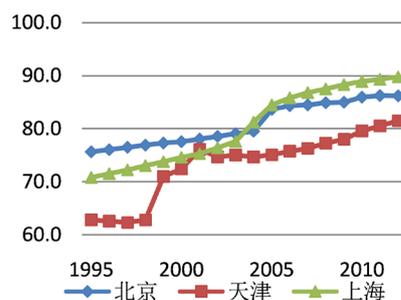


Figure 8. Urbanization rate in 1995-2012 (%)
图 8. 1995~2012 年城镇化率(%)

从产业结构来看(如图 9、图 10 所示)，京津沪三市的第一产业占 GDP 比重均较小，2012 年时北京、天津、上海的第一产业比重仅分别为 0.84%、1.33%、0.63%。同时，三市的第二产业占比均处于逐步减少的趋势，其中 2012 年北京、上海的第二产业比重仅为 22.7%、38.92%，而第三产业比重增长迅速，分别达到 76.46%、60.45%。

天津与京沪两市有所不同，天津的第二产业占比仍较高、2012 年为 51.68%，第三产业则与第二产业比重接近、达到 46.99%，尽管天津的第二产业占比自 2009 年以来也逐步下降，但下降速率仅为年均 0.41%，而第三产业比重的增率也不高、仅为年均 1.32%。而天津的 GDP 增长率高于京沪两市、年均增速高达 16.85%，说明天津的经济增长仍较为依赖于第二产业，而第二产业属高碳行业，逐步减少第二产业的比重有利于减少二氧化碳排放总量的减少，可见，天津的经济发展方式亟需转变。

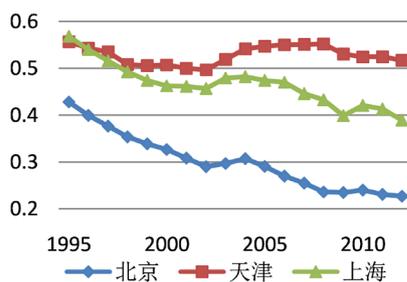


Figure 9. The proportion of the second industry in 1995-2012
图 9. 1995~2012 年第二产业比重

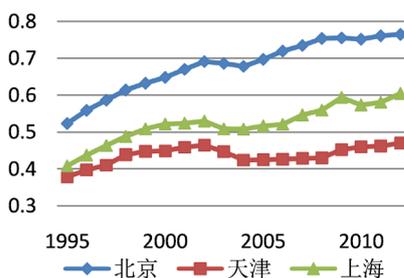


Figure 10. The proportion of the tertiary industry in 1995-2012
图 10. 1995~2012 年第三产业比重

5. 数理分析

5.1. 建立模型

STIRPAT 模式是用于分析人口规模、人均财富、技术水平与环境影响之间关系的非比例影响随机模型，该模型是在“IPAT”模型的基础上扩展而来。“IPAT”模型是由 Ehrlich 首次提出，用于反映人口对环境压力的影响(Ehrlich, 1999)，但该模型无法解决各因素不同比例变化以及难以做计量经验研究的问题。STIRPAT 模型突破了这一限制，同时又保留了原模型中的乘法结构，确立了人口、经济和技术作为影响环境的三个主要因素。

具体可表述如下：

$$I = \alpha P^\beta A^\delta T^\lambda u \quad (2)$$

其中 I 为环境影响，在本文中指二氧化碳排放总量， P 为人口因素， A 为人均财富， T 为技术水平。 β 、 δ 、 λ 分别为各因素的影响系数， α 为常数项， u 为随机扰动项。

为更加清晰人口结构对碳排放量的影响，本文将 STIRPAT 模型中 P 进一步分解为包括人口规模以及人口年龄结构、以城镇人口比重为指标的城镇化率等变量在内的综合人口因素，并对各变量采用对数形式，以降低数据中可能存在的异方差问题、消除变量中的波动趋势，从而得到弹性关系的等式。分解后的 STIRPAT 模型可作如下表述：

$$\ln I_t = \alpha_t + \beta_t \ln P(\text{age, urban}) + \delta_t \ln A_t + \lambda_t \ln T_t + u_t \quad (3)$$

