

我国人口-经济-二氧化碳排放的关联研究

肖周燕

(首都经济贸易大学 人口经济研究所, 北京 100070)

摘要: 通过全国1995~2008年各省区二氧化碳排放和人口发展状况对比发现, 人口与二氧化碳排放之间并不呈现简单的正相关关系。本文引入经济系统对人口与二氧化碳排放之间的关系进行关联分析。研究发现, 在短时期内, 人口增长对二氧化碳排放的影响不可忽视, 但从长远来看, 经济增长对二氧化碳排放影响更为重要。值得注意的是, 虽然人口和经济增长是二氧化碳排放变化的原因, 但当滞后期延长, 人口和经济系统之间将互为因果, 使得人口和二氧化碳排放的关系将更为复杂。

关键词: 人口增长; 经济增长; 二氧化碳排放

中图分类号: C92-05 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4149 (2012) 01-0016-06

Causal Relationships among Population and Carbon Dioxide Emissions

XIAO Zhou-Yan

(Institute of Population and Economics, Capital University of Economics and Business,
Beijing 100070, China)

Abstract: The carbon dioxide emissions of the provinces would be calculated from 1995 to 2008. And we compare the provinces' carbon dioxide emissions and population development. We found that the relationship between population and carbon dioxide emissions are not a simple correlation. In order to probe the relation, we introduce the economic variable into the research, take advantage the co-integration analysis and Granger causality test. The paper found that the population and economic growth is the main reason of carbon dioxide emission change. In short run the population growth would impact the carbon dioxide emissions, and increase in carbon dioxide emissions cannot be simply attributed to overpopulation, economic growth impact on carbon dioxide emissions more strongly.

Keywords: population growth; economic growth; carbon dioxide emissions

气候变化问题已经成为政府和学界普遍关注的问题。全球气候持续变暖严重威胁到了人类的生存

收稿日期: 2011-10-12; 修订日期: 2011-11-21

基金项目: 国家哲学社会科学基金 (10crk002)。

作者简介: 肖周燕 (1979-), 女, 湖南常德人, 首都经济贸易大学人口经济研究所副教授, 研究方向: 资源环境经济学。

和健康,然而气候变暖的原因除了自然因素影响以外,还主要与人类活动中排放二氧化碳的程度密切相关。联合国人口基金 2009 年 11 月份发表的年度《世界人口状况报告》指出:“通过人口增长对全球二氧化碳排放量增长影响的计算,已经得出了非常一致的结论,即过去很大部分的人口过快增长和人类的活动是导致温室气体总排放量增长 40%~60% 的主要原因”^[1]。几十年来,学者们试图建立人口与气候变化的关系,已经积累了一些经验和方法。综合来看,目前现有的研究大都以 IPAT 理论框架及其扩展 STIRPAT 模型为基础,通过建立不同类型的多元相关分析模型,在控制其他因素的情况下,分析人口增长对二氧化碳排放的净作用而展开^[2~7]。此外,利用 Divisia 指数分解法和 LMDI 分解法以及改进的 Kaya 恒等式从而剥离出人口规模对二氧化碳排放的影响也是目前探讨二者关系运用得较多的方法^[8~11]。以上文献的共同点是证实了人口增长对二氧化碳排放的影响。但需要指出的是,人口增长对二氧化碳排放的影响并不是简单的正相关关系,人口增长往往通过经济系统影响着二氧化碳排放。换句话说,需要弄清人口因素和经济因素相比,谁才是真正影响二氧化碳排放的决定性因素?为此,本文通过对我国 1995~2007 年各省区二氧化碳排放情况与人口增长状况的对比分析,尝试性引入经济变量来探讨二者关系,为减少二氧化碳排放寻找真正的突破口。

