

美国和欧盟细颗粒物 污染控制对策与经验

王军玲 潘涛 / 主编

PM

2.5

COUNTERMEASURES AND EXPERIENCES OF
PM_{2.5} POLLUTION CONTROL IN
THE UNITED STATES AND EUROPEAN UNION

美国和欧盟细颗粒物污染控制 对策与经验

王军玲 潘 涛 主 编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (C I P) 数据

美国和欧盟细颗粒物污染控制对策与经验/王军玲, 潘涛主编. —北京: 中国环境出版社, 2018.1
ISBN 978-7-5111-2477-7

I. ①美… II. ①王… ②潘… III. ①粒状污染物—污染防治—研究—美国②欧洲国家联盟—粒状污染物—污染防治—研究 IV. ①X513

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第170456号

出 版 人 王新程
责任编辑 陈雪云
责任校对 尹 芳
封面设计 彭 杉

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)
010-67112735 (第一分社)
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 2018年1月第1版
印 次 2018年1月第1次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 8.125
字 数 180千字
定 价 35.00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, 请寄回本社更换。

本书编委会

编写单位：北京市环境保护科学研究院

主 编：王军玲 潘 涛

主要编写人：王军玲 韩玉花 闫 静 朱 晓 潘 涛

黄玉虎 樊守彬 张增杰 邵 霞 罗志云

薛亦峰 聂 磊 张 双 瞿艳芝 刘桐坤

周 玉 其其格

目 录

第一章 背景及必要性.....	1
1.1 背景	1
1.2 必要性	1
1.3 资料来源	2
第二章 国外细颗粒物污染防治总体情况	3
2.1 PM _{2.5} 污染防治	3
2.2 固定源污染防治	3
2.3 移动源污染防治	4
2.4 扬尘源污染防治	5
第三章 国外细颗粒物污染防治宏观策略	6
3.1 美国	6
3.1.1 实施控制颗粒物污染的国家计划	8
3.1.2 典型州的细颗粒物污染控制	11
3.1.3 典型城市或空气质量管理区的污染控制	15
3.2 欧盟	18
3.2.1 欧盟层面的 PM _{2.5} 防治策略	19
3.2.2 欧盟成员国的污染控制政策	25
3.2.3 大型城市或地区的污染控制措施	28
3.3 小结	31

第四章 国外固定源污染防治对策	33
4.1 美国	33
4.1.1 控制策略	33
4.1.2 控制措施及排放水平	41
4.2 欧盟	68
4.2.1 控制策略	69
4.2.2 控制措施及排放水平	72
附录 I: 对储油库储存装置的要求	81
第五章 国外移动源污染防治对策	84
5.1 美国	84
5.1.1 立法体系	84
5.1.2 机动车排放标准体系	84
5.1.3 I/M 制度	87
5.1.4 清洁燃料制度	88
5.1.5 清洁燃料车制度	89
5.1.6 汽车税费制度	90
5.1.7 新型发动机补贴计划	91
5.1.8 促进老旧车淘汰计划	91
5.1.9 南海岸地区的交通管理及其他	92
5.1.10 非道路机械排放控制	93
5.2 欧盟	95
5.2.1 新车排放标准及油品标准	95
5.2.2 I/M 制度	95
5.2.3 “绿色”汽车欧洲战略	96
5.2.4 汽车税的绿色化改革	98
5.2.5 老旧车淘汰政策	101
5.2.6 交通管理措施	102
5.2.7 非道路机械排放控制	104
第六章 国外扬尘污染防治对策	105
6.1 美国	105

6.1.1	加州南海岸扬尘污染控制法规	105
6.1.2	纽约扬尘污染控制对策	112
6.1.3	扬尘排污收费和民事处罚	112
6.1.4	州和联邦的颗粒物削减措施	114
6.2	欧盟	116
6.2.1	英国伦敦扬尘污染控制对策	116
6.2.2	德国扬尘污染控制对策	120
参考文献		121

