

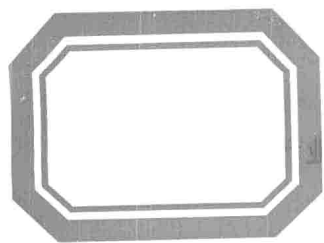
· 环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书 ·

我国典型行业 非二氧化碳类温室气体 减排技术及对策

TECHNOLOGIES AND POLICY RECOMMENDATIONS FOR
EMISSION REDUCTION OF NON-CO₂
GREENHOUSE GAS FROM TYPICAL INDUSTRIES IN CHINA

杨礼荣 竹 涛 高庆先 编著

中国环境出版社



科研专项经费项目系列丛书

我国典型行业非二氧化碳类 温室气体减排技术及对策

杨礼荣 竹 涛 高庆先 编著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

我国典型行业非二氧化碳类温室气体减排技术及对策/
杨礼荣等编著. —北京: 中国环境出版社, 2013.12
ISBN 978-7-5111-1710-6

I. ①我… II. ①杨… III. ①有害气体—大气扩
散—污染防治—研究—中国 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 312963 号

出 版 人 王新程
责任编辑 邵 葵
责任校对 尹 芳
封面设计 宋 瑞

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 (环评与监察图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷	北京中献拓方科技发展有限公司
经 销	各地新华书店
版 次	2014 年 4 月第 1 版
印 次	2014 年 4 月第 1 次印刷
开 本	787×1092 1/16
印 张	17.25
字 数	420 千字
定 价	60.00 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

《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书》

编委会成员名单

顾 问：吴晓青

组 长：熊跃辉

副组长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

编写组主要成员

(按姓氏笔画排序)

马占云 王长明 王 宁 刘 侃 竹 涛 李奕杰
杨礼荣 林 慧 周 昊 高庆先 徐志强 崔永丽

“十一五”环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

序 言

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。五年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制修订工作，初步建成以重点行业污染防治技术政策、技术指南和工程技术规范为主要内容的国家环境技术管理体系。环境科技

为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目 234 项，涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要研究成果，提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案，形成一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2011 年 10 月

前 言

以变暖为显著特征的全球气候变化已成为不争事实，并引起社会广泛关注。气候变化给自然生态系统和人类经济社会系统带来巨大影响，是人类面临的重大、严峻的环境问题之一，关系到人类生存和未来发展。气候变化最直接的威胁就是气候规律发生改变，台风、强降水、高温干旱、低温冷寒、强对流等灾害天气现象发生的频次和强度、季节和持续时间、地点和范围都超出了以往的观测记录。

气候变化成为全人类面临的共同挑战，各个国家和地区在应对气候变化方面具有重大的共同利益，肩负着重大的共同责任。发达国家自工业革命以来向大气中排放了大量温室气体，其人均能源消费和温室气体排放强度居高不下，对控制和减缓温室气体排放负有不可推卸的责任。广大发展中国家由于发展阶段滞后、发展能力低下、应对极端气候事件能力较弱，更应当在确保其社会发展的前提下关注气候变化问题。我国是世界上最大的发展中国家，也是一个气候条件复杂、生态环境脆弱、自然灾害频发、易受气候变化负面影响的国家。如果不采取有效措施，会使未来 100 年我国发生极端气候事件的频率增大，干旱区范围扩大，荒漠化趋势加重，沿海海平面上升，一些小型冰川将陆续消失。因此，我国开展应对气候变化工作具有现实性和紧迫性。

作为一个负责任的发展中大国，我国政府对气候变化问题给予了高度重视，成立了国务院应对气候变化领导小组及组织协调机构，并根据国家可持续发展战略的要求，制定并采取了一系列与应对气候变化相关的政策和措施。2007 年国务院颁布了《中国应对气候变化国家方案》，明确了 2010 年中国应对气候变化的具体目标、具体原则、重点领域及政策措施。2009 年 11 月 25 日，温家宝总理主持召开的国务院常务会议决定，把 2020 年我国单位国内生产总值二氧化碳（CO₂）排放强度比 2005 年下降 40%~45% 作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划，按此要求，我国万元 GDP 的 CO₂ 排放强度需降至 1.51~1.64 t CO₂。

