

“双碳”目标有效路径及误区的理论分析

钟茂初

摘 要: 基于对“碳达峰”“碳中和”的理论内涵及现实含义的阐释,本文分析了“双碳”目标的有效路径和现实发展中的认识误区,得出:“双碳”目标的核心要义是持续推进“碳减排”直至实现“碳中和”;“双碳”目标的核心政策工具是“碳排放额度”;政策成效的评判依据是全生命周期碳减排、碳效率提升、碳减排的“帕累托改进”;政策的有效路径是促进各种要素的“有效替代”。基于研究结论,从产业政策、低碳消费倒逼机制、碳金融等方面提出了相应的政策主张。

关键词: “双碳”目标;认识误区;有效路径;有效替代

中图分类号: F124.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2022)01-0010-12

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2022.01.012

为应对全球气候变化,中国于 2020 年 9 月提出“中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值,努力争取 2060 年前实现碳中和”^[1]。针对这一包含“碳达峰”“碳中和”时间表的目标(简称“‘双碳’目标”),从经济学角度来认识,“碳达峰”“碳中和”的本质含义是什么?推进“碳达峰”“碳中和”目标的有效路径^[2]应满足什么条件?现实中对于“碳达峰”“碳中和”的认识和政策取向存在哪些误区^[3]?本文拟对上述问题展开分析,以期对“双碳”目标的有效路径和政策取向提出具有理论依据的建议。

一、经济活动、碳排放、生态系统碳吸纳能力:正确认识“碳达峰”

“碳中和”内涵的逻辑基础

正确认识“碳达峰”“碳中和”的内涵,要从“可持续发展”理论和“应对全球气候变化”现实两个方面来认知。理论方面,可持续发展有一个基本原则,那就是人类活动导致的污染排放控制在地球生态系统的自净化能力范围内,才能保障人类赖以生存的生态系统及其生态功能的完好与稳定。但在现实中,人类活动自工业化以来其导致的污染排放(以二氧化碳排放为典型)已经超过了生态系统的自净化能力,使得人类生存环境受到严重影响(最为突出的影响是全球气候温度的持续升高),进而导致地球生态系统及其生态功能的完好性和稳定性承受巨大风险。因此,人类活动对生态系统的影响必须尽快恢复到可持续发展原则所限定的范围之内。就二氧化碳排放(简称“碳排放”)而言,可持续发展目标是恢复到“碳中和”水平(即人类活动的碳排放控制在生态系统的碳吸纳能力范围内^①)。

基金项目: 国家社会科学基金重点项目“推动绿色发展促进人与自然和谐共生的政策取向研究”(21AZD058)

作者简介: 钟茂初,经济学博士,南开大学经济研究所教授、博士生导师, zhongmc@nankai.edu.cn (天津 300071)

^① 这一认识可视为基于可持续发展原则对“碳中和”的理论界定。在实际领域,IPCC 的相关报告对“碳中和”界定为净零碳排放(Net-zero CO₂ emissions),即一定时期内,通过二氧化碳人为移除,使得全球碳排放量达到平衡而实现净零碳排放。

要恢复到“碳中和”水平，现实中意味着要经历两个阶段，首先是尽快使碳排放不断增加的态势停止，这一过程就是达成“碳达峰”目标的阶段；而后则要使碳排放从“峰值”逐步减少直至满足“碳中和”条件，这一过程就是达成“碳中和”目标的阶段，其实质都是减少人类活动中的二氧化碳碳排放（简称“碳减排”）。

对生态系统造成影响的人类活动，主要是其经济运行与经济增长活动。在经济活动过程中，无论是生产，还是消费都必然伴随着大量的碳排放。特别是工业化以来，由于大量使用煤炭、石油、天然气等化石能源，使得碳排放随着经济的快速增长而急剧增加。对于人类经济活动中产生的碳排放，地球生态系统中的森林、江河湖泊等对二氧化碳具有一定程度的吸纳能力。因此，只要人类经济活动产生的碳排放不超过地球生态系统的吸纳能力，生态系统的生态功能就不会因之而发生变化，则人类的生存环境稳定而完好。反之，如果碳排放超过了地球生态系统的吸纳能力，则会使得未被吸纳的二氧化碳累积增加，而对生态系统产生影响，最为显性的影响是气温升高导致的全球气候变化。当气温升高超出一定范围，全球气候变化就会导致人类生存环境的不稳定，各种相关的自然灾害则会加剧加频。所以，为了保障和维护全球生态系统及人类生存环境的稳定，全球社会必须共同努力将导致气温升高的二氧化碳等温室气体的排放降低到生态系统吸纳能力的可承受范围之内。这就是《联合国气候变化框架公约》（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）下的《巴黎协定》（The Paris Agreement）所提出目标（“将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰水平上，通过多边协商机制进一步将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在 2°C 以内，并努力将温度上升幅度限制在 1.5°C 以内”^[4]）的意涵。

碳排放依存于经济活动及其要素，可表达为：

$$C = C(Y(P, K, L_y, E, T)) \quad (1)$$

其中， C 表示碳排放， Y 表示经济活动规模， P 表示人口规模， K 表示资本投入规模， L_y 表示用于经济活动的土地规模， E 表示经济活动中的能源消耗使用， T 表示经济活动中的技术水平。人口、资本、土地、技术均为经济活动的重要投入要素，所以这些因素也必然是决定碳排放的重要因素。由于碳排放问题中能源消耗是其核心考量因素，因此，在碳排放主题下，可将能源消耗从资本要素中分离出来，作为一个单独的投入要素来看待，而此处的资本要素即代表能源消耗之外其他部分的资本。

经济活动对地球生态系统的影响则取决于碳排放与地球碳吸纳能力的关系，即：

$$C(Y(P, K, L_y, E, T)) \leq C_0(L_e) \quad \text{or} \quad (\geq C_0(L_e)) \quad (2)$$

