



地址：北京市顺义区后沙峪安泰大街艾迪城14号楼312
邮编：101318
电话：+86(10)61438032
邮箱：info@reei.org.cn
网站：www.reei.org.cn



磐之石能源评论2017



磐之石 ROCK ENVIRONMENT
AND ENERGY INSTITUTE
环境与能源研究中心

磐之石简介：

磐之石环境与能源研究中心（REEI，2018 年 4 月在北京市顺义区民政局注册为民办非企业单位），前身为磐石环境与能源研究所，创立于 2012 年 7 月，是一家研究环境和能源政策的独立智库。我们以能源转型政策分析为主线，讨论如何在兼顾社会公平、气候变化、环境质量和公众健康的基础上，实现中国能源系统的低碳转型。并希望在此过程中促进多方参与、开放理性的环境政策讨论。

愿景：致力于推动以程序正义和理性批判为基石的环境政策决策机制的建立，使社会向更加包容、公正和可持续的方向发展。

作者简介：

赵昂

磐之石环境与能源研究中心联合创始人，主任。研究兴趣集中于气候变化和能源转型政策。文章曾发表于：China Environment Series 11、International Journal of Applied Logistics、绿叶、《绿色转型之路》、Energytransition.org、《中华环境》和《环境资源与能源评论》（第 2 辑）。

林佳乔

磐之石环境与能源研究中心联合创始人、副主任。研究领域包括能源政策、低碳发展以及碳市场。文章先后发表于《中国战略新兴产业》、《草业学报》、《动物学报》、《应用生态学报》、《东北师范大学报》等期刊及中国能源网、中国碳交易网等网站。

王昱瑞

磐之石环境与能源研究中心实习生（2017.01-2017.04），清华大学能动系在读研究生。

报告撰写：赵昂、林佳乔、王昱瑞

报告校对：王会、姜超

发布日期：2018 年 4 月 16 日

发布方：磐之石环境与能源研究中心

前言

作为能源转型标杆的德国已于 2017 年初开始正式执行新的《可再生能源法（EEG 2017）》，旨在将可再生能源的固定上网电价机制逐渐过渡至拍卖体系。这种更趋于市场定价的改革经历了德国国内的广泛讨论，支持者认为新版 EEG 会将促进可再生能源发电成本进一步降低，减缓可再生能源补贴的增速，增强可再生能源发电的竞争力；然而反对者则声称此次改革会限制未来可再生能源的发展的规模和速度。

中国的能源转型很可能也将面临同样的挑战，是应该继续对可再生能源进行巨额补贴，还是逐渐转向市场定价（如拍卖）机制；随着可再生能源技术成本的降低和更高可再生能源发电导致补贴缺口的增加，从长远来看，依赖补贴来支持下一阶段可再生能源发展的模式恐怕难以为继，但考虑到弃风、弃光和弃水等可再生能源发展的效率问题亟待根本改善，中国在近几年内转向市场机制为主的可再生能源发展模式的可能性恐怕还比较低；在现有补贴机制下，决策者仍有空间在提高可再生能源附加和提高居民终端消费电价等方面做文章。

本年度报告从德国的能源转型谈起，分析了德国在最近两年实施能源转型国家战略取得的成绩和面临的挑战，介绍了德国可再生能源立法的发展历程及最新进展，并着重观察其政治博弈对立法进程和结果的影响。然后，我们讨论了过去十年美国的碳排放与经济增长脱钩的原因，尽管天然气替代煤炭是主要贡献因素，但要实现可持续的脱钩，美国仍要依赖可再生能源的大力发展；我们也对美国总统特朗普上台之后的能源新政策与煤矿工人就业变化之间的相关性进行了分析；最后我们对中国国内的两个需要额外关注的问题进行了研究：碳定价体系如何促进交通行业的能源转型，以及可再生能源绿色电力证书对于可再生能源发展的促进作用到底有多大？

今年是我们连续第三年发布《磐之石能源评论》，未来我们将持续撰写并发布这一系列分析报告，为中国的能源和气候变化政策提供独立且有深度的见解。

林佳乔

磐之石环境与能源研究中心副主任

2018 年 4 月 12 日

Foreword

As an energy transition role-model, at the start of 2017, Germany officially launched the new Renewable Energy Act (EEG 2017), aiming to gradually transition from the Feed-in-Tariff for renewable energy to an auction-based system. This reform had undergone extensive discussions in Germany: supporters believe that the EEG 3.0 will further reduce the cost of renewable power and cut the subsidies for renewables; however, opponents claim that this reform will limit the scale and rate of future renewable energy development.

China’s energy transition is likely to face similar challenges. Should it continue to heavily subsidize renewable energy or gradually shift to a market pricing system (such as auction)? In the long run, the model of relying on subsidies to support the development of renewable energy is probably unsustainable, but considering the efficiency of renewable energy development such as curtailment of wind, solar and hydro power, China’s possibility of turning to a market-based model in recent years is low. Under the existing Feed-in-Tariff system, policy makers still have room to sustain the model by increasing renewable energy surcharge and/or raising the residential electricity price.

This annual report includes the analysis of Germany’s energy transition. It reviews the achievements and challenges faced by Germany in the past several years, followed by introducing the development history and latest progress of renewable energy legislation in Germany, with a particular focus on the political impact on the legislative process and results. Then we discussed the reasons for the decoupling of carbon emissions from economic growth in the U.S.; although natural gas is a major contributor to coal substitution, the U.S. must rely on the development of renewable energy to achieve a sustainable decoupling. We also analyze the correlation between the new energy policy of President Donald Trump after taking office and the changes in the employment of coal miners. Finally, we research on two issues in China that require additional attention: How does the carbon pricing system promote the energy transition in transport sector? And whether green power certificate system could play a key role in promoting the development of renewable energy.

This year marks the third consecutive year of us releasing the “REEI Energy Review.” We will continue to write and publish this series of analysis reports in the future, hopefully to provide independent and in-depth insights into energy and climate change policies in China and more broadly the Asian region.

Lin Jiaqiao
Deputy Director,
Rock Environment and Energy Institute (REEI)
April 2018

目录

电费折扣：激发购买绿色电力证书需求的一种方式?01

可再生能源发展基金的缺口逐年增加	01
绿证机制融资杯水车薪	02
电费折扣促进绿证交易?	03

交通部门的能源转型：碳定价的推动作用.....05

中国交通部门能源利用现状	06
加州交通部门去碳化案例：低碳燃料标准与碳排放权交易体系	06
瑞典的交通部门去碳化案例：碳税为主的税收体系	07
展望中国交通领域低碳政策发展策略	09

美国经济增长与碳排放脱钩：从“阶段性”到“可持续”12

脱钩的低成本动力：煤炭消费减少	12
“ 可持续脱钩 ” 的长期动力来自可再生能源	14

特朗普总统能保住煤矿工人的饭碗吗?16

煤矿企业看好监管变化吗?	16
新政的影响仍需观察	17

德国的能源转型之路： 喜忧参半的2016.....19

2020 年温室气体减排 40% 的气候目标面临挑战	19
----------------------------------	----

德国能源转型将面临大选考验.....22

德国 EEG 带来了可再生能源发展的黄金时代	23
EEG 曾面临过的主要挑战	23
未来 EEG2.0 将面对的困难和挑战	24

电费折扣：激发购买绿色电力证书需求的一种方式？

Electricity Bill Discount: an Effective Way to Stimulate Green Certificate Trading?

赵昂 / Zhao Ang

Summary

The China Green Electricity Certification Scheme began in July 2017 has not raised significant funding for renewable power projects due to lack of stimulation mechanism. Based on the Willingness-to-Pay data from a survey on PM_{2.5} level in metro cars in Beijing and commuters’ awareness of air pollution and its solutions, the article suggests that the residential electricity bill discount has the potential to effectively stimulate the urban residents to buy the green certificates. If 5% of Beijing residents, with the Willingness-to-Pay on renewable electricity, purchase green certificates, the scheme could raise 11.5 million RMB a year in Beijing. This estimation suggests that the residential bill discount could be an effective solution to increase green certificate trading.

中国风电和太阳能光伏发电的快速发展进入一个新的时期，较大规模的装机对补贴资金的需求越来越大，尽管技术成本的下降同时发生，但支持可再生能源发电的资金缺口逐渐扩大，决策者必须在原有激励机制（用电价附加来支持固定上网电价所需要的高于传统化石能源发电的补贴）的基础上，寻找新的政策手段，推动可再生能源发电产业的持续增长，进入快速替代化石能源发电系统的下一个发展阶段。本文在回顾中国绿色电力证书过去近一年发展的情况的前提下，借用在北京地铁空气污染和乘客相关意识和行为的调研项目中关于受访者支付可再生能源电力的意愿的分析结果，提出居民电费折扣这一激励手段，初步估算这一方式是否可以 为几近停滞的绿证制度注入活力，使绿证逐渐真正扮演为可再生能源发电提供重要资金支持的角色。

可再生能源发展基金的缺口逐年增加

2005-2015 年，以风电和太阳能为代表的可再生能源经历了快速增长的黄金时期，¹ 然而随着可再生能源装机和发电量的迅速升高，用于支持固定电价（Feed-in-Tariff, FiT）² 机制实施的可再生能源发展基金（主要来自可再生能源电价附加）2014 年以来出现了日益严重的资金缺口，征收的电价附加不足以补贴持续增长的可再生能源发电量，可再生能源的进一步发展需要更多的资金支持。

随着可再生能源技术成本的降低和补贴缺口的增加，政府在过去几年数次调低了风电上网标杆电价水

平，并且确定了 2016-2020 年陆上风电和光伏发电上网标杆电价降幅（如表 1 和表 2）。与此同时，政府还提高了可再生能源电价附加征收的标准（如表 3），旨在弥补持续增加的缺口。排除固定电价机制设计中补贴水平会逐渐降低的因素，³ 调低的补贴和提高的征收标准，说明可再生能源电力补贴缺口问题较为严重，随着逐年增加的风电和光伏发电装机，“十三五”期间的补贴缺口会更大，预计到 2020 年，缺口可能超过 1000 亿人民币。⁴

表 1：2016-2020 年陆上风电上网标杆电价水平逐年下调幅度（单位：元 / 千瓦时）

	2016	2017	2018	2019	2020
一类风资源区	0.47	0.45	0.43	0.41	0.38
二类风资源区	0.49	0.47	0.45	0.43	0.40
三类风资源区	0.54	0.52	0.50	0.48	0.45
四类风资源区	0.59	0.58	0.57	0.56	0.52

数据来源：国家发改委的《关于完善陆上风电、光伏发电上网标杆电价政策的通知》

表 2：2016-2020 年光伏发电上网标杆电价逐年下调幅度（单位：元 / 千瓦时）

	2016	2017	2018	2019	2020
一类资源区	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
二类资源区	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83
三类资源区	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90

