

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2020.06.008

# 正式和非正式环境规制碳减排效应的 时空异质性与协同性

## ——对2007—2017年新疆14个地州市的实证分析

高志刚,李明蕊

(新疆财经大学 经济学院,新疆 乌鲁木齐 830012)

**摘要:**环境规制是为保护和改善环境而对经济主体的污染物排放行为进行约束,其中正式环境规制体现了政府保护环境的主动性,非正式环境规制则反映了居民保护环境的自觉性。正式和非正式环境规制具有目标一致性,但规制主体和规制手段不同,因而其污染物减排效应既具有协同性,也具有异质性;同时,由于经济发展阶段、地区产业结构、居民收入水平等规制环境的不同以及规制实施时间的不同,正式和非正式环境规制的污染物减排效应表现出显著的时空异质性。采用2007—2017年新疆14个地州市相关数据的分析表明:从整体上看,正式环境规制具有显著的碳减排效应,非正式环境规制虽然对碳排放强度的影响不显著,但可以强化正式环境规制的碳减排效应;从时间异质性来看,正式环境规制的碳减排效应及其与非正式环境规制的协同效应在2012—2017年强于2007—2011年;从空间异质性来看,正式环境规制在北疆地区具有显著的碳减排效应,而在南疆地区对碳排放强度的影响不显著。进一步的分析发现:在新疆地区,随着经济发展水平的提高,正式和非正式环境规制均从与碳排放强度正相关转变为负相关,且正式环境规制的这种转变先于非正式环境规制。总体来看,在碳减排过程中,正式环境规制的作用强于非正式环境规制并先于非正式环境规制发生作用,在污染物排放较多的地区环境规制的碳减排效应更强。因此,一方面,政府要进一步提高保护环境的主动性,增强正式环境规制的针对性和有效性,后发地区还应提高对转入产业的环境规制强度;另一方面,要不断提高居民收入和素质,促进社会组织发展,增强居民保护环境的自觉性,以有效发挥非正式环境规制的碳减排效应及其与正式环境规制的协同效应。

**关键词:**正式环境规制;非正式环境规制;碳减排效应;碳排放强度;绿色发展;低碳经济

**中图分类号:**F127;F062.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-8131(2020)06-0084-17

\* 收稿日期:2020-09-06;修回日期:2020-11-02

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(72064035);新疆天山雪松计划(2019XS07);新疆财经大学科研创新项目(XJUFE2020K016)

**作者简介:**高志刚(1972),男,河南濮阳人;二级教授,理学博士,博士生导师,新疆财经大学副校长,主要从事区域经济发展规划与政策研究;E-mail:gaozhg1206@163.com。李明蕊(1994),女,四川德阳人;硕士研究生,主要从事人口、资源与环境经济学研究。

## 一、引言

传统的高投入、高耗能、高污染的粗放型经济增长方式在实现物质财富快速积累的同时,也使资源和环境问题凸显,不利于人类社会可持续发展,尤其是温室气体排放带来的气候变化问题备受关注。改革开放后,中国创造了持续高速增长的经济奇迹,为 global 经济发展做出了巨大贡献。进入 21 世纪以来,中国的经济增长方式开始向集约化和环境友好型转变。党的十七大明确提出要转变经济发展方式,党的十八届五中全会进一步提出“创新、协调、绿色、开放、共享”五大新发展理念,绿色发展成为中国经济社会发展的重要趋势之一。2009 年 12 月,在哥本哈根联合国气候变化大会上,中国政府主动承诺到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%;2014 年 11 月,《中美气候变化联合声明》在北京发布,中国计划到 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达到峰值。2018 年,中国提前三年达到在哥本哈根世界气候大会上承诺的减排目标。中国的碳减排成效显著,其中适度有效的环境规制发挥了重要作用。

在生产和消费过程中,碳排放是一种负外部性行为,市场机制的调节存在失灵,需要政府和社会通过一定的环境规制进行调控。关于环境规制的内涵和外延,学术界的认识经历了两次拓展:第一次是规制手段的拓展,在直接调控措施的基础上增加市场激励政策;第二次是规制主体的拓展,在政府的基础上增加企业、社会组织(如环境保护协会)及个体等<sup>[1]</sup>。经历两次拓展,环境规制的手段和主体呈现多元化趋势。总体来看,环境规制属于社会性规制,是一种为保护和改善自然生态环境而对经济主体行为进行约束的力量,其形成可以源自有形的制度,也可以源自无形的意识,进而可以分为正式环境规制和非正式环境规制。

正式环境规制指政府及相关机构通过制定相应法律、政策以及采取相关措施对市场主体的经济行为进行控制和干预,以解决公共产品及外部性等因素带来的环境保护市场失灵问题,进而在发展经济的同时实现保护和改善生态环境的目标,是实现经济高质量发展和可持续协调绿色发展的重要手段<sup>[2]</sup>。正式环境规制可以通过影响企业生产成本倒逼其选择环境友好型技术进步路径和生产经营方式,但在实践中也可能由于政企合谋、寻租等原因导致规制失灵<sup>[3]</sup>。在早期的研究中,非正式环境规制被认为是当正式环境规制失效或非完全执行时对正式环境规制失灵的弥补,通常是指社会群体或个人基于追求更高质量环境的利益诉求,通过监督、抗议、投诉、要求赔偿、谈判协商等来制约和惩治污染者的环境破坏行为<sup>[4-7]</sup>。随着经济的发展,居民环保意识不断增强,非政府主体在环境治理的作用日益凸显,非正式环境规制被认为是民众生态环境意识的外在表现<sup>[8]</sup>,并逐渐成为环境治理的重要手段,与正式环境规制之间具有联动性,而非仅仅是对正式环境规制的补充。

对于环境规制的经济效应,已有研究主要针对正式环境规制<sup>[9-10]</sup>,而对非正式环境规制的经济效应研究较少。其中,关于环境规制对碳排放的影响主要有三种观点:一是环境规制促进碳排放,产生“绿色悖论”效应<sup>[11-13]</sup>,二是环境规制抑制碳排放,产生“倒逼减排”效应<sup>[14]</sup>;三是环境规制对碳排放的影响效应呈现非线性关系甚至不显著,存在“拐点效应”<sup>[15-17]</sup>。此外,一些研究发现环境规制对碳排放的影响存在区域(空间)异质性、行业异质性及政策强度异质性<sup>[18-21]</sup>。非正式环境规制的经济效应研究主要聚焦于其对产业结构和技术创新等的影响<sup>[22-23]</sup>,而其节能减排效应弱于正式环境规制,甚至不明显<sup>[24-25]</sup>。

总体来看,现有研究对正式环境规制与非正式环境规制的实施主体和内涵进行了区分,并且从国家、区域、行业等多层面实证分析了环境规制(主要是正式环境规制)的碳减排效应。但关于正式与非正式环境规制碳减排效应的异质性研究还有待加强和深化,而关于正式与非正式环境规制在促进碳减排上的协同性(或者说联动性)研究更是鲜见。在绿色发展理念深入人心,经济发展方式积极转变的背景下,正式环境规制和非正式环境规制都将在生态文明建设中发挥重要作用,深入探讨如何进一步发挥两者各自的优势及其协同效应,以加快推进美丽中国建设具有重大现实意义和理论价值。本文试图在理论上分析的基础上,实证检验正式环境规制和非正式环境规制碳减排效应的时空异质性及其协同效应的存在性,以期拓展和丰富