第一章 背景及必要性

1.1 背景

近年来,我国大气污染形势严峻,以可吸入颗粒物(PM_{10})、细颗粒物($PM_{2.5}$)、臭氧为特征污染物的区域性大气环境问题日益突出。主要体现在以下几个方面:一是京津冀为主的区域污染问题突出。根据2014年环保部发布的74个重点城市空气质量状况,京津冀区域13个地级以上城市中,有11个城市排在污染最重的前20位,其中有8个城市排在前10位,区域内 $PM_{2.5}$ 年均浓度平均超标1.6倍以上。二是复合型污染特征突出。传统的煤烟型污染、汽车尾气污染与二次污染相互叠加,部分城市不仅 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 超标,臭氧(O_3)污染也日益凸显。三是重污染天气尚未得到有效遏制。2014年全国共发生两次(2月和10月)持续时间长、污染程度重的大范围重污染天气过程,重污染天气频发势头没有根本改善。随着我国工业化、城镇化的深入推进,能源资源消耗持续增加,大气污染防治压力继续加大。

环境空气中 O_3 是由于氮氧化物(NO_x)和挥发性有机物(VOCs)在阳光作用下形成的, O_3 的大量生成使空气的氧化性大大提高, NO_x 和二氧化硫(SO_2)会在氧化环境中转化为硝酸盐和硫酸盐细粒子,从而加重细粒子污染。严重的 $PM_{2.5}$ 污染会影响人体健康,引起雾霾,造成能见度下降,2012年2月,环保部下发了《关于实施〈环境空气质量标准〉(GB 3095—2012)的通知》(环发[2012]11号),新标准在加严 SO_2 和 NO_2 标准限值的同时,首次提出 $PM_{2.5}$ 年平均和24小时平均浓度限值要求。2013年9月国务院发布了《大气污染防治行动计划》,要求到2017年,全国地级及以上城市 PM_{10} 浓度比2012年下降10%以上,京津冀、长三角、珠三角等区域2017年 $PM_{2.5}$ 浓度分别比2012年下降25%、20%、15%以上。

1.2 必要性

从国外来看,发达国家对 $PM_{2.5}$ 的研究起步较早,美国于1997年率先发布了 $PM_{2.5}$ 的环境质量标准,欧盟于2008年发布《清洁空气指令》,明确了 $PM_{2.5}$ 的环境浓度限值、暴露浓度限值和削减目标值等相关指标。另外加拿大、澳大利亚、日本等国家也陆续

将 $\text{PM}_{2.5}$ 作为大气环境监管指标。从国外大城市污染防治历程来看, $\text{PM}_{2.5}$ 污染治理是多种污染物协同治理的过程, 也是一个长期的、世界性的难题, 而许多城市和地区在 $\text{PM}_{2.5}$ 污染防治方面取得了明显成效, 积累了一定经验。

因此, 针对 $\text{PM}_{2.5}$ 和 O_3 污染问题和环境空气质量改善的迫切要求, 收集整理了美国和欧盟典型城市或地区的 $\text{PM}_{2.5}$ 及其前体物的污染治理经验, 为深入和有效开展 $\text{PM}_{2.5}$ 污染防治工作提供参考和借鉴。

1.3 资料来源

本书重点介绍发达国家针对 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 NO_x 、 SO_2 和 VOCs 的先进防治技术及成功经验, 主要是通过查阅相关资料、文献, 同时咨询美国及欧盟的相关专家, 重点对美国和欧盟控制 $\text{PM}_{2.5}$ 及前体物污染制定的法规标准、政策、规划及具体采取的措施和技术, 以及相关的能源和产业政策等进行了广泛的调研。资料的具体来源主要包括: (1) 美国联邦、典型州以及相关地方的政府、环保部门和能源部门; (2) 欧盟委员会、欧盟环保局、欧盟工业污染控制局, 英国和德国环境部、伦敦市政府等网站; (3) 国内外公开发表的文献和相关研究成果; (4) 美国联邦、美国加州、意大利环保专家咨询。

