

# Climate Change and China's Low-Carbon Innovation

## —Mediating Role of Environmental Regulation

Weidong Wang, Yaya Li, Caijing Zhang, Miao Wang

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Email: wangwd@ujs.edu.cn

Received: Dec. 30<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jan. 7<sup>th</sup>, 2019; published: Jan. 14<sup>th</sup>, 2019

---

### Abstract

Most of the research about technological response to climate change focuses on the mechanism of how low-carbon innovation mitigates climate change. On the contrary, less attention is paid to the mechanism of climate change driving low-carbon innovation. Research on this reverse effect helps to measure the effect of technological response to climate change, including direct effect and indirect effect via other variables. Using panel data of 30 provinces from 2004 to 2015, the results of this paper show that climate change has direct effect on low carbon innovation. Environmental pressure is successfully transmitted as a driving force for innovation. Furthermore, empirical study finds that investment-based environmental regulation is an important mediating variable in the process. The climate change pressure can be transformed into a positive incentive for low-carbon innovation by increasing environmental investment. In contrast, China's cost-based environmental regulation is insufficient to transmit the pressure of climate change.

### Keywords

Climate Change, Low Carbon Innovation, Environmental Regulation

---

# 气候变化与中国低碳技术创新

## ——环境规制的中介作用

王为东, 李丫丫, 张财经, 王 淼

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

Email: wangwd@ujs.edu.cn

收稿日期: 2018年12月30日; 录用日期: 2019年1月7日; 发布日期: 2019年1月14日

## 摘要

气候变化的技术应对研究大多聚焦低碳技术创新如何缓解气候变化的机制，而与此相反的作用路径，即气候变化倒逼低碳创新的作用机制较少得到关注，进行这一倒逼作用研究有助于衡量技术响应的效果，研究应包括直接作用以及经由其他变量作为中介的间接作用。使用2004~2015年中国30个省市的面板数据分析显示，气候变化对中国低碳创新具有直接的显著倒逼作用，环境压力成功转变为中国低碳技术创新的动力。实证研究进而发现，投资型环境规制是中国这一成功转变的重要中介变量，气候变化压力可以通过加大环境投资而转变为低碳创新的正向激励。与之相比，中国费用型环境规制无法传导气候变化压力。

## 关键词

气候变化，低碳创新，环境规制

Copyright © 2019 by author(s) 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

当前人类面临的重大威胁之一是气候变化[1]。低碳转型已经成为各国政府、企业与社会共同面对的重大挑战。其中，开发与应用低碳技术即推动低碳创新是必须付出的大量努力之一。因此，现有研究大量聚焦于低碳创新的属性、规律以及对缓解气候变化的作用。然而，这些研究极少考虑相反方向的作用关系，即气候变化的压力是否直接影响低碳创新的趋势。鉴于全球技术应对气候变化的理论与实践探索已有多年，而气候恶化的趋势并未根本改变的现实[2]，有必要回到研究问题的起源，即气候变化如何倒逼人类的技术应对，作用效果如何。据此，Su 和 Moaniba [3]于2017年开创性地进行了气候变化直接影响低碳创新的关系研究，分析了70个国家气候变化对低碳创新的影响水平。但是，气候变化如何影响低碳创新的机制与路径分析在理论与实证两个方面目前还没有得到进一步揭示，尤其是以中国为考察背景的针对性研究缺乏。据此，本文聚焦于中国背景下气候变化对低碳创新倒逼作用，以丰富关于气候变化对人类创造活动作用机制的研究，衡量中国气候变化的技术应对效果，辨识与改善关键影响因素，以采取更为完备的治理措施。

## 2. 理论基础与研究假设

由于对低碳创新如何促进碳减排问题已经积累了大量研究，通过梳理该问题的不同研究线索，就可以使气候变化倒逼低碳创新的关键因素与作用机制自然浮现出来。

### 2.1. 气候变化与低碳创新

由于气候变化问题的紧迫性与压倒性，低碳创新的激励过程与治理问题迅速激发了普遍的研究热情[4]。低碳创新普遍认可的定义是“生产、吸纳或改进新颖的产品、生产流程、服务方法、管理方法或业务方法，相较于其他方案，在其生命周期中能够带来环境风险、污染以及其他资源及能源使用负面影响的减少”[5]。相关研究主要围绕波特关于环境规制促进创新的著名假说展开[6]，聚焦于如何促进低碳创

