

中国环境 规划与政策

(第十二卷)

环境保护部环境规划院
王金南 陆军 吴舜泽 主编

Chinese
Environmental
Planning and
Policy Research

中国环境出版社

中国环境规划与政策

Chinese Environmental Planning and Policy Research

(第十二卷)

环境保护部环境规划院

王金南 陆军 吴舜泽 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

中国环境规划与政策. 十二卷/王金南, 陆军, 吴舜泽
主编. —北京: 中国环境出版社, 2016.6

ISBN 978-7-5111-2817-1

I. ①中… II. ①王… ②陆… ③吴… III. ①环境
规划—研究—中国②环境政策—研究—中国 IV. ①X32
②X-012

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 111520 号

出 版 人 王新程
责任编辑 陈金华 刘 杨
责任校对 尹 芳
封面设计 陈 莹

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教材图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2016 年 12 月第 1 版
印 次 2016 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 40.5
字 数 882 千字
定 价 108.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《中国环境规划与政策》(第十二卷) 编委会

主 编: 王金南 陆 军 吴舜泽

编 委: (按姓氏笔画排序)

万 军	王金南	王 东	王夏晖	田仁生	孙 宁
刘桂环	李 娜	余向勇	吴舜泽	吴悦颖	宋志刚
张战胜	陆 军	杨小兰	杨金田	周劲松	於 方
周 颖	赵 越	洪亚雄	饶 胜	徐 毅	高树婷
逯元堂	曹 东	葛察忠	蒋洪强	蔡博峰	管鹤卿

执行编辑: 田仁生 杨小兰

序

环境保护部环境规划院是中国政府环境保护规划与政策的主要研究机构和决策智库。环境规划院的主要任务是根据国家社会经济发展战略，专门从事环境战略、环境规划、环境政策、环境经济、环境管理、环境项目等方面的研究，为国家环境规划编制、环境政策制定和重大环境工程决策提供科学技术支持。在过去的十多年间，环境保护部环境规划院完成了一大批国家环境规划任务和环境保护政策研究课题，同时承担完成了一批世界银行、联合国环境规划署、亚洲开发银行以及经济合作与发展组织等国际合作项目，取得了丰硕的研究成果。

根据美国宾夕法尼亚大学“智库和公民社会研究项目”发布的《2014 年全球智库报告》，环境保护部环境规划院在全球环境事务类顶级智库中排第 34 名。另外，根据零点国际发展研究院与中国网联合发布的《2014 中国智库影响力报告》，环境保护部环境规划院位列综合影响力排名第 7。为了让研究成果发挥更大的作用，环境保护部环境规划院将这些课题研究的成果编写成《环境规划与政策》专题研究报告和《重要环境决策参考》，供全国人大、全国政协、国务院有关部门、地方政府以及公共政策研究机构等参阅。十几年来，环境保护部环境规划院已经出版了 200 多期《环境规划与政策》专题研究报告和《重要环境决策参考》。这些研究报告得到了国务院政策研究部门和国家有关部委的高度评价和重视，而且许多建议和政策方案已被相关政府部门采纳。这也是我们继续做好这项工作的欣慰和动力所在。

为了加强对国家环境政策、重要环境规划和重大环境工程决策的技术支持，让更多的政府公共决策官员、环境决策者、环境管理人员、环境科技工作者分享这些研究成果，环境保护部环境规划院对这些专题研究报告进行了分类整理，编辑成《中国环境政策》一书，

分十卷已经陆续公开出版。从十一卷开始，书名更改为《中国环境规划与政策》，相信《中国环境规划与政策》的出版对有关政府和部门研究制定环境规划与环境政策具有较好的参考价值。在此，感谢社会各界对环境保护部环境规划院的支持，同时也热忱欢迎大家发表不同的观点，共同探索新常态下的中国环境保护，推动中国环境保护事业的发展。

