

国际科技动态

中国科学院国际合作局



2008 年第一期 (2008.2.08)

☆ 本期要目 ☆

一、浅析联合国教科文组织应对气候变化战略及其启示

2007 年 12 月巴厘岛联合国气候变化大会的影响

UNESCO的作用与响应

科学、教育与文化及其与气候变化的关系

中国在UNESCO业务范围内与气候变化有关的工作情况

二、欧洲可再生能源发展与创新政策

英国、德国、丹麦的可再生能源政策与技术创新

可再生能源多样化与能源市场的发展

建立可再生能源的市场保障机制

浅析联合国教科文组织 应对气候变化战略及其启示

一、气候变化已成当今热门话题

回顾 2007 年，气候变化当为国际社会最为热门的话题之一。从世界经济论坛、欧盟首脑会议、八国集团首脑会议、亚太经合组织领导人非正式会议，到联合国先后在纽约和巴厘岛举行的气候变化问题高级别会议和气候变化大会，均将气候变化作为重要议题。联合国秘书长潘基文 6 月任命了 3 名气候变化特使；联合国气候变化专门委员会（IPCC）和一直关注气候变化的美国前副总统戈尔共同获得了 2007 年度诺贝尔和平奖。这说明，气候变化已成为各国领导人和公众关注的“热点”。

2007 年 12 月在印尼巴厘岛举行的联合国气候变化大会更是全球关注的“焦点”。经

过各方参会代表的激烈谈判后，会议通过了巴厘岛路线图，启动了为 2012 年《京都议定书》到期后温室气体新的减排方案的谈判。谈判的议题将主要集中在四个方面：适应气候变化消极后果的行动；减少温室气体排放的方法；广泛使用气候友好型技术的方法；对适应和减缓气候变化的措施进行资助。

气候变化的话题之所以变得如此之“热”，很重要的原因就是，IPCC 上半年公布的第四次气候变化评估报告指出：全球气候变暖的客观事实毋庸置疑，并且“很可能”由人类活动导致；气候变化已对许多自然和生物系统产生了负面影响；如果不采取措施减排温室气体，气候变化将加剧；在现有经济技术条件下，减排温室气体有相当大的潜力。

这份报告一方面指出，气候变暖将对人类及其赖以生存的地球和环境造成严重的负面影响，另一方面又指出，人类现有的经济和技术能力能够应对气候变化的严峻挑战。但关键是，人类必须采取积极行动来减少温室气体排放，降低人类活动对气候的负面影响。

在联合国的号召下，各个国家和各国际组织都在不同程度地采取措施，制定应对气候变化挑战的战略。联合国教科文组织也不例外。

二、UNESCO 应对气候变化的战略框架

联合国教科文组织（以下简称“UNESCO”）是联合国系统内功能最多、规模最大的专门组织，设有教育、自然科学、社会与人文科学、文化、传播与信息等五大业务部门，在推动全球教育、科学、文化、传播和信息等领域的发展，为实现联合国的千年发展目标发挥着重要的作用。

气候变化是一种自然现象，同时又包含着诸多社会和人文因素，不仅涉及科学领域，还涉及教育及文化等诸多领域。联合国气候变化专门委员会是联合国应对气候变化的牵头机构，而 UNESCO 的作用则主要体现在，利用自身综合学科的优势，帮助和支持其成员国加强能力建设，制定相应政策，有效应对气候变化，为降低温室气体排放，促进国际社会与经济的可持续发展做出贡献。

为达到此目的，UNESCO 于 2007 上半年成立了以总干事松浦晃一郎为首的应对气候变化工作组，搭建了气候变化跨部门合作平台，并于年底起草了一份应对气候变化的战略草案。战略草案虽尚未最终定稿，但从中可以了解其基本框架，即利用 2008 年国际行星

地球年的契机，从科学、教育、文化、传播与信息领域着手制定其战略。

1. 科学为先，创建科学知识基地。

对气候变化趋势的监测、评估、分析、预报及预警，均须建立在科学的数据基础上。UNESCO 通过其海洋、淡水及生物多样性保护等科学领域的工作，为科学分析和评估气候变化及其产生的影响提供权威的、真实的数据。

1.1 海洋是推动气候变化的一个重要因素。UNESCO 政府间海洋学委员会（IOC）是一个举世闻名的研究海洋的全球机制。IOC 与世界气象组织（WMO）合作，建立了海洋学与海洋气象联合技术委员会（JCOMM），协调和管理海洋观测系统的实施，为全球海洋观测系统（GOOS）和全球气象观测系统（GCOS）提供支持。

全球气象和气候观测与预报系统也已形成独特的重要资源，这与 UNESCO 政府间海洋学委员会与世界气象组织的工作是紧密相关的。它们还为联合国气候变化专门委员会提供了大量权威的科学与技术信息，并为成员国制定政策与决策发挥了关键的作用。

除此以外，UNESCO 的海洋和气候计划还开展了一些全球和地区的研究和监测项目，如海啸预警系统、气候变化对渔业和珊瑚礁所产生的影响等。

1.2 气候变化对淡水也有着重要的影响，包括淡水的存量、水灾和旱灾发生的频率，其结果不仅影响着社会的发展，还影响着人类和牲畜的安全，甚至影响农业和工业的发展，掀起移民潮。

UNESCO 的国际水文计划（IHP）是联合国系统唯一集水研究、水资源管理、水教育和能力建设为一体的领域广泛的水科学计划，其活动直接涉及对气候变化的应对，包括评估气候变化对地下水、地表水、水生态系统与生物多样性、旱地等的影响。UNESCO 还是由 20 余个联合国机构参加的世界水评估计划（WWAP）的牵头机构，已出版两期权威的《世界水发展报告》，第三期将于 2009 年出版。

