



The Report on the Sustainable
Development of China's Foreign Trade:
Topic on Climate Change

中国对外贸易 可持续发展报告

——气候变化篇

曲如晓 蔡宏波 / 编著



经济科学出版社
Economic Science Press

中国对外贸易 可持续发展报告

——气候变化篇

曲如晓 蔡宏波 / 编著



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

中国对外贸易可持续发展报告·气候变化篇/曲如晓编著.

—北京: 经济科学出版社, 2016. 3

ISBN 978—7—5141—6649—1

I. ①中… II. ①曲… III. ①对外贸易—可持续性发
展—研究报告—中国 IV. ①F752

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 044214 号

责任编辑: 齐伟娜 张蒙蒙

责任校对: 靳玉环

责任印制: 李 鹏

中国对外贸易可持续发展报告

——气候变化篇

曲如晓 蔡宏波/编著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010—88191217 发行部电话: 010—88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京季蜂印刷有限公司印装

787×1092 16 开 24.75 印张 380000 字

2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978—7—5141—6649—1 定价: 65.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010—88191502)

(版权所有 翻印必究 举报电话: 010—88191586)

电子邮箱: [dbts@esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn)



The Report on the Sustainable Development of China's Foreign Trade: Topic on Climate Change



毫无疑问，中国 30 多年的改革开放成就了贸易大国的辉煌业绩，目前，中国已成为世界第一大出口国和第二大进口国。然而，这条外贸发展道路面对危机时的脆弱性和日益暴露出的问题与风险也日渐凸显：贸易结构不合理、区域发展不协调、资源依赖性较强、外部不确定性大等，这些都在很大程度上制约着中国从贸易大国向贸易强国转变。显然，实现这种转变的必要条件便是迅速改变中国过去传统的外贸发展方式。当前，气候变化是全球各国面临的共同难题，其在环境、生态、经济、社会、文化等诸多方面产生的影响受到空前重视。全球应对气候变化的紧迫性自然成为中国转变对外贸易发展方式的重要背景，也是这一转变的外部约束条件和内在动力之一。因此，我们将围绕气候变化背景下中国对外贸易发展方式转变这一问题展开理论、实证和政策的综合研究。

本书共分为六章：第 1 章介绍研究背景和内容、框架，并围绕国际贸易与气候变化的关系全面综述了以往学者的研究并对其中代表性成果进行了评价。

第 2 章是气候变化与中国外贸发展，概述了中国对外贸易发展的基本情况，同时分析了气候变化的事实和中国二氧化碳排放现状，进而考察了后者影响之下中国外贸发展的传统方式。

第 3 章是中国对外贸易的气候变化效应，基于气候变化效应的主流评估方法，从行业结构和国别结构两个维度测算了中国对外贸易的隐含碳，并且定量评估了中国外贸发展方式的碳排放效应。

第 4 章是气候变化应对措施对中国对外贸易的影响，在深入剖析碳税、碳关税和碳市场等应对气候变化措施之后，应用 CGE 模型模拟计

算了碳关税对中国外贸整体和中美钢铁贸易的影响。

第5章是气候变化背景下中国外贸发展方式转变，技术进步、气候友好商品、国际减排合作、自由贸易区都被作为贸易减排的可能方式进行了定量检验、理论建模、事实印证或者可行性分析。

第6章是中国外贸发展方式的低碳转型与政策选择，在以上主要研究结论的基础上，提出中国外贸发展方式低碳转型的总体态势、基本内涵和具体政策。

我们深知，虽然气候变化背景下中国外贸发展方式亟待转变已达成共识，但是贸易大国发展路径造成了多大的气候变化代价、应对气候变化给中国外贸发展带来怎样的影响等，有关这一主题的诸多理论和现实问题尚有不小争议。不过，只有在回答这些问题的基础上才有可能找到最佳转变路径，从而最终明确中国外贸发展应在气候变化背景下做出怎样的政策选择。本书正是集中了作者及其团队在这一领域长期研究的主要成果，当然限于能力和所处阶段的知识局限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

