

循环经济与 中国绿色发展丛书



诸大建 主编

国家社会科学基金重点项目 (编号 11AZD102)

国家自然科学基金资助项目 (编号 71173157)

“985工程”同济大学城市发展创新基地项目

上海市工业碳排放与经济增长的 关系及影响因素研究

谌 伟 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

- 国家自然科学基金资助项目(编号 71173157)
- 国家社会科学基金重点项目(编号 11AZD102)
- 教育部哲学社会科学重大攻关项目(编号 05JZD00018)
- 上海汽车工业教育基金会资助项目

循环经济与绿色中国发展丛书

诸大建 主编

上海市工业碳排放与经济增长的 关系及影响因素研究

湛 伟 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

上海市工业碳排放与经济增长的关系及影响因素研究
/ 谌伟著. -- 上海: 同济大学出版社, 2012. 6

(循环经济与中国绿色发展丛书/诸大建主编)

ISBN 978-7-5608-4725-2

I. ①上… II. ①谌… III. ①二氧化碳—工业废气—
—废气排放量—关系—经济增长—研究—上海市 IV.
①X321.251②F127.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 239536 号

循环经济与中国绿色发展丛书 诸大建 主编

上海市工业碳排放与经济增长的关系及影响因素研究

谌伟 著

责任编辑 张莉 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 江苏句容排印厂
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 16.25
字 数 322000
版 次 2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-4725-2

定 价 48.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

循环经济与中国绿色发展丛书
编写委员会

主 编 诸大建

副主编 臧漫丹 朱 远

编 委 朱 远 邱寿丰 陈 华

臧漫丹 吴 怡 孟维华

陈 飞 湛 伟 王少平

凌 岚

策 划 凌 岚

我们是从什么角度开展 循环经济研究的(丛书序)

本丛书是我们所承担完成的教育部哲学社会科学重大课题攻关项目和国家自然科学基金面上项目的成果。1998年,笔者随上海市政府代表团访问德国,受到德国基于循环经济原理的废弃物处理法的启发,回来后结合产业生态学的理论与方法,在国内发表了几篇讨论循环经济及其对于中国发展意义的论文。自此以来,国内开展循环经济的研究与实践已经有10年的时间了。令人高兴的是,2008年全国人大通过了《循环经济促进法》,决定2009年正式开始实施。这标志着中国的循环经济,从最初的理论研究和试点实践状态,进入到了制度化的全面推进阶段。

目前,虽然有关循环经济的研究和论著在雪片般增加,但是对循环经济的一些重要问题还没有形成比较清晰的认识,还需要进行深入的研究和探讨。这里,我想指出,我们的研究团队是按照什么样的视角和原则来开展循环经济研究的:

第一,在研究意义上,我们认为,循环经济作为一种整合经济效益和环境效益的绿色发展模式,是对传统的“经济增长+末端治理”的发展方式的变革。虽然20世纪70年代以来以末端治理为特征的环境保护取得了一定的成绩,但是,这种处理途径对于从根本上解决资源环境问题存在着先天的局限。美国环境体制的开拓者和见证者——现任耶鲁大学森林与环境学院院长的J. Speth教授,在他的新著 *The Bridge at the Edge of the World* (2008)中说道,20世纪70年代以来,虽然美国和世界的环境主义轰轰烈烈,但是并没有获得所期望的成果,是“赢了许多战役,输了整个战争”,就像国内经常说的那样:“局部有所改善,总体趋于恶化。”问题的

关键在于,主流的环境治理不是从经济系统本身去防止环境问题的发生,而是在经济过程之外作一些修理性和善后性的工作。因此,从经济方面切入的循环经济研究与实践具有重要的变革性意义。

第二,在理论依据上,我们认为,循环经济所依赖的经济理论与传统的经济理论是有很大差别的。如果过去的环境治理是把经济看做环境问题的原因,那么,现在的循环经济则是要把经济看做环境问题的解药。这里,作为污染原因的经济模式与作为预防之道的经济模式是完全不同的。传统的末端治理需要应对的是唯经济增长论的传统经济信条,在学术形态上主要以新古典经济学为代表,这一经济增长不存在地球生物物理极限,因此,主张经济系统可以持续地扩张,由此导致了不断增大的环境压力。而我们认为,循环经济所依赖的经济理论应该是崛起中的生态经济学,经济增长存在着地球生物物理的限制,因此,发展循环经济就是要在地球承载能力的范围内促进经济增长和社会福利,以达到预防 and 大幅度减少资源环境问题的效果。多年来,我们就是在生态经济学和可持续发展的理论基础上探索循环经济的经济学理的。

