



Munich Personal RePEc Archive

A Study of the Nonlinear Relationship between Population and Carbon Emissions

wang, qinchi

China Population and Development Research Center

29 January 2011

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/50809/>
MPRA Paper No. 50809, posted 07 Nov 2013 14:50 UTC

基于非线性假设的 人口和碳排放关系研究

王钦池

内容摘要 理论和实证分析表明 人口和碳排放的关系具有动态性 碳排放量对人口要素的弹性系数是人口数量、年龄结构、家庭规模、城市化、性别结构、经济发展水平等因素的非线性函数。本文发现 基于人口和碳排放非线性关系假设构建的碳排放模型对历史数据的拟合能力明显优于传统模型 能够较好地揭示不同人口发展阶段和经济发展水平下的人口动态对于碳排放的影响。从各国人口发展实际状况出发 制定相应的减排策略是应对气候变化的必然选择。

关键词 人口 碳排放 非线性 回归分析 弹性系数

作者简介 王钦池 中国人口与发展研究中心助理研究员。北京

C Em
W g Q

E N R R A E

W Q D R A D R
j : E :

引言

近年来随着全球气候变化问题日益凸显,人口和碳排放关系受到了越来越多的关注,大量文献对此进行了探讨。早期的文献主要关注人口数量对碳排放的影响,代表性的有理论模型和卡雅理论、整合评估理论和S-R模型等。随着对人口和碳排放关系认识的深入,近期的文献开始关注人口年龄结构、家庭规模、城市化等人口要素对碳排放的影响。无疑,这些研究大大拓展和深化了对人口与碳排放关系的认识。

然而,人口与碳排放的关系仍然是一个非常缺乏研究的领域。人口对碳排放的影响是通过人的生产和消费行为实现的,而人的生产和消费行为不仅取决于人口要素自身,还受到经济和社会条件的影响。不同地区之间以及同一地区不同人群之间,生产和消费水平的显著差别使人类活动对环境的影响极不平衡。因此,无论人口自身还是其他因素发生变化,人口和碳排放的关系都可能发生变化。但是在已有文献中,人口动态和碳排放的关系往往被看作是不变的,缺乏对人口和碳排放关系的动态性考察。例如,在人口和碳排放的理论模型中,模型的参数往往被假设为常数。有的文献虽然注意到了人口和碳排放关系的动态性,但是主要集中在人口数量和碳排放的关系方面,而关于年龄结构、性别结构、家庭结构、城市化等人口要素与碳排放的非线性关系的研究较少。

缺乏对人口和碳排放关系的动态性考察难以真正揭示人口和碳排放的内在联系,也是导致不同研究的结论具有较大差异的主要原因之一。例如,关于碳排放对人口数量的弹性系数的测量,大量文献的结论并不一致。从实践角度看,如果忽视不同国家和地区人口及其经济社会发展阶段的差异,恐怕难以合理认识和预测其人口动态对碳排放的影响。本文的目的是在借鉴已有文献基础上,考察人口和碳排放的非线性关系。本文的第二部分主要从理论层面提出人口要素与气候变化的非线性关系假设,第三部分构建人口和碳排放关系模型,第四部分对计量结果进行分析,最后是总结和讨论。

人口和碳排放的非线性关系假设

人口动态涵盖了人口数量、年龄结构、家庭规模、性别结构和城市化等多个要素,这些要素与碳排放的关系既与其自身相关,也受经济社会发展水平等外部因素的影响。换言之,人口要素和碳排放的关系是其自身和经济社会发展水平等外部要素的函数。

人口数量是人口的最基本要素,也是考察人口与碳排放关系的基本角度。人口数量和碳排放的关系受到经济发展水平的影响。经济发展水平较低时,经济增长导致的碳排放量相对较小,碳排放主要来自人口增长,因此碳排放对人口数量的弹性系数较大。随着经济发展水平提高,经济快速增长带来碳排放大量增加,而人口增长对碳排放的影响相对减弱,因此碳排放对人口数量的弹性系数趋于减小。经济发展水平达到更高水平时,随着经济结构改变,经济增长对碳排放的影响减弱,而人均能源消费数量达到较高水平,此时即使少量的人口增长也将带来碳排放明显增加。根据以上分析,碳排放量对人口数量的弹性系数 ϵ_p 可以表示为 $\epsilon_p = \frac{p}{Y} \frac{dY}{dp}$,其中 Y 代表人均GD,对于任意 $p > 0$,存在 $\epsilon_p > 0$ 。当 $p < 0$ 时,函数的导数 $\frac{dY}{dp} < 0$;当 $p > 0$ 时, $\frac{dY}{dp} > 0$ 。