1.3 气候变化与自然资源管理密不可分，变化的气候对生物多样性和生态系统具有直接的影响；反之，生物多样性和生态系统的变化对气候也会产生直接的影响。UNESCO 在全球 102 个国家建立了 509 个国际生物圈保护区，并通过这些保护区开展对环境和生物多样性的保护、气候变化的影响及可持续发展的研究。作为缓冲区，这些生物圈保护区对探索如何将绿化、植树造林、乡村能源、基础设施建设及城市规划进行有机结合发挥着有

益的作用。

在应对气候变化的过程中，UNESCO 的上述科学计划过去多年一直发挥着重要的作用，为联合国气候变化专门委员会提供了许多权威的、翔实的数据和信息。今后，UNESCO 还将继续强化这些计划，除加强与联合国气候变化专门委员会的联系以外，还将建立科学知识基地，为成员国应对气候变化提供决策依据。

除自然科学外，UNESCO 还根据自身的特点，将一些关键的社会和人文因素纳入到应对气候变化的战略中，如气候变暖所带来的伦理及移民等人文与社会问题，是对联合国气候变化专门委员会有关气候变化研究的重要补充。

2、教育跟进，提高全民综合素质。

教育是应对气候变化挑战的重要推动力，可以帮助人们清楚地意识到可持续发展与气候变化所带来的挑战。

UNESCO 不仅是联合国系统教育领域的专门组织，而且还被联合国指定为“联合国可持续发展十年”（2005-2014，简称“DESD”）的牵头机构。DESD 是一个跨部门的教育计划，旨在通过各部门和全社会的共同努力，通过正规教育 and 非正规教育手段，提高人们的综合素质，应对和降低气候变化所带来的负面影响。DESD 共有四个优先领域：提升基础教育，重新修订教育计划，扩大公众了解与知情，提供实际培训。而气候变化则是贯穿其中的一个优先主题。

UNESCO 将把环境可持续发展，包括气候变化和科学教育，纳入到国家一级的教学计划和终身学习计划中。为此，UNESCO 正在开发和传播有关气候变化的教学、培训、学习等方面的材料，教师培训也在此列。

UNESCO 还将通过讲席计划及姊妹大学网络提高地方、国家、地区等各层次决策者的能力，通报气候变化的信息，推动他们参与国际辩论，制定应对和减轻气候变化的战略，促进经济和社会的可持续发展。

3、文化搭台，提高人们应对气候变化的意识。

UNESCO 是联合国系统文化领域唯一的专门组织，在倡导文化多样性和保护文化及自然遗产方面，发挥着重要的领导作用。早在 1972 年，UNESCO 便推动各缔约国，通过了《保护世界文化和自然遗产公约》，开展对文化和自然遗产的保护。

在意识到气候变化正在并将继续对世界遗产地产生负面影响之后，UNESCO 的世界遗产中心应政府间世界遗产委员会的要求，已着手调查气候变化对世界遗产地的影响，并制定应对战略，如 2006 年开展的具有里程碑意义的“预测并管理气候变化对世界遗产地的影响”研究；2007 年编纂的一本关于气候变化对世界遗产地产生影响的 26 个具有代表性的案例集，并在成员国中广为散发，作为提高国际社会和广大公众对这个问题的意识。

2007 年 10 月份，《保护世界文化和自然遗产公约》缔约国大会通过了一份“气候变化对世界遗产地影响的政策性文件”，确定了有关世界遗产地研究的关键优先领域；将世界遗产地作为长期监测气候变化影响和试行创造性应对措施实验室；探讨应对气候变化挑战的法律问题。

世界文化与自然遗产的申报、管理和保护，受到各国政府的高度重视。UNESCO 将继续加大在文化领域的举措，有效提高各国政府和人民应对气候变化的意识。

4、技术支撑，有效传播信息，提高公众意识。

UNESCO 的传播与信息计划旨在通过各种文字和图像媒介，推动信息的交流，推广知识的传播。在应对气候变化方面，UNESCO 可以发挥重要的作用，包括提供客观的气候信息，帮助媒体提高理解气候变化信息的能力，并以准确、客观的方式加以传播；开展科学交流，创建科学普及社团，培养儿童和学生科学的好奇心；将 UNESCO 在科学、教育、文化等领域应对气候变化的措施及时、有效地传播出去。

2008 年是联合国国际行星地球年，世界各国都将会举行庆祝活动，这为提高国际社会和公众对气候变化的认识和辩论提供一个极好的机会。作为国际行星地球年庆祝活动的牵头机构，UNESCO 将充分利用这一机会，开展有关应对气候变化的宣传。UNESCO 将与国际地质联合会合作，于 2008 年 2 月中旬在 UNESCO 的总部-巴黎举办高级别的国际开年式，就“人口增长与气候变化”、“地球资源”和“地质灾害”三大主题开展辩论和交流。

UNESCO 将在此次活动的基础上，推动国际行星地球年的庆祝活动在各成员国中开展，以提高全民意识，帮助人们更多地了解地球科学对建立一个安全和更加繁荣的世界的重要性。

三、启示

近年来，我国政府对气候变化及其影响给予了高度重视，并于 2007 年 6 月份发布

了《中国应对气候变化国家方案》，明确指出，到 2010 年，中国在应对气候变化方面将努力实现以下主要目标：在控制温室气体排放方面：实现单位国内生产总值能源消耗比 2005 年降低 20%左右，相应减缓二氧化碳排放；力争使可再生能源开发利用总量(包括大水电)在一次能源供应结构中的比重提高到 10%左右；煤层气抽采量达到 100 亿立方米；力争使工业生产过程的氧化亚氮排放稳定在 2005 年的水平上；推广农业新技术，加大沼气利用力度等措施，努力控制农牧业甲烷排放增长速度；努力实现森林覆盖率达到 20%。

然而，根据我国的国情，我们在城乡之间、工业和农业之间、东部和西部之间、男女之间、受教育程度等方面尚存在着较大的差异，要实现这个目标，任务非常艰巨。而 UNESCO 应对气候变化的战略框架可以为我们提供以下启示：

