

发达国家可再生能源发电对发展中国家的启示

万丽丽*（武汉大学环境法所，湖北 武汉 430072）

摘要：作为当今使用最多的可再生能源，水电主要来源于能淹没大片土地的大坝，带来环境问题，迫使居民和庄家迁移。有必要获得政治支持以进行合适的立法，促进可再生能源的使用。化石能源的成本也要比可再生能源的成本更高。美国的很多管理委员会要求当地的公用事业单位起草资源整合方案，包括对可再生能源成本和益处的详细评价。

关键词：可再生能源 发电 制度

一、可再生能源发电类型

可再生能源为满足全世界国家能源需求和发展的需要带来很大希望。这种希望为化石能源仍然是能源主宰的发展中国家特别重要。可再生能源的很多技术已经被应用。例如电力的产生可以由太阳光通过光伏电池对个别建筑物或建筑物的社区进行，用于电力中心站的发电，以及本地如提供家庭用热水或供暖等本地化的工作。

发电的其他可再生资源包括集热器领域等用于一个固定的热水源或太阳能池塘，可用于气化成热、电和运输等领域的庄稼秸秆的纤维素等领域，以及风能发电厂、地热应用、海洋潮汐能、生物甲烷化（来源于农业废物的发电）以及用于能源使用的生物能庄稼的培育。¹

在过去的几十年里，可再生能源项目和安装出现市场化趋势。例如，印度是可再生能源的领导者。印度在可再生能源发展方面是唯一内阁级的国家-非传统能源部；在可再生能源的研究上也处于世界领先水平，比如全世界著名的TATA研究所设立在印度大学里的技术支持中心着力于提升可再生能源的技术支持和应用，并证明这些技术得到了政府的认证。印度致力于从事可再生能源技术的研发，创造了可再生能源开发署支持可再生能源的项目。² 这些努力所取得的成果是显著地。印度目前有 302 万家家庭规模的沼气厂，3200 万现代炉灶（包括 48.5 万太阳灶），50 万个太阳能热水系统，57 兆瓦光伏装置（包括 3371 个水泵，1920 千瓦电力系统，累积在 4 万个社区安装街道照明装置，10 万个家庭电力系统，以及 25 万个家庭和社区照明系统），34.36 兆瓦生物质气化炉电力系统，222 兆瓦的蔗渣热电联产机组，1167 兆瓦的风力发电厂和 217 兆瓦的小型 and 微型的水电机组。

自从印度 1993 年创立了非传统能源部。可再生能源的发展主要得益于以技术为导向的项目支持到以市场为导向的间接项目支持以满足社会的终端需要，比如照明、通讯抽水、以及工业需要。此外，非传统能源部还被分为农村能源、城市能源、发电站而不是通过技术分类。质量控制、体系维护和人员培训也对印度的成功有帮助。然而像其他国家一样，印度发电主要还是靠化石能源和水利发电。³ 其他国家也有可再生能源项目印尼的目标是提供百万个太阳能房屋，并且通过装置的购买以及世界银行的协助和全球环境基金的贷款交付了 20 万个系统。在欧洲，芬兰的 30% 发电来源于可再生能源，大部分来源于生物能。其他的国家如德国也有很大的可再生能源项目。在农村，安装发电装置以及电力传输分电力分销，可再生能源比传统能源更便宜。风能、光伏能、生物能和水电能是当今发展中国家使用最为广泛并且利用价值最多的可再生能源。风能是世界范围内是一种成熟的和具有竞争性以及零污染的能源，也在某种程度上用于抽水，然而风能也有问题，比如对鸟类的威胁，把他们卷入刀片。

丹麦是使用风能发电的先锋，产生了大概 14% 的电。丹麦对所有排放二氧化碳的电征税，不问出处，这对丹麦的风能提供了支持。丹麦现在有 4800 个涡轮机，超过 80% 的是合营或归属于个体农户。相似的，丹麦有超过 10 万个家庭拥有风能发电的股份或者拥有他们自己的发电机。风能发电成为丹麦的大的产业。⁴ 此外，丹麦向 35 个国家出口风车，世界上超过 50% 的风能发电装置都