第三,在操作方式上,我们认为,传统的经济增长虽然也在提高经济过程中的资源环境利用效率,但是它们关注的是线性过程中的生态效率(eco-efficiency),无法克服虽然效率得以提高但是规模却在扩张的所谓反弹效应(rebound effect)。我们提倡的循环经济是要在生态效果(eco-effectiveness)的意义上推进经济发展,即首先确定经济增长可能的物质规模,然后在这个规模的范围内提高非物质化的生态效率。不同于许多研究仅仅将循环经济等同于各种形式的垃圾经济,我们认为循环经济的操作形式,按照非物质化水平的依次提高,可以有废弃物的循环(recycle of wastes)、产品的循环(reuse of products)和服务的循环(service instead of products)三种方式。而发展循环经济的最高目标是要通过物质产品的服务化,实现产品功能与物质消耗的脱钩,实现经济增长与物质消耗的脱钩。

第四,在实施战略上,我们认为,循环经济的发展需要区分两种不同的经济类型。对于发达国家的成熟型经济,由于满足生存的物质方面的基本需求已经达到,因此,需要通过循环经济更多地控制经济增长的规模,以实现绝对意义上的减物质化;对于发展中国家的增长型经济,由于人们的基本物质需要尚未得到满足,因此,需要通过循环经济实现生产方式和消费方式的变革,首先实现相对意义上的减物质化,然后再进一步向高阶阶段的减物质化目标作出努力。前者是发达国家学者提出的 B 模式,后者是我们在中国循环经济研究中提出的 C 模式。

以上四点,既是我们多年来开展循环经济研究的指导思想和基本视角,也是我们的研究与国内外许多同类研究的不同之处。我们真心希望,这套系列丛书的成果能够对中国循环经济和绿色发展的理论研究、政策研究和实践研究提供有意义的启示。

是为序。



2008 年 12 月 25 日

序

低碳经济研究已经成为当前学术领域与政策领域的热点。中国是世界上能源消耗与二氧化碳排放最大的国家之一,而上海作为中国的经济中心,CO₂排放总量位居中国城市前列,人均 CO₂排放量已经超过世界发达国家水平。上海当前的“创新驱动、转型发展”如何与低碳经济结合起来,建设一个低碳经济型的现代化国际大都市,值得深入研究。

谌伟在博士论文基础上完成的《上海市工业碳排放与经济增卡的关系及影响因素研究》一书,以上海市工业行业二氧化碳排放为研究对象,探究影响上海市工业二氧化碳排放量变化的成因、效应以及对策,为上海城市低碳发展制定切实有效的减排政策提供了理论依据,为中国城市低碳转型的关键是低碳工业转型这一思路提供了一个有价值的分析案例。

在研究内容上,本书建立了以效率和效果为研究重点的低碳发展理论分析框架,研究了二氧化碳排放与经济发展以及碳生产率之间的关系,区分了二氧化碳绝对减排与二氧化碳相对减排的差异,研究了上海市工业二氧化碳排放、碳排放强度以及碳生产率的影响因素。通过辨析当前各类节能减排政策的有效性,指出低碳经济中的减排效率不等于减排效果,给出了当前中国城市低碳发展的政策重点以效率为导向的理由。

在研究方法上,本书采用定量分析方法,探究了影响二氧化碳排放的主要因素。在量化工业二氧化碳时,将电力与热力纳入核定范围,基于谁使用谁负责的观点,进一步提高了数据的精确程度。作者对于低碳发展的政策研究,摆脱了传统的理论定性或者模型定量的方式,而是将现有的政策分为应急性与预防性两种,这对正确理解当前低碳政策极为有益。

尽管本书的分析是初步的,但对于当前城市低碳经济发展具有较强的理论意义和政策意义,能够为正确理解低碳经济和区别一些思想误区带来有深度的学术讨论,也能够对上海这类中国沿海地区高经济水平的