人口年龄结构对碳排放的影响主要体现在两个方面。一是不同年龄结构的人群具有不同的消费模式 and 需求结构。例如,人口老化会降低交通运输的需求,但同时可能增加住房取暖和空调的能源消耗。

通过劳动力供给而影响碳排放量 蒋未文 2 。我们以老龄化程度作为人口年龄结构的衡量指标。老龄化主要由生育率下降和人均寿命延长引起。其中 在老龄化程度较低时 老龄化主要由生育率下降引起 此时人口年龄结构对经济增长有利 即存在 人口红利 从而生产领域碳排放量不断增加 即碳排放量和老龄化程度正相关 随着老龄化程度提高 劳动力供给出现相对减少 即 人口红利 减少或者消失 从而对碳排放产生抑制作用 在老龄化达到较高程度时 人均寿命延长成为老龄化的主要推动力量 经济结构则由 生产主导型 转变为 消费主导型 从而促使能源需求和碳排放量增加。根据以上分析 碳排放量对老龄化程度的弹性系数 α_a 可以表示为 $\alpha_a = 2$ 其中 α_a 代表老年人口比重 存在 $\alpha_a < ** < ***$ 当 $\alpha_a < *$ 或者 $\alpha_a > ***$ 时 $\alpha_a >$ 当 $\alpha_a < ***$ 时 $\alpha_a <$ 当 $\alpha_a < **$ 时 $\alpha_a <$ 当 $\alpha_a > **$ 时 $\alpha_a >$ 。

家庭规模对碳排放的影响主要体现在不同规模家庭具有不同的能源利用效率。一般认为 家庭规模具有规模经济性 S_{pp} $6ON$ 和 C_{22} 较小的家庭会导致能源利用效率降低。由于越来越多的人口将居住在小规模的家庭中 Dat 等 2 因此已有文献主要关注家庭规模减小趋势带来的碳排放增加 彭希哲等 2 。但是从理论上讲 家庭规模过大也可能降低能源利用效率。根据边际效应递减规律 在一定的经济社会条件下 应该存在一个能源利用效率最高的家庭规模 本文称之为最优家庭规模。当家庭规模大于或者小于最优规模时 都会导致能源利用效率的降低和碳排放量的增加。根据以上分析 碳排放量对家庭规模的弹性系数 α_s 可以表示为 $\alpha_s =$ 其中 α_s 代表家庭规模 存在 $\alpha_s < ** < ***$ 当 $\alpha_s < *$ 或者 $\alpha_s > ***$ 时 $\alpha_s >$ 当 $\alpha_s < < ***$ 时 $\alpha_s <$ 当 $\alpha_s < **$ 时 $\alpha_s <$ 当 $\alpha_s > **$ 时 $\alpha_s >$ 。

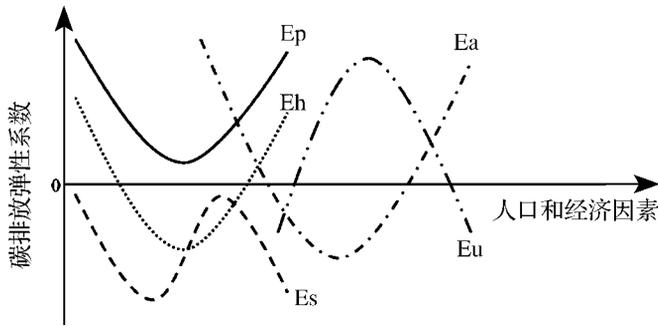
城市化和碳排放的关系是一个具有争议的问题。有的研究认为城市化导致了碳排放的增加 彭希哲、朱勤 2 有的研究则得出不同结论 J_s 2 ak 和 $Suka$ 。这种争议的根源在于城市化对碳排放可能存在两种不同的效应。一方面 城市化通过高度集中的人口和经济活动形成能源消费规模效应 G_{tt} 和 Bu 2 降低人口出生率 Mat 2 促进环保技术创新 B_w 和 S_{utw} 2 增加土地使用强度 蒋未文和考斯顿 2 等 抑制或者减少碳排放。另一方面 城市化通过工业化带来的生产和生活性能源消费的增加 以及土地利用方式的改变等导致碳排放增加。考虑以上两种效应 在城市化初始时期 城市化通过能源消费的规模效应有助于提高能源利用效率 随着城市化水平提高 城市化通过工业化和生活方式改变导致碳排放的增加 当经济发展达到较高水平时 城市发展模式改变和技术进步使得其有助于减少碳排放。根据以上分析 碳排放量对城市化率的弹性系数 α_u 可以表示为 $\alpha_u =$ 其中 α_u 代表城市化率 存在 $\alpha_u < ** < ***$ 当 $\alpha_u < *$ 或者 $\alpha_u > ***$ 时 $\alpha_u <$ 当 $\alpha_u < < ***$ 时 $\alpha_u >$ 当 $\alpha_u < **$ 时 $\alpha_u >$ 当 $\alpha_u > **$ 时 $\alpha_u <$ 。