第二章 国外细颗粒物污染防治总体情况

2.1 $\text{PM}_{2.5}$ 污染防治

美国的污染防治体系由联邦—州—地方三个层面组成，美国环保局为帮助各地实现颗粒物达标，同时解决跨区域污染问题，先后实施了针对固定源二氧化硫、氮氧化物的排放交易项目和针对移动源的多个清洁油品和清洁柴油发动机项目。加州和纽约州是美国 $\text{PM}_{2.5}$ 不达标州的代表，其中加州的州实施计划主要针对移动源，另外加州出台了针对颗粒物削减的 SB656 法案，要求各管理区根据其中的具体措施削减颗粒物排放；纽约州的州实施计划除要求各类污染源实施合理可行的控制技术或措施外，还针对颗粒物、硫化物、氮氧化物和挥发性有机物提出具体的控制措施。在地方层面，加州南海岸空气质量管理区和纽约市具有典型性，南海岸空气质量管理区主要通过实施空气质量管理计划来实现对 $\text{PM}_{2.5}$ 和 VOCs 污染的控制。纽约市则在城市规划中提出了具体的 $\text{PM}_{2.5}$ 防治策略。

欧盟为改善整个区域的环境空气质量，主要是发布了多部战略性指导文件以及一系列大气污染控制相关的法规和指令，同时加强跨区域污染控制。为满足欧盟的排放限值要求，英国的国家计划实施了涉及工业、交通、气候变化、能源以及可持续发展等领域的一系列措施；德国实施的国家计划涵盖了固定源、交通源、有机溶剂和农业源等排放源的控制措施；意大利的国家计划主要从能源生产、加工和燃料使用领域、道路交通领域、溶剂使用和农业氨排放等方面进行控制。伦敦是欧盟城市大气污染治理的代表，伦敦市长定期发布《大气质量战略》，近年来以治理机动车污染为主。波河流域是意大利重要的工业区，目前仍然面临较为严重的空气污染问题，2012 年意大利环境部部长发布实施了针对波河流域的国家计划，以减少该流域的 PM_{10} 和 NO_2 排放。

2.2 固定源污染防治

美国针对固定源的控制策略包括运行许可制度、基于最佳可行技术的排放标准体系、大力发展清洁能源、推广节能措施、未达标地区的新源审查制度、实施污染物排放交易、推行多项经济激励措施等。通过实施各种计划、标准、制度，辅以灵活的经济措施，美国的能源结构和工业结构逐步趋于清洁化。

美国针对燃烧源的具体控制措施，最重要的是要求所有新建源应采用最佳可行控制技术（BACT）。以控制要求最为严格的加州南海岸空气管理区为例，对燃油燃气内燃机，燃气汽轮机，小型工业、商业、机关锅炉和加热设备，家用小型燃气供暖设备，餐馆燃烧设施，商业碳烤设施和未列入区域清洁空气激励市场项目 RECLAIM（the Regional Clean Air Incentives Market）计划的烤箱、烘干机、窑炉等固定排放源均有明确的要求；燃烧源的 BACT 技术主要有低氮燃烧技术、袋式除尘技术等；同时，制定天然气燃料规范，提高天然气的品质。水泥行业的最佳可行控制技术包括采用新型干法预分解窑技术、节能粉磨技术、原燃料预均化技术等源头控制措施和袋式除尘器、湿法脱硫及选择性非催化还原（SNCR）和选择性催化还原（SCR）脱硝等排放控制技术。石化行业采用的排气污染控制技术包括催化裂化装置的催化原料预加氢技术、催化烟气脱硫技术、添加硫转移剂技术，酸性气体回收的酸性气制硫黄技术和酸性气制硫酸技术，工艺加热炉环节的脱硫炼厂气代替燃料油及低氮燃烧技术。美国环保局（EPA）对 VOCs 的排放控制策略主要是建立了部分消费类和商业产品的 VOCs 含量限值以及排放限值，重点控制涂料、印刷、农业杀虫剂等行业。南海岸地区除对上述行业和产品提出更严格的限值之外，还对石化行业提出严格的控制要求。VOCs 的污染控制主要包括改进工艺技术、原材料替代、更换设备和防止泄漏等以预防为主的控制措施和燃烧法、吸收（洗涤）法、冷凝法、吸附法以及生物法等以末端治理为主的治理措施。针对农业氨排放，主要控制绿色垃圾堆肥和畜禽废物的排放，采用最佳管理措施和许可证等手段进行控制。