一、我国区域二氧化碳排放的估算及变化

1. 二氧化碳排放估算

由于目前我国还没有省一级二氧化碳排放的直接监测数据,本文将依据各省份能源消费量及各种能源的碳排放系数进行测算。根据 2007 年政府间气候变化问题小组(IPCC)第四次评估报告,温室气体增加的主要来源是化石燃料燃烧(化石燃料燃烧所导致的二氧化碳排放 2004 年占世界总排放将近 95.3%)。因此,本文根据各省份历年能源消费量数据来进行二氧化碳排放量的测算。根据《中国能源统计年鉴》口径,将最终能源消费种类划分为 9 类(煤炭、汽油、柴油、天然气、煤油、燃料油、原油、电力和焦炭)。在计算各省二氧化碳排放量时采用 9 类能源消费总量乘以各自的碳排放系数 η_j , 如式(1)所示。

$$C_{it} \approx \sum (E_{ijt} \cdot \eta_j) \quad (1)$$

其中, C_{it} 为 i 省第 t 年的二氧化碳排放总量; E_{ijt} 为 i 省第 t 年第 j 种能源消费量; η_j 为第 j 种能源的碳排放系数。由于原始统计时各种能源的消费均为实物统计量,测算碳排放时必须转换为标准统计量,具体换算方法见《中国能源统计年鉴》。 η_j 排放系数借鉴徐国泉的研究结果^[12]。利用式(1),测算出我国各省 1995~2008 年的二氧化碳排放总量^①。

2. 我国二氧化碳排放变化

依据各省能源数据以及前述的计算方法,计算出 1995~2008 年二氧化碳排放总量(如图 1 所示)。1995~2008 年间,我国二氧化碳排放总量持续攀升,从 1995 年 12.6×10^8 t 碳上升到 2008 年的 33.5×10^8 t 碳,年均增速 7%。从图 1 可以看出,随着国家产业结构和能源结构的演进,我国二氧化碳排放的增速表现出明显的波动性。具体表现为,第一阶段为先下降再缓慢上升阶段(1995~2000 年)。其中,1995~1997 年间二氧化碳排放增幅缓慢,年均增速有所下降。年均增长 2434×10^4 t,增速为 -1.35%。造成这一阶段二氧化碳排放增速下降的主要原因是工业部门能源强度下降^[13]。1997~2000 年二氧化碳排放有所增长,年均增长 3826×10^4 t,增速为 1.41%。第二阶段为二氧化碳排放快速增长阶段(2000~2003 年)。期间年均增长 12852×10^4 t,年均增速为 7.7%。第三阶段虽然二氧化碳排放总量仍在增加,但增速已经明显放缓,呈现出下降态势(2003~2008 年)。二氧化碳排放已由 2003 年的 15.2% 下降到 2007 年的 5%,下降速度较快,这与国家政府对气候变化重视,采取节能减排措施,实施产业升级等政策是密不可分的。

不仅如此,由于我国各省区社会经济差异,二氧化碳排放也存在较大差异,有部分省份二氧化碳

① 由于西藏数据不全,没有计算西藏二氧化碳排放情况。

图2 不同省区人口-二氧化碳排放增长模式

市场经济转轨的变革,人口与二氧化碳排放关系的作用机理可能发生改变。改革开放以后的发展更能反映出我国社会经济的变化,为此,我们转向探讨改革开放以后人口与二氧化碳排放的关系,从而更好地反映现实。本文所用的样本取自1979~2007年度的数据。需要指出的是,由于前文根据2000年《中国能源统计年鉴》所计算的二氧化碳排放量仅从1995年开始,如果仅从1995年开始探讨二者的关系,样本量太小,影响分析结果。因此,在论证改革开放以后人口与二氧化碳排放关系时,二氧化碳排放数据选用了二氧化碳信息分析中心公布的年度数据。经济变量选用国内生产总值来表示,为消除物价变动对其的影响,GDP数据全部折算成2000年不变价。人口与国内生产总值均来自于历年《中国统计年鉴》。由于数据的自然对数变换不改变原来的协整关系并能使其趋势线性化,又可以消除时间序列数据中存在的异方差,所以对人口数量、国内生产总值和二氧化碳排放量进行自然对数变换,分别表示为lnPOP、lnGDP和lnCO₂。

2. 变量平稳性检验

由于数据选取的是国内生产总值、人口数和二氧化碳排放这类宏观变量,其时间序列大多不是平稳的,若用普通OLS进行回归,会被认为是“伪回归”。为克服这一现象,必须对变量进行平稳性检验,即单位根检验。目前,进行单位根检验通常有DF法和ADF法。由于DF只能检验一阶相关,ADF可以检验高阶,因此,本文采用ADF法来检验变量的稳定性,检验结果见表1。