Contents

第 1 章	导论	1
1.1	研究背景及意义 / 1	
1.2	国内外研究综述 / 2	
1.2.1	国际贸易对气候变化的影响 / 2	
1.2.2	气候变化对国际贸易的影响 / 8	
1.2.3	气候变化应对措施及其对贸易的影响 / 14	
1.2.4	气候变化与中国外贸发展方式转变的研究 / 20	
1.3	对代表性研究的评析 / 23	
1.4	研究内容及总体框架 / 25	
第 2 章	气候变化与中国外贸发展	27
2.1	气候变化的事实及影响 / 27	
2.1.1	气候变化概况及统计指标界定 / 27	
2.1.2	中国碳排放概况 / 32	
2.2	中国对外贸易的发展概况 / 45	
2.2.1	中国对外贸易规模 / 45	
2.2.2	中国对外贸易商品结构 / 53	

- 2.2.3 中国对外贸易市场结构 / 68
- 2.3 气候变化与中国外贸发展方式的概况 / 77
 - 2.3.1 气候变化与国际贸易的关系 / 78
 - 2.3.2 气候变化背景下中国对外贸易评述 / 82

第3章 中国对外贸易的气候变化效应 86

- 3.1 气候变化效应的评估方法 / 86
 - 3.1.1 气候变化的评估指标：从碳排放到隐含碳 / 86
 - 3.1.2 中国外贸发展中分行业的隐含碳测算方法：
投入产出模型 / 88
 - 3.1.3 中国外贸发展中分国别的隐含碳测算方法：
多区域投入产出模型 / 89
- 3.2 中国外贸发展中隐含碳的测度：基于进出口商品的行业结构 / 90
 - 3.2.1 数据选取与行业说明 / 91
 - 3.2.2 各行业进出口商品中隐含碳的比较与分析 / 92
- 3.3 中国外贸发展中的隐含碳测度：基于进出口商品的国别结构 / 96
 - 3.3.1 中国与世界主要经济体间的隐含碳测算 / 96
 - 3.3.2 中国与世界主要经济体间的隐含碳分析 / 97
- 3.4 中国外贸发展方式对碳排放的效应评估 / 101
 - 3.4.1 贸易自由化对环境污染影响的理论机制 / 102
 - 3.4.2 模型的建立 / 105
 - 3.4.3 数据来源及实证结果 / 106
 - 3.4.4 中国外贸发展方式对碳排放的影响 / 107

第4章 气候变化应对措施对中国对外贸易的影响 109

- 4.1 气候变化应对措施：碳税、碳关税与碳市场 / 109
 - 4.1.1 气候变化背景下碳税的提出 / 110
 - 4.1.2 碳市场的发展现状 / 120

- 4.1.3 碳认证与碳标签 / 132
- 4.1.4 碳关税与碳税、碳交易——基于福利的理论分析 / 138
- 4.1.5 碳关税对全球福利的影响 / 143
- 4.1.6 基于全球福利的最优碳关税的确定 / 147
- 4.1.7 碳关税的多国博弈分析 / 149
- 4.2 碳关税对中国对外贸易的影响 / 153
 - 4.2.1 碳关税贸易环境效应的 CGE 模型构建 / 153
 - 4.2.2 碳关税 CGE 模型数据处理与参数估计 / 173
 - 4.2.3 碳关税对中国经济环境影响的模拟分析 / 185
- 4.3 碳关税对中国对外贸易特定行业的影响：以钢铁行业为例 / 201
 - 4.3.1 中美钢铁贸易现状 / 201
 - 4.3.2 碳关税对中美钢铁贸易的影响 / 211

第 5 章 气候变化背景下中国外贸发展方式转变 217

- 5.1 技术进步与贸易减排 / 217
 - 5.1.1 技术进步的现状、度量和影响 / 217
 - 5.1.2 技术进步、国际贸易与碳排放 / 239
 - 5.1.3 技术进步对碳排放影响的实证研究 / 254
- 5.2 气候友好商品与贸易减排 / 270
 - 5.2.1 气候友好商品的界定 / 270
 - 5.2.2 中国气候友好商品的竞争力状况 / 272
 - 5.2.3 进出口规模及变化趋势 / 275
 - 5.2.4 气候友好产品贸易自由化 / 278
- 5.3 应对气候变化合作与贸易减排 / 280
 - 5.3.1 以往研究述评 / 281
 - 5.3.2 基本模型 / 283
 - 5.3.3 基于两国博弈的模型拓展 / 287
 - 5.3.4 敏感性检验 / 297