其中， C_0 表示地球生态系统的碳吸纳能力， L_e 表示用于生态维护的土地规模，亦即碳吸纳能力主要取决于生态维护的土地规模^①。就三者的关系而言，人类社会的发展过程大致可划分为以下几个阶段：

1. 在工业化之前和工业化初期，经济活动及其要素投入规模较小，其产生的碳排放远低于地球生态系统的碳吸纳能力，且未用于经济活动的生态维护土地规模较大。在这一阶段，经济活动的碳排放对地球生态系统的影响较小。即：

$$C(Y(P, K, L_y, E, T)) \leq C_0(L_e) \quad (3)$$

2. 工业化加速发展期，经济活动及其要素投入规模持续扩张，其产生的碳排放逐步接近进而超过地球生态系统的碳吸纳能力，且随着用于经济活动的土地规模扩张，用于生态维护的土地规模持续减小。在这一阶段，经济活动的碳排放实际上已经对地球生态系统产生了影响，但由于生态系

^① 以“生态维护的土地规模”来表征生态系统的碳吸纳能力，是本文理论上的一个简洁表达。如果实际衡定的话，应包含其规模、质量、结构、分布等诸多方面，需要探索形成一套具体的测定方法。

统的自我调适,使得这一影响并不显著,因此人类尚未普遍认识到抑制碳排放增长的必要性。即:

$$C_{t=n} = (1 + \frac{\Delta C}{C})^n C_{t=0} \rightarrow C(Y(P, K, L_y, E, T)) \geq C_0(L_e) \quad (4)$$

其中, t 表示年度, $\Delta C/C$ 表示碳排放的增长率。

3. 随着工业化程度不断提升,碳排放随着经济的指数增长而指数增长,其产生的碳排放远远超过地球生态系统的碳吸纳能力,使得二氧化碳等温室气体持续累积,进而使得气温升高和全球气候变化明显,人们逐步普遍认识到抑制碳排放的必要性和迫切性,但是人类无法承受持续的经济负增长,否则人类社会就会迅速陷入剧烈的不稳定状态。因此,要推进碳减排,只能先行推动碳排放增速的逐步下降,直至碳排放不再增加。这个过程就是促使人类经济活动产生的碳排放达到一个峰值之后不再增加的过程(亦即“碳达峰”过程)。这个过程可表达如下:

$$(\frac{\Delta C}{C})_{t=n \rightarrow m} \downarrow \rightarrow C(Y(P, K, L_y, E, T)) = C_m \geq C_0(L_e) \quad (5)$$

其中, n 表示推进碳达峰的起始年度, m 表示实现碳达峰的年份, C_m 即为碳排放的峰值。

4. 在实现碳达峰之后,则要推进碳减排,直至最终实现“经济活动产生的碳排放不大于生态系统的碳吸纳能力”的目标。这一过程就是推进“碳中和”目标实现的过程,可表达为:

$$(\Delta C)_{t=m \rightarrow N} < 0 \rightarrow C(Y(P, K, L_y, E, T)) = C_0(L_e) \quad (6)$$

其中, m 表示实现碳达峰的年度,也是从碳达峰向碳中和推进的起始年度; N 表示碳中和最终实现的目标年份。

二、碳减排、碳排放额度、碳效率提升:正确认识“碳达峰”

“碳中和”的核心因素

基于前文关于“碳达峰”实现过程、“碳中和”实现过程的分析及表达式,可以得出以下认知:

1. 经济活动过程中的持续“碳减排”是推进“碳达峰”“碳中和”目标实现的根本路径^[5],因为生态系统的碳吸纳能力取决于生态维护土地规模,而其在短期和中期时间尺度内是难以显著改变的。

在走向“碳达峰”的过程中,整体上碳排放尚可有一定程度的增加,但增加量逐渐减小直至“碳达峰”目标的达成。在这一过程中,工业化程度欠发达的区域、工业化程度有待完善的领域可适度增加碳排放,而工业化程度发达的区域、工业化程度已完善的领域均应持续推进碳减排。在走向“碳中和”的过程中,整体上必须推行碳减排,只有局部欠发达区域、待完善领域存在少量碳排放增加的情形,绝大部分区域和领域都持续推进碳减排,直至“碳中和”目标的最终达成。

2. 在以碳减排为手段推进“碳达峰”“碳中和”目标实现的进程中,经济活动中的碳排放需要实施“碳排放额度”约束^[6]。这一“碳排放额度”是由生态系统碳吸纳能力以及达成“碳达峰”“碳中和”时间目标所确定。只有“碳排放额度”的刚性约束,才能倒逼经济活动过程中碳减排得以实质推进。即^①,

$$C(Y(P, K, L_y, E, T)) - C_q(C_0, C_m, m, N) = 0 \quad (7)$$

其中, C_q 表示经济活动中的“碳排放额度”, C_0 为生态系统的碳吸纳能力, C_m 为碳排放的峰值, m 表示碳达峰的达成年份, N 表示碳中和最终实现的目标年份。该式亦可视为经济活动的隐性生产函数,由此也就决定了经济活动主体的行为。整体的“碳排放额度” C_q , 要由经济活动中的

^① 如果考虑碳排放的人为移除,则该式可改写为: $C(Y(P, K, L_y, E, T)) - C_q(C_0, C_m, m, N) - C_r = 0$, C_r 为通过技术手段人为移除的碳排放量。

各个主体来分担，亦即各经济活动主体均承受各自的“碳排放额度”约束，各自拥有的“碳排放额度”倒逼各主体的碳减排行为。

关于“碳排放额度”作为“双碳”目标的有效政策工具，还可以从解决外部性的角度来认识。可选择的手段之一是“碳税”，亦即庇古税（Pigou Tax）在碳排放领域的应用。既有理论分析的结论是：企业的边际成本是私人信息，税收部门无法准确掌握，因此，通过碳税所达成的碳排放量，难以与“双碳”目标所确定的碳排放量达成一致。理论上更有效的手段是科斯交易（Coase's Transaction）。科斯交易应用于碳排放问题，“双碳”目标相当于社会福利最大化而确定的优化规模，由此倒逼交易机制去实现企业利润最大化目标与社会福利最大化目标的重合。