其中 age 为人口年龄结构，包括劳动年龄人口比(即 15~64 岁人口数占人口总数的比例)、14 岁及以下少年人口比例、65 及以上老龄人口比例； urban 为非农人口比重，即城镇人口占总人口的比重；下标 $t = 1995, 1996, \dots, 2012$ 代表样本时间。

5.2. 变量选择及描述

具体而言，本文选取如下变量：

- 1) 二氧化碳排放量(I)。根据上文介绍的方法测算得到(单位：万吨)。
- 2) 人口规模：计算所有的常住人口，不仅包括具有本市户籍的人口，同时也包括在本市居住超过 6 个月以上的非本市户籍人口、即常住外来人口(单位：万人)。
- 3) 人均财富(A)。即人均 GDP：以当年 GDP 总额除以当年常住人口总数得到(单位：元)。
- 4) 技术水平(T)。即能源消费使用效率：以能源消耗总量除以 GDP 得到单位 GDP 的能源消耗量。能源消耗总量以标准煤为计量单位，采用统一的热值标准。我国规定每千克标准煤的热值为 7000 千卡。将不同品种、不同含量的能源按各自不同的热值换算成每千克热值为 7000 千卡的标准煤(单位：万吨标准煤)。
- 5) 三次产业占 GDP 比重：以历年统计年鉴中三次产业产值除以当年地区生产总值得到(单位：%)。
- 6) 非农人口比重：以城镇常住人口数除以总人口数得到(单位：%)。
- 7) 少儿人口比重：0~14 岁人口占总人口的百分比(单位：%)。
- 8) 最终消费支出：指常住单位在一定时期内对于货物和服务的全部最终消费支出，也就是常住单位为满足物质、文化和精神生活的需要，从本国经济领土和国外购买的货物和服务的支出；不包括非常住单位在本国经济领土内的消费支出。最终消费分为居民消费和政府消费。数据按当年价格计算(单位：亿元)。

各变量的基本统计信息如表 3 所示。

Table 3. Data statistics report for each variable
表 3. 各变量的数据统计值报告

解释变量	观测数	平均值	sd	最小值	最大值
碳排放总量(万吨)	54	20863.12	8774.74	9597.54	38538.76
GDP (亿元)	54	6914.69	5300.69	931.97	20181.72
人均 GDP (元)	54	42454.61	24369.83	9769	93173
能源消费总量(万吨标准煤)	54	5657.16	2421.96	2452.34	11362.15
能源使用效率(单位 GDP 能耗)	54	1.171	0.51	0.44	2.72
碳排放强度(单位能耗碳排放)	54	3.76	0.61	2.36	4.65
单位 GDP 碳排放量	54	4.43	2.30	0.95	10.57
第一产业产值占 GDP 比重(%)	54	2.2715	0.0154	0.0063	0.0652
第二产业产值占 GDP 比重(%)	54	43.1376	0.1067	0.2270	0.5679
第三产业产值占 GDP 比重(%)	54	54.5910	0.1141	0.3784	0.7646
GDP 增长率(%)	54	8.5254	0.8394	6.8373	9.9125
人口规模(万人)	54	1494.79	410.13	941.83	2380.43
非农人口比重(%)	54	0.7824	0.0684	0.62	0.90
老龄人口比重(%)	54	0.1085	0.0221	0.08	0.16
少儿人口比重(%)	54	0.1263	0.0398	0.08	0.22
最终消费(亿元)	54	2393.94	2050.21	337.71	8721.25