环境规制碳减排效应研究,并为进一步完善正式和非正式环境规制提供经验借鉴和政策启示。

## 二、研究思路与方法

### 1. 理论假设与样本选择

对于碳排放而言,无论是正式环境规制还是非正式环境规制的目标都是减少生产和消费活动中的碳排放,但其是否一定能使碳排放总量降低具有不确定性。因为经济发展是产出增长的过程,产出的增长意味着要素使用和生产消费活动的增加,必然会带来碳排放量的增加。所以,环境规制的现实目标(尤其是对发展中国家而言)是降低碳排放强度,即减少单位产出的碳排放量。然而,即使是对于碳排放强度,环境规制的碳减排效应也具有不确定性。从正式环境规制来看,关于环境保护的法律以及产业和财政金融政策可以使环境成本内部化,不但能够约束生产者的碳排放行为,还可以激励其使用低碳技术,并降低对化石能源的需求,产生“倒逼减排”效应<sup>[26]</sup>。但由于经济增长方式和路径具有惯性,在环境规制刚开始实施时,或者经济处于快速粗放型增长阶段时,环境规制虽然会抑制碳排放强度提高的速度,却不能马上降低碳排放强度,进而表现出“绿色悖论”效应。非正式环境规制也是一样,当提高自身生活质量与改善生态环境质量出现矛盾时,人们可能更倾向于提高自身生活质量,进而影响到非正式环境规制的实际效果。因此,环境规制的碳减排效应不仅取决于规制强度的大小,还受到规制时间和规制环境的影响,在经济实践中表现出明显的时间和空间异质性。

由于正式环境规制和非正式环境规制的实施主体和规制手段不同,两者会表现出不同的碳减排效应。从两者本身的碳减排效应来看:正式环境规制是政府通过法律、政策等手段对经济活动主体的强制性约束,且其作用的产生存在于生产活动的产前、产中、产后全过程;而非正式环境规制更多的是一种软约束,其作用的产生主要在于污染物排放后的监督、赔偿及处罚等;因而,相对于非正式环境规制,正式环境规制的碳减排效应更为显著。从时间异质性来看:正式环境规制是经济发展到一定阶段后为实现可持续发展而控制污染物排放的政府主动行为,具有长期持续性,且规制强度也趋于提高,因此在实现经济良性循环发展前,随着时间的推移其碳减排效应会不断强化;非正式环境规制则是一种为改善生产生活而产生的居民自觉行为,其碳减排效应会随着居民对生态环境质量诉求的提高而强化,因而也可能具有持续强化的趋势。从空间异质性来看:正式环境规制具有较强的针对性,其对高污染排放地区的经济影响更为显著,因而相对于污染物排放较少的地区,在污染物排放较多的地区其更能发挥作用,即具有更显著的碳减排效应;而非正式环境规制的针对性较弱,主要取决于居民环保意识及社会发育程度,而居民意识和社会发展的区域差异(尤其是在一个国家内部)往往弱于经济上的区域差异,因而非正式环境规制碳减排效应的空间异质性可能比正式环境规制弱。

同时,由于正式环境规制和非正式环境规制的目标一致性,两者也会产生协同效应。正式环境规制与非正式环境规制是相互促进的,正式环境规制的有效实施可以使非正式环境规制得到强化,非正式环境规制作用的发挥也可以强化正式环境规制及其环境治理效果。正式环境规制通过发展战略、法律、政策等表明政府治理环境污染的决心,向社会组织和个人宣传环境保护和生态文明建设,增强公众环保意识,进而提高非正式环境规制强度及其功效<sup>[26]</sup>。非正式环境规制则可以通过民意表达、参政议政等方式促使政府实施更强的正式环境规制,并对规制实施行为和效果形成有效监督。尤其是在产业结构偏重高污染产业的地区,地方政府为保持经济增长和维持就业稳定,在规制实施过程中可能会降低环保标准,此时,非正式环境规制的作用就更为重要<sup>[27]</sup>。此外,由于非正式环境规制具有较强的居民自觉性,当现实的环境污染带来的危害不能被居民明显感知时,其可能并不会发生作用,但污染物排放具有累积性,因而此时则需要更好地发挥政府的主动性,通过前瞻性的环境规制避免走上“先污染后治理”的老路。因此,正式环境规制和非正式环境规制的协同效应也可能具有时空异质性。

综上所述,在人类社会的发展过程中,由于资本的逐利性和技术的渐进性,人们对物质财富积累的追求导致资源消耗和环境破坏,使经济发展面临日益强化的资源和环境约束,为实现可持续发展必须通过环境规制来推动经济发展方式的转变。正式环境规制主要反映政府保护环境的主动性,非正式环境规制则更多地体现居民保护环境的自觉性,两者相互促进,协同促进经济发展方式由高消耗、高污染的环境破坏型向低消耗、低污染的环境友好型转变,进而在实现财富增长的同时保护和改善生态环境。然而,由于技术水平、经济发展阶段、产业结构、居民收入及素质等的不同,在不同的时期、不同的地区,不但经济增长对环境的影响不同,而且保护环境的政府主动性和居民自觉性也可能存在差异,因而环境规制的环境治理效应存在显著的时空异质性。

尤其是对于后发国家或地区而言,一方面,在通过发挥后发优势向先发国家或地区学习获得快速发展的同时,也清楚地看到先发国家或地区经济增长过程中环境污染带来的严重后果;另一方面,在面对先发国家或地区产业转移的发展机遇的同时,也会承担比先发国家或地区当初更大的环境保护责任和污染物减排压力。比如在碳减排方面,发达国家在向发展中国家转移污染产业的同时,又通过国际组织要求发展中国家达到一定的碳减排目标。在一个国家内部也存在地区发展差异,后发地区在承接先发地区产业转移的同时,也会受到国家层面统一的环境规制。再加上不同的国家或地区政府和居民在环境保护上认知的差异以及政府在经济社会发展中所起作用的差别,不但环境规制强度不同,而且规制有效性程度也有很大不同,导致发展实践中正式和非正式环境规制的治理效果及其相互关系表现出显著的不确定性,这也是相关研究得出不同结论的根本原因所在。因而,有必要对具体的国家或地区进行实证检验,以明确环境规制的实际效果。

本文以中国新疆维吾尔自治区为研究对象,分析正式和非正式环境规制碳减排效应的时空差异及其协同效应。选择2007—2017年新疆的14个地州市为研究样本,主要基于以下几方面的考虑:首先,新疆是中国西部资源禀赋丰裕的地区之一,经济发展较大程度依赖能源开发,高耗能产业占比较高,碳减排是其实现绿色发展的必然要求;而目前,针对新疆地区环境规制碳减排效应的实证研究不多,且都是基于正式环境规制的分析<sup>[28-30]</sup>。其次,新疆的南疆地区与北疆地区在经济发展水平、产业结构以及碳排放强度上都具有显著差异,便于进行空间异质性分析。最后,2012年党的十八大做出“大力推进生态文明建设”的战略决策,随后党的十八届五中全会进一步提出绿色发展新理念,无论是国家的还是新疆的“十三五”规划都把生态文明建设和生态环境保护提升到前所未有的战略高度。新的发展理念和发展战略带来国家和地区层面环境规制强度的显著提升,因而可以将样本期间划分为2007—2011年和2012—2017年两个时间段来进行时间异质性分析。

在中国,政府的宏观调控具有较高的有效性,国家发展战略对地区经济实践具有很强的指导作用。根据前文理论分析,在后发地区,正式环境规制的碳减排效应通常强于非正式环境规制,环境规制强度越高则其碳减排效应越强,高污染地区环境规制的碳减排效应通常强于低污染地区。结合新疆实际,提出如下研究假设:正式环境规制和非正式环境规制都会促进新疆的碳排放强度降低,其中正式环境规制的碳减排效应更强,且两者具有协同效应;2012—2017年新疆的环境规制碳减排效应强于2007—2011年,北疆地区的环境规制碳减排效应强于南疆地区。

## 2. 碳排放强度测算

要实证检验环境规制的碳减排效应,首先需要测算碳排放量。由于没有官方的碳排放数据,相关研究的碳排放数据主要来源于美国橡树国家实验室CO<sub>2</sub>信息分析中心(CDIAC)、国际能源总署(IEA)、美国能源情报署(EIA)和联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC),前三个研究机构公布的温室气体排放数据以国家层面为主,没有中国省级和地级市层面的碳排放数据,因此本文采用IPCC提供的计算公式来测度碳排放