- 5.3.5 结论与启示 / 298
- 5.3.6 中日贸易发展和气候合作战略 / 299
- 5.4 自由贸易区与贸易减排 / 302
 - 5.4.1 碳减排目标下的单边贸易政策困境 / 303
 - 5.4.2 低碳贸易协定的方案设计 / 305
 - 5.4.3 低碳贸易协定的可能影响 / 308
 - 5.4.4 低碳贸易协定的局限性 / 309

第6章 中国外贸发展方式的低碳转型与政策选择 312

- 6.1 中国外贸发展方式低碳转型是势所必然 / 312
 - 6.1.1 全球应对气候变化形成巨大低碳需求市场 / 312
 - 6.1.2 中国节能减排环保目标倒逼外贸低碳转型 / 314
 - 6.1.3 低碳转型是外贸持续发展的新动力新优势 / 315
- 6.2 中国外贸发展方式低碳转型的基本内涵 / 316
- 6.3 中国外贸发展方式低碳转型的政策选择 / 318
 - 6.3.1 宏观制度政策 / 318
 - 6.3.2 产业结构政策 / 324
 - 6.3.3 金融政策 / 327
 - 6.3.4 技术进步政策 / 329
 - 6.3.5 气候友好商品政策 / 331
 - 6.3.6 国际合作政策 / 333

附录1 模型变量表 / 337

附录2 模型参数表 / 339

附录3 GAMS 程序编码 / 341

参考文献 / 350

后记 / 386

1.1 研究背景及意义

全球气候变暖是人类面临的巨大挑战，保护全球气候，维护全球安全是国际社会的共同目标。为了减少温室气体排放、减缓全球气候变暖、保护全球气候，国际社会需要密切合作。在此背景下，贸易与气候变化的关系已成为国际贸易领域中重要的议题。中国是全球第二大经济体，也是全球主要的温室气体排放国。因此，如何有效、正确地处理中国外贸发展方式与气候变化之间的关系，对于中国转变对外贸易发展方式、实现经济的可持续性增长，具有重要的理论与现实意义。

对外贸易是国民经济发展的重要支柱。改革开放以来，中国对外贸易发展取得了巨大的进步，全球贸易大国的地位日益稳固，质量效益不断提升，对中国经济的快速发展做出了巨大的贡献。但是，随着经济增长的资源约束进一步强化、发展中国家劳动密集型产业竞争力的加强，中国依靠资源、能源和传统劳动力的有形要素投入的传统外贸发展方式已难以继续维持，中国经济发展中的不平衡、不协调、不可持续的问题正日益凸显。特别地，中国对外贸易产品

主要以“高耗能、高排放、高污染”为主，中国粗放型外贸发展方式对于中国，乃至全球气候变化均造成了巨大的压力，也为全球主要发达国家对中国展开以保护全球气候采取的贸易保护手段提供了口实。为此，本报告将以气候变化为视角，就“贸易与气候变化”的相关贸易理论进行梳理与总结，在此基础上，结合中国实际情况，就“中国对外贸易发展的气候变化效应评估”、“气候变化政策对中国外贸影响”、“气候变化背景下中国对外贸易发展方式转变”等热点问题进行深入研究。因此，本报告对于中国保护全球气候、维护国家安全、实现对外贸易发展方式的转型和升级具有重要的现实意义。

1.2 国内外研究综述

近年来，随着全球气候变暖，气候变化已成为威胁人类可持续发展的主要因素之一，引起了国际社会、各国政府及学术界的高度关注。本书将对国内外现有的相关研究成果从国际贸易对气候变化的影响、气候变化对国际贸易的影响、气候变化应对措施及其对贸易的影响、气候变化与中国外贸发展方式转变的研究四个方面进行文献梳理。