数据来源：见 4.1 节中的数据来源介绍。

5.3. 回归分析

根据上文建立的理论模型与变量选择, 本文采用面板数据模型进行计量实证分析, 面板数据同时包含了时间序列与截面数据的信息, 能够反映京津沪三地之间存在的异质性(即时间上和空间上的异质效应), 并避免多重共线性的问题。我们根据对个体特定效应的不同假设, 分别用固定效应模型及随机效应模型对所建立的计量模型进行回归, 并结合 Hausman 检验结果在这两种模型中进行选择。

实证回归中的被解释变量为三市的碳排放量(取对数), 解释变量包括均取对数的人口规模、人均 GDP、单位 GDP 能耗、最终消费, 以及未取对数的第二及第三产业产值占 GDP 比重、城镇化率及少儿人口比重等变量。

表 4 中的回归结果显示随机效应模型更适用于本文, 下面我们将分别采用四种模型对北京、天津及上海的碳排放量进行实证分析。模型 1 中仅包含人均 GDP、人口规模、单位 GDP 能耗这三个最基本的变量; 模型 2 在模型 1 的基础上增加产业结构的变量, 取第一产业及第三产业占 GDP 的比重对比第二产业占比分析, 以了解产业结构对于京津沪三市碳排放量的影响; 模型 3 在模型 2 的基础上进一步增加城镇化率的指标, 检验京津沪三市的城镇化进程对碳排放的影响; 模型 4 则在模型 3 的基础上再加入人口的结构变化, 取 14 岁及以下人口占总人口的比重, 以检验人口的结构因素对碳排放的影响。具体的实证研究结果如表 5 所示。

Table 4. Regression results

表 4. 回归结果

碳排放	固定效应模型	随机效应模型
人均 GDP	0.7654314***	0.2998117
人口规模	0.2781719	1.174203***
单位 GDP 能耗	0.4142674**	0.4021422***
最终消费	-0.1593272	-0.1012233
第一产业产值占 GDP 比重	6.029538	-4.564704
第二产业产值占 GDP 比重	1.343219***	2.16494***
非农人口比重	1.227206**	1.050738**
少儿人口比重	-1.657772	-2.067545**
常数项	-0.4281316	-2.444452
R-sq: within=	0.9536	0.9467
Between=	0.5101	1.0000
Overall=	0.6582	0.9776

注: *, **, ***分别表示估计系数在 10%、5%、1%水平上具有显著性。

回归结果显示, 人均 GDP、人口规模、单位 GDP 能耗以及城镇化率均与京津沪三市的碳排放量显著正相关, 而与第二产业占 GDP 比重相比较, 第一及第三产业占比的提高将有助于三市碳排放量的减少。

从正相关的各变量其系数估计来看, 对碳排放量影响最大的是人口规模的增长, 其次则是非农人口比重, 再次是单位 GDP 的能耗, 经济增长在其中的系数估计最小, 说明京津沪三市的经济增长已经不再是造成碳排放的主要原因, 而人口规模的扩张以及农村人口比重的快速减少则是碳排放量增加的重要来源。

Table 5. 4 model regression results
表 5. 4 种模型回归结果

碳排放	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
人均 GDP	1.297354***	0.4605495***	0.2776891***	0.2357124**
人口规模	1.040528***	1.10737***	0.9975499***	1.039697***
单位 GDP 能耗	1.766287***	0.6100301***	0.4404455***	0.4361609***
第一产业占比	----	-9.981893***	-10.74856***	-7.392021***
第三产业占比	----	-1.968433***	-2.231646***	-2.209873***
非农人口比重	----	----	1.184018***	0.9292614**
少儿人口比重	----	----	----	-2.040163**
常数项	-11.41126***	-1.753784	0.2064302	0.7087559
R-sq: within=	0.8758	0.9314	0.9421	0.9466
Between=	0.8419	0.9999	0.9999	1.0000
Overall=	0.8326	0.9710	0.9755	0.9775
Prob > chi2=	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