性别结构是考察气候变化根源的重要视角。研究显示 男性 碳足迹 比女性要高出许多 这主要源于女性和男性在消费理念和风险意识上存在差异 $Raty$ 和 Ca ss $ayama$ 2 。性别差异对碳排放的影响也与经济社会发展水平相关。经济社会发展水平较低时 女性和男性的经济社会地位差距虽然较大 但是受到 最低生活水平 的制约 二者的消费水平差距较小。随着经济社会发展水平提高 男性和女性对碳排放的影响趋于扩大。随着社会进步 男性和女性之间的经济社会地位差异减小 因此性别差异对碳排放的影响趋于减小。当经济社会发展达到更高水平时 生活理念和方式成为影响碳排放的主要因素 性别差异对碳排放的影响又趋于增强。根据以上分析 碳排放量对女性人口比重的弹性系数 α_s 可以表示为 $\alpha_s =$ 其中 α_s 的含义不变 对任意 $\alpha_s >$ $\alpha_s <$ 存在 $\alpha_s < **$ 当 $\alpha_s < *$ 或者 $\alpha_s > **$ 时 $\alpha_s <$ 当 $\alpha_s < < **$ 时 $\alpha_s >$ 。

综上所述 本文提出如下假设 人口和碳排放具有非线性关系 碳排放对人口数量、女性人口比重
的弹性系数是经济发展水平的函数 碳排放量对老龄化程度、家庭规模、城市化率的弹性系数分
别是老龄化程度、家庭规模、城市化率的函数 见图 。当然 上述假设是否成立 还需要做进一步
的检验。

图 碳排放和人口的非线性关系假设

F g u N a t y y p t s s t R a t s p B w p u a t a C a b m s s s



计量模型和数据描述

为了检验人口和碳排放之间的非线性关系 需要建立人口和碳排放模型。首先提出模型的变
量选择。已有文献主要把人均二氧化碳排放量 G_{sma} 和 u_g S 和 S_g 或
者二氧化碳总量 C 和 N_{umay}^2 作为模型的因变量。由于本文需要考察人口数量对碳排
放的影响 而人口数量和人均二氧化碳之间明显相关 故选择二氧化碳排放总量作为因变量。在自
变量方面 选择人口数量、老年人口比重、女性人口比重、城市化率、家庭规模等^①。由于碳排放与
经济发展水平、产业结构和能源结构密切相关 高振宇、王益² 朱勤等² 选择人均 GD、
工业增加值占 GD 比重和化石燃料占能源消费比重作为控制变量。变量选择情况以及因变量和
自变量之间的关系假设见表。

表 变量选择及相关性假设

ab V a a b s a C a t y p t s s

类型	变量符号	变量名称 单位	相关系数符号
因变量		CO ₂ 排放量 百万吨	
自变量		人口规模 百万人	+
		老年人口 6+ 比重 %	不确定
		家庭规模 人	不确定
		女性人口比重 %	
		城市化率 %	不确定
控制变量		人均 GD 美元	不确定
		工业增加值占 GD 比重 %	+
		化石燃料占能源消费比重 %	+

① 需要指出 除了老年人口比重外 少儿人口比重和劳动年龄人口比重也是反映人口年龄结构的重要指标。由于
少儿人口比重和劳动年龄人口比重都与人均 GD 密切相关 为了避免变量之间的相关性 本文只选择老年人口
比重作为自变量。

