

# 碳中和对宏观经济的影响

何晓贝 马骏

**[摘要]** 本文初步探讨了碳中和对中国宏观经济的影响,发现:首先,低碳投资和由此带来的技术进步是脱碳转型过程中促进经济增长的主要因素;而棕色资产搁浅、成本上升和转型过程中的失业问题会给经济造成负面影响。其次,基于上述影响机制,碳中和政策对经济增长是推动还是拖累,受到一国产业结构、资源禀赋和进出口结构等因素的影响。最后,中国的经济结构特点决定了中国更有可能在脱碳转型中获得长期增长收益。

**[关键词]** 碳中和;经济增长;脱碳转型;气候政策

**[文章编号]** 1009-9190(2022)05-0003-05 **[JEL 分类号]** E0;O1;Q5 **[文献标志码]** A

DOI:10.16529/j.cnki.11-4613/f.2022.05.008

## Impact of Carbon Neutrality on Macro Economy

HE Xiao-bei MA Jun

**[Abstract]** This paper preliminarily discusses the impact of carbon-neutrality on China's macro-economy, and finds that: first, low-carbon investment and the resulting technological progress are the main factors to promote economic growth in the process of decarbonization transformation; the stranded brown assets, rising costs and unemployment in the process of transformation will have a negative impact on the economy. Second, based on the above impact mechanism, whether the carbon-neutrality policy promotes or hinders the economic growth is affected by a country's industrial structure, resource endowment, import and export structure and other factors. Finally, the characteristics of China's economic structure determine that China is more likely to obtain long-term growth benefits in decarbonization transformation.

**[Key words]** carbon-neutrality; economic growth; decarbonization transformation; climate policy

### 一、引言

目前学界公认,气候变暖会对全球造成巨大的经济和财产损失。根据国际货币基金组织(IMF)在2017年发布的《世界经济展望》,全球温升幅度在22摄氏度的全球平均气温基础上每提高1摄氏度,会降低发展中国家人均年度GDP增长率0.9-1.2个百分点<sup>①</sup>。因此,制定应对气候变化的政策、实现脱碳转型(decarbonization)、最终实现碳中和是全球经济维持长期稳定的必要条件。在碳中和目标约束条件下,不同的低碳转型路径会对经济增长产生什么影响,这对各国选择合适的转型路径和设计合理的政策有重要指导意义。然而,关于脱碳转型对宏观经济的影响(包括对经济增长、就业和通胀等指标的影响)的学术分析和定量研究仍然非常有限。下文对现有文献中的研究结果进行综述,并提炼出对中国的若干启示。

### 二、碳中和政策影响宏观经济的机制

理论上来说,碳中和对经济增长有多重影响,这些影响有些是正面的,有些是负面的。新能源行业和其

**[作者简介]** 何晓贝(通讯作者),北京大学国家发展研究院,经济学博士(北京,100091),E-mail:xbhe@nsd.pku.edu.cn; 马骏,北京绿色金融与可持续发展研究院,经济学博士。

① 《世界经济展望2017年10月:寻求可持续增长——短期经济复苏和中长期挑战》,p218。由于发达国家大多位于温带和寒带,而发展中国家多位于或靠近热带,因此气候变暖对于发展中国家的GDP增长更为直接。

他绿色产业的投资增长,以及内生的技术进步驱动的新能源成本下降及效率提升,是脱碳转型过程中促进经济增长的主要因素。高碳行业的棕色资产<sup>①</sup>搁浅、成本上升和失业可能是脱碳转型对经济造成的主要负面影响。这些变量对经济增长的净影响是正还是负,取决于各个经济体(国家、地区)的产业结构、资源禀赋、进出口结构等。

### (一)脱碳转型对宏观经济的正向影响

碳中和过程中投资的增加和技术进步可能会提升经济增长的潜力。

首先,脱碳转型需要增加对于新能源、新工艺和新技术的投资,这些投资形成的资本积累将提高经济增长潜力。目前学者和机构估计<sup>②</sup>,在未来三十年转型过程中,中国所需绿色低碳投资在100-500万亿元人民币之间。例如,清华大学气候变化与可持续发展研究院估算,中国实现1.5度目标导向转型路径在未来三十年需要累计新增低碳能源供应投资约138万亿元,加上工业、建筑、交通部门中与低碳能源相关的投资需求,总计174万亿元,超过每年GDP的2.5%<sup>③</sup>。从宏观的角度看,这个规模的投资增长将对总需求和GDP起到明显的拉动作用。