目 录

环境规划与环境战略

中国工业行业 CO ₂ 、SO ₂ 和 NO _x 关联源识别研究.....	3
中国 PM _{2.5} 跨省长距离传输特征数值模拟研究.....	26
基于全国城市 PM _{2.5} 达标约束的大气环境容量模拟研究.....	44
中国排污许可证制度评估与完善路线图	53
《全国危险废物和医疗废物处置设施建设规划》实施终期评估报告.....	82
城市水体环境综合整治经验与总体思路分析	109
中国环境保护税政策方案设计与效应研究	158

环境投融资与经济核算

中国环境保护投资口径优化与试点研究	215
江河湖泊生态环境保护专项资金设计思路与建议	253
近期财税体制改革对环境保护投融资影响及对策分析	275
环境保护基金方案和运作机制研究	308
基于土地出让收益的土壤污染治理资金投入机制研究	347
中国环境经济核算研究报告 2012	359
OECD 交通空气污染健康损失核算及其对我国的启示	417

污染防治对策与绩效评估

基于排放源的中国城市垃圾填埋场甲烷排放及减排对策.....	429
我国稀土行业污染治理市场化模式创新研究	455
基于《IPCC 第五次评估报告》的气候变化与污染治理评述.....	474
中国煤炭环境外部成本核算及其内部化政策研究	488
我国环境损害赔偿社会化分担机制与模式研究	526
新安江流域水环境补偿试点中期评估报告	567
中国近 20 年大气污染健康影响评估研究评述	598
2014 年全球环境绩效指数 (EPI) 分析报告	621

环境规划与环境战略

- ◆ 中国工业行业 CO₂、SO₂ 和 NO_x 关联源识别研究
 - ◆ 中国 PM_{2.5} 跨省长距离传输特征数值模拟研究
 - ◆ 基于全国城市 PM_{2.5} 达标约束的大气环境容量模拟研究
 - ◆ 中国排污许可证制度评估与完善路线图
 - ◆ 《全国危险废物和医疗废物处置设施建设规划》实施终期评估报告
 - ◆ 城市水体环境综合整治经验与总体思路分析
 - ◆ 中国环境保护税政策方案设计与效应研究
-

中国工业行业 CO₂、SO₂ 和 NO_x 关联源识别研究^①

Study on the Identification of Connective Sources of CO₂, SO₂ and NO_x in China's Industrial Sector

王金南 周 颖 曹 东 刘兰翠 蔡博峰

摘 要 中国目前正面临环境污染和气候变化双重压力,气候变化政策的实施与大气治理、人体健康、生态影响之间相互关联,在发展中国家对 CO₂ 和大气污染物协同控制的意义更为重要。本文利用第一次污染源普查数据核算的 157.6 万家工业排放源的 CO₂ 排放数据,并结合普查中的 SO₂ 和 NO_x 数据,识别 2007 年工业行业 CO₂、SO₂ 和 NO_x 排放关联源,为我国协同控制 CO₂ 和常规污染物,降低减排成本,实现绿色低碳发展提供了坚实的基础。

关键词 关联源 CO₂ SO₂ NO_x 协同控制

Abstract China is under mounting dual pressure from two core environmental impacts: local environmental pollution and climate change. It is of particular importance that China simultaneously realizes co-control of both carbon dioxide (CO₂) and major air pollutants, as the implementation of climate change policies are closely interconnected with tackling problems such as the reduction of major air pollutants and human health, among other impacts. This paper focuses on the identification and analysis of connective sources of CO₂, sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen oxide (NO_x) in China's industrial sector in 2007. The paper adopts the SO₂ and NO_x emission statistics and compiled CO₂ emission data of 1.576 million industrial sources from the First National Pollution Source Census. Insight is provided into the successful means in which policies and strategies can contribute to addressing climate change, while simultaneously solving local environmental problems based on connective sources of China's industrial sectors.

