

文章编号：1008-8857(2010)01-0015-06

# 当今二氧化碳减排措施的综合分析与比较

姜砾砾

(上海外国语学校, 上海 200083)

**摘要：**全面分析了二氧化碳减排的国际、国内各大措施，包括：国际气候变化协议体系、国际区域间碳排放交易体系等国际措施，征收碳税、企业间碳排放交易体系、政府补助等市场化手段，森林减排、地质减排、发展循环经济、开发新能源等非市场化手段。通过对这些措施的特点研究、可行性分析和利弊比较，为二氧化碳的减排提供了优化选择的前瞻性思路，并指出国际间的合作与国内政策落实应当有机结合，市场化与非市场化手段需要相互渗透，各大减排措施的合理有效利用，逐步实现国家乃至世界向低碳经济发展模式的转换。

**关键词：**二氧化碳排放；减排；碳税

中图分类号：X511

文献标识码：A

随着全球气候变化趋势的进一步加剧，二氧化碳的排放引起了国际社会的高度重视。碳排放的控制关系到人类的生存和发展，充分有效地利用减排措施缓解温室效应有着深刻的意义。

目前国际上已有多种较为成熟的减排措施能有效降低二氧化碳的大气排放量，二氧化碳减排措施从作用范围上划分，可分为国际层面和国内层面两大类减排措施。

由于气候变化具有全球性，因此国际上通常采用国际协作的框架体系通过促进国与国之间的合作以及宏观规划调控的方法，以有效控制二氧化碳的排放。在实践中国际层面减排措施主要分为两类。一是以《联合国气候变化框架公约》为基础的国际环境保护协议体系；二是以欧盟为代表的碳排放交易体系。此外，国际上许多学者也提出过其它构想，如有学者提出的复合排放权交易体系等<sup>[1]</sup>。

国内层面的减排措施可划分为市场化工具与非市场化工具。前者以经济原理为基础，通过政府政策的发布实施实现减排的目标，具体方案包括征收碳税、企业间碳排放交易体系、复合排放交易体系、政府补贴与政府规制等。后者侧重于技术的革新与进步，旨在通过地质减排、森林减排、海洋减排、新能源开发等方法中和大气中的二氧化碳。

## 1 国际层面减排措施

### 1.1 国际气候变化协议体系

国际协议的制定与签署多以《联合国气候变化框架公约》为基础，在联合国，尤其是在

---

收稿日期：2009-12-29

作者简介：姜砾砾(1993-)，女(汉)，lily9393@163.com

联合国环境规划署的框架下签署的协议。有关气候变化以及二氧化碳减排的协议一般会明确国家的减排责任与义务，部分协议针对不同的国家量化碳排放的限制总量。

目前，该框架下有较大影响的协议包括《京都议定书》、《巴厘路线图》等。签署国际气候变化协议，有助于促进国际间在减排领域上的合作，如《京都议定书》第十二条确定的清洁发展机制。这是一个基于市场的灵活机制，其核心内容是允许附件一缔约方（即发达国家）与非附件一国家（即发展中国家）合作，在发展中国家实施温室气体减排项目。

通过协议的签署可对二氧化碳减排进行全球布局与宏观调控，但其弊端在于各大国际协议对签署国家往往无法有效制约，协议难以得到落实。

## 1.2 国际区域间碳排放交易体系

国际上的碳交易实际上是一种排放权利的交易，起源于《京都议定书》三大机制中的“排放交易”机制。现行的具体操作模式主要为“限额——贸易”体系，即在确定各国二氧化碳排放限制量后展开余额贸易，以冲抵未完成任务国家的减排义务。限额有余国为市场供给者，限额不足国为市场需求者。

在这一领域，欧盟于 2005 年起开始实践探索，目前已初见成效。欧盟碳排放交易体系（EUETS）涵盖欧盟 25 个成员国。设于阿姆斯特丹的欧洲气候交易所 2006 年交易的二氧化碳总量达 4.5 亿 t，占全球二氧化碳交易总量的 35%<sup>[3]</sup>，为国际其它地区间的排放交易合作起到了良好的示范作用。

该方式被认为是一种较为有效的减排机制，因为它构建了经济与二氧化碳排放量的直接关联，从而客观上刺激了各国的减排进程。然而，碳排放交易机制面临的问题主要集中在如何建立一个透明、合理的配额分配机制，以保证国与国之间的公平交易和方案的可操作性。