3. 由于经济活动受“碳排放额度”的刚性约束，因此，经济增长不能依靠人口、资本、土地等要素的扩张来实现，只能通过技术进步促使“碳排放额度”的使用效率（简称“碳效率”）的提升来实现。

综合而言，持续碳减排、碳排放额度、碳效率提升三个方面既是正确认识“碳达峰”“碳中和”的关键点，也是探寻推进“碳达峰”“碳中和”目标有效路径的关键所在。

三、借鉴“帕累托改进”思路，正确理解“碳达峰”“碳中和”的有效路径

前文分析得出，要推进“碳达峰”“碳中和”目标实现，就必须在经济活动过程中持续推进碳减排，并实施“碳排放额度”刚性约束，但是在推进“碳达峰”“碳中和”目标实现过程中，还要兼顾国民经济系统正常运行、居民收入与就业等经济社会目标的实现。所以，在寻求“碳达峰”“碳中和”有效路径的过程中，必须权衡考虑经济发展目标与“双碳”目标两个方面。站在同一主体的角度来看，是其发展目标与生态目标的权衡；而站在多主体的角度来看，就是各主体之间的博弈均衡。政策的有效性就在于寻求到各主体的利益均衡。基于此，本文提出以“帕累托改进”为基本原理，确立判断“碳达峰”“碳中和”路径是否有效的准则。

所谓“帕累托改进”，是指在某一初始配置状态下，如果通过适当改变资源配置，不减少任何主体效用水平情况下而能使部分主体的效用水平得以提高，则这一资源配置的改变称为“帕累托改进”（Pareto Improvement）。在某一初始配置状态下，如果改变资源配置，可能使部分主体受益、部分主体受损，如果由受益者向受损者给予适当补偿而使受损者至少不减少效用水平、受益者支付补偿后仍有一定收益，则这种资源配置的改变称为“卡尔多改进”（Kaldor Improvement），亦即通过补偿行为来实现的“帕累托改进”^[7]（P184—186）。

“碳达峰”“碳中和”的路径是否有效，可以借鉴“帕累托改进”的概念进行判定。有效原则之一，在实现碳减排的过程中，没有给其他方面、其他环节、其他领域带来负面的影响；如果有一定的影响，碳减排路径带来的效率提升利益足以弥补这一影响。有效原则之二，在实现碳减排的过程中，没有使其他利益主体（其他企业、其他区域、其他群体）承受成本或损失；如果有一定的影响，碳减排路径带来的效率提升利益足以补偿这一影响。

根据“有效原则之一”，可以得出：在考察碳减排时，必须是考察该路径引致的全生命周期碳排放^[8]的变化。只有在全生命周期视角下的碳减排，才符合“帕累托改进”准则，否则只是将碳排放转嫁到了生命周期的其他过程或其他环节，该路径对于整体的碳减排目标而言是无效的。

根据“有效原则之二”，可以得出：在考察某一主体的碳减排时，必须同时考察这一主体是否通过“外部化”“公有地悲剧”等方式，转嫁了其碳排放。只有通过合理补偿机制消除了“外部化”“公有地悲剧”等影响，才符合“帕累托改进”准则，否则该路径对于整体的碳减排目标而言是无效的。

根据“有效原则之一”和“有效原则之二”，还可以得出：新路径形成的供给能力、改变传统路径而缩减的供给能力必须符合经济与民生需求，才符合“帕累托改进”准则，否则该路径导致的碳减排是以经济运行损失和民生满足损失为代价的，该路径对于整体的碳减排目标而言也是无效的。

总之，“碳达峰”“碳中和”可选路径之中，凡是无法满足“帕累托改进”原则及“卡尔多改进”补偿原则的，都不是有效路径，均不应纳入政策支持范围。由有效路径的判定准则，更加强化了经济活动各主体在推进“碳达峰”“碳中和”目标实现过程中谋求碳效率提升的要求。如果碳效率提升程度不足，势必使得碳减排目标和经济民生目标无法兼顾，使得全生命周期的碳减排无法实现，使得整体性的碳减排目标无法实现。

四、有效替代是“碳达峰”“碳中和”的必经路径

在推进“碳达峰”“碳中和”目标实现过程中，各种要素不可能显著扩张，要想使碳减排目标和经济民生目标得以兼顾，唯有通过提高各种要素的碳效率来实现。在现实中，在既有的要素条件下，只有通过碳效率较高要素对碳效率较低要素的逐步替代来实现。这一问题可通过以下分析来认识。

假设经济活动中人口、资本、能源消耗、技术创新投入基本保持不变，而人口结构区分为生态友好型消费群体人口 P_b 、传统消费群体人口 P_a ，资本结构区分为碳效率较高生产能力 K_b 、碳效率较低生产能力 K_a ，能源结构区分为可再生能源 E_b 、化石能源 E_a ，技术创新结构区分为碳效率较高的技术创新 T_b 、碳效率较低的技术创新 T_a ，则碳排放、碳减排公式可分别表示为：

$$C = C(Y(P_a, P_b, K_a, K_b, L_y, E_a, E_b, T_a, T_b)) \quad (8)$$

$$\Delta C = \left[\frac{\partial C}{\partial P_b} \Delta P_b + \frac{\partial C}{\partial P_a} \Delta P_a \right] + \left[\frac{\partial C}{\partial K_b} \Delta K_b + \frac{\partial C}{\partial K_a} \Delta K_a \right] + \left[\frac{\partial C}{\partial E_b} \Delta E_b + \frac{\partial C}{\partial E_a} \Delta E_a \right] + \left[\frac{\partial C}{\partial T_b} \Delta T_b + \frac{\partial C}{\partial T_a} \Delta T_a \right] \quad (9)$$