Keywords Connective sources, CO₂, SO₂, NO_x, Co-control

我国目前正面临着环境污染和气候变化双重压力,在最新发布的政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告中多次分析了气候变化政策的实施与大气治理政策、人类

^① 本报告得到了环境保护部财政预算“气候友好型的环境管理研究试点工作”项目的支持,是该项目的中间成果报告。
注:本书凡不标注作者联系方式的均为环境保护部环境规划院,北京,100012。

健康、生态影响之间的关系,并指出在发展中国家这种联系更为紧密。为了落实周生贤部长在第二次全国环保科技大会上关于“着力推动污染物和温室气体协同控制,探索气候友好型的环境管理试点示范,前瞻性地开展气候变化新形势下环境保护战略研究,大力促进有利于应对气候变化的各项环境保护工作”的要求,分析我国工业企业 CO_2 、 SO_2 和 NO_x 排放之间的关联,识别工业行业 CO_2 、 SO_2 和 NO_x 关联源,为我国协同控制 CO_2 和常规污染物,降低减排成本,实现绿色低碳发展提供了坚实的基础。

1 我国面临大气污染和气候变化双重压力

我国当前正处于工业化和城市化快速推进阶段,重化工业化特征显著,高耗能行业比重较高,经济增长方式粗放,大气污染、水污染、温室气体排放、重金属等多种环境问题集中凸显,呈现明显的结构型、压缩型、复合型特点,环境压力不断增加,逐渐成为我国经济增长的瓶颈之一。

1.1 常规大气环境污染问题尚未解决

从 20 世纪 90 年代后期到现阶段,随着城市产业结构的调整、城市集中供热和供气能力的大幅提高以及除尘脱硫设施的大规模安装运转,与 90 年代初期相比,城市大气污染有较大程度改善,但主要大气污染排放负荷仍然较大,远远超过环境承载能力。由于煤炭消费量比例过高,我国 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 和大气汞排放量高居全球首位;我国主要大气污染物排放量巨大,2010 年 SO_2 、 NO_x 排放总量分别为 2 267.8 万 t、2 273.6 万 t,位居世界第一,烟粉尘排放量为 1 446.1 万 t,均远超出环境承载能力。

近年来在传统煤烟型污染尚未得到根本控制的情况下,随着重化工的快速发展和城市化进程的加快,我国成为全球范围大气汞污染最严重的区域之一,在城市群集中区域出现了煤烟型污染、机动车尾气、VOCs 以及城市道路和施工扬尘共存的特殊大气复合型污染地区,污染类型由煤烟型污染向煤烟、机动车尾气复合型污染转变,北方地区在特定时段还受沙尘天气的影响,具有明显的局地污染和区域污染相结合、污染物之间相互耦合的特征,其表现为大气氧化能力不断增强、高浓度细粒子使大气能见度下降、一次污染物和大气氧化剂及颗粒物细粒子同时成为城市群区域大气同期或不同季节的主要污染物。

我国传统大气污染物尚未得到根本控制,大气质量仍然有待改善。2013 年全国酸雨区面积约占国土面积的 10.6%。74 个 $\text{PM}_{2.5}$ 监测的重点城市二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物和细颗粒物年均质量浓度分别为 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$,为欧美发达国家的 2~4 倍,严重的大气污染已经成为制约区域社会经济发展的瓶颈。

1.2 减缓温室气体排放的巨大压力

伴随着化石能源消费的迅猛增加,我国 CO_2 排放增速也很快。目前我国已成为世界第

一大 CO₂ 排放国家, 2009 年温室气体排放总量达 75 亿 t, 约占世界排放总量的 24.2%, 排放年均增长 6%, 高出世界平均增速 1 倍多; 人均排放不断增加, 2009 年达到 5.65 t, 接近欧洲人均排放水平。根据 IEA 预测, 2015 年我国排放总量接近美国与欧盟排放量总和, 2030 年可能将超过 OECD 国家总和, 面临巨大的减排压力。

2012 年《京都议定书》第一期已经到期, 气候变化的国际谈判仍在艰难推进, 国际气候制度走向却一直不能明晰。美国一直脱离在国际公认的气候治理框架之外, 迫于国际国内形势压力, 于 2012 年 2 月, 与加拿大、墨西哥、瑞典、加纳、孟加拉国以及联合国环境规划署联合成立“气候和清洁空气联盟”, 旨在减少短期气候驱动物质的排放。欧盟虽然一直深陷债务危机, 但作为气候变化的先锋, 一直想启动新的谈判框架, 将美国、中国、印度等主要经济体纳入具有法律约束力的减排框架。我国在国际谈判中虽然始终坚持经济社会发展和消除贫困是发展中国家首要和压倒一切的优先任务, 但我国与美国两国的排放总和几乎占到全球总排放的一半, 我国所面临的谈判压力已经无法回避, 中国在国际上的强制减排压力逐年增加, 要求中国承担的国际责任会越来越大。我们应该及早动手, 积极准备, 以应对国际规则强制减排的压力。

