

# 城乡收入差距会影响 二氧化碳排放吗？

——基于 IPAT 扩展模型的实证研究

胡 雷

**摘 要** 目前国内外关于收入差距如何影响二氧化碳排放尚未形成一致的结论。作者利用我国 2000 年~2012 年的分省面板数据，基于 IPAT 扩展模型，实证检验了城乡收入差距和二氧化碳排放之间的关系，研究结论支持了 Boyce 等人的观点，即城乡收入差距过大会导致环境质量下降。同时，研究中引入了城乡收入差距比和能源效率的交乘项，发现城乡收入差距过大不利于我国通过提高能源效率来实现节能减排。因此，政府在推动应对气候变化和节能减排工作中，除依靠相关的法律法规进行约束之外，还应缩小城乡收入差距。

**关键词** 城乡收入差距 IPAT 二氧化碳排放 面板数据

【中图分类号】F02.9 【文献标识码】A 【文章编号】2095-851X (2015) 04-0087-13

## 一、引言

目前我国城乡收入差距较大，改革开放初期我国的城乡居民收入比为 2.57，其后总体上呈扩大趋势。从 2002 年开始，我国城乡收入比一直维持在 3 以上，尤其是 2009 年，扩大到了改革开放以来的最高值 3.33。随着我国经济的快速发展，能源消费尤其是化石能源消费快速增加，我国二氧化碳排放的增长速度也一直居世界前列。为了应对外部气候变化谈判压力，促进经济社会绿色低碳发展，中国主动提出将于 2030 年左右使二氧化碳排放达到峰值并争取尽早实现，且设定在 2030 年使单位国内

---

【基金项目】国家社会科学基金项目“北极航道的发展前景、经济影响与中国的参与机制研究”（批准号：15CGJ024）。

【作者简介】胡雷（1984-），博士，中国社会科学院城市发展与环境研究所博士后，邮政编码：100028。

生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%~65%。中国出于自身经济社会绿色发展转型和履行应对气候变化承诺的需要,选择一条绿色低碳的道路势在必行。

目前的研究多从规模、结构和效率三个角度分析我国二氧化碳排放的影响因素。然而我国区域差异明显、经济发展不平衡和城乡差距大等问题突出,从区域公平角度开展二氧化碳排放的研究相对较少。在城镇化快速推进和城乡差距扩大、矛盾突出的背景下,研究以城乡收入差距为代表的区域不公平现象对二氧化碳排放的影响具有重要意义。

经济学家根据实证研究结果将经济发展、收入和环境之间的关系用两条“库兹涅茨曲线”来描述,即环境库兹涅茨曲线(Environmental Kuznets Curve, EKC)和收入分配的库兹涅茨曲线(Kuznets Curve, KC)。根据环境库兹涅茨曲线的变动趋势,随着经济增长,环境质量的变化表现为先恶化后改善的倒U型曲线,而收入分配的库兹涅茨曲线变动趋势显示,收入差距往往表现出先扩大后缩小的倒U型曲线。如果综合考虑这两条曲线的变化,收入差距与环境状况呈同方向变化。通过比较两条曲线,研究发现收入差距的扩大可能会伴随环境的恶化。已有的一些研究提供的证据也表明,不仅收入水平能够影响EKC曲线的形态和环境质量的变化趋势,收入差距也能够对EKC的变化趋势和环境质量变化趋势产生重要影响。在这些研究中,Boyce(1994)首先注意到这一问题,根据其研究结果,收入差距扩大会导致污染排放增加从而使环境恶化,收入差距越大,这种影响的效果就越明显。基于Boyce的观点,作者利用2000年~2012年中国分省面板数据,试图检验城乡收入差距对二氧化碳排放的影响,研究结果可以为我国应对气候变化 and 环境保护政策的制定及实施提供参考,具有重要的理论意义和实践价值。