数据来源：国家发改委的《关于完善陆上风电、光伏发电上网标杆电价政策的通知》

表 3：可再生能源电价附加征收标准历年变化（单位：元 / 千瓦时）

实施起始时间	标准（元 / 千瓦时）
2006 年 1 月 1 日	0.002
2009 年 11 月 1 日	0.004
2012 年 1 月 1 日	0.008
2013 年 9 月 1 日	0.015
2016 年 1 月 1 日	0.019

数据来源：国家发改委

绿证机制融资杯水车薪

可再生能源补贴缺口愈来愈大，于是政府尝试新的融资方式来持续支持可再生能源的发展。2017 年 7 月 1 日开始实施的中国可再生能源绿色电力证书（简称绿证）就是其中的一项举措。任何公民、团体和公司可以从交易平台上（www.greenenergy.org.cn）自愿认购绿证。

绿证机制是指国家可再生能源信息管理中心对陆上风电和非分布式光伏发电企业所发出的非水电可再生能源上网电量签发绿色电子证书，确认其为可再生能源绿色电力，购买这一电子证书的企业或者个人，可以以此来证明自己消费了可再生能源绿色电力。证书中每千瓦时的价格不可以超过项目所在地区政府规

定的针对风电和太阳能发电项目的补贴水平，每个绿证里包含 1000 千瓦时可再生能源电量。因可再生能源电力项目所在地区不同，签发的绿证的价格各不相同。

根据交易平台所发布的信息，绿证实施的十个月中，市场交易不活跃，距离为可再生能源提供新的

表 4：绿证交易情况（单位：万）			
	风电	光伏	累计
核发量	1970	186	2156
挂牌量	490	22	512
交易量	2.7	0.01	2.71

数据来源：根据绿证认购平台网站提供的信息整理

电费折扣促进绿证交易？

绿证交易量远远没有达到预期效果，究其原因，主要包括：激励机制欠缺，溢价支付获得的绿证除了在企业社会责任和个人环境和社会责任的表述中有传播效果，难以促进企业和个人购买愿望和行动的持续产生；绿证价格较高（尤其是光伏绿证），在能源消费支出中占有不可忽视的份额。本文尝试从消费者支付意愿这一视角，以北京为例，来探讨在居民电力消费中引入电费折扣这一激励手段，是否可以激发北京市居民购买绿证的需求和行动。

所谓电费折扣，是指如果认购一个绿证，可以获得一个自然年度电费支出的一定比例的折扣，认购越多，获得的比例折扣越高。笔者假设，电费折扣激励手段可以有效促进有支付意愿的居民落实购买绿证的行动。

在关于北京地铁空气质量调研中，⁵ 我们获得了关于北京地铁乘客为改善空气质量而愿意购买可再生能源电力的数据，根据我们的问卷调查，83.1% 的受访北京地铁乘客愿意每个月至少多支付 25 元用于购买可再生能源电力，相当于一年 300 元。北京地铁 2016 年日均运送旅客 826 万人次，⁶ 假设长期乘坐地铁的北京居民有 400 万，根据上述支付意愿的调查结果，

融资还十分遥远。如表 4 所示，以成交较多的风电绿证来看，成交量占挂牌量的比例仅有 0.55%。从成交金额来看，落地快一年的绿证平台为可再生能源电力融资数量仅不到 1000 万元，与动辄一年几十亿元和数百亿元的补贴缺口相比，绿证机制的融资效果可谓杯水车薪。

果，愿意一年多支付 300 元用于购买可再生能源电力的居民大概是 332 万人。

根据《北京市 2017 年国民经济和社会发展统计公报》，北京市居民生活用电量 218 亿千瓦时，北京常住人口 2171 万，人均年用电量 1004 千瓦时，这恰好是一个绿证所包含的电量，也就是说一个北京居民购买一个绿证就可以确保自己一年消费的电量全部来自可再生能源。

北京居民生活用电因不同方式（如阶梯电价和合表用户等），主流电价水平普遍在 0.46 元 -0.53 元 / 千瓦时之间，我们粗略设定电价为 0.5 元 / 千瓦时，如表 4 所示，我们可以得到 2017 年北京市居民人均电费支出为 502 元。以三口之家为例，一个北京家庭 2017 年的电力消费总支出约为 1506 元，我们这里假设三个电费支出折扣率：5%、10% 和 15%。如表 5 所示，我们估算一个家庭购买一个绿证所享受不同折扣率下的最终支付水平。

根据表 5，如果没有电费折扣，如果假设受访者的支付意愿可以转化成行动（排除行动转化过程中的干扰因素），我们可以看到一个北京三口之家一年购买一个价格为 230 元的绿证是可行的，在没有电费折

扣（一种激励手段）的情况下，家庭电费年支出增加了 230 元，在不同的折扣比例下，电费年支出分别增加了 155 元、80 元和 5 元。因此设定购买一个绿证可以享受一定比例的电费折扣这样的条件，应该对居民家庭购买绿证产生相当的激励作用。

如前所述，愿意一年多支付 300 元用于购买可再生能源电力的居民大概是 332 万人，按照三口之家的规模估算，这相当于 100 万个家庭。假设这些家庭中，

表5：北京市居民年均用电量和电费支出 （单位：元）						
	2017年人均电费支出	2017年一个家庭（三口人）全年电费支出	2017年一个家庭因为电费折扣而节约的电费支出	一个家庭一年愿意为购买可再生能源电力多付的费用 ⁷	一个家庭一年愿意购买一个价格为230元的绿证	一个家庭最终的电费支出
无折扣	502	1506	0	300	230	1736
5% 折扣	477	1431	75	300	230	1661
10% 折扣	452	1356	150	300	230	1586
15% 折扣	427	1281	225	300	230	1511

数据来源：作者推算

结语

运行近一年的中国绿证制度存在供需严重失衡的情形，如何激发购买绿证的需求是决策面临的首要问题，显然需要增加有效的激励机制。本文借助地铁调研项目中关于可再生能源电力支付意愿的数据，分不同情景初步估算了居民电费折扣可以激发北京居民个

在有 5% 电费折扣的条件下，最终购买绿证的比例仅有 5% 的话，相当于一年有 5 万个绿证实现认购。按照一个绿证 230 元的价格计算，一年可以筹得 1150 万元支持可再生能源电力，这已经超出了绿证实施近一年来的总交易额。这仅是北京的情况，如果在更多的城市实施这样的政策，绿证交易所筹得的资金有可能真正起到有效弥补可再生能源发展基金缺口的作用。

人购买绿证的需求。假设仅有 5% 的北京家庭愿意通过购买绿证来落实针对可再生能源电力较高的支付意愿，那么仅北京一个城市，就可以在绿证交易平台上一年筹得 1150 万元资金，这将对弥补可再生能源发展基金的缺口起到不可忽视的作用。

注释：

1. 根据中电联的统计数据，2010-2016 年，中国可再生能源装机增加了 2 亿千瓦，其中大部分是风电。
2. 固定电价（FiT）补贴主要来自可再生能源电力附加，即对消费的每单位电量征收一定比例的附加，以补贴可再生能源电力。
3. 考虑到装机规模扩大、技术成本降低的因素，可再生能源发电项目在项目周期内（一般为 20 年）的上网标杆电价都会逐年降低。
4. 可再生能源发展基金的缺口究竟有多大？ 赵昂．《磐石能源评论 2015- 能源转型问题系列分析》
5. 《北京地铁空气 PM_{2.5} 暴露》及通勤者应对行为特征调查分析和健康风险评价（讨论稿）， 磐石环境与能源研究所， 2017 年 8 月
6. 2016 年地铁大事记． 北京地铁． 链接： <https://www.bjsubway.com/corporate/dtdsj/>
7. 根据我们的问卷调查，83.1% 的受访北京地铁乘客愿意每个月至少多支付 25 元用于购买可再生能源电力。便于方便，我们将这一支付意愿用于家庭的情景，即北京常住居民一个家庭愿意每年多支付 300 元用于购买可再生能源电力。

交通部门的能源转型：碳定价的推动作用

Energy Transition in China's Transport Sector: The Role of Carbon Pricing

林佳乔 / Lin Jiaqiao

Summary

Since the EU ETS was launched in 2005, carbon markets around the world have also been established. By the end of 2017, 19 carbon pricing systems have been established globally, covering 7 billion tons of GHG emissions, equivalent to 15% of total global emissions. China’s national carbon market was formally launched at the end of 2017. The eight key industries including petrochemical, chemicals, building materials, iron and steel, non-ferrous metals, papermaking, electricity, and aviation were included in the original plan; However the power sector has been the only industry covered by the national market.

The role of carbon pricing in the transport sector is still worth of exploring. Under the scenario that China’s car ownership is rapidly rising, is carbon tax or low-carbon emission standard more suitable for China? Controlling greenhouse gas emissions in the transportation industry is a difficult task for global energy and climate change policy makers; due to the mobility nature of the transport industry’s emission sources and the need to coordinate a large number of stakeholders, this has made the introduction of new policies more difficult. Fuel tax, vehicle tax, or simply the carbon tax are all useful economic mechanisms, which have been adopted in practice. Although these mechanisms have been discussed for many years in China, policy makers still have concerns over exercising an extensive carbon pricing measure in the transport sector.

This paper is to make a brief review of the energy consumption and carbon emissions of China’s transport sector. Then it discuss as the carbon emissions trading and carbon tax implemented in California and Sweden respectively, as a reference for China.