在德班世界气候大会上, 我国提出可以有条件地接受国际强制减排义务, 这意味着届时我国可能将 CO₂、CH₄、N₂O 等温室气体纳入大气污染体系。由于 CO₂ 等温室气体与常规大气污染物具有同根同源性, 如果协同控制不仅可以减少行政成本, 而且出台更加有效的协同控制措施, 有效减缓气候变化的同时减少常规大气污染物排放, 提高人民群众的整体利益。

1.3 提取关联源的目的和意义

关联源研究可以为环境保护部当前重点工作提供数据基础和科学支持。目前环境保护部正在开展的多项工作中, 都与 CO₂、SO₂ 和 NO_x 具有关联的重点排放源密切相关, 如气候友好型环境管理试点研究、重点行业的协同控制研究、温室气体排放监测以及二氧化碳捕集与封存 (CCS) 的相关研究等, 都需要重点排放源的基本信息, 以保证研究内容更加翔实, 研究成果更加准确。

关联源研究为提高环境管理效率提供科学基础。通过分析我国工业企业 CO₂、SO₂ 和 NO_x 排放之间的联系, 可以将我国 CO₂ 排放控制和常规大气污染防治相结合, 采取综合、一体化、协同的防治策略, 减少政策重复, 提高管理效率, 以最优路径实现建设绿色低碳的途径。

2 关联源分析理论与方法学

2.1 CO₂、SO₂ 和 NO_x 的协同性分析

2.1.1 CO₂ 与大气常规污染物同根

CO₂ 与常规大气污染物主要来源于化石燃料燃烧，即同根。我国 SO₂ 排放量的 90%、NO_x 排放量的 67%、烟尘排放量的 70%、人为源大气汞排放量的 40% 以及 CO₂ 排放量的 70% 都来自于燃煤。而且，化石燃料燃烧导致的黑炭气溶胶既直接造成空气污染，又具有明显的气候效应。CO₂ 与主要大气污染物的同源性，意味着可以通过“化石燃料燃烧”源头的政策措施实现 CO₂ 与常规大气污染物的协同控制，提高煤炭的利用效率，采用清洁煤技术，调整以煤炭为主的能源消费结构，同时实现减缓 CO₂ 排放和减少主要大气污染物。

由于大气污染和温室气体排放同根同源，即主要是由矿物燃料燃烧的排放造成，因而减轻和控制空气污染与减少温室气体排放保护气候在行动上应是一致的（丁一汇，2009）。在当前各地雾霾呈现逐步加重趋势的情况下，控制中国大气污染的同时也将有效减缓气候变化（Zhang Qiang, 2012）。发展中国家面临着更快的收入增长和城镇化率增长，因此协同控制对于人力资源和经济资源更加紧张的发展中国家来说更为重要，通过协同控制可以尽量避免走发达国家曾经走过的弯路，可以同时得到更多的经济效益和政治诉求（Jose A., 2013）。我国在控制单一污染物的同时，亟待发展完善有效控制多种污染物的战略，高效地协同控制温室气体和常规污染物排放成为当前研究的重点问题。

2.1.2 CO₂ 与常规污染物同源

（1）CO₂、SO₂ 和 NO_x 主要来源于同类重点行业。根据第一次全国污染源普查数据，CO₂ 与常规大气污染物主要来源于电力、水泥、钢铁等重点工业排放，SO₂ 和 NO_x 的主要产生部门也是 CO₂ 产生的主要部门。火电行业 SO₂ 排放占工业总排放量的 50.42%，NO_x 排放占工业总排放的 61.71%，CO₂ 排放占工业总排放的 34.17%，水泥行业、钢铁行业 SO₂、NO_x 和 CO₂ 排放比例也相对类似，3 个行业的 SO₂ 排放之和占工业总排放的 73.54%，NO_x 占工业总排放的 85.52%，CO₂ 占工业总排放的 71.12%（表 1）。