欧盟的固定源污染控制主要是实施污染预防与控制指令（IPPC 指令），建立协调一致的、一体化的工业污染防治系统。指令要求成员国建立并实施制定排放限值，推广基于最佳可行技术（BAT）的许可制度；欧盟依据 IPPC 制定了一些行业的最佳可行技术参考文件，要求企业优先达到文件规定的排放限值，以此作为发放排污许可证的依据，同时也要满足欧盟其他相关指令的最低要求；针对 VOCs 污染源，欧盟借鉴美国的经验，针对不同的 VOCs 污染源制定了通用污染控制指令和行业指令，明确了 VOCs 的排放限值和控制技术。此外，欧盟还实施各种计划提高能源利用效率，加强能源规划和节能管理以及多项经济措施，改善欧盟各国的环境空气质量。

2.3 移动源污染防治

美国依靠联邦法律和各州提议补充的法规来防治机动车尾气排放污染，近些年联邦政府注重和汽车生产厂商合作开发机动车和燃油方面的新技术，推动了机动车污染排放控制水平的进一步提升。美国机动车污染控制法规多是针对机动车生产厂商或燃油加工者，针对购车者的较少。

美国及各地区的机动车污染控制策略主要包括：一是建立完善的机动车排放标准体系以及重型柴油发动机的标准，地方可根据管理需要加严地方机动车排放标准；二

是建立清洁燃料和清洁燃料车制度，强调改进汽油配方，鼓励发展清洁燃料和汽车，要求车队所有者和联邦政府车队必须分期使其车队中的清洁燃料车达到规定的比例；三是进一步执行 I/M 制度，各州根据其空气质量状况执行不同级别的 I/M 制度，并根据本州实际情况制订详细的 I/M 计划，如果没有按规定实施 I/M 制度，会受到暂停对该地区的公路建设投资、城市污水处理项目投资，强制新建或改建的固定污染源进一步降低排污量等一系列制裁；四是完善的汽车税费制度，汽车税费是美国环境税费的一种，根据《清洁空气法》(CAA) 的规定，机动车作为排放源也应征收每种污染物不少于 25 美元/t 的税费，对未按规定缴纳的，其应支付该费用 50% 的罚金；五是对更清洁的发动机提供补贴，加州的卡尔·莫耶 (Carl Moyer Memorial) 项目为开发和更换优于排放标准要求的发动机等设备从而导致成本增加提供资金支持；六是加大老旧车的淘汰力度，在一些联邦环保项目中使用市场的手段，并鼓励联邦、州和地方不同层级使用这种手段来减少汽车排放量，另外各地方（如加州南海岸地区）还通过加强交通管理来减少机动车行驶里程，以减少机动车污染。而对非道路机械排放的控制，主要通过逐步加严排放标准和应用清洁燃料等手段实现。

欧盟机动车污染控制策略很多与美国相似，如严格的新车排放标准及油品标准、I/M 制度等。另外，欧盟也鼓励发展清洁机动车，提出“绿色汽车行动计划”，鼓励研发清洁能源汽车，并通过减少税费、提供补贴等经济激励措施鼓励消费者购买清洁能源汽车，同时也采取多项经济措施，鼓励老旧车淘汰。此外，欧盟的很多大城市还实行了多项交通管理措施，如对高排放车辆实施限行措施、限制区域收费等，成功的案例有英国伦敦低排放区、意大利米兰生态通行证。