自 2005 年欧盟碳排放交易体系（EU ETS）启动以来，全球各地的碳排放体系纷纷建立，碳排放交易体系所覆盖的全球排放份额增长了近两倍。中国的全国碳市场于 2017 年底正式宣布启动，尽管在设计之初是要纳入石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、电力、航空等八个重点排放行业；不过在全国碳市场上线之时，电力部门是唯一纳入的行业¹。

对于交通领域来说，之前纳入碳市场的航空部门现在也暂时搁置，更不要说公路交通部门了，但是关于碳定价对于交通领域的推动作用还是值得探讨的。尤其是在中国的汽车保有量快速飙升的情景下，如果不将公路部门纳入到碳交易体系，那么碳税或低碳排放标准是不是更适合中国的实际情况呢？控制交通行业的温

室气体排放对于全球能源和气候变化政策决策者来讲都是一个难题；由于交通行业的排放源的移动属性以及需要协调众多利益相关方，这都让新政策的出台比较艰难。燃油排放税、车辆税或单纯地征收碳税都是实践中已被采用的有用经济机制，但是这些机制对于中国是否适用的讨论已有多年，但是政策制定者仍然对于大范围将公路交通纳入碳定价有所顾忌。

本文将对中国公路交通部门的能源消耗及碳排放做一个简要的回顾，然后通过美国加州以及瑞典的碳定价体系为例，来分别探讨碳排放权交易和碳税这两种经济措施在执行中对于中国的借鉴意义。

中国交通部门能源利用现状

据公安部统计，截至 2017 年底，我国机动车保有量已达 3.10 亿辆，其中包括汽车 2.17 亿辆²，这一数据相比于 2008 年的 1.70 亿辆机动车和 0.65 亿辆汽车保有量来说，应该说是飞速增长，尤其是汽车保有量，已经发展到十年前三倍以上的规模了。

在交通用能方面，研究表明到 2020 年我国交通运输能耗将继续增加至 6.4 亿吨标准煤，较 2015 年增加 37.2%，年均增幅在 6.5%³。如果考虑到在“十三五”期间的能源消费总量控制，即全国能源消费总量控制在 50 亿吨标准煤以内，那么交通运输能耗总量目标的实现将面临着很大的压力。其中，特别需要关注的是私人轿车的能耗总量，因其年均增速要高于交通行业整体能耗总量的年均增速。

近年来，我国交通部门碳排放迅速增长，由于化石能源使用带来的二氧化碳碳排放量由 2005 年的 4.1 亿吨（占全社会碳排放总量的 7.7%），增长至 2010 年的 7.7 亿吨（占排放总量的 12%）；如果按此情景继续发展，那么到 2020 年交通部门的碳排放量将达到 16.6 亿吨⁴。考虑到届时交通以外其他部门的碳排放量已经增长缓慢或者有些都已经接近达峰，那么交通部门的碳排放占比将进一步提高。

加州交通部门去碳化案例：低碳燃料标准与碳排放权交易体系

加州的低碳燃料标准（LCFS）和碳排放权交易体系（ETS）是实现交通部门用能去碳化的两项政策，目标都是尽可能减少高碳运输燃料的使用，创造可负担得起的低碳燃料替代品，并提供所需的基础设施以支持这些低碳能源的使用。此外，这些政策也能保证化石燃料的成本更好地反映在工业和消费者决策中。加州政府认为仅靠碳定价或制定燃料碳排放标准是不足以使其交通运输系统去碳化，这两个政策的协同作用是加快加州未来交通部门低碳发展的重要基石⁵。

但是反观中国现有的交通领域碳排放控制政策，除了“十三五”能耗总量以及能耗强度这两个间接二氧化碳控排目标，交通领域目前并没有其他经济措施或碳排放标准。只有航空业在全国碳市场建立之初有考虑要纳入，但是目前已经不在覆盖的范围之内了。

至于碳税，关于是否征收的讨论一直都没停过。尤其是在环境保护税（简称环保税）是否应该将二氧化碳排放也纳入征税之列。环保税已于 2018 年 1 月 1 日开征，但是目前的环保税并不包括二氧化碳，也就是说二氧化碳并没有被当成一种需要征税的污染物。这其中的原因是多方面的，可能是由于出于经济考量，也可能是要让碳排放权交易体系承担更多碳减排的责任。但是对于交通领域的碳排放，由于交通工具作为能源用户的分散性特征，将其纳入碳市场会有很大的行政成本方面的顾忌。

总而言之，我们不能简单的说交通领域适合用某一种或几种经济政策进行碳排放的规制，其他国家的成功案例可能是政策制定者值得借鉴的。下面两个案例就介绍一下来自于美国加利福尼亚州（加州）的低碳燃料标准 / 碳排放权交易体系和瑞典的碳税制度。

1) 低碳燃料标准（LCFS）

加利福尼亚的低碳燃料标准规定了燃料的“碳强度”。它要求炼油企业和燃料进口企业减少与其销售的燃料相关温室气体排放。此外，该计划针对燃料整个生命周期的温室气体排放量，即生产和使用燃料所产生的排放量。LCFS 要求燃料碳强度逐渐降低，到 2020 年比 2010 年减少 10%，它为清洁能源创造了可靠的市场，会吸引公司对非石油燃料的进行持续投资。

LCFS 政策还包括清洁汽车和燃料技术（如电力、氢气和可持续生物燃料）的部署、清洁燃料基础设施的建设、深化技术研究以及能源效率的提升等。

该标准为炼油企业和燃料进口企业提供了相当大的灵活性，为了达到标准他们既可以通过销售碳强度低于标准的任何燃料，也可以通过购买其他销售商的低碳信用来达到标准。因此，2011 年至 2016 年间，加州替代燃料的使用量增长了 50%，而这些燃料的平均碳强度下降了 30%。因此，据报道该计划减少了加州 2500 万吨二氧化碳排放量。随着道路上电动汽车数量的增加以及可再生能源发电量的增加，电力相关的减排量占比也会逐渐提高。最后，LCFS 降低了加州对石油的依赖，因其增加了低碳燃料在燃料行业的竞争力，大大减少了低碳燃料面临的主要市场障碍。研究表明，到 2030 年，与 10% 的碳强度降低目标相比，15% 的碳强度减排目标将减少 18% 的石油使用量，而 20% 的目标将减少 26% 的石油使用量⁶。

在 LCFS 执行过程中，清洁燃料生产企业、部分汽车制企业和车辆运营企业都是这个计划的支持者。然而，LCFS 也面临过不少挑战，并引起不同利益团体的法律诉讼，例如质疑实施 LCFS 的环境影响未得到充分研究；歧视来自美国其他州的低碳燃料（因为如果考虑到运往加利福尼亚州的碳排放量，以及加利福尼亚本身与中西部各州相比较低电网排放因子。）此外，石油行业的利益团体希望对于配额的价格予以限制以减低化石燃料提供商的成本，并游说政府想获得更多的免费配额，也希望能更多地使用碳抵消来提高其履约灵活性。同时，石油行业的游说团体也在努力让政府和公众相信 LCFS 是一个多余的计划，应该终止。

2) 排放权交易体系（ETS）

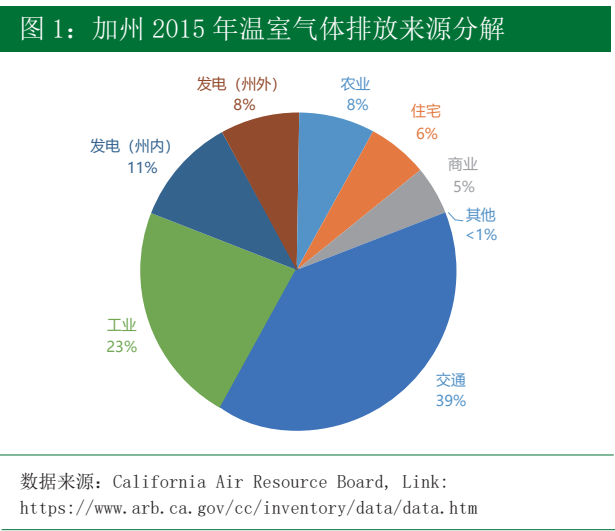
如果应用基于市场的机制比如排放权交易体系（Emission Trading Scheme, ETS）或者其他抵消措施，要覆盖来自交通的排放也并非易事。加州关于 ETS 将交通排放纳入的实践是值得各地借鉴的。

加州的温室气体减排目标是到 2020 年达到 1990

瑞典的交通部门去碳化案例：碳税为主的税收体系

二氧化碳税或碳税最早由芬兰在上世纪 90 年代

年温室气体排放水平，2030 年 在 1990 年温室气体排放水平的基础上下降 40%，2050 年 在 1990 年温室气体排放水平的基础上下降 80%。在此目标的激励下，加州于 2012 年启动了 ETS, 当时并没有覆盖交通部门。从排放量行业分解来看，2015 年加州的温室气体覆盖总量为 4.4 亿吨二氧化碳当量（不包括土地利用，土地利用变化和林业，LULUCF），其中交通运输量为 1.7 亿吨二氧化碳当量，占比 39%（图 1）。



2015 年加州开始 ETS 的第二履约期时，交通运输能源首次被纳入了，要求燃料供应商现在必须为其出售的化石燃料获得配额⁷。从配额分配来看，2015 年的配额总量为 3.95 亿吨二氧化碳当量，之后逐年递减至 2016 年的 3.82 亿吨二氧化碳当量，2017 年的 3.70 亿吨二氧化碳当量。

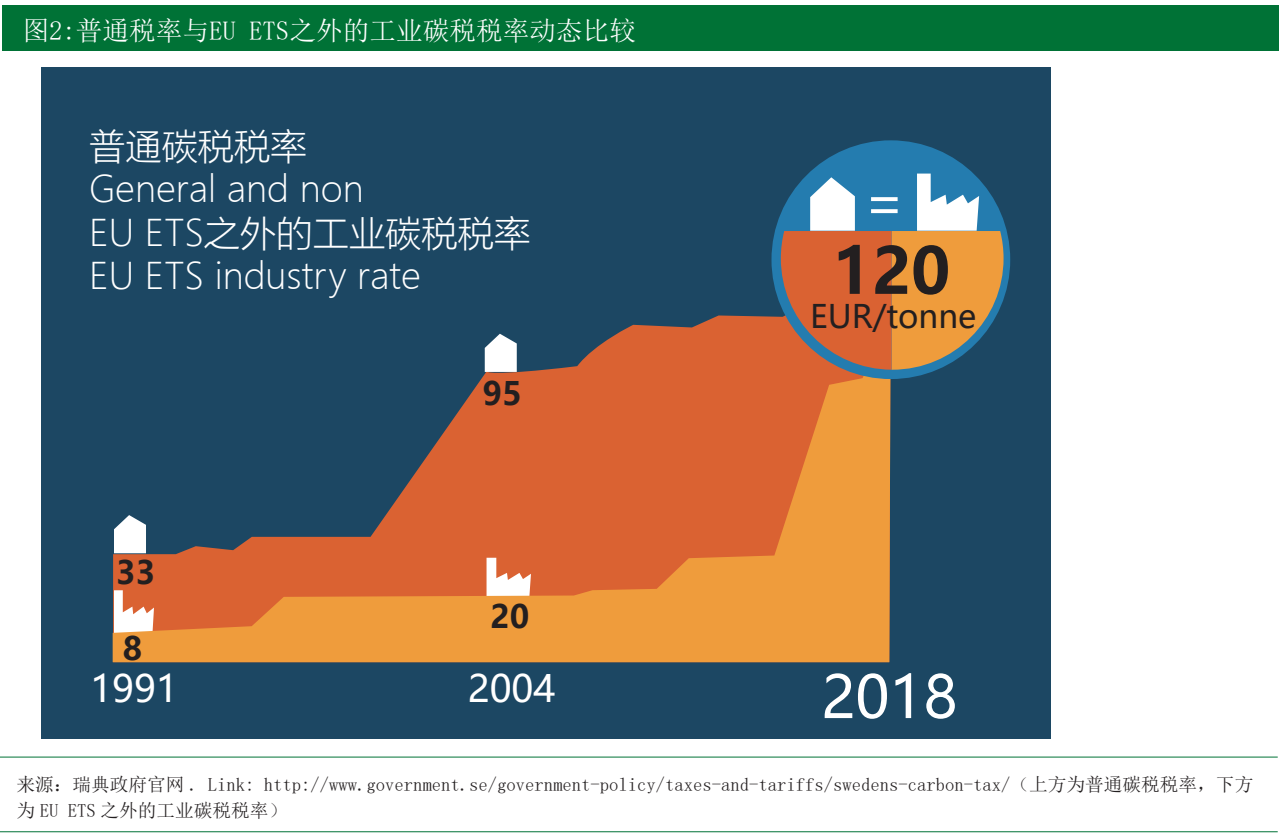
总的来说，加州 ETS 为燃料供应商提供了经济激励，以更好地反映他们对使用何种燃料的决定。此外，它还为清洁车辆和燃料的未来发展以及能源技术提供收入，特别是在受化石燃料污染影响最大的社区。截至 2016 年底，加州已拨出 32 亿美元用于减缓全球变暖的相关项目投资，例如优惠购买零排放汽车、先进技术车辆的示范项目、和推广附近炼油厂和繁忙道路等污染较重的社区使用更多的电动汽车等措施⁸。