其次,投资带来内生的技术进步,清洁能源的成本会不断降低,生产效率会不断提高。目前低碳技术的平均成本要高于传统能源技术,但随着时间的推移,成本的差距会缩小,最后会出现低碳技术和产品的成本明显低于高碳技术和产品的情况。比如,经过十多年的发展,光伏和风电的发电成本已经下降了90%,未来在全球大部分地区,光伏和风电成本将低于煤电发电成本。另外,储能技术、碳捕捉技术等绿色技术与产品的成本可能随着时间的推移降低,在中长期将变得具有竞争力。例如,根据Busch等(2021)的研究,蓄电池的成本自2010年以来已下降87%,交通系统电动化逐步成为经济可行的选择。国际行业专家认为,2023-2024年是“电动汽车与燃油汽车价格相同”的转折时点<sup>④</sup>。

许多实证研究显示,可再生能源和绿色低碳技术的进步可以有效提升全要素生产率(TFP)和经济增长。Tugeu(2013)基于土耳其数据的研究显示,可再生能源消费对TFP有正面影响,可再生能源消费对GDP影响的弹性在0.7至0.8之间,而化石能源消费对GDP影响的弹性在-1.7至-2.1之间。Rath等(2019)基于36个国家的面板数据研究发现,可再生能源消费与高TFP增长率呈正相关,而化石能源消费与低TFP增长率呈正相关。Yan等(2020)基于中国省份数据的实证研究发现,新能源技术创新与中国绿色行业生产率显著正相关,新能源技术创新显著推动了居民收入的上涨。

### (二)脱碳转型对宏观经济的负面影响

碳中和过程中出现的资产搁浅、阶段性成本上升、失业等问题可能会对宏观经济产生负面影响。

首先,直接经济成本来自于高碳行业(例如化石燃料)固定资本的加速折损和淘汰,这些资产被迫提前退役形成“搁浅”资产。对宏观经济来说,这相当于供给端的一个负面冲击。具体表现可能是在无法有效减碳的一些传统行业,包括化石能源、燃油汽车、钢铁、水泥等出现企业倒闭,固定资产被废弃,以及大规模裁员等问题。根据Mercure等(2018)的研究,如果全球采取行动把气温上升幅度控制在2度内,与2018年的气候政策情景相比,未来15年内全球搁浅的“棕色资产”规模可能高达9万亿美元(以2016年不变价计算),相当于2016年全球GDP的11%。大规模的资产减值可能会通过负财富效应拖累企业投资和居民消费。

其次,在脱碳过程的前期(尤其是政府较为激进地落实碳中和政策的阶段),高碳企业会面临成本上升

① 指高碳和高污染资产。

② 例如,中金公司2021年发布的《碳中和和经济学》报告、绿金委2021年发布的《碳中和背景下的绿色金融路线图》、清华气候变化与可持续发展研究院2021年发布的《中国长期低碳发展战略与转型路径研究:综合报告》、高盛2021年发布的Carbonomics:China Net Zero:The Clean Tech Revolution。

③ 清华大学气候变化与可持续发展研究院(2020),《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》综合报告,p14。

④ Jack Ewing,“The Age of Electric Cars Is Dawning Ahead of Schedule,”The New York Times,September 20,2020,sec. Business, <https://www.nytimes.com/2020/09/20/business/electric-cars-batteries-tesla-elon-musk.html>。

的压力。这些增加成本的政策可能包括：将控排企业强制纳入碳交易机制、征收碳税和边境调节税、限制高碳企业生产和销售产品等。Stiglitz 和 Stern(2017)、Quinet(2019)等的研究显示，如果要实现欧盟的减排目标，2030年碳价需要达到至少100美元/吨，这将会是2020年欧洲碳排放交易市场约25美元/吨碳价的4倍。这些增加成本的措施将对部分经济活动产生挤出效应。

最后，在从高碳向低碳经济活动变迁的过程中，某些国家、地区和行业可能会出现较为严重的失业问题。许多高碳行业的就业岗位会消失，一些低碳技术和服务业会产生新的就业岗位，但是传统行业的许多员工由于缺乏技能，很难迅速转移到低碳行业。相对于“有序转型”（失业可控）的情景，如果缺乏有效的人力资源转型技能培训计划，很可能出现大规模失业，造成人力资本浪费，从“投入品闲置”的角度导致GDP损失。此外，失业所带来的社会稳定问题和政府财政压力也会负面影响经济增长。