全球范围内，人为活动导致的温室气体排放仍不断增加，根据 IPCC 第四次评估报告，2004 年全球总温室气体排放约 490 亿 t CO₂ 当量，其中二氧化碳（CO₂）占比为 76.0%，甲烷（CH₄）为 14.3%，一氧化二氮（N₂O）为 7.9%，含氟气体为 1.1%。温室气体的排放与能源使用相关，据 IPCC 排放情景特别报告（SRES，2000）预计，若化石燃料在未来能源结构配置中仍保持主导地位，全球温室气体排放量在 2000 年到 2030 年期间将会增加 25%~90%。

非二氧化碳类温室气体虽然在温室气体排放总量中所占比例不高，但是由于这些气体的全球增温潜势（GWP）高，而且大气寿命长，对全球气候变化有较大影响。研

究表明,到“十一五”末期,如果没有《京都议定书》下的清洁发展机制(CDM)项目带来的温室气体减排,我国工业过程中 N_2O 和含氟温室气体的总排放量将达到3.43亿t CO_2 当量。随着对相关工业产品需求的增加,我国工业过程中 N_2O 和含氟温室气体排放将会继续快速增长,如果不采取任何减排措施,2020年的排放总量将达到6.52亿t CO_2 当量。

目前我国控制温室气体排放的工作主要着眼于 CO_2 的减排,对非 CO_2 类温室气体排放控制政策很少。而非 CO_2 类温室气体排放源相对集中,减排技术比较成熟,减排成本相对较低,具有巨大的减排潜力,能够为我国减缓温室气体排放的上升趋势做出一定的贡献,同时也对我国政府制订和实现经济社会发展规划及中长期温室气体排放控制目标具有重大的指导意义。

本书针对5种非 CO_2 类温室气体,包括甲烷(CH_4)、一氧化二氮(氧化亚氮, N_2O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)和六氟化硫(SF_6)的排放情况进行了系统研究,通过企业调研、专家座谈、模型计算等方式,对煤炭生产行业 CH_4 、废弃物处理行业 CH_4 和 N_2O 、化工生产行业 N_2O 和HFCs、空调制冷行业含氟温室气体HFC-134a和HFC-410a、电解铝行业PFCs及电子、电力和冶金铸造行业 SF_6 的主要排放源、历史排放量、排放途径和特性进行了分析,估算其减排潜力,并预测其未来排放量变化趋势。在此基础之上,重点探讨了控制非 CO_2 类温室气体排放对我国经济、社会、环境的可持续发展的影响,分析了技术、资金、政策方面的可行性,进而提出我国今后控制非 CO_2 类温室气体排放的对策建议。

本书编写章节负责人分工如下:第1章杨礼荣、林慧,第2章竹涛、王宁,第3章高庆先、马占云,第4章李奕杰、林慧,第5章林慧、胡建信,第6章刘侃、李旺兴,第7章王长明、张剑波,第8章杨礼荣。参加编写的其他人员还有李德峰、陈喜平、王迎、郑文茹、李艳、张慧勇、饶玮、王卫东等。

本书的出版得到了国家环保公益性行业科研专项资金(201009052)的资助。在本书成稿过程中,环境保护部科技标准司科技处和气候变化应对处领导给予了悉心指导,多位专家和学者给予了大力支持,众多企业和协会给予了积极配合,在此一并表示真诚的感谢!