根据 D tz和 R sa 、彭希哲和朱勤 2 等的方 法 人口和碳排放的关系可表示为

$$= \dots \quad \text{式}$$

其中 为模型系数 = 2 为相关变量指数 并且 是常数。但是 根据本文提出的人口和碳排放的非线性关系假设 是可变的。为此 将人口和碳排放的关系表示为

$$= \dots \quad \text{2 式}$$

其中 t代表年份^①。将 2 式两边取自然对数 得到

$$= \dots + \dots + 2 \dots + \dots + \dots + 6 \dots + \dots \quad \text{式}$$

为了考察人口因素和碳排放的非线性关系 传统文献的方法是在 式中加入二次项变量。例如 C 和 N um ay 2 在考察人口数量对碳排放的影响时 采用类似如下形式

$$= \dots + \dots + \dots^2 \quad \text{式}$$

其中 是人口数量对数的二次方系数。将 式对 求导 得到碳排放对人口数量的弹性系数

$$= \dots + 2 \dots$$

在 C 和 N um ay 看来 是 的函数 即 = 。但是 根据本文的假设 碳排放对人口数量和女性人口比重的弹性系数都是经济发展水平的函数 即有 = = 。如果按照 C 和 N um ay 的方法 则有

$$= \dots = \dots + 2 \dots$$

显然 由此得到的碳排放对人口数量和女性人口比重的弹性系数相同 难以给出合理解释^②。为此 需要采用其他方法求得碳排放对各变量的弹性系数方程。

假设碳排放对各变量的弹性系数函数是连续的。以 = 为例。设 < + < + 其中 是大于 的整数。令 = + = $\frac{\dots}{\dots}$ 。那么 当 较小时 则有

$$+ \dots = \dots \quad \text{式}$$

式意味着 为了求得 可以将样本数据按照人均 GD 分成若干子区间 当区间长度较小 并且样本量满足回归要求时 可以用 式近似代替 式进行线性回归 从而得到与 g相对应的碳排放量对人口数量的弹性系数。利用类似方法可求得碳排放量对其它变量的弹性系数。

基于以上分析 为了检验碳排放和人口各要素的非线性关系 以人均 GD 为基准变量 将总样本划分为若干子样本 用于检验人口数量和女性人口比重对碳排放的影响 分别以家庭规模、城市化率、老年人口比重、工业增加值占 GD 比重和化石燃料占能源消费比重为基准变量 将总样本划分为若干子样本 分别用于检验上述变量对碳排放的影响。

本研究采用的数据主要来自联合国数据库和世界银行发展指标数据库中的年度数据。样本

① 实际上 t代表的是不同人口、经济和社会发展状况。由于样本数据是年度数据 故 t可代表年份。
 ② 况且 按照 C 和 N um ay 2 的方法 碳排放对人口数量的弹性系数曲线函数是单调增长的 与本文的假设也不一致。

数据时间跨度为 1990 年至 2000 年。其中人均 GDP 数据以 2000 年美元为基。所有样本的人口规模均大于 100 万人。南美洲的巴西、阿根廷、哥伦比亚、秘鲁、玻利维亚等国家采取的是超前城市化道路 其城市化水平与同等经济发展水平国家具有明显差异 故将上述国家数据剔除。经过筛选后的

表 2 总样本数据描述

变量	最小值	最大值	均值	标准差
CO ₂ 排放量 百万吨	0.6	6.6	6.2	2.2
总人口 百万人	2.6	6.6	6.2	2.2
家庭规模 人	2.2	6.6	6.2	2.2
老年人口 6+ 比重 %	2.2	6.6	6.2	2.2
城市化率 %	2.2	6.6	6.2	2.2
女性人口比重 %	2.2	6.6	6.2	2.2
人均 GDP 美元	2.2	6.6	6.2	2.2
工业产值占 GDP 比重 %	2.2	6.6	6.2	2.2
化石燃料占能源比重 %	2.2	6.6	6.2	2.2

样本共 62 个 包括美国、中国、日本、德国、加拿大、英国、意大利、印度、俄罗斯等在内的 62 个国家和地区。全部样本数据的描述性统计见表 2。为了保证结果的可靠性 每个子样本的样本量不少于 100 个^①。

4 结果和分析

按照式(1)对各子样本数据进行回归分析 可得到与基准变量对应的碳排放对各变量的弹性系数 见图 2。回归结果显示 见表 3 所有样本回归方程调整后 R² 均大于 0.5 并且碳排放与各变量一般在 1% 置信水平下显著相关 说明模型对样本数据具有相当好的解释力。