表1 ADF检验结果

变量	类型	ADF 统计量	5% 临界值	1% 临界值	结论
lnCO ₂	C, t, 3	-3.557	-3.603	-4.274	不平稳
D (lnCO ₂)	0, t, 4	-3.364	-2.998	-3.753	平稳
lnPOP	0, t, 2	-2.676	-2.981	-3.711	不平稳
D (lnPOP)	C, t, 3	-5.775	-3.612	-4.394	平稳
lnGDP	C, t, 3	-4.091	-3.603	-4.374	不平稳
D (lnGDP)	0, t, 3	-3.548	-2.992	-3.556	平稳

注：本表中 ADF 检验采用 Eviews6.0 软件计算,其中检验形式 (C, T, K) 分别表示单位根检验方程包括常数项、时间趋势和滞后阶数,加入滞后项是为了使残差项为白噪声, D 表示差分算子。

从表1可以看出,lnCO₂、lnGDP和lnPOP的ADF单位根检验值在5% (或1%) 的显著性水平下大于所对应的临界值,说明变量lnCO₂、lnGDP和lnPOP原序列是不平稳的,存在单位根。而相应的一阶差分序列在1%的显著性水平下变得平稳,可见三个变量都是序列I (1),它们之间可能存在协整关系。

3. 人口 - 经济 - 二氧化碳排放长期均衡关系分析

根据协整理论,如果两个序列满足单整阶数相同且相互之间存在协整关系,则这两个非平稳序列之间就存在长期稳定的关系,从而有效避免伪回归问题。对于经过平稳性检验后验明为同阶段的序列来说,要进行协整性检验,分析它们之间的协整关系。Johansen 协整检验是一种进行多变量协整检验的较普遍的方法,在此采用 Johansen 协整检验人口 - 经济与二氧化碳排放之间的关系。

Johansen 协整检验是基于 VAR 残差为独立同分布的正态变量,首先确定 VAR 模型的结构,选取合适的滞后阶 k。基于赤池信息值 (AIC) 和施瓦茨值 (SC) 最小准则,由表2可以看出,滞后期为2的VAR最理想。

表2 VAR模型的最佳滞后阶数检验结果

滞后阶数	LR 值	FPE 值	AIC 值	SC 值	HQ 值
0	NA	6.14e ⁻⁰⁷	-5.790	-5.645	-5.7484
1	297.817	1.63e ⁻¹²	-18.635	-18.054	-18.468
2	40.038 *	4.10e ⁻¹³	-20.050	-19.034 *	-19.757 *
3	12.952	3.97e ⁻¹³ *	-20.167 *	-18.716	-19.749

注：* 表示通过 0.05 显著性水平检验。

下面分别用 Johansen 检验的特征值轨迹检验和最大特征值检验两种方法对变量的时间序列lnGDP、lnPOP和lnCO₂进行协整检验,检验结果见表3。

表3 最大特征值和轨迹检验结果

假设的协整方程数 r	特征值	最大特征值统计量	5% 临界值	P 值	特征值轨迹统计量	5% 临界值	P 值
$r=0^*$	0.486	32.488	24.275	0.004	17.985	17.797	0.047
$r\leq 1^*$	0.306	14.503	12.321	0.021	9.875	11.225	0.086
$r\leq 2^*$	0.1575	4.628	4.1299	0.037	4.629	4.130	0.037

由表3中可知,在5%的显著性水平上都拒绝协整个数 $r=0$ 的原假设,说明在5%的显著水平下, $\ln\text{CO}_2$ 、 $\ln\text{GDP}$ 和 $\ln\text{POP}$ 三者之间至少存在一个协整关系,标准化后的协整方程如下:

$$\ln\text{CO}_2 = 0.403\ln\text{POP} + 0.757\ln\text{GDP} \\ (4.545) \quad (9.327)$$

由此可以发现,从长期来看,碳排放与人口变动和经济增长呈现同向波动,人口和经济的变动都影响着碳排放。在1979~2007年内,GDP每增加一个百分点,碳排放增加0.757个百分点;人口规模每增加一个百分点,碳排放增加0.403个百分点。与人口增长相比,经济增长对碳排放的影响更大,起到了更为重要的作用。

