

Jean Monnet Chair project

E-Newsletter-5

关于欧盟可再生能源研究的新进展

武汉大学欧洲问题研究中心

2017 年 12 月 31 日

关于欧盟可再生能源研究的新进展

欧盟可再生能源发展在全球较为领先,近几年国内外有许多学者以欧盟或具体成员国的可再生能源发展为对象展开研究,主要聚焦于以下几个方面:

(一) 可再生能源发展与碳市场的协同与冲突

有学者研究碳市场对可再生能源发展的影响(Li 和 Yu, 2010; Yu 等, 2017), Rogge 和 Hoffmann (2010), 以及 Rogge et al (2011) 以欧盟 ETS 为研究对象提出碳市场通过提高电价和可再生能源竞争力而间接促进可再生能源研发。也有研究表明,由于市场失灵、社会和技术的路径依赖、设计缺陷(如配额总量、配额分配方式、覆盖范围)等原因,碳市场对可再生能源研发和投资的激励作用并不明显(Lehmann 和 Gawel, 2013)。

也有学者研究碳市场与可再生能源发展相互影响。Tsao 等(2011)指出当绿色证书交易市场和排放权交易市场同时存在时,对电力市场会产生冗余效应,因此各国执行绿色证书交易制度时需要考虑政策间的激励相容作用。Jarke 和 Perino (2017) 基于欧盟实际数据利用两部门一般均衡模型,研究总量排放交易体系下可再生能源政策是否能减少排放,若总量排放交易体系没有覆盖所有行业,那么不同的可再生能源补贴会通过行业间泄漏来改变碳排放总量,有的增加,有的减少。Ró (2017) 提出,欧盟多种气候与能源政策与目标受到许多经济学家批评,他们认为可再生能源目标不具有经济意义,因为在 EU-ETS 框架下可再生能源目标是一种经济成本较大的减排措施。此外,支持可再生能源电力部署也对 EU ETS 有负面影响,因为其对二氧化碳价格产生抑制作用,这有利于污染最严重的技术,对绿色技术不利。Ró 这种主流的观点是短视的,需要对气候和能源政策组合进行多学科的经济分析。主流经济学对组合工具的评估是基于狭隘的分析方法,忽视了其他学科的相关间接,包括创新经济学和政治经济学。不同的政策目标 and 市场失灵的存在,可再生能源政策对创新的需求拉动作用,政治经济学方法和可再生能源技术的不同风险敞口,都需要一个政策组合。虽然政策组合不是万能药,而且本身也带来问题,可以进行合适的设计来减少可再生能源部署和 EU ETS 碳价格之间的消极影响。

(二) 可再生能源发展的影响因素

一方面,政策是影响可再生能源发展的重要因素。Marques 等(2010)验证了欧盟减少能源依赖的政策目标刺激了可再生能源使用,因此支持政府通过立法来促进可再生能源发展。Marques 和 Fuinhas (2011) 以欧洲 24 个国家为研究对象基于动态面板估计方法对可再生能源消费的影响因素进行研究,发现上一期可再生能源消费对当期可再生能源消费有正向和非常显著的影响,传统能源消费制

约了可再生能源消费,对可持续、气候减缓和碳减排目标的社会意识不足以推动可再生能源消费,收入水平和化石能源价格对可再生能源消费也没有显著的促进作用,可见市场力量并没有有效地促进可再生能源消费。Marques 和 Fuinhas(2012)验证了欧盟可再生能源的发展基于政府的直接干预,Kanellakis 等(2013)也认为政府实施的可再生能源相关政策对欧盟可再生能源发展有显著的促进作用,Aune 等(2012)、Nicolini 和 Tavoni(2017)、以及 Wędzik 等(2017)以欧盟和个别成员国为研究对象,对此进行了实证分析,得出有差别的结论。