新以缓解碳排放这一问题上[7],研究线索包括政府的环境规制作用、公众环保意识作用、技术推动与市场拉动等方面。近期研究[8]进一步引入战略管理领域资源基础论的观点,强调知识与能力对低碳创新的作用。与此同时,集群与网络方法也开始得到关注,研究者认为集群与网络可以提供低碳创新的各种机会[9],尤其体现在促进中小企业低碳创新上[10]。研究者近期还关注应对气候变化的低碳创新特点与规律等属性问题[11][12][13],如研究低碳创新复杂程度、低碳创新集成、技术转让规律、创新体系制度、或是时空差异特点等。

然而,低碳创新主要针对的是温室效应所带来的气候变化问题[14],气候变化对低碳创新作用的直接研究却极为缺乏。Su 和 Moaniba [3]首先通过使用二氧化碳排放衡量气候变化,使用绿色专利衡量低碳创新,初步实证了气候变化对低碳创新作用关系,其中来源于煤炭与天然气消费的碳排放对低碳创新有显著的正向作用。与此同时,前述大量的低碳创新研究都是为了应对气候变化挑战,尽管研究路径相反。从这两方面的研究主题而言,低碳创新都被看成是应对气候变化挑战,逻辑上的共同点都是将气候变化看成引致低碳创新的最直接因素。据此,提出假设:

H1: 气候变化倒逼低碳创新,即气候越恶化,低碳创新越活跃。

## 2.2. 气候变化、环境规制与低碳创新

环境规制可定义为帮助缓解企业环境冲击的政府政策以及创造企业致力于环境创新的一系列特点[15]。环境规制是低碳创新研究中最突出的影响因素,大量相关研究围绕波特假说的线索进行。波特否定环境规制会增加成本的传统经济学观点,提出环境规制并不是无差异地增加所有企业的成本,反而能为企业提供新机会,使得企业变得更具创造性,并最终提升其经济绩效,即著名的“创新补偿效应”[6]。这就要求企业致力于低碳创新以获得环境与经济绩效[16]。波特关于环境规制促进低碳创新的假说得到大部分的实证研究支持[17][18],是低碳创新研究的奠基石。

然而,遗憾的是,尽管环境规制对低碳创新的作用研究成为热点,但环境规制的前因在该项研究中却被忽略,气候变化显然是环境规制的重要前因,环境规制可以看成是对气候变化的响应。环境支出与收费的增减首先应该与气候变化引发环境压力高度相关,环境压力使得政府加强环境规制,进而采取包括技术在内的不同应对措施。气候变化这一影响因素与作用环节的缺失直接影响到政府响应气候变化水平的全面评价。因此,在已有环境规制对低碳创新作用研究的基础上,应该向前延长研究路径,纳入气候变化对环境规制的作用环节。据此,提出本研究的第二个假设:

H2: 气候变化是环境规制的前因。

值得注意的是,环境规制类型的研究正逐步深入。研究者依据能否形成固定资产以及影响的长短,将环境规制分为费用型和投资型两种类型[19]。费用型环境规制是指只有短期影响且未能形成固定资产的资金。部分学者提出,费用型环境规制是一种负担,企业为了发展,通过购买排污权增加了企业的生产成本,并减少了企业本可以用于低碳技术的研发资金,从而抑制企业的低碳技术创新[20],即费用型环境规制对企业的低碳技术创新具有挤出效应。但近期研究则认为环境收费的作用符合标准的波特假说与“创新补偿效应”,即通过增加企业成本进而促进低碳创新,属于具有“惩罚”特征的约束机制。结合气候变化作为环境规制前因的假设 H2,本文提出如下系列假设:

H2a: 气候变化是费用型环境规制强化的前因;

H2b: 费用型环境规制促进低碳创新;

H2c: 气候变化经由费用型环境规制的中介间接抑制低碳创新。

与费用型环境规制的激励方式不同,投资型环境规制属于正向激励方式。投资型环境规制指的是对企业技术创新具有长期影响且最终会形成企业的固定资产的资金。投资型环境规制可以被理解为动力因