地区间碳排放交易体系有较大的发展前景，应得到更广泛的推广应用，在更多的国际区域中建立交易中心。

## 2 国内层面减排措施

### 2.1 市场化工具

#### 2.1.1 碳税

碳税是以减少二氧化碳的排放为目的，对化石燃料（如煤炭、天然气、汽油和柴油等）按照其碳含量或碳排放量征收的一种税。

碳税概念的提出是基于西方经济学中环境负外部性的理论基础。企业无代价地向外部环境排放二氧化碳，实质为消耗公用的社会成本（全球变暖所引起的生态环境破坏）以达到个体利益最大化。倘若未实施征收碳税，仅从供求市场机制中的供求关系来确定的产品价格，而不包括这部分的社会成本，就会使消费者对此带来的环境影响付出代价。

征收碳税的做法被大多数经济学家所支持，认为碳税是达到既定碳减排目标成本最小的减排政策工具<sup>[1]</sup>。该做法在税制健全的美国、日本、德国等发达国家得到广泛应用。如，日本政府自 2007 年 1 月起对石油、煤炭、天然气等征碳税，税率 2 400 日元·t<sup>-1</sup>（碳）<sup>[2]</sup>，从而起到了节能、优化能源结构、提高国际竞争力的作用。

碳税的优点在于：

- (1) 基于合理成熟的经济学原理，使得由环境破坏引起的社会成本转为内部化；
- (2) 管理成本低，可行性好；

- (3) 间接刺激企业与个体，寻求低碳生产生活方式；
- (4) 由于税收普遍适用于参与市场经济的各个个体，在减排的过程中对各方更为公平。

然而，碳税具体实施时的阻力来源于：

(1) 社会群众与企业的可接受程度。由于碳税的征收涉及到企业、个人在内的社会各个方面，加之隐蔽性差、直接为社会公众察觉，所以引起的社会反响必定会对国家政府带来一定舆论压力，尤其是来自于能源密集型企业的反对，对政策的有效顺利落实起到了阻碍作用；

- (2) 需求价格存在弹性，难以预测或统计碳税的减排效果；

- (3) 在具体实施过程中对各碳排放实体二氧化碳排放量的准确检测也是一个现实问题。

综合而言，征收碳税不失为一个减少二氧化碳排放量的有效措施，应当根据具体国情，在政策制定时予以重视。

### 2.1.2 企业间碳排放交易体系

企业间碳排放交易是国际区域间碳排放交易体系的微观模拟，通过国家政府以强制性的手段纳入高排放量的实体，如炼油厂、发电厂、钢铁厂、水泥厂、玻璃厂、造纸厂等能源密集型行业。当一个企业完成了政府下达的初始排放配额后可出售转让剩余额度以获得盈利。

国际上，英国率先在 2002 年建立了碳排放交易体系(UK ETS)，运作效果良好。企业履约率超过 99%，整体排放量也有所下降。此外，成立于 2003 年的芝加哥气候交易所是北美地区的一个对减排量承担法律约束力的二氧化碳排放量市场交易平台，在 2003~2006 年期间，该交易所的会员二氧化碳减排当量达  $5\ 340 \times 10^4 \text{ t}^{[3]}$ 。

企业间碳排放交易制度在政治上较其它市场手段而言更易被接受。然而，同国际区域碳排放交易体系一样，该制度的最大障碍在于如何对不同行业不同规模的各企业进行合理的配额限定。由于行业属性的不同，碳排放总额的估计有很大的不确定性。一个合理可行的减排目标需要在企业经济负担和环境利益间找到平衡。目前，各国通常根据行业的历史排放水平进行估计，也有采用拍卖的方式。后者由于一定程度上损害了广大低收入者和非能源密集型产业的利益，社会可接受度会有所降低。

另外，单位碳排放权交易价格根据市场供求不断发生变化。微观层面上，各企业难以根据变化的碳交易价格来决定其投资行为；宏观层面上，给制度的执行带来了阻力。

### 2.1.3 其它政策：政府资助和制定法律

宏观减排工具多种多样，除上述两项措施外，较为常见的还有政府资助与制定完善气候变化和减排领域的法律制度。

通过法律的形式是使得减排的义务制度化的一条重要途径。国际上，英国于 2007 年 3 月 13 日率先颁布《气候变化法》草案<sup>[2]</sup>，立法约束行业和企业二氧化碳排放量。法律的强制性使得减排道路更加顺畅。

政府对于能源密集型行业的资金援助是推动其它减排措施切实可行的不可或缺的环节。征收碳税、开放碳交易市场等措施推行时，为避免给能源密集型产业带来过大的经济负担，同时也为鼓励企业积极投入资金研发减排新技术，政府需要科学规划开支，在合理范围内补贴相关企业，从而保障整个经济体的稳定增长。