同时 回归结果支持了碳排放与人口要素之间的非线性关系。随着人均 GDP 的增长 碳排放量对人口数量的弹性系数始终为正值 并且表现为 U 型曲线 表明不同经济发展水平下人口增长对碳排放量的影响不同。老龄化水平较低时 碳排放量与老年人口比重正相关 当老龄化水平提高时 碳排放量和老年人口比重变为负相关 当老龄化水平进一步提高时 碳排放量和老龄化水平又表现出正相关趋势 碳排放对老年人口比重的弹性系数为 U 型曲线。碳排放量对家庭规模的弹性系数成明显 U 型曲线 证实了最优的家庭规模的存在。碳排放量对城市化率的弹性系数成倒 U 型曲线 证实了城市化对碳排放存在两种不同效应的理论分析和假设。女性人口比重与碳排放负相关 并且随着经济发展水平的提高 女性人口比重对碳排放的影响表现为先增大 然后减小 再增大的变化趋势 这与理论分析是一致的。

从控制变量看 人均 GDP、工业产值占 GDP 比重以及化石燃料占能源比重均与碳排放量显著相关。碳排放对人均 GDP 的弹性系数成明显倒 U 型 这与 Ditzel 和 Rassa、S 2 等的研究结论一致 表明存在环境库兹涅茨曲线。碳排放量对工业化率的弹性系数也成倒 U 型曲线 这体现了产业结构变化对碳排放的影响。在工业化初期 工业对碳排放的影响较小 随着工业化水平提高 工业逐渐成为碳排放的主要来源 当工业化提高到一定水平后 产业结构开始发生变化 工业的能源消耗开始下降 而其他产业 例如服务业等 带来的碳排放增加 从而工业对碳排放的影响强度下降。与其他变量明显不同 碳排放量对化石燃料占能源消费比重的弹性系数曲线表现为直线 这是因为碳排放主要来自化石燃料 二者之间的关系非常稳定 即碳排放量对化石燃料占能源消费比