4. 人口-经济-二氧化碳排放短期波动关系分析

协整分析表明,人口规模、经济增长与碳排放之间存在长期均衡关系,但若明确各变量之间的短期动态均衡关系,探讨各变量偏离其共同随机趋势时的调整度,必须建立误差修正模型。由此建立如下误差修正模型:

$$\Delta \ln\text{CO}_{2t} = -0.129\text{ecm}_{t-1} + 0.922\Delta \ln\text{GDP}_t + 19.262\Delta \ln\text{POP}_t + 0.667\Delta \ln\text{CO}_{2t-1} - \\ (-1.802) \quad (3.130) \quad (2.412) \quad (4.263) \\ 0.742\Delta \ln\text{GDP}_{t-1} - 13.041\Delta \ln\text{POP}_{t-1} + \mu_t \\ (-2.391) \quad (-1.985)$$

$$R^2 = 0.648 \quad R^2_{\text{adj}} = 0.542 \quad \text{DW} = 1.7 \quad \text{LM}(1) = 0.215 \quad \text{LM}(2) = 0.154$$

以上检验结果显示,在显著性水平为5%下,方程的残差序列都不存在序列自相关,所估计的方程有效。方程各参数除常数项没有通过显著性检验外,其他各参数都通过了显著性检验,说明了人口和经济增长对二氧化碳排放的短期影响以及二者偏离长期均衡的影响。 ecm 为均衡误差修正项,反映了经济和人口增长对二氧化碳排放施加的短期影响结束后,从非均衡状态调整到均衡状态的调整力度。该模型中误差修正项 ecm 的系数为负数,说明这种修正是反方向的,符合误差修正原理。 ecm 系数的估计值为-0.129,说明长期均衡趋势误差修正项对二氧化碳排放的调整幅度为12.9%,即1979~2007年当短期内经济和人口增长与二氧化碳排放的波动偏离长期均衡时,将以-0.129的调整力度将非均衡状态拉回均衡状态。需要指出的是,虽然前面的分析表明,从长期来看,经济增长对二氧化碳排放的影响强于人口增长的影响。但是,误差修正模型表明,人口增长对二氧化碳排放的短期影响要远远大于经济增长的影响,且人口规模和经济增长对二氧化碳排放影响都具有时滞效应,人口增长的时滞效应大于经济规模扩大对二氧化碳排放的影响。而且需要说明的是,人口和经济增长对二氧化碳排放的时滞效应均表现出负效应,这一点是可以解释的。首先,经济增长同时总是伴随着产业结构的转型,依据产业结构转变规律,产业总是由“二、三、一”向“三、二、一”转变,我国也不例外,这种产业结构的转变有利于二氧化碳排放的减少。因此,我国经济增长对二氧化碳排放的时滞效应表现出负效应。人口增长对二氧化碳排放也具有一定时滞的负效应,这与常识相悖。其原因可以做出如下解释:人口对环境的影响是双向的,一方面,人口增长对资源产生了压力,增加了能源消费,导致二氧化碳排放增加;另一方面,人口增长有利于人口和经济集聚,同时会促进技术改革,这样会减轻对环境的负面影响。人口增长对二氧化碳排放的时滞负效应,正是改革开放以后人口聚集以及人口增长对技术改革产生影响从而作用于环境的复杂关系的一种反映。

5. 人口-经济-二氧化碳排放的格兰杰因果检验

虽然协整检验表明,二氧化碳排放与人口规模变化和国内生产总值之间存在着稳定的相关关系,但由于时间序列经常出现伪相关问题,使得在实际意义上几乎没有联系的序列得到较大的相关系数,所以必须对相应的变量进行因果关系检验,以保证模型设定的合理性。根据赤池信息值(AIC)最小

准则并参考施瓦茨值（SC），确定两个数据组各个变量的最佳滞后阶数，结果显示均为 2，对 1979 ~ 2007 年数据进行格兰杰因果关系检验，检验结果如表 4 所示。