1、尊重科学知识，坚持科学发展观。气候变化是全球性的，我们不仅要对本国的自然和社会现象及规律进行科学研究，建立本国应对气候变化的知识基地，还要充分借鉴联合国机构（包括 UNESCO）的科学数据，为我科学决策提供有力依据。

2、加强全民教育，提高全民综合素质。我国人口众多，在教育水平上存在着城乡差别和男女差别等不利因素，因此必须通过各种有效途径，加强全民素质教育，提高人们对气候变化的认识，尤其要从儿童和学生抓起，将气候变化纳入教科书中，逐步提高全民综合素质。

3、借助 UNESCO，培育全民应对气候变化的文化氛围。我国共有 35 个世界文化与自然文化遗产地、28 个世界生物圈保护区、18 个世界地质公园获得 UNESCO 的审批，并带动了国家级和省级遗产地、保护区和地质公园的兴起，引起了中央和地方政府的高度重视，也受到了普通百姓的欢迎。这些都是开展宣传气候变化的重要资源，应善加利用。

4、普及宣传手段，缩小知识鸿沟。应对气候变化是全民行动，因此有必要在全民中普及应对气候变化的知识和技能。通过广播、电视、互联网、报刊等各种立体和平面媒体，普及科学知识，缩小知识鸿沟，是提高全民应对气候变化的重要手段。（完）

中国常驻联合国教科文组织代表团 洪天华

欧洲可再生能源发展与创新政策

一、德国的创新政策与能源发展方向

(一) 德国可再生能源发展状况

德国是全球可再生能源利用最成功的国家。2005年，德国可再生能源营业额达164亿欧元，17万人从事可再生能源领域的工作。来自太阳能、风能、生物质能、地热能等各种可再生能源的电力占到了最终能源消费的6.4%，其中，电力消费的10.2%、热力分配的5.3%、燃料消耗的3.6%来自各种可再生能源。德国政府对可再生能源的发展制定了宏伟目标，即2010年可再生能源电力将占全国电力供应的12.5%，2020年达到20%；2020年可再生能源在一次能源消费中的比例至少达到10%（2005年为4.6%），2050年达到50%。

德国自1998年成为世界第一风电生产大国以来，无论是风电装机总容量，还是年新增风机容量，始终保持世界领先地位。2005年，新增风机容量179.9万千瓦，风电装机总容量达到1842.8万千瓦，约占总装机容量的14%。遥遥领先于世界其他国家。德国风电发展的特色主要体现在以下方面：

(1) **政策扶植**：最早进行风电产业化道路探索。1989年，德国全国风电装机总容量仅为1.8万千瓦。为了发展风电产业，政府制定了一项“25万千瓦风能计划”，对风力发电的市场化运作进行前所未有的探索，参加计划的风电经营者每生产1千瓦时的风电可获得0.06-0.08马克的津贴，并可享受低息专用贷款和流动资金资助。至1996年计划合同期结束时，参加计划的风电经营者共购买风机1500台，总功率35万千瓦。

(2) **为新能源利用提供平台**：建立覆盖全国的风能参数测评系统。对风能参数进行精确测定和评价分析是风能开发利用的基础，德国恺塞尔的太阳能供给技术研究所组织实施了“科学测量与评价计划”，建立了全球第一个覆盖全境的风能参数测评系统。此外，根据在远程测量网天线塔30米和50米高度测得的气压、大气湿度、温度、降水量和太阳光照等气候参数以及风速、风向等风能参数，可以确定一个地区的风指数和预测风功率，为新型风机的研发提供了可靠的设计依据。

(3) **利用创新技术促进产业市场**：产业步入良性发展轨道。德国有着全球最大的风机市场。2002年以前，德国共有46家风机生产企业，2002年，经历了一次并购和联合的高潮后，只剩下12家继续生产。德国风机制造技术已非常成熟，其风机制造业处于世界领先地位，德国的ENERCON和Nordex都位居全球最具影响力的风机生产公司之列。

(4) **政策创新促进了技术创新**：风机参数不断变大，生产成本大幅下降。最近，1000千瓦风机生产的风电的平均价格仅为4.1美分/千瓦时，15年内，风电价格降低了50%。因此，现在各生产厂家竞相推出各种型号的兆瓦级风机，市场上商用风机的功率已达到2500千瓦和3600千瓦。ENERCON公司已研制成功转子直径112米、功率4500千瓦的新型大功率风机。5000千瓦供海上风力发电场使用的大型风机即将投入商业运行。风机大型化使每年新装风机的数量比以前少得多，占用土地面积变少了，但生产的电力却增加了。随着新装风机单机标称功率的不断增大，风电生产成本将进一步下降。根据国际能源机构预测，至2010年，当全球风电装机总容量达到1.975亿千瓦，风电价格将降至3.03美分/千瓦时；2020年，当全球风电装机总容量达到12亿千瓦，风电价格将进一步降至2.45美分/千瓦时。

(5) **创新政策的杠杆效应**：用新型大功率风机更换早期安装的接近经济使用寿命的小型风机，提高风电产业的综合经济效益。德国政府通过延长风电补偿期限的办法，运用经济杠杆鼓励德国北部滨海的小功率风机持有者更换使用新型大功率风机，明显提高了沿

海风能资源丰富地区的风能利用密度，同时，噪音污染也得到大幅度降低，而风电经营者则可以获得较高的收益。

(6) **创新政策为环境保护作出的贡献**：大规模风电生产的环保效应逐渐显现。专家研究结果表明，每生产 100 万千瓦时风电，平均可减排 CO₂600 吨。据此测算，2004 年，德国因其风电共减排 CO₂2070 万吨；2005 年，减排近 8400 万吨。风电产量的逐年稳步增长，为德国完成“京都议定书”规定的温室气体减排指标做出了重要贡献。