本书旨在为从事气候变化以及温室气体减排的科研院所、大中专院校、政府机关和企业相关人员提供一本翔实的参考书,与大家共同探讨应对气候变化和减排温室气体的技术和对策。气候变化是一项复杂的系统工程,本书主要结论均来自课题组的研究结果,并不代表政府立场和观点。尽管笔者力求完善,但是书中可能仍有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者
2013年9月

目 录

第 1 章 非二氧化碳类温室气体排放现状及控制对策综述	1
1.1 非二氧化碳类温室气体概述	1
1.2 主要发达国家非二氧化碳类温室气体排放特征及控制对策	2
1.3 我国非二氧化碳类温室气体排放现状及特征	13
1.4 我国非二氧化碳类温室气体排放典型行业分析	16
1.5 小结	17
第 2 章 煤炭生产行业甲烷气体减排技术及对策	18
2.1 排放机理	18
2.2 排放特征	25
2.3 排放量计算	28
2.4 排放现状及排放量预测	50
2.5 减排技术分析及评估	56
2.6 减排情景分析	65
2.7 减排对策分析	75
2.8 小结	79
第 3 章 废弃物处理行业温室气体减排技术及对策	80
3.1 排放机理	80
3.2 排放量计算	85
3.3 排放现状及演变特征	94
3.4 减排技术分析及评估	111
3.5 减排情景分析	123
3.6 减排对策分析	140
3.7 小结	148
第 4 章 化工行业非二氧化碳类温室气体减排技术及对策	150
4.1 己二酸生产行业	150
4.2 硝酸生产行业	162
4.3 己内酰胺生产行业	175
4.4 氟化工生产行业	180
4.5 减排对策分析	191

第 5 章 空调制冷行业含氟温室气体减排技术及对策	195
5.1 汽车空调制冷行业	195
5.2 房间空调制冷行业	208
第 6 章 电解铝行业全氟化碳减排技术及对策	220
6.1 排放机理	220
6.2 排放量计算	221
6.3 排放现状及演变特征	224
6.4 减排技术分析 & 评估	225
6.5 减排情景分析	227
6.6 减排对策分析	231
第 7 章 电力、电子和冶金铸造等行业六氟化硫减排技术及对策	234
7.1 排放机理	234
7.2 排放量计算	234
7.3 排放现状	237
7.4 减排技术分析 & 评估	241
7.5 减排情景分析	244
7.6 减排对策分析	255
第 8 章 非二氧化碳类温室气体控制对策展望	256
8.1 国内外非二氧化碳类温室气体管控现状	256
8.2 我国非二氧化碳类温室气体监管面临的问题	257
8.3 控制对策建议	258
参考文献	259
附录 1 缩略语	264
附录 2 化合物合写	266

第 1 章 非二氧化碳类温室气体排放现状及控制对策综述

气候变化问题是目前人类社会共同面临的严峻挑战，对全球社会、经济、环境的可持续发展影响深远，是极其重要的全球环境问题之一。近百年来发生的全球气候变化现象大部分是由人类活动排放的温室气体造成的。《联合国气候变化框架公约》及其《京都议定书》中所列出的温室气体包括六种，即二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、一氧化二氮（氧化亚氮，N₂O）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）。根据美国环保局（EPA）2012 年公布的数据，2005 年全球温室气体排放总量约为 439.67 亿 t CO₂ 当量（不包含 LULUCF），其中非 CO₂ 类温室气体所占比重为 24.5%，含氟气体所占比重为 1.3%。

CO₂ 是近年来气候变化中无可争议的主角，但其他温室气体的贡献也不可忽视。美国国家海洋与大气管理局（NOAA）的科学家近日发表在《自然》杂志网络版上的一项研究表明，减少其他非 CO₂ 类温室气体的排放可以有效缓解未来气候的预期变化。

1.1 非二氧化碳类温室气体概述

非 CO₂ 类温室气体的增温效应较强，对全球气候变化影响大。甲烷的温室效应是 CO₂ 的 21 倍，排放源包括废弃物处理、污水处理、煤炭生产、石油和天然气的生产和传输、水稻栽培、厌氧发酵和生物质燃烧。