表 4 格兰杰因果性关系检验结果

滞后长度	零假设	F 值	观察数	P 值	结论
2	lnGDP 不是 LnCO ₂ 的原因	3. 213	27	0. 059	拒绝
	lnCO ₂ 不是 LnGDP 的原因	0. 367		0. 701	不拒绝
	lnPOP 不是 lnCO ₂ 的原因	3. 080		0. 066	拒绝
	lnCO ₂ 不是 lnPOP 的原因	0. 477		0. 627	不拒绝
	lnPOP 不是 LnGDP 的原因	0. 611		0. 552	不拒绝
	lnGDP 不是 lnPOP 的原因	0. 616		0. 549	不拒绝

从表 4 可看出，在一个相对较短的时期内，国内生产总值的增长以及人口规模的变动对我国二氧化碳排放存在明显的单向因果关系。经济增长是二氧化碳排放变化的原因，但二氧化碳排放不是经济增长的原因；人口增长是二氧化碳排放变化的原因，说明人口的增长会对二氧化碳排放的变动产生作用，而二氧化碳排放的变动不会对人口增长产生影响。这一方面说明格兰杰因果检验结果与长期协整分析结果一致，另一方面说明选取经济增长（lnGDP）和人口增长（lnPOP）作为解释变量，二氧化碳排放（lnCO₂）作为被解释变量建立模型是合理的。

四、结论与启示

目前，人口增长总被认为是二氧化碳排放增加的一个主要原因，控制人口数量因而被认为是减少二氧化碳排放的一项应对措施。本文通过协整理论和格兰杰检验，分析我国人口与二氧化碳之间的关系，得出以下研究结论。

首先，从二氧化碳排放总量来看，长期以来我国排放量均逐年增加，各省区二氧化碳排放差异较大，呈现东高西低的态势。与此同时，我国各地人口却呈现低增长态势。相关性检验表明，人口增长并不一定必然带来二氧化碳排放量的增加，人口与二氧化碳排放的关系并不是简单的正相关关系。

其次，人口与二氧化碳排放之间的关系是复杂的，需要引入经济系统进行分析。利用协整理论和修正误差模型发现，人口和经济增长及二氧化碳排放三者之间存在着长期的协整关系。即从长期来看，人口及经济的增长都会导致二氧化碳排放的增加，经济增长对二氧化碳排放的影响强于人口因素对二氧化碳排放的影响。但从短期来看，当期人口和经济增长都会影响到二氧化碳排放，且都存在一定的时滞效应。从短期影响效果来看，人口对二氧化碳排放的影响强于经济增长，且由于经济增长过程中伴随着产业结构的转型，人口增长对人口聚集和技术进步的促进作用，有利于二氧化碳排放减少，从而使得人口与经济增长对二氧化碳排放的滞后影响表现出负效应。

再次，除了短期的人口和经济增长波动会影响到二氧化碳排放外，二氧化碳排放还受到人口和经济增长偏离长期均衡的影响。从以上的误差修正模型中可以看出，经济和人口增长对二氧化碳排放施加的短期影响结束后，以 12.9% 的调整力度将二氧化碳排放从非均衡状态调整到均衡状态，体现出了长期非均衡误差对二氧化碳排放的控制。

最后，格兰杰因果检验表明，在短期内经济和人口增长对我国二氧化碳排放存在明显的单向因果关系，说明人口和经济增长是二氧化碳排放变化的原因，其检验结果与长期协整分析结果一致。但这种人口和经济增长对二氧化碳排放的单向因果关系仅在相对较短的时期内有效，当滞后期延长，人口和经济之间将互为因果，使得人口和二氧化碳排放的关系也将更为复杂。

以上分析表明，目前我国二氧化碳排放增长主要是由于经济增长的模式造成的，人口增长的作用较为微弱。因此，从长远来看，应对全球气候变暖，减少二氧化碳排放，应更多从经济领域入手，且滞后期的影响效果说明应该积极应对第三产业发展，加快产业结构的演进速率，以此实现对二氧化碳排放增长的有效控制。

（参考文献下转第 77 页）

社会资本的来源。收入越高, 越容易得到弱关系的帮助, 增加了社会资本, 这说明经济收入是获得社会资本的途径与方法^[7]。本研究中受教育程度对社会资本没有影响, 是因为人们在借钱时考虑更多的是双方关系的亲疏、个人信用问题等, 文化程度和借贷没有必然的关系。