(7) **创新政策引导与新能源利用的多样化**：向海洋进军。目前在全德 16 个联邦州中，除联邦政府所在地柏林外，其余 15 个州，尤其是滨海 3 个州，风能资源利用已近饱和，再在陆地上选址建立大型风电场几乎已无可能，在这种情况下，德国人又将目光投向了海上。在海上，当 60 米高度的平均风速超过 8 米/秒时，在欧洲那些绝大多数计划要建立海上风电场的水域，海上风机的能量收益预计要比沿海风能资源丰富地区陆地风机的能量收益高 20%-40%。在欧洲规划建设 70 个新的海上风电场中，31 个将建在德国海域。就地域分布来说，这 31 个海上风电场，21 个建在北海，10 个建在波罗的海。就距海岸线距离来说，有 8 个建在离海岸线 12 海里之内的海域内，23 个建在 12 海里之外的专属经济区内。德国已经批准在北海和东海建设 6 个大型海上风电场，总装机容量 120 万千瓦。2010 年以前，德国将在北海 Borkum West 地区距海岸 100 公里、水深 30-40 米的水域内安装 208 台单机功率 5000 千瓦的风力发电机组，总装机容量 104 万千瓦，年发电能力 35 亿千瓦时。根据 2002 年 1 月德国政府制定的一项发展风电长期计划，2010 年，德国海上风力发电设备的总装机容量要达到 300 万千瓦，2030 年达到 2000-2500 万千瓦。2025-2030 年，海上风力发电量将占德国电力需求总量的 15%，而风力发电量的总和将占德国电力需求总量的 25%。

(二) 德国可再生能源发展相关法律政策的创新

德国在可再生能源领域处于世界领先地位，在风力发电方面，德国始终位居世界第一，这与德国政府颁布的一系列可再生能源方面的法律和创新政策有很大的关系。德国的创新政策核心是优惠贷款、津贴以及对可再生能源生产者给以较高标准的固定补贴。

1、电力入网法

1991 年 1 月 1 日，为了推动可再生能源的开发利用，德国政府颁布了《电力入网法》，这是德国开始风能商业利用后制定的第一部促进可再生能源利用的法规，它规定了电网经营者优先购买风电经营者生产的全部风电并给予合理价格补偿的强制义务，有力地促进了德国风电产业的发展。1991-1999 年间，德国风机总装机增加了 48 倍，达 438 万千瓦。

但在 1998 年，德国电力行业市场化，销售电价整体下降，导致电网支付给可再生能源发电商的电力价格也随之下降，许多发电商面临沉重压力，输电商和配电商也抱怨《电力入网法》增加了他们的电力成本。

2、可再生能源法

为了更广泛而有效地促进可再生能源的发展，并解决 1998 年以后出现的可再生能源发电企业和输电商之间存在的利益矛盾等问题，2000 年 4 月 1 日，德国出台了《可再生能源法》。并于 2004 年 7 月 31 日公布了修订版。其目的是在保护大气和环境条件下实现能源供应的可持续发展，并进一步提高可再生能源对电力供应的贡献。

《可再生能源法》主要包括以下几个方面的内容：

(1) 对输电网的义务做出规定：1) 强制入网，输电商有义务将可再生能源生产商生产的电力接入电网；2) 优先购买，输电商有义务购买可再生能源生产商生产的全部电量；3) 固定电价，输电商有义务根据《可再生能源法》规定的价格向可再生能源发电商支付固定电费。此条款是从法律的角度为支持新能源技术创新提供的基本措施。

(2) 针对不同可再生能源发电类型、不同资源条件、不同装机规模，尤其是针对不同发电技术水平规定了不同的电价。同时，考虑技术创新的原因，明确了可再生能源固定电价降低的时间表，如：对沼气发电，规定自 2002 年起新建电厂电价每年减少 1%。这一措施一方面有利于促进技术进步，一方面激励新的可再生能源项目尽快投产。

(3) 建立了可再生能源电力分摊制度，规定输电商负责对全国范围内各个地区和电网间的可再生能源上网电量进行整体平衡，使可再生能源固定的高电价带来的电力增量成本平均分摊在全国电网的全部电力上，以确保各个输电商之间能够公平竞争。

(4) 规范了可再生能源发电商和输电商应承担的并网设施和电网扩建费用，发电商有义务支付联网费用，而电网扩建费用由输电商承担。

(5) 德国政府按电力产出量或设备能力成本提供高额补贴。投资风电项目的企业可向地方政府申请总投资 20%-45% 的投资补贴。德国政策银行还可为销售额低于 5 亿马克的中小风电场提供总投资额 80% 的融资。这使有关投资者的投资积极性得到长期鼓励。

(6) 将风电补偿时间按不同补偿标准分为两个时期，即按较高标准补偿的前期和按较低标准补偿的后期。在风力资源丰富的地区，前期补偿时间为 5-10 年，在风力资源相对较弱的地区，前期补偿时间可达 21 年。海上风机获得较高补偿标准的时间至少为 12 年，具体补偿期的长短，随海上风机安装地点至海岸距离和风机安装海域的海水深度而定。这样，无论是在北部滨海风力资源丰富地区，还是在南部风力资源较为贫弱的中等高度山脉地区，都可以获利。该措施有利于提高在风力资源较小的地区开发风电的积极性，使风电开发在区域上趋于平衡，同时又适度限制了在风力资源较好地区开发风能盈利过多的情况，限制了一些不稳定因素，使风电产业健康发展。

(7) 对于已经具有电力成本竞争能力的可再生能源技术，不再给予价格优惠。

3、环境相容性监测法

在风机数量和风电生产量不断增加的同时，德国人对环境影响的认识也增强了。为了解决风电产业的发展对环境和生态造成的不良影响，如风机噪音扰民、破坏风景区景观等，2002 年，德国政府制定了《环境相容性监测法》并规定，自 2002 年开始，风力发电设备应选择在符合环境和生态要求的合适地点安装和使用。

