

低碳发展论丛
沈满洪 / 主编

低碳科技论

程华 等 / 著

A STUDY
ON THE LOW
CARBON SCIENCE
AND TECHNOLOGY



中国环境出版社

低碳发展论丛
沈满洪 / 主编

低碳科技论

程华 等 / 著

A STUDY ON
THE LOW CARBON SCIENCE
AND TECHNOLOGY

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

低碳科技论/程华等著. —北京: 中国环境出版社,
2015.12

(低碳发展论丛)

ISBN 978-7-5111-2674-0

I. ①低… II. ①程… III. ①节能—技术—研究
IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 318879 号

出版人 王新程
责任编辑 陈金华
助理编辑 宾银平
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 2015 年 12 月第 1 版
印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 14.75
字 数 250 千字
定 价 50.00 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

《低碳发展论丛》编委会

策 划：浙江省哲学社会科学重点研究基地——浙江理工大学
生态文明研究中心
浙江省重点创新团队（文化创新类）——浙江理工大学
生态经济研究团队

主 编：沈满洪

编 委：沈满洪 胡剑锋 程 华 李植斌 鲍健强 俞海山
杨文培 彭 熠 陆根尧 战明华 周光迅 胡绍庆
张海洋 魏 楚 魏 静 陈旭峰

资助：“浙江省生态文明研究中心”的招投标项目

浙江省高校重点学科——企业管理

浙江省高校人文社科重点研究基地——浙江理工大学应用经济学
基地

前 言

工业化革命使社会生产力大大提高，为人类生活和发展提供了极大的便利。但是，以资源消耗为主的粗放型工业发展模式也给环境带来了巨大压力。20世纪60年代，当西方国家进入工业化后期以后，环境污染不但阻碍经济的发展，而且威胁着人类的生存。以二氧化碳为主的温室气体排放，导致全球气候变化异常，形成温室效应。

使用低碳技术对实现全球减排和适应气候变化、发展低碳经济的目标至关重要。国内外学者也基本取得了一个共识，即“通过开发和使用低碳技术是减少排放的一个关键途径”（IPCC，2007）。同时，掌握低碳技术也是未来国家核心竞争力的一个重要标志。

发展低碳技术，提高我国自主创新能力，对转变我国经济发展模式、应对全球气候变化、促进我国经济社会可持续发展意义重大。

本书首先介绍低碳科技兴起的背景：国际及国内背景、主要低碳排放国际协定、低碳科技的概念和类型，以及低碳技术与传统技术、生态技术的异同点等。

然后，介绍发达国家和发展中国家低碳科技发展的历程经验。分别介绍了低碳科技创新居世界领先地位的典型发达国家（英国、美国、德国和日本）和发展中国家（新兴工业化国家——韩国和印度）低碳科技发展的历程、低碳科技创新取得的成效，最后归纳、总结了各国低碳科技创新发展的经验。各国政府非常重视低碳科技创新，都制定了低碳科技发展战略规划，并设立相应的部门负责实施和协调；制定了一系列促进低碳科技创新的法律法规，构建了完整的促进低碳科技发展的法律体系；出台了一系列激励性财政金融税收等优惠政策，并加大了对低碳科技创新的支持、扶持力度；建立了碳排放交易制度、绿色采购制度等政策

措施来推动低碳科技发展；非常重视低碳科技创新的国际合作。

接着，从《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》中各国有关碳排放的目标，我国政府对世界有关碳排放降低的承诺等视角，论述了我国低碳科技发展的紧迫性。分析了在国际碳排放增长态势下，我国碳排放高速增长的严峻形势。进一步分析了我国碳排放强度水平和单位 GDP 能耗强度与世界先进水平和平均水平存在的差距，以及能源消耗与世界先进水平和平均水平存在的差距。从而提出：无论是国际碳减排压力，还是国内经济发展，都迫切需要我们大力推进低碳技术创新，发展低碳科技将成为未来国家核心竞争力的关键。进一步分析我国发展低碳科技的路径选择。首先充分肯定和分析了我国低碳技术取得的一些成绩，其次客观地分析了我国低碳技术与国际先进水平相比还存在的差距，最后分别简要阐述了欧盟、美国、日本、澳大利亚和韩国的低碳技术线路图，提出我国低碳科技的路径选择。分析我国低碳科技的总体状况并进行了国际比较，然后，基于通过测算各省碳排放、碳排放强度及二氧化碳碳排放强度增长率，对低碳科技发展的省际及东、中、西部地区差异进行比较分析和聚类分析，然后对我国省际及东、中、西部地区低碳技术发展效率进行评估与聚类分析，接着基于文献研究，对影响我国低碳科技发展效率因素进行了分析，并提出相关建议。