表 1 重点行业 SO₂、NO_x 和 CO₂ 分别占工业总排放量比例

行业	SO ₂ 所占比例/%	NO _x 所占比例/%	CO ₂ 所占比例/%
热力电力	50.42	61.71	34.17
非金属矿物	12.71	16.93	17.73
黑色金属	10.41	6.88	19.22
总计	73.54	85.52	71.12

(2) CO_2 、 SO_2 和 NO_x 主要来源于同类排污源。图 1 是利用第一次全国污染源普查数据中 2007 年全国工业源数据, CO_2 、 SO_2 和 NO_x 排放量均占全国前 80% 的 1 347 家企业作图而成, 其中图中横轴为工业源 NO_x 排放量 ($\lg$, 万 t), 纵轴为工业源的 SO_2 排放量 ($\lg$, 万 t), 每个点的直径是由该工业源的 CO_2 排放量决定的, 工业源的 CO_2 排放量越大, 则点的直径越大。通过图 1 可以看出, 我国重点工业源的 SO_2 、 NO_x 和 CO_2 总体上呈正相关关系, 即 SO_2 和 NO_x 排放量越大的企业, 其 CO_2 排放量越大。该图利用我国工业源的具体数据, 验证了 CO_2 排放和常规大气污染物排放之间存在着协同关系。温室气体与主要污染物“同源”的特点表明, 应对气候变化与常规大气污染防治密不可分, 不能厚此薄彼, 必须采取综合、一体化、协同的防治策略, 统筹考虑实现温室气体与主要污染物的协同控制与管理, 走绿色低碳可持续发展道路, 以最优的路径实现建设环境友好型社会的要求。

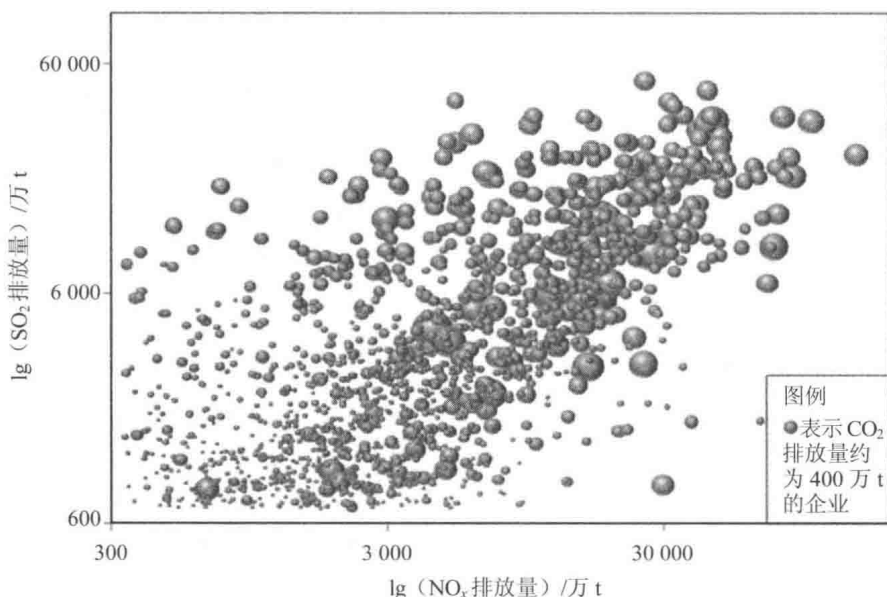


图 1 重点工业源的 CO_2 、 SO_2 和 NO_x 排放关系示意图

(3) 从环境管理的角度分析排污源的重合性。利用第一次全国污染源普查数据, 得到 SO_2 排放重点企业中 CO_2 和 NO_x 排放的百分比。如图 2 所示, 将我国所有工业企业 SO_2 排放量由大到小排序后, 占我国工业 SO_2 排放总量前 80% 的企业, 其 CO_2 排放量占工业 CO_2 排放总量的 76.75%, 其 NO_x 排放总量占工业 NO_x 排放总量的 77.69%; 占我国工业 SO_2 排放总量前 60% 的企业, 其 CO_2 排放量占工业 CO_2 排放总量的 48.75%, 其 NO_x 排放总量占工业 NO_x 排放总量的 58.23%。