素, 通过加大新型低碳技术投资力度, 帮助企业渡过技术从实验室到商业化的“死亡谷”, 并支持申请专利保护阻止其它创新企业的进入和利用, 进而利用自身先发优势获得垄断租以巩固甚至扩大市场份额, 提升企业的竞争力[21]。因此, 投资型环境规制对企业的低碳技术创新应该具有正向激励效应。据此, 提出如下假设:

H3a: 气候变化是投资型环境规制强化的前因;

H3b: 投资型环境规制促进低碳创新;

H3c: 气候变化经由投资型环境规制的中介间接激励低碳创新。

因此, 本研究拟以气候变化为前因变量, 以低碳创新为结果变量, 探究气候变化对低碳创新的作用机制, 如图 1 所示。着重分析以下两个方面的问题: 气候变化对低碳创新的直接作用; 两类环境规制的中介作用。

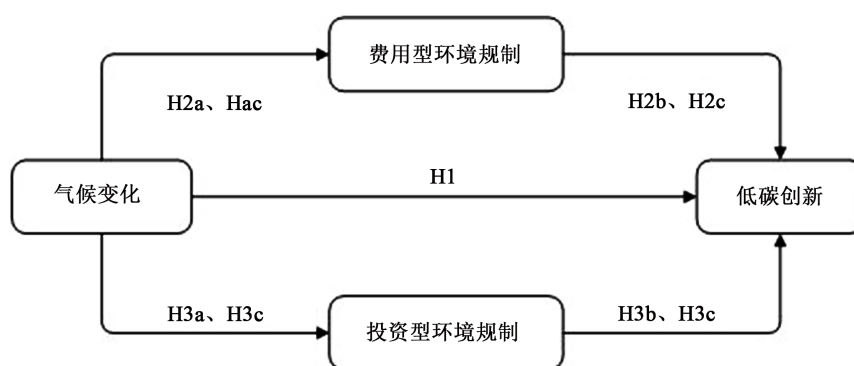


Figure 1. Theoretical framework  
图 1. 理论框架

### 3. 研究方法

#### 3.1. 数据来源与指标构建

在中国环境约束不断加强的大背景下, 低碳创新势在必行, 中国是进行气候变化对低碳创新作用问题研究的合适对象。本文以 2004~2015 年中国 30 个省市(因港澳台及西藏数据缺失, 不予以考虑)的面板数据为样本, 因变量低碳创新使用 EPO 与 USPTO 联合公布的 CPC-Y02 低碳创新专利数据, 具体来自 incopat 专利数据库。自变量与控制变量来自历年《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《2006IPCC 国家温室气体排放清单指南》、《中国环境年鉴》、《中国环境统计年鉴》等。

##### 3.1.1. 低碳创新

低碳创新可由欧洲专利局(EPO)和美国专利局(USPO)于 2013 年共同颁布的 CPC(合作专利分类法)中 Y02 分类专利来衡量, 采用其中国人在国内的专利申请数, 并取对数形式。Y02 属于 CPC 专利分类中 Y 部类, 被定义为减少与适应气候变化的相关专利。CPC 整合了以往美国专利分类体系(USPC)、欧洲专利分类体系(ECLA)与国际专利分类体系(IPC)的优势, 同时提供技术、功能与产品应用的信息, 尤其是新增了包含 Y02 的 Y 部类, 追踪的是新兴技术与交叉技术[22]。根据现行 CPC 分类, Y02 包括减缓或适应气候变化的六类相关技术, 一是 Y02B, 覆盖建筑业相关的气候减排技术; 二是 Y02C, 包括获取、存储、压缩、释放温室气体的技术; 三是 Y02E, 包括与能源生产、运输或是分配相关的温室气体减排技术; 四是 Y02P, 包括生产与处理商品的减排技术; 五是 Y02T, 覆盖与交通相关的减排技术; 六是 Y02W, 包括污水处理或污染物管理的减排技术。

### 3.1.2. 气候变化

对气候变化衡量普遍使用能源消费的碳排放核算[23]。参考 IPCC 提供的核算方法，各省市碳排放核算公式如下：

$$cli_{ijt} = \frac{12}{44} \left[ \sum_n e_{n,i} \times \alpha_n \times \beta_n \right]$$