上海市工业碳排放与经济增长的关系及影响因素研究

城市发展低碳经济提供有价值的政策启示。

是为序。



同济大学特聘教授
可持续发展与管理研究所所长

2012 年 6 月 12 日

前言

全球气候变化已经被认为是人类迄今面临的最复杂的问题之一,无论是欧盟、美国、日本,还是发展中国家,都开始深刻意识到这个问题,并开始思索解决之道。中国已经成为了世界上能源消耗与二氧化碳排放最大的国家之一,由于自身发展的需要,短时期内仍然无法降低二氧化碳排放量。正因为如此,中国正在承受也将继续承受巨大的国际压力。城市相对于农村而言,具有人口密度高、能源消耗量大的特点,控制好城市的二氧化碳排放,对于解决中国气候问题具有重要作用。上海作为中国的经济中心,其二氧化碳排放总量也位居中国城市前列,人均二氧化碳排放量已经远远高于中国平均水平,并超过了世界发达国家水平。当总量以及人均排放量都高于世界水平时,就必须深入研究上海如何承担自己在应对气候变暖问题上的责任,从而制定相应政策,控制二氧化碳排放量。而上海目前的发展模式处于以工业为主导的阶段,二氧化碳的排放主要为化石性能源消耗,因此本书将研究重点放在上海市低碳化工业发展上。

首先,上海市工业二氧化碳排放与经济发展之间存在怎样的发展关系?由于当前全球变暖的客观环境,使得碳排放空间成为一种稀缺资源,那么二氧化碳排放快速增长是否有助于经济发展,经济快速扩张会不会导致二氧化碳排放的增加,控制二氧化碳排放是否会影响经济发展,两者之间的动态关系值得深入研究。本书首先基于联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的二氧化碳估算模型核算上海市工业两大门类 33 个行业 17 种终端能源消耗产生的二氧化碳排放量及其相关指标,碳排放强度,碳生产率,计算中将本地区热电消耗所产生的排放量纳入核算范围。基于规范的计量经济方法,揭示了两者的内在逻辑关联。上海市工业经济增长总产值与二氧化碳排放之间存在单向因果关系,工业经济增长是

二氧化碳总量排放的格兰杰原因,而碳排放总量则不是工业经济增长的格兰杰原因。同样,工业碳排放量增长是碳生产率提高的格兰杰原因,但碳生产率提高并不是工业碳排放量增长的格兰杰原因。建立两组变量间的误差修正模型,修正系数符合反向修正机制。本书认为将提高碳生产率作为上海市实现工业低碳经济的主要手段在现阶段具有合理性。

其次,上海市工业二氧化碳排放,碳排放强度的影响因素是哪些?对于总量指标以及效率指标的影响因素包括技术进步效应、经济规模效应、劳动力效应等,对于碳排放以及碳强度的作用是驱动还是抑制需要定量计算,只有了解影响二氧化碳排放的因素,才能制定有效的政策。本书利用了指数量分解方法 LMDI 对于二氧化碳排放总量以及碳排放强度建立了多因素分解模型。对以往涉及二氧化碳领域的 LMDI 分解的相关文献中规避的能源标准量-实物量转化问题进行了细致描述,通过引入转化系数可以满足二氧化碳统计过程中的前提假设条件,完善该方法在碳排放领域中的应用。研究结果表明:效率指标碳排放强度是抑制碳排放总量以及强度降低的重要因素。与效率指标相对应的规模指标包括劳动力、经济产出、能源消耗总量表现出增加二氧化碳排放的驱动效应。对于低碳经济发展规划时应当区别效率与规模效应。

第三,上海市碳生产率影响因素是哪些?工业革命中的稀缺资源为劳动力,从而产生了劳动生产率指标;当前低碳经济中的稀缺资源为碳排放空间,因而引出碳生产率指标。针对上海市时间序列工业碳生产率的变化趋势出现快速增高的影响因素的研究,有利于我们理解当前阶段提高碳生产率是上海(中国)低碳发展的最适宜策略。本书将 Nordhaus 的生产率指数分解模型进行适当调整,引入到上海市二氧化碳生产率增长分解分析中去,得到纯生产率效应是碳生产率增长的最主要的驱动因素。

最后,上海市采取的减排政策是否有利于二氧化碳减排呢?不可否认,由于上海对于气候变化问题的高度重视,制定出台了一系列政策。那么当前上海市工业化低碳发展的政策对于二氧化碳排放是否真正有效