* 万丽丽，武汉大学环境法所博士研究生。

¹ 联合国发展项目；世界能源评价

² 联合国发展项目；世界能源评价

³ 公用事业项目成功案例研究<http://www.nrel.gov/documents/profiles.html> (最后访问日期，2014 年 5 月 11 日)

⁴ TATA 能源研究所评论：印度的可再生能源评论<http://www.teriin.org/energy/overview.htm> (最后访问日期：2014 年 3 月 11 日)。

来源于丹麦。德国也有很多风能发电装置并且也有大的风能发电机械制造商和出口商。

太阳能发电也遇到了很好的发展机遇。在电网所不能到达的偏远地区，光电能够提供冷藏、灌溉和通讯以及照明等服务。例如中国现在广泛的使用光电能，并制造光伏电池出口。太阳热能特别适合家庭、农业、工业和商业部门对热的大量需求。此外，它成功的应用于水加热、工业工业加热、烘干、空调制冷、烹饪、海水淡化和净化（通过使用太阳能鱼塘），抽水和发电。太阳能比现在使用的能源更有效率。为很多发展中国家的农村地区提供夜间照明，光伏紧凑型荧光灯系统，比煤油的效率高 100 倍，比蜡烛高 50 万倍。太阳能的效率更高。光伏装置也避免了化石能源发电高成本和污染问题。对于发展中国家生物质能很有吸引力，因为它使用本地的能源和劳动力。贫瘠土地上，农作物废弃物，纤维素生物质，提炼农作物提供的能源原料，同时还是工业的能源原料并用于电力产品和家庭取暖以及做饭。巴西是糖农作物能源发展的先驱，提炼的乙醇用于汽车，于是削减了一半的油进口。

现在使用的最多的可再生能源是水利发电，主要来源于大坝，但却能导致洪水泛滥和环境污染以及人口迁移和庄稼移栽等问题。大坝水也会带来二氧化碳（另一种温室气体）和甲烷（来源于植物腐烂）排放的问题。⁵ 然而，使用现有大坝发电不会产生这些问题，因此在现有的大巴上安装发电装置在世界范围内有很大的潜力，并且不会产生环境问题。利用河流水发电在技术上是非常复杂的，但是对环境的污染很小。最后，小的水电站可以减少水力发电对环境的损害。水电是未来最有发展的替代能源，它来源于天然气比石油和燃煤发电的污染更小。通过使用改进的，更经济的技术，水电也可以来源于光伏和风能发电系统，从水和一些海水藻类中分离氢。氢可以应用于机动车和发电厂的燃料电池。氢气燃烧几乎是无污染的（结合氢和氧气释放水）。气体也易于运输到管道。它的主要挑战是减少氢制造和燃料电池的成本，还要建造基础设施来运输氢（虽然现在的天然气管道可以应用），同时必须建立分销网络供车辆使用。然而，发展这些基础设施需要大量投资；然而氢已经发展的很好，因为它起初就被作为电力能源使用，并且在未来的几年里，很多的汽车制造商计划发展燃料电池市场。

二、可再生能源实施的机制

全世界的公共和私人部门（既包括工业国家也包括发展中国家）通过诸如这样的机制成功的解决了可再生能源的应用，包括：经济和市场激励机制、政府购买项目、公用事业监管要求和程序及标准，政府鼓励资源性计划，以及公民诉讼等。这些机制彼此间绝对不是排斥的，在很多情况下很多机制同时应用。根据他们的先占特点，进行划分。