量,并只考虑生产端能源消费所产生的二氧化碳排放。以原煤、焦炭、燃料油、原油、汽油、煤油、柴油、天然气 8 种能源作为终端消费,将其消费量按各自折标煤系数进行折算,再乘各自碳排放系数(见表 1),得到碳排放量:

$$E = \sum_{i=1}^8 CO_{2,ijt} = \sum_{i=1}^8 M_{ijt} * K_j$$

其中, $t$  代表年份, $i$  代表地区, $j$  代表能源, $E$  为  $CO_2$  排放量(单位为 kg), $M_{ijt}$  为在  $t$  年  $i$  地区  $j$  能源的消费量(单位为 kg), $K_j$  为  $CO_2$  排放系数(单位为  $kgCO_2/kg$ )。用地区碳排放量除以地区生产总值,得到用单位 GDP 二氧化碳排放量,即碳排放强度( $EI$ ):

$$EI_{it} = \frac{E_{it}}{GDP_{it}}$$

表 1 8 种能源的折标煤系数和碳排放系数

能源名称	折标煤系数/(ce/kg)	二氧化碳排放系数( $KgCO_2/kg$ )
原煤	0.714 3	1.858
焦炭	0.971 4	2.831
燃料油	1.428 6	3.184
原油	1.428 6	3.071
汽油	1.471 4	2.955
煤油	1.471 4	3.032
柴油	1.457 1	3.095
天然气	1.330 0	2.161

资料来源:《中国能源统计年鉴》

### 3. 实证模型构建与变量测度

本文构建包含正式环境规制、非正式环境规制及其交互项的面板模型进行实证检验。借鉴相关研究成果,建立如下静态面板模型:

$$\text{模型 1: } \ln EI_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 \ln ER_{it} + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{模型 2: } \ln EI_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 \ln FER_{it} + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{模型 3: } \ln EI_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 \ln IER_{it} + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

考虑到碳排放强度具有较强的趋势延续性,进一步引入滞后项,建立动态面板模型:

$$\text{模型 4: } \ln EI_{i,t} = \alpha_i + \beta_0 \ln EI_{i,t-1} + \beta_1 \ln ER_{it} + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{模型 5: } \ln EI_{i,t} = \alpha_i + \beta_0 \ln EI_{i,t-1} + \beta_1 \ln FER_{it} + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{模型 6: } \ln EI_{i,t} = \alpha_i + \beta_0 \ln EI_{i,t-1} + \beta_1 \ln IER_{it} + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

其中, $t$  代表年份, $i$  代表省份, $\alpha_i$  为常数项, $\beta_0 - \beta_6$  分别为各变量对应的回归系数, $EI$  为“碳排放强度”, $ER$  和  $FER$  分别为“正式环境规制”和“非正式环境规制”, $IER$  为“正式环境规制”与“非正式环境规制”的交互项, $TS$ 、 $TRADE$ 、 $HC$ 、 $FD$ 、 $K$  分别为“产业结构”“贸易开放度”“人力资本”“财政分权”和“投资率”, $\eta_{it}$  和  $\varepsilon_{it}$  分别为不随时间变化的个体效应和残差。模型 1 和模型 4 用于检验“正式环境规制”对“碳排放强度”的影响,模型 2 和模型 5 用于检验“非正式环境规制”对“碳排放强度”的影响,模型 3 和模型 6 用于检验“正式环境规制”与“非正式环境规制”的协同效应。各解释变量的测度方法如下:

(1)核心解释变量。一是“正式环境规制”,采用单位 GDP 工业废水排放量、废气排放量和废物排放量 3

项指标,通过熵值法计算各自权重(废水排放量权重为0.3283,废气排放量权重为0.3317,废物排放量权重为0.3398),综合得到正式环境规制强度指数<sup>①</sup>;二是“非正式环境规制”,借鉴李强(2018)的做法<sup>[7]</sup>,采用人均GDP(单位为万元)作为非正式环境规制强度的代理变量<sup>②</sup>;三是“双重环境规制”,即“正式环境规制”与“非正式环境规制”的交互项。

(2)控制变量。本文的控制变量有5个。一是“产业结构”。产业结构的合理化和高级化能够有效降低单位产出的污染物排放,本文主要考察产业结构升级对碳排放强度的影响,借鉴干春晖(2011)的方法,采用第三产业产值与第二产业产值之比衡量产业结构高级化水平<sup>[32]</sup>。二是“贸易开放度”。对外贸易会带来生产规模和结构的变化,进而影响污染物排放,本文采用进出口总额与地区GDP之比来衡量地区贸易开放水平。三是“人力资本”。人力资本水平的高低也是影响污染物排放的重要因素,借鉴邵帅和杨莉莉(2010)的方法,采用中学在校生人数占年末总人口的比重(单位为人/百人)来衡量地区人力资本水平<sup>[33]</sup>。四是“财政分权”。财政分权对地区经济发展产生了重要影响,是影响污染排放的重要因素<sup>[7][34]</sup>,本文采用地方财政一般公共预算收入与地区生产总值之比衡量财政分权程度。五是“投资率”。物质资本投入是影响产业发展、经济增长的重要因素,本文采用固定资产投资与GDP之比来衡量地区投资率。

#### 4. 数据来源与处理

本文的研究样本为2007—2017年新疆维吾尔自治区的14个地州市,所用数据均来自相应年度的《新疆统计年鉴》和各地州市统计年鉴,所有变量均进行对数化处理(取自然对数)以减少异方差和共线性的影响,同时对价值变量采用以2007年为基期的定基价格指数进行平减以消除价格因素的影响。本文的数据处理及实证分析均运用Stata V15.0软件进行,各变量(未对数化处理的原始数据)的描述性统计分析结果见表2。

表2 变量的描述性统计分析

变量	样本量	均值	标准误	最小值	最大值
碳排放强度	154	7.553	8.318	0.096	31.928
正式环境规制	154	0.200	0.178	0.004	0.774
非正式环境规制/万元	154	3.912	3.179	0.341	15.308
双重环境规制	154	1.019	1.297	0.0015	4.884
产业结构	154	1.265	0.852	0.094	4.034
人力资本/(人/百人)	154	5.874	0.987	4.263	9.056
贸易开放度	154	0.258	0.342	0.001	1.847
财政分权	154	0.101	0.036	0.038	0.172
投资率	154	0.973	0.508	0.295	2.584

①在诸多关于环境规制的实证研究中,对正式环境规制的测度有多种方法,如李强(2018)等采用工业固体废物综合利用率、工业废水排放达标率、二氧化硫去除率来计算环境规制强度<sup>[7]</sup>,魏玮和毕超(2011)采用单位工业增加值对应的主要污染物排放量来测度环境规制强度<sup>[31]</sup>。考虑到数据的可得性和研究样本的特征,本文借鉴魏玮和毕超的方法计算正式环境规制强度:一是新疆的重化工业占比较高,“三废”(废水、废气、固体废物)排放情况受环境规制的影响较大,进而其变化可以反映环境规制对地区经济运行是实际影响的大小;二是采用“三废”排放量与GDP的比值进行计算,能够一定程度排除不同行业生产和能耗差异的影响,使数据具有可比性。

②非正式环境规制的产生源于社会和民众对污染防治的参与,是非正式制度和居民意愿在环境治理中的体现,也是难以度量的指标。从传统经济“先污染,后治理”的增长轨迹来看,通常情况下,非正式制度的污染减排效应和民众的环保意识与人均收入 and 经济发展水平是正相关的<sup>[4]</sup>,因为收入水平越高则受教育程度越高,对生产生活环境的要求也越高。因此,采用人均GDP来度量非正式环境规制强度具有一定合理性。