果,对于政策制定中容易出现反弹效应等问题,非常值得研究。本书基于压力(pressure)-状态(state)-反应(response) PSR 框架模型,构建上海工业碳减排指标体系,描述低碳工业发展中人类经济活动与二氧化碳排放之间的相互作用。利用 Sun 的完全分解模型,OECD 和 Tapito 的脱钩指数,Nordhaus 的生产率分解模型,三因素反弹-减量效应模型等方法对于压力段的能源驱动、状态端的脱钩判断、碳生产率的影响因素、二氧化碳排放的反弹与减量以及反应端的政策效力进行了全过程研究。本书认为,经济产出效应是能源消耗变动的主要解释因素,劳动力效应和产业结构效应对能源消耗的影响在不同阶段表现出不同的作用。由脱钩分析可知若上海保持当前二氧化碳排放效率的增速,可达到国家既定目标。由反弹-减量效应估算可知,效率导向政策具有双刃剑的作用,反弹与减数值均极为明显。此外,根据世界银行的环境政策矩阵,制定提高碳生产率工业低碳发展的政府主导的管制型政策、以市场交易为基础的市场性政策和激励环境管理过程中的公众参与性政策。

本书通过对历史以及现状进行细致分析,探究影响上海市工业二氧化碳排放量变化与经济发展的关系、因素以及政策,了解上海市工业各行业碳排放增长的具体原因,衡量并提出具有针对性的政策建议,最终降低上海市二氧化碳排放总量和人均碳排放量,实现气候变化与经济增长的协调发展。

书中若有不足之处,欢迎读者批评指正。

著者

2012年5月

目 录

丛书序

序

前言

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 气候变化含义及 IPCC 的报告	(1)
1.2 气候变暖与温室气体的关系	(3)
1.3 世界各国应对气候变暖的行动	(8)
1.4 研究的由来、目标与意义	(11)
第 2 章 概念界定与文献综述	(17)
2.1 相关概念的界定	(17)
2.2 文献综述	(24)
2.3 本章小结	(56)
第 3 章 低碳经济和效率导向的碳生产率理论框架	(58)
3.1 低碳经济学理论	(58)
3.2 碳生产率:全球暖化条件下碳排放空间稀缺的首要效率 ..	(61)
3.3 基于碳生产率的经济增长模型重构	(64)
3.4 碳生产率分析的理论框架	(69)
3.5 本章小结	(72)
第 4 章 上海市工业碳排放与经济增长的关系	(73)
4.1 上海市低碳经济发展的两个问题	(73)
4.2 研究方法	(75)
4.3 数据来源与说明	(82)
4.4 上海市工业碳排放量与经济增长的指标	(84)

4.5	上海市工业碳排放与经济增长关系的实证研究	(88)
4.6	上海市工业经济增长与碳排放和碳生产率关系的实证研究	(98)
4.7	本章小结	(105)
第5章	上海工业碳排放总量和强度因素分解	(107)
5.1	因素分析:基于总量和强度指标	(107)
5.2	碳排放总量及强度因素分解法	(108)
5.3	上海市工业碳排放总量因素分解	(118)
5.4	上海市工业碳排放强度因素分解	(155)
5.5	本章小结	(169)
第6章	上海市工业低碳化发展 PSR 分析及政策设计	(171)
6.1	低碳政策:从政策导向到效果导向	(171)
6.2	方法与数据来源	(172)
6.3	基于 PSR 模型的上海工业低碳化发展的全过程分析	(181)
6.4	上海工业低碳经济发展的政策设计	(199)
6.5	结论与启示	(204)
第7章	结论与展望	(206)
7.1	主要结论	(206)
7.2	研究的创新点	(208)
7.3	研究展望	(209)
附录		(210)
参考文献		(213)
后记		(241)

第 1 章

绪 论

1.1 气候变化含义及 IPCC 的报告

气候变化的概念最早出现于 20 世纪初期,主要指地质历史时期或仪器观测记录的气候变化,并未涉及气候变化对人类的影响。1941 年美国农业部出版的农业年报,在地质历史时期的气候变化基础上,推动了气候变化的研究,将气候变化研究扩展到了对农业、健康等各方面的影响。尽管自 1975 年以来,气候变化研究领域覆盖了海洋学、地质学、气象学等诸多学科,但仍然属于自然科学范畴,尚未进入到社会学科。90 年代,随着全球气候和环境的日益恶化,气候变化进入了一个全新的研究领域,成为与政治、外交、经济等密切相关的学科。如今,气候变化问题更是成为一个众人皆知的热门话题。2007 年挪威诺贝尔奖委员会为了表彰美国前副总统戈尔和联合国的政府间气候变化专业委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)在改善气候变化问题上作出的贡献,将诺贝尔和平奖授予他们。这进一步引起了人们对气候变化问题的关注。政界、商界、科学界甚至是平常百姓都主动投入到了这一场碳排放的讨论中。

《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)第一款中,将“气候变化”定义为:“经过相当一段时间的观察,在自然气候变化之外由人类活动直接