2.4 扬尘源污染防治

美国的扬尘污染控制职责属于地方，但联邦和州的一些法规要求也适用于扬尘污染控制。加州南海岸空气质量管理区的扬尘污染控制法规体系最具代表性，《法规 403 扬尘源》、《法规 403 执行手册》和针对铺装道路、未铺装道路及畜牧业、农业操作过程的单项扬尘源法规构成了南海岸地区控制扬尘污染的完整法规体系，提出了扬尘不透光率、上下风向 PM_{10} 浓度差限值、材料和运输车辆箱顶的距离等许多量化的控制指标和考核手段。另外，加州和美国环保局根据各地控制实践制定了颗粒物控制措施清单，列出了多项扬尘控制措施，帮助各地区削减颗粒物排放。

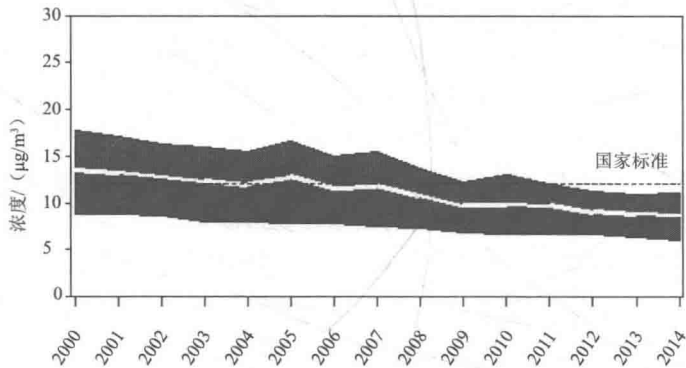
在欧盟地区，伦敦实施的施工扬尘控制和德国的物料转运过程中扬尘控制规定具有一定的代表性。伦敦制定实施了《施工工地和建筑拆除过程的扬尘排放控制——最佳操作指导手册》用于减少施工活动的扬尘排放，具体包括工地风险评估、不同风险工地削减措施、扬尘控制措施指南、工地扬尘监测要求等。德国制定的《工厂内固体物质在各环节防止尘排放的措施》主要针对装载或卸载、传送或运输等过程提出了控制措施指南。

第三章 国外细颗粒物污染防治宏观策略

3.1 美国

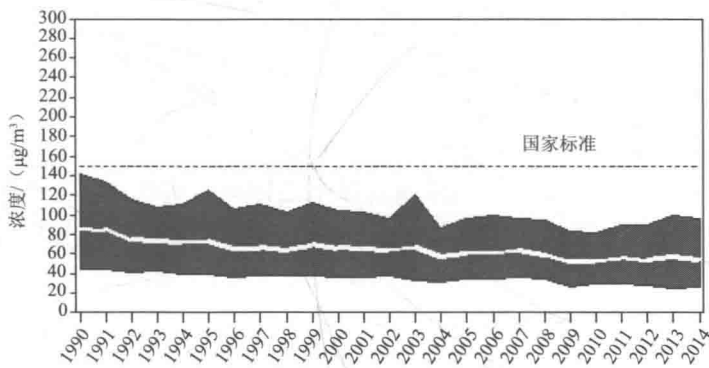
根据 1970 年颁布的《清洁空气法》的要求，1971 年美国环保局制定了六种污染物（CO、Pb、NO₂、O₃、PM、SO₂）的国家空气质量标准（NAAQS），并于此后每五年审查一次。自 1997 年开始，NAAQS 对 PM_{2.5} 的空气质量标准提出了具体限值要求，即年均值为 15μg/m³，日均值为 65μg/m³；2006 年，PM_{2.5} 空气质量标准进一步加严，将日均值修订为 35μg/m³。

为实现 PM_{2.5} 达标，联邦政府和环保局加严了污染物排放标准、实施了一系列的国家项目、编制了相关的技术指南和控制技术库，针对不达标的州和地区制订实施了相应的实施计划和相关法规，全美和不达标地区均实现了 PM_{2.5} 及其前体物排放量的明显下降，环境质量进一步得到改善。根据美国环保局 2011 年发布的环境空气质量发展趋势报告，近 20 年来，全美范围内颗粒物的平均浓度呈下降趋势，2014 年美国 PM₁₀ 的年均值比 1990 年下降了 36%，比 2000 年下降了 30%。1999 年开始在全美范围内监测 PM_{2.5}，截至 2014 年底，PM_{2.5} 年均值比 2000 年下降了 35%；从排放量来看，PM_{2.5} 及其前体物的排放总量下降趋势更加明显，具体见图 3-1 ~ 图 3-3 和表 3-1。