同理分析得到, 占我国 NO_x 排放总量 80% 的企业, 其 SO_2 排放量占工业 SO_2 排放总量的 59.00%, CO_2 排放量占工业 CO_2 排放总量的 59.13%; 占我国工业 NO_x 排放总量 60% 的企业, 其 SO_2 排放量占工业 SO_2 排放总量的 45.55%, CO_2 排放量占工业 CO_2 排放总量的 39.53%。

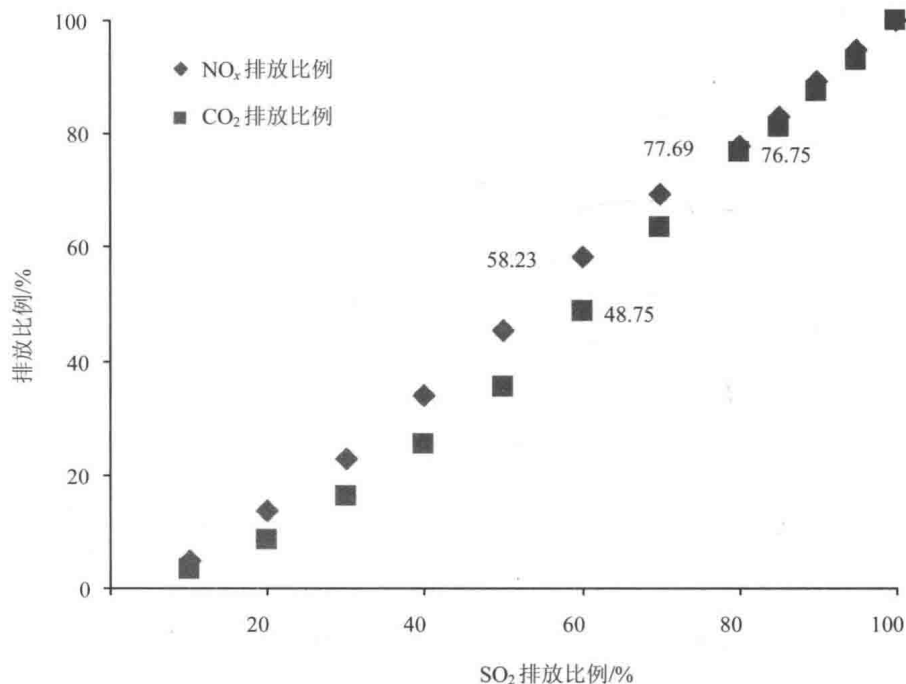


图2 我国不同占比 SO₂ 排放企业分别对应的 CO₂ 和 NO_x 排放比例

占我国工业 CO₂ 排放总量 80% 的企业, 其 SO₂ 排放量占工业 SO₂ 排放总量的 56.75%, 其 NO_x 排放总量占工业 NO_x 排放总量的 68.14%; 占我国工业 CO₂ 排放总量 60% 的企业, 其 SO₂ 排放量占工业 SO₂ 排放总量的 38.97%, 其 NO_x 排放总量占工业 NO_x 排放总量的 47.51%。

通过以上数据可以直接证明 CO₂、SO₂ 和 NO_x 排放的同源性, 证明 SO₂、NO_x 和 CO₂ 重点排放企业间存在大量重合, SO₂、NO_x 和 CO₂ 具有协同控制的基础, 找出其关联源对于协同治理 CO₂、SO₂ 和 NO_x 具有至关重要的作用。