（一）信息

1. 教育和培训。教育对通知公众、能源决策的制定者、非政府组织和私人部门知晓可得的可再生能源的选择非、应用、成本和效益常重要。这些知识对于获得必要的政治支持以制定恰当的提升可再生能源使用的立法措施是很有用的。教育应该在小学和中学水平进行然后对与能源决策相关的工作进行继续教育作为专业和技术教育的一部分。⁶ 建筑师、工程师、建筑商、商业企业管理者、行业人士和政府各级官员应该接受可用的、经济的可再生技术，对已经通过提高能源效率和可再生能源的法律规定，以及这些措施他们可以自愿采用或根据法律规定取得的成本和利润。零售职员、安装承包商和维修保养/维修人员必须理解可再生能源的好处，意识到他们可以从促进这些产品的最终用途中受益。对于设备供应商的人员可以提供这些必要条件的培训，但是政府必须监管私人部门系统的维护以及操作培训和运营。政府应立法支持这种培训并予以资金扶植。他们应该创立一种立法框架进行教育努力并恰当的寻求必要的资金支持。政府还应为人员提供邮寄服务，组织研讨会和会议，并引导媒体。

商业企业知道可再生能源是可获利的，他们也可以参与教育培训。NGO 通过环保网站、传播信息有关资源的效率和机会、益处恶化成本。政治领导人在可再生能源也起着重要作用。

2. 评级。对公司产品的绿色评级也可以成为一种有效的教育工具。例如主要的环保组织连同消费者和工业参与者以及 NGO 能源解决中心，建立了一个“绿 E”清洁电力的认证计划。这个计划允许电力供应商，如果他们符合严格的环保条件则在他们产品上显示绿 E 标志，50%是可再生能源，而其余的 50%，是低排放的可再生能源，充分披露了电力的来源。非核能发电发电放松管制化一

⁵ TATA能源研究所评论，印度主要可再生能源技术研究分析 at <http://www.terrin.org/renew/estpot.htm> (最后访问日期：2014年6月11日)。

⁶ 国际和国家能源标准指南 at <http://141.51.158.34/iea/DevelopingCountries/developingCountries.htm>

年后，至少有 5% 是可再生能源，每年增加 5% 直到达到 25% 的目标。电力公司必须承诺事实的一年两次评论以及可再生能源产品每年的独立审计。该评级的目的是让电力消费者放心其所提供的产品是优越的绿色电源产品。随着放松管制化的到来，一个发电积分卡已经发展到了发电厂绿色评级的程度，增强消费者的知情选择。宾夕法尼亚州已经采用了功率积分卡，监管当局在几个州也正在考虑采用这种功率积分卡。

3. 奖励。最后，许多国家的政府和私营机构建立了奖励计划，以识别公司、私营机构以及实现出色的能效和利用可再生能源的产品。很多政府也建立了信息项目；例如美国联邦贸易委员会发布了能源指南标签，美国环保局制定了能源之星计划，对使用绿色电力，提供奖励。⁷

（二）评估和适应当地的需求

不满足当地的需求，可再生能源就会不取得成功，项目设计要符合当地需求。这些需求必须是明显的，他们经常被忽略，不仅在可再生能源项目中。善意国际和国家部门，设备供应商和项目资助者和推动者无视当地社会的需要、习俗和文化。只有项目是与当地的合作和参与下理智和谨慎设计的，可再生能源才可促进当地经济和社会发展，特别是在贫穷的边远地区，可再生能源项目的投资会是参与者微薄收入的一个主要部分。社会不能负担不能满足发展需要的不成功项目，会使参与者更加贫困。在项目设计的过程中应该对当地的需求进行评价以及当地居民的参与。所有的项目设计者、建筑师、工程师、供应商和技术运行者以及维护人员、教育者、培训师、项目资助者、政府官员、NGO 和其他在能源项目的设计和运行过程中有利益的人，都应该参加当地需要的评估，并被培训以适当的满足这些需要。