### 三、影响碳中和效应的经济结构因素

上文分析了碳中和可能给一个典型经济体带来的宏观经济影响。但是，各个经济体（包括国家和地区）由于经济结构、资源禀赋和进出口结构的不同，受碳中和的影响也可能明显不同。

#### （一）能源进出口结构的影响

由于全球产业链的深度融合，碳中和对某个经济体的宏观经济的影响与该经济体的能源进出口结构高度相关。根据 Mercure 等(2018)的研究，在全球各国积极落实《巴黎协定》2度目标的情景下，成本和经济损失在各国之间的分布会是高度不均衡的。沙特、美国和加拿大等化石燃料的净出口国，由于化石能源产品的出口收入下降，将面临较大损失。其中，加拿大面临的损失可能高达GDP的20%。相反，中国、德国等能源进口大国通过清洁能源替代化石能源进口，将从全球能源转型中受益。

表1 落实2度目标的情景下GDP与基准情景相比较的最大差值(%)<sup>①</sup>

| 国家  | GDP最大差值 |
|-----|---------|
| 中国  | +3      |
| 德国  | +2      |
| 美国  | -4.5    |
| 沙特  | -7      |
| 加拿大 | -22     |

来源：Mercure 等(2018)。

#### （二）技术进步的影响

绿色低碳领域的技术进步以及相关产业的全球竞争力将影响一国的出口潜力和经济增长。相关的定量研究比较有限，主要是针对低碳技术领域走在国际前沿的经济体，例如欧盟。这些研究的基本结论是，如果全球均以落实《巴黎协定》为目标设定气候政策，全球的总需求以及欧洲面临的外部需求均有所下降，但欧洲能源密集型行业的出口份额反而略有增长，主要是因为这些行业（电动车、清洁能源技术等）为了适应欧盟的气候政策，将比其他国家率先提升效率和获得竞争优势。欧盟的技术优势能对GDP产生多大的拉动作用，很大程度上取决于对研发投入和技术进步的预测。Vrontisi 等(2020)的模型显示，到2050年，欧洲低碳技术的生产率大幅上升对经济的提升作用基本可以抵消传统燃料和设备需求的下降对经济的负面影响；同时，由于在电动车行业的竞争优势，欧盟届时将在全球占据更大的市场份额。因此，尽管在落实2度目标的情景下全球总需求有所下降，但到2050年欧盟的GDP水平将比基准情景<sup>②</sup>略高。Leonidas 等(2017)的定量模型研究显示，在各国均落实2度目标的情景下，低碳技术进步将使得欧盟GDP在2020–2050年间累计值比基准情景高1.2%–1.4%。

#### （三）气候政策的影响

首先，碳中和对宏观经济的影响很大程度上取决于政策的选择，包括碳定价、碳税、绿色金融政策、产业政策等。Metcalf 和 Stock(2020)基于过去30年欧洲实施碳税的国家样本实证研究发现，“回收”碳税收入

<sup>①</sup> 基准情景的设定基于一定的技术进步假设。2度目标情景是在基准情景的基础上，假设采用一系列政策使得一国有75%的概率将气温升幅控制在2度以内。原文模拟了2度目标情景与基准情景下2020年至2050年之间的GDP走势，表格列出的数据是两种情景下GDP偏离基准情景的峰值。峰值通常发生在2025年至2030年间，沙特发生在2050年。

<sup>②</sup> 基准情景指的是欧盟采用EU 2016基准、而其它国家未落实2015年NDC的情景。

(revenue recycling)的不同方法,如用于降低其他税种的纳税负担或是用于再分配,对宏观经济产生的影响不同,但总体而言碳税本身对宏观经济的影响是正向的,其净影响略高于零。Vrontisi等(2020)的定量模拟发现,如果碳税收入用于降低其他商品和服务的税收,可以在一定程度上抵消碳税造成的生产成本上升。Panagiotis等(2021)发现,如果碳税收入用于降低居民和企业的社会保障缴费,可以提升总体就业水平。