## 二、相关文献分析

目前在收入差距与环境质量之间关系的问题上,学者的研究结论并不一致。Boyce(1994)最早开展收入差距和环境质量之间关系的研究,他采用54个国家的面板数据进行实证分析,发现收入差距扩大是导致环境质量下降的一个重要原因。随后Boyce等(1999)进一步发现,这两者的关系在低收入国家和高收入国家中常常不尽相同。Boyce的研究结论表明收入差距扩大会从两个方面加剧环境质量的恶化:第一,收入差距过大会影响人们利用环境资源的偏好,当收入差距较大时,低收入的人群倾向于过度利用自然资源或生态资源来获得财富,而高收入人群由于自身对环境质量的偏好,以及人口跨境流动的便利性,倾向于将财富转移到环境风险较低的地区,却并不会通过增加投资来获得环境质量的提升;第二,收入差距扩大会导致环境政策效应与目标的偏离,即高收入人群往往因为具有更多的社会、经济和政治资源,在环境政策的制定、实施过程中会影响环境政策以使其自身群体获利,这样的政策将会加

剧环境质量退化。部分学者的研究结果支撑了 Boyce 的理论：Torras 和 Boyce (1998) 以低收入国家为研究样本，以水和空气的质量为研究对象，发现低收入国家收入差距的扩大与环境质量的降低相同步；Dasgupta (1995) 在对政治与环境关系的研究中认为政治自由度与环境保护高度相关，这间接支撑了 Boyce 的观点；Marsiliani 和 Renstrom (2000) 则认为收入差距过大会催生宽松的环境政策，从而导致环境质量下降；Maganani (2000) 从环境保护投入角度开展研究，发现收入差距过大会降低人们对环境的关心，从而减少环境保护的投入，这同样间接支持了 Boyce 的观点；Baiocchi 和 Minx (2010) 基于投入产出分析，研究了不同区域、不同部门的消费对碳排放的影响，发现收入差距不同的地区消费偏好不一样，从而影响碳排放，这也支持了 Boyce 的观点。

也有部分研究者对 Boyce 的观点提出了质疑，例如，Scruggs (1998) 提出了一个新的视角，认为环境作为一种必需的公共商品，人们对其需求的增加往往要快于收入的增长，高收入人群相较于低收入人群，会更加关心环境质量的变化，同时高收入人群对环境的投入也较大，因此收入差距的扩大可能会使环境质量退化速度降低；Ravallion 等 (2000) 则考察了收入分配对环境的影响，他认为在给定收入水平的情景下，区域内部和区域之间的收入差距扩大不会明显导致环境质量的退化，区域收入差距的变化对环境的影响往往取决于边际排放量的变化，如果低收入人群的边际排放量较高，那么收入分配偏向于低收入人群将会导致环境的破坏；Ghalwash (2008) 利用瑞典的数据构建了一个确定家庭消费选择不同类型的模型，发现较小的收入差距将增加排放量；Castellucci 和 Amato (2009) 利用意大利的数据进行实证研究，发现收入差距的缩小会导致较高的排放量。

相较于国外的研究，国内对收入差距与环境质量之间关系的研究起步较晚，前期研究主要关注收入水平和环境质量的关系，后期才转向收入差距对环境的影响，而且不同研究的结论也存在明显差异。第一种观点认为，收入差距扩大往往不利于环境质量的提高。例如，李海鹏等 (2006) 指出，收入差距过大会刺激二氧化碳排放的增加，具体表现为收入差距过大通过影响经济增长，进而延迟倒 U 型曲线拐点的出现，最终导致排放增加。雷鸣 (2007) 通过分析中国收入差距和环境变量之间的时间序列，检验发现中国收入差距和工业环境质量之间存在着显著的正相关性。钟茂初等 (2011) 分析了收入库兹涅茨曲线和环境库兹涅茨曲线之间的动态追赶机理，确认收入不公平也与环境破坏呈正向关系，并采用中国分省面板数据进行实证分析，结果表明收入差距和环境质量的正向关系在追赶初期更为显著。钟茂初和赵志勇 (2013) 运用中国 2003 年 ~ 2010 年分省面板数据，实证分析了城乡收入差距与中国环境质量之间的关系，研究结果表明，除了收入水平的影响外，城乡收入差距对环境质量的退化有显著的正向影响。第二种观点认为，收入差距的扩大将有利于环境质量的改善。如吕力和高鸿鹰 (2005) 考察了中国区域的收入差距变化与环境质量恶化

的机理,发现区域收入差距扩大并不会明显加剧环境质量的恶化,相反,当经济发展到一定阶段时,收入差距扩大有可能阻止环境质量恶化的趋势,甚至有助于提高环境质量。王曾(2010)的研究表明城乡收入差距扩大对二氧化碳的排放有抑制作用。