（三）环境影响陈述

在可再生能源的应用过程中，政府应该要求所有与能源相关的重大项目，进行环境影响评价或环境影响陈述。1962 年，国家环境政策法案要求一个 EIS 为所有主要的“显著影响人类生存环境的质量联邦行动”。EIS 必须详细评价任何拟建议行动对环境的影响，任何无法避免的负面影响，替代行动，以及所产生的短期与长期的影响，资源的任何不可逆的承诺否则将诉诸法庭，这使得拟建项目在施行之前必须谨慎考虑。如果环境影响陈述不遵守 NEPA 就有可能被诉诸法庭，这是一种有效的确保拟采取的行动会对环境产生的后果进行评估的一种手段。175 个以上的国家制定了他们自己的环境影响评价立法。很多国际环境条约也要求进行环境影响评价。世界银行和其他跨国银行在类似的管辖过程中，需要类似的评价活动。

同样，许多州要求公用事业透露排放和发电来源。国家也披露了通常所需要的信息，如发电源，混合燃料，每小时燃料的排放量，价格波动以及合同条款。市场研究和民意调查一致显示，消费者都希望使用清洁能源。在竞争激烈的零售市场中，这种披露要求使消费者能够做出明智的决定，他们所选择的供应商对环境产生的后果，促进无污染的可再生能源的利用。

（四）经济和市场机制

1. 取消化石燃料补贴。取消化石能源和产品的补贴立法是促进可再生能源的最直接措施取消补贴，不仅是一种无成本的措施，而且根据定影，还能提高收入的增加。许多国家的化石燃料补贴达数百亿美元以上。全球每年化石燃料补贴估计为 2500 亿美元到 3000 亿美元。在 90 年代中期，这一数字并不包括石油进口的补贴，美国对成品油的补贴估计达到每桶 100 美元。取消补贴的授予可以用于促进可再生能源的发展。

2. 外部成本内部化，法律法规应该考虑外部性成本，以提升可再生能源。两种能源相比较时，化石能源的排放成本经常被忽略，有些成本被认为是零。⁸ 大量的研究表明这些成本是巨大的，特别考虑人类健康问题和早期死亡率问题时。一些发达国家的研究表明，燃煤发电的外部成本比发电成本还高。在很多发展中国家，化石能源只用于汽车、发电和商业以及工业能源，也用于房屋供暖和商业建筑和家庭烹饪，于是带来了可怕的对健康的威胁，因为污染局限在一个特定的区域内。没有确切的研究表明外部性成本没有内部化时，清洁能源的比较性成本。

3. 利用生命周期的成本。引入清洁能源的成本往往涉及了大量的前期投资，但对这些资源的长期使用往往比化石能源更便宜。这种现象在使用效率措施方面是尤其明显的。对于太阳能、水电和风能资源而言，购置设备的初始成本可能是相当大的，但在他们的使用年限中，没有燃料成本以及维护成本很低，使得他们比化石能源更经济。化石能源的成本应考虑其使用效率以及与可再生能

⁷ Kurtis Parker & Harri Mäkinen, 芬兰可再生能源技术, at <http://www.tradeport.org/ts/countries/finland/isa/isar0005.html> (最后访问日期: 2014 年 5 月 12 日)

⁸ 联合国有机食品和农业, 农村太阳能和电力发展 at <http://www.fao.org/NEWS/2000/001003-e.htm>

源的成本以生命周期单位进行比较。对生命周期的定价进行立法或是监管是可行的。

4. 取消投资和进口限制。很多发展中国家对设备进口施加高额的义务。如果要促进可再生能源的使用，必须取消这些义务以及对很多外来资本的限制以创造一个鼓励投资的环境。⁹

5. 污染税。市场领域的污染税的征收可以有效减少排放。因为这种税使污染者因为他们对社会的污染，支付额外的成本。他们提升排放密集型产品的价格和化石能源使用的低利润，于是允许市场力量鼓励可再生能源的使用。