其次,政策的不确定性会对宏观经济造成不利影响。Fried等(2021)的研究发现,如果缺乏明确的气候政策路径,企业对不同类型(绿色或棕色)固定资产的回报预期存在不确定性,可能既不投资棕色资产,也不投资绿色资产,反而会导致总体经济活动的萎缩或处于低效率状态。以美国为例,Fried等(2021)的定量估算显示,由于政府还未明确是否会推出碳税政策,这种政策不确定性会导致脱碳转型的成本增加。

最后,各经济体气候政策力度的不一致也会影响各国产业的相对竞争力(Dechezleprêtre and Sato, 2017)。欧盟的气候政策是目前主要经济体中政策力度最大的。Vrontisi等(2020)的定量模拟显示,短期内(2030年以前)欧盟国家一些行业的成本高于全球其它国家,在一定程度上会降低欧盟国家的竞争力。但另一方面,由于欧盟最早实施气候政策,因此能源密集型行业将更早适应脱碳转型的要求,低碳技术生产率提升将更快,中长期将在全球领先,提振欧盟的出口。

#### 四、碳中和对中国宏观经济的影响

综上,碳中和的过程对宏观经济可能产生多方面的影响。现有研究的初步结论为,脱碳转型对一国经济增长的净影响可能为正,也可能为负,取决于该国对能源进口的依赖度、未来在低碳领域的投资、绿色低碳技术创新以及各类与气候相关的政策。由于技术进步是个非线性的过程,各国采取气候变化应对政策的时间和力度也不同,因而脱碳转型对一国宏观经济的净影响也并非一成不变。

中国的经济结构特点决定了中国更有可能在脱碳转型中获得长期增长收益。首先,中国是化石能源的净进口国。因此在向新能源转型的过程中,中国将大幅减少化石能源进口,从而降低能源的净进口。Mercure等(2018)的测算显示,在落实2度的气候政策、棕色资产大幅下降的情景下,中国作为化石能源的净进口国将是少数在低碳转型中受益的主要国家,2050年前中国年度的GDP水平可能高于基准情景(政策不变情景)3%。

其次,在有力政策推动下,未来三十年中国的绿色低碳投资将达到数百万亿元,这个量级的投资需求将有助于提振总需求从而拉动经济。同时,合理的气候政策可以有效地配置资源,将投资引导到高生产率的部门,从而提高增长潜力。Huang等(2019)基于动态的可计算一般均衡模型(CGE)的研究结果显示,如果中国实施碳定价机制来引导资源配置,与缺乏碳价机制的情景相比,2050年中国的GDP水平可以提高3%。Springer等(2019)对中国全国碳交易市场政策效果的研究也得到了类似的结论。

第三,大量研究发现,投资于低碳行业所创造的就业数量可能显著高于因退出高碳行业而损失的就业。Garrett-Peltier(2017)的研究发现,每投资100万美元,在可再生能源和能效领域可创造7.49个工作岗位,而化石燃料领域仅能创造2.65个工作岗位。因此,由化石能源转向可再生能源和能效提高,每100万美元投资可净增加5个工作岗位(Busch, et al., 2021)。另外,政府从碳定价或碳税中得到的收入可以用于再分配。Huang等(2019)研究发现,如果将出售碳配额的收入用于帮助高碳行业人员的培训和再就业,不但可以缓解高碳行业的失业压力,还可以降低全国范围内的收入不平等。该研究发现,在这种情景下,中国2050年的基尼系数将较基准情景有明显改善。

最后,中国在大规模研发和推广绿色低碳科技方面具有独特优势。一方面,中国是制造业大国,可以形成规模效应和产业链聚集效应。在光伏风电、电动车、电池等方面,中国已具有全球竞争力,未来在氢能、储能、电网技术、工业智能化和工业零碳技术等领域也有望取得重大突破。另一方面,中国有全球最大的绿色产品市场,研发成本更容易被分担,因此更有可能在绿色和低碳科技方面获得技术进步和创新。Costinot等(2019)的实证研究发现,当一国国内对某种产品的需求很大,且这种生产具备规模效应,这个国家很可能变成该种产品的净出口国,这是所谓“本土市场效应”。因此巨大的国内市场将有助于中国成为低碳技术和产