在人口、资本、能源消耗、技术创新投入基本保持不变，即

$$\Delta P = \Delta P_b + \Delta P_a = 0 \quad \text{即} \quad \Delta P_b = -\Delta P_a$$

$$\Delta K = \Delta K_b + \Delta K_a = 0 \quad \text{即} \quad \Delta K_b = -\Delta K_a$$

$$\Delta E = \Delta E_b + \Delta E_a = 0 \quad \text{即} \quad \Delta E_b = -\Delta E_a$$

$$\Delta T = \Delta T_b + \Delta T_a = 0 \quad \text{即} \quad \Delta T_b = -\Delta T_a$$

的情形下，碳减排为：

$$\Delta C = \left[\frac{\partial C}{\partial P_b} - \frac{\partial C}{\partial P_a} \right] \Delta P_b + \left[\frac{\partial C}{\partial K_b} - \frac{\partial C}{\partial K_a} \right] \Delta K_b + \left[\frac{\partial C}{\partial E_b} - \frac{\partial C}{\partial E_a} \right] \Delta E_b + \left[\frac{\partial C}{\partial T_b} - \frac{\partial C}{\partial T_a} \right] \Delta T_b \quad (10)$$

该式各项的经济含义即代表了通过各种要素“有效替代”以推进碳减排的必经路径。

1. 第一项 $\left[\frac{\partial C}{\partial P_b} - \frac{\partial C}{\partial P_a} \right] \Delta P_b$ 的经济学含义是：要实现持续的碳减排，从人口要素的角度来考虑，一方面要促使生态友好型消费群体（低碳消费群体）的持续增加，亦即传统消费群体（高碳消费群体）的持续减少；另一方面则要促使生态友好型消费模式的边际消费碳排放含量较传统消费模式明显减小，亦即生态友好型消费群体（低碳消费群体）消费中的碳排放含量显著降低。

由此可见，要从人口和消费的角度寻求推进“碳达峰”“碳中和”目标的有效政策举措，应当从生态友好型消费群体（低碳消费群体）的育成、从消费者消费碳排放含量的降低这两个角度去探求。如对消费者实行消费碳排放含量额度政策（可简称为“消费碳票”），则可形成倒逼低碳消费的有效机制，特别是对住房、私人汽车、能源使用、奢侈性消费等大宗消费领域推行这一政策机制的

话，可以对建筑、汽车、能源等碳减排重点领域起到积极的推动作用。

2. 第二项 $[\frac{\partial C}{\partial K_b} - \frac{\partial C}{\partial K_a}] \Delta K_b$ 的经济学含义是：要实现持续的碳减排，从资本要素的角度来考虑，一方面要促使碳效率较高生产能力的形成，并对碳效率较低生产能力实现有效替代；另一方面则要促使新增资本的碳效率比既有资本的碳效率显著提高。由于这里所指碳排放是整体视角的碳排放，因此在考察资本的碳效率时，必须是考察该新增资本引致的全生命周期碳排放的变化。只有在全生命周期视角下的碳效率提升，才是有效的资本替代（生产能力替代）。

资本替代（生产能力替代）主要方式就是产业结构调整。通过产业结构调整，实现碳减排目标有三条途径：一是产业结构比重朝着低碳产业转型升级；二是降低各产业的碳排放强度、提升各产业的碳效率；三是碳排放额度的优化配置，即碳排放额度由碳效率较低区域向碳效率较高区域流动、由碳效率较低产业向碳效率较高产业流动，直至区域间、产业间的碳效率趋于均衡。

3. 第三项 $[\frac{\partial C}{\partial E_b} - \frac{\partial C}{\partial E_a}] \Delta E_b$ 的经济学含义是：要实现持续的碳减排，从能源要素的角度来考虑，一方面要逐步增加可再生能源的比重，并对化石能源的使用进行有效的替代；另一方面也要持续提高化石能源的碳效率，亦即通过降低单位化石能源的碳排放水平使得化石能源在一定程度上也转化为碳效率较高的能源。也就是说， ΔE_b 并不仅仅是指可再生能源这一类别，只要碳效率得以持续提升，化石能源也应纳入其中。由此可知，产业支持政策既应支持可再生能源的发展，也应支持化石能源碳效率的提升。

4. 第四项 $[\frac{\partial C}{\partial T_b} - \frac{\partial C}{\partial T_a}] \Delta T_b$ 的经济学含义是：要实现持续的碳减排，从技术创新（可以技术创新投入来表征）的角度来考虑，一方面应强化碳减排技术创新的投入，并有效地替代那些同步带动经济增长与碳排放的技术创新投入；另一方面应强化碳减排技术创新的效果。核心问题是技术创新的偏向问题，即要区分技术创新的类型——是促进经济增长的技术创新还是促进碳减排的技术创新。在技术创新政策中，应朝着鼓励碳减排技术创新的方向倾斜。

五、走出“碳达峰”“碳中和”的认识误区，确立正确的政策取向

结合前文所讨论的碳减排、碳排放额度、碳效率提升作为正确认识“碳达峰”“碳中和”的核心因素，“帕累托改进”作为“碳达峰”“碳中和”有效路径的判定准则，有效替代作为“碳达峰”“碳中和”的必经路径等内容，针对现实中关于“碳达峰”“碳中和”的种种认识，可以分析得出现实发展中存在哪些方面的认识误区以及陷入误区的政策思路（如现实中“运动式”碳减排等问题^[9]）。

（一）对于“碳达峰”的认识误区

正确认识“碳达峰”目标，有两个关键点需要把握，一是整体性视角，二是持续碳减排为其主基调。偏离了这两点，必然导致认识误区。“碳达峰”目标的完整含义应为：中国二氧化碳排放全国整体上于2030年前达到峰值，之后全面转向碳减排。“2030年”既是一个时间点，同时也是一个发展水平的门槛^[10]，大致相当于当全国人均GDP达到14 000美元的发展水平时达到碳峰值，之后全国整体上转向碳减排。由此可见，当前阶段已经达到或即将达到发展水平门槛值的城市和地区应当尽快进入碳减排阶段；当前阶段已经呈现产能过剩或产能充裕的领域也应尽快进入碳减排阶段；只有那些发展水平远低于门槛值的区域、产能还存在一定缺口的领域尚可有一定的碳排放增长空间。综合起来，在走向“碳达峰”阶段，对各地区、各领域就应当实施“碳排放额度”政策机

