

摘要

本研究概述了在能源供应领域中气候缓解的技术和产品，并侧重于可再生能源技术。该研究由“国际贸易和可持续发展中心”（ICTSD）发起。这些能源供应技术和产品不仅为温室气体（GHG）排放削减提供了实质性的前景目标，而且也可发展成为工业化和发展中国家发展的主流技术。为了广泛介绍目前已商业化以及 5 至 10 年内可商业化的技术，国际贸易和可持续性发展中心列出了相关技术。

2007 年 9 月，联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第三工作组就能源供应技术发表了一份报告，旨在评估气候变化减缓的可能项。其中有几个方面将气候变化与发展议题联系在一起。该报告探讨了这些联系的细节，说明气候变化和可持续发展是相辅相成的。珀卡勒（Pacala）和索科洛（Socolow）（2004 年）发表了一篇文章，题为“稳定楔角（Stabilization wedges）稳定模式：凭借目前的技术解决未来 50 年的气候问题”。其重点是 GHG 排放的削减。为减少 GHG 排放，他们区分可提供 GHG 排放削减“模式”的各种不同方案或技术。由一种技术或一组技术定义的一个楔角，从 2004 年的零起点开始计算，可以在 2054 年之前使年 GHG 排放量减少 1 GtC-eq/yr（相当与每年减少数 10 亿吨碳含量）。基于线性发展模式，累计来看，一个楔角相当于 25 亿吨碳。在全球范围内，到 2050 年，风能可每年削减 1000 MtC（相当于 1 亿吨碳）的 GHG 排放量。这同样适用于光伏电源。

许多可再生能源（RE）技术目前已商业化或刚刚开始在各种商业规模上获得应用，例如用于一些示范项目同，然后就推广到市场。其他一些可再生能源技术仍不太成熟，其商业化尚需 5 至 10 年（或在政府和私营公司采取一致行动的情况下使用更少的时间）。从商业化技术入手，集中太阳能发电（CSP）或“太阳能热发电”已经开展了大约 25 年（两项合并共计 400 兆瓦的总容量），并且作为一种“新颖的”再生能源技术正受到青睐。另一个 400 兆瓦容量的项目正在建设，一个 600 万千瓦容量的项目正在规划。这两种技术相对成熟，即太阳能槽系统和太阳能塔系统。随着与其配套的商业化工厂加以建设或规划，这些技术仍在进一步发展。另外有两种技术不太成熟，即应用斯特林发动机的太阳能盘和在应用菲涅耳透镜的太阳能聚热发电（CSP）。由西班牙、美国和其他国家对太阳能聚热发电（CSP）工厂等予以财政刺激计划支持，这些技术发展很快。

建筑环境中的太阳能加热和冷却，特别是太阳能加热水向住宅和办公室供暖可减少 40-50% 的加热水的矿物能量，因此成为可再生能源技术的主流。主要用于热水和空间热的太阳热能集热器通常安装在建筑物的屋顶，太阳能加热设备是非常容易见到的，这使得太阳能在技术和建筑架构方面均得到了发展。在工业化国家（如欧盟主要采用平板太阳能集热器）和发展中国家（如中国主要采用真空管集热器），太阳能集热器获得了稳步发展，因此该项技术的成熟有目共睹。

光伏发电（PV）运用于电网连接系统和离网系统（后者主要在发展中国家使用）。光伏发电基于应用光伏电池的光伏模块和系统的平衡（BOS），其中包括逆变器、电池、电子及其他零配件。光伏发电在德国、西班牙等欧洲国家、日本和美国获得了高速发展，其成本也相应下降。中国的太阳能制造行业充满活力，印度也显示出向此领域快速转变。不同类别的硅、薄膜和其他形式的太阳能电池使这项技术正变得越来越多样化。到 2010 年，薄膜光伏可能增长 10 倍，从每年 250 兆瓦增至 200 万千瓦，市场规模约为 50 亿美元。包括中国和印度等新兴经济体的发展中国家正成为重要的光伏电池和组件生产商。