初开征，现在已经引入碳税的国家有十几个，但真正

开征这一税种的国家不是很多，大都是集中在欧洲，特别是北欧，亚洲国家主要是日本⁹。北欧国家如瑞典、芬兰、丹麦等国对于煤炭、液化石油气、汽油、柴油、天然气以及航空燃料等能源都予以征收碳税¹⁰。

瑞典于 1991 年实施碳税，主要覆盖天然气、汽油、煤炭、轻质和重质燃料油、液化石油气（LPG）和家庭取暖用油¹¹；其税率相当于每吨化石二氧化碳排放量为 250 瑞典克朗（26 欧元），并在 2018 年逐步增加至 1150 瑞典克朗（120 欧元）。随着家庭和企

业慢慢适应此项税收，政府逐步提高碳税征收水平。对于欧盟碳排放权交易体系（EU ETS）覆盖之外的工业，出于保护本国产业竞争力考虑，一直采用较低的税率，而 EU ETS 涵盖的行业则免除了碳税征收。然而从 2018 年起，EU ETS 之外的工业需要交纳碳税的税率与普通碳税税率相同（图 2）。瑞典的碳税为政府预算带来了可观的收入，这部分预算资金可用于与碳税相关的特定目的，例如解决税收的不良分配后果或资助其他与气候有关的措施。



瑞典的经验表明，碳税可以很容易实施和管理，因此有较低的执行成本。减少与其管理相关的成本的碳税的另一个特征是瑞典税法中的税率以通用交易单位（体积或重量）表示。碳税是按照碳含量的比例对所有化石燃料征收的，因为在燃烧任何化石燃料时释放的二氧化碳排放量与燃料的碳含量成正比。因此没有必要测量实际排放量，这大大简化了系统。可持续生物燃料的燃烧不会导致大气中碳的净增加，因此不会受到碳税的影响。

瑞典交通运输领域其他控排政策：

1) 新车排放绩效标准：在碳减排方面发挥着至关重要的作用，在欧盟销售车辆的制造商必须遵守欧盟法规，为新乘用车和货车设定排放绩效标准；

2) 有差别的车辆税：自 2006 年以来，瑞典会根据车辆的每公里二氧化碳排放量来收取不同程度的车辆税（vehicle tax）。使用柴油或其他替代燃料如乙醇燃料和气体燃料的机动车，所征税率都低于汽油

车。对老旧车辆征税而重型卡车主要以重量为基础。对免征环保车辆（EFVs）新车首 5 年免征车辆税。这些差异化税收背后的目的主要是为了让购车者选择对气候影响较小的汽车¹²。

由于 EU ETS 并没有覆盖至航空业（欧盟内）之

展望中国交通领域低碳政策发展策略

中国如何由石油为主的交通运输业，向更低排放能源驱动的路径转型，是政策制定者面临的问题，中国交通领域的碳排放控制政策从目前的几乎没有到逐步建立，并能够协同有效控制住交通行业的排放，这一过程可能会比想象的要漫长。但是中国却不得不要去应对这个挑战，因为一方面是中国需要履行对于国际气候协议所达成的承诺，另一方面也是交通行业能源转型的发展要求。通过简要回答以下几个问题，将有助于我们了解交通领域低碳政策制定时所需考虑的一些必要因素。

- 交通部门能纳入到全国碳市场中吗？

考虑到中国已经建立起了全国碳市场，虽然交通部门并不在其中，但是只要 ETS 这个机制建立起来，逐步将航空、公路交通纳入其中并非不可实现。航空业是最有可能的，因为之前所讨论的八个覆盖行业就包括国内航空业。而对于公路交通部门，采取类似加州的做法，也就是将燃料供应商纳入碳市场也是一个可行的政策选择；因为中国目前已经有了进行碳交易的基础，从操作的可行性方面并没有什么大的障碍。当然面临的挑战也是显而易见的，因为国内的燃料供应企业往往是超大型国企，让他们能参与其中可能会面临想象不到的阻力，当然如果他们要配合的话也是政府一纸命令就可以快速实现的事情。

- 交通部门的碳税如何推行以及对于能源转型的作用？

在碳市场基础上叠加碳税政策可选的方式有以下三种：1）为避免两者调节范围重合，碳税仅覆盖碳市场之外的行业；2）碳税覆盖碳市场中的一部分行业，减少政策叠加；3）二者覆盖范围重合、共同调节。对于交通行业来讲，更有可能被政策制定者采纳的是碳市场不覆盖交通行业（航空除外），避免政策重叠而仅对化石燃料的使用征收碳税。

外的其他交通部门，例如对于公路交通部门的排放是采用排放标准和碳税并行的机制，瑞典就是采取这种方式，欧盟其他国家的做法也类似，不同的是税率的幅度以及排放标准的差异。

然而，目前国内交通部门连环保税都没有开始征收，何谈碳税呢？最新的《环境保护税法》里十二条就提到机动车、铁路机车、非道路移动机械、船舶和航空器等流动污染源排放应税污染物暂予免征环保税¹³。不过，随着整合多个部门职能的生态环境部在 2018 年 4 月中旬正式挂牌，可能是一个利好消息，因为生态环境部将开始负责所谓的“新污染物”二氧化碳，即大气污染防治和气候变化应对将被统一管理¹⁴。对于环保税来说，如果能对尾气排放征税，那么二氧化碳就可以名正言顺的作为需要控制的污染物纳入其中。

从能源角度讲，仅实施碳税对于交通部门的能源转型并没有太大的促进作用，虽然它会向消费者释放出价格信号，进而减少个体的燃油消耗量，但是从瑞典的交通部门能源消耗统计就可以看出来即使实施了碳税，交通能耗依然在增加，主要由于汽车数量的持续增加以及替代的低碳燃料（包括电动汽车）发展缓慢。

- 多政策配合是中国交通部门去碳化之路吗？

如果全国碳市场对于特定行业有了绝对排放总量控制，那么在此目标下，碳税与碳交易如果设置不当可能会存在冲突，需要能够政策制定者对于如何协同促进碳排放量削减给予重视。所以如果需要实施碳税，则应该对于碳税调节范围进行划定，或者适当划分碳税和碳交易的调节范围，尽量避免两者覆盖范围的重合；因为这样将会大大降低碳税对碳交易配额的负面影响，并有益于两者协同减排效应¹⁵。

从国际经验来看，碳税与碳排放权交易机制联合运用的实践在交通领域并不多见。虽然冰岛、丹麦、法国、瑞典、英国等许多欧洲国家都在同时使用碳税和碳交易，但是对于交通行业，碳交易并不将其覆盖，而是以碳税作为主要碳定价方式；前述案例中的加

州，则选择了碳交易和排放标准并行的体系。

- 不能忽视个人的力量

从货运、城际客运和城市客运的减碳潜力对比看，货运和城市客运是未来控制交通部门碳排放的重点领域¹⁶。特别需要关注的是私人轿车的能源消耗量，因其年均增速要高于交通行业整体能耗总量的年均增速。

因此，除了行业层面的整体政策，从个体角度出发也是交通部门化整为零的可选政策之一，也就是基于个人交通排放的碳交易制度，这种自下而上的方式

结语

目前世界发达经济体都在讨论将交通用能如何转型至多元化、清洁化和电气化，并实施不同的碳排放控制政策以及能源转型政策以尽早摆脱对化石燃料的依赖，实现交通发展与能源需求、交通用能与油品、交通发展与碳排放“三个脱钩”¹⁸。

交通部门的能源转型需要考虑影响交通运输能源消费的因素，例如交通运输量和交通运输能耗强度（能源效率），这些都会影响交通运输能耗总量。同时也要考虑如何让燃料供给端更多元和清洁。这涉及到经济、社会和技术等多领域，需要考虑的因素也非常多，经济因素有能源价格、经济增长、产业结构；社会因素有 人口数量和增长、城镇化水平、收入水平等，当然还要考虑技术因素，如电池技术创新和新能源技术突破成本瓶颈等。

由于其分散性和移动性的特征，交通运输行业相比于其他行业更需要借助碳定价政策和 / 或排放标准制定来实现能源转型的目标。中国已经建立起来的碳市场对于交通部门来讲是一个很好的政策基础，不管未来交通部门是否会纳入，起码让行业对于碳定价政策不会产生抵触。至于不同的碳定价政策是何种组合以及在何时实施，这个是不确定性很大的事情，但是可以确定的是中国的交通运输业的能源转型已经开始，而且碳定价政策是可以促进这种转型进程的。

在碳减排初期或任务量较小时存在优势，而当覆盖量与交易量过大时个人碳交易制度可能不会有效运作¹⁷。

此外，如何通过公众意识提高的宣传或汽车企业和燃料供应企业的配合，来让消费者知道自己所开的小汽车如果使用更多化石燃料，将会产生更多的污染物（包括二氧化碳），所以需要确保化石燃料污染的成本以及低碳技术的价值能更好地反映在燃料中，以帮助消费者在购买汽车时能将新能源汽车摆在考虑范围之内。

注释：

1. 电力行业与碳市场：是值得期待的“ 八分之一 ”吗？《磐石环境评论 2017》。

2. 2017 年全国机动车和驾驶人保持高位增长 [J]. 道路交通管理 ,2018 (02):6.

3. 王红. 中国交通运输能源消费：变化趋势、影响因素与需求预测 [J]. 重庆理工大学学报（社会科学）,2017, 31 (07):28-37.

4. 张扬，熊小平，康艳兵. 我国交通部门碳排放影响因素及减排路径研究 [J]. 环境保护 ,2015, 43 (11):54-57.