式中， $cli_{ijt}$  指  $i$  省  $t$  年份  $j$  碳排放，单位万 t； $e_{n,i}$  指  $i$  省第  $n$  种能源终端消费量，天然气单位为  $108 \text{ m}^3$ ，热力为  $104 \text{ GJ}$ ，电力为  $108 \text{ kW}\cdot\text{h}$ ，其余能源为万 t； $\alpha_n$  指第  $n$  种能源折标准煤系数； $\beta_n$  指第  $n$  种能源碳排放系数，单位万 t/万 tce。

### 3.1.3. 环境规制

首先是费用型环境规制。费用型环境规制是指只有短期的影响且未能形成固定资产的资金，以“排污费征收额”作为其代理指标，衡量环境规制对低碳技术创新的短期影响。该指标采用以 2004 年为基期的商品零售价格指数进行平减。

其次是投资型环境规制。投资型环境规制是指存在长期影响且最终会形成固定资产的资金，以“污染治理投资总额”作为投资型环境规制的代理指标，衡量环境规制对低碳技术创新的长期影响。污染治理投资总额包含环境基础设施建设所投资金、工业污染源治理工程投资和建设项目“三同时”环保投资。以 2004 年为基期的固定资产价格指数对投资型环境规制进行平减。

### 3.1.4. 控制变量

根据以往研究[24]，促进低碳创新的另外三个重要变量是研发投入、外商直接投资和人均 GDP，研发投入代表低碳创新的资本投入，外商直接投资则代表技术溢出或技术推动力量，人均 GDP 衡量一个地区的创新潜力，因此将这三个变量作为本研究的控制变量，借助 GDP 指数平减为 2004 年为基期的可比价格。

## 3.2. 计量模型构建

本文利用中介效应模型探索气候变化对低碳技术创新的作用机制，构建如下回归模型，为避免异常项和异方差对结果可靠性的影响，采用指标的对数形式：

$$Lninno_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Lncl_{it} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\alpha} + \eta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{1}$$

其中，因变量为代表低碳技术创新的绿色专利数量  $Lninno_{it}$ ， $Lncl_{it}$  为代表气候变化的碳排放量， $\mathbf{X}$  表示控制变量矩阵，控制变量主要包括研发投入、外商直接投资和人均 GDP。 $\eta_i$  和  $\mu_t$  分别为省份和时间不可观测效应， $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。模型(1)为中介效应检验的第一步，即对去除中介变量之外的其它变量进行计量回归，考虑在不存在中介变量的情况下气候变化对低碳技术创新的直接作用效果。

$$\mathbf{M}_{it} = \beta_0 + \beta_1 Lncl_{it} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \eta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{2)-(3)}$$

模型(2)为中介效应检验的第二步， $\mathbf{M}_{it}$  分别表示费用型环境规制 ( $Lnchar_{it}$ ) 和投资型环境规制 ( $Lninv_{it}$ )，用于检验两类环境规制作为中介变量的影响。

$$Lninno_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Lncl_{it} + \gamma_2 Lnchar_{it} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \eta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

$$Lninno_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Lncl_{it} + \gamma_2 Lninv_{it} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \eta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{5}$$

模型(4)和模型(5)将费用型环境规制和投资型环境规制分别加入模型(1)，用于检验两类环境规制分别和其它变量对低碳技术创新的影响，为中介效应检验的第三步。如果  $\alpha_1$ 、 $\beta_1$  和  $\gamma_2$  均显著，且  $\gamma_1$  相较于  $\alpha_1$  显著性下降或数值下降，则说明存在中介效应。

## 4. 研究结果

对构建的计量模型(1)~(5)进行回归分析, 首先对采用 Hausman 检验对固定效应模型和随机效应模型进行验证, 结果表明固定效应模型比随机效应模型更有效, 因此使用面板固定效应模型进行回归分析, 回归结果见表 1 所示。