品的重要出口国。

当然，中国在实现碳中和的过程中也必须关注若干宏观经济与金融风险。第一，如果各级政府大量使用行政措施来落实碳达峰碳中和目标，采用“运动式”减碳的措施，简单粗暴地关停高碳企业或限制生产，可能会导致某些高碳产业供给大幅下降，推高能源和原材料价格，从而带来经济滞胀和失业的风险。第二，如果在低碳转型过程中，不能有效为高碳企业赋能，帮助这些企业尽快转型为低碳企业，一批高碳资产就可能面临“搁浅”，成为不良资产，或出现估值大幅下降，从而导致金融风险。上述两类风险，即使不会成为全国性、系统性的问题，也可能在某些地区（特别是严重依赖煤炭的省区）成为系统性风险的来源。

综上，中国应该尽早制定碳达峰碳中和路线图，更多地采取市场化手段推动低碳转型，充分体现中国能源转型、绿色投资和技术进步可能带来的宏观经济效益，强化在一系列绿色低碳领域中的国际市场竞争力，同时高度关注并管理好转型相关的宏观经济和金融风险。□

#### [参考文献]

- Busch, C., Ma, J., Harvey, H., and Min, H., 2021. China's carbon neutral opportunity. Institute of Finance and Sustainability Working Paper, 2021-3.
- Costinot, A., Donaldson, D., Kyle, M., and Williams, H., 2019. The more we die, the more we sell? A simple test of the home-market effect. *The Quarterly Journal of Economics*, 134(2): 843-894.
- Dechezleprêtre, A., and Sato, M., 2017. The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2): 183-206.
- Leonidas, P., Panagiotis, F., Zoi, V., Kostas, F., Hector, P., Richard, L., and Unnada, C., 2017. A technical case study on R&D and technology spillovers of clean energy technologies. European Commission Sponsored Research, 2017-12.
- Panagiotis, F., Fragkiadakis, K., Sovacool, B., Paroussos, L., Vrontisi, Z., and Charalampidis, L., 2021. Equity implications of climate policy: assessing the social and distributional impacts of emission reduction targets in the European Union. *Energy*, 237: 121591.
- Fried, S., Novan, K.M., Peterman, W., 2021. The macro effects of climate policy uncertainty. Finance and Economics Discussion Series, 2021-018.
- Garrett-Peltier, H., 2017. Green versus brown: comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model. *Economic Modelling*, 61: 439-447.
- Huang, H., Roland-Holst, D., Springer, C., Lin, J., Cai, W., and Wang, C., 2019. Emissions trading systems and social equity: a CGE assessment for China. *Applied Energy*, 235: 1254-1265.
- Mercure, J.-F., Pollitt, H., Viñuales, J.E., Edwards, N.R., Holden, P.B., Chewpreecha, U., Salas, P., Sognnaes, I., Lam, A., and Knobloch, F., 2018. Macroeconomic impact of stranded fossil fuel assets. *Nature Climate Change*, 8: 588-593.
- Metcalfe, G.E., and Stock, J.H., 2020. The macroeconomic impact of Europe's carbon taxes, NBER Working Paper.
- Quinet, A., 2019. What value do we attach to climate action. *Economics and Statistics*, 510-511-5: 165-179.
- Rath, B.N., Akram, V., Bal, D.P., and Mahalik, M.K., 2019. Do fossil fuel and renewable energy consumption affect total factor productivity growth? Evidence from cross-country data with policy insights. *Energy Policy*, 127: 186-199.
- Springer, C., Evans, S., Lin, J., and Roland-Holst, D., 2019. Low carbon growth in China: the role of emissions trading in a transitioning economy. *Applied Energy*, 235: 1118-1125.
- Stiglitz, J., and Stern, E., 2017. Report of the high-level commission on carbon prices. World Bank, Carbon Pricing Leadership Coalition.
- Tugcu, C.T., 2013. Disaggregate energy consumption and total factor productivity: a cointegration and causality analysis for the Turkish economy. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(3): 307-314.
- Vrontisi, Z., Fragkiadakis, K., Kannavou, M., and Capros, P., 2020. Energy system transition and macroeconomic impacts of a European decarbonization action towards below 2°C climate stabilization. *Climatic Change*, 162: 1857-1875.
- Yan, Z., Zou, B., Du, K., and Li, K., 2020. Do renewable energy technology innovations promote China's green productivity growth? Fresh evidence from partially linear functional-coefficient models. *Energy Economics*, 90: 104842.

(责任编辑：皓 珺 校对：MY)