基于文献研究，从行业视角进一步对我国低碳科技的发展水平进行比较，分别基于碳排放强度的行业低碳科技发展水平比较，基于清洁能源比重的行业低碳科技发展水平比较，表明我国近几年在碳排放技术水平有所提高，但是总体进步比较缓慢，而且行业存在较大的差异；接着，以我国碳排放重点行业煤炭开采业和石油开采业为例，对低碳技术的绩效进行了评价。

低碳科技创新的驱动研究。首先在文献研究基础上分析低碳科技创新的驱动机理。然后从政府、企业和消费者三个视角研究，提出政府在低碳技术中具有重要推动作用：制定相关法律法规，制定低碳发展战略，加大低碳科技投入；企业是低碳技术创新的主体；市场是低碳技术创新的重要驱动因素：引导消费者树立低碳消费观念；制定系列政策引导低碳消费，政策采购低碳产品，推动低碳科技创新。促进我国低碳技术创新相关政策及建议。分别从政府、市场和消费者的视

角提出相关促进低碳科技创新的政策与建议。从政府层面应该进一步加强低碳科技发展的战略规划与顶层设计，制定相关法律，促进低碳科技发展，加大低碳财政支持，促进低碳科技进步，增强低碳国际合作，充分发挥市场机制在低碳科技进步中的作用，重视低碳知识产权保护；从市场视角，通过税收、财政、金融等政策，引导企业开展低碳技术创新，加大低碳科技创新税收优惠力度，扩展多种融资渠道，建立促进低碳技术发展的市场服务体系；从消费者层面鼓励绿色消费，促进低碳科技创新，引导公众低碳消费，拉动低碳科技创新，采用财政、税收、信贷、政府采购等措施引导低碳消费等。

本书在比较典型发达国家和发展中国家低碳科技发展经验的基础上，分析我国发展低碳科技的必要性、紧迫性以及存在的困难，提出了低碳科技发展的路径，在对我国低碳科技发展绩效评估的基础上，从政府、市场和消费者不同层面提出了相关建议对策。对我国发展低碳科技、提升绿色竞争力、促进经济社会可持续发展，具有重大的理论和实践意义。

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 低碳科技兴起的背景	1
1.2 低碳科技的概念和类型	11
1.3 全书的框架结构及分析方法	19
第 2 章 发达国家低碳科技发展	24
2.1 英国低碳科技发展	24
2.2 美国低碳科技发展	35
2.3 德国低碳科技发展	49
2.4 日本低碳科技发展	57
2.5 发达国家发展低碳科技的经验借鉴及启示	68
第 3 章 发展中国家低碳科技发展	78
3.1 韩国低碳科技发展	78
3.2 印度低碳科技发展	84
3.3 启示	89
第 4 章 我国发展低碳科技的紧迫性	92
4.1 从碳排放看我国发展低碳科技的必要性	92
4.2 我国发展低碳科技的紧迫性	98
4.3 发展低碳科技将成为未来国家核心竞争力的关键	103