**Table 1.** Mediating effect test

**表 1.** 中介效应检验

变量	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)	Model (5)
Variable	<i>Lninno</i>	<i>Lnchar</i>	<i>Lninv</i>	<i>Lninno</i>	<i>Lninno</i>
<i>Lncl</i>	0.652** (2.33)	0.0458 (1.25)	0.111** (2.22)	0.585** (2.10)	0.610** (2.13)
<i>Lnchar</i>				1.464** (2.61)	
<i>Lninv</i>					0.380** (2.37)
<i>Lnrdr</i>	-1.115 (-1.14)	1.221** (2.61)	0.644** (2.52)	-2.902*** (-3.39)	-1.360 (-1.50)
<i>Lnpgdp</i>	3.556*** (6.54)	-0.202 (-0.46)	0.358 (1.51)	3.852*** (10.59)	3.420*** (6.97)
<i>Lnfdi</i>	-0.256 (-0.21)	-0.322 (-0.81)	0.191 (0.83)	0.214 (0.31)	-0.329 (-0.29)
_cons	-34.54*** (-6.66)	9.204*** (3.52)	-5.175*** (-3.06)	-48.02*** (-8.56)	-32.57*** (-6.31)
Hausman 检验	Chi = 58.71 P = 0.0000	Chi = 78.75 P = 0.0000	Chi = 69.78 P = 0.0000	Chi = 82.42 P = 0.0000	Chi = 68.25 P = 0.0000
个体固定效应	固定	固定	固定	固定	固定
样本数	360	360	360	360	360
F	135.67	191.29	76.77	107.75	120.86
p	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

注: 1、括号里的数字代表 t 值; 2、\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5%和 10%的水平上变量显著; 3、所有结果均由 stata 14.0 计算而得。

### 4.1. 气候变化对低碳创新的直接作用检验

模型(1)的回归结果显示气候变化对低碳创新的回归系数为 0.652, 且在 5%的水平上显著, 表明气候变化对中国低碳创新具有极其显著的直接作用, 碳排放量增加 1.00%, 低碳创新专利申请数将增加 0.652%, 支持了假设 H1。表明气候变化的环境压力已经传导为中国低碳技术创新的动力, 气候变化成功激发了中国企业与民众的创造热情, 全社会已对气候变化压力的紧迫性形成共同认知, 并为应对气候变化进行了艰辛的技术探索。

### 4.2. 环境费用、环境投资与低碳技术创新中介效应

结合模型(1)、模型(2)和模型(4)可以对费用型环境规制的中介效应做出检验。结果显示, 对于模型(1)中  $\alpha_1$  显著, 但模型(2)中  $\beta_1$  并不显著 ( $\alpha_1 = 0.6520$ ,  $\beta_1 = 0.0458$ ), 说明气候变化不能通过加强费用型环境规制来抑制低碳技术创新, 该中介效应不存在。本文分析, 由于模型(2)中  $\beta_1$  不显著, 表明气候变化作为费用型环境规制的前驱因素这一假设(H2a)并不成立, 可能原因是费用型环境规制的实施过程受到地方政

府其他目标的影响，而不是气候变化压力的影响，一方面不能排除地方政府可能有政治、经济与社会利益方面的考量，存在环境收费会影响到企业发展与地方就业的错误认识与短期行为，因此并不积极推动费用型环境规制的实施；另一方面，地方政府可能会认为环境问题的监督成本很高，环保执法部门的执法难度很大[22]，导致执行力度不足或是采用简单粗暴的执行办法。与这些可能原因相关，由模型(4)中 $\gamma_2$  ( $\gamma_2=1.464$ )显著作用系数可知，一旦加大环保执法力度，企业的低碳技术创新将得到提升，这表明费用型环境规制能很好地发挥“创新补偿效应”，支持了假设 H2b。结合假设 H2a 与 H2b，假设 H2c 不成立，即气候变化压力无法通过费用型环境规制来触发低碳技术创新，实现环境压力传导，可能的原因在于中国费用型环境规制实施可能有更为复杂的政治、经济与社会因素。