综上,国内外学者分别对收入差距与环境质量之间的关系进行了一些有意义的研究,但这些研究尚未形成一致性结论。现有研究也仍存在一些值得深入探讨的地方:第一,现有研究视角大多从国家整体层面出发,多采用时间序列分析方法,但对一个国家内部的不同区域收入差距的影响考虑较少;第二,这些研究在测度收入差距时,多采用总体层面的基尼系数,而基于城乡差距的分析较少,目前我国具有“二元经济”特征,城乡收入水平不平衡,采用城乡收入差距更能反映收入差距对环境质量的影响程度;第三,现有的研究多是基于EKC模型进行检验,以及在EKC模型的衍生模型基础上进行分析,而收入差距可以作为一种衡量区域富裕程度的指标,同样可以运用IPAT( $I = \text{Human impact}$ ,  $P = \text{Population}$ ,  $A = \text{Affluence}$ ,  $T = \text{Technology}$ )模型及其衍生模型进行实证检验,目前这种方法尚不多见。因此,本研究拟通过构建2000年~2012年的分省面板数据,采用扩展的IPAT模型,实证检验我国城乡收入差距对二氧化碳排放的影响。

### 三、计量模型与数据说明

#### (一) 理论框架

Ehrlich和Holdren(1971)在讨论人类活动对环境的影响时,首次提到IPAT方程,认为影响环境的因素是人口、经济发展和技术以及三者间的相互作用。由于IPAT模型的分析较为直观且扩展性强,已经成为分析经济社会因素对环境的影响的重要方法之一。因此,本研究选用基于IPAT模型的扩展模型。传统的IPAT方程是一个会计恒等式,方程中各因素的系数为固定的单位弹性,因此在实证研究中受到限制。随后,Dietz和Rosa(1994)放弃了IPAT方程固定单位弹性的设置,将其修改为随机形式的IPAT模型,即 $I = \alpha P^\beta A^\gamma T^\delta$ ,其中 $I$ 表示人类活动对环境的影响结果, $P$ 表示人口因素, $A$ 表示富裕度, $T$ 则表示技术因素,并将修改的IPAT模型命名为可拓展随机性环境影响评估模型(STIRPAT, Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology)。为了方便计算,可通过对数化将变量进行无量纲化处理,相应地STIRPAT模型的基本分析框架变形为:

$$\ln I_{it} = a + b \ln P_{it} + c \ln A_{it} + d \ln T_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

其中,下标 $i$ 和 $t$ 分别表示区域和时间;方程左侧的 $I$ 表示环境影响,方程右侧的变量 $P$ 表示为人口因素的影响,包括人口总量或者人均量的影响, $A$ 表示富裕度, $T$ 则表示技术效率。 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 分别为三个自变量的弹性, $a$ 和 $u$ 是常数项和随机误差

项。由于式 (1) 均为对数形式，所以系数估计值结果可直接视为变量的弹性。

本文的研究目的在于分析城乡收入差距和对二氧化碳排放的影响，参考 STIRPAT 模型的框架，以人均二氧化碳排放的变动作为环境压力的代理变量，以人口城镇化水平变动作为人口因素的代理变量，并以城乡收入比和人均经济产出共同作为富裕度的代理变量，以第二产业的增加值占地区生产总值的比重（即工业化率）作为技术水平的代理变量，由此得到的实证模型为：

$$\ln CO_{it} = \alpha + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln INCOME_{it} + \beta_3 \ln URB_{it} + \beta_4 \ln IND_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

在式 (2) 中， $CO$  为人均二氧化碳排放量， $GDP$  为地区生产总值， $INCOME$  表示城乡收入差距， $URB$  为人口城镇化率， $IND$  为工业化率，以第二产业增加值占 GDP 比重表示。