N₂O（GWP 值 310）主要来源于己二酸、己内酰胺和硝酸的工业生产过程，此外，农田、动物粪便、化石燃料燃烧、废水处理和汽车尾气中也会排放 N₂O。

种类繁多的 HFCs 气体多用作制冷剂、发泡剂、清洗剂等，温室效应是 CO₂ 的几十倍至几万倍。HFCs 是消耗臭氧层物质的主要替代品，具有较高的商业价值。但 HFC-23 基本上是工业废气，是纯粹的强温室气体。

我国产生和排放的 PFCs 气体主要有两种：C₂F₆ 和 CF₄，温室效应分别是 CO₂ 的 9 200 倍和 6 500 倍。PFCs 没有商业用途，电解铝行业是其主要排放源。

SF₆ 是温室效应最强的温室气体之一，其温室效应是 CO₂ 的 23 900 倍。SF₆ 是优良的绝缘保护气体，主要用于高压电器开关和半导体电路板的生产过程。

对非 CO₂ 类温室气体排放进行控制意义重大。首先，许多非 CO₂ 类温室气体的排放源相对集中，控制排放的技术措施比较成熟，容易实现较大规模的减排量。其次，非 CO₂ 类温室气体的排放往往伴随着环境污染和安全生产问题，例如垃圾填埋气、煤矿瓦斯气、厌氧发酵沼气、垃圾焚烧尾气和氮氧化物的排放等都会造成潜在的环境问题和安全隐患。

此外，甲烷气是优质燃料，甲烷的回收利用可以实现节能减排，还能够提高煤矿生产、垃圾处理、沼气利用和石油天然气生产传输的安全性。

虽然非 CO₂ 类温室气体未列入我国 2020 年前的排放控制目标，但是研究非 CO₂ 类温室气体的减排潜力、未来的控制排放对策和路径是一项具有前瞻性的工作，对我国政府制定中长期经济社会发展规划以及中期温室气体排放控制目标具有深远的意义。

1.2 主要发达国家非二氧化碳类温室气体排放特征及控制对策

《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》统计数据表明，附件 1 国家（发达国家）是温室气体的主要排放国。随着全球气候变化工作的开展，主要发达国家在履行《京都议定书》所承诺的温室气体减排活动中积累了很多经验。其中，美国、欧盟、日本及澳大利亚在温室气体减排方面成绩较为突出，其温室气体排放量在 1990 年和 2010 年分别占据附件 1 国家的 64% 和 72%。这些国家非 CO₂ 类温室气体排放情况及减排措施，对我国具有较大的借鉴意义。

1.2.1 主要发达国家非二氧化碳类温室气体排放特征

根据《联合国气候变化框架公约》官方网站公布的附件 1 国家的各国温室气体清单数据，附件 1 国家 2010 年温室气体（不含 LULUCF）排放总量约为 173 亿 t CO₂ 当量，比 1990 年的 190 亿 t CO₂ 当量下降了 8.9%。非 CO₂ 类温室气体约占总排放量的 18.3%，排放构成如图 1-1 所示。

