

# 推动深度脱碳

随着绿色能源成本的下降，我们应该将重点从整体经济的  
碳定价政策转向行业政策

詹姆斯·H.斯托克

科学家们向人类发出了严重警告，为避免气候变化给地球生态系统及人类健康和福祉造成严重破坏，人类必须将全球温升幅度控制在1.5或者2摄氏度以内，而世界各国的领导人目前已经普遍认识到了这一警告的严重性。据最新调查显示，民众对政府采取气候行动的认同度也越来越高。

因此，许多国家和一些地方实体制定了宏大的温室气体减排目标。2021春，英国政府决定到2035年实现78%（相对1990年的排放水平）的减排目标。在美国，拜登政府也宣布了一项不具约束效力的减排计划，到2030年将温室气体净排放量减少50%至52%（相对2005年的水平）。在地方层面，美国加利福尼亚州、科罗拉多州、马萨诸塞州和纽约州等多个州已经针对减排目标进行了立法，到2050年净排放量将接近或达到零。

目前，全球气候危机已经迫在眉睫，人类已然没有时间让减排目标变成空口承诺。那么，我们需要哪些政策才能将这些宏大的目标转变成实际行动？

经济学家为我们开出了一张标准处方，即推行覆盖整个经济的稳健碳价。在设定碳价时，起步价可以维持在适度水平，然后，以可预见的方式逐步抬高碳价，这样就可以激励个人利用低碳能源来替代化石燃料，促使企业和发电厂从化石燃料转向低碳一次能源。推行覆盖整体经济的碳价，能够在那些享受最低能源成本的行业或者用途上有效地实现减排目标。同时，在难以进行能源脱碳的行业保持成本可控。此外，我们还可以根据整体经济碳价政策的实施方式，将碳价收入用于减少其他地方的扭曲性税收或用于公共投资。

对这一处方，人们给出的常见回应是，它忽略了一个政治现实——碳定价政策，特别是通过碳税机制执行的碳定价政策，推行阻力过大。尽管各国政府在过去几十年付出了大量心血，但碳定价政策所覆盖的碳排放量仍然只占全球中很小的一部分，而且，在已经实施的碳定价政策中，碳定价通常都非常低。

现在，人们对这种关注覆盖整个经济的碳定价做法提出了另一项质疑：在对碳定价时，决策者

预计的是绿色能源的成本会一直远高于化石燃料。但如今，在全球许多地区，风力发电以及太阳能发电等绿色能源的成本已经低于化石燃料的发电成本，其他一些地区也会很快实现这一目标。我们以电动汽车为例，绿色电力技术的应用成本已经大幅下降。针对绿色能源成本相对低廉的地区，我们该如何调整气候政策建议呢？

### 三个外部性

能源转型政策至少面临三个外部性：温室气体外部性；创新外部性；网络外部性（或“先有鸡还是先有蛋”的问题）。温室气体外部性产生的原因是，温室气体会在当下或者将来危及他人，但这种伤害并没有由燃烧化石燃料的主体来承担。创新外部性产生的原因是，创新者通常无法独占创新所产生的经济效益。这种外部性佐证了公共财政支持基础研究的合理性，但其也延伸到了创新的其他方面，如在生产和管理实践中以不当的“干中学”形式获取知识。在能源转型的背景下，网络外部性通常都源于已建成的基础设施。电动汽车和充电桩就是一个典型案例：缺乏充电桩会抑制电动汽车的市场需求，而电动汽车的市场保有量不足，又会抑制充电桩的私人供给。在这种情况下，会产生两种稳定均衡状态：一种是市场上电动汽车保有量很低，配套的充电桩数量很少；另一种是电动汽车保有量很大，配套有大量的充电站。

环境经济学家历来都很关注温室气体的外部性问题。而且，他们的理由十分充分：在过去一百年里，在生产和使用能源时，排放二氧化碳相对于不排放二氧化碳，成本要低廉很多。在这种背景下，气候政策往往会侧重通过碳定价和能效标准等政策激励措施，来鼓励人们进行有效的自我约束，倡导人们改变生活方式，例如，减少乘坐飞机、开车的频率等。

但目前，实际情况已经出现了两个重要变化。首先，利用风能和太阳能生产清洁电力的成本已经大幅下降，以至于，在美国的部分地区，新建太阳能和风能系统的成本比现在运行的煤电和天然气发电机组的成本更低。其次，对某些能源用途而言，