考虑到城乡收入差距会导致不同群体的能源消费效率有所不同，在公式中加入单位 GDP 能耗变量。为了验证城乡收入差距是否会影响不同地区的单位 GDP 能耗，在本文的计量模型中引入城乡收入差距与单位 GDP 能耗的交乘项，其经济学意义在于分析能源效率在城乡收入差距影响二氧化碳排放过程中的作用。另外，区域经济的开放度对城镇化的发展也有影响，因此在研究中引入开放度 OPEN 选项，并用进口额占区域 GDP 比重来衡量。根据已有研究可知，经济发展水平可能影响二氧化碳的排放，且两者之间的关系可以是线性或者非线性的。在具体分析中，可以在方程的右边引入人均 GDP 的平方项，以检验经济发展水平与二氧化碳排放之间是否存在一个倒 U 型的关系。由此，可以得到城镇化、工业化、经济发展水平和能源效率对二氧化碳的非线性影响的模型：

$$\ln CO_{it} = \alpha + \beta_1 \ln INCOME_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it} + \beta_3 \ln (GDP_{it})^2 + \beta_4 \ln URB_{it} + \beta_5 \ln IND_{it} + \beta_6 \ln OPEN_{it} + \beta_7 \ln ENG_{it} + \beta_8 \ln INCOME_{it} * \ln ENG_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

(3) 式中， $i$  代表省份， $t$  代表年份， $\alpha$  和  $\beta$  为待估计参数， $u$  为随机干扰项。

## (二) 数据来源

研究主要采用我国分省的面板数据，由于西藏自治区相关数据缺失严重，本研究没有包含西藏的样本，而是选取了 2000 年 ~ 2012 年间其他省、市、自治区的数据（不包括西藏自治区、台湾省、香港特别行政区和澳门特别行政区）。二氧化碳排放的核算采用终端能源消费法，终端能源消费法是基于历年能源平衡表终端能源消费量数据来估算碳排放数据，而忽略掉在加工转换和运输过程中消耗掉的能源的碳排放，以免重复计算。在核算时主要统计的能源种类有 9 种，包括原煤、汽油、原油、煤油、焦炭、柴油、燃料油、天然气以及电力。各种能源的标准量系数与碳排放系数均来自于《2009 中国可持续发展战略报告》。9 类能源的转换系数及碳排放系数如表 1 所示。不同能源计算所使用的计量单位分别为：电力为“吨标煤/万千瓦时”，天然气为“吨标煤/万立方米”，其余能源单位为“千克标煤/千克”，而碳排放系数单位

则为“吨碳/吨标准煤”，具体标煤转换系数和碳排放系数整理为表1。

地区生产总值、城镇化率、工业化和经济开放度等变量数据主要来源于历年的《中国能源统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《新中国六十年统计资料汇编》和各省、市、自治区的统计年鉴。

表1 各类能源的转换系数及碳排放系数

	原煤	焦炭	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油	天然气	电力
标准量转换系数	0.714	0.971	1.429	1.471	1.471	1.457	1.429	13.300	0
碳排放系数	0.748	0.113	0.585	0.553	0.342	0.591	0.618	0.448	0

### (三) 变量描述性统计

具体分析中，使用了2000年~2012年分省面板数据对模型进行估计，在做分析之前首先对整体样本中的各变量进行描述性统计，统计结果如表2所示。

表2 变量的描述性统计

变量名称	单位	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>CO</i>	吨/人	2.79	1.94	0.39	13.16
<i>INCOME</i>	—	2.98	0.60	1.89	4.76
<i>GDP</i>	元	21799.37	17160.41	2742.07	91251.80
<i>URB</i>	—	0.45	0.14	0.19	0.89
<i>IND</i>	—	0.46	0.08	0.20	0.60
<i>ENG</i>	—	1.45	0.78	0.40	4.43
<i>OPEN</i>	—	0.33	0.38	0.03	1.71

## 四、实证分析结果

### (一) 实证分析框架

由于面板数据同时具有截面和时序的特征，选择不同的模型估计方法将在很大程度上影响系数估计的有效性。在估计面板数据之前首先应该确定是用混合回归还是考虑个体效应，根据 Breusch 和 Pagan (1979)，估计量可以用于确定是使用混合回归还是考虑个体效应。考虑个体效应的话，个体影响可进一步分为固定效应和随机效应两种类别。根据个体效应的不同，变截距模型又可以分为两种：一种是固定效应 (Fixed Effects) 变截距模型，另外一种为随机效应 (Random Effects) 变截距模型。