### 三、实证分析结果

#### 1. 新疆各地州市碳排放强度的时空分布

根据前文所述方法计算出 2007—2017 年新疆 14 个地州市的碳排放强度,进一步将 14 个地州市分为北疆地区<sup>①</sup>和南疆地区<sup>②</sup>,分别计算其碳排放强度,结果如图 1 所示。

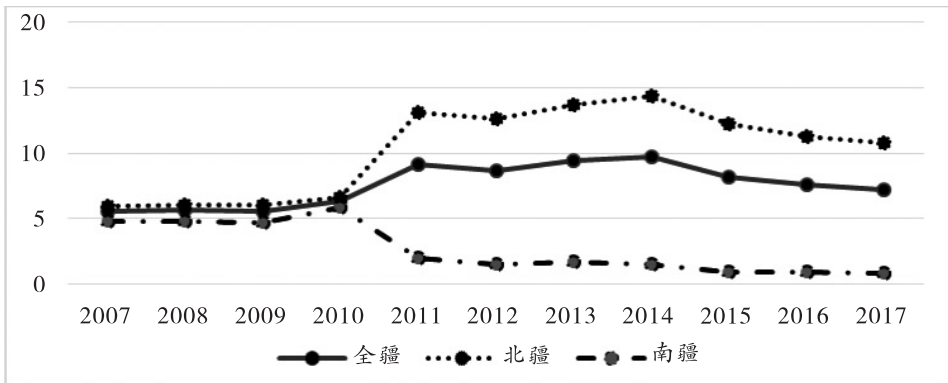


图 1 新疆及南疆、北疆碳排放强度趋势

从新疆整体来看,2010—2011 年碳排放强度大幅提高,这可能与中国为应对 2008 年国际金融危机而实施的 4 万亿投资计划和振兴十大产业政策有关。新疆的产业发展以石油加工、化学燃料制造为主导,新增的投资又主要流向基础设施和重化工业,能源化工等高能耗产业的快速增长导致新疆的碳排放强度提高。此外,东部一些高耗能企业在节能减排的压力下向西转移,随着新疆准东国家级经济开发区等的设立,大量电解铝、工业硅等高污染、高载能企业落户北疆,在推进新疆工业化进程的同时也导致能源消耗大幅增加,碳排放强度随之提高。2014 年以后,新疆的碳排放强度明显下降,这是由于国家积极推进供给侧结构性改革,大力发展低碳经济,促进经济发展方式转变。同时,2014 年新疆颁布和实施了《新疆维吾尔自治区煤炭石油天然气开发环境保护条例》,加大环保立法、执法强度,促使碳排放强度降低。

从空间差异来看,北疆的碳排放强度走势与新疆整体基本一致,这是由于新疆的能源和重化工业集中在北疆地区,新疆的碳排放总量及强度的变化主要取决于北疆地区。而南疆地区的优势产业是农业和农副产品加工业,对能源消耗较少,碳排放强度明显低于北疆地区。2014 年以后,南疆和北疆的碳排放强度都有所下降,北疆下降更为明显。在“十三五”规划中,新疆把生态文明建设摆在重要位置,尤其是针对北疆地区的火电、石化和煤炭等行业,加大对“乌鲁木齐—昌吉—石河子”“奎屯—独山子—乌苏”等重点区域的污染防控力度,积极推进“电化新疆、气化新疆”等项目,大力支持低碳技术的推广和应用,优化资源配置效率,转变经济发展方式,降低碳排放强度。在南疆地区,“十三五”期间积极开展温室气体监控和草原沙化治理项目,大力发展绿色生态农业,也有效降低了碳排放强度。

#### 2. 整体估计结果

为了避免出现伪回归,需要对变量进行平稳性检验,以确保估计结果的稳健性。本文分别采用 LLC、

① 北疆地区包括乌鲁木齐市、克拉玛依市、吐鲁番市、哈密市、昌吉回族自治州、博尔塔拉蒙古自治州、伊犁州直属县市、塔城地区、阿勒泰地区。

② 南疆地区包括巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区、克孜勒苏柯尔克孜自治州、喀什地区、和田地区。

IPS、ADF-Fisher 和 Ht 方法对各变量进行单位根检验,检验结果如表 3 所示,所有变量均通过了平稳性检验。根据豪斯曼检验结果,静态面板模型宜采用固定效应模型。考虑到碳排放强度具有较强的趋势延续性,为了克服内生性,动态面板模型采用系统广义矩估计方法进行估计,AR(2)和 sargan 检验均通过了显著性检验,表明随机干扰项不存在序列(2 阶)自相关问题,采用广义矩估计方法分析是有效的。对整体样本的估计结果见表 4。

表 3 面板单位根检验结果

变量	LLC	IPS	ADF-Fisher	Ht
碳排放强度	-13.317 ***	-5.316 2 ***	32.996 7 **	-16.440 1 ***
正式环境规制	-12.398 ***	-5.039 4 ***	67.038 2 ***	-14.511 3 ***
非正式环境规制	-10.534 ***	-4.211 1 ***	31.538 7 *	-9.905 2 ***
双重环境规制	-10.103 ***	-4.061 9 ***	38.358 7 ***	-10.268 0 ***
产业结构	-9.329 ***	-3.570 2 ***	31.026 1 *	-8.671 9 ****
人力资本	-12.134 ***	-4.905 9 ***	90.686 7 ***	-13.540 9 ***
贸易开放度	-11.494 ***	-4.687 5 ***	104.806 9 ***	-14.542 6 ****
财政分权	-12.903 ***	-5.284 5 ***	96.117 7 ***	-15.953 9 ***
投资率	-12.358 ***	-4.988 3 ***	128.753 5 ***	-11.953 9 ***

表 4 整体样本检验结果

变量	FE			SYS-GMM		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
碳排放强度滞后一期				-0.162 9 *	-0.046 8 *	-0.081 9 *
				(-1.883 1)	(-1.150 1)	(-1.520 2)
正式环境规制	-0.405 8 ***			-0.607 8 **		
	(-2.801 4)			(-2.248 0)		
非正式环境规制		0.265			-0.472 4	
		(0.853 1)			(-1.076 5)	
双重环境规制			-0.447 9 ***			-0.437 0 ***
			(-5.764 5)			(-5.520 6)
人力资本	-1.797 4 **	-1.116 1	0.173 4	-6.778 6 ***	-2.022 9	-0.316 3
	(-2.190 6)	(-1.283 3)	(-0.220 1)	(-3.031 0)	(-1.316 8)	(-0.288 5)
贸易开放度	0.214 2 ***	0.123 4 *	0.061 9	0.216 6 **	0.138 8 ***	0.075 2 *
	(2.984 2)	(1.713)	(0.978)	(2.119 8)	(2.808 6)	(1.678 5)
财政分权	2.269 5 ***	1.553 0 ***	1.846 8 ***	3.209 8 ***	1.777 4 ***	1.159 9 ***
	(4.902 3)	(3.665)	(4.941)	(4.635 7)	(6.100 5)	(3.364 6)
产业结构	-1.028 7 ***	-0.517 8 *	-0.077	-0.750 1 *	-0.983 7 ***	-0.054 7
	(-5.104 6)	(-1.853 8)	(-0.409 8)	(-1.755 4)	(-2.676 7)	(-0.399 8)



续表4

变量	FE			SYS-GMM		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
投资率	-1.639 6*** (-4.609 7)	-1.120 9** (-2.564 9)	-0.676 7** (-2.024 3)	-4.775 9*** (-3.162 1)	-2.059 4*** (-6.823 2)	-1.270 4*** (-4.374 2)
常数项	9.050 6*** (4.946 6)	6.608 2*** (3.203 9)	4.536 1*** (2.689 1)	19.570 8*** (3.689 7)	9.361 9*** (3.818 9)	3.823 1** (2.345)
样本量	154	154	154	143	143	143
R <sup>2</sup> _w	0.332 5	0.298	0.432 1	—	—	—
F	11.376	9.694 5	17.370 7	—	—	—
AR(1)	—	—	—	0.018 1	0.017 2	0.052 6
AR(2)	—	—	—	0.210 5	0.267 9	0.435 7
Sargan	—	—	—	1.000 0	1.000 0	1.000 0