制,无论是已经进入碳减排阶段的还是尚处于碳排放增加阶段的,其经济活动都必须在“碳排放额度”的刚性约束下运行。

对照现实,对于“碳达峰”存在这样一些认识误区。

其一,误认为:既然即将“碳达峰”,那么在“碳达峰”之前应加大排放,以获得一个较高的碳排放额度“峰值”基数,进而在这个“峰值”基数上进行碳减排。这种认识的问题在于没有认识到:碳峰值越大,此后的碳减排难度则越高,为之付出的成本也就越大,此后的经济和民生将难以承受碳减排压力过大带来的影响。换言之,在碳达峰之前增加碳排放带来的经济利益,相比此后碳减排要付出的成本是得不偿失的。

其二,误认为:所有地区和所有领域都在2030年达到碳峰值即可。这种认识的问题在于没有认识到:发展水平已经超过或即将达到门槛值的地区、产能充裕或已经过剩的领域尽快进入碳减排阶段的急迫性,也就是没有认识到不同发达程度地区、不同发展水平的领域在“碳达峰”方面承担着“共同而有区别的责任”。

其三,误认为:各地区和各领域在2030年之前只要不显著地增加碳排放量即可。这种认识的问题在于没有认识到:“碳减排”就是当前阶段的重要任务,并不是等到碳达峰之后才有碳减排的强制性要求。

(二) 对于“碳达峰”“碳中和”倒逼经济新增长点的认识误区

“碳达峰”“碳中和”之于经济增长的逻辑关系非常简单,就是此前的经济发展目标函数没有“碳排放额度”的约束,此后的经济发展目标函数增加了“碳排放额度”这一刚性约束。两相对照不难得出:在同等条件下,经济发展规模有“碳排放额度”刚性约束的情形比没有这一约束的情形,不可能具有更大的增长空间,其增长必然受到更强的约束^①。总之,在“碳排放额度”刚性约束下,各种生产要素不可能出现显著的扩张,增长只能主要来源于“碳排放额度”使用效率的提升(简称“碳效率提升”)。凡是认为“双碳”目标下将出现更大经济增长机会的说法都是违背理性逻辑的。对照现实,存在以下方面的认识误区。

其一,宣称“碳达峰”“碳中和”将带来若干万亿的投资规模、若干万亿经济增长规模。之所以会出现这样的认识^②,其实质是把应实施“有效替代”的投资规模、经济规模当作是额外增加的投资和经济产出,而没有把应被替代的部分剔除出去。

其二,宣称“双碳”目标的推进,如同“改革”促进经济快速增长一样,将带来“改革2.0”的增长成效^[11]。这种认识的问题在于没有认识到:“改革”在促进要素和资源优化配置、带来效率改进成效的同时,也激励和促进了各种要素的持续扩张,这是“改革”能够带来经济持续快速增长的核心机理。而与之对比,“双碳”目标的推进不可能引致各种生产要素的显著扩张,否则就将与持续碳减排的目标背道而驰,因此经济规模很难因之而持续增长。增长的途径只有一条,那就是碳效率提升。

其三,宣称“碳金融”能够为“双碳”目标下的经济增长提供巨大的动能,宣称“碳达峰”“碳中和”相关技术创新将为“双碳”目标下的经济增长提供巨大的动力。后文将对这些方面认识误区展开分析。

^① 本文所指的“不可能具有更大的增长空间”,是指在同等条件下,“有碳额度约束”情形与“没有碳额度约束”情形的对比。即使在新技术革命带来新增长的条件下,这个对比结果也成立,即“有碳额度约束”情形的增长空间要比“没有碳额度约束”情形小。

^② “双碳”目标推进过程中,必然会带来相应的投资和增加值。本文认为,“有效替代”是“双碳”目标经济影响更为本质的内涵,不宜强调其“增长”的作用,以避免现实中把“双碳”目标当作促进经济增长的手段。

（三）对于“碳中和”的认识误区

对于“碳中和”内涵的准确表达应为：通过持续的碳减排，使得经济活动中的碳排放量持续下降到能够被生态系统完全吸纳的水平，所以，其核心内涵就是：从“碳峰值”走向“碳中和”的持续碳减排发展阶段。凡是偏离了“持续碳减排”的说法，都是存在认识误区的。此外，“碳中和”是一个整体性的概念，任何微观主体无从认定是否达成“碳中和”目标，只能在宏观层面讨论才有意义。即，宏观主体基于“碳中和”终极目标和时间目标确定碳减排步骤，从而确定各时间点整体“碳排放额度”，并分解为各地区、各领域、各微观主体的“碳排放额度”。微观主体对于“碳中和”目标所承担的责任是：经济活动在分担的“碳排放额度”范围内进行。“碳排放额度”是对微观主体是否完成了“碳中和”责任的唯一考量指标，其他指标（如低碳产业产值占比、可再生能源消耗占比、净减排等指标）都只是中间绩效的表征，不宜纳入最终考核，否则由于变换概念而导致对“碳中和”的错误认知。对照现实，对于“碳中和”在以下方面存在认识误区。

其一，某些企业自称已经实现“碳中和”或自称即将实现“碳中和”。产生这种认识误区的原因在于，他们没有认识到“碳中和”的准确内涵，没有认识到“碳中和”是一个整体性概念，尤其是没有认识到“碳中和”对企业而言，只是强化了“碳排放额度”对其经济活动的约束，而不是增加了企业的其他目标任务。