① 受总样本数量的限制 各子样本之间的样本有一定的重合。

重的弹性系数基本为常数。

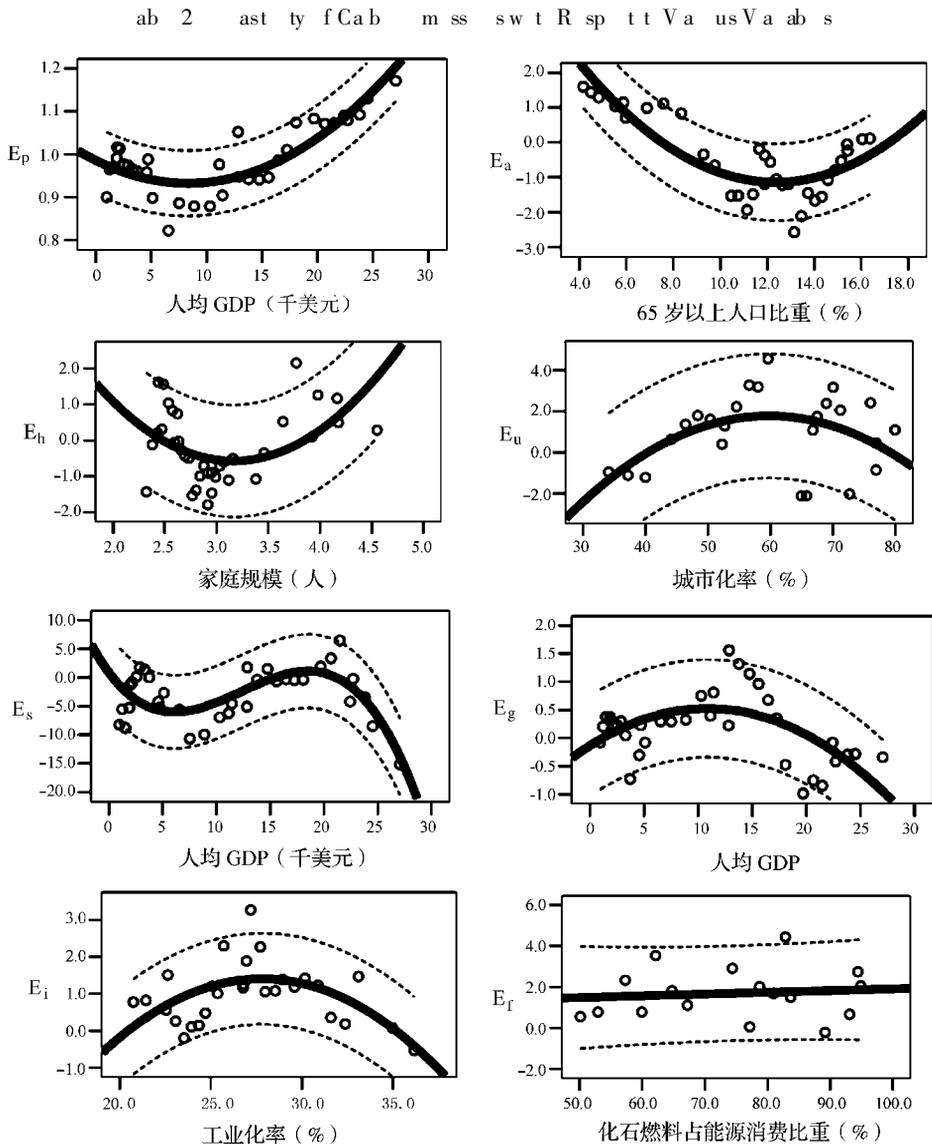
表 不同经济发展水平下的碳排放和人口数量关系回归结果

ab	R g ss	R su ts ft	R at s p B tw	pu at	S z a	Ca b	m ss s
样本编号	弹性系数	标准差	t值	显著性	调整后 R ²	人均 GD	千美元
	.	. 2	. 66	.	.	.	.
2	. 6	. 22	. 2	.	.	. 2	.
	. 6	. 2	. 2	.	.	.	.
	.	. 6	6. 6	.	.	.	.
	. 6	. 6	6. 6	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	2 2	.
	. 6	. 6	62	.	. 6	2	.
	.	.	2	.	. 6	2	.
	. 6	. 2	.	.	.	.	.
	. 6	.	2.	.	. 6	.	.
	.	.	26	.	. 6	. 6	.
2	.	.	6.	.	. 6	.	.
	.	.	. 2	.	.	.	.
	. 22	.	2. 6	.	.	6	.
	. 6	.	22	.	.	.	.
6	.	. 2	. 2	.	. 6	.	.
	.	. 2	2. 6	.	.	.	.
	. 6	. 22	. 6	.	.	.	.
	.	. 2	. 6	.	. 6	.	.
2	. 2	.	.	.	.	2	.
2	.	.	. 6	.	.	2	.
22	. 2	. 6	. 2	.	.	.	.
2	.	.	. 2	.	.	.	.
2	. 6	.	. 62	.	. 6	. 6	.
2	. 6	. 22	.	.	. 6	6	.
26	.	.	. 6	.	. 66	. 2	.
2	.	.	6.	.	.	.	.
2	.	.	6	.	.	.	.
2	.	.	62 2	.	.	2. 6	.
	. 2	. 2	. 6	.	.	2.	.
	.	.	6	.	.	22	.
2	.	. 2	.	.	.	22	.
	. 2	. 2	. 6	.	.	2.	.
	.	. 6	6. 2	.	. 6	2.	.
	.	. 2	. 2	.	.	2.	.

作为对比 利用模型 和模型 2 对 6 年至 2 年全球 CO₂ 排放量进行模拟。原始相关数据描述见表 模拟结果^①见图 。可以看出 基于非线性假设的人口和碳排放模型对实际数据的拟合度明显优于传统模型 这进一步说明人口和碳排放非线性关系假设的合理性。