因此，在利用面板数据建模时所面临的首要问题是确定如何在固定影响模型和随机影响模型中进行选择。具体研究中，较多使用 Hausman 统计量来确定选用何种模型。

考虑面板数据的截面特征，在估计模型之前，应该先检验变量之间是否存在组间异方差和自相关。在本研究的估计过程中，检验组间异方差主要使用 Wald 约束检验，并采用 Wooldridge 一阶自相关检验。如果样本检验结果显示存在异方差和序列相关两种情况时，为了保证估计结果的科学准确，可考虑采用将协方差 White-Newey 估计扩展到面板数据的情形，这样处理的优点是既可以保证固定效应的估计，又能在一定程度上消除异方差和自相关的影响。可从两个层面来分析：一种是静态的基准分析；另外一种是考虑了因变量滞后效应的动态分析，以此作为一种稳健性估计参考结果。

## (二) 基准分析

根据以上的分析框架，实际研究中利用计量软件 STATA11.0 软件及相关的外部命令，静态分析样本数据，估计模型得到样本分析的结果见表 3。

表 3 静态估计结果

变量	OLS	FE	RE
<i>LNINCOME</i>	0.27 *** (3.29)	0.52 *** (5.27)	0.52 *** (5.62)
<i>LNGDP</i>	-1.387 *** (-21.41)	-1.09 *** (-24.82)	-1.15 *** (-25.70)
<i>LNGDP2</i>	0.127 *** (28.30)	0.095 *** (28.13)	0.10 *** (29.51)
<i>LNURB</i>	0.047 (0.71)	0.055 (1.30)	0.05 (1.18)
<i>LNIND</i>	0.45 *** (7.65)	0.55 *** (7.39)	0.57 *** (7.89)
<i>LNOPEN</i>	-0.004 (-0.30)	0.11 *** (5.17)	0.063 *** (3.35)
<i>LNENG</i>	-0.18 *** (12.27)	-0.13 *** (15.54)	-0.17 *** (15.27)
<i>LNINCOME * LNENG</i>	0.19 (0.74)	-1.10 *** (-11.74)	-1.03 *** (-10.54)
常数项	2.49 *** (9.57)	2.36 *** (13.49)	-4.21 *** (13.33)
$R^2$	0.91	0.9475	0.9457
B-P 检验	1358.15 (0.0000)		

续表

变量	OLS	FE	RE
Wald 组间异方差检验		15455.57 (0.0000)	
Wooldridge 一阶自相关检验		24.93 (0.0000)	
Hausman		48.17 (0.0000)	
样本容量	377	377	377

注：括号内为  $t$  值； $R^2$  在混合回归中是调整后的  $R^2$ ，\* $p < 0.1$ ，\*\* $p < 0.05$ ，\*\*\* $p < 0.01$ ；在固定效应分析下为 within- $R^2$ 。

根据 B-P 估计量，在 5% 水平下显著，说明存在个体效应。进一步根据 Hausman 估计结果，确定采用固定效应模型进行估计。根据固定效应模型的计算结果，从表 3 的静态估计结果看，LNINCOME 的系数估计值是 0.52，且在 1% 水平下显著。这说明，研究期内我国城乡收入差距对二氧化碳排放有显著影响，且影响的弹性为 0.52，即每单位的城乡收入差距变动会导致 0.52 单位的人均二氧化碳排放增加。那么，我国城乡收入差距扩大是如何影响二氧化碳排放的呢？通过文献综述可以发现，支持收入差距扩大会降低环境质量的文献使用的多是发展中国家的数据，而研究结果显示收入差距减小会增加排放的文献多采用发达国家和地区的数据。目前我国仍处于快速发展中，城乡收入差距扩大伴随着城镇化和工业化不断深化，在分析的时间序列内，我国城镇化特点表现为城市规模扩大、城市人口聚集，但总体而言城镇化的质量不高；这一阶段的工业化特点表现为不断向重工业化演进，工业化整体处于前中期向中后期跃进的阶段，但东部沿海部分发达地区处于工业化中后期。这个阶段城市集聚发展，随着人口向城市迁移，生活方式和生产方式发生巨大变化，收入差距也不断扩大；城市产业选择上以劳动密集和资源密集型产业为主，产业结构的高碳化导致二氧化碳排放不断扩大。综合我国城镇化和工业化所处的阶段背景，可以理解城乡收入差距扩大和二氧化碳排放增加同步扩大的原因。随着城镇化和工业化继续深化，城镇化的质量提高，消费性生产推动工业化转型升级，这样城乡差距逐渐弥合，城乡收入差距缩小伴随着二氧化碳排放降低。