1.2.1 国际贸易对气候变化的影响

关于国际贸易对气候变化所产生的直接影响，国内外学者分别从理论上和实证上做出了相关研究。理论上主要侧重于对规模效应、结构效应和技术效应等各自的影响路径及性质等方面的研究，而实证则主要针对规模效应与技术效应的综合效果，通过实证模型对贸易所产生的规模效应和技术效应做比较，不同的学者得出的具体结论有所不同。同时，也有不少学者致力于研究国际贸易对气候所产生的间接影响，主要是通过实证分析，进而引入了库兹涅茨曲线。

1. 理论角度

从理论的角度来研究国际贸易对气候变化的影响,最早是由格罗斯曼和克鲁格 (Grossman & Krueger, 1991) 提出的。他们在研究北美自由贸易协定 (NAFTA) 环境效应时认为对外贸易可通过规模效应、结构效应和技术效应三种作用机制影响气候变化。科普兰和泰勒 (Copeland & Taylor, 2003) 从一般均衡角度进一步定义了这三种效应: 规模效应是指在生产活动污染系数、产业结构布局不变的情况下, 国际贸易会促进经济的增长、带来经济规模的扩张, 从而导致温室气体排放的增加; 结构效应是指由国际贸易通过影响产品相对价格可能导致一国产业结构的变化, 进而影响温室气体的排放; 技术效应是指技术改进带来的生产效率提高, 使得在产出不变的情况下, 要素投入更少、商品和服务生产过程排放的温室气体减少。其中, 技术效应可以从两种途径降低排放: 一是贸易开放可降低气候友好型商品和服务的生产成本, 并增加其可获得性; 二是贸易开放可提高收入水平, 从而增加民众对低排放产品的需求。一般认为, 规模效应和技术效应的作用方向相反, 结构效应则取决于各国的比较优势。

部分学者还从贸易运输的角度阐释了国际贸易对气候变化产生的直接影响, 即对外贸易的蓬勃发展增加了运输量、产生了更多的气体污染和原料消耗, 从而提高温室气体排放 (Daly & Goodland, 1994; Vatn, 2002)。戴利 (H. E. Daly, 1993) 最早指出交通运输是能源密集型行业。随着贸易自由化进程的加快, 环境成本的外部性特征可能导致生产的无效率状态。莱维·巴特拉和哈密德 (Ravi Batra & Hamid Beladi et al., 1998) 基于交通运输本身就是能量密集型这一假设, 认为国际贸易本身就是污染的。杰曼 (Chaman, 2007) 进一步验证了除了柴油发动的交通工具外, 承载乘客和货物的航空业也是气体污染的重要源泉之一。国内学者曲如晓和马建平 (2010) 也从运输环节出发, 得出国际贸易导致碳排放增加的类似结论。

2. 实证角度

自格罗斯曼和克鲁格 (Grossman & Krueger, 1991) 首次建立国际贸易的规模、结构和技术三种气候变化效应的分析框架以来, 许多学者对此进行了大量实证研究。有些学者研究所得出的结论是国际贸易的发展将导致温室气体排放的增加, 例如: 安特韦勒、科普兰和泰勒 (Antweiler, Copeland & Taylor, 2001) 通过构建贸易和环境的一般均衡模型检验了贸易开放对 SO_2 排放的规模效应、结构效应和技术效应。借鉴他们的研究方法, 科尔和埃利奥特 (Cole & Elliott, 2003) 利用 1975~1995 年 32 个发达国家和发展中国家的二氧化碳数据分析了贸易对二氧化碳等四个环境指标的影响, 研究结果表明由于规模的负效应远远大于技术的正效应, 贸易越开放, 二氧化碳排放越高; 而对于中等收入国家, 结构效应也是正的, 且贸易开放度增加 1%, 人均二氧化碳排放增加 0.04%。马奈木 (Managi, 2004) 使用 1960~1999 年 63 个发达国家和发展中国家数据分析贸易开放对二氧化碳排放影响的研究结果支持了科尔和埃利奥特 (Cole & Elliott, 2003) 的结论: 规模效应超过了技术效应, 贸易会增加二氧化碳的排放。麦卡尼和亚当莫维兹 (McCarney & Adamowicz, 2005) 使用 1976~2000 年 143 个国家的面板数据进一步检验了贸易开放与二氧化碳排放之间的关系, 尽管他们的研究无法总体影响分解为规模、结构和技术效应, 但结果仍表明随着贸易的开放, 二氧化碳的排放量显著增加。