① 两种模型的模拟过程此处省略。为了消除时间序列数据的随机性波动 对模拟结果做了 滤波处理。

图 碳排放量对各变量的弹性系数



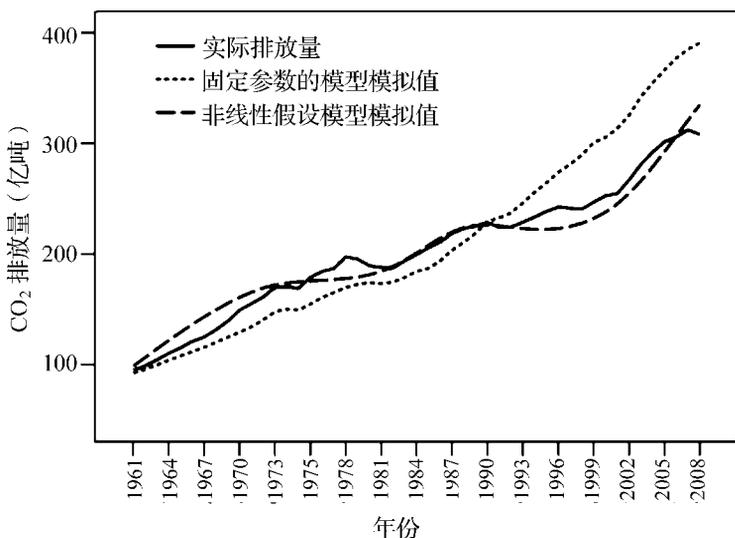
注 图中粗线表示弹性系数的趋势线 虚线表示 95% 置信区间。

表 4 1996 ~ 1999 年全球 CO₂ 排放、人口和经济发展趋势描述

变量	最小值	最大值	平均值	标准差
CO ₂ 排放量 亿吨	.	2	2 2 2	.
人口数量 亿人	.	6.	.	.2
家庭规模 人	.62	.	.2	.
城市化率 %	.2	.2	.2	.
老年人口 6+ 比重 %	.2	.	6 2	.6
女性人口比重 %	.	.	.	.
人均 GD 美元	2	6	2 2	.
工业增加值占 GD 比重 %	26	.	2.	2 6
化石燃料占能源消费比重 %	.	.	.	.6

图 不同模型对全球二氧化碳排放量的模拟情况对比

F gu S mu at f G ba Ca b D x m ss s Bas O D ff tM s



总结和讨论

本文的研究表明 碳排放和人口各要素之间的关系并非不变 而是受到人口发展阶段和经济发展水平的影响 这对于客观认识人口动态过去和未来对碳排放的影响 以及从人口角度制定应对气候变化的策略都具有重要意义。

与大多数文献相同 本文的研究也认为人口增长对碳排放具有显著的影响。但是 不同经济发展水平下的人口增长对碳排放的影响强度不同。虽然发达国家人口增长明显慢于发展中国家 但是发达国家碳排放对人口增长的弹性系数明显大于发展中国家 因此无论是发达国家还是发展中国家 合理控制人口增长对减少二氧化碳排放都有积极意义。

本文研究发现 人口老龄化、家庭规模和城市化等人口因素对碳排放的影响都具有不确定性 既可能正相关 也可能负相关。其中 人口老龄化对碳排放的影响与不同人口年龄结构对应的经济增长和消费需求相关。家庭规模的小型化并非一定意味着能源消费效率的下降 在一定的经济社会条件下 存在一个最优的家庭规模 家庭规模过大或者过小都将对减少碳排放带来不利影响。城市化对碳排放具有正面和负面两种不同的效应 未来城市化对碳排放的影响将主要来自发展中国家 发达国家的影响趋于减弱。因此 从城市化角度看 改变未来发展中国家的城市化发展模式对减少碳排放至关重要。

本文还特别关注了性别结构对碳排放的影响。女性既是气候变化中的弱势群体 同时女性的生活方式和理念对于减排可以发挥积极作用。与其他因素相比 性别结构相对稳定。但是碳排放对性别结构的变化比较敏感 本文的研究表明 碳排放量与女性人口比重显著负相关。当然这并不意味着要通过提高女性人口比重的途径来减少碳排放量 而是要是让女性广泛地参与到应对气候变化的行动中 提高女性在经济社会决策中的地位 这对于减少碳排放将起到积极作用。

参考文献 / :