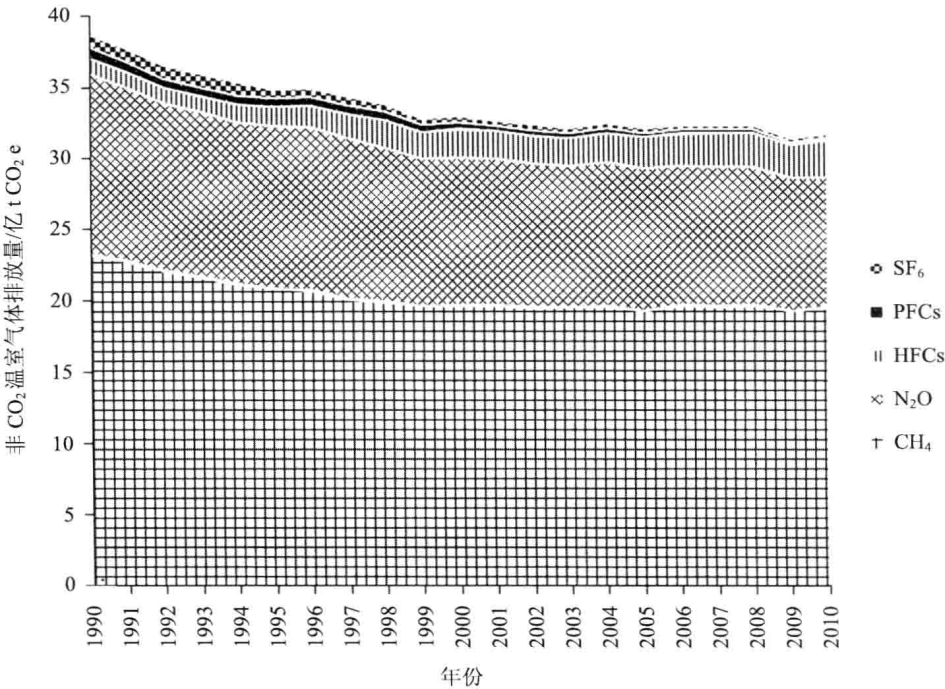


图 1-1 附件 1 国家非 CO₂ 温室气体排放构成（不含 LULUCF）

附件 1 国家非 CO₂ 类温室气体排放呈现整体下降的趋势, 如表 1-1 所示。其中, 减排幅度最大的是 PFCs 和 SF₆, 分别为 77.60%和 71.90%。只有 HFCs 的排放量增加, 增加幅度为 129.20%。

表 1-1 附件 1 国家非 CO₂ 温室气体排放量 (不含 LULUCF)

温室气体种类	排放量/亿 t CO ₂ 当量		减排幅度
	1990 年	2010 年	
CH ₄	23.17	19.45	16.06%
N ₂ O	12.75	9.18	28.00%
HFCs	1.13	2.59	-129.20%
PFCs	0.76	0.17	77.60%
SF ₆	0.89	0.25	71.90%

1.2.1.1 美国

在不含 LULUCF 的情况下, 美国 2010 年总排放量为 67.9 亿 t CO₂ 当量, 其中约 84% 为 CO₂ 排放, 16% 为非 CO₂ 排放。2010 年排放量在 1990 年的水平上增加了 10.07%。增加的排放量几乎全部来自于 CO₂。

非 CO₂ 温室气体中, 除 HFCs 之外, 其他非 CO₂ 类温室气体排放量在 1990 年的水平上有所下降。其中, PFCs 的减排幅度最大, 达到 71.20%, 其次为 SF₆, 减排幅度为 69.14%。唯一排放量增加的气体是 HFCs, 其排放量增加达到 228.44%。

表 1-2 美国温室气体排放变化

单位: 万 t CO₂ 当量

气体种类	1990 年排放量	2010 年排放量	排放变化量	变化百分比
CO ₂	510 069.4	572 703.9	62 634.5	12.28%
CH ₄	63 744.0	58 804.2	-4 939.8	-7.75%
N ₂ O	34 125.4	33 827.0	-298.3	-0.87%
HFCs	3 692.4	12 127.5	8 435.1	228.44%
PFCs	2 064.6	594.7	-1 469.9	-71.20%
SF ₆	3 263.5	1 007.0	-2 256.4	-69.14%
非 CO ₂ 类气体合计	106 889.8	106 360.4	-529.5	-0.50%
总计	616 959.2	679 064.2	62 105.0	10.07%

CH₄ 的排放量增加主要来源于农业和能源行业, 废弃物处理行业和工业过程中的 CH₄ 排放有所减少, 其中废弃物处理行业的减排量最大, 约占两个行业总减排量的 97%。

2010 年美国废弃物处理行业温室气体总排放量为 1.33 亿 t CO₂ 当量, 均为非 CO₂ 类气体, 其排放量比 1990 年的 1.68 亿 t CO₂ 当量降低了 21%。