另一方面,可再生能源发展还受到其他社会、经济和政治等多方面因素影响。Salim 和 Shafiei(2014)基于 STIRPAT 模型分析 29 个 OECD 国家(其中 17 个为欧盟成员国)城市化对可再生能源和非可再生能源消费的影响。虽然总人口和城市化对不可再生能源消费有正向影响,但人口密度对不可再生能源消费有负面影响。从人口因素来看,只有总人口对可再生能源消费有重大影响。Lutz 等(2017)基于粗糙集分析方法以德国 18 个区域为对象来分析可再生能源消费的关键驱动因素。Dumas 等(2016)提出长期动态的内生选举竞争和技术政治路径依赖的可再生能源政策模型,强调政治、党派意识对可再生能源和二氧化碳排放的影响。Cadoret 和 Padovano(2016)实证分析了政治因素如何影响欧盟可再生能源的使用,并将其与经济、能源和环境因素进行比较,结果表明,制造业游说对可再生能源部署有负面影响,而政府质量标准测度则显示出积极影响,左翼政党比右翼政党更推动可再生能源的部署。

(三) 可再生能源发展是否能减少排放

有学者对可再生能源消费是否能减少排放进行分析,研究可再生能源消费与温室气体排放之间的关系。Adewuyi 和 Awodumi(2017)对大量文献进行调研,发现以往研究聚焦于能源消费与经济增长之间的关系,忽略了能源消费的排放效应,近年来的文献开始将二氧化碳排放纳入能源消费(包括可再生能源消费与不可再生能源消费)的研究,具有一定政策意义。Clancy 等(2015)量化估计了爱尔兰高可再生能源渗透率的电力系统对化石燃料和二氧化碳排放的节约。结果显示,目前可再生能源发电避免了矿物燃料增长 26%(价值 2.97 亿欧元),避免了 CO₂ 增加 18%排放量(285 万吨二氧化碳)。

也有学者将可再生能源消费与环境 EKC 放在同一框架进行研究,解释两者之间的联系。Al-Mulali 等(2016)分析了不同区域(包括中欧、东欧、西欧、东亚和南亚等)可再生能源消费对环境 EKC 曲线的影响,EKC 假说只在可再生能源与污染存在显著关系的地区成立。Moutinho 等(2016)考察了 1990-2010 年 20 个欧洲国家可再生能源比例与二氧化碳排放和收入时间的关系,表明可再生能源可能成为欧洲各国排放收入关系存在差异的潜在驱动因素,也是减少二氧

化碳排放量的重要途径。2001--2010 年期间，可再生能源在发电量中的份额对 EKC 的形态产生重大影响，EKC 随着 RES 的增加而向下移动。

（四）可再生能源技术创新

大量学者就政策和市场对可再生能源创新的影响进行研究。Nesta 等（2014）研究 27 个 OECD 国家（其中 18 个为欧盟成员国）可再生能源政策在不同竞争程度下对绿色创新的影响，发现可再生能源政策在能源市场自由化程度高的国家中更能有效地促进绿色创新，并且政策只有利于高质量绿色创新，而竞争更有利于低质量绿色创新。Nicolli 和 Vona（2016）基于欧盟 1980--2007 年的面板数据，实证研究市场调节和各种可再生能源政策对不同可再生能源技术创新活动的异质性影响。Bähringer 等（2017）比较了德国的两个上网电价补贴政策，补贴率较低的 SEG 和补贴率较高的 EEG。EEG 对可再生能源技术创新有一定的激励作用，但与 SEG 并无显著不同，但是 EEG 促进了电价上涨，成本较大。因此，不能仅以技术创新来对 EEG 上网电价机制进行评估。

也有学者从企业异质性角度研究可再生能源技术创新，Noailly 和 Smeets（2012）基于欧盟 5471 公司化石能源专利和可再生能源专利数据，研究企业异质性对技术创新的影响，以及已存企业或新进入退出企业如何用可再生能源专利来取代化石能源专利。发现化石能源和可再生能源专利差距缩小的原因主要是小的专业的可再生能源创新公司的进入，化石能源价格、化石能源市场以及化石能源知识存量的增加都将增加专利差距，因为这会增加大的混合公司的化石能源创新。因此政策重点应是帮助小企业开展和维持创新。