5.Union of Concerned Scientists, ‘Carbon Pricing and Low- Carbon Fuel Programs’ . Link: <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2017/01/LCFS-and-carbon-pricing-programs.pdf>.

6.CalETC, „Cap-and-Trade + Low Carbon Fuel Standard“, Available at: <http://www.caletc.com/wp-content/uploads/2016/08/Cap-and-Trade-Program-and-LCFS-Fact-Sheet.pdf>.

7.Transport Policy, ‘CALIFORNIA: FUELS: LOW CARBON FUEL STANDARD’ , Link: <https://www.transportpolicy.net/standard/california-fuels-low-carbon-fuel-standard/>.

8.Union of Concerned Scientists, ‘Carbon Pricing and Low- Carbon Fuel Programs’ . Link: <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2017/01/LCFS-and-carbon-pricing-programs.pdf>.

9. 薛明. 我国开征碳税的法律问题研究 [D]. 吉林财经大学 ,2017.

10. 汤旖璆. 国外环境税制要素分析与借鉴 [J]. 中国国际财经（中英文）,2017 (22):285.

11.Real Melo, ‘A Quick Look At Sweden’ s Carbon Tax’ , University of British Columbia, March 6, 2013. Link: <http://blogs.ubc.ca/realmelo/2013/03/06/a-quick-look-at-swedens-carbon-tax/>.

12.Naturvardsverket, ‘Report for Sweden on assessment of projected progress, March 2017’ , March 2017. Link: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/uppdelat-efter-omrade/klimat/prognoser-for-Sveriges-utslapp/prognoser-for-Sveriges-utslappreport-sweden-assessment-projected-progress-2017.pdf>.

13.《中华人民共和国环境保护税法》http://www.zhb.gov.cn/gzfw_13107/zcfg/fl/201704/t20170417_411610.shtml.

14. 李干杰：生态环境部有“ 五个打通 ” 把分散的职责统一。链接：<http://env.people.com.cn/n1/2018/0317/c1010-29873503.html>.

15. 魏庆坡. 碳交易与碳税兼容性分析——兼论中国减排路径选择 [J]. 中国人口 • 资源与环境 ,2015, 25 (05):35-43.

16. 张扬，熊小平，康艳兵. 我国交通部门碳排放影响因素及减排路径研究 [J]. 环境保护 ,2015, 43 (11):54-57.

17. 赵立祥，吴松岭. 碳减排路径模式选择研究——基于私家车管控的个人碳交易和碳税比较 [J]. 安全与环境学报 ,2017, 17 (02):688-693.

18.《重塑能源：中国》交通卷. 作者：朱跃中，伊文婧，田智宇。中国科学技术出版社。

美国经济增长与碳排放脱钩：从 “ 阶段性 ” 到 “ 可持续 ”

American Decoupling of Economic Growth and Carbon Emission: from Temporary to Sustainable

赵昂 / Zhao Ang

Summary

Since 2000, U.S. economic growth and carbon emission has been decoupling. While GDP continues to grow, total carbon emission declines. The achievement is largely attributed to the decrease of coal consumption and the booming of shale gas industry in 2008-2016. The trend will not sustain, as there is limited potential to decouple economic growth and carbon emission in the long term if renewable energy does not become the backbone of energy system. To pursue a lasting decoupling, the temporary shift, replacing coal with natural gas, has to be substituted with the sustainable one, replacing fossil fuel with renewables.

美国总统特朗普 2017 年 3 月 28 日签发关于能源独立的总统行政命令，尝试兑现其竞选时在能源政策方面的承诺。总统令的主要内容包括：

- 责令环保署 (EPA) 审议奥巴马政府于 2015 年 3 月推出的旨在减少电力领域碳排放的清洁电力计划(CPP)，并在一定时间内给出修订方案。
- 废除奥巴马政府暂停在联邦土地上发放开采新煤矿租赁许可的命令。
- 废除在国家环境政策法下要求在发布行政许可时应考虑温室气体排放的命令。
- 正式放弃奥巴马政府关于如何减少美国碳排放的路线图计划。
- 不再使用在监管评价过程中使用的成本收益分析中的一种工具——“ 碳社会成本法 ”。

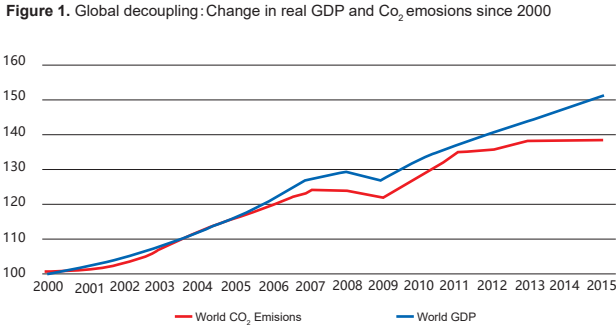
在这些行政命令中，最被关注的当属重新审议 CPP。乍看起来，美国联邦政府层面控制二氧化碳排放的政策似乎在经历重大“ 转向 ”，煤炭开采似乎要迎来转机。然而实际情况将更为复杂。由于美国最高法院早已裁定二氧化碳是一种影响环境和公众健康的“ 污染物 ”，因此依据清洁空气法（CAA）所赋予 EPA 的行政监管权，EPA 有责任和有权力依照 CAA 来控制二氧化碳排放，保护环境和公众健康¹。由此，EPA 的审议结果不能是简单的废除 CPP，因为从本质上讲，CPP 是奥巴马政府利用行政命令通过 EPA 监管来控制发电企业碳排放的政策，正是来源于最高法院认可 EPA 有监管碳排放权力的判决。而特朗普的总统令实际上扔出的是一个难题，EPA 必须找到一个不能与最高法院关于 EPA 须控制碳排放的判决相背离的替代方案。因此，目前作出 CPP 已经“ 夭折 ”的判断仍为时尚早。

脱钩的低成本动力：煤炭消费减少

有不少人士担心特朗普政府可能严重放慢美国减少温室气体排放的步伐。不过从实际经济活动来看，特朗普此次发布的总统令以及未来任期内可能出台的政策究竟对美国二氧化碳排放长期变化趋势有怎样的

影响还不易评价。仅从美国 2000-2015 年的碳排放水平和能源结构的历史变化来看，美国正在实现经济增长和碳排放的“脱钩”，这一趋势在持续稳定地发生

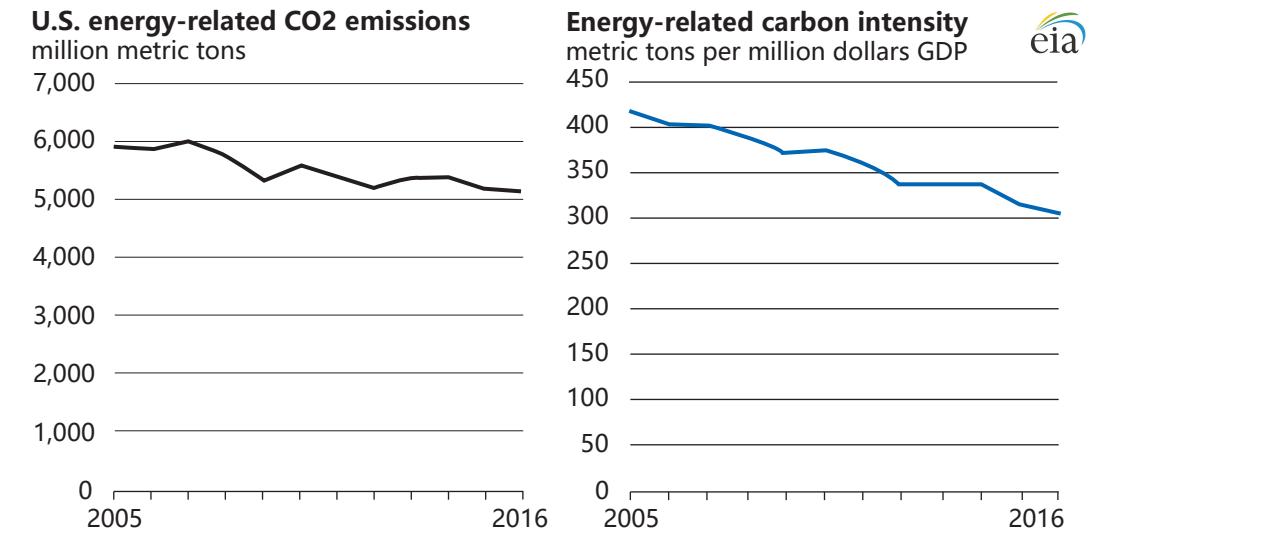
图 1：2000 年以来全球碳排放和实际 GDP 变化关系



数据来源：Growth, carbon, and Trump: State Progress and drift on economic growth and emissions decoupling. Devashree Saha and Mark Muro.

前面两张图引自美国布鲁金斯学会于 2016 年 12 月发布的一份报告²。图 1 显示是 2000-2015 年全球实际 GDP 增长与碳排放增长的关系。2000-2005 年，二者紧密相关；2006-2009 年，紧密度降低，但二者较高的相关性直到 2013 年出现显著变化，2014 和 2015 两年，全球 GDP 依然保持显著增长，而碳排放却基本没有增加。相比之下，美国的情形相当不同，