二、丹麦有关能源的创新法律政策与可再生能源的发展

(一) 丹麦可再生能源发展状况

20 世纪 70 年代爆发世界第一次石油危机后，丹麦审时度势，抓紧制定适合本国国情的能源创新发展战略，大力调整能源结构，积极开发可再生能源，取得了令世人瞩目的成就。经过 20 多年的努力，丹麦已经成为世界上利用可再生能源创新技术的先锋。可再生能源利用占总能源消耗量的比例逐年增长，由 1990 年的 6% 左右增至 2003 年的近 13%。利用可再生能源发电占总发电量的比例由 1994 年的不到 5% 增加到 2003 年的 23%，并计划在 2008 年进一步提高到 29% 左右。

在能源生产和供应不断增长的同时，由于重视能源结构的调整和可再生能源的开发，对环境有害物质的排放量逐年减少，与 1990 年相比，2002 年二氧化碳、二氧化硫及氮氧化物的排放量分别减少 18%、80%、25%，使得能源生产与生态环境保护协调发展，呈现出能源可持续发展之路越走越宽广的前景。

丹麦拥有丰富的风能资源，是世界上最早大规模开发利用风力发电的国家。在利用风能方面，丹麦的风电水平居世界领先地位。至 2005 年底，丹麦风力发电的装机容量达到 312.2 万千瓦，风力发电为全国提供了 25% 的电力。丹麦政府在早先制订的目标中，计划到 2005 年风能比重达到 10%，但早在 1999 年就已经达到 12%。在丹麦环境能源部的长远计划中，2015 年风电比重预计达到 35%，2030 年则达到 50%。随着科技的不断进步，风机的功率也越来越大，且提高很快。在 2000 年时，全国每台风机平均功率为 856 千瓦，

2002 年增至 1356 千瓦，2003 年则跃增至 2045 千瓦。

在过去 20 多年中，丹麦的风电成本减少了 4/5，1981 年风电成本为每千瓦时 12 克朗，1999 年降到 3 克朗，现在降到 0.3 克朗左右，由于技术进步和成本优化，今后 5 年内将再下降 20%，接近石化燃料发电成本，从而可以和新建燃煤电厂竞争。目前，风电的销售价格平均为 0.43 丹麦克朗/千瓦时（约合人民币 0.55 元/千瓦时）。随着各项支持政策的实施，丹麦风能的经济效益有了巨大的提高，投资回收期只有 8 年左右，在风能充足的地方，单机容量 500-600 千瓦、设计最先进的风电经济效益能够同效率最高的煤电相媲美。

在风电制造技术方面，丹麦也居于世界领先水平。目前，世界排名前 10 位的风机公司中，丹麦占 4 家，其中居首位的是丹麦的 Vestas 公司，约占世界总产量的 35%。现在，世界投入使用的风电设备中，有一半是丹麦制造的。近两年来，丹麦风机仍占世界市场的 40% 左右。

近年来，海上风场成为新亮点。目前，已安装和在建的海上风场有 6 个，装机容量超过 75 万千瓦。

丹麦也较早开始利用生物能和太阳能。丹麦农作物主要有大麦、小麦和黑麦，其秸秆过去除小部分还地或做饲料外，大部分在田野烧掉了。1992 年和 1997 年联合国《气候变化公约》及《京都议定书》先后出台后，为建立清洁发展机制，减少温室气体排放，丹麦进一步加大了生物质能和其他可再生能源的研发和利用力度。丹麦 BWE 公司率先研发秸秆生物燃烧发电技术，1988 年，丹麦诞生了世界第一座秸秆生物燃烧发电厂。丹麦现已建立了 13 家秸秆发电厂，还有一部分烧木屑或垃圾的发电厂也兼烧秸秆。目前，以秸秆和木屑为主要原料的生物质能在丹麦可再生能源中的比重已超过 40%。丹麦的秸秆发电技术现已走向世界，并被联合国列为重点推广项目。

尽管丹麦的气候条件并不十分理想，但仍十分重视对太阳能的利用。多年来，丹麦致力于研发提高太阳能利用效率的相关技术。目前，丹麦共有 3 万个太阳能加热站（厂），主要用于居民家用热水和空间加热。此外，从 1997 年以来，丹麦加大废物回收利用力度，约有超过 1/4 的废物在 CHP 中焚烧，18 家大型的垃圾焚烧厂已经或正在与 CHP 结合起来。平均每家垃圾焚烧厂年处理垃圾量达 4 万吨，总共能够处理和利用丹麦 90% 左右的可燃性废物，做到了变废为宝。

丹麦对燃料电池、潮汐能及氢能的研究也十分重视。2003 年，第一个并网的潮汐能试验性示范电站建成。

（二）丹麦可再生能源发展相关激励政策

丹麦政府对风力发电一直持积极的支持态度。1976 年、1981 年、1990 年和 1996 年，政府先后公布了四次能源计划，在 1996 年的能源计划中，能源远景规划扩展到 2030 年，提出了届时风电比重达 50% 的目标。丹麦政府制定和采取了一系列政策和措施，支持风力发电发展。

（1）支持风能研发。丹麦国家实验室的风能部门约有 50 名科学家和工程师，从事空气动力学、气象、风力评估、结构力学和材料力学等各方面的研究工作。为了保证风机的质量和安全性能，丹麦政府专门立法，要求风机的型号必须得到批准，并由国家实验室审批执行。

（2）财政补贴和税收优惠。为促进技术成熟，政府为每台风能发电机投入相当于成本 30% 的财政补助。此项补贴计划共实行了 10 年。规定风电等可再生能源的最低价格，风电场每发电 1 千瓦时，除可得到电网付款 0.33 丹麦克朗外，还可得到 0.17 克朗的补贴和 0.1 克朗的 CO₂ 税返还。设有电力节约基金，政府对提高能源效率的技术和设备进行补贴。最新的激励措施是，对使用化石燃料的用户征收空气污染税，而使用风能则享受一定