2.2 研究文献综述

2.2.1 协同效应定义

通过对各类有关“协同效应”的文献研究可以看出, 目前国内外对“协同效应”没有明确的界定概念, 每个研究都是根据其研究范围对“协同效应”进行界定。“协同效应”可以翻译为 co-benefits、ancillary benefits、secondary benefits 或 co-control benefits。David Pearce (1992) 在温室气体控制早期就提出了在温室气体控制的同时可以协同减排大气污染物的概念, 文中将温室气体直接减排效果称为主要效果 (primary benefits), 将由此对大气污染物产生的协同减排效果称为次要效果 (secondary benefits)。IPCC (1995) 第二次评估报告中也引用了 secondary benefits 的概念, 指出在进行大气污染控制的过程中同时会减

少温室气体排放,同时维护生物多样性,因此在对污染治理项目进行费用效益分析时不仅要分析项目减排直接效果,同时也要将次要效果考虑其中。

国内目前对协同效益的研究比较少,阚海东(2001)将其称为“附加效应”,是针对某一特定主题而制定的政策所引起的与原主题不直接相关的正面或负面效应,并指出温室气体减排措施的附加效应是削减温室气体(主要是 CO_2)排放政策所带来的与气候改变无关的各种效应,如由于大气环境中传统污染物浓度降低而获得的健康效益。李丽平(2010)认为协同效应应包括两个方面:一方面,在控制温室气体排放的过程中同时减少其他局域污染物排放(如 SO_2)的效应;另一方面,在控制局域污染物的排放及生态建设过程中减少或者吸收 CO_2 等温室气体的效应。

无论国内外对协同效应如何进行定义,其中心思想都如图3所示,常规大气污染物作为局地污染物,温室气体作为全球性影响因素,是全世界共同关心的问题,其中温室气体和常规大气污染物的协同减排既符合国内社会发展和环境保护需求,又符合全球发展趋势,既能有效保护环境和生态安全,进而有利于人体健康和社会发展,同时又能降低污染治理和温室气体控制的费用,能够达到“双赢”的效果。

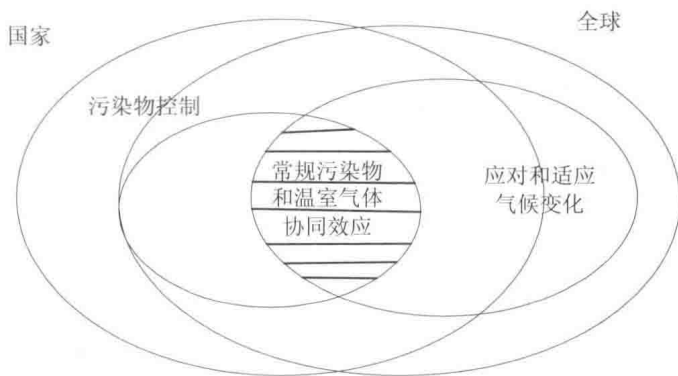


图3 温室气体和常规污染物的协同减排关系

2.2.2 协同效应研究类型

温室气体和常规污染物的协同效应研究在目前的文献中主要分为3种类型:①在减排温室气体的过程中对大气常规污染物的协同影响,这一类多集中于发达国家,发达国家治理常规污染物的时间较长,产业结构相对完善,产业技术和污染治理技术相对进步,常规污染物减排潜力较小,目前这些国家正在致力于减排温室气体,因此温室气体减排额外性对其政策制定和选择具有重要意义;②在减排常规污染物的过程中对温室气体减排的协同效应,这一类多集中于发达国家早期或发展中国家,由于这些国家经济发展尚不发达,常规污染物的治理水平相对较低,局地的空气质量和人体健康是关注的焦点,因此控制常规污染物仍是重中之重,但是由于面临国际减排温室气体的巨大压力,因此分析减排常规污染物的过程中对温室气体的协同减排效应是这些国家最为关心的问题;③研究分析了控制常规污染物和温室气体排放过程中对健康、社会福利、经济发展等的协同影响。但目前这两种类型协同效应研究之间没有明确的界定范围,因为某些政策措施制定的初衷仅仅是为