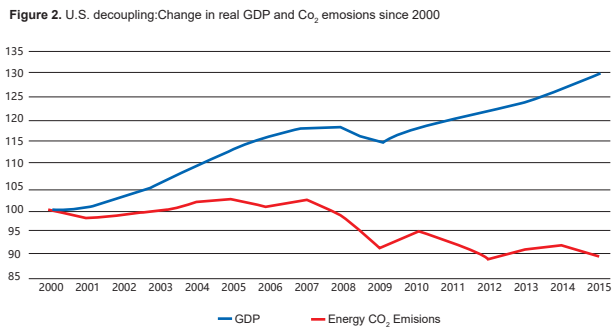
图3：美国能源相关的碳排放变化2005-2016



数据来源：美国能源信息管理局

着，似乎没有看到美国共和党 and 民主党总统更替带来的显著影响。

图 2：2000 年以来美国碳排放和实际 GDP 变化关系

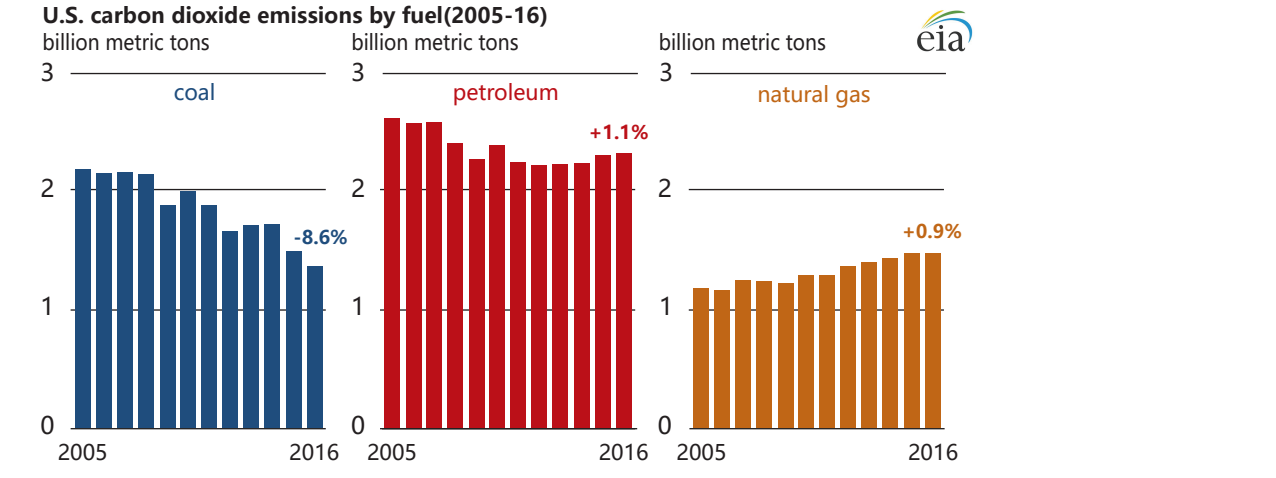


根据美国 EPA 发布的温室气体排放清单，2014 年美国碳排放的 93.7%来自化石能源消费。由此推断，2005 年以来美国经济增长出现与碳排放脱钩的现象应该主要来自减少的化石能源消费。2017 年 4 月 10 日美国能源信息管理局（EIA）最新公布的能源相关的二氧化碳排放的数据证实了这一点。依据图 3 左半部分粗略估计，美国能源相关的碳排放 2016 年已经在 2005 年的基础上下降了大约 14%。右半部分显示，同期美国能耗强度从约 420 吨 / 百万美元下降到约 310 吨 / 百万美元，降幅约 26%。

美国碳排放的减少主要得益于煤炭和石油消费的减少，如图 4 所示，在三种化石能源中，仅有天然气消费在稳步增长，这是 2006-2015 年美国页岩气蓬勃

发展带来的结果。2016 年与 2005 年相比，煤炭消费降幅 35%，石油消费降幅约 6%³。煤炭消费大量减少和天然气消费显著增加导致美国能源结构的重要变化，2014 年美国一次能源消费中，天然气占比为 27.9%，煤炭为 18.5%。煤炭可谓美国在过去十几年实现经济增长和碳排放脱钩的最大“功臣”。美国能源结构的变化还体现在可再生能源的增长上，2000-2015 年间，美国可再生能源消费增长了 55%，2016 年可再生能源在一次能源消费中的比例达到 10.4%，而这一比例在 2000 年仅有 6.2%。第三个因素也不容忽视，即能源消费总量的减少，美国一次能源消费总量 2005-2016 年间降低了 2.8%，同期实际 GDP 增加了约 15%。

图4:美国煤炭、石油和天然气碳排放变化2005-2016



数据来源：美国能源信息管理局

“ 可持续脱钩 ” 的长期动力来自可再生能源

实现经济增长与碳排放彻底脱钩的根本路径是建立以可再生能源为基础的能源系统。美国 2000-2015 年的经验可谓实现了一种“ 阶段性 ”脱钩，因为碳排放减少的最大来源是煤炭消费的减少。然而，当煤炭消费在能源消费中的比例低到个位数时（如 5%），去煤带来的碳排放减少的效应将不再显著。此时支撑“ 脱钩 ”趋势持续的动力将来自可再生能源对石油和天然气的替代，且这一替代过程越快，脱钩态势将越

明显。随着天然气消费的增长，关于页岩气甲烷泄漏对碳排放的影响也将成为无法回避的问题。因此，就美国的情况来看，天然气替代煤炭对经济实现低碳转型的帮助在 20-30 年的尺度效果显著，但放在 50 年尺度的能源转型背景下，天然气替代煤炭的效果有限，从这个角度来说，当可再生能源在能源系统中逐步扮演主流力量的时候，美国经济增长与碳排放的脱钩才最终驶上可持续的轨道。

注释：

- 1.Supreme Court Upholds EPA’ s Authority to Limit Carbon Pollution. 链接：
http://earthjustice.org/news/press/2014/supreme-court-upholds-epa-s-authority-to-limit-carbon-pollution.
- 2.Growth, carbon, and Trump: State Progress and drift on economic growth and emissions decoupling. Devashree Saha and Mark Muro. 链接：
https://www.brookings.edu/research/growth-carbon-and-trump-state-progress-and-drift-on-economic-growth-and-emissions-decoupling/.
3. 根据美国能源信息管理局的月度能源评论提供的数据计算。链接：https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/#petroleum.

特朗普总统能保住煤矿工人的饭碗吗？

Can the Trump Administration Protect Jobs of Coal Miners?

赵昂 / Zhao Ang

Summary

Under the Trump Administration, the U.S. EPA issued a new agenda, Back-to-Basics, which highlights the agency’ s role in supporting energy security and economic development while fulfilling its essential position in protecting environment. The restriction of coal mining activities under the Obama Administration was lifted after Mr. Trump took office. Protecting employment in the coal-mining sector has been emphasized in the new administration. However there are many factors influencing the job market of prospect in the coal mining sector, such as the industrial development outlook, investment decision making of individual companies, and structure changes of the energy mix. This article argues that the regulation shift under the new administration may influence the coal mining job market in the short term but it is too early to predict the impact of the policy change in the long term.

为了落实特朗普新发布的“ 能源独立 ”总统令，现任美国环保署署长 Scott Pruitt 近日访问美国宾夕法尼亚州 Harvey 煤矿时发表演讲，正式提出“ 回归基本 ”（Back-to-Basics）的环保署新议程，¹ 新的议程旨在重申环保署使命：与各级地方政府紧密合作，在保护环境的同时支持能源安全和经济增长。议程中比较引人关注的一项是放松对煤矿开采的监管，支持煤矿产业工人，确保奥巴马政府期间所颁布的相关监管指令不会影响矿工的就业前景。从适当放松环境监管的层面，环保署的议程可能对保护煤矿工人的工作有一定作用，然而影响矿工就业的重要因素很多，例如行业发展态势和企业的决策等，本文简要讨论新总统的政策与煤矿就业变化之间的关系。

煤矿企业看好监管变化吗？

排除新政府可能推动的立法的变化，美国新总统带来的行政监管上的变化常常因为任期的限制对行业发展和经济形势影响有限。但一般能源企业的决策都是基于对市场中长期发展趋势的判断，一般都以 10 年、20 年为尺度，因为能源行业的投资回报周期较长。由此角度来说，监管政策的变化对能源企业决策的影响有限。

要了解能源企业如何理解未来 20 年到 50 年的能源系统，如何在全球气候变化的背景下生存和寻找新的增长点，被称为全球能源发展（特别是传统化石能

源发展）风向标的 CERAWeek 能源会议是一个重要窗口。2017 年的会议 3 月份刚在美国休斯顿落下帷幕。会议上所显示出的传统能源企业对未来能源发展的认识和整个行业发展的趋势与当前美国特朗普政府在能源独立总统令下支持化石能源的举措存在很大的不同。与会的一些化石能源巨头热烈讨论未来面对巴黎协定及更长远的气候变化政策应如何调整战略。法国石油公司道达尔 CEO 在发言中支持给碳定价的政策，赢得现场参会者一片赞同的掌声。²

为应对 21 世纪的能源变革的挑战，化石能源企

业一方面在大力投资低碳技术，特别是碳捕捉和埋藏技术（CCS），³ 另一方面也基于化石能源之间价格的变化作出不同的投资取舍。最显著的就是美国过去十年页岩气的繁荣导致很多企业卖出煤矿资产、购入页

新政的影响仍需观察

煤矿企业乐见新政府对行业的支持，但面对能源长期变革带来的压力自然不得不寻找对策、应对挑战。监管政策的变化能否转化为企业对煤炭开采扩大投资、增加就业人数，目前还看不出显著迹象。页岩气的竞争压力，仍然是影响美国煤炭开采业长期发展态势的最大因素。而这种市场因素，与政策变化因素相比，在影响产业发展趋势上常常起到决定性作用。然而，笔者认为也不可忽视特朗普的新政策对煤矿就业的影响。

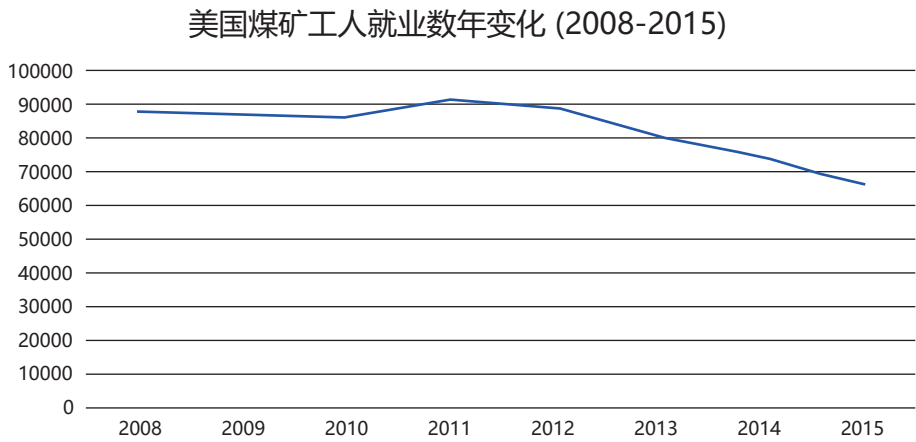
从历史数据看，煤矿产业似乎走上了一条持续下降的发展通道（如下图所示）。2012 年 1 月时，煤矿工人就业数 89800，之后每年都在下降，且降幅显著，到 2016 年初时降至 56000 左右。⁵ 然而在特朗普执政期内，煤矿行业就业止跌的可能性仍然存在。

岩气资产。本文开头提到的 Harvey 煤矿的母公司 Consol Energy 看好页岩气的发展前景，正在委托两家银行为 Harvey 煤矿寻找买家。⁴

根据美国劳工统计局最新公布的数据，煤矿工人就业数从 2016 年 3 月的 52100 降到 2017 年 3 月的 50300，降幅仅为 1800 人。而在 2015 年 4 月至 2016 年 4 月之间，煤矿就业数降幅超过 10000。显然就业减少的速度在放慢。如果我们仅看 2017 年的前三个月的数据，煤矿工人就业数没有减少，反而略有增加，从 1 月 50000 增加到 3 月的 50300。⁶

3 个月的就业变化数据恐怕难以说明一个趋势，但恐怕不少人仍然认为这样的变化与特朗普上台及颁布相关政策有一定关联。或许再过 2 年，等特朗普执政两年时，我们再来分析劳工统计局的数据，也许可以看出一个煤矿工人就业变化的小趋势。如果再结合其他社会和经济因素，也许可以更有效的评判新总统的能源新政策与煤矿工人就业变化之间的相关性。

图1：美国煤矿工人就业数年变化（2008-2015）



数据来源：美国能源信息管理局。 链接: <https://www.eia.gov/coal/annual/>.