此后, 不少学者在相关实证研究中考虑了对外贸易与收入之间的“内生性”问题。如弗兰克尔和罗斯 (Frankel & Rose, 2005) 在考虑贸易和人均收入存在内生性的情况下, 运用工具变量方法实证检验了近 150 个国家在既定的人均收入水平下对外贸易开放与二氧化碳等七个环境指标的关系, 分析结果显示: 如果不考虑贸易与人均收入的内生性, 贸易开放显著地增加了二氧化碳的排放量; 而如果考虑这种内生性, 贸易开放对二氧化碳排放的不利影响并不显著。格雷瑟 (Grether, 2007) 的研究显示, 贸易通过技术为气候环境所带来的正效应大于规模带来的负效应, 因此, 国际贸易的发展会减少温室气体的排放。而马奈木、响由姬和鹤见 (Managi, Hibiki & Tsurumi, 2008) 的研究却

表明,贸易开放对发达国家和发展中国家二氧化碳排放的影响有所不同。他们使用了1973~2000年88个国家的二氧化碳和SO₂的面板数据,以及1980~2000年83个国家的生物化学需氧量(BOD,通过衡量微生物分解水中有机物质所需氧气量的方法测度污染程度的一种指标)数据,在考虑贸易与收入“内生性”问题的情况下分析了贸易开放与二氧化碳、SO₂和BOD排放之间的短期和长期关系。研究发现:对于OECD国家,由于技术效应超过了规模效应和结构效应,贸易开放降低了二氧化碳排放量。但是对非OECD国家而言,贸易开放将对二氧化碳的排放产生负面影响。从短期来看,贸易对二氧化碳排放量的影响不大,但长期内将产生显著影响。

对于实证分析,不少国内学者也得出了相关的结论。国内学者包群和彭水军(2006)指出,贸易开放度的提高有助于减少环境污染物的排放,同时,产业结构是影响环境质量的重要因素。刘林奇(2009)通过建立对外贸易环境效应的数理模型,实证分析了中国对外贸易的环境效应,结果表明规模效应和结构效应加剧了中国的环境污染,技术效应和市场效率效应则减少了中国的环境污染。彭水军和刘安平(2010)利用开放经济系统下的环境投入—产出模型、中国1997~2005年可比价投入产出表以及环境污染数据,测算出了包含大气污染与水污染在内的四类污染物历年的进出口含污量和污染贸易条件。研究结果发现:对外贸易对中国环境的综合影响是负面的,各类污染物的贸易条件总体上呈现不断恶化的发展态势。何洁(2010)通过建立四方程联立系统,得出国际贸易对中国工业SO₂排放量的影响相对很小。李锴和齐绍洲(2011, 2013)基于不同的模型设定——静态和动态面板模型,以及不同的工具变量策略——外部工具变量、滞后期工具变量以及动态模型设定时的内部工具变量组合,估算了1997~2008年中国30个省区的二氧化碳排放量,并利用面板数据全面客观地考察贸易开放与二氧化碳排放之间的关系。研究结果发现:在加入了人均收入和其他控制变量之后,贸易开放增加了中国省区的二氧化碳排放量和碳强度,国际贸易对中国气候环境的影响是负面的。

由此可见,国际贸易确实会对气候环境产生很大的影响,且部分早期学者的研究得出国际贸易的规模效应更大,因而国际贸易的发展增加了温室气

体的排放量。部分学者则发现技术的正效应超过规模的负效应而占主导地位，最终将使国际贸易的发展有利于降低温室气体排放。而近期越来越多的学者认为，国际贸易对温室气体排放的总体影响取决于分析对象是发达国家还是发展中国家、短期影响还是长期影响、是否考虑贸易与收入“内生性”问题等因素。

3. 库兹涅茨曲线

有关国际贸易对气候所产生的间接影响是通过实证借助环境库兹涅茨曲线来分析。库兹涅茨曲线最早是针对环境污染，是指经济增长和环境污染水平的“倒 U 型”关系，随后的研究中也把经济增长与环境质量的曲线关系称为 EKC。基于此，后来不少学者对气候变化是否也存在库兹涅茨曲线同样做了不少研究。