或间接地改变全球大气组成所导致的气候改变。”UNFCCC 因此将由人类活动而改变大气组成的“气候变化”与归因于自然原因的“气候变化”区分开来。简而言之,气候变化(climate change)主要表现为三方面:全球气候变暖(global warming)、酸雨(acid deposition)、臭氧层破坏(ozone depletion),其中全球气候变暖是人类目前面对的最紧迫的问题。而政府间气候变化专门委员会对于气候变化的定义与 UNFCCC 不同,是指无论基于自然变化还是人类活动所引起的任何气候变动。

气候变化的主要影响包括极端气候的频繁出现。自 20 世纪 70 年代以来,干旱的发生范围更广、持续时间更长、程度更严重,特别是热带、亚热带地区。过去几十年里,极端高温(1980 年至今)、低温(1940—1970 年)发生了大范围的变化。昼夜低温、霜冻变得不如以前频繁,而昼夜高温、热浪则愈加常见。这种极端气候对农业的影响尤为严重,由于全球变暖带来干旱,降雨程度严重不均,使世界各地的粮食生产受到严重影响,粮食生产量大幅减少。气候变暖导致海平面上升,第 15 次缔约国会议(COP15)中以马尔代夫为代表的岛屿国家在气候变化问题上表现尤为积极,这是因为海平面上升将直接危及岛国的生存问题。当前普遍的共识认为全球变暖的主要原因是人类活动,由于生产经济活动中过分依赖化石性能源,在影响气候变暖的同时,大气污染问题也不可避免。此外,气候变暖也将导致物种的大量灭亡。

IPCC 是世界气象组织(WMO)及联合国环境规划署(UNEP)于 1988 年联合建立的政府间机构。其主要任务是对气候变化科学知识的现状,气候变化对社会、经济的潜在影响以及如何适应和减缓气候变化的可能对策进行评估。2007 年 IPCC 推出它的第四次评估报告,认为气候变化是不容置疑的事实,并且人为因素的可能性达到 90% 以上。在此之前,IPCC 同样也推出过三期涉及气候变化的报告,分别为 1990 年发表的首份全球气候评估报告,警示了气温升高的危险。这份报告推动了联合国环境与发展大会 1992 年通过《联合国气候变化框架公约》。这是世界上第一个为全面

控制二氧化碳等温室气体排放以应对全球气候变暖给人类经济和社会带来不利影响的国际公约。1995年IPCC推出了第二份全球气候变化评估报告,表明人类对全球气候的影响证据明显。这份报告也是1997年通过《京都议定书》的最主要工具。在2001年的第三份全球气候变化评估报告中IPCC表示,有更多证据表明人类活动与全球气候变暖有关,全球变暖有66%的可能由人类活动导致。尽管2009年IPCC出现了邮件门、气候门等一系列问题^①,但广大科学家仍然认为在全球众多科研预测报告中,IPCC报告的预测可靠性最强。毫无疑问对于气候变化问题仍存不同意见,但总体上,科学界已达成了共识。因此,虽然应该客观看待IPCC报告中所存在的瑕疵,但它仍然是人类应对气候变化的重要参考。

1.2 气候变暖与温室气体的关系

最早涉及气候变暖研究的是法国科学家 Jean-Baptiste Fourier,尽管没有直接提出温室效应,但他使用了让太阳光透过阻挡地面红外辐射的“玻璃碗”(glass bowl)。以研究二氧化碳排放与全球气候变化关系著称的瑞典科学家 Svante Arrhenius,是第一个定量给出大气中二氧化碳浓度对地球表面温度变化影响的人。尽管他研究温室效应的最初动机是为了确定温室效应对冰期和间冰期之间的温度变化有无作用。当其发现在大气中二氧化碳浓度倍增时可能导致地球表面温度升高 $5^{\circ}\text{C} \sim 6^{\circ}\text{C}$,二氧化碳浓度下降时将导致地球表面温度相应降低之后,又提出了这一浓度的变化是否可能等问题(Rodhe et al, 1997)。全球气候变化理论已初步建立,但在当时并未引起注意。在20世纪50年代末和60年代初,当科学界发现二氧化碳的浓度升高确实存在时,也还以为对人类的影响仅仅是局地性或

^① 邮件门是指电脑黑客侵入英国东英吉利大学的电子邮件服务器,窃取了英国负责IPCC报告的气候学家之间交流的上千封电子邮件内容,涉及数据修改等问题。气候门是指2007年发表的气候变化第四次评估报告中说喜马拉雅冰川将在2035年消失的结论严重违背事实。