注:\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平下显著,括号内数值为t值,下表同。

模型1和模型4的检验结果显示,“正式环境规制”的系数显著为负,表明正式环境规制可以有效降低地区碳排放强度,正式环境规制具有显著的碳减排效应。模型2和模型5的检验结果显示,“非正式环境规制”的系数不显著,表明非正式环境规制对地区碳排放强度的影响不显著,非正式环境规制在新疆没有产生明显的碳减排效应。模型3和模型6的检验结果显示,“正式环境规制”与“非正式环境规制”的交互项系数显著为负,且相比于模型1和模型4中“正式环境规制”的系数绝对值增加(FE)或显著性提高(SYS-GMM),表明非正式环境规制可以强化正式环境规制的碳减排效应,两者具有协同效应。

从控制变量来看:“财政分权”与“碳排放强度”显著正相关,表明财政分权程度的提高不利于碳减排,这与黄国宾和周业安(2014)以及(李强)2018等的研究结论一致<sup>[35][7]</sup>;“投资率”与“碳排放强度”显著负相关,表明新增投资比存量资本带来的单位产出碳排放量明显减少,这与彭红枫和华雨(2018)的研究结论一致<sup>[36]</sup>;“人力资本”与“碳排放强度”负相关(部分模型中通过显著性检验),表明人力资本的提升有助于降低碳排放强度,这与郭炳男和卜亚(2018)的研究结论一致<sup>[37]</sup>;“贸易开放度”与“碳排放强度”显著正相关,表明对外贸易的增长不利于新疆碳排放强度的降低,这与马翠萍和史丹(2016)的研究结论一致<sup>[38]</sup>;“产业结构”与“碳排放强度”负相关(部分模型中通过显著性检验),表明产业结构升级能有效降低地区碳排放强度,这与张华和魏晓平(2014)的研究结论一致<sup>[15]</sup>。

### 3. 时间异质性和空间异质性检验

2011年,中国开始实施“十二五”规划。“十二五”规划强调生态文明建设,新疆的“十二五”规划也明确提出到2015年煤炭产能4亿吨以上和工业固体废物综合利用率提高到55%的双目标。要在经济增长的同时实现污染物减排,需要进一步发挥环境规制的作用。由于政策的实施效果具有滞后性,本文将样本期间2007—2017年划分为2007—2011年和2012—2017年两个时间段,分别进行回归估计,以检验正式和非正式环境规制的碳减排效应及其协同效应是否存在时间异质性,检验结果见表5。“正式环境规制”的系数在2007—2011年显著为正,而在2012—2017年显著为负;“非正式环境规制”的系数均为正且不显著;“正式环境规制”与“非正式环境规制”交互项的系数在2007—2011年为负但不显著,而在2012—2017年显著为负。可见,正式环境规制的碳减排效应及其与非正式环境规制的协同效应具有时间异质性,这不仅是由于在不同时间经济发展方式和水平以及产业结构存在差异,也与国家和地区发展战略的变化相关。当发展战略更

强调绿色发展和生态文明建设时,正式环境规制的碳减排效应更为明显,非正式环境规制对正式环境规制碳减排效应的强化也更为显著。

表5 时间异质性检验结果

变量	2007—2011年			2012—2017年		
	模型1	模型2	模型3	模型1	模型2	模型3
正式环境规制	0.310 0 <sup>*</sup> (1.864 1)			-1.053 9 <sup>***</sup> (-5.736 3)		
非正式环境规制		0.155 3 (0.420 9)			0.293 8 (0.668 9)	
双重环境规制			-0.124 5 (-1.100 2)			-0.714 1 <sup>***</sup> (-7.534 6)
人力资本	0.412 3 (0.415 8)	0.068 (0.066 9)	0.374 5 (0.357 7)	-3.762 4 <sup>***</sup> (-3.580 0)	-1.979 9 (-1.489 5)	-0.923 8 (-0.983 3)
贸易开放度	-0.090 8 (-1.051 4)	-0.030 1 (-0.358 5)	-0.039 6 (-0.489 5)	0.497 6 <sup>***</sup> (5.630 4)	0.331 2 <sup>***</sup> (3.127 4)	0.209 7 <sup>***</sup> (2.667 5)
财政分权	1.355 2 <sup>**</sup> (2.639)	1.750 7 <sup>***</sup> (3.606 7)	1.739 3 <sup>***</sup> (3.743 1)	3.386 4 <sup>***</sup> (5.494 6)	1.419 3 <sup>**</sup> (2.225 4)	2.874 4 <sup>***</sup> (5.697 7)
产业结构	-0.684 3 <sup>***</sup> (-2.863 1)	-0.841 6 <sup>**</sup> (-2.573 4)	-0.748 0 <sup>***</sup> (-2.784 0)	-1.223 1 <sup>***</sup> (-4.385 6)	-0.075 9 (-0.178 2)	0.272 5 (-1.247 8)
投资率	-0.528 8 (-1.025 4)	-0.461 5 (-0.769 7)	-0.310 1 (-0.535 4)	-2.990 2 <sup>***</sup> (-7.134 5)	-1.737 6 <sup>***</sup> (-2.850 1)	-1.333 4 <sup>***</sup> (-3.741 3)
常数项	4.033 9 <sup>*</sup> 1.829 6	4.989 9 <sup>**</sup> 2.136 6	4.452 1 <sup>*</sup> 1.949 2	14.858 1 <sup>***</sup> 5.969 7	8.426 7 <sup>**</sup> 2.513 8	8.331 8 <sup>***</sup> 3.966 8
样本量	70	70	70	84	84	84
R <sup>2</sup> _w	0.551 4	0.526 4	0.534 5	0.543 6	0.339 1	0.628 2
F	12.084 9	10.928	11.290 5	14.291	6.156 5	20.272

如前所述,北疆地区与南疆地区的工业化程度、产业结构以及碳排放强度存在显著差异,因而本文将新疆划分为南疆和北疆两个区域,分别进行回归分析,以检验正式和非正式环境规制的碳减排效应及其协同效应是否存在空间异质性,分析结果见表6。“正式环境规制”在南疆地区对“碳排放强度”的影响不显著,而在北疆地区具有显著的碳减排效应;“非正式环境规制”在南疆地区和北疆地区对“碳排放强度”均有不显著的负向影响;“双重环境规制”在南疆地区和北疆地区均具有显著的碳减排效应。可见,从差异上看,主要在于正式环境规制的碳减排效应上。从南疆地区与北疆地区经济社会发展的差异来看,北疆的工业化程度和经济发展水平较高,也是新疆碳排放的主要来源,即正式环境规制的主要对象集中在北疆地区,因而正式环境规制具有显著的碳减排效应。而南疆地区工业不发达,碳排放量本来就较少,受正式环境规制的约束较少,加上外地产业转入又主要集中在北疆地区,因而正式环境规制在南疆地区未