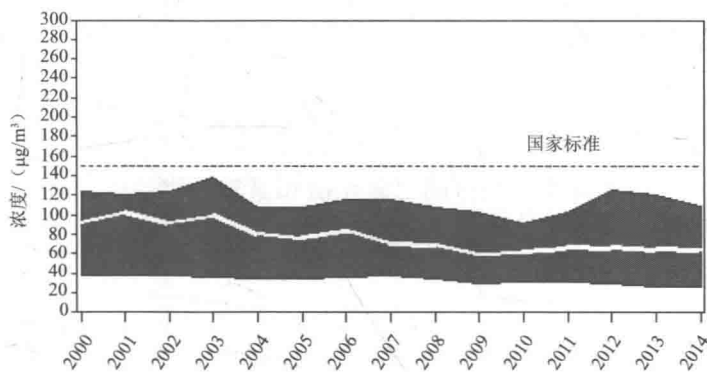
注：数据来自全国 505 个监测站点，为季节性加权的年均值。2000—2014 年，全国平均下降了 35%。

图 3-1 2000—2014 年间 PM_{2.5} 的变化趋势



注：数据来自全国 193 个监测站点，为每年第二高的 24 小时均值平均。1990—2014 年，全国平均下降了 36%。

图 3-2 1990—2014 年间 PM₁₀ 的变化趋势



注：数据来自全国 415 个监测站点，为每年第二高的 24 小时均值的平均。2000—2014 年，全国平均下降了 30%。

图 3-3 2000—2014 年间 PM₁₀ 的变化趋势

表 3-1 美国大气污染物排放量减少情况统计 单位：%

污染物种类	1980—2010 年	1990—2010 年	2000—2010 年
NO _x	-52	-48	-41
VOCs	-63	-52	-35
直接排放的 PM ₁₀	-83	-67	-50
直接排放的 PM _{2.5}	—	-55	-55
SO ₂	-69	-65	-50

注：1.—表示趋势数据不可用；2. 80 年代年直接排放的 PM₁₀ 的比较数据是从 1985 年开始的；3. 负数表示排放减少。

3.1.1 实施控制颗粒物污染的国家计划

根据《清洁空气法》及其修正案的规定，美国环保局的主要职责包括：制定国家环境空气质量标准（NAAQS），并根据 NAAQS 划分达标区或非达标区；建立全国范围的污染源排放清单；制定相关控制措施确保不达标地区实现达标；制定法规或规范管理州际间污染物传输；审批州实施计划；对地方政府不能有效管控的污染源实施监管，如部分大型火电厂、新建工业污染源以及飞机、火车、船舶等移动污染源；制定、修订相关法规或导则并审批地方法规。

为减轻 $\text{PM}_{2.5}$ 污染，美国环保局重点是监督和指导各地制定实施州实施计划，同时制定相关法规和执行计划，促进各地实现达标，国家实施的具体污染源的排放控制标准和政策将在后续章节详细介绍。本节重点介绍美国环保局为帮助各地区减少颗粒物污染实施的一些典型项目。

3.1.1.1 固定源控制相关项目

（1）美国东部地区的“清洁空气跨州法规”

清洁空气跨州法规（简称“CAIR”）是由美国环保局于 2005 年发布，2009 年正式实施。该规则旨在大幅削减东部地区的二氧化硫和氮氧化物的排放量，以帮助受其显著影响的下风向地区实现臭氧或 $\text{PM}_{2.5}$ 的达标。