q g S . 2 . m p a t f p u a t s s u G b a C a b D x m s s s 6 v f m

C s s u t y D a t a g a m s 2 2

- 2 B w M a y . a S u t w t F a k 2 . M t g a t g C m a t C a g t u g G B u g s a S n a t
G w t . v m t a a g 6 6 .
D a v L y a C a s D . s t a . . t g a t s s s m t M s F C m a t C a g C t . F m
t b g s t a t a Y a b k f v m t a a R s u m s / 2 S u v y f C u
t s s u s w a g a .
D a t M a . L w J a g S a a a u t a . 2 . D m g a p C a g a F u t u C a b m s s s
C a a a p u a t s s a t f m a N w Y k
D t z . a . . R s a . R t k g t v m t a m p a t s f p u a t f f u a g y u
m a g y R v w 2 .
6 D t z . a . . R s a . f f t s f p u a t a f f u C O ₂ m s s s g s f t N a t a
a m y f S s f t U S .
u g . R s a R a Y k a m a s D t z 2 . a k g t t p g D v s f g a m p a t s
J u a f t u m a v m t 2 2
G g M a t . 2 . p u a t D y a n s a s t C t x t f G b a C m a t C a g . J s M g u
G u z n a G g M a t G M G a a a t a . p u a t D y a n s a C m a t C a g . U t N a
t s p u a t F u a t a s t u t f v m t a D v p m t
G t t M . a L B u . 2 . y C p t s U b a S t u s S G y C p t s S s L S G .
G s s m a G . M . a u g . B . m G w t a t v m t Q u a t y J u a f m s
.
J s D W . . U b a z a t a g y U s m D v p m t g y J u a 2 .
2 J s D W . 2 . U b a z a t a g y y p a f g y 6 2 2 .
a y a Y . m p a t s f C a b D x m s s C t G N G w t t p t a t f p s S a s
a p s t t t C C g y a u s t y S u b g u p R s p s S t R a t g s W k g G u p a s
L w J a g a B a C O N . 2 . g y a s t R u a C a t a t a J u a f G b a
g y 2 2 2 6
M a t t w . C a N u m a y . 2 . x a m g t m p a t s f D m g a p F a t s u t . p u a t
a v m t 2 6 2 .
6 O N B C a B C . 2 2 D m g a p D t m a t s f u s g y U s t U t S t a t s
M t s f p u a t v m t a y s s S u p p m t t p u a t a D v p m t R v w 2 .
a a u S a . 2 . a y s s f C s s s t a V a a t t a u s g y R q u m t s a
U s g M S u v y D a t a g y y 2 2 .
a k J y t a V b t S u k a . U b a z a t g y U s a G u s f f t s m D v
p m t R s u t s f m a C s s a t a S t u y f D v p g C u t s G b a v m t a C a g .
a u R . a J . . m p a t f p u a t G w t . S 2 2 2 .
2 s k a v t z x a L w J a g a B a C O N . 2 . D m g a p C m p s t a j t s f C a
U s u s t a V a Y a b k f p u a t R s a 2 .
2 R . R a t y a C a s s a y a m a . 2 . C m p a g g y U s b y G g a S m u p a
C u s F O R 2 S .
2 2 S p p L 6 L f s t y s a t v m t C a s f g y D a a u s 2 .
2 S . M . a D . S g . v m t Q u a t y a D v p m t s t a u z t s C u v f u t
m s s s J u a f v m t a m a M a a g m t 2 6 2
2 V a D p . . D m g a f s O t w k k g M u g b u k N . v a N m w g a G . B t s B v k
g s v a a g s t u k k N a . D m g a f s O t w k k g M a a t S a p p k s p t f .

D aag N a s t s p a D m g afs st tuut

2 W an . V. C a k a M a u s C. D u . 2 6 g g a a u s g O v s u m p t . J u a f u s g a t B u t v m t 2 2 2 .

26 陈佳瑛 彭希哲 朱勤. 家庭模式对碳排放影响的宏观实证分析. 中国人口科学 2 6 ~

C J a y g g X z a Z u Q . 2 . m p a t s f u s a t t C a b m s s . C s J u a f p u a t S 6 .

2 蒋未文. 人口变动对气候变化的影响. 人口研究 2 ~ 6

J a g L w . 2 . m p a t s f D m g a p D y a m s C m a t C a g . p u a t R s a 6 .

2 李志 李宗植. 人口、经济和技术对二氧化碳排放的影响分析 基于动态面板模型. 人口研究 2 2 ~

L G u z a L Z g z . 2 . m p a t f p u a t m y a g y C a b D x m s s s S t u y B a s D y a m a M . p u a t R s a 2 .

2 彭希哲 朱勤. 我国人口态势与消费模式对碳排放的影响分析. 人口研究 2 ~

g X z a Z u Q . 2 . m p a t s f p u a t D y a m s a C s u m p t a t t C a b m s s C a p u a t R s a .

高振宇 王益. 我国生产用能源消费变动的分解分析. 统计研究 2 2~

G a Z y u a W a g Y . 2 . D m p s t a y s s f C a g f g y C s u m p t f u t C a S t a t s t a R s a 2 .

朱勤 彭希哲 陆志明 吴开亚. 中国能源消费碳排放变化的因素分解及实证分析. 资源科学 2 2 2 2~ 2

Z u Q g X z L u Z m g a W u a y a 2 . F a t s D m p s t a m p a a y s s f V a a t s g y C a b m s s C a R s u s S 2 2 2 2 .

2 蒋未文 考斯顿. 人口 家庭户对环境的影响 理论模型与实证研究. 人口研究 2 ~

L w J a g a C a w s t . 2 . R s a f f t f p u a t u s v m t p u a t R s a .

责任编辑 沈 铭 宋 健 收稿时间 2