另外，从分析结果中可以发现，经济增长和二氧化碳排放之间存在非线性关系：LNGDP 的系数在 1% 显著水平下为负，而 LNGDP2 的系数在 1% 显著水平下为正，这说明在考察时间序列内，经济增长和二氧化碳排放之间存在着倒 U 型的非线性关系。为了进一步分析城乡收入差距是如何影响二氧化碳排放的机理，模型中引入了单位 GDP 能耗、城乡收入差距和单位 GDP 能耗的交乘项两个变量。分析单位 GDP 能耗的系数，发现该系数在 1% 水平下显著为负，说明在考察的时间序列内，我国的单位



GDP 能耗变动有利于降低二氧化碳排放，这也与在考察时间序列内我国积极推动节能减排的逻辑相一致。进一步分析城乡收入差距与能源效率的交乘项，发现交乘项的系数在 1% 水平下显著为负，这说明能源效率的变动在城乡收入差距影响二氧化碳排放的过程中发挥了抑制作用。

### （三）考虑滞后效应

在进行了基准分析之后，考虑到二氧化碳排放具有锁定效应，为了达到稳健性的估计结果，作者利用动态面板，在解释变量中加入被解释变量的滞后值，分析二氧化碳排放的滞后效应。将模型（3）扩展为动态面板模型：

$$\begin{aligned} \ln CO_{it} = & \alpha + \beta_0 \ln CO_{it-1} + \beta_1 \ln INCOME_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it} + \beta_3 \ln (GDP_{it})^2 + \beta_4 \ln URB_{it} \\ & + \beta_5 \ln IND_{it} + \beta_6 \ln OPEN_{it} + \beta_7 \ln ENG_{it} + \beta_8 \ln INCOME_{it} * \ln ENG_{it} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

加入滞后项虽然能分析二氧化碳排放的滞后效应，但同时模型分析过程中也往往会产生内生性问题，为了解决引入滞后项带来的估计偏误，通常在估计时引入工具变量进行估计。工具变量法估计时一般采用差分广义矩（Difference-Generalized Method of Moments, DIFF-GMM）（Arellano and Bond, 1991）与系统广义矩（System-Generalized Method of Moments, SYS-GMM）这两种矩估计方法来解决内生性问题。DIFF-GMM 估计方法的处理思路是：为了去掉估计模型的固定效应，先对目标方程进行差分，然后选用一组滞后解释变量作为差分之后方程中变量的工具变量进行估计，但是由于 DIFF-GMM 估计量容易受弱工具变量的影响，使得模型估计容易产生估计偏误，另外在差分过程中也会导致一部分样本信息的损失。为了克服 DIFF-GMM 估计过程中差分带来的这些问题，Arellano 和 Bover（1995），Blundell 和 Bond（1998）随后提出了 SYS-GMM 估计量的思路。在采用 SYS-GMM 的估计过程中，由于 SYS-GMM 估计量综合了差分方程和水平方程，另外还加入了一组滞后的差分变量作为水平方程相应变量的工具变量，因此与 DIFF-GMM 估计量相比，可以得到更加接近真实值的估计量。在动态面板的估计过程中，除了要解决弱工具变量问题，还要考虑过度识别的问题，为了克服这个问题，需要对其进行处理。表 3 给出了 Hansen 检验及  $p$  值，用来检验工具变量是否存在过度识别。另外，估计时还需要检验模型是否存在自相关问题，根据残差序列相关性检验 AR（1）和 AR（2）的结果，差分后的残差只存在一阶序列相关性而无二阶序列相关性，因此，相关性检验表明原模型的误差项无序列相关性。

具体分析表 4 的动态估计结果，发现城乡收入差距的系数在 1% 水平上显著为正，能源效率的系数则在 1% 水平上显著为负。从城乡收入差距与能源效率的交乘项系数看，根据 SYS-GMM 的估计量，交乘项系数在 10% 水平上显著为负。因此，考虑二氧化碳排放滞后效应的动态分析结果与前文静态分析的回归结果保持一致，这进一步验证说明了城乡收入差距能增大我国二氧化碳排放。根据分析结果，分析城乡收入