第 5 章 我国发展低碳科技存在的困难和路径选择	107
5.1 我国低碳技术取得了一定成绩	107
5.2 我国低碳技术与国外先进水平相比还存在差距	109
5.3 国外低碳技术线路图	116
5.4 我国低碳技术的路径选择	120
第 6 章 我国低碳科技发展绩效评估	124
6.1 我国低碳科技的总体发展和国际比较	124
6.2 基于地区差异的低碳科技发展	129
第 7 章 低碳科技创新绩效评估——基于行业的视角	159
7.1 碳排放标准影响我国产业竞争力	159
7.2 低碳科技的发展水平比较——基于行业	162
7.3 低碳技术的绩效评价——以煤炭开采业和石油开采业为例	172
第 8 章 低碳科技创新的驱动研究	182
8.1 低碳科技创新的驱动机理分析	182
8.2 政府规制推动低碳科技创新	186
8.3 企业是低碳技术创新的主体	192
8.4 市场拉动低碳科技创新	195
第 9 章 我国低碳技术创新相关政策及建议	203
9.1 明确政府在低碳科技创新中的主导作用	203
9.2 完善市场机制，引导企业开展低碳技术创新	212
9.3 绿色消费促进低碳科技创新	217
后 记	223

第 1 章

绪 论

工业化革命使社会生产力大大提高，为人类生活和发展提供了极大的便利。但是，以二氧化碳为主的温室气体排放，导致全球气候变化异常，形成温室效应。开发和使用低碳科技是减少排放的一个关键途径，发展低碳技术，提高自主创新能力，对我国转变经济发展模式、应对全球气候变化、促进经济社会可持续发展意义重大。本章介绍了低碳科技兴起的背景（国际及国内背景）；简要介绍了几个主要的涉及低碳排放的国际协定：《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》“巴厘岛路线图”《哥本哈根协议》《巴黎协定》；低碳科技的概念和类型；低碳技术与传统技术、生态技术的异同点；本书的框架结构和主要研究方法。

1.1 低碳科技兴起的背景

1.1.1 国际背景

工业化革命使社会生产力大大提高，为人类生活和发展提供了极大的便利。但是，以资源消耗为主的粗放型工业发展模式也给环境带来了巨大压力。20 世纪 60 年代，当西方国家进入工业化后期以后，环境污染不但阻碍经济的发展，而且威胁着人类的生存。以二氧化碳为主的温室气体排放，导致全球气候变化异常，形成温室效应。

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）对此问题进行了持续的跟踪和评估。综合 1990 年、1995 年、2001 年和 2007 年的四次评估报告可知，地球变暖的主要原因是温室气体的增加，而二氧化碳是最主要的人为温室气体。

随着人类工业文明的发展，化石燃料的大量使用，使全球大气中二氧化碳的浓度已经从工业革命前的 280×10^{-6} 上升到 2005 年的 379×10^{-6} 。IPCC 第四次全

球气候变化评估报告显示,过去 100 年,全球地表平均温度升高了 0.74 °C,海平面升高了 0.17 m。报告预测,按照目前情况发展,到 21 世纪末,全球地表温度将升高 1.1~6.4°C,海平面或升高 0.18~0.59 m,高温、热浪以及强降水频率或将增加(门丹,2013)。

由于人类活动产生大量温室气体排放导致全球气候非正常变化,由此导致生态系统的破坏,不但容易产生干旱、洪灾、飓风等自然灾害,还导致冰川融化、海平面上升,影响农业生产和引发疾病蔓延、自然灾害频发,给自然生态系统、人类生产、生活和健康均带来严重影响。一些小岛国将发生国土淹没的风险并出现气候难民。如巴布亚新几内亚的卡特利特群岛已不能居人,基利巴斯、马尔代夫和斐济也将面临淹没的危险。英国《卫报》表明,如不改变局面,到 2050 年全球气候难民可达 1.5 亿人(林宗虎,2011)。

在全球气候变暖以及能源问题、环境问题成为国际热点的背景下,低碳经济应运而生。“低碳经济”(Low-carbon Economy)是指依靠技术创新和政策措施,实施一场能源革命,建立一种较少排放温室气体的经济发展模式,从而减缓气候变化(庄贵阳,2005)。

世界各国政府都非常重视气候变化,就减少温室气体排放、减缓气候变暖多次召开会议讨论和协调,并已经达成共识,签署了《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)、《京都议定书》和《巴黎协定》等一系列具有国际约束力的法律协议。可以说国际碳减排机制正在逐步形成与完善,部分发达国家的碳减排工作已经取得一定成效。