注释：

- 1. 美国环保署新闻稿。链接: <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-launches-back-basics-agenda-pennsylvania-coal-mine>.
- 2. Far from the White House, the energy industry remains focused on climate. Samantha Gross. 链接: <https://www.brookings.edu/blog/planetpolicy/2017/03/14/far-from-the-white-house-the-energy-industry-remains-focused-on-climate/>.
- 3. Oil and Gas Climate Initiative. 链接: <http://www.oilandgasclimateinitiative.com>.
- 4. Consol Hires Credit Suisse, BofA to Find Buyer for Coal. 链接: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-03-02/consol-hires-credit-suisse-bofa-to-find-buyer-for-coal-business>.
- 5. U.S. Has Lost 191,000 mining industry jobs since September 2014. Terence P. Jeffrey. 链接: <http://www.cnsnews.com/news/article/terence-p-jeffrey/us-has-lost-191000-mining-jobs-september-2014>.
- 6. The Employment Situation - March 2017. 链接: <https://www.bls.gov/news.release/pdf/empst.pdf>.

德国的能源转型之路：喜忧参半的2016

Germany's Mixed Story on Energy Transition in 2016

林佳乔、王昱瑞 / Lin Jiaqiao, Wang Yurui

Summary

Germany is considered to be a pioneer in energy transition. But the recent development of the German energy transition is a mixed story. On one hand, the proportion of coal power generation is further reduced, in contrast to the increase of natural gas and renewable energy power, leading to the decline of greenhouse gas (GHG) emissions for three consecutive years since 2014. On the other hand, due to the insufficient emissions reduction from the industry, heating and transport sectors, Germany’s total GHG emissions increased in 2016, and this brought concerns of German post-2020 climate change commitment. The challenges include uncertain declining rate of fossil fuel consumption, unstable renewable power output, policy restrictions on renewables growth, weak energy efficiency enhancement and so on.

The above-mentioned challenges faced by Germany may have implications for China in the future. To achieve a more active climate goal, German policy makers should formulate strategies and implementation plans in the heating and transport sectors earlier.

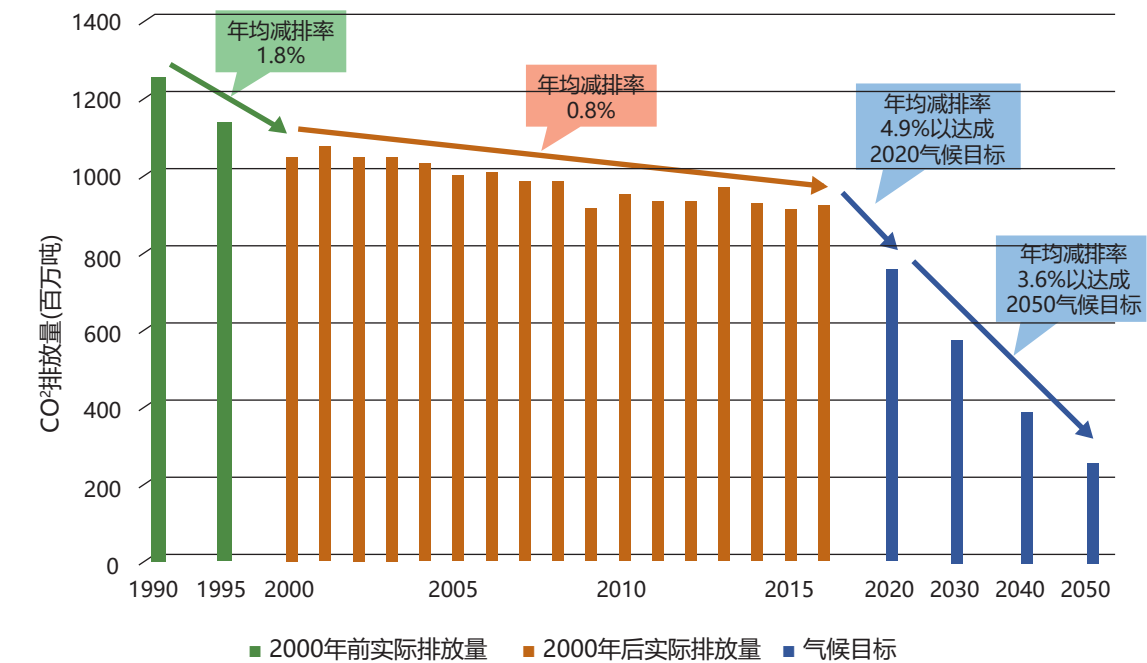
在国际社会，德国被认为是经济和能源低碳化转型的先锋。但 2016 年德国带给我们的能源转型进展可谓喜忧参半。一方面，燃煤发电占比进一步减少，天然气发电大幅增加，可再生能源发电份额稳步上升，电力部门自 2014 年起已连续三年减少其温室气体排放量¹；另一方面，由于工业、供暖和交通部门减排力度不够，德国的温室气体排放总量却有所增加，这对德国实现 2020 年及其之后的气候目标带来挑战。

2020 年温室气体减排 40% 的气候目标面临挑战

尽管德国一直在能源转型方面做出很大的努力，但是 2016 年的效果并不理想：德国 2016 年温室气体排放总量非但没有下降，反而有所上升。2016 年温室气体排放总量为 9.16 亿吨二氧化碳，相比 2015 年的 9.08 亿吨增长了 0.9%（图 1）。即使在可再生能源大规模扩张的情况下，德国的温室气体排放总量在 2009 年之后就趋于稳定并没有进一步降低，甚至在

某些年份还有所增加，2013 年排放量就达到了这一期间的最高水平。2016 年德国温室气体排放量仅比 1990 年减少了将近 27%，要实现 2020 年减排 40% 的气候目标，需要此后的年均减排率要接近 5%，这与减排最快的 1990-2000 年间还不到 2% 的减排率相比，德国完成 2020 减排目标存在非常大的挑战。

图1：德国温室气体排放总量历史变化及未来气候目标



数据来源：根据 Agora Energiewende 数据由本文作者分析并制图

德国是否能完成 2020 年温室气体减排 40% 的气候目标，还存在较大的不确定性，我们根据德国 2016 年的能源转型表现，将德国面临的主要挑战总结如下：

1、化石能源使用减少的速度仍存不确定性

为了达到其气候目标，德国已开始将约 13% 的褐煤发电产能转入紧急储备。2016 年无烟煤电厂发电同比减少了约 7%，而褐煤电厂则减少了 3%，煤炭使用量的减少使得电力部门的碳排放量在 2016 年下降了 1.6%。如果以 2016 年燃煤发电减量比例来估算，那么从 2038 年起就可以不再使用燃煤发电了。德国有望于 2017 年 9 月的大选之后，就逐步淘汰煤炭的时间表达成共识。

然而，由于天然气价格下跌，德国燃气电厂在经济利益刺激下更多发电以出口获利，导致 2016 年天然气发电量同比增加了 25%；这种由于出口需求导致的排放增加令人担忧。此外，虽然与煤炭相比，天然气燃烧环节的温室气体排放量相对较低，但是其碳排放

量仍然为煤电的一半以上，而且其排放氮氧化物（NOx）也是令人担忧的大气污染物。

2、电力之外其他行业减排力度不够

虽然电力部门在碳减排方面做出了较大的努力，但是由于工业、供暖和交通部门减排动力不足，德国温室气体排放量总量已经遇到继续下行的瓶颈。能源转型不仅需要电力行业的努力，以上三个部门同样是德国能否接近既定气候目标的关键，如何提高这些部门的电气化比例将是德国未来面临的主要挑战之一。

3、可再生能源发电出力受天气影响

根据能源政策智库机构 Agora Energiewende 的最新报告显示，尽管 2016 年德国风电装机量增加了 5 吉瓦（GW），太阳能光伏装机量增加 1 吉瓦，但是再生能源发电量仅增加了 4 太瓦时（TWh），占电力消费总量的份额仅由 2015 年的 31.5% 略微上升至 32.3%²。由于 2016 年德国的风力和太阳辐射相对较弱，再生能源发电量增长受限。

4、修订后的 EEG 可能限制可再生能源未来发展规模

德国自 2014 年起就开始对其可再生能源政策基石“可再生能源法（EEG）”进行了改革，将可再生能源的固定上网电价机制逐渐过渡至拍卖体系，EEG 2017 修订案已经于 2017 年 1 月 1 日起正式生效。然而，可再生能源支持者担心该法案有可能减缓可再生能源未来的发展势头，因为新版 EEG 对于太阳能光伏发电和陆上风力发电规定了未来具体的新增装机目标增长区间，从而限制了未来可再生能源的发展规模。

结语

当前德国在能源和经济低碳转型过程中所面临的挑战，可能对中国在未来应对类似的挑战有借鉴作用。要达到更积极的气候目标，除电力行业的减排努力之外，工业、供暖和交通行业也应在碳减排方面尽早制定战略和实施计划，一方面提高可再生能源占比，另一方面在建筑和交通领域推进电气化水平。当然也要考虑到与煤炭总量控制和碳排放交易体系等政策措施的协同作用。

5、能源效率提升低于预期

提高能源利用效率以达到减少能源使用量是减少温室气体排放的一种重要手段。2016 年德国的用电总量同比下降了 0.4%，与此同时，经济增速为 1.8%，继续经济与电力需求的脱钩势头。然而，能源效率提高进程还是低于预期，不足以达到德国政府制定的 2020 年用电总量较 2008 年降低 10% 的能效提升目标，因为要实现 2020 年的目标，用电量年均降速应在 0.9% 左右。

注释：
1.Little headway in 2016 for Germany’s energy transition – think tank. Clean Energy Wire. 链接：
https://www.cleanenergywire.org/news/little-headway-2016-germanys-energy-transition-think-tank.
2.The energy transition in the power sector: State of affairs 2016. 链接：
https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Jahresauswertung_2016/Die_Energiewende_im_Stromsektor_2016_EN.pdf.

德国能源转型将面临大选考验
Germany's Energy Transition Facing the Test of the Federal Election

林佳乔 / Lin Jiaqiao

Summary

Germany’s energy transition faced the test of federal elections in 2017. The election would directly affected the future direction of Germany’s energy policy. Germany’s major political parties had different attitudes towards energy transition.