（五）可再生能源发展与经济增长

有较多学者就欧盟发展可再生能源与经济增长（或某部门产出、就业、福利）进行了研究。Alper 和 Oguz（2016）以欧盟新成员国为研究对象，发现总体上发展可再生能源消费有利于经济增长，但具体来看存在地区异质性。Rafindadi 和 Ozturk（2017）以欧洲可再生能源发展最为领先的德国为研究对象，发现德国可再生能源消费有利于经济增长，可再生能源消费每增长 1%，经济增长 0.2194%。德国是可再生能源发展的先行者，Blazejczak 等（2014）提出可再生能源发展虽然能创造就业，但也带来高成本问题，因此基于部门间能源—经济计量经济模型，分析德国 2030 年可再生能源目标的经济影响，结果表明可以在不影响经济增长或就业的前提下实现可再生能源发展。Andreas 等（2017）基于 fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) 来回答保护环境和发展可再生能源是富裕国家的奢侈品吗？分析了欧盟在 2008-2013 年经济危机对能源转型和扩大可再生电力占比的影响。

（六）可再生能源政策的减排效应与成本有效性

Abolhosseini 和 Heshmati (2014) 对可再生能源政策的相关研究进行文献归纳和总结, 包括政策是否能激励可再生能源发展、政策的成本有效性以及政策的可行性等。关于可再生能源政策的减排效应, Abrell 和 Rausch (2016) 通过多国家多部门的一般均衡模型分析欧盟电力输送基础设施 (TI) 扩张与可再生能源渗透率对电力部门贸易收益和电力供应二氧化碳排放的影响, 发现 TI 对二氧化碳排放的结果取决于同期可再生能源的渗透率。对于目前和 2020 年较低的可再生能源目标, TI 的加强会诱导低成本燃煤发电, 从而增加排放; 而 2030 年较高的可再生能源目标, TI 的加强有利于减少排放。

也有学者评估和比较了实施可再生能源政策和实现可再生能源目标的成本 (Fagiani 等, 2013)。作为欧盟 2020 年气候政策的一部分, Boeters 和 Koornneef (2011) 对 20% 的可再生能源目标成本进行了评估, 这取决于可再生能源的初始成本、供给曲线的陡峭度、以及初始可再生能源比例。Knopf 等 (2015) 就欧洲 2030 年可再生能源目标对电力部门的影响进行了定量评估, 包括经济成本、投资的区域分布和可再生能源电力比例。Marcantonini 和 Valero (2017) 对意大利风能和太阳能发电减少二氧化碳排放的成本, 结果显示, 风电平均成本为 165 欧元/tCO₂, 太阳能发电平均成本为 1000 欧元/tCO₂, 远高于德国。Guidolin 和 Guseo (2016) 对德国 Energiewende 所提出的完全放弃核能、转型使用以光伏和风能为主的可再生能源发电的经济和社会影响进行评估。Többen (2017) 认为德国可再生能源法案促进了可再生能源投资, 但是固定上网电价补贴资金来源于电价附加费, 对区域和社会的分配效应的影响引起争议, 因此, 以德国为研究样本基于多区域价格和数量投入产出模型追踪可再生能源法案的收入分配效应, 发现其对工业有较小的积极影响, 但会导致家庭收入的大量流失。有学者就可再生能源政策是否促进了可再生能源的发展进行研究。Nicolini 和 Tavoni (2017) 发现欧盟可再生能源补贴对促进可再生能源发展有显著的促进作用, 上网电价优于可再生能源证书政策。Iychettira 等 (2017) 基于设计理论、制度分析和发展框架、仿真模型, 提出针对欧盟可再生能源发电的政策设计方法。

(七) 可再生能源贸易

Fu 等 (2017) 利用网络分析法, 基于 1988--2013 年联合国贸易数据库对可再生能源交易的地理特征及其演变进行了分析。研究表明, 可再生能源贸易的网络正在扩大。欧洲、美国、中国和其他亚洲国家是主要的参与者, 中国已经超过美国和欧洲成为主要的参与者。可再生能源贸易中出现了不平等和小世界特征。太阳能贸易是一个以欧洲、美国和中国为主导的三方网络结构, 而水能贸易则呈现出更小、更分散的结构。中心--外围结构表明, 在可再生能源贸易中, 中心与外围之间存在贸易依赖。发展中国家应设计适当的激励措施, 并为可再生能