风能现在已成为主流技术。2007 年，陆上和海上风力的投资估计为 275 亿欧元。有几个是跨国风力涡轮机制造商，也有更多一些在地区经营（如欧洲）的风力涡轮机制造商。风力涡轮机由不同配件组成，如叶片、齿轮箱和发电机等。一些原始设备制造商生产上述组件。两个中国和一个印度风力涡轮机制造商商业生产能力位居全球前十名，这使得风力涡轮机及其部件的生产技术正变得越来越国际化。陆上风力涡轮机制造的专有技术正在迅速蔓延。至于海上风力，一些欧洲国家拥有丰富经验。不过，美国和其他一些东南亚国家也在开发离岸风力发电场。

关于海洋能源技术，波浪能和潮汐流发电技术正在进入商业化阶段。至少有四项波浪发电技术具有中期商业应用前景的，现正在被开发和示范。这些被认为是“前商业阶段”（pre-commercial stage）。这些技术在葡萄牙、英格兰和苏格兰等具有有利的大西洋海浪的欧盟国家得到了示范。美国和东南亚国家也对波浪能饶有兴趣。此外，使用屏障进行潮差发电的技术也已经比较成熟，至少有 3 种潮汐流发电技术进入了研发和示范阶段。与此同时，波浪发电也有可能商业化。不仅是欧洲国家对潮汐流发电饶有兴趣，北美和其他国家也明显表现出兴趣。

有三项技术应用于地热能源，即发电、直接供热和地源热泵。商业化的地热电站运用了蒸汽干燥和有机朗肯循环（ORC）。有关深度地热及其小规模应用的概念正在研究，具有快速商业化的前景。直接为建筑和工业供热是一项商业技术。地源热泵（利用浅层地热）有望快速发展并降低相关成本。

关于水电，一般区分为大型水电（大于 10 兆瓦）、小型水电（介于 1 和 10 兆瓦之间）和微水电（小于 1 兆瓦）。大型水电扩建引发的社会混乱、对现有河道生态系统、渔业的生态影响以及相关蒸发失水等问题正在招致公众的反对。土地利用和环境问题可能意味着较难获取资源许可证，并成为一制约因素。尽管微水电仍有很大发展潜力，水电现已商业化。欧洲（福伊特西门子和阿尔斯通）、美国（通用电气）、加拿大、中国、印度和其他国家生产大型水电涡轮机和其他零部件。小水电涡轮机的生产基地更为广泛，包括经合组织国家、前苏联国家、中国、印度、巴西

等。

就全球范围内主要能源供应而言，生物质是目前最重要的可再生能源的供应来源。以生物质为基础的生产电力、热力以及热电联产（CHP）的商业大中型燃烧系统方面，各国有不少经验。此外，气化发电和热电联产系统也正在进入至少中等规模的商业化阶段。它们已经在工业化国家和发展中国家获得应用。湿生物质厌氧消化在许多行业（如农业）也进入商业化。随着这些技术更多地获得应用，沼气被用于小规模发电、热电联产（CHP）等，因此相关技术也变得更具有竞争力。除了那些或多或少已经建立的生物燃料应用项目，主要用于交通（车辆）的所谓第一代生物燃料的生产正在全世界许多国家获得青睐。虽然有些技术主要停留在研发阶段，主要用于一些试点工厂和已经建成的“前商业化”规模示范项目，或者正处于开发阶段，但木质纤维素生物质的技术使用为主要的第二代生物燃料技术提供了前景。

一些可再生能源和其他技术主要处于研发阶段，但从现在起 5 至 10 年的中远期具有很强的前景。它们是：

- 季节蓄热型太阳能供热（在地下浅层）和太阳能制冷
- 光伏与纳米技术为基础的光伏电池组件系统
- 浮动海上风
- 海洋热能转换（OTEC）
- 盐度差发电
- 小规模的地热发电
- 热干岩（HDR）技术地热发电
- 生物质整体气化联合循环（BIGCC）
- 生物质热解
- 生物质加热干燥
- 纤维素乙醇
- 第二代生物柴油和藻类
- 生物质转化合成二甲醚（DME）

- 生物炼制

这些技术中有许多可能会在 2015 年前后被商业化。有人指出，政府和私营部门在研发和示范阶段采取协调一致的行动，可以缩短商业化的时间。有些技术仍处于研发初期，或缺乏足够的政府研发投入，可能需要更长的时间来商业化。有些技术涉及电力储存，可能会对可再生能源发电十分重要，目前正于处于不同的开发、示范和市场推广阶段。而且，还有一些二氧化碳捕获和储存（CCS）的技术方案，在其研发和示范阶段仍需要政府支持。