结合模型(1)、模型(3)和模型(5)可以对投资型环境规制的中介效应做出检验。结果显示，对于模型(1)中 $\alpha_1$ 、模型(3)中 $\beta_1$ 和模型(5)中 $\gamma_2$ 均显著( $\alpha_1=0.652$ ,  $\beta_1=0.111$ ,  $\gamma_2=0.380$ )，且 $\gamma_1$  ( $\gamma_1=0.610$ )相较于 $\alpha_1$ 数值下降，说明投资型环境规制的中介效应存在，即气候变化能够通过触发投资型环境规制对低碳创新的激励效应从而促进低碳技术创新的发展，假设 H3a、H3b 和 H3c 皆成立。可见，气候变化成为了加大环境投资的合适理由，具有约束特征的气候变化压力的传导可以经过加大环境投资转变为低碳创新的正向激励，其他方面的障碍较少。因此，气候变化经由投资型环境规制促进低碳创新成为中国技术应对的一条重要作用路径。

## 5. 结论与启示

检验应对气候变化的技术变革努力是我国生态文明建设的重要基础。本研究首次直接验证气候变化对中国低碳创新的倒逼作用机制及效果，包括气候变化对低碳创新直接作用以及经由两类环境规制中介作用对低碳创新的间接作用，得到如下三点结论：

1) 气候变化对低碳创新具有直接的倒逼作用。研究验证了气候变化对中国低碳创新的直接促进作用，而且非常显著。即气候越是恶化，低碳创新越活跃。这一结果也印证了以往关于气候变化促进低碳创新的开创性工作成果，表明中国的企业与民众已经积极行动起来，参与到应对气候变化的低碳创造活动中。这一研究结果同时也表明，在气候恶化的持续影响下，低碳创新正成为中国最重要的创造活动之一，气候变化问题激发了中国企业与民众的参与热情。可以预见，这一新型的创新模式必将引发新的技术范式与新的商业模式产生，提供发展的新机遇，也构成未来竞争的新领域。

2) 投资型环境规制是促进气候变化对低碳创新作用的重要中介手段。研究结果显示，气候变化通过促进环境投资增加进而触发了低碳技术创新。就地方政府而言，增加环境投资在当前宏观环境下应该符合其政治、经济与社会的多维度考量。因此，面对气候变化日趋增强的环境约束，增加环境投资的障碍与压力较少，使得气候变化压力的传导可以经过加大环境投资转变为低碳创新的正向激励。因此，“气候变化 → 投资型环境规制 → 低碳技术创新”成为中国当前传导气候变化压力的重要方式。

3) 费用型环境规制不能传导气候变化压力。研究显示，气候变化无法由环境收费的中介作用促进低碳创新，气候变化压力没有传递到环境收费，尽管环境收费的创新补偿效应显著。可能原因在于，不同于投资型环境规制，地方政府实施费用型环境规制过程中容易受到企业、经济与社会的多方面约束，而且可能面临监督成本高，执法难度大的问题，导致在环境治理问题上可能产生错误认识与机会主义行为，进而抵消了气候变化压力。

基于以上结论，本文的启示包括：创造者应充分抓住气候变化引发的创造新机遇，密切关注市场、竞争、技术变化，调整发展战略，积极投身于低碳创造活动中；地方政府应积极转变观念，在确保投资型政策的条件下，积极开展收费型政策设计与实施，并注重两种政策的合理组合，以形成低碳创新的有效约束与激励。

## 基金项目

本文受到国家自然科学基金资助项目(71704069)、教育部人文社科基金(16YJC630125)、江苏省社科基金项目(17GLB020)、江苏省高校自科(71704069)、国家大创项目(No. 201810299018Z 和 No. 201810299240W)资助。