In fact, Germany’s natural resource endowments are not among the top in the world. In addition to rich coal resources, oil and natural gas supply is almost entirely dependent on imports. In the early 1990s, Germany made it clear at the national level that the transition from a fossil-dominated energy system to a renewable energy-based energy system would allow it to expand renewable energy generation and increase its energy independent. This led to the energy transition in the power sector, which is called ‘Energiewende’ in Germany. The cornerstone of ensuring the implementation of energy transition in Germany is the ‘Renewable Energy Act’ (referred to as EEG for short). In order to sustain the development of renewable energy in more cost effective way, in 2014 Germany decided to gradually phase out the feed-in-tariff, and foused on a more competitive auction system through EEG 2.0.

This paper is to review Germany’s energy transition policy decision-making in the context of the German general election.

德国推行多年能源转型在 2017 年迎来联邦选举的考验，因为 2017 年秋季大选的结果会直接影响德国能源转型未来方向，德国各参选政党对于能源转型的态度各异，意味着德国这个实践多年国家能源转型策略的国家正面临着难以调和的挑战，德国未来能源政策将走向何方充满了不确定性。

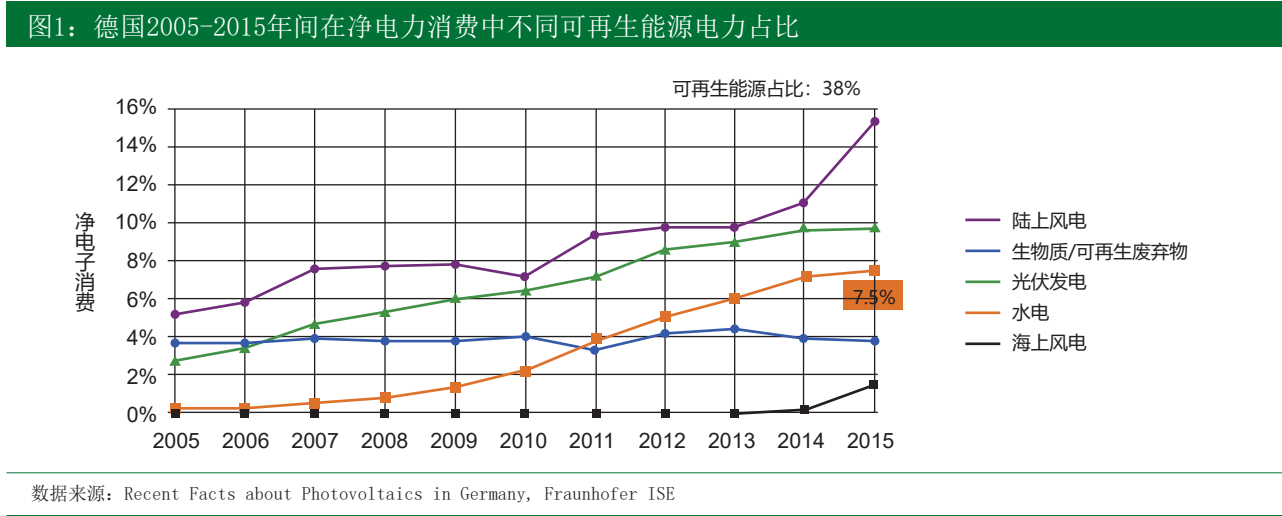
其实，德国的自然资源禀赋并不处于世界前列，除了比较丰富的煤炭资源外，石油和天然气几乎完全依赖于进口。鉴于较高的能源依赖度，德国在上世纪九十年代初就在国家层面明确了将化石能源占主导的能源系统转型至以可再生能源为基础的能源系统，使其在扩大可再生能源发电占比方面取得了十分瞩目的成果。这主要得益于电力部门的能源转型，在德国被称为“Energiewende”，其目的就是在电力结构中增加可再生能源的使用。确保德国能源转型实施的基石是“可再生能源法”（简称为 EEG），为了实现可再生能源发展模式的可持续性，德国在 2014 年决定通过 EEG 2.0 逐步将以补贴为中心的固定上网电价模式转变为更具竞争性的拍卖体系。

本文将回顾德国的能源转型政策决策历程，这将有助于我们了解德国大选中各方关于能源转型争论焦点的背景如何。

德国EEG带来了可再生能源发展的黄金时代

通过回顾德国 EEG 的发展历程及其进行数次修订背后的原因，可以帮助我们更全面地了解 EEG 的过去和未来。自从 EEG 于 2000 年颁布以来，它经历了 5 次主要修订，最终演变至目前的 EEG 2017 。虽然 EEG 原本计划每四年修订一次，以适应可再生能源市场和技术发展，但是联邦政府的政权更迭导致对 EEG 进行了修订比原计划更频繁了，使其内容不断增加，这不仅反映出经济和技术条件进步需要对法案进行修订，同时也反映出 EEG 需要满足政治共识的需要。对 EEG 修订起到决定性作用的影响因素主要是技术发

EEG曾面临过的主要挑战



由于 EEG 早在 2000 年就颁布实施，当时无法预见可再生能源的长期发展路线，因此在其发展过程中经历了许多挑战，这些挑战可以概括如下：

1、风电发展的不平衡

尽管具有环保意识的政策制定者以及环保组织希望能整体性地提高陆上风力发电水平，平衡高风速和低风速内陆地区的风电发展，但是德国低风速内陆地区的陆上风力发电水平仍然相对较低。这引起了关于是否仍需关注高风速沿海地区风力发电建设的争论。此外，南部地区州政府觉得发展风电会破坏当地的自然景观；而北部和东部则非常支持风电的发展，认为可以提高当地的工业生产和就业水平。风电发展的不平衡性迫使 EEG 立法者考虑在已有大量风电装机的地

区限制新增装机，并对中部和南部地区发展风力发电给予更多的支持。

2、太阳能光伏发电的成本效益

EEG 为太阳能光伏发电提供了最多补贴，导致光伏发电量与 EEG 支出的补贴并不成比例，所以太阳能光伏在成本效益方面一直是最具争议的一种可再生能源。从 2010 年到 2015 年，光伏发电已占可再生能源补贴资金总额的三分之一左右，然而它在 2010 年的可再生电力消费占比中仅为 10%左右，2015 年增至 20%左右²，而在 EEG 2009 年之前的情况更加糟糕。因为投入过高而收效甚微，人们因此对太阳能光伏发电补贴较高但效率低下产生了担忧。因为太阳能光伏对补贴具有巨大的需求，而且供不应求的太阳能电池

板则让电力消费者所承担的成本费用变得更高，太阳能产业因此也被指责获得了巨额利润。

除了上述提及的这些问题以外，EEG 还将继续面

未来EEG 2.0将面对的困难和挑战

关于改革后的 EEG 将如何影响德国无核和低碳能源供应的观点仍然存在很大差异，EEG 2.0 面临的关键问题是：如何在实现气候目标并保证社会公平性的同时，能够实现成本效益更高和适应性更强的可再生能源系统。EEG 2.0 被认为是一项有争议的改革并引起几乎所有的利益集团的激烈讨论，这对于一个技术性较强的能源政策改革来说是非常少见的。虽然它在经过广泛的谈判和磋商之后被通过了，但是 EEG 2.0 仍将面临如下诸多挑战：

1、气候变化目标的实现

环保组织过去几年中激烈争论的问题是 EEG 2.0 可能导致德国不能实现其气候目标。EEG 2.0 主要针对对于太阳能光伏发电和陆上风力发电规定了具体的新增装机目标增长区间，这将限制可再生能源的发展规模。这些区间被认为不足以满足德国的应对气候变化目标，也无法满足 2025 年以后的可再生能源发展目标，并可能导致化石能源消费占比再度增加³。

2、就业问题

截至 2015 年，从事可再生能源相关工作的人在德国已经超过了 35 万⁴，所以很多人对 EEG2.0 提出了不少反对意见；他们认为该法将减缓德国的能源转型，并使很多人面临失业的风险。如果考虑到未来交

结语

虽然德国的主流政党多年来一直支持可再生能源，并设定了雄心勃勃的发展目标，为其发展提供有利的监管环境，但是目前来看各方对于 EEG 未来的政治支持仍存在较大的不确定。例如，德国极右翼德国选择党（AfD）就对能源转型政策已经发起了严峻的挑战，甚至建议要求取消 EEG，并质疑气候变化是否确实由人为引起⁶。自由民主党（FDP）则表示要取消 EEG 中对于可再生能源的所有补贴，质疑能源转型政策对于自由市场的破坏，并有损德国经济。德国的主流政党可能会在气候政策立场做出妥协，以赢得依赖煤炭地区和煤炭行业协会的支持，而这会威胁到如何完成 EEG 中设定的发展目标和新引进的拍卖体系运作。

临其他的一些挑战，诸如市场和可再生能源电网整合、如何简化复杂的 EEG 规则、以及与其他欧盟成员国进行电网整合等一系列问题。

3、引入拍卖机制后的市场表现

可再生能源拍卖机制的成功与否取决于投标人的竞争水平和项目的实施率。虽然 EEG 2.0 中的竞争性招标过程设计是为了最大限度地提高项目实施率，并在项目未履约时依据合同进行处罚，但是投资者有时仍会提出不切实际的低报价以赢得投标，而在之后无法完成项目。为了提高成功率，从政府的角度来看，拍卖体系在制定时将更偏向于大型企业，因为它们大多数是公共基础设施提供商，具有充足的资金和丰富的经验，并且技术更加先进。

4、对非工业用电消费者的公平性

为了保持德国工业的全球领导地位并保障国内就业以实现强大的经济竞争力，自 EEG 2004 以来，为了维持其国际竞争力，能源密集型产业一直享有优惠电价。享有这一特权的工业企业的数量已经从 2005 年的 297 家增加到 2014 年的 2098 家。这些公司不需全额支付 EEG 电力附加，2013 年豁免金额高达 40 亿欧元，而这部分金额由没有享受优惠电价的消费者来承担，如非能源密集型企业和普通家庭⁵。

注释：

1.What drives the Energiewende? Dissertation by Wolfgang Gründinger. 链接：
<http://www.wolfgang-gruendinger.de/what-drives-the-energiewende/>.

2.Recent Facts about Photovoltaics in Germany, Fraunhofer ISE. 链接：
<https://ise.fraunhofer.de/en/publications/veroeffentlichungen-pdf-dateien-en/studien-und-konzeptpapiere/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>.

3.German Renewable Energy Sources Act, Wikipedia. 链接：
https://en.wikipedia.org/wiki/German_Renewable_Energy_Sources_Act.

4.Renewable Energy and Jobs Annual Review 2016, IRENA. 链接：
http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2016.pdf.

5.Defining features of the Renewable Energy Act (EEG), Clean Energy Wire. 链接：
<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/defining-features-renewable-energy-act-eeeg>.

6.How the “Trump Effect” Could Undermine Germany’s Clean Energy Revolution. 链接：
<http://www.motherjones.com/environment/2016/12/germany-clean-energy-coal-trump-effect>.