CAIR 覆盖了美国东部 27 个州和哥伦比亚特区（District of Columbia），共计 450 个郡县。为实现 $\text{PM}_{2.5}$ 达标，其中 23 个州和哥伦比亚特区必须同时削减二氧化硫和氮氧化物的年排放量，EPA 为此给出了相关州或地区的年度排放量预算。为实现 8 小时臭氧达标，EPA 也为 25 个州和哥伦比亚特区确定了季度氮氧化物排放预算。控制对象主要是各州的发电设施，具体减排量通过发电机组预期减排量确定，CAIR 规定各州也可以通过控制其他排放源达到相应的减排目标。

CAIR 主要是借鉴酸雨计划的成功经验，即通过二氧化硫和氮氧化物总量控制限额交易系统实现污染物削减，该交易系统由 EPA 负责实施和管理，各州可以根据美国 EPA 确定的交易规则制定本州的交易细则。各州通过要求州内发电厂参加至少一个由 EPA 管理的州际总量控制交易项目以及其他自行选择的减排措施以达到州的排放预算。

CAIR 还明确了各污染源排放配额的确定方法和减排途径，其中二氧化硫的排放限额依据酸雨计划的方法分配给各排放源；氮氧化物则是由 EPA 先确定各州的排放限额，各州再将 EPA 分配的氮氧化物排放限额进一步细分给州内的排放源；排放源可以通过安装污染控制装置、更换燃料或者从其他排放源购买等方式达到排放配额要求。

从实施效果来看，CAIR 通过强制性的排放总量限额、严格的排放监测和报告要求以及发生违规时的严格惩处机制，确保了减排目标的实现，同时 CAIR 规则的实施取得了区域控制和地方控制之间的平衡，而非消灭所有的跨州污染物传输。CAIR 规则下的总量控制限额交易基本流程见表 3-2。

表 3-2 CAIR 规则下的总量控制限额交易基本流程

序号	基本流程	说明
1	确定空气污染物排放总量	总量的水平（level）和时间控制（timing）决定了项目运行的成本
2	分配总量（cap）	总量等于排放限额（allowances）的总和，每一单位限额代表一定单位的排放量（如 1 吨）
3	排放源选择合规方式	安装控污装置，更换燃料品种，买、卖、储存限额（allowances）
4	排放源连续监测和报告排放量	
5	违规时的自动处罚	如果排放源超限额排放，就必须同时： ①交出足够冲抵超额排放量的额度； ②在下一合规期间的总排放限额中扣减相当于超额排放量 3 倍的排放额度

(2) 跨州空气污染规则

2011 年 7 月，美国 EPA 根据法院对 CAIR 的裁定结果，制定颁布了跨州空气污染规则（Cross-state Air Pollution Rule, CSAPR），此规则原定于 2012 年 1 月 1 日起实施，取代 2005 年制定的 CAIR。2011 年 12 月 30 日，美国哥伦比亚特区上诉法院裁定 CSAPR 暂停实施，继续等待司法审查，CAIR 仍继续实施。

CSAPR 将限制美国东部 28 个州二氧化硫和氮氧化物的排放，使这些地区达到或保持环境空气质量标准。与 CAIR 相比，CSAPR 的交易规则和涵盖的区域范围有所不同，并实施了更严格的排放配额。首先将 CAIR 系统中的二氧化硫年度交易计划细化为“二氧化硫控制一类地区交易计划”和“二氧化硫控制二类地区交易计划”两套相互独立的交易计划，自 2014 年起，“二氧化硫控制一类地区”将实施更严格的减排措施。同时 CSAPR 制定了更严格的总量控制目标，要求到 2014 年使电力部门的二氧化硫和氮氧化物排放量在 2005 年的基础上分别削减 73% 和 54%。