其二，通过持续碳减排以实现“碳中和”，其主要路径是碳效率较高的要素对碳效率较低要素的“有效替代”。某些企业之所以宣称已经或即将实现“碳中和”，就是把具备的“替代能力”当作实际完成的“有效替代”。例如，某水电企业根据自身发电量折算为可比的煤炭消耗的减少及碳排放的减少，没有认识到整个电力行业应综合起来考虑，非化石能源的发电量只是具有替代一定规模火力发电量的替代能力，只有在相应规模的火力发电生产能力得以实际削减的情形下，相应的碳减排才得以真正实现。

由此可见，产业政策应当考虑这样的政策机制：一个主体在增加碳效率较高生产能力的同时，应挂钩削减相应的碳效率较低生产能力，这样才能实现“有效替代”。

其三，把“碳中和”当作纯粹的生产性问题。如果仅仅从生产领域来推动碳减排，那么各区域、各主体必然会想方设法通过投资、贸易等方式转移其碳排放。如果不以消费碳额度作为消费领域的约束机制，那么消费者的消费模式依然不受“双碳”目标的影响而改变，生产者依然要迎合消费者的高碳消费倾向，势必影响生产者推动碳减排的主动性和积极性。

由此可见，政策层面应积极探索消费领域的碳减排机制，实施“消费碳排放额度”（消费碳票），既直接促进消费领域的碳减排，也能够通过消费者的低碳消费偏好来倒逼生产领域的碳效率提升。以住房消费为例，“消费碳排放额度”可对居民拥有住房套数、住房面积、选择绿色低碳建筑、租购选择、职住距离选择等方面起到有效的调节作用。

其四，在通过“碳汇”（Carbon Sink）以实现“碳中和”方面，存在认识误区。人们只是简单地以“植树造林”来理解“碳汇”，而没有认识到“碳汇”是要通过森林等生态土地面积的增加来实现，也就意味着用于经济活动的土地面积须相应减少，也就意味着对经济活动将产生较大的影响。即：

$$\Delta L_e = -\Delta L_y \quad (11)$$

从生态土地面积的角度来认识“碳汇”，就能够认识到在短期内是很难形成大规模的“碳汇”的，因此，“碳汇”对于碳减排所起作用极为有限。从政策角度来看，“碳汇”不宜单独作为实现“碳中和”目标的路径。生态土地面积的增加，应以生态系统生态功能修复为根本目标，使那些适宜作为生态维护的土地回归其生态土地功能，在这一过程中，会使得生态系统的碳吸纳能力有所增加，但不能为了增加“碳汇”，而刻意地改变土地性质。如果只是为了“碳汇”而改变土地性质的

话,对于生态效率、碳减排及其经济影响,都是得不偿失的。

其五,在通过技术创新以实现“碳中和”方面,存在认识误区。在“碳中和”目标下,提出了低碳技术、零碳技术、固碳技术、负碳技术等创新方向,对此,不仅要从技术可能性的角度来认识,还应从经济可行性的角度加以讨论。例如,对于碳捕集利用与碳封存技术(Carbon Capture, Utilization and Storage; CCUS),人们没有认识到,作为改变碳吸纳能力的因素,并非外生性地增加了碳吸纳能力,也会对碳减排的其他因素产生关联影响。碳捕集利用与碳封存的技术开发、产业化的投资,必然要挤占“提高碳效率”的技术开发和产业低碳化资金。所以,只有在碳捕集利用与碳封存对于二氧化碳的吸纳效率大大超过既有方式“碳效率”改进水平时,才是有效的路径。在当前技术条件下,这基本上只是一种理论上的可能路径,缺乏基于成本收益分析的经济可行性。对于燃油汽车的碳排放,或许可以采取某种技术进行收集和利用,但其成本必定高昂而令生产者和消费者难以承受。此外,在捕集利用过程中,需要大量使用能源,再加上技术设施等全过程的碳排放,综合核算的碳排放与获得的碳吸纳能力相比,极大可能是得不偿失的。

对于“碳中和”相关技术,产业支持政策和技术创新支持政策应审慎适度,因为“碳中和”目标的根本路径是碳减排,而不是人为地改变碳吸纳能力。碳吸纳能力取决于生态系统稳定和完好的条件。

(四) 对于发展低碳产业、削减高碳产业的认识误区

推进“碳达峰”“碳中和”目标的实现,“发展低碳产业、削减高碳产业”是最为直接的政策思维^①。但是,要认识到这一路径并不是没有前提条件的。一是要从“碳达峰”“碳中和”目标的整体性来考虑,二是要从国民经济的产业关联来考虑。

“碳达峰”“碳中和”的路径选择必须考虑碳减排的整体性。一个区域削减的高碳产业必定会在其他区域增长,否则就无法保障整个经济系统必要的需求,所以,一味地削减高碳产业,并不能实现“有效替代”。同理,一个区域发展低碳产业,必将减少其他区域的低碳产业,否则就将使整个经济系统出现低碳产能过剩,所以,一味地发展低碳产业,也不能实现“有效替代”。

“碳达峰”“碳中和”的路径选择不能不考虑国民经济的产业关联。假设强制削减某一高碳产业 Δy_n ,且不在其他区域增加的话,那么,其对其他各产业 $y_1, y_2 \cdots y_{n-1}$ 都将产生相应的影响,而导致整个国民经济系统受到影响。按照投入产出关系,其关联影响为^{[12](P158-175)}:

$$\begin{pmatrix} \Delta y_1 \\ \Delta y_2 \\ \vdots \\ \Delta y_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{1n}/b_m \\ b_{2n}/b_m \\ \vdots \\ b_{n-1,n}/b_m \end{pmatrix} (-\Delta y_n) \quad (12)$$

其中, b_{ij} 为投入产出表中*i*产业对*j*产业的完全消耗系数。同理,假如强行增加某一低碳产业 y_1 ,且不在其他区域减少的话,那么,将增加其他产业 $y_2 \cdots y_n$ 的产出,各产业的产出增加势必带来相应的碳排放增加。

$$\begin{pmatrix} \Delta y_2 \\ \Delta y_3 \\ \vdots \\ \Delta y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{2n}/b_{1,1} \\ b_{3n}/b_{1,1} \\ \vdots \\ b_{nn}/b_{1,1} \end{pmatrix} \Delta y_1 \quad (13)$$