2010 年 N₂O 的排放量相比于 1990 年有所减少, 产生的减排量主要集中在能源和工业过程, 这两个行业的减排量相差不大。而废弃物处理、农业等领域 N₂O 的排放量有所增加。

PFCs 直接消费排放量有所增加, PFCs 的减排发生在金属冶炼行业 (主要为电解铝行业), 如图 1-2 所示, 减排幅度为 91.5%。

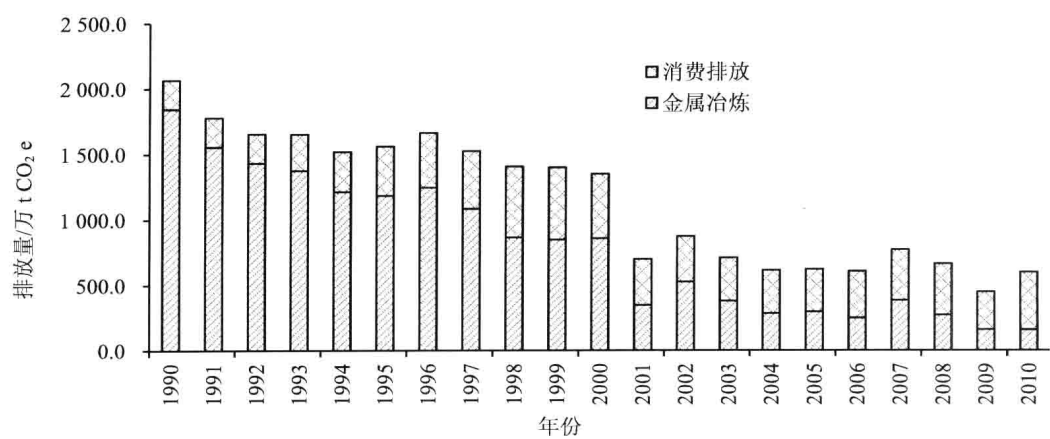


图 1-2 1990—2010 年美国 PFCs 排放构成

1.2.1.2 欧盟

在不含 LULUCF 的情况下, 欧盟 2010 年的排放量约为 37.9 亿 t CO₂ 当量, 其中 83.2% 为 CO₂, 非 CO₂ 约占 16.8%。2010 年的排放相比 1990 年降低了 10.9%, 减排量中约 45.6% 来自于 CO₂ 的减排, 非 CO₂ 的减排量约占总减排量的 54.4%。

非 CO₂ 类温室气体中, 除了 HFCs 以外的所有其他温室气体排放量都在降低, 减排幅度最大的是 PFCs, 为 81.6%。如表 1-3 所示。

表 1-3 欧盟温室气体排放变化

单位: 万 t CO ₂ 当量				
气体种类	1990 年排放量	2010 年排放量	排放变化量	变化百分比
CO ₂	336 710.1	315 530.8	-21 179.3	-6.3%
CH ₄	43 557.2	29 345.9	-14 211.4	-32.6%
N ₂ O	39 585.2	26 277.0	-13 308.1	-33.6%
HFCs	2 788.2	6 931.1	4 142.9	148.6%
PFCs	1 732.9	319.3	-1 413.7	-81.6%
SF ₆	1 076.8	618.4	-458.4	-42.6%
非 CO ₂ 类气体合计	88 740.3	63 491.6	-25 248.6	-28.5%
总计	425 450.4	379 022.5	-46 427.9	-10.9%

2010 年欧盟 15 国废弃物处理行业温室气体总排放量为 1.04 亿 t CO₂ 当量, 均为非 CO₂ 类气体, 其排放量比 1990 年的 1.72 亿 t CO₂ 当量降低了 39.3%。

CH₄ 排放量在 1990 年基础上降低了 32.6%, 其中减排幅度最大的是能源领域, 减排量最大的是废弃物处理领域。N₂O 排放量在 1990 年基础上降低了 33.6%, 主要来自于工业