尽管各国政府对气候变暖程序、成因和主要责任者还存在不同看法,对国际碳减排义务进行了激烈的博弈,争取更多的碳排放空间,但同时又紧锣密鼓地加快发展低碳经济,通过低碳科技创新,发展低碳产业,提高碳减排能力,并且在国际贸易中征收碳关税,设置绿色贸易壁垒,以增强国际竞争力,发达国家通过低碳科技创新占领技术高地,力求争夺国际低碳科技控制权(李国志,2011)。

使用低碳技术对实现全球减排和适应气候变化、发展低碳经济的目标至关重要。国内外学者也基本取得了一个共识:“通过开发和使用低碳技术是减少排放的一个关键途径。”(IPCC,2007)同时,掌握低碳技术也是未来国家核心竞争力的一个重要标志。

欧美等发达国家大力推进以高能效、低排放为核心的“低碳革命”,重点发展低碳科技,并对技术、产业、能源、贸易等政策进行了重大调整和完善,以抢占

先机和产业制高点（陈柳钦，2010）。

21世纪以来，美国高度重视低碳科技创新，政府在低碳科技创新预算方案中开列的预算金额占很大比重。以德国为代表的欧盟国家通过提高能源和资源利用效率，大力发展可再生能源，研发和推广应用二氧化碳减排技术，完善碳减排交易市场机制和服务体系，已经形成了相对成熟和完备的低碳产业，在世界未来经济发展中抢占了有利的战略高点。英国不断出台相应的政策和法规，为低碳技术创新提供了制度上的支持与保障，英国低碳技术不断发展并走向成熟。英国政府制定了一系列具体的低碳技术计划，如“二氧化碳减排计划”“清洁煤炭计划”等。政府还通过建立碳基金、设立专门银行，为中小型企业提供低息甚至免息贷款等方式解决低碳技术创新的融资“瓶颈”。日本则重点扶持低碳技术开发，试图通过产业政策引导，进一步加大低碳技术的投入与技术创新，维持碳捕获和封存等低碳技术领域的优势地位（李建军，2011）。

在全球金融危机背景下，低碳技术领域的投资，已经在刺激经济复苏和增加就业机会方面发挥了重要作用，可再生能源、清洁能源产业成为投资热点迅速发展，将成为未来全球经济发展的新增长点。

1.1.2 国内背景

在全球变暖的大背景下，中国近百年的气候也发生了明显变化。有关中国气候变化的主要观测事实包括：近百年来，中国年平均气温升高了 $0.5\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ ，略高于同期全球增温平均值，近50年变暖尤其明显^①。

我国海洋局专家预测，未来我国海平面上升将大于全球平均值。到2030年海平面将上升 $0.1\sim 0.4\text{ m}$ ，2050年可上升 $0.3\sim 0.6\text{ m}$ ，2100年甚至达到 $0.4\sim 0.9\text{ m}$ ^②。我国能源以煤为主，占总能耗的70%，所以二氧化碳（ CO_2 ）排放量非常高，环境污染比较严重，二氧化硫（ SO_2 ）和 CO_2 排放量均居全球第一，酸雨区已占国土面积的1/3。所以，我国非常急需开发和采用低碳技术，减少化石燃料的使用，节能减排，开发新能源以增强环保、补充能源和减缓全球变暖（林宗虎，2011）。

根据国家气候变化对策协调小组办公室的初步估计，由于极端天气和气候灾害所带来的损失，现在和50年前相比已增加了10倍。20世纪90年代全世界发

① 《中国应对气候变化国家方案》，2007。

② 顾瑞珍，丁可宁。中国沿海海平面将加速上升，专家预测，至2030年最高上升40厘米[N]。齐鲁晚报，2009-05-14。

生的重大气象灾害比 50 年代多 5 倍。60 年代，气象灾害平均每年造成的经济损失约 40 亿美元，而到了 80 年代和 90 年代，气象灾害每年造成的经济损失则高达 290 亿美元。中国因气象灾害造成的年平均经济损失，50 年代年均 80 亿元，80 年代增至年均 410 亿元，而到了 90 年代则年均高达 1 300 亿元。^①