(3) 清洁空气能见度法规

1999 年 7 月美国环保局发布了区域霾法规（Regional Haze Rule），即清洁空气能见度法规，2005 年 6 月进行了最新一次修订。该法规主要是解决各区域因灰霾造成的能见度降低问题，特别是要提高全国 156 个强制性一类区，即国家公园和荒野地区的能见度。控制的污染物包括细颗粒物(PM_{2.5})以及有助于 PM_{2.5} 形成的氮氧化物、硫氧化物、某些挥发性有机物和氨，并设定了各州的阶段性目标。在后续的修订过程中，该法规要求 1962—1977 年投产的用于公用事业或工业的锅炉、大型纸浆厂、精炼厂、冶炼厂等 26 个类别的生产设施应采用最佳改造技术，并给出最佳改造技术指南，而这些设施以前几乎不受联邦污染控制法规的限制。法规还要求各州于 2007 年底前提交相应的实施计划，需要包含强制执行的措施和策略，并确定实施改造的设施及其相应的排放限值。另外法规还规定要加强区域合作，共同应对能见度和灰霾问题，为此，在全国范围内建立了五个区域规划组织（RPOs），具体负责相应区域内的控制技术评估，制定区域发

展战略,美国环保局每年召集区域规划组织召开国家工作组会议。

(4) 酸雨计划

1990年《清洁空气法》修正案,提出了实施“酸雨计划”,即在全国范围内利用排污交易机制削减二氧化硫排放。这是世界上首个为控制大气污染而建立的大规模总量控制与交易计划。酸雨计划的目标是到2010年大型火电厂污染物的排放量控制到890万t,比1980年减少50%。

首先该制度建立了排放源初始配额分配机制,根据各污染源的历史排放量、燃料消耗量和《清洁空气法》规定的计算公式,为每个排放源分配了一个固定且可交易的排放配额;每个机组或排放源都有明确的排放配额和将来需达到的减排目标。酸雨计划提供了灵活的减排机制,允许企业选择不同的技术路线达到减排目标,如使用低硫煤、更换清洁能源或安装烟气脱硫设施等,选取经济最优的方法来满足排放总量控制要求。“酸雨计划”预留了一部分排放配额,用于补贴那些在确定达标要求之前就已经采取了节能措施或采用可再生能源的排放源。美国环保局每年对拥有配额的电厂进行排放情况评估,发电厂的所有人或运营人必须确认该厂全年的二氧化硫排放量,如排放量超过配额,运营商必须就超额度按照每吨2000美元的标准向美国环保局缴纳罚款(2008年的罚款数额为3337美元),而且还需要在下一年度偿还本年的配额差额的两倍配额。

酸雨计划分为两个阶段,分别于1995年1月和2000年1月开始实施,并成功达到了计划目标。1999年,二氧化硫超额减排至1100万t。从第二阶段开始,将使用清洁能源的电厂也纳入酸雨计划中,实现了二氧化硫的进一步大幅度削减。2007年,二氧化硫排放量首次低于酸雨计划既定目标,比2010年的官方期限提前了3年。总体来看,美国SO₂排放量从1990年的2094万t减少到了2010年的720万t,其中火电厂SO₂排放量从1443万t减少到467万t,减排近70%,而减排成本比预期减少了一半以上。

(5) 东部地区的氮氧化物预算交易项目

1998年9月美国环保局发布了《氮氧化物州实施计划要求》(即NO_x SIP Call),指出由臭氧传输委员会管理的东部地区的12个州和哥伦比亚特区对出于其下风向的州的臭氧超标问题负有部分责任;确定了1999—2003年间臭氧季节氮氧化物排放量削减超过50%的控制目标,美国环保局根据削减目标确定了氮氧化物排放预算并分配给相关各州;各州可根据自身情况来调配预算,要求各州将所有额定功率不低于15MW的工业锅炉和电厂锅炉纳入区域性污染物排放交易计划中。2002—2003年,美国环保局对上述计划进行了补充完善,开始实施基于NO_x SIP Call的氮氧化物预算交易计划(NO_x Budget Trading Program)并将覆盖范围扩大到了21个州,而且提出了2008年夏季氮氧化物排放量在1990年基础上减排70%的目标。2009年该计划被《清洁空气跨州法规(CAIP)》的“氮氧化物臭氧季节计划”所取代。