## 2.2 非市场化工具

### 2.2.1 森林减排

发展林业是应对气候变化的一大措施。据联合国政府间气候变化专门委员会估算，全球陆地生态系统中约储存了 2.48 万亿 t 碳，其中 1.15 万亿 t 碳储存在森林生态系统中。科学研究表明：森林每生长 1 m<sup>3</sup> 的蓄积量，平均能吸收 1.83 t 二氧化碳，释放 1.62 t 氧气。而破坏和减少森林就会增加碳排放，林地转化为农地 10 年后，土壤有机碳平均下降 30.3%<sup>[7]</sup>。

据目前的国际市场价格，新造林固定 1 t 二氧化碳的价格约为 2.8~5 美元，相比其它方案更为廉价经济。除了生物固碳的作用外，植树造林还有涵养水源等环境和经济效益，风险低，回报率高。现在，国际社会越来越重视森林减排的作用。如日本 2009 年所承诺的较 1990 年降低 6% 的减排目标中，3.9% 计划通过森林间接减排来完成<sup>[7]</sup>。

其不足在于土地占用面积大，植物生长周期长，二氧化碳保存时间短的弊端，同时面临过度开采、毁林、森林火灾等挑战。有效遏制森林面积减少需要宏观政策的扶持与相应方案的推进。

## 2.2.2 地质减排

二氧化碳地质减排过程一般有 3 个步骤：

(1) 二氧化碳的捕集与分离；(2) 运输气体；(3) 灌注并且存储到地下设备中。

此技术在多个国家已有实践。如，日本地球创新技术研究院(RITE)与日本工程进展协会(ENAA)于 2003 年 7 月 7 日至 2005 年 1 月 11 日期间成功以每天 20 t 的速率向盐水层灌注超临界相二氧化碳，灌注总量约为 1.04 万 t<sup>[5]</sup>。

地质减排是人为的中和已经排放在大气中的二氧化碳的主要措施，相比其它限制排放的措施，地质减排为能源密集型产业在达成减排任务同时又保障产量的双重任务下提供了另一条途径。然而，它成本高，泄漏速度较大。在推广之前，不仅需要政府投入一定量的资金，而且此技术尚未成熟还需要不断完善。

## 2.2.3 产业减排增效，发展循环经济

各行业内部应致力于产品生产技术的研究与发展，不断寻求降低单位产量二氧化碳排放量的新方法，发展低碳生产工艺，以达到减排增效的目的。该途径的成功落实与营造良好的科研环境和积极的政策鼓励是密不可分的。

同时，应当注重在行业与行业间发展循环经济模式。在化工行业已有实施的有：利用磷肥生产过程中产生的废渣石膏制取硫酸和水泥、利用电石法聚氯乙烯生产过程中产生的电石渣生产水泥、利用电石炉尾气发电、利用焦炉气生产甲醇等<sup>[6]</sup>。因此在节能减排工作中一定要放宽眼界、放宽思路，不局限于行业内部的减排技术，同时还应注重相关行业间的联动。科学的循环经济发展模式，可使经济利益与节能减排两个本为相对立的目标有合作兼得的可能。

## 2.2.4 新能源开发

开发利用太阳能、风能、核能等新能源本质上并没有直接减少碳排量，而是通过逐渐替代煤炭、石油等传统燃料间接地分担能源生产的负担而达到减排的目的。一般情况下，开发新能源技术的初衷往往不都是为了减排，而是因为油价上升、能源危机等其它政治经济因素的需要。由于能源需求量不断上升，其本身的减排量难以量化。

然而，大力开发利用新能源已成为真正意义上长期缓解气候变化问题的必要手段，也是各国能源结构调整的大趋势。

## 2.2.5 其它

碳中和的技术不断发展，更多的新技术新方法在不断推出，如：海洋减排、农业土壤及

植被减排、填埋地下油层等<sup>[8]</sup>。这些方法普遍成本高，适用面窄，风险性大，而且有中和上限。碳中和不是长久之计，若要长期可持续发展低碳经济，必须从源头上抓起，切实做到节能、减排、增效。