能表现出碳减排效应。

表6 空间异质性检验结果

变量	新疆			北疆		
	模型1	模型2	模型3	模型1	模型2	模型3
正式环境规制	0.273 3 (1.020 7)			-0.396 3** (-2.168 6)		
非正式环境规制		-0.861 6 (-0.749 2)			-0.304 8 (-0.825 1)	
双重环境规制			-0.767 4*** (-4.671 4)			-0.380 5*** (-3.785 1)
人力资本	6.135 7 (1.478 0)	6.474 4 (1.552 7)	6.009 0* (1.863 7)	-1.859 4 (-1.428 2)	-2.330 6* (-1.704 0)	-2.363 5** (-2.012 4)
贸易开放度	-0.154 4 (-0.991 3)	-0.138 8 (-0.856 0)	-0.262 1** (-2.072 5)	0.107 4 (1.104 4)	0.036 6 (0.388 7)	0.120 0 (1.336 2)
财政分权	2.953 9*** (5.648 4)	3.291 4*** (6.021 9)	1.890 0*** (3.939 6)	1.405 2** (2.377 0)	0.623 9 (1.295 4)	1.751 4*** (3.270 4)
产业结构升级	-0.880 7* (-1.836 3)	-1.911 0* (-1.968 8)	0.064 0 (0.164 8)	-0.937 4*** (-3.418 5)	-0.946 4*** (-3.253 6)	-0.706 1*** (-2.686 2)
投资率	0.893 3 (1.233 5)	0.142 8 (0.155 7)	1.051 6* (1.917 3)	-1.480 5*** (-3.311 3)	-1.620 8*** (-3.513 4)	-1.395 4*** (-3.285 6)
常数项	-3.471 7 (-0.436 0)	-3.266 8 (-0.387 9)	-7.209 1 (-1.174 0)	7.251 1*** (2.777 4)	7.189 1*** (2.654 9)	8.864 3*** (3.551 9)
样本量	55	55	55	98	98	98
R <sup>2</sup> _w	0.574 7	0.569 4	0.722 4	0.271 4	0.235 6	0.345 0
F	8.557 8	8.374 6	16.483 8	5.029 6	4.160 0	7.110 5

#### 4. 进一步的分析

上述分析结果基本验证了本文提出的研究假设,但在各分析模型中“非正式环境规制”的系数均不显著,表明在新疆地区,虽然非正式环境规制可以强化正式环境规制的碳减排效应,两者具有协同效应,但非正式环境规制自身并没有发挥明显的碳减排作用。其原因可能在于新疆整体的经济发展水平相对较低,居民收入水平和受教育程度也偏低。那么,随着经济发展水平的提高,居民保护环境的自觉性是否会相应提高并产生一定的碳减排效应?对此,本文进一步采用门槛效应模型进行回归分析。以“非正式环境规制”为门槛变量建立如下模型<sup>[39]</sup>:

$$\text{模型7: } \ln EI_{i,t} = \alpha_{it} + \beta_{11} \ln FER_{it} (\ln FER \leq \lambda) + \beta_{12} \ln FER_{it} (\ln FER > \lambda) + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{模型8: } \ln EI_{i,t} = \alpha_{it} + \beta_{11} \ln ER_{it} (\ln FER \leq \lambda) + \beta_{12} \ln ER_{it} (\ln FER > \lambda) + \beta_2 \ln TS_{it} + \beta_3 \ln TRADE_{it} + \beta_4 \ln HC_{it} + \beta_5 \ln FD_{it} + \beta_6 \ln K_{it} + \eta_{it} + \varepsilon_{it}$$

其中括号内  $\ln FER$  为门槛变量,  $\lambda$  表示门槛值,  $\eta_{it}$  表示地区固定效应。模型7用于考察不同非正式环境规制强度的碳减排效应,模型8用于考察不同非正式环境规制强度下正式环境规制的碳减排效应。检验

结果表明,模型7和模型8均有2个门槛值(见表7),双重面板门槛模型的估计结果见表8。

表7 门槛值检验结果

门槛变量	门槛数	F	P	10%	5%	1%	门槛值
模型7 非正式环境规制	单门槛	33.46***	0.000	14.2270	17.1522	24.2572	1.5722
	双门槛	20.61***	0.006	10.7828	13.7575	18.4441	2.0676
模型8 非正式环境规制	单门槛	73.27***	0.000	19.1001	24.2726	32.9630	1.0485
	双门槛	20.36***	0.003	12.0952	14.4012	18.1159	2.0676

表8 面板门槛模型的估计结果

变量	模型7	模型8
非正式环境规制( $\ln fer \leq 1.572$ )	1.4707***(4.2573)	
非正式环境规制( $1.572 < \ln fer \leq 2.067$ )	0.3193(1.0644)	
非正式环境规制( $\ln fer > 2.067$ )	-1.2018***(-3.6450)	
正式环境规制( $\ln fer \leq 1.0485$ )		0.5330***(-3.2521)
正式环境规制( $1.0485 < \ln fer \leq 2.067$ )		-0.7231***(-5.0622)
正式环境规制( $\ln fer > 2.067$ )		-2.1334***(-6.3211)
正式环境规制	-0.3060**(-2.0548)	
非正式环境规制		-1.3761***(-4.2489)
人力资本	-1.0476(-0.9771)	-1.9240**(-2.0051)
产业结构升级	-0.1704(-0.6611)	-0.3337(-1.5044)
投资率	-0.6176(-1.5999)	-1.2999***(-3.9273)
财政分权	1.8315***(-4.4838)	2.3443***(-6.5026)
贸易开放度	0.1282**(1.9878)	0.2242***(-3.9523)
常数项	5.7905**(-2.4270)	11.6760***(-5.6480)
样本量		154
$R^2_w$	0.5046	0.6121
F	15.1630	23.4984

在模型7中,当非正式环境规制强度小于门槛值1.5722时,“非正式环境规制”的系数显著为正,当非正式环境规制强度处于门槛值1.5722~2.0676之间时,“非正式环境规制”的系数为正但不显著;当非正式环境规制强度高于门槛值2.0676时,“非正式环境规制”的系数显著为负。在模型8中,当非正式环境规制强度小于门槛值1.0485时,“正式环境规制”的系数显著为正;当非正式环境规制强度处于门槛值1.0485~2.0676之间时,“正式环境规制”的系数显著为负;当非正式环境规制强度高于门槛值2.0676时,“正式环境规制”的系数显著为负并明显增大。上述结果表明:随着经济发展水平的提高,非正式环境规制强度增加,其逐渐由促进碳排放强度提高转变为促进碳排放强度降低;与此同时,正式环境规制也由促进碳排放强度提高转变为促进碳排放强度降低,且其碳减排效应不断强化。这表明:在经济发展初始阶段,无论是政府战略还是居民意愿都可能以经济增长为优先而忽视环境保护问题,环境规制并不能产生有效的碳减排效应;随着经济发展,环境保护逐渐受到重视,环境规制的碳减排效应逐渐显现,并且这种转变表现为正式环境规制先于非正式环境规制,即政府主动性的碳减排作用不但强于居民自觉性,而且先于居民自觉

性发挥作用。此外,分析结果也反映出碳减排的政府主动性与居民自觉性是同向变化、相互促进的,即正式环境规制与非正式环境规制的碳减排效应具有协同性。

## 5. 稳健性检验

本文采用3种方法对全样本进行稳健性检验:一是剔除特殊年份。2008年国际金融危机爆发,对世界经济和中国经济都产生了巨大影响,因此删除2009年的数据重新进行模型估计。二是替换解释变量。非正式环境规制强度与居民受教育水平直接相关,因此采用地区人均受教育年限代替人均GDP来衡量“非正式环境规制”。三是增加控制变量。技术进步是节能减排的重要路径,企业通过科技创新可以显著降低单位产出的能耗和污染物排放,在提高经济效率的同时实现绿色发展。因此增加“科技创新”控制变量,采用地区R&D经费投入与GDP的比值来衡量。检验结果见表9,与前文分析结果相比,剔除2009年数据和增加控制变量“科技创新”的估计结果均无实质性变化;而在用“人均受教育年限”替换“人均GDP”表征“非正式环境规制”变量后,“正式环境规制”和“双重环境规制”的系数仍然为负但不显著,“非正式环境规制”的系数则显著为负,其原因可能是受教育程度的高低更能反映居民素质及其环保意愿。总体来看,本文的实证检验结果具有一定稳健性,并较好地验证了前文理论假设(除了非正式环境规制的碳减排效应不显著外)。