过程减排，减排幅度达到 86.5%。废弃物处理排放量略有上升。PFCs 的减排量主要来源于金属冶炼行业，其逐年排放情况如图 1-3 所示。

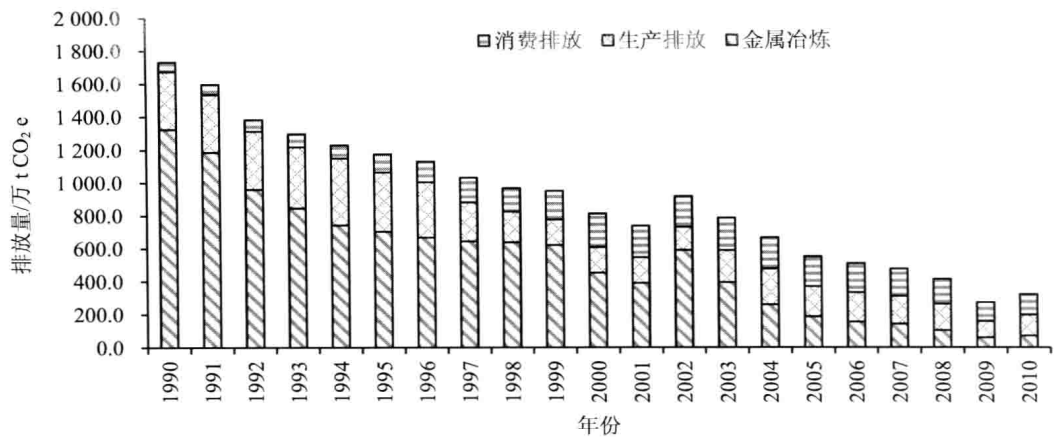


图 1-3 1990—2010 年欧盟 15 国 PFCs 排放构成

1.2.1.3 日本

在不含 LULUCF 的情况下，日本 2010 年排放量约为 12.6 亿 t CO₂ 当量，比 1990 年下降了 0.73%。其中 CO₂ 排放约占 94.7%，非 CO₂ 排放约占 5.3%。

温室气体中 CO₂ 排放有所增加，非 CO₂ 类温室气体中除 HFCs 排放有所增加外，其他温室气体排放均在减少。其中减排量和减排幅度最大的是 SF₆，其减排量达到了 3 637.8 万 t CO₂ 当量，减排幅度为 95.1%，如表 1-4 所示。

表 1-4 日本温室气体排放变化

单位：万 t CO ₂ 当量				
气体种类	1990 年排放量	2010 年排放量	排放变化量	变化百分比
CO ₂	114 113.8	119 106.8	4 993.1	4.4%
CH ₄	3 213.1	2 074.1	-1 139.1	-35.5%
N ₂ O	3 156.2	2 199.3	-956.9	-30.3%
HFCs	1 793.0	1 830.7	37.7	2.1%
PFCs	567.0	340.9	-226.1	-39.9%
SF ₆	3 824.0	186.2	-3 637.8	-95.1%
非 CO ₂ 类气体总计	12 553.4	6 631.2	-5 922.1	-47.2%
总计	126 667.1	125 738.1	-929.1	-0.7%

日本在 2010 年的废弃物温室气体排放总量为 2 095.3 万 t CO₂ 当量，比 1990 年的 2 597.8 万 t 降低 19.3%；废弃物焚烧处理产生的温室气体排放量占 67.0%，其次为填埋处置占 15.7%，废水处理排放量占 13.1%，如图 1-4 所示。