源价值链的特定领域做出贡献，并加速从南南可再生能源贸易中获益。Sung 和 Song（2014）基于 PVAR 和 PVECM 方法研究了政府政策与不同类型可再生能源出口的动态关系，生物能存在技术推动型政策与出口之间相互促进作用，风能在短期存在市场拉动型政策与出口之间相互作用，长期则存在技术推动型政策与出口之间的相互作用，太阳能旨在短期存在市场拉动政策与出口之间的相互作用。政策制定者应理解这些差异以提高政策的有效性。

（八）可再生能源投资

风险评估对可再生能源投资有重要意义，Angelopoulos等（2017）对可再生能源投资的风险因素进行综合评估并评估其对希腊资本加权平均成本的影响，也通过对可再生能源市场利益相关方进行咨询，来对结果进行验证。结论表明，政策设计风险是影响资本成本的最大风险因素，进而影响可再生能源投资水平。Gatzer和Vogl（2016）基于仿真和情景模拟法，分析德国和法国在岸风电场可再生能源投资风险，包括政策风险、能源价格风险和通货膨胀风险等，发现政策风险极大地影响风险回报曲线，而跨国多样化可以降低投资者的整体风险。因此，Lee和Zhong（2015）提出环境、社会和国家治理(ESG)方面以及经济已经成为决定投资和未来发展可再生能源工业的关键因素。因此，建立一个有效衡量和衡量国家整体可持续性和经济指标的指数是不可避免的。作者提出了一种可再生能源责任投资指数(RERII)的综合指数，包括50个国家和17个不同的指标，这些指标被分为经济、环境、社会和国家治理几个方面，可以作为一种筛选工具、决策工具、基准工具和可持续发展的指导。

可再生能源投资对环境的影响也是学者关注的问题。Cicea（2014）创新性地构建了可再生能源环境效率指数来对数个欧盟成员国1990-2008年期间可再生能源投资的环境效率进行评估，发现存在差异。

（九）可再生能源成本

The Economist（2014）使用成本—收益方法计算可再生能源成本，发现太阳能是减少碳排放最昂贵方式，其次是风力发电，然后是水电和核电。最有效的削减排放的方式是“天然气联合循环”技术。Saguan 和 Meeus（2014）基于竞争均衡模型发现欧盟不完善的电力输送投资监管框架不利于成员国之间可再生能源交易，会增加可再生能源成本。

Boer和Vuuren（2016）基于long-term energy simulation model TIMER分析在既定的系统要求和假设条件下电力部门使用可再生能源的成本最优路径。Çelikbilek和Tüysüz（2016）基于灰色多准则决策模型（grey based multi-criteria decision model）对可再生能源进行评估，提出各国应对可再生能源进行评价和排序，规划和选择最适当的能源。

（十）金融市场与可再生能源发展

可再生能源发展离不开资金融通，Kim 和 Park（2016）发现在金融市场发达的国家，由于更容易获得外部融资，可再生能源部门增长更加迅速，因此金融发展有利于可再生能源发展，进而有利于减少二氧化碳排放。Nie 等（2016）基于微观经济模型进行理论建模，考虑所有利益相关者，包括政府、银行和股东，发现政府补贴增加了可再生能源企业的产出，债务水平和股东价值，金融债务刺激了企业产出但是减少了单位债务的净利润。Vasileiadou 等（2016）讨论荷兰可再生能源众筹的潜力，目前众筹的数量很少，但这些项目从动态角度是有潜力的。

关于油价和可再生能源股票价格之间的关系，Reboredo 等（2017）基于小波变换算法，研究石油价格和可再生能源股票价格之间的协同运动和因果关系。短期内油价和可再生能源回报之间的依赖性较弱，但从长远来看主要是 2008 - 2012 年期间逐渐加强，并且在不同时间段存在从可再生能源指数到油价的非线性因果关系。