表9 稳健性检验结果

变量	剔除2009年数据			替换“非正式环境规制”指标		
	模型1	模型2	模型3	模型1	模型2	模型3
正式环境规制	-0.5144*** (-3.3273)			-0.3416 (-1.1720)		
非正式环境规制		0.2687 -0.8116			-1.3511*** (-3.1575)	
双重环境规制			-0.4756*** (-5.9167)			-0.1983 (-1.4404)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	9.9576*** (-5.1086)	7.0708*** (-3.1514)	4.8395*** (-2.6986)	6.0649** (2.3708)	12.6022*** (3.7388)	5.7034** (2.2206)
样本量	140	140	140	154	154	154
R <sup>2</sup> _w	0.3433	0.2884	0.4421	0.1238	0.1656	0.1283
F	10.8027	8.3768	16.3794	3.1556	4.4310	3.2876
变量	增加控制变量“科技创新”					
	模型1	模型2		模型3		
正式环境规制	-0.4391*** (-2.6349)					
非正式环境规制		0.3377 (-1.0679)				
双重环境规制				-0.4457*** (-5.6411)		

续表9

变量	增加控制变量“科技创新”		
	模型 1	模型 2	模型 3
科技创新	0.032 8 (-0.408 4)	-0.086 (-1.180 1)	-0.011 3 (-0.172 4)
其他控制变量	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制
常数项	9.557 0*** (-4.315 1)	5.376 2** (-2.328 4)	4.420 6** (-2.427 9)
样本量	154	154	154
R <sup>2</sup> _w	0.333 4	0.305 2	0.432 2
F	9.715 4	8.532 3	14.787 9

#### 四、结论与启示

在经济发展过程中,物质财富的生产和消费不但会消耗有限的资源,还会对生态环境产生污染和破坏,威胁到人类的可持续发展。环境规制则是对经济主体的生产和消费行为进行约束,以实现在财富增长的同时保护和改善生态环境的可持续发展。然而,在当前的经济发展实践中,尤其是在发展中国家,经济增长与环境保护之间依然存在较大矛盾,因而国家发展战略在很大程度上决定了环境规制的强度及其污染物减排效应。作为负责任的发展中大国,中国在建设社会主义现代化强国过程中,坚持绿色发展理念,实施可持续发展战略,通过有效的环境规制取得了显著的污染物减排成效。

正式环境规制是政府通过法律、政策来对经济主体的环境污染行为进行约束,体现了政府保护环境的主动性;非正式环境是社会群体或个人通过监督、投诉、谈判协商等来制约和惩治环境污染行为,反映了居民保护环境的自觉性。以2007—2017年新疆14个地州市为样本的研究发现:从整体来看,正式环境规制对碳排放强度有显著抑制作用,非正式环境规制对碳排放强度的影响不明显,但可以增强正式环境规制的碳减排效应,两者具有协同效应;从时间趋势看,正式环境规制的碳减排效应及其与非正式环境规制的协同效应不断增强;从空间差异来看,正式环境规制在污染物排放较多的北疆地区的碳减排效应显著,但在在污染物排放较少的南疆地区不明显。总体来看,在新疆的经济发展过程中,环境规制对碳排放强度的影响从正向促进转变为负向抑制,反映了新疆地区经济发展阶段和发展战略的转变;正式环境规制的碳减排效应强于非正式环境规制并先于正式环境规制发生作用,说明在新疆的碳减排过程中政府主动性起主导作用;此外,在污染物排放较多的北疆地区正式环境规制的碳减排效应更强,表明正式环境规制具有较强的针对性。

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》将“生态文明建设实现新进步”作为“十四五”时期经济社会发展的主要目标之一,并提出了“主要污染物排放总量持续减少”的高要求。因此,为进一步加强生态文明建设,首先要进一步强化政府保护环境的主动性,提升正式环境规制强度,增强正式环境规制的针对性和有效性。地方政府在落实国家可持续发展战略时,要根据实际情况处理好经济发展与环境保护的关系,通过创新驱动实现绿色发展。一方面,要加强环保技术和服务支撑体系建设,加大环保节能技术的研发力度,加快高污染产业的绿色化改造,降低单位能耗和污染物排放;另一方面,要提高环境规制的执行效率,建立严格的环境保护制度、绩效评价制度、监管监控执法制度和责任追究制度,形成垂直式管理体系,推进环境治理体系和能力现代化。此外,对于后发地区而言,还应对

转入产业实施相对更强的环境规制,防止成为“污染避难所”。其次,要不断提高居民收入和素质,促进社会组织发展,增强居民保护环境的自觉性,以有效发挥非正式环境规制的碳减排效应。积极开展环保宣传活动,营造良好的节能减排社会氛围;政府应主动披露相关环保信息,引导公众主动参与环境治理,激发居民保护环境的自觉性。最后,要正式与非正式环境规制双管齐下,加快构建以政府为主导、以企业为主体、社会公众共同参与的环境治理体系,不断强化正式环境规制与非正式环境规制的协同效应,促进绿色发展。

此外,本文分析还表明:在新疆地区,产业结构高级化水平、人力资本水平和投资率与碳排放强度负相关,而财政分权程度和贸易开放度与碳排放强度正相关。因此,应加快产业结构升级,优化能源消费结构,以有效抑制碳排放;不断提升人力资本水平,增强技术创新能力,推广节能减排技术,实现创新驱动发展;积极推进经济发展方式转变,提高资本利用效率,减少污染物排放等非期望产出;调整财政支出和对外贸易结构,优化全社会供需结构,提高生产和消费质量,促进经济发展集约化和低碳化。

本文分析了正式环境规制与非正式环境规制的关系,并基于2007—2017年新疆地区的相关数据对正式和非正式环境规制碳减排效应的时空异质性与协同性进行了实证检验,拓展和丰富了关于环境规制碳减排效应的研究,但也存在以下不足:一是对正式环境规制和非正式环境规制的评价指标均为间接指标,其隐含的假设前提是正式环境规制强度与污染物排放量正相关和非正式环境规制强度与经济发展水平或人力资本水平正相关,虽然有一定合理性且有大量文献采用此方法,但也可能存在一定测度偏差,影响到研究结果的准确性;二是模型选择上未考虑空间溢出的影响,而污染物排放具有较强的空间溢出性,环境规制的碳减排作用也可能具有空间溢出效应;三是仅针对新疆地区的研究结论并不一定适用于其他地区。因此,未来研究可以进行如下优化和拓展:第一,采用直接评价指标度量正式和非正式环境规制强度;第二,采用空间计量模型进行分析,探究环境规制作用的空间溢出效应;第三,针对其他典型地区进行相关研究并进行区域比较,可以突破行政区划的限制,比如对不同城市群的比较分析;第四,研究对象也可以细化,比如针对不同产业(企业)进行研究。

#### 参考文献:

- [1] 赵玉民,朱方明,贺立龙. 环境规制的界定、分类与演进研究[J]. 中国人口·资源与环境,2009(6):85-90.
- [2] 许慧. 低碳经济发展与政府环境规制研究[J]. 财经问题研究,2014(1):112-117.
- [3] 刘海云,龚梦琪. 环境规制与外商直接投资对碳排放的影响[J]. 城市问题,2017(7):67-73.
- [4] PARGAL S, WHEELER D. Informal regulation of industrial pollution in developing countries[J]. Journal of Political Economy, 1996,104(6):1314-1327.
- [5] WHEELER D. Racing to the bottom? Foreign investment and air pollution in developing countries[J]. The Journal of Environment & Development,2001,10(3):225-245
- [6] 周海华,王双龙. 正式与非正式的环境规制对企业绿色创新的影响机制研究[J]. 软科学,2016(8):47-51.
- [7] 李强. 正式与非正式环境规制的减排效应研究——以长江经济带为例[J]. 现代经济探讨,2018(5):92-99.
- [8] 沈宏亮,金达. 非正式环境规制能否推动工业企业研发——基于门槛模型的分析[J]. 科技进步与对策,2020(2):106-114.
- [9] 张翼,王书蓓. 政府环境规制、研发税收优惠政策与绿色产品创新[J]. 华东经济管理,2019(9):47-53.
- [10] 钟茂初,李梦洁,杜威剑. 环境规制能否倒逼产业结构调整——基于中国省际面板数据的实证检验[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(08):107-115.
- [11] VAN DER PLOEG F, WITHAGEN C. Is there really a green paradox? [J]. Journal of Environmental Economics and Management,2012,64:342-363.
- [12] GERLAGH R. Too much oil[J]. CESifo Economic Studies,2011,57(1):79-102.
- [13] 蓝虹,王柳元. 绿色发展下的区域碳排放绩效及环境规制的门槛效应研究——基于SE-SBM与双门槛面板模型[J]. 软科