对污染燃料税的征收可促进可再生能源的使用。污染税（包含碳排放税）已经在巴西、丹麦、芬兰、意大利、拉脱维亚/立陶宛、瑞典和英国实施（其中资助其购买可再生能源补贴的义务）。瑞典在 1991 年制定了环境税并在 1992 年将氮氧化物的排放包含在内。污染税的征收是困难的因为它必然影响一些能源密集型工业和工作。然而如果污染税可以被其他商业税抵消，税收可以产生净收益。政治困难已经像很多国家所展现的，为这种税收立法，很多产业被排除在外，为了避免国内产品在竞争中处于不利地位。较理想的，污染税应该在全世界范围内征收以避免竞争中处于不利地位。然而，污染税对竞争者的影响，可以改善边境关税和回扣。对化石燃料或二氧化碳排放量的国际税收可以有效的向发展中国家进行资金技术转移和能源资源的获取。

6. 技术激励。任何燃料、技术和产品的长期补助扭曲了市场。因此，从长远看是不理想的，在对新技术的临时补贴被证明是幼小的、有用的、对于加快市场的接受度也是必要地。其实，化石补贴仍然存在，非化石能源补贴有利于市场的公平竞争。丹麦的风能发电为这种临时激励机制提供了很好的榜样。从 1976 年风能发电项目开始到 1976 年，丹麦政府在风能涡轮机的研究和发展上花了 7500 万元。在 80 年代，政府补助占成本的 30%，在 1984 年降低到 14%，在 1989 年因为市场接受了这种新能源而取消补贴。政府要求丹麦的电力公司支付风能电力价格的 85%，作为化石能源碳税的折扣。风能发电比煤发电更便宜。结果，丹麦占了世界上超过一本的风能发电。全世界新的风能发电设备有 60% 是丹麦提供的，收入每年超过 10 亿美元，提供 16000 个工作，今天，丹麦家庭拥有风能发电机或股份的超过 85%。

波兰高效照明项目，由世界银行，全球环境基金（GEF）资助，由国际金融公司管理，建立了一个为期两年的计划，以资助紧凑型荧光灯的销售。1997 年，在项目的最后，有 160 万人已经安装了此灯具，97% 表示有意再购买这些高效率的灯具。

德国成功的实施了它的《电力补贴法》（EFL），其为购置可再生资源进行补贴取得巨大成功。EFL 要求公用事业补贴。由风能、太阳能、水力发电和生物质能产生的 90% 的发电的住宅

对于风力资源，法律还提供了基于发电量或资本成本补贴。到 1997 年底，德国有一个风电装机容量 2081 兆瓦，位居世界第一。也刺激了光伏（PV）安装增长 450%。1991 年至 1997 年，随着价格的 37% 的跌幅。德国企业如西门子现在是世界领先的光伏销售。德国已经开始了 100,000 屋顶光伏发电项目-与私人银行发放低息贷款-这有望成为世界上最大的单一光伏补贴计划。¹⁰

瑞典使用的供应商之间的竞争，以鼓励制造商提高各种家电的效率。获胜的冷藏冷冻箱模型的改进的性能显着，使用较少的超过 30% 的电力比最有效的模式目前在市场上。

结 语

发达国家和发展中国家在选择可再生能源的成本效率的措施减少污染的同时促进他们的经济方面提供了很多成功的经验。立法和资源项目的很多项目已经被应用，并且对这种做法的法律和金融机制也多种多样。它很可能满足世界能源的需要、和发展以及环境保护的需要，甚至从长远看，还可以带来利润。但是要想实现这些目标需要一些世界各国政府和国际组织的果断的行为和政治支持。对于发达国家和国际机构而言，在发展中国家投资可持续发展能源、技术转移、教育和培训需要进一步的努力。对于发展中国家而言，可再生能源的目标需要减少障碍已获得可再生资源的措施的义务以及创智环境和法律促进这些措施的私人投资。

⁹ 丹麦发电产业协会，丹麦风能发电机工业成功是 at <http://www.windpower.dk/articles/success.html> (最后访问日期：2014 年 5 月 20 日)

¹⁰ 《太阳热能技术》，at <http://www.teriin.org/renew/tech/solth/about.htm> (最后访问日期：2014 年 3 月 11 日)。