注：*、**、***分别表示估计系数在 10%、5%、1%水平上具有显著性。

产业结构方面，与第二产业相比，第一及第三产业均能显著的抑制二氧化碳排放，今后应在产业结构方面进一步加快优化调整，以减少碳排放。

此外，少儿人口比重的增加也能够明显地减少北京、天津及上海三市的碳排放量增加。目前三市均已放开“二胎”政策、允许夫妻双方中有一方为独生子女的可以生育第二个子女，可以预见这一政策的实施将有利于三个直辖市减少二氧化碳的排放量。

需要特别说明的是，我们在实证分析中曾经加入过最终消费、老龄化率、平均家庭规模、进出口总额等变量，但发现均不具有统计显著性，因此在模型中予以剔除，仅保留对被解释变量具有影响力的各变量。

6. 小结

通过对北京、天津及上海三个直辖市自 1995 年至 2012 年的历年宏观数据的收集与整理，我们根据《中国省级温室气体清单编制指南》及《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》的方法及相关参数进行了三市历年的二氧化碳排放量计算，总结并描述了三市的二氧化碳排放量变化规律以及经济、人口等宏观变量的发展趋势，并采用面板回归模型实证分析经济增长、技术进步、人口因素与京津沪三市碳排放量的数理关系。

回归结果显示，经济总量与人口规模的扩张对碳排放总量的增长有着明显的促进作用，同时单位 GDP 能耗与非农人口比重也与碳排放量显著正相关。而少儿人口比重则与碳排放呈负相关关系；此外，与第二产业相比，第一及第三产业的发展均有助于抑制京津沪三市减少二氧化碳排放量。

基金项目

2018 年度全国党校(行政学院)系统重点调研课题《环境规制对劳动力需求结构的影响机制分析》、2019 年度中共天津市委党校校院科研课题《高质量发展下数字经济对就业的影响研究》(TJDXKY1903)。

参考文献

- [1] Birdsall, N. (1992) Another Look at Population and Global Warming: Population, Health and Nutrition Policy Research. Working Paper, World Bank, Washington, DC, WPS 1020.
- [2] Knapp, T. and Mookerjee, R. (1996) Population Growth and Global CO₂ Emissions. *Energy Policy*, **24**, 31-37. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(95\)00130-1](https://doi.org/10.1016/0301-4215(95)00130-1)
- [3] Karl, T.R. and Jones, P.D. (1990) Comments on “Urban Bias in Area Averaged Surface Air Temperature Trends” Reply to GM Cohen. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **71**, 571-574.
- [4] Chung, U., Choi, J. and Yun, J.I. (2004) Urbanization Effect on the Observed Change in Mean Monthly Temperatures between 1951-1980 and 1971-2000 in Korea. *Climate Change*, **66**, 127-136. <https://doi.org/10.1023/B:CLIM.0000043136.58100.ce>
- [5] Dalton, M., Brian, C., O'Neill, et al. (2008) Population Aging and Future Carbon Emissions in the United States. *Energy Economics*, **30**, 642-675. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.07.002>
- [6] 任国玉, 初子莹, 周雅清, 等. 中国气温变化研究最新进展[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 701-716.
- [7] 朱勤, 彭希哲, 陆志明, 于娟. 人口与消费对碳排放影响的分析模型与实证[J]. 中国人口资源与环境, 2010(2): 98-102.
- [8] 蒋未文. 人口变动对气候变化的影响[J]. 人口研究, 2010, 34(1): 59-69.
- [9] 宋杰鲲. 我国二氧化碳排放量的影响因素及减排对策分析[J]. 价格理论与实践, 2010(1): 37-38.
- [10] 李楠, 邵凯, 王前进. 中国人口结构对碳排放量影响研究[J]. 中国人口资源与环境, 2011, 21(6): 19-23.
- [11] 王芳, 周兴. 人口结构、城镇化与碳排放——基于跨国面板数据的实证研究[J]. 中国人口科学, 2012(2): 47-56.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询; 或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org