- 学,2019(8):73-77+97.
- [14] 何小钢,张耀辉. 中国工业碳排放影响因素与 CKC 重组效应——基于 STIRPAT 模型的分行业动态面板数据实证研究[J]. 中国工业经济,2012(1):26-35.
- [15] 张华,魏晓平. 绿色悖论抑或倒逼减排——环境规制对碳排放影响的双重效应[J]. 中国人口·资源与环境,2014(9):21-29.
- [16] 路正南,冯阳. 技术进步视角下环境规制对碳排放绩效的影响[J]. 科技管理研究,2016(17):229-234.
- [17] 王旻. 环境规制对碳排放的空间效应研究[J]. 生态经济,2017(4):30-33.
- [18] 王雅楠,左艺辉,陈伟,王博文. 环境规制对碳排放的门槛效应及其区域差异[J]. 环境科学研究,2018(4):601-608.
- [19] 何康. 环境规制、行业异质性与中国工业全要素碳排放绩效[J]. 中国科技论坛,2014(4):62-67.
- [20] 邝嫦娥,邹伟勇. 环境规制与能源消费碳排放——理论分析及空间实证[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版),2018(5):81-86.
- [21] 陈平,罗艳. 环境规制促进了我国碳排放公平性吗?——基于环境规制工具分类视角[J]. 云南财经大学学报,2019(11):15-25.
- [22] 原毅军,陈喆. 环境规制、绿色技术创新与中国制造业转型升级[J]. 科学学研究,2019,37(10):1902-1911.
- [23] 余东华,崔岩. 双重环境规制、技术创新与制造业转型升级[J]. 财贸研究,2019(7):15-24.
- [24] 彭文斌,吴伟平,邝嫦娥. 环境规制对污染产业空间演变的影响研究——基于空间面板杜宾模型[J]. 世界经济文汇,2014(06):99-110.
- [25] 傅京燕. 产业特征、环境规制与大气污染排放的实证研究——以广东省制造业为例[J]. 中国人口·资源与环境,2009,19(02):73-77.
- [26] 康鹏辉,茹少峰. 环境规制的绿色创新双边效应分解[J/OL]. 中国人口·资源与环境,2020(10):93-104[2020-11-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/37.1196.N.20201030.1452.022.html>.
- [27] 邓光耀,韩君,张忠杰. 产业结构升级、国际贸易和能源消费碳排放的动态演进[J]. 软科学,2018(4):35-38+48.
- [28] 尤济红,高志刚. 政府环境规制对能源效率影响的实证研究——以新疆为例[J]. 资源科学,2013(6):1211-1219.
- [29] 陈玲,赵国春. 地方政府环境规制对全要素能源效率影响——基于新疆面板数据的实证研究[J]. 干旱区资源与环境,2014(8):7-13.
- [30] 李莉,董棒棒,敬盼. 环境规制背景下新疆能源碳排放峰值预测与情景模拟研究[J]. 生态与农村环境学报,2020(11):1444-1452.
- [31] 魏玮,毕超. 环境规制、区际产业转移与污染避难所效应——基于省级面板 Poisson 模型的实证分析[J]. 山西财经大学学报,2011(8):69-75.
- [32] 千春晖,郑若谷,余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究,2011(5):4-16+31.
- [33] 邵帅,杨莉莉. 自然资源丰裕、资源产业依赖与中国区域经济增长[J]. 管理世界,2010(9):26-44.
- [34] 罗能生,王玉泽. 财政分权、环境规制与区域生态效率——基于动态空间杜宾模型的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境,2017(4):110-118.
- [35] 黄国宾,周业安. 财政分权与节能减排——基于转移支付的视角[J]. 中国人民大学学报,2014(6):67-76.
- [36] 彭红枫,华雨. 外商直接投资与经济增长对碳排放的影响——来自地区面板数据的实证[J]. 科技进步与对策,2018(15):23-28.
- [37] 郭炳南,卜亚. 人力资本、产业结构与中国碳排放效率——基于 SBM 与 Tobit 模型的实证研究[J]. 当代经济管理,2018(6):13-20.
- [38] 马翠萍,史丹. 贸易开放与碳排放转移:来自中国对外贸易的证据[J]. 数量经济技术经济研究,2016(7):25-39.
- [39] HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2):345-368.



# Spatial-temporal Heterogeneity and Synergy for the Effect of Formal and Informal Environmental Regulation on Carbon Emission Reduction: Empirical Analysis of 14 Prefectures of Xinjiang during 2007–2017

GAO Zhi-gang, LI Ming-rui

(School of Economics, Xinjiang University of Finance and Economics, Urumqi 830012, Xinjiang, China)

**Abstract:** Environmental regulation is to restrict pollutes emission of economic main bodies for protecting and improving environment, among which formal environmental regulation embodies the activities of environment protection by governments, however, informal environmental regulation reflects the self-consciousness of environment protection by the inhabitants. Formal and informal environmental regulation is consistent in their aim but they are different in regulation main body and regulation method so that their pollutes emission reduction effect has both synergy and heterogeneity. At the same, because the regulation environment of economic development stage, regional industrial structure, inhabitant income level and so on is different and because the time for the regulation implementation is different, the pollutes emission reduction effect of formal and informal environmental regulation demonstrates obvious spatial-temporal heterogeneity. The analysis by taking the relevant data of the 14 prefectures in Xinjiang from 2007 to 2017 shows that formal environmental regulation has significant carbon emission reduction effect as a whole, although informal environmental regulation has insignificant effect on carbon emission reduction, it can intensify the carbon emission reduction effect of formal environmental regulation. From the perspective of time heterogeneity, the carbon emission reduction effect of formal environmental regulation and its synergy effect with informal environmental regulation are stronger during 2012-2017 than that during 2007-2011. From the perspective of spatial heterogeneity, formal regulation has significant carbon emission reduction effect in north Xinjiang area but has insignificant effect in south Xinjiang area. Further analysis finds that, in Xinjiang, with the improving of economic development, the correlation between both formal and informal environmental regulation and carbon emission intensity become negative from positive, and the change of formal environmental regulation goes ahead of informal environmental regulation. Generally, in the process of carbon emission, the action of formal environmental regulation is stronger than that of informal environmental regulation and takes action earlier, in the area with more pollutes emission, the effect of environmental regulation on carbon emission reduction is stronger. Thus, on the one hand, governments should further uphold the enthusiasm on environment protection, improve the direction and efficiency of formal environmental regulation and raise the regulation intensity in the latecomer areas, on the other hand, we should continuously raise the income and quality of Chinese residents, boost social organization development, increase the consciousness of environment protection of the residents, so as to bring into fully play the carbon emission reduction effect of informal environmental regulation and its synergy effect with formal environmental regulation.

**Key words:** formal environmental regulation; informal environmental regulation; carbon emission reduction effect; carbon emission intensity; green development; low carbon economy

**CLC number:** F127; F062.2

**Document code:** A

**Article ID:** 1674-8131(2020)06-0084-17

(编辑:朱德东)