## 参考文献

- [1] 理查德·S.J.托尔. 气候经济学: 经济分析及气候变化政策[M]. 齐建国, 王颖婕, 等, 译. 大连: 东北财经大学出版社, 2016.
- [2] Robert, W. (2017) Scientists from 184 Countries Signed a Letter to Humanity Recommending to Preserve the Environment. *Round News*, 11-14.
- [3] Su, H.N. and Moaniba, I.M. (2015) Does Innovation Respond to Climate Change? Empirical Evidence from Patents and Greenhouse Gas Emissions. *Technological Forecasting & Social Change*, **122**, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.017>
- [4] Lee, K.H. and Min, B. (2015) Green R&D for Eco-Innovation and Its Impact on Carbon Emissions and Firm Performance. *Journal of Cleaner Production*, **108**, 534-542. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.114>
- [5] Kemp, R. (2010) Eco-Innovation: Definition, Measurement and Open Research Issues. *Economical Politics*, **27**, 397-420.
- [6] Porter, M.E. (1991) America's Green Strategy. *Scientific American*, **264**, 168. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0491-168>
- [7] Bossle, M.B., Barcellos, M.D.D., Vieira, L.M., et al. (2016) The Drivers for Adoption of Eco-Innovation. *Journal of Cleaner Production*, **113**, 861-872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.033>
- [8] Cainelli, G., Marchi, V.D. and Grandinetti, R. (2015) Does the Development of Environmental Innovation Require Different Resources? Evidence from Spanish Manufacturing Firms. *Journal of Cleaner Production*, **94**, 211-220. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.008>
- [9] Taddeo, R. (2016) Local Industrial Systems towards the Eco-Industrial Parks: The Model of the Ecologically Equipped Industrial Areas. *Journal of Cleaner Production*, **131**, 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.051>
- [10] de Jesus Pacheco, D.A., ten Caten, C.S.T., Jung, C.F., et al. (2017) Eco-Innovation Determinants in Manufacturing SMEs: Systematic Review and Research Directions. *Journal of Cleaner Production*, **142**, 2277-2287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.049>
- [11] De Marchi, V. and Grandinetti, R. (2013) Knowledge Strategies for Environmental Innovations: The Case of Italian Manufacturing Firms. *Journal of Knowledge Management*, **17**, 569-582. <https://doi.org/10.1108/JKM-03-2013-0121>
- [12] 徐莹莹, 綦良群, 吕希琛. 基于扎根理论的制造企业低碳创新绩效关键驱动因素识别[J]. 中国科技论坛, 2018(3): 81-90.
- [13] 马志云, 刘云. 应对气候变化关键技术创新差异的时空格局[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(9): 102-111.
- [14] López, F.J.D. and Montalvo, C. (2015) A Comprehensive Review of the Evolving and Cumulative Nature of Eco-Innovation in the Chemical Industry. *Journal of Cleaner Production*, **102**, 30-43. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.007>
- [15] Eiadat, Y., Kelly, A., Roche, F., et al. (2008) Green and Competitive? An Empirical Test of the Mediating Role of Environmental Innovation Strategy. *Journal of World Business*, **43**, 131-145. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2007.11.012>
- [16] Yu, W., Ramanathan, R. and Nath, P. (2017) Environmental Pressures and Performance: An Analysis of the Roles of Environmental Innovation Strategy and Marketing Capability. *Technological Forecasting & Social Change*, **117**, 160-169. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.005>
- [17] 曹勇, 蒋振宇, 孙合林, 等. 环境规制与企业技术创新绩效: 政府支持的调节效应[J]. 中国科技论坛, 2015(12): 81-86.
- [18] 张峰, 宋晓娜, 薛惠锋, 等. 环境规制、技术进步与工业用水强度的脱钩关系与动态响应[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(11): 193-201.
- [19] 原毅军, 刘柳. 环境规制与经济增长: 基于经济型规制分类的研究[J]. 经济评论, 2013(1): 27-33.
- [20] Walley, N. and Whitehead (1996) It's Not Easy Been Green. In: Welford, R. and Starkey, R., Eds., *The Earth Scan in Business and the Environment*, Earth Scan, London, 334-337.



- 
- [21] Ambec, S., Cohen, M., Elgie, S., *et al.* (2011) The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness? *Resources for the Future Discussion Paper*, 1-11.
- [22] 温忠麟, 叶宝娟. 有调节的中介模型检验方法: 竞争还是替补[J]. *心理学报*, 2014, 46(5): 714-726.
- [23] Guo, L.L., Qu, Y. and Tseng, M.L. (2017) The Interaction Effects of Environmental Regulation and Technological Innovation on Regional Green Growth Performance. *Journal of Cleaner Production*, **162**, 894-902.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.210>
- [24] Costantini, V., Crespi, F., Martini, C., *et al.* (2015) Demand-Pull and Technology-Push Public Support for Eco-Innovation: The Case of the Biofuels Sector. *Research Policy*, **44**, 577-595.  
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.12.011>

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 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: [cctl@hanspub.org](mailto:cctl@hanspub.org)