清洁能源的使用成本很快就会低于化石燃料，尽管不同行业的区别很大。

## 降低绿色能源的使用成本

想要充分释放出廉价的绿色能源的发展前景，需要我们从根本上转变气候政策的思路，即从原来的提高碳排放成本，转向降低绿色能源的使用成本。但我们能否真正达到一种低成本的绿色均衡还是未知数，存在很大的不确定性；能否达到以及何时能够达到，都取决于政策。

在多重市场失灵的情况下，想要推行行之有效的政策，需要我们动用多重政策工具。由于各个行业乃至各个国家的具体情况各不相同，因此，在动用组合政策工具时，我们不能采取简单粗暴的一刀切做法。而且，对一个行业最有效的政策组合拳，在用于其他行业时，通常效果都会被削弱。我们必须设计出一套行之有效的气候组合政策工具，以更加细致的方式，解决市场失灵、技术现状和制度挑战等问题。

我们以轻型和中型车为例。在未来十年内，新型电动汽车的价格有望低于同类型的传统内燃机汽车。汽车电池价格持续大幅下跌，汽车制造商生产电动汽车的经验日益丰富，先进电池技术即将问世等，都将推动电动汽车的价格不断走低。此外，电动汽车的运行和维护成本也远低于传统汽车。

在电动汽车转型问题上，我们也并非稳操胜券，但无论如何，政府出台扶持政策可以加快转型过程。特别是，“先有充电桩还是现有电动汽车”这一外部性问题给我们造成了一些严重挑战。如果基础设施中没有充足的慢充（二级）充电桩，电动汽车的车主就必须自行配备充电设施，也就是说，车主要购买可以安装充电设备的专用车位。如此一来，电动汽车的主力购买人群就会倾向那些拥有私家车位的高收入家庭，反过来，这又会影响到汽车企业所生产电动汽车的类型。政府出台扶持政策保障大范围普及可靠的夜间充电或工作场所充电设施，不仅有助于克服这一问题，还可以加快转型，提高电动汽车的市场份额。

另一方面，适度征收碳税对电动汽车的主力

购买人群影响很小，因为，征税对购车成本的影响微不足道（每吨 40 美元的碳税也即每加仑汽油 0.36 美元）。事实上，大量文献都对购车者在购买汽车时是否会适当地考虑燃油价格做出了调查；据调查结果显示，购车者考虑燃油价格的程度有限。对于轻型和中型轿车而言，解决高性能电池的网络外部性和创新外部性问题，将比碳定价政策的效果更加显著、更有意义。因为这些政策都是为了促进电动汽车行业从当前的低保有量均衡过渡到低成本高保有量的稳态均衡，也因此，过渡政策的持续时间不长，一次性成本较低。

相反，航空业是二氧化碳排放的一个主要来源，而且排放量还在不断增长，不仅如此，这个行业也很难实现脱碳目标。目前，人们对低碳可持续航空燃料抱有极大的热情。这种燃料既可以通过传统途径生产，例如，将废弃的植物油和榨油作物转化为可再生的航空燃料，也可以通过先进的技术路径生产，例如，从能源作物中提取的乙醇等低碳或负碳醇类物质。

然而，美国能源情报局在其《2021 年年度能源展望》中预测，到 2050 年，航空石油燃料的价格将达到每加仑 2.77 美元（以 2020 年美元的价值计算）。如果没有隐含或者明确的碳价，单靠可持续航空燃料与每加仑 2.77 美元的石油航空燃料竞争，前景十分暗淡。想要实现向可持续燃料过渡，需要依赖强有力的资金来解决创新外部性问题，而想要在市场上大规模供应可持续燃料，则需要我们通过设定明确价格或制定航空燃料标准等方式来推行高碳价。特别是，如果通过航空燃料标准来执行碳价，分阶段实施就非常关键：过早地推出燃料标准，可能会导致燃料的使用者偏好使用第一代燃料，无法充分支持与发展零碳或负碳足迹的可扩展燃料——美国《可再生燃料标准》未能推动第二代乙醇燃料的普及就是一个典型案例。可持续航空燃料多用于标准喷气式发动机，与航空燃油使用的基础设施基本相同，因此，网络外部性的影响相对较小。对于航空业而言，这就意味着政府应当出台政策，大力支持开发先进的、可扩展的、真正的低碳可持续航空燃料，并实现其商业化。同时，应释放出可靠信号，向市场强调行