我国政府非常重视低碳经济发展。2007 年 10 月，党的十七大报告明确提出了以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观。提出坚持生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，建设资源节约型、环境友好型社会，实现速度和结构质量效益相统一、经济发展与人口资源环境相协调，使人民在良好生态环境中生产生活，实现经济社会永续发展。提出加快转变经济发展方式，推动产业结构优化升级；加强能源资源节约和生态环境保护，增强可持续发展能力。

2007 年，时任中共中央总书记的胡锦涛同志在澳大利亚悉尼举行的亚太经合组织第十五次领导人非正式会议上，提出要坚持科技创新。科技是应对气候变化的重要手段。只有不断提高科技创新的能力和水平，走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少的发展道路，才能统筹经济增长和环境保护，实现良性循环。应该加强研发和推广节能技术、环保技术、低碳能源技术，增加资金投入，大力促进技术合作和转让。应该加强人员培训，完善知识产权保护，充分发挥各方积极性，提高共同应对气候变化能力。提出我国将充分发挥科技创新在减缓和适应气候变化中的先导性、基础性作用，增强自主创新能力，大力发展新能源、可再生能源技术、节能新技术，促进碳吸收技术和各种适应性技术。

2008 年 3 月，时任国务院总理温家宝同志在第十一届全国人大第一次会议上做政府工作报告，明确指出取消或降低高耗能、高排放和资源性产品的出口退税，高度重视资源节约和环境保护。“十一五”规划纲要把节能和减排作为约束性目标。近两年，又提出并实施节能减排综合性工作方案，建立节能减排指标体系、监测体系、考核体系和目标责任制，颁布了应对气候变化国家方案；提出要开发和推广节约、替代、循环利用资源和治理污染的先进适用技术，实施节能减排重大技术和示范工程；大力发展节能服务产业和环保产业；开发风能、太阳能等清洁、可再生能源。

2009 年 8 月，国务院研究制订了《关于发展低碳经济的指导意见》，从 4 个方面采取措施，大力发展绿色经济、低碳经济。

^① 薄燕. 国际谈判和国内政治——美国与《京都议定书》谈判的实例[M]. 上海：上海三联书店，2007.

2009年9月,在纽约联合国气候变化峰会上,时任中共中央总书记胡锦涛同志发表了题为《携手应对气候变化挑战》的重要讲话,中国将进一步把应对气候变化纳入经济社会发展规划,并继续采取强有力的措施。①加强节能、提高能效工作,争取到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年有显著下降。②大力发展可再生能源和核能,争取到2020年非化石能源占一次能源消费比重达到15%左右。③大力增加森林碳汇,争取到2020年森林面积比2005年增加4000万 hm^2 ,森林蓄积量比2005年增加13亿 m^3 。④大力发展绿色经济,积极发展低碳经济和循环经济,研发和推广气候友好技术。

2009年11月,时任国务院总理温家宝同志主持召开了国务院常务会议,会议决定,到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~50%,作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划,并制订相应的国内统计、监测、考核办法。12月,在哥本哈根会议上,时任国务院总理温家宝同志发表了重要讲话,他指出,中国在发展的进程中高度重视气候变化问题,从中国人民和人类长远发展的根本利益出发,为应对气候变化做出了不懈努力和积极贡献。

我国政府制定国内自主减排行动目标,并将其作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划,这意味着未来我国经济发展将受到碳排放指标的影响。在碳减排指标约束下,如何既保证经济稳定持续发展,又在一定程度上逐渐减少二氧化碳气体的排放,这将是我国未来经济发展面临的一个严峻的挑战。