（十一）其他方面

第一，可再生能源发展面临的挑战。能源转型和发展可再生能源面临一定的挑战，一是高成本。Foster 等（2017）认为可再生能源政策的重点是通过增加可再生能源部署，以便通过规模经济和技术学习来降低成本。一旦实现与化石燃料发电的成本对等，能源转型就不需要进一步的可再生能源补贴。然而，这种推论隐含地假设化石燃料发电的成本对可再生能源的大规模渗透没有反应。作者建立了一个标准的经济框架来检验这种假设的有效性，发现，化石燃料发电的成本很可能会对可再生能源的大规模渗透做出反应，从而使可再生能源转型比预期更慢或更昂贵。Stram（2016）对包括欧盟的多个地区提高可再生能源发电渗透率的挑战进行阐述和评估，主要是高成本挑战。二是灵活性。Nikolaos 等（2017）基于 Mixed Integer Linear Programming (MILP) 模型，以希腊电力互联系统为研究对象分析可再生能源高渗透率对灵活性的需求。

第二，可再生能源发展与能源安全。一般研究认为可再生能源发展有利于能源安全，然而 Lucas 等（2016）认为大量文献使用能源进口来作为能源安全的指标，忽略了其他指标，如能源多样化。因此，Lucas 等使用了多种能源安全指标，来衡量欧盟可再生能源与能源安全的关系，发现两者关系比较复杂，取决于不同的能源战略，这又与对能源安全这概念的不同理解有关。

第三，消费者支付意愿。有学者就公众对可再生能源的支付意愿进行研究。推动可再生能源发展的风电场和水电计划能创造农村地区就业，但也对农村地区的其他经济活动和环境有害，因此，Bergmann 等（2008）基于选择实验法来量化人们对苏格兰农村地区可再生能源项目部署的偏好，特别是城乡居民偏好的差

异，这与具体的可再生能源技术类型和项目规模有关。Longo 等（2008）基于选择实验法调查对促进可再生能源生产的假设方案的支付意愿，结果表明，消费者愿意付出更高的电价，以便将外部成本内部化，如能源安全、气候变化和电力生产造成的空气污染等。

参考文献：

- Salim R A, Shafiei S. Urbanization and renewable and non-renewable energy consumption in OECD countries: An empirical analysis. *Economic Modelling*. 2014 , 38 (C) :581-591.
- Andreas J, Burns C, Touza J. Renewable Energy as a Luxury? A Qualitative Comparative Analysis of the Role of the Economy in the EU's Renewable Energy Transitions During the 'Double Crisis'. *Ecological Economics*. 2017 , 142 :81-90.
- Többen J. Regional Net Impacts and Social Distribution Effects of Promoting Renewable Energies in Germany. *Ecological Economics*. 2017 ,135 :195-208.
- Dumas M, Rising J, Urpelainen J. Political competition and renewable energy transitions over long time horizons: A dynamic approach. *Ecological Economics*. 2016 , 124 :175-184.
- Bergmann A, Colombo S, Hanley N. Rural versus urban preferences for renewable energy developments. *Ecological Economics*. 2008 , 65 (3) :616-625.
- Longo A, Markandya A, Petrucci M. The internalization of externalities in the production of electricity: Willingness to pay for the attributes of a policy for renewable energy. *Ecological Economics*. 2008 , 67 (1) :140-152.
- Al-Mulali U, Ozturk I, Solarin S A. Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in seven regions: The role of renewable energy. *Ecological Indicators*. 2016 , 67 :267-282.
- Abrell J, Rausch S. Cross-country electricity trade, renewable energy and European transmission infrastructure policy. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2016 , 79 :87-113.
- Nesta L, Vona F, Nicolli F. Environmental policies, competition and innovation in renewable energy. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2014 , 67 (3) :396-411.
- Jarke J, Perino G. Do renewable energy policies reduce carbon emissions? On caps and inter-industry leakage. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2017, 84: 102-124.
- Noailly J, Smeets R. Directing technical change from fossil-fuel to renewable energy innovation: An application using firm-level patent data. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2013 , 72 :15-37.
- Nie P Y, Chen Y H, Yang Y C, Wang X H. Subsidies in carbon finance for promoting renewable energy development. *Journal of Cleaner Production*. 2016 , 139 :677-684.
- Vasileiadou E, Huijben J C C M, Raven R P J M. Three is a crowd? Exploring the potential of crowdfunding for renewable energy in the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*. 2016 , 128 :142-155.
- Saguan M, Meeus L. Impact of the regulatory framework for transmission investments on the cost of renewable energy in the EU. *Energy Economics*. 2014, 43 (51) :185-194.
- Kim J, Park K. Financial development and deployment of renewable energy technologies. *Energy Economics*.