20 世纪 90 年代，有关 EKC 的研究成为贸易与环境关系相关文献中的代表。在格罗斯曼和克鲁格（Grossman & Krueger, 1991）分析北美自由贸易协定环境效应的创新性研究中，他们首次发现经济增长初期环境污染程度较轻，但污染程度随着人均收入的增加趋于严重；当人均收入达到一定程度后，环境污染反而随着人均收入的增加而减少，如用曲线表示则形如一条“倒 U 型”的曲线。随后，萨克斯等（Sachs et al., 1999）借用经济增长与收入分配之间的联系，并通过数理统计和分析进一步验证了收入与环境之间的这一关系，并称其为“环境库兹涅茨曲线（EKC）”。

然而，对于气候变化是否也存在环境库兹涅茨曲线，学术界则存在较大争议，不同的研究结果也不尽相同（Huang et al., 2008）。霍尔茨-埃金和赛尔登（Holtz-Eakin & Selden, 1995）利用 1951~1986 年 130 个国家和地区的数据验证了二氧化碳排放存在 EKC，但同时也发现其不同于其他地区性的环境污染曲线，只有当收入水平非常高时它才会出现拐点。罗伯茨和格兰姆斯（Roberts & Grimes, 1997）则通过分析更长时间（1962~1991 年）和更多国家（147 个）的相关数据发现，单位 GDP 的二氧化碳排放量与经济发展水平之间的关系从 1962 年开始的线性关系在 1991 年变为快速上升的曲线关系，且

1982年之后二氧化碳排放量的 EKC 在统计学意义上更显著。安特韦勒等 (Antweiler et al., 2001) 利用全球环境监控系统下 SO_2 的浓度数据和贸易影响气候的模型也证实了 EKC 的存在。此外, 麦卡尼和亚当莫维兹 (McCarney & Adamowicz, 2005) 也分析了二氧化碳排放的库茨涅茨曲线, 但研究结果表明专制国家的拐点出现在人均收入水平较低的阶段, 而民主国家的转折点在人均收入较高的水平上。

也有部分实证研究发现不存在温室气体排放的环境库兹涅茨曲线。世界银行 (1992) 的研究表明, 人均二氧化碳排放总是随着收入的提高而增加。谢里夫 (Sharif, 1994) 指出某些环境指标 (如水和卫生设施) 会随收入的提高而得到改善, 而有些指标 (如粉尘和 SO_2) 起初恶化, 当收入达到一定程度后趋于改善, 但是二氧化碳排放指标会持续恶化。莫和安鲁 (Moomaw & Unruh, 1997) 利用 16 个 OECD 成员国的相关数据检验了持续的收入增长与人均二氧化碳排放之间的关系, 分析结果显示两者之间不存在 EKC 关系。此后, 弗兰克尔和罗斯 (Frankel & Rose, 2005)、黄 (Huang, 2008) 等针对转型经济体和《京都议定书》中附件 II 国家的研究也不支持二氧化碳排放存在 EKC 的结论。

总体而言, 国外关于环境库兹涅茨曲线的研究大多是分析发达国家经济增长与环境污染之间的“倒 U 型”关系, 即发达国家整体环境质量随人均收入的增加先恶化后改善的趋势。但是对于作为发展中国家的中国而言, 二氧化碳排放与经济增长的关系如何, 仅有少数学者对此进行了探讨和分析。陆旸和郭路 (2008) 从新古典增长理论出发对污染和环境支出的平衡增长路径进行了研究, 得出呈“倒 U 型”关系的 EKC。林伯强和蒋竺均 (2009) 利用传统环境库兹涅茨模型模拟和在设定二氧化碳排放基础上的预测模型这两种方法, 对比研究和预测了中国的二氧化碳库兹涅茨曲线的理论拐点。黄庆波和赵忠秀 (2011) 基于协整理论和格兰杰因果检验分析了世界制造业向中国转移与环境污染之间的相互关系, 指出进行 FDI 和外包是跨国公司进行制造业转移的两种基本方式, 中国承接制造业产业转移与大气污染具有长期稳定关系。