差距影响二氧化碳排放可能的作用机理,一个合理的解释是城乡收入差距过大不利于我国通过提高能源效率来实现节能减排,从而增大二氧化碳排放。

表4 动态估计结果

变量	DIFF-GMM	SYS-GMM
<i>L1. LNCO</i>	0.47 *** (13.11)	0.51 (14.74)
<i>LNINCOME</i>	0.29 *** (10.82)	0.28 *** (2.96)
<i>LNGDP</i>	-0.61 *** (-12.14)	-0.61 *** (-11.63)
<i>LNGDP2</i>	0.05 *** (12.22)	0.05 *** (11.90)
<i>LNURB</i>	-0.05 (-2.15)	-0.10 (-6.29)
<i>LNIND</i>	0.33 *** (4.93)	0.46 *** (5.32)
<i>LNOPEN</i>	0.03 (2.46)	-0.01 (-0.73)
<i>LNENG</i>	-0.14 *** (7.64)	-0.19 *** (3.90)
<i>LNINCOME * LNENG</i>	-0.43 (-5.16)	-0.33 * (0.056)
常数项	1.21 *** (10.52)	1.17 *** (8.43)
Wald	0.0000	0.0000
AR(1)	-2.062 (0.0392)	-2.0306 (0.0423)
AR(2)	-.07664 (0.9389)	-.06097 (0.9514)
Sargan	1.0000	1.0000
样本容量	377	377

注:()内数值为回归系数的 $t$ 值;\* $p < 0.1$ ,\*\* $p < 0.05$ ,\*\*\* $p < 0.01$ ;Sargan结果用来检验工具变量选取是否存在过度识别;AR(1)、AR(2)的检验结果用来判断模型的残差是否存在一阶、二阶自相关。

## 五、结论与政策含义

长期以来，经济发展、收入水平变化与二氧化碳排放之间的关系一直为学者所重视，但收入分配与二氧化碳排放之间关系的研究却被忽视，国内外学者对这一问题的研究尚未得到一致结论。本文从我国城乡差距较大的“二元经济”国情出发，以2000年~2012年间面板数据检验了城乡收入差距对二氧化碳排放的影响，研究结论支持了 Boyce 的观点，即收入差距会导致环境质量的恶化。研究从我国城镇化和工业化阶段特征出发，阐释了城乡收入差距和二氧化碳排放之间的关系。研究认为我国城镇化和工业化尚处于前中期，这一阶段城市集聚发展，产业选择上以劳动密集型和资源密集型产业为主，城乡收入差距扩大和二氧化碳排放不断扩大同步进行是必然的结果。随着我国城镇化和工业化的深入推进，产业逐步转型升级，城镇化进入离心扩散阶段，城乡收入差距缩小和二氧化碳排放强度降低将同步进行。另外，研究引入了城乡收入差距比和能源效率的交乘项，发现城乡收入差距过大不利于我国通过提高能源效率来实现节能减排，反而会增大二氧化碳排放。

基于本文结论，作者认为应对气候变化工作与城乡居民的收入水平和收入差距有关。因此，政府在推动应对气候变化和节能减排工作中，除需积极利用归口部门的法律法规进行约束之外，还需注意缩小城乡收入差距程度，使得减缓和适应气候变化的成果不仅服务于城镇居民，也让农村居民享受到低碳清洁的生产和生活环境。另外，研究结论还表明能源效率在城乡收入差距影响二氧化碳排放的过程中发挥重要作用，因此，政府在关注缩小城乡收入差距的同时，同样要注意提升城乡生活和生产过程中的能源效率，更多地考虑采用市场化手段控制低收入地区依赖高碳能源的局面，并通过积极推进产业结构调整和转变经济发展方式扭转高收入地区粗放型工业化和城镇化的发展态势。

### 参考文献

雷鸣 (2007):《关于中国居民收入差距与工业环境质量关系的分析》，《统计与决策》第14期，第79~82页。

李海鹏、叶慧、张俊飏 (2006):《中国收入差距与环境质量关系的实证检验——基于对环境库兹涅茨曲线的扩展》，《中国人口·资源与环境》第2期，第46~50页。

吕力、高鸿鹰 (2005):《我国地区收入差距的环境效应分析》，《中国软科学》第4期，第105~111页。

王曾 (2010):《人力资本，技术进步与 CO<sub>2</sub>排放关系的实证研究——基于中国 1953 - 2008 年时间序列数据的分析》，《科技进步与对策》第22期，第4~8页。

钟茂初、孔元、宋树仁 (2011):《发展追赶过程中收入差距与环境破坏的动态关系——对 KC 和 EKC 关系的模型与实证分析》，《软科学》第2期，第1~6页。

钟茂初、赵志勇(2013):《城乡收入差距扩大会加剧环境破坏吗?——基于中国省级面板数据的实证分析》,《经济经纬》第3期,第125~128页。

Arellano, M., and S. Bond(1991), “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and An Application to Employment Equations”, *The Review of Economic Studies*, 58(2), pp. 277 – 297.