农村大龄未婚男性具有分布散、不集中的特点, 为了尽可能调查到中国不同地域的大龄未婚男性, 在时间、资金约束下本研究采用了“百村调查”方式。尽管对调查人员实施了多次培训, 在调查过程中通过各种通讯方式沟通、反馈, 且派出督导员对村庄进行了实地巡视, 但由于调查涉及地域广, 尤其是无法全程、直接监控整个调查过程。另外, 由于抽样和调查员选择等问题, 使本文研究不可避免地存在一定局限性。

参考文献:

- [1] 李树苗, 姜全保, 费尔德曼. 中国的男孩偏好和婚姻挤压——初婚与再婚市场的综合分析 [J]. 人口与经济, 2006, (4).
- [2] 莫丽霞. 出生人口性别比升高的后果研究 [M]. 北京: 中国人口出版社, 2005.
- [3] 王红光, 邹家峰. 社会资本视阈中的社会主义新农村建设 [J]. 安徽农业科学, 2008, (23).
- [4] Berger-Schmitt, R. Social Cohesion as an Aspect of the Quality of Societies: Concept and Measurement [R]. Eureporting Working Paper No. 14, 2000.
- [5] 匡立波. 农户分家: 权威、血缘与利益的博弈——以湖南省 M 村为例 [J]. 湖南文理学院学报 (社会科学版), 2006, (1).
- [6] 李艳, 李树苗, 韦艳, 蒋丹妮. 农村男性的婚姻状况与社会支持网络 [J]. 西安交通大学学报 (社会科学版), 2010, (3).
- [7] Edward L. Glaeser, et al. The Economic Approach to Social Capital [EB/OL]. <http://www.nber.org/papers/w7728>, 2000.

[责任编辑 冯 乐]

(上接第 21 页)

参考文献:

- [1] 联合国人口基金. 世界人口状况报告 [R]. 2009: 29.
- [2] Ehrlich, P., J. Holdren. Impact of Population Growth [J]. Science, 1971: 171.
- [3] Dietz, T., E. A. Rosa. Effects of Population and Affluence on CO₂ Emissions [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 1997: 94.
- [4] Shi, A. The Impact of Population Pressure on Global Carbon Dioxide Emissions, 1975 ~ 1996: Evidence from Pooled Cross-country Data [J]. Ecological Economics, 2003, 44.
- [5] York, Richard, Eugene A. Rosa, and Thomas Dietz. Footprints on the Earth: the Environmental Consequences of Modernity [J]. American Sociological Review, 2003, 68.
- [6] Cole, Matthew A., and Eric Neumayer. Examining the Impacts of Demographic Factors on Air Pollution [J]. Population and Environment, 2003, 26.
- [7] 李志国, 李宗植. 人口、经济和技术对二氧化碳排放的影响分析 [J]. 人口研究, 2010, (3).
- [8] Shrestha R. M., Timilsina G. R., Factors Affecting CO₂ Intensities of Power Sector in Asia: A Divisia Decomposition Analysis [J], Energy Economics, 1996, (4).
- [9] Ang B. W., Zhang F. Q., Choi K. Factorizing Changes in Energy and Environmental Indicators Through Decomposition [J], Energy, 1998, (6).
- [10] Xiangzhao F., Ji Z., Economic Analysis of CO₂ Emission Trends in China [J]. China Population, Resources and Environment, 2008, (3).
- [11] 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 [J]. 资源科学, 2009, (12).
- [12] 徐国泉, 刘则渊, 姜照华. 中国碳排放的因素分解模型及实证分析 [J]. 中国人口资源环境, 2006, (6).
- [13] WU Libo, KANEKO S, MATSUOKA S. Driving Forces Behind the Stagnancy of China's Energy-related CO₂ Emissions from 1996 ~ 1999: The Relative Importance of Structural Change, Intensity Change and Scale Change [J]. Energy Policy, 2005, (3).
- [14] 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 [J]. 人口研究, 2010, (1).

[责任编辑 冯 乐]