的税收优惠。由于政策到位，丹麦风力发电技术日益成熟和市场化。

(3) 实行绿色认证。在绿卡市场上，可再生能源发电商每发出一定可再生能源电量，除回收一定电费外，还得到与该电量相关数量的绿卡。可再生能源发电商发出的电量，电网必须收购，所有可再生能源发电都有优先上网权，电网有责任收购并付款。绿卡的市场需求通过配额的办法来保证。每个电力消费者必须购买分配给自己的可再生能源配额，以扩大风能等可再生能源的使用，2003 年以后，全国所有消费者的可再生能源消费比重须高于 20%。

(4) 市场准入和上网优惠。政府通过强制措施和税收优惠等多重政策，消除风电在开发初期的市场准入障碍，建立行之有效的投融资机制，对风电上网给予鼓励。电力公司须将售电收入优先付给私人风机所有者。

三、英国可再生能源发展状况和有关法律政策

(一) 英国可再生能源发展状况

英国可再生能源的发展起步较晚。1997 年，英国签署了《京都议定书》，并承诺将在 2050 年之前将温室气体排放量减少到 1996 年排放量的 40%。2003 年 2 月 24 日，发布了《能源白皮书》，确定了可再生能源电力 2010 年要占到电力总消费量的 10%、2020 年要占到 20% 的具体目标。

近年来，英国一直利用自身优势，努力开发风能、波浪能、潮汐能等多种可再生能源。英国可再生能源的研究工作发展十分迅速，在把垃圾通过掩埋转换成天然气的技术方面，英国处于世界领先水平。另外，英国在利用氢能、太阳能方面也取得了很大进展。2005 年，英国新增风机容量 46.5 万千瓦，2005 年底风机总容量达到 135.3 万千瓦。

(二) 英国可再生能源发展相关法律政策

为了促进可再生能源的发展，英国政府从多个方面探索扶持政策。

1、非化石燃料公约

英国可再生能源发展从 1990 年开始稳步增长。为促进可再生能源的开发利用，英国于 1990 年实施了《非化石燃料公约》(Non-Fuel Obligation, 简称 NFFO)。NFFO 规定：可再生能源开发利用项目由政府发布，通过招投标方式选择可再生能源项目开发者，竞标成功者将与项目所在地的电力公司按中标价格签订购电合同。由于可再生能源发电成本通常会高于常规能源发电成本，对于中标合同电价与平均电力交易市场价格之差即地区电力公司所承受的附加成本，将由政府补贴，补贴费用则来源于政府征收的“化石燃料税”。NFFO 确立的这种制度被称作在可再生能源政策中的“投标制度”。

“非化石燃料公约”首先在英格兰等地区推行，继而在苏格兰和北爱尔兰地区也制定了与之对应的非化石燃料公约。实施非化石燃料公约的主要目的，一是通过控制化石燃料能源的使用，使英国可再生能源发电量的比重不断增加，限制或减少有害物排放，减少环境污染，二是建立一定的资金渠道，以支持可再生能源的发展。在“非化石燃料公约”政策框架内，电力供应商必须购买一定量的非化石能源电力。如非化石能源生产的电力成本高于化石原料电力，就从向煤电征收的税款中拨付补助金。

“非化石燃料公约”及其相关政策的主要内容，一是用可再生能源发电的企业或项目前五年可享受政府基金补贴，后十五年电力公司以固定价格收购其电力，当市场价格低于固定价格时，其差额由政府补贴；二是向电力用户征收化石燃料税（占总电价的 1.5%）建立发展基金，用于补贴可再生能源项目的研究与建设；三是对拟投资的可再生能源项目进行公开招标，使项目可行性研究中提出的电价最低的公司中标，政府对项目进行投标补贴的同时，约定收购其电力。

“非化石燃料公约”做法的优点，一是由电力消费者承担的税赋较小；二是由于政府对可再生能源发电公司有收购电协议，可有效保障银行及这些新建项目投资者的利益，促使投资者投资可再生能源；三是通过公开的招投标，对可再生能源项目的建设引入竞争机制，从而可以显著地降低可再生能源的电力成本，使可再生能源更具有市场竞争力，同时可大幅减少政府的项目补贴资金。

推行 NFFO 以来，从 1990 年到 1997 年，英国风电电价从 10.0 便士/千瓦时降低到 3.8-4.95 便士/千瓦时，小水电电价从 7.5 便士/千瓦时降低到 4.4 便士/千瓦时，垃圾填埋气发电电价从 6.4 便士/千瓦时降低到 3.2 便士/千瓦时，城市和工业废弃物燃烧发电电价从 6.0 便士/千瓦时降低到 2.8-3.4 便士/千瓦时，能源庄稼和农业及森林废弃物气化发电电价从（1994 年的）8.75 便士/千瓦时降低到 5.79 便士/千瓦时。另外，通过实施此公约，每年可减少 260 万-300 万吨含碳化合物的排放。

通过 NFFO，英国政府在 1990 年到 1999 年期间接连五次以竞标的方式订购可再生能源电力，实现 150 万千瓦的新增可再生能源电力装机容量，大致相当于英国总电力供应的 3%。到 1997 年，实际完成合同可再生能源发电装机 44 万千瓦，平均电价下降了 19.5%。但还是没有完成政府的可再生能源发展目标，其原因主要来自地方政府的阻力，政策本身设计的缺陷也造成了实际操作中存在恶性竞争的现象。

2、可再生能源义务令

1997 年，英国作为欧盟成员参加了在东京召开的国际能源与环保峰会，并承诺到 2010 年使 CO₂ 排放量降低 12.5%，政府内部控制目标是减少 20%。为实现这一目标，政府规划到 2010 年可再生能源发电比例要达到 10%，同时停止按 NFFO 公约签订新的可再生能源建设项目（原已签的五期仍不变），在充分吸取“非化石燃料公约”精神的基础上，1999 年 7 月，制定并通过了《可再生能源义务令》，2002 年 4 月开始实施。该令至少要履行到 2025 年以后，以保障可再生能源发展的可持续性。其中心内容是确立可再生能源义务制度，该制度的实质是对可再生能源的开发利用实行配额制。主要内容有：