《中国应对气候变化国家方案》指出:“未来随着中国经济的发展,能源消费和二氧化碳排放量必然还要持续增长,减缓温室气体排放将使中国面临开创新型、可持续发展模式的挑战。”方案明确提出要“依靠科技进步和科技创新的原则”。科技进步和科技创新是减缓温室气体排放、提高气候变化适应能力的有效途径。中国将充分发挥科技进步在减缓和适应气候变化中的先导性和基础性作用,大力发展新能源、可再生能源技术和节能新技术,促进碳吸收技术和各种适应性技术的发展,加快科技创新和技术引进步伐,为应对气候变化、增强可持续发展能力提供强有力的科技支撑。

发展低碳技术、提高我国自主创新能力,对转变我国经济发展模式、应对全球气候变化、促进我国经济社会可持续发展意义重大。

政府间气候变化专家委员会认为,低碳或无碳技术的研发规模和速度决定未来温室气体排放减少的规模,因此,低碳技术创新的程度,在很大程度上决定了

各国能否实现低碳经济发展的目标（任力，2009）。

目前，我国 70%的减排核心技术需要“进口”，现有低碳技术专利中发明专利仅占 55%，且整体质量偏低，远落后于发达国家^①。要取得后发优势，获得可持续发展，必须重视低碳技术创新，提高低碳自主创新能力。

1.1.3 低碳排放主要国际协定

国际社会应对气候变化和碳排放问题，达成了许多重要的低碳排放协议，对推进低碳技术创新、降低碳排放起到了非常重要的作用，见表 1-1。

表 1-1 国际重要的低碳排放协议

年份	事件
1988	联合国环境规划署和世界气象组织成立政府间气候变化专门委员会
1992	通过《联合国气候变化框架公约》，1994 年开始生效
1999	在日本京都通过了《京都议定书》，2005 年生效
2002	在印度新德里通过《气候变化与可持续发展德里部长级宣言》
2007	在印度尼西亚巴厘岛通过“巴厘岛路线图”
2009	在丹麦首都哥本哈根召开的公约第十五次缔约方会议暨《京都议定书》第 5 次缔约方会议，商讨《京都议定书》一期承诺到期后的后续方案，即 2012 年至 2020 年的全球减排协议
2012	在多哈，就《京都议定书》第二承诺期达成一致，建立“长期气候资金”及损害补偿机制等

注：根据联合国气候变化组织相关信息编制而成。

1.1.3.1 联合国气候变化框架公约

《联合国气候变化框架公约》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, 简称《框架公约》)是 1992 年 5 月 22 日联合国政府间谈判委员会就气候变化问题达成的公约，于 1992 年 6 月 4 日在巴西里约热内卢举行的联合国环发大会（地球首脑会议）上通过。

《框架公约》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，也是国际社会在对付全球气候变化问题上进行国际合作的一个基本框架。该公约于 1994 年 3 月 21 日生效。

^① 周五七，聂鸣. 促进低碳技术创新的公共政策实践与启示[J]. 中国科技论坛, 2011 (7): 18-23.

公约由序言及 26 条正文组成。这是一个有法律约束力的公约，旨在控制大气中二氧化碳、甲烷和其他造成“温室效应”的气体的排放，将温室气体的浓度稳定在使气候系统免遭破坏的水平上。公约对发达国家和发展中国家规定的义务以及履行义务的程序有所区别。公约要求发达国家作为温室气体的排放大户，采取具体措施限制温室气体的排放，并向发展中国家提供资金以支付他们履行公约义务所需的费用。而发展中国家只承担提供温室气体源与温室气体汇的国家清单的义务，制订并执行含有关于温室气体源与温室气体汇方面措施的方案，不承担有法律约束力的限控义务。公约建立了一个向发展中国家提供资金和技术，使其能够履行公约义务的资金机制。

《框架公约》没有对个别缔约方规定具体需承担的义务，也未规定实施机制，因此缺少法律上的约束力。但是，该公约规定可在后续从属的议定书中设定强制排放限制。

1.1.3.2 京都议定书

《京都议定书》（全称《联合国气候变化框架公约的京都议定书》）是《框架公约》的补充条款。1997 年 12 月，由联合国气候变化框架公约第三次缔约国会议在日本京都制定，并于 1998 年 3 月 16 日至 1999 年 3 月 15 日间开放签字，共有 84 个国家签署，条约于 2005 年 2 月 16 日开始强制生效。到 2009 年 2 月，一共有 183 个国家通过了该条约（超过全球排放量的 61%）。