了提高工作效率,节约生产成本,但却对温室气体和常规污染物起到了协同减排作用。

在分析大气污染控制过程对 CO_2 的协同减排效果时主要采用 3 种方法:①费用效益分析法;②CGE、MARKLE 等模型分析方法;③其他方法。

(1) CO_2 减排过程中对大气污染物的协同效应。在研究 CO_2 减排过程中对大气污染物的协同效应时,各类文献集中分析现有政策的协同效应并预测未来政策的协同减排效应,其中欧美等国家多集中于对未来不同政策情景下的预测研究,而我国更多是对已有政策进行分析。

Rypdal Kristin (2007) 利用 CGE 模型预测了后京都时代气候变化政策对北欧地区空气质量的影响,通过分析如何确定控制总量、排放交易体系、碳税等对 2012 年后 CO_2 排放、空气质量、削减成本、福利、地区环境和人类在颗粒物下暴露度的影响,研究发现严格的温室气体控制目标在削减 CO_2 排放的同时,还会削减 SO_2 排放量,有利于生态系统和人类健康。M. L. Williams (2007) 预测了中长期温室气体控制政策对大气污染物的协同减排影响,其中以伦敦为例分析能源和交通技术对环境质量的影响,如果英国在 2050 年碳排放比 1990 年降低 60% 的情况下,在一定假设条件下,2050 年伦敦路边和城市背景站的 NO_x 年平均浓度将分别降低 55% 和 70%。D. P. van Vuuren (2006) 利用 TIMER、FAIR、RAINS 等模型分析了欧洲在京都议定书实施过程中对 CO_2 和大气污染物(SO_2 、 NO_x 、VOC 和颗粒物)的协同减排效果,在设定 3 种 CO_2 减排情景下,欧洲的 CO_2 排放减少 4%~7%, SO_2 将比没有实施京都议定书降低 5%~14%。通过京都议定书可以协同减少大气污染治理费用 25 亿~70 亿欧元,约占气候变化政策总体投资费用(40 亿~120 亿欧元)的一半。

Kristin Aunan (2004) 分析了我国山西省为了削减 CO_2 的煤炭消费政策对 SO_2 和 PM_{10} 的协同削减作用,进而研究该政策对人体健康和社会经济的影响,通过定量的费用效益分析方法获取 CO_2 削减政策的最优选择,其中 SO_2 和 PM_{10} 对人体健康的影响都采用国内外研究的环境污染程度与人体健康的剂量反应关系,部分损害费用采用支付意愿法(WTP)获取。Chen Changhong (2006) 利用 MARKAL 模型分析了上海市在利用能源政策削减 CO_2 的同时,对 SO_2 和 PM_{10} 的协同减排作用,上海案例研究结果显示,未来上海市能源消费总量将持续增长。实施能源结构调整及煤炭消费总量控制后,终端能源消费在各部门间的比重将发生显著变化,工业所占比重将大幅降低。到 2020 年,煤炭在一次能源消费构成中的比例也将降低至 45% 左右。通过能源环境政策的实施, SO_2 、 PM_{10} 等大气污染物的排放量与同期基础情景相比将显著降低,同时还可获得明显减缓 CO_2 排放增长速度的附加效应。2020 年,在能源政策情景下, SO_2 、 PM_{10} 及 CO_2 排放量将分别下降至 45 万 t、16 万 t 和 1.7 亿 t 左右,与同期基准情景相比,将分别减少 53%、35% 和 26%。

在进行宏观政策,尤其是经济政策的研究中利用 CGE 模型进行模拟分析是最常见的研究方法。其他还有很多类似的研究,也多是采用 CGE 方法进行分析,也有一些研究将多种方法相结合,例如利用 HEAT 和 GAINS 模型方法进行分析。

(2) 大气污染物控制过程中对 CO_2 协同效应。David Pearce (1992) 在温室气体控制早期就提出了在温室气体控制的同时可以协同减排大气污染物的概念,通过费用消费分析方法,研究得到 CO_2 控制过程中对大气污染物的协同减排效益是其直接减排 CO_2 效益的 10~20 倍的结论。