Arellano, M., and O. Bover(1995), “Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-components Models”, *Journal of Econometrics*, 68(1), pp. 29 – 51.

Baiocchi, G. and J. C. Minx(2010), “Understanding Changes in the UK’s CO<sub>2</sub> Emissions: A Global Perspective”, *Environmental Science & Technology*, 44(4), pp. 1177 – 1184.

Blundell, R. and S. Bond(1998), “Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models”, *Journal of Econometrics*, 87(1), pp. 115 – 143.

Boyce, J. K. (1994), “Inequality as A Cause of Environmental Degradation”, *Ecological Economics*, 11(3), pp. 169 – 178.

Boyce, J. K., A. R. Klemer, and P. H. Templet, et al. (1999), “Power Distribution, the Environment, and Public Health: A State-level Analysis”, *Ecological Economics*, 29(1), pp. 127 – 140.

Breusch, T. S. and A. R. Pagan(1979), “A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 47(5), pp. 1287 – 1294.

Castellucci, L. and A. D. Amato(2009), “A Note on Speculation, Emissions Trading and Environmental Protection”, *Rivista Di Politica Economica*, 99(1), pp. 127 – 144.

Dasgupta, P. (1995), “An Inquiry into Well-being and Destitution”, *Population & Development Review*, 62(2), pp. 62 – 71.

Dietz, T. and E. A. Rosa(1994), “Rethinking the Environmental Impacts of Population, Affluence and Technology”, *Human Ecology Review*, 16(1), pp. 277 – 300.

Ehrlich, P. R. and J. P. Holdren(1971), “Impact of Population Growth”, *Science*, 171(2), pp. 1212 – 1217.

Ghalwash, T. M. (2008), “Demand for Environmental Quality: An Empirical Analysis of Consumer Behavior in Sweden”, *Environmental & Resource Economics*, 41(1), pp. 71 – 87.

Magnani, E. (2000), “The Environmental Kuznets Curve, Environmental Protection Policy and Income Distribution”, *Ecological Economics*, 32(3), pp. 431 – 443.

Marsiliani, L. and T. I. Renstrom(2000), “Inequality, Environmental Protection and Growth”, *Center Discussion Paper*, 34(5), pp. 1 – 51.

Ravallion, M., M. Heil and J. Jalan(2000), “Carbon Emissions and Income Inequality”, *Oxford Economic Papers*, pp. 651 – 669.

Scruggs, L. A. (1998), “Political and Economic Inequality and the Environment”, *Ecological Economics*, 26(3), pp. 259 – 275.

Torras, M. and J. K. Boyce(1998), “Income, Inequality, and Pollution: A Reassessment of the Environmental Kuznets Curve”, *Ecological Economics*, 25(2), pp. 147 – 160.

# Would the Income Gap Between Urban and Rural Areas Affect Carbon Dioxide Emissions?

——Empirical Research Based on the Extended IPAT Model

HU Lei

(Institute for Urban and Environment Studies, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, 100028, China)

**Abstract:** At present, it does not come to an agreement that how income disparity affects carbon dioxide emissions. In this study, we took an empirical test of the relationship between income disparity and carbon dioxide emissions based on the extended IPAT model, using the panel data of China from 2000 to 2012. Conclusions support the Boyce's point of view that the income gap between urban and rural areas will lead to the deterioration of the quality of the environment. At the same time, we added the cross term of the urban-rural income gap ratio and the energy efficiency, and found that the income gap was too large and would not be conducive to energy-saving and emission-reduction through improving energy efficiency. Therefore, when the government promotes to energy-saving and emission-reduction, it should not only rely on the relevant laws and regulations, but also need to pay attention to narrow the gap between urban and rural income.

**Key Words:** urban and rural income gap; IPAT; carbon dioxide emissions; panel data

责任编辑：丛晓男