^① 本文所指称的高碳产业是产业性质上碳排放量较高的产业,低碳产业是产业性质上碳排放量较低的产业。本文认为,这些产业发展与否,要依据国民经济的最终需求和中间需求来决定,而不能依据碳排放高低的产业性质来取舍。当然,国民经济的产业需求不是静态不变的,将随着技术进步而变化,产业发展方向也应随之动态调整。

由此可见，“碳达峰”“碳中和”目标下的产业支持政策不宜对特定的“低碳产业”“高碳产业”进行鼓励或限制，而应以能否实现碳效率提升的有效替代为依据，采取鼓励或限制措施。

（五）对于碳排放与污染排放相关性的认识误区

在经济活动中，二氧化碳排放与其他污染的排放是一种什么样的关系？是相互独立的关系，还是同向增减的互补关系，或是逆向增减的替代关系？正确认识二者的关系，对于协同推进“双碳”目标与生态环境治理有着重要的政策意义。如果存在认识误区，则会引致非效率的政策方向。

一般情形下，碳排放与其他污染排放存在正向关联性，即碳排放增加使得其他污染物排放同向增加，碳减排也同向带动其他污染物的减排。但是，在某些碳减排路径下，碳排放与其他污染物排放存在替代关系，即碳减排将转化为其他污染排放的增加。对照现实，以下几种情形的碳减排存在转化为其他形式污染或生态影响的可能性，在碳减排路径和政策选择时应予重视。

其一，新能源对化石能源的替代过程中，在实现碳排放减少的同时，却增加了其他污染物的排放。如，“蓝氢”（蓝氢，是将天然气通过一定技术进行重整制成）作为新能源，碳排放的确是减少了，但是其他形态的温室气体却显著增加。

其二，新能源利用设备在其使用过程中，实现碳减排的同时，却增加了其他污染排放。如电动汽车，在电动汽车使用过程中的确可起到碳减排的作用，但是电池制造和报废过程中却会增加大量的其他污染排放。

其三，可再生能源的生产过程中，实现碳减排的同时，可能对生态环境造成负面影响。如小水电的发展，在带来可再生能源生产能力的同时，也会对周边的生态环境造成破坏性影响；再如，风力发电的大量发展也可能对周边生态环境造成负面影响。

其四，不当的植树造林等“碳汇”活动，也可能因对区域气候条件产生影响而导致区域空气质量受到影响。

上述各种情形表明，各种碳减排路径都不应单纯考虑碳减排的效果，而应综合考量其全面的生态环境影响。此外，在政策制定过程中，还应认识到碳排放与其他污染排放的差异性。由于碳排放不会对当地及周边的环境质量造成直接的影响，因而当地及周边并没有动力驱动碳减排，所以，碳减排必须依靠“碳排放额度”刚性约束来驱动。这一点与其他污染治理的政策驱动力是有所不同的。

（六）对于“碳金融”的认识误区

在“碳达峰”“碳中和”目标下，“碳金融”及其市场规模自然而然成为了一个关注点^{[13](P4-15)}。金融相关领域将“碳金融”作为金融产业的新增长点进行广泛宣传，认为未来发展阶段“碳金融”将带来巨大规模的发展空间。这样的认识是否正确？我们要从“碳达峰”“碳中和”的内涵及其有效路径的角度，才能准确地认识“碳金融”的内涵和“碳金融”的发展方向，其关键点是要认识到，“碳达峰”“碳中和”目标不可能带来各种生产要素的扩张，因此也就不可能带来各种要素扩张所需的资本市场规模。

狭义的“碳金融”，只是“碳排放额度”（“碳排放权”）交易过程中的相关金融服务，其目的是促使“碳排放权”交易更有效率地进行，最终实现“碳排放权”的优化配置，即由效率较低的区域、产业、企业流向碳效率较高的区域、产业、企业。如果把可交易的“碳排放权”发展成为虚拟经济中的炒作“标的物”，过度发展“碳排放权”的金融衍生品，那么，势必会扭曲“碳排放权”的价格，无法使“碳排放权”得到有效率的配置，既影响了实体经济的有效运行，也影响了“碳排放权”的效率化使用。

广义的“碳金融”，还包括投融资、信贷等金融服务过程中，将投融资对象的碳排放水平作为考量因素，以降低碳减排压力对其可能带来的金融风险。在这一过程中，如果资金过度流向低碳领域、减少流向高碳领域，也会影响整个经济系统相关产业的供需平衡。因此，“碳金融”政策不应

“偏爱”发展低碳产业的主体,而应“偏爱”能够促进相关产业碳效率提升的主体。所以,“碳减排”视角的金融服务,只是从金融角度促进碳效率较高产能对碳效率较低产能的替代。

根据上述分析,可以得出从以下方面判断碳金融发展方向是否适宜的条件。现实中凡是违背这些条件的碳金融活动,都是陷入认识误区的金融活动。

其一,碳金融的收益或预期收益主要源自实体经济碳效率提升带来的利润。如果碳金融的收益率、预期收益率远高于实体经济碳效率提升带来的利润水平,则意味着碳金融偏离了碳减排之目的,实际走上了以碳金融为名的虚拟化发展方向;同理,碳金融的产业规模也应与相应的“碳排放额度”(“碳排放权”)规模及其交易规模相当。如果碳金融的产业规模远大于对应的碳排放额度规模的话,则碳金融走上了虚拟发展路径。总之,无论是碳金融产业的收益率,还是碳金融产业规模偏离了实体经济碳效率提升这一根本目标,其结果必将扭曲“碳排放权”的价格,必将对碳减排目标的推进产生负面影响。