（1）供电商有义务购买一定比例的可再生能源电力。此项法令明确规定，供电商在其所提供的电力中，必须有一定比例的可再生能源电力。可再生能源电力的比例由政府每年根据可再生能源的发展目标和市场情况等来确定。到 2010 年，应保证有 10% 的电力资源来自于可再生能源，以确保政府总体目标的实现。

（2）建立完善的市场机制。对履行公约满足上述指标的供电公司发放绿色证书，而未达到 10% 指标的供电商可以向超额完成指标的电力商购买其富余的绿色证书指标以履约，即开展可再生能源发电指标的贸易，还准备开展绿色证书期货贸易。

（3）可再生能源义务制度由英国燃气、电力监管部门监督实施。为了使配额制得以实施，《可再生能源义务令》规定了监管部门的具体监管措施：第一，确立已取得认证资格的合格的可再生能源项目；第二，监督产量和颁布可再生能源义务证书；第三，监督供应商遵守可再生能源义务；第四，监督可再生能源义务证书的买卖双方之间的关系。

（4）对违反可再生能源义务制度者予以惩罚。根据可再生能源义务制度，所有供电商都必须履行责任和义务，达到当年规定的可再生能源电量份额。如果不能完成任务，供电商将要交纳最高达其营业额 10% 的罚款。

（5）对工商企业用电（非家庭用电）征收大气影响税，其税率为：天然气为 0.15 便士/千瓦时，煤为 1.17 便士/千克，电为 0.43 便士/千瓦时，液化石油气为 0.07 便士/千瓦时。其中，对燃油免征此税，征燃油税。该税收预计年收入可达 10 亿英镑，其中一部分用于支持企业研究低碳排放技术，一部分用于支持企业加速节能投资设施的折旧，规定允许年折旧率达 100%。大气影响税收入部分用于补贴企业，即减免企业为雇员交纳的社会保险税的 0.3%，这有助于企业增加雇员来取代能耗大的设备，同时可增加就业机会，减少环境污染。

四、建议

发展可再生能源是缓解资源瓶颈，保证能源可持续供应以及能源安全的根本出路；是减少环境污染、改善生态环境的重要途径；是发展循环经济，建立资源节约与环境友好型社会的重要物质载体；发展可再生能源有助于提高我国的国际能源地位。根据以上情况分析，为我国的可再生能源工作提出建议。

1、国家政策及法律支持，将可再生能源置于优先发展地位

在环境保护和可持续发展的压力下，为促进可再生能源的开发和利用，世界各国为发展可再生能源提供了政策和法律支持。为此，各国在相当长的时间内，都运用了很多非市场机制手段，包括财政政策、税收政策、利率政策的倾斜和扶植，并制定法律予以保障，使新能源可以存活和发展。

欧洲各国通过立法，确立了可再生能源在能源系统中的重要地位，既激励了可再生能源的合理开发和利用，又在法律上保证了绿色电力的发展。实践证明这是最有效的途径。如欧盟的白皮书法令、英国的“非化石燃料公约”、丹麦的电力公司供应法令等都将利用可再生能源发电的量化发展目标以及相应的激励政策写入其中，在法律的约束和保护下促进绿色电力的发展。丹麦等国实施的可再生能源配额制以法律形式规定了绿色电力在生产 and 消费中所占的比例。

在我国现代化进程中，经济立法起到越来越重要的作用。建议参照发达国家的有关法律政策，从能源开发和环保的长远大计，加强制定适应我国国情的可再生能源开发促进法和其他相关法律、法规，鼓励和保障从事可再生能源的企业、地方和个人开发的积极性。从保护环境和实施可持续发展的战略高度，在《可再生能源法》的基础上，明确可再生能源的发展目标，逐步提高可再生能源在电力供应的比重，将可再生能源置于优先发展的地位。

2、确定长期的扶持和规划目标，支持可再生能源技术研发和制造

多数国家在可再生能源开发方面，倾向采取制定长期、较稳定价格的政策。银行、保险公司和风险投资者只有在确认项目具有长期稳定性，并且在今后较长时期内具有获利前景的情况下才会提供资金。因此，我国应确定长期的（至少为期10年以上）、目标明确的扶持和规划目标并加强监督实施。

3、实施切实有效的激励政策，促进可再生能源的发展

欧洲各国对可再生能源发展的主要激励措施包括：补贴、税收优惠、价格优惠和贷款优惠等，并且注意了激励措施的公开明了，财政资金补贴流向有透明度，使公众和业内人士了解财政负担了什么，对什么给予了补贴以及为什么补贴等。

欧盟的实践证明，强制性收费政策能有效地引导能源产业结构的调整、发展。如：20世纪80年代后期的丹麦政府，采取征收能源环境税的办法来提高化石燃料在丹麦市场的价格，以保证绿色能源价格在市场中的竞争与生存能力。同时，政府将税款部分专项用于绿色能源技术的开发和推广使用。这极大刺激了可再生能源的发展。

我国《可再生能源法》中对发展可再生能源的激励措施已初步确定了一个框架，但整体上看，促进我国可再生能源发展的激励政策还需要进一步完善。从欧洲的经验看，政府支持是可再生能源初期发展的必要条件。如果政府实行投资和税收优惠等措施，减低其前期投资成本，并提高其日后的获利能力，就能大大促进可再生能源的发展。欧洲国家促进可再生能源的一系列优惠政策值得我国借鉴。

4、建立有保障的可再生能源投融资机制

建立相应的有保障的投融资机制是可再生能源技术产业化的一个重要条件。各级政府及有关机构应安排技术研发专项资金，支持具有自主知识产权的可再生能源企业发展。

5、完善可再生能源电价形成机制

制订有利于可再生能源发展的财政补贴和税收优惠政策，完善电价机制。从根本上形成可再生能源发展的良好环境，避免可再生能源行业的亏损，保证投资者的合理回报，激励投资者对可再生能源投资的积极性。