- Nicolli F, Vona F. Heterogeneous policies, heterogeneous technologies: The case of renewable energy. *Energy Economics*. 2016, 56 (35) :190-204.
- Cadoret I, Padovano F, The political drivers of renewable energies policies. *Energy Economics*. 2016, 56 :261-269.
- Reboredo J C, Rivera-Castro M A, Ugolini A. Wavelet-based test of co-movement and causality between oil and renewable energy stock prices. *Energy Economics*. 2017, 61 : 241-252.
- Böhlinger C, Cuntz A, Harhoff D, Asane-Otoo E. The impact of the German feed-in tariff scheme on innovation: Evidence based on patent filings in renewable energy technologies. *Energy Economics*.
- Iychettira K K, Hakvoort R A, Linares P. Towards a comprehensive policy for electricity from renewable energy: An approach for policy design. *Energy Policy*. 2017, 106 :169-182.
- The Economist. New numbers, same conclusion.
- Knopf B, Nahmmacher P, Schmid E. The European renewable energy target for 2030 – An impact assessment of the electricity sector. *Energy Policy*. 2015, 85 :50-60.
- Fu X, Yang Y, Dong W, et al. Spatial structure, inequality and trading community of renewable energy networks: A comparative study of solar and hydro energy product trades. *Energy Policy*. 2017, 106 :22-31.
- Angelopoulos D, Doukas H, Psarras J, Stamtsis G. Risk-based analysis and policy implications for renewable energy investments in Greece. *Energy Policy*. 2017, 105: 512-523.
- Marcantonini C, Valero V. Renewable energy and CO₂ abatement in Italy. *Energy Policy*. 2017, 106: 600-613.
- Stram B N. Key challenges to expanding renewable energy. *Energy Policy*. 2016, 96 :728-734.
- Koltsaklis N E, Dagoumas A S, Panapakidis I P. Impact of the penetration of renewables on flexibility needs. *Energy Policy*. 2017, 109:360–369.
- Clancy J M, Gaffney F, Deane J P, Curtis J, Gallachúir B P Ó, Fossil fuel and CO₂ emissions savings on a high renewable electricity system – A single year case study for Ireland. *Energy Policy*. 2015, 83 :151-164.
- Gatzert N, Vogl N. Evaluating investments in renewable energy under policy risks. *Energy Policy*. 2016, 95 :238-252.
- Lutz L M, Fischer L B, Newig J, Lang D J. Driving factors for the regional implementation of renewable energy--A multiple case study on the German energy transition. *Energy Policy*. 2017, 105 :136-147.
- Sung B, Song W Y. How government policies affect the export dynamics of renewable energy technologies: A subsectoral analysis. *Energy*. 2014, 69 (5) :843-859.
- Çelikbilek Y, Tüysüz F. An integrated grey based multi-criteria decision making approach for the evaluation of renewable energy sources. *Energy*. 2016, 115 (Part 1) :1246-1258.
- Nicolini M, Tavoni M. Are renewable energy subsidies effective? Evidence from Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 74 :412-423.
- Ró P D. Why does the combination of the European Union Emissions Trading Scheme and a renewable energy target makes economic sense? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017, 74 :824-834.
- Adeolu A O, Adewuyi O B, Renewable and non-renewable energy-growth-emissions

linkages: Review of emerging trends with policy implications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017 , 69 :275-291.