协议规定，在 2009—2012 年（第一承诺期），所有公约发达国家的二氧化碳等 6 种温室气体的排放量要在 1990 年的水平上平均总体减少 5.2%，其中，欧盟削减 8%，美国削减 7%，日本、加拿大各削减 6%。美国曾于 1998 年签署了《京都议定书》。但 2001 年 3 月，布什政府以“减少温室气体排放将会影响美国经济发展”和“发展中国家也应该承担减排和限排温室气体的义务”为借口，宣布拒绝批准《京都议定书》。2011 年 12 月，加拿大宣布退出《京都议定书》，成为继美国之后第二个签署但后又退出的国家。

《京都议定书》的目标是“将大气中的温室气体含量稳定在一个适当的水平，进而防止剧烈的气候改变对人类造成伤害”。《京都议定书》一共规定了 6 种温室气体，分别是二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、六氟化硫、氢氟碳化物和全氟碳化物。

《京都议定书》是人类历史上首次以法规的形式限制温室气体排放，建立了旨在减排的 3 个灵活合作机制——国际排放贸易机制（ET）、联合履行机制（JI）和清洁发展机制（CDM），这些机制允许发达国家通过碳交易市场等灵活完成减排

任务，而发展中国家可以获得相关技术和资金。

2006年，全球碳交易市场规模已达到300亿美元。2013年全球碳市场交易总额约为549.8亿美元。2014年全球碳市场增至887亿美元^①。

为了促进各国完成温室气体减排目标，《京都议定书》允许采取以下4种减排方式：

(1) 两个发达国家之间可以进行排放额度买卖的“排放权交易”，即难以完成削减任务的国家，可以花钱从超额完成任务的国家买进超出的额度。

(2) 以“净排放量”计算温室气体排放量，即从本国实际排放量中扣除森林所吸收的二氧化碳的数量。

(3) 可以采用绿色开发机制，促使发达国家和发展中国家共同减排温室气体。

(4) 可以采用“集团方式”，即欧盟内部的许多国家可视为一个整体，采取有的国家削减、有的国家增加的方法，在总体上完成减排任务。

《京都议定书》是第一个为发达国家规定了量化减排指标的国际法律文件，是对《框架公约》的重要补充。它与《框架公约》的最主要区别是，《框架公约》鼓励发达国家减排，而议定书强制要求发达国家减排，具有法律约束力。

1.1.3.3 巴厘岛路线图

2007年12月3日至15日，在印度尼西亚巴厘岛召开的联合国气候变化大会，有来自《框架公约》的192个缔约方以及《京都议定书》176个缔约方的1.1万名代表参加。这也是联合国历史上规模最大的气候变化大会。这次会议达成的“巴厘岛路线图”（Bali Roadmap）确定了未来强化落实UNFCCC的领域，并为其进一步实施指明了方向。

“巴厘岛路线图”共有13项内容和1个附录，其中亮点如下：

(1) 强调了国际合作。“巴厘岛路线图”在第一项第一款指出，依照《框架公约》原则，特别是“共同但有区别的责任”原则，考虑社会、经济条件以及其他相关因素，与会各方同意长期合作、共同行动，行动包括一个关于减排温室气体的全球长期目标，以实现《框架公约》的最终目标。

(2) 把美国纳入进来。由于拒绝签署《京都议定书》，美国如何履行发达国家应尽义务一直存在疑问。“巴厘岛路线图”明确规定，《框架公约》的所有发达国家缔约方都要履行可测量、可报告、可核实的温室气体减排责任，这把美国纳入

^① 王尔德. 2014年全球碳市场有望增至887亿美元[EB/OL]. 21世纪经济报道, 2014-06-10, <http://jingji.21cbh.com/2014/6-10/zMMDA2NTfMTE5MzQzMA.html>.