6、加强对可再生能源发电和电网企业全额收购可再生能源电量的监管

可再生能源作为新生力量将是我国未来电力市场的重要组成部分，电力监管部门应加大对可再生能源发电和电网企业全额收购可再生能源电量的监管力度，防止出现对可再生能源发电企业的歧视行为。在必要的情况下，学习欧洲国家经验，采取非对称管制，使可再生能源发电暂时处于更加有利的市场地位，以扶持其初始阶段的发展。

7、积极利用“清洁发展机制”

《京都议定书》在为发达国家规定了具体减排目标的同时，也引入了联合履约（JI）、排放贸易（ET）和清洁发展机制（CDM）三项灵活机制，允许发达国家以成本有效方式在全球范围内减排温室气体。由于发展中国家边际减排成本低，发达国家非常青睐“清洁发展机制”。当前，我国应积极参与“清洁发展机制”，利用发达国家的“免费”资金，促进我国可再生能源发展。

8、提高全社会开发利用可再生能源的意识

萨伊定律认为需求决定供给，可再生能源产业的发展离不开消费者的认同与支持。可再生能源与传统能源相比价格较高，因此政府需要采用各种方式让公众了解和接受。欧盟许多国家充分利用各种媒体宣传绿色电力，如在各种平面媒体上介绍绿色电力的优点；在商场、超市等繁华地区免费发放宣传资料；举办各种培训和讲座；免费安装绿色电力设备等。

可适当借鉴国外发展经验，结合中国实际情况，研究实行配额制等带有强制性的相关法律和政策，建立起合理的可再生能源消费机制；政府机构和事业单位要率先使用可再生能源，并建设公用建筑物（或设施）可再生能源利用示范工程；鼓励大型企业利用可再生能源并积极投入可再生能源的技术开发、设备制造和可再生能源生产；对单位和个人自愿认购高价格可再生能源的行为，采取授予绿色能源标识、节能标识和企业环保评级等方式予以鼓励。

余力 摘编

关于《国际科技动态》电子刊物征稿启事

中国科学院国际合作局主办的《国际科技动态》自 2005 年由原来纸制刊物改版为电子刊物以后得到院内外广大科技工作者的支持，内容愈益丰富，质量不断提高，浏览点击率连续创新记录。为满足广大科技工作者的需求，更好的为广大科技工作者服务，更好的为我国的科技进步和科技创新进一步提高刊物的质量，我们特发此征稿启事，同时也请大家对我刊提出宝贵的意见，以便更好的改进我们的工作。

1、本刊性质

本刊为中国科学院国际合作局主办的电子刊物（月刊）。本刊每期的文章一般在月初 8 日左右刊在中国科学院网页国际合作栏目内。

2、稿件内容：

(1) 对有关国家，尤其是发达国家，如美、日、英国、德国和其他欧洲国家、俄罗斯和澳新等国的科技政策、科技创新措施、科技重大成果的分析和相关报道；

(2) 对有关发展中国家和周边国家，如印度、韩国、新加坡、马来西亚、泰国的科技政策、发展动向的分析和报道；对我国、我院与其他国家的科技合作状况的分析、比较和建议；

(3) 对世界和我国重大科技领域和前沿学科的发展趋势、创新方向和重要科技进展、重大成果的报道的分析、建议文章、综述、摘编、评论等和报道；对我国、我院科技创新政策、措施的分析与建议；对我国科技发展关注的热点开展讨论，提出建议；

(4) 出访有关国家时，对所访问国家的科技状况及所见所闻提供最新的报道和分析；尤其是我国驻外使领馆的科技官员对驻在国科技政策、发展情况的分析、比较、建议和报道；同时，欢迎我在国外的学生、进修人员、合作研究的科学工作者和访问学者为我们提供第一手的分析报告；欢迎在国外公司企业进行技术项目合作的专家学者提供先进的技术合作与技术转让方面的经验和建议；

(5) 欢迎在国内有关实验室、公司企业进行技术合作、合资项目的专家学者提供对合作研究的政策、管理、合作内容及水平的分析与建议，包括经验和体会；

(6) 结合我国的国情和科技普及情况，对提高我国科技整体水平和全民科技素质有益的文章和建议。

3、篇幅及有关要求：

(7) 所有来稿请提供电子版（Windows, Word 格式），A4 纸幅面，用 5 号宋体字，标题为 3 号字体，段首缩入两字，段落之间不空行，每行 42 字符，每页 50 行；

(8) 一般稿件 3, 000 至 5, 000 字，重要稿件可达 8, 000 字；

(9) 稿件必须有依据、有分析，引证的文字须在当页下侧注明出处；引用的文章不得超过来稿的四分之一；对于摘编的稿件，请特别注明文章的出处；

(10) 作者必须保证来稿内容的真实可靠，如有虚假，本刊保留进一步处理的权利；

(11) 翻译的文章须特别注明原文的题目、作者、单位、国别、出版日期等有关资料；

(12) 来稿必须署明来稿姓名、单位、联系电话、电子邮件地址，如需用笔名发表，请特别说明；

(13) 来稿如系多人合作，请确定文章作者姓名的顺序，本刊对因署名引起的不同意见概不负责；

(14) 符合上述要求的稿件可随时发至我刊，但如有时间要求的稿件最好在每月底前发至我刊，以便在最近的一期中刊登。

4、稿酬

来稿一经刊用，即付稿酬。请在来稿时，附上作者身份证号码，以便本刊代为纳税。

5、联系方式

所有稿件，[请发至zohu@cashq.ac.cn](mailto:zohu@cashq.ac.cn),并请同时抄送huzhenou46@yahoo.com

联系人：胡镇欧

电话：010-68597746

手机：13801151050

中国科学院《国际科技合作动态》

编辑部

2007 年 4 月 5 日