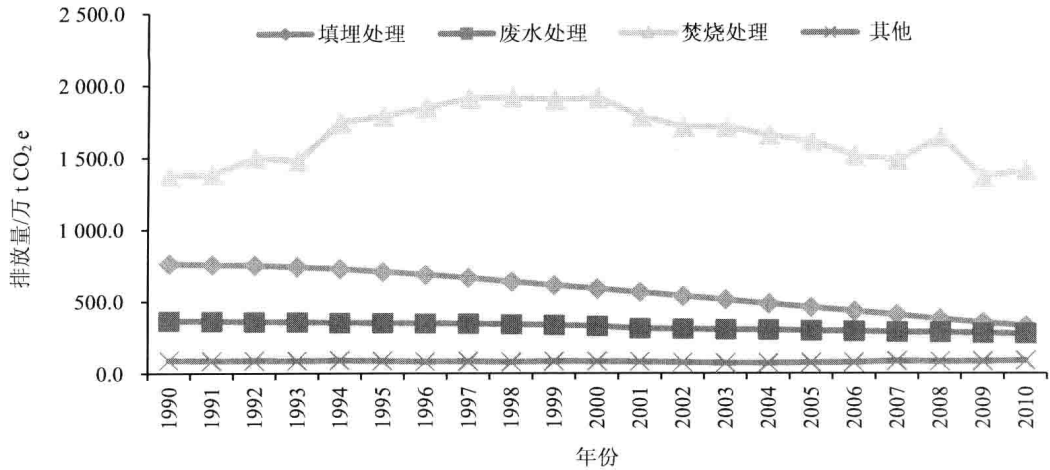


图 1-4 1990—2010 年日本废弃物主要排放源的温室气体排放趋势

SF₆ 的排放主要来源于使用消费排放、金属冶炼排放和生产排放，而其中减排量最大的是使用消费排放，如图 1-5 所示。电力设备的 SF₆ 排放是最大的使用消费排放来源。

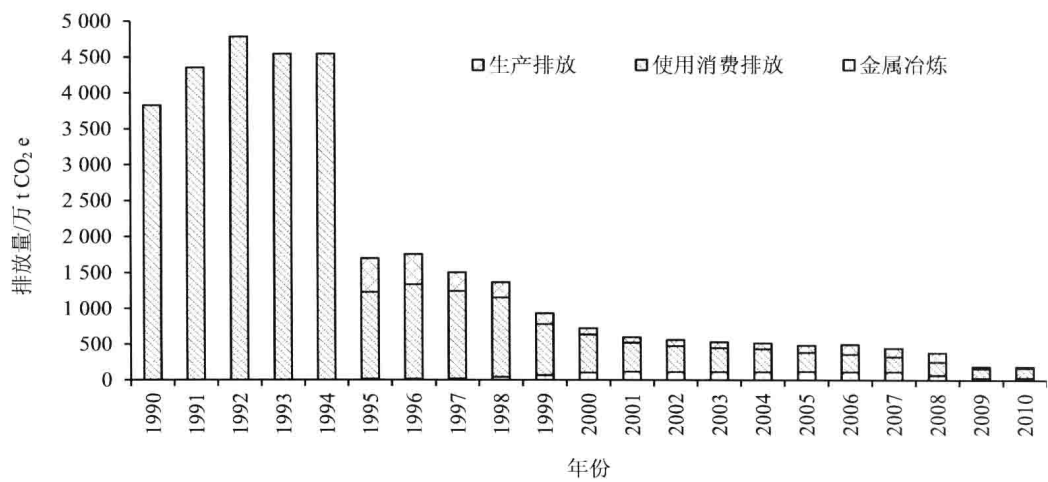


图 1-5 1990—2010 年日本 SF₆ 排放构成

1.2.1.4 澳大利亚

在不含 LULUCF 的情况下，2010 年澳大利亚温室气体排放量约为 5.5 亿 t CO₂ 当量，其中 CO₂ 排放量占 74.0%，非 CO₂ 类温室气体排放量约占 26.0%。2010 年的排放量比 1990 年增加了 31.4%，约有 97.9% 的排放增加量来源于 CO₂，非 CO₂ 类温室气体的排放增加量仅占总增加量的 2.1%。

非 CO₂ 类温室气体中，N₂O 和 HFCs 的排放量有不同幅度增加，HFCs 的排放量增幅达到了 523.4%，如表 1-5 所示。