其二,碳金融投融资、碳金融信贷对于“低碳产业”的投入,如果超过了整个国民经济中相关低碳产业产能的实际需求,那么其结果必然形成“低碳产业产能过剩”,对总体的碳减排目标将产生负面影响。

其三,前述的各种关于“碳达峰”“碳中和”的认识误区,现实中都可能将之作为“碳金融”预期收益的“依据”,从而误导“碳金融”的发展方向。例如,通过碳捕集利用与碳封存技术实现碳中和,只是一种理论可能性,在现实中的经济可行性并不高。如果碳金融投融资活动中,大量投入相关领域,势必走上以不可信的预期收益为基础的虚拟碳金融发展,带来相应的金融风险。

其四,碳金融投融资、碳金融信贷的规模与结构必须与实体经济碳效率提升相关产业的规模与结构相契合。如果碳金融投融资、碳金融信贷并没有主要投入到实体经济碳效率提升相关产业,那么意味着碳金融活动偏离了推进碳减排的目标,不仅碳减排目标得不到有效推进,碳金融产业也将累积风险。

六、推进“碳达峰”“碳中和”目标的政策主张

基于全文的分析,对推进“碳达峰”“碳中和”目标的政策主张归纳如下。

1. 推进“碳达峰”“碳中和”目标,核心的政策工具是“碳排放额度”;政策成效及预期成效的评判依据是全生命周期的碳减排、碳效率的提升、碳减排的“帕累托改进”;政策的有效路径是各种要素的“有效替代”。

2. 通过产业支持政策推进“碳达峰”“碳中和”目标,不应简单地支持“发展低碳产业、削减高碳产业”,而应在满足国民经济和民生需求的前提下,将能够提高碳效率水平或能促使碳效率较高产能有效替代碳效率较低产能的产业低碳化过程确定为政策支持对象。产业政策应推行“碳减排挂钩”机制:某主体在增加碳效率较高生产能力时,应挂钩削减相应的传统生产能力。

3. 采取“碳排放额度”机制推进“碳达峰”“碳中和”目标,不应仅从生产领域着手,同时也应积极探索消费领域的“碳排放额度”倒逼机制,特别是要针对建筑、能源、交通等碳排放重点领域,探索大宗消费的“碳排放额度”倒逼机制。

4. 发展“碳金融”,推进“碳达峰”“碳中和”目标,一要从“双碳”目标不可能引致实体经济各种要素扩张的角度认识到,“碳减排”相关金融活动不可能因实体经济要素扩张而形成庞大规模;二要从实体经济的碳效率提升角度去认识“碳金融”预期收益的真实基础及其规模扩张的可信基础,要从“碳达峰”“碳中和”的认识误区角度避免“碳金融”的发展误区;三要从要素的“有效替代”角度来认识“碳金融”业务的本质是碳效率较高的金融活动对碳效率较低传统金融活动的

有效替代。

5. 在选择碳捕集利用与碳封存技术、“碳汇”作为推进“碳达峰”“碳中和”目标的手段时，不能仅从技术层面考虑，而要在考量其各方面关联影响的基础上考虑其经济可行性。

6. 在选择合理路径推进“碳达峰”“碳中和”目标时，要考量这一碳减排路径是否会带来其他污染排放或其他生态环境影响，对此应作出综合权衡。

参考文献

- [1] 习近平. 在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话[N]. 人民日报 2020-09-23(02).
- [2] 刘科. 碳中和认知有六个误区 五个现实路径[EB/OL]. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2021/7/461499.shtm>, 2021-07-17.
- [3] 刘俏. 气候变化是经济学的最终挑战, 关于“碳中和”的几个误区和建议[EB/OL]. <https://3g.163.com/dy/article/GBT2IA980519KHAT.html>, 2021-06-07.
- [4] United Nations. *The Paris Agreement* [EB/OL]. <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>, 2016-11-04.
- [5] 傅成玉. 碳中和应在存量减碳上制定更严考核指标, 警惕总量考核成“猫抓老鼠”游戏[EB/OL]. <https://www.163.com/dy/article/GG57O52O05199NPP.html>, 2021-07-30.
- [6] 钟茂初. “生态可损耗配额”: 生态文明建设的核心机制[J]. 学术月刊, 2014(6).
- [7] 钟茂初. 可持续发展经济学[M]. 北京: 经济科学出版社, 2006.
- [8] 钟茂初. 产业绿色化内涵及其发展误区的理论阐释[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2015(3).
- [9] 高敬. 坚决纠正运动式“减碳”[N]. 新华每日电讯, 2021-08-02(01).
- [10] 史亚东. 各国二氧化碳排放责任的实证分析[J]. 统计研究, 2012(7).
- [11] 经济学家圈. 专访北京环境交易所总经理梅德文: 碳中和或相当于改革开放 2.0 [EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1708243627107572203>, 2021-08-16.
- [12] 钟契夫. 投入产出分析(修订本)[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 1993.
- [13] 杨燕青, 程光. 碳中和和经济分析——周小川有关论述汇编[M]. 北京: 中国金融出版社, 2021.

A Theoretical Analysis on the Effective Path and the Misunderstanding of “Dual Carbon” Goal

ZHONG Mao-chu

Abstract: Based on the explanation of the theoretical and practical meaning of “carbon peak” and “carbon neutrality” (referred to as “dual carbon” goal), this paper analyzes the effective path of the “dual carbon” goal and the misunderstandings in the actual development, and draws the following conclusions: (1) the core of the goal is continuous promotion of “carbon reduction”; (2) the key policy tool of the goal is “carbon emission quota”; (3) the basis for policy judgment is: carbon reduction throughout the life cycle and carbon efficiency improvement; (4) the effective path of the policy is “effective replacement” of various elements. Based on the conclusions, the paper puts forward policy propositions from the aspects of industrial support policy, low carbon consumption forcing mechanism and carbon finance.

Key words: “dual carbon” goal; misunderstanding; effective path; effective replacement

(责任编辑 朱 蓓)