- Rafindadi A A, Ozturk I, Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017 , 75: 1130-1141.
- Alper A, Oguz O. The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016 , 60 :953-959.
- Lucas J N V, Franc é s G E, Gonz áez E S M, Kazmerski L. Energy security and renewable energy deployment in the EU: Liaisons Dangereuses or Virtuous Circle? . *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016 , 62 :1032-1046.
- Abolhosseini S, Heshmati A. The main support mechanisms to finance renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014 , 40 (C) :876-885.
- Lee C W, Zhong J. Construction of a responsible investment composite index for renewable energy industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015 , 51 :288-303.
- Dvořák P, Martinát S, Dan V D H, et al. Renewable energy investment and job creation; a cross-sectoral assessment for the Czech Republic with reference to EU benchmarks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017 , 69 :360-368.
- Guidolin M, Guseo R. The German energy transition: Modeling competition and substitution between nuclear power and Renewable Energy Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016 , 60 :1498-1504.
- Blazejczak J, Braun F G, Edler D, Schill W P. Economic effects of renewable energy expansion: A model-based analysis for Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014 , 40 (C) :1070-1080.
- Moutinho V, Robaina M, Kazmerski L. Is the share of renewable energy sources determining the CO₂ kWh and income relation in electricity generation? . *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016 , 65 (65) :902-914.
- Cicea C, Marinescu C, Popa I, Dobrin C. Environmental efficiency of investments in renewable energy: Comparative analysis at macroeconomic level. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014 , 30 (2) :555-564.
- Marques A C, Fuinhas J A. Drivers promoting renewable energy: A dynamic panel approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011 , 15 (3) :1601-1608.
- Boer H S D, Vuuren D V. Representation of variable renewable energy sources in TIMER, an aggregated energy system simulation model. *Energy Economics*. 2017 , 64 : 600-611.
- Marques A C, Fuinhas J A, Manso J R P. Motivations driving renewable energy in European countries: A panel data approach. *Energy Policy*. 2010 , 38 (11) :6877-6885.
- Rogge K S, Hoffmann V H. The impact of the EU ETS on the sectoral innovation system for power generation technologies – Findings for Germany. *Energy Policy*. 2010 , 38 (12) :7639-7652.
- Rogge K S, Schneider M, Hoffmann V H. The innovation impact of the EU Emission Trading System—Findings of company case studies in the German power sector. *Ecological Economics*. 2011 , 70 (3) :513-523.
- Lehmann P, Gawel E. Why should support schemes for renewable electricity complement the EU emissions trading scheme?. *Energy Policy*, 2013 , 52 (1) :597-607.
- Yu M, He M, Liu F. Impact of Emissions Trading System on Renewable Energy Output. *Procedia Computer Science*, 2017 , 122 :221-228.

- Li I X, Yu C W. Impacts of emission trading on carbon, electricity and renewable markets: a review[C]. Proceedings of IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2010, July 25-29: 1-7.
- Marques A C, Fuinhas J A. Are public policies towards renewables successful? Evidence from European countries. *Renewable Energy*. 2012, 44:109-118.
- Kanellakis M, Martinopoulos G, Zachariadis T. European energy policy—A review[J]. *Energy Policy*, 2013, 62: 1020-1030.
- Aune F R, Dalen H M, Hagem C. Implementing the EU renewable target through green certificate markets[J]. *Energy Economics*, 2012, 34(4): 992-1000.
- Nicolini M, Tavoni M. Are renewable energy subsidies effective? Evidence from Europe[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 74: 412-423.
- Wędzik A, Siewierski T, Szypowski M. Green certificates market in Poland—The sources of crisis[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 75: 490-503.
- Fagiani R, Barquín J, Hakvoort R. Risk-based assessment of the cost-efficiency and the effectivity of renewable energy support schemes: Certificate markets versus feed-in tariffs[J]. *Energy Policy*, 2013, 55: 648-661.
- Boeters S, Koornneef J. Supply of renewable energy sources and the cost of EU climate policy[J]. *Energy Economics*, 2011, 33(5): 1024-1034.
- Tsao C C, Campbell J E, Chen Y. When renewable portfolio standards meet cap-and-trade regulations in the electricity sector: Market interactions, profits implications, and policy redundancy[J]. *Energy Policy*, 2011, 39(7):3966-3974.