业未来将执行高碳价。

在电力行业的过渡过程中，三种外部性问题都非常突出。在美国的部分地区（并非所有地区），新的风能和太阳能发电成本比煤炭和天然气更加低廉。因此，美国电力行业的模型表明，想要在短期内大幅提高能源脱碳水平，例如，到2030年能源脱碳覆盖率达到80%，美国政府必须针对碳定价出台一项行之有效的国家政策，例如，清洁电力标准。如果想进一步提高脱碳深度，我们需要通过创新来大幅降低储存技术的成本。此外，美国电力行业受基础设施限制，很难将绿色电力从可再生资源丰富的地区输送到绿色电力需求旺盛的地区。

除此之外，电力行业还面临着严重的制度挑战。例如，在推行分时电价和开展负荷管理时，面临监管和实际能力不足的困境；在新建输电网的选址方面，也面临制度问题及政治阻力。对电力行业而言，其关键是支持长期存储技术的研究和开发，解决多种基础设施和制度性制约条件。但需要迈出的第一步是必须出台行业政策，例如，制定清洁电力标准，这一步与碳排放定价产生的效果相同。

但这并不是说覆盖整个经济的碳税政策是不可取的：实施清洁电力标准带来的脱碳，以及它对电价产生的有限影响，可以通过覆盖整体经济的碳税以及政府对可再生能源的补贴政策的配合，达到同等效果；同时，碳税也会在其他行业产生一定的脱碳效应。对于未来20年的航空业来说，覆盖整体经济的碳价可以支持该行业使用一些价格仍然较高的低碳或零碳燃料，来替代航空燃油。但这种观点也显示出，与绿色能源成本居高不下的阶段相比，如今，覆盖整体经济的碳价已经不是首选策略。其虽然可取，但本身既不高效率，也不具备政治上可接受的价格，很难推动深度脱碳目标的实现。

### 经济学家能提供哪些帮助？

现在，我已经调整了工作重心，重点研究从覆盖整体经济的碳定价政策转向行业政策的经济理由。很显然，整个政界都不愿执行显性的碳定价，这也进一步说明了我们必须做出转变。相比覆盖

整体经济的碳定价政策，行业政策的隐蔽性更强，若非专业人士，通常无法完全理解这些政策，因此，它在政治上是有利的。但同时，行业政策也存在低效问题。我们在能源脱碳问题上面临着严重阻力，因此，在制定这类政策时，必须尽可能地兼顾成本效益，这一点至关重要。若在行业政策上投入数万亿美元，最终又未能实现深度脱碳目标，这种代价我们无法承担。行业气候政策在设计上往往细致入微。在设计充电桩政策时，如何最大限度地推动电动汽车的普及与使用，而非仅仅是不顾实际地建设足够数量的、超边际需求的充电桩？

## 我们在能源脱碳问题上面临着严重阻力，因此，在制定这类政策时，必须尽可能地兼顾成本效益，这一点至关重要

从长远来看，投资绿色产业政策（例如为本国国内电池生产提供政策补贴）是一种具有成本效益的减排方式吗？电动汽车购车补贴是否会传递给消费者，从而刺激电动汽车的销量？哪些政策在支持低碳可持续航空燃料的蓬勃发展方面发挥的作用最显著？

经济学家的专长是搞清楚激励机制、预测意想不到的后果、评估拟选政策的成本和收益。研究行业政策的经济学家面临的一个实际挑战是，行业政策非常细致入微；另一个挑战是，行业政策的变化速度快于学术界经济学家的研究进度。在这方面，国际货币基金组织等世界经济政策机构可以发挥出关键作用，加强并提供细致、专业的行业知识，推动各国朝着更加绿色环保、更加经济实惠（多数情况下）的能源未来过渡。FD

詹姆斯·H. 斯托克 (James H. Stock)，哈佛大学经济系及哈佛大学肯尼迪政治学院哈罗德·希钦斯·伯班克的政治经济学教授。2013年至2014年，曾在奥巴马总统的经济顾问委员会任职，负责管理气候和能源投资组合。