### 2.3 各减排措施的比较

表1对二氧化碳减排措施进行了比较和利弊分析。为有效降低全球二氧化碳的排放，各国根据实际情况既需要国际层面的制约与合作又需要国内层面的支持和推进。

表1 不同减排措施比较

Table 1 A summary of various measures for carbon dioxide emission mitigation

	减排措施	优 点	缺点和存在的问题	应用实例
国 际 层 面	国际协议	宏观部署，量化目标，促进合作	惩罚和约束体制尚待完善	《京都议定书》、《巴厘路线图》
	碳排放交易	直接与经济关联，推动各国的减排进程	合理的配额限度	欧盟碳排放交易体系
市 场 手 段	征收碳税	1. 环境成本内部化；2. 管理成本低；3. 间接刺激企业发展低碳生产方式；4. 普遍适用	1. 可接受程度底；2. 价格存在弹性，难以预测效果；3. 碳排量的精确检测	美国、日本、德国
	碳排放交易	政治上更易被接受	1. 合理的配额限定；2. 交 易价变化大	英国碳排放交易体系
	政府资助	1. 外部收益内部化；2. 可接受性高；3. 减轻企业经济负担；4. 鼓励新技术	1. 增加政府支出；2. 如何保障公平和市场经济的正常运行	
	制定法律	强制性，减排的义务制度化	如何保证对各个实体公平	英国《气候变化法》草案
国 内 层 面	森林减排	1. 廉价经济；2. 风险低，回报率高；3. 有涵养水源等其它环境和经济效益	1. 占土地；2. 植物生长周期长；3. 保存时间短	日本
	地质减排	为企业提供另一条减排途径	成本高，泄漏速度较大	日本地球创新技术研究院
	循环经济	1. 能源利用率高；2. 兼顾经济发展	需要良好的科研环境和政策鼓励	利用磷肥生产的废渣制硫酸
	新能源开发	长期缓解气候变化问题的必要手段	减排量难以量化衡量	

国际上，保持延续《联合国气候变化公约》的同时，如何促进共识的形成，使得国际协议具有约束力和惩罚力度，并兼顾发达国家与发展中国家的国情，因国而异提出合理减排目标都是亟待解决的重要议题。同时，还应大力推进地域间碳排放交易体系的形成，国与国之间开展技术合作。

对于国家层面而言，应坚持经济发展与环境保护兼顾的可持续科学发展观，认识到二氧化碳减排的重要性和紧迫性，加大各方面措施的制定与有效实施。市场手段辅助非市场手段的落实，非市场手段又反作用于市场手段的制定。根据我国国情而言，建议先发展碳排放交易体

系，从小处试点，稳步推进，并兼顾政策的社会反响与市场经济的正常平稳发展。尽快出台相关法案，对各碳排放大户进行评估并制定合理的减排目标，并适时推出碳税税目，设定合理税率。努力实现新能源的广泛应用，加大新能源技术的开发力度，有效控制二氧化碳的排放。

### 3 结语

二氧化碳减排任重道远，如何制定一套规划合理、行之有效的减排措施具有战略意义。国际间的合作与国内政策落实应当有机结合；市场化与非市场化手段需要相互渗透，根据各国国情优化选择减排措施，使相应措施得到合理有效的利用，逐步实现国家乃至世界向低碳经济发展模式的转换。

#### 参考文献：

- [1] 刘小川, 汪曾涛. 二氧化碳减排政策比较以及我国的优化选择[J]. 上海财经大学学报, 2009, 11(4): 73-88.
- [2] 刘兰翠, 甘霖, 曹东, 等. 世界主要国家应对气候变化政策分析与启示[J]. 中外能源, 2009, 14(9): 1-8.
- [3] 李华, 李亚. 欧盟碳交易机制的实践[J]. 全球视线, 2009, 12(4): 106-107.
- [4] 苏明, 傅志华, 许文. 我国开征碳税问题研究[J]. 经济研究参考, 2009, 31(72): 2-16.
- [5] 吉远辉, 冯新, 陆小华. 二氧化碳地质减排方法及其化工问题的分析[J]. 化工进展, 2006, 25(1): 171-175.
- [6] 邝生鲁. 构建新型二氧化碳减排技术体系[J]. 现代化工, 2008, 28(2): 3-15.
- [7] 贾治邦. 发展林业是应对气候变化的战略途径[J]. 学习时报, 2009, 12(28): 1-3.

## Analysis and comparison of current measures for carbon dioxide emission mitigation

JIANG Li-li

(Shanghai Foreign Language School, Shanghai 200083, China)

**Abstract:** A comprehensive analysis of the major measures taken to reduce carbon dioxide emission at home and abroad was carried out in this paper. Those measures fall into following three categories: (1) global operations such as establishing international climate change protocols and founding transnational carbon trading systems; (2) market means inclusive of levying tax on carbon emission and setting up inter-enterprise carbon trading system; (3) non-market means such as emission reduction by forests, CO<sub>2</sub> storage underground, developing cyclic economy, and advancing alternative energy technologies. By evaluating the effectiveness, feasibility, and pros and cons of these measures, this paper develops a forward-looking perspective of global carbon dioxide mitigation strategies by recommending an integration of international and domestic actions, along with an optimal combination of market and non-market policies. Appropriately adopting and implementing the portfolios of carbon dioxide reduction may gradually contribute to the transformation to a sustainable low-carbon economic pattern on a domestic and later, a global scale.

**Key Words:** carbon dioxide emission; emission reduction; carbon tax