

国外绿色经济增长理论 研究进展述评

渠慎宁 李鹏飞 李伟红

摘 要 为了实现社会可持续发展目标，需要将资源利用和环境影响纳入到主流经济增长理论研究的范围，因此构建“绿色经济增长理论”成为当前主流经济学研究的新视角。作者对近年来国外有关绿色经济增长的研究成果进行了梳理，重点关注绿色经济增长领域中的技术创新问题，尤其是引入技术后资源投入和相关环境政策对一国实现绿色经济增长目标的动态影响，由此归纳出目前绿色经济增长领域的共性问题，在构建绿色经济增长理论框架的同时指出研究的发展方向。

关键词 绿色经济增长 环境政策 技术创新 绿色悖论

【中图分类号】F061.3 【文献标识码】A 【文章编号】2095-851X（2015）01-0089-14

一、问题的提出

传统的新古典经济增长文献倾向于运用数量化的标准模型分析经济增长的动力来源、主要路径和变化趋势。早期的研究聚焦于家庭如何将储蓄用于投资，由此带动全社会资本积累的增加并提高人均收入。Solow（1956）认为，经济增长的路径是稳定的，实物资本的积累既不能解释人均产量随时间大幅度增长的原因，也不能解

【基金项目】中国社会科学院创新工程项目“稀有矿产资源的国家战略研究”（项目编号：SKGJCX2013-04）；国家自然科学基金青年项目“能源和水资源消耗总量约束下的中国重化工业转型升级的动态 CGE 模型与政策研究”（项目编号：71203232）。

【作者简介】渠慎宁（1986-），中国社会科学院工业经济研究所助理研究员，邮政编码：100836；李鹏飞（1978-），中国社会科学院工业经济研究所副研究员；李伟红（1990-），中国社会科学院研究生院硕士研究生，邮政编码：102488。

致谢：感谢审稿专家匿名评审。

释其在不同地区的巨大差异,技术进步才是支撑经济长期增长的主要动力。Solow 模型假定储蓄率保持不变,且将造成真实收入差距的其他来源(如技术进步)看成是外生的,这些均与实际有所脱离。针对 Solow 模型的缺陷,Cass (1965)、Koopmans (1965) 和 Romer (1986) 等对新古典经济增长理论做了进一步扩展,Cass 和 Koopmans 的主要理论框架源于 Ramsey (1928) 的研究,他们利用跨期动态最优方法,从微观角度解释了某时间点居民对于消费的选择,并将储蓄内生。因此,与 Solow 模型不同,Ramsey-Cass-Koopmans 模型假定储蓄率在向稳态转变的过程中可变。Romer (1986) 提出了“新经济增长理论”,将 Solow 模型中的劳动力扩大为**人力资本**,即人力不仅包括绝对的劳动力数量和该国所处的平均技术水平,还包括劳动力的教育水平、生产技能训练和相互协作能力的培养等。Romer (1986) 将技术内生于增长模型中,进一步论证了技术进步不仅是经济增长的核心,也是市场激励所导致的有意识行为的结果,“干中学”及知识外溢在经济增长中有着重要作用。

可见,传统的新古典经济增长理论对经济增长的解释变量主要为资本、劳动力(包括人力资本)、技术和制度等要素,衡量经济增长的标准则为国内生产总值(Gross Domestic Product, GDP)和人均收入水平。然而,在当前社会发展中,GDP 和人均收入水平并非衡量社会进步的**唯一尺度**,生态环境的好坏也直接影响着人们的生活水平。以往粗放型的发展模式不但会使现有的生态环境恶化,还会直接影响居民的福利。Janicke (2011) 认为,过去资源密集型的经济增长模式已经落伍,不仅是因为原材料价格在不断攀升,更是因为地球上的生态系统越来越难以承受更多的污染和碳排放。Bowen (2012) 也认同这一点,指出环境恶化会降低劳动生产率和消费者福利,粗放型的发展模式不可持续。因此,致力于实现经济增长与环境协调的**绿色经济增长模式**为当前世界所必需。为了实现社会可持续发展目标,打破原有的“GDP 主导经济增长论”,将资源要素投入和环境影响纳入到主流经济增长理论中,从而构建出“绿色经济增长理论”,成为当前主流经济学研究的新视角。不同学者对于“绿色经济增长”有着不同的定义。本文参考 Quaas 和 Smulders (2012) 的研究,从长期和短期两方面定义“绿色经济增长”,即长期国民收入和产出的增长速度不能对环境造成损害,短期国民收入和产出在实现增长目标的同时可以“适度”地对环境带来负面影响。

目前,国外主流的绿色经济增长研究均基于 Ramsey (1928) 的结论,并在其框架基础上进行扩展。对于资本积累,学者们除了保留 Ramsey 模型中的物质资本,通常还加入自然资源资本、人力资本和社会资本(Quaas and Smulders, 2012; Dinda, 2014)。因此,本文认为自然资源作为一种资本积累的形式可以直接影响消费者效用:如森林绿化可以净化空气,让居民心情愉悦,而二氧化硫、废水等污染的积累则可能对居民健康带来危害。因此,在分析经济增长的原因时,将自然资源纳入到效用函数中非常合理。

对于生产函数，同样需要考虑自然资源，如洁净的水资源将有利于生产过程的顺利开展，而铅、汞等污染物则会危害劳动者的身体健康，进而有损生产效率。同时，自然资源还可以为生产提供原材料，如石油等能源是工业生产的必需品，木材可以成为家居生活用品的原材料。因此，在绿色经济增长理论分析框架中，生产函数通常写成： $Y = F(K, L, N, R)$ ，其中 N 为投入的资源， R 为自然资源的开采率。现有自然资源开采得越多，留给今后的就越少，开采的难度也将加大，这将直接影响资源的开采成本。而效用函数则可改写成： $U(C, L, N)$ ，也包括一些对自然资源的消费，如鱼、植物等。

基于上述基本框架，国外绿色经济增长理论研究主要集中在以下几个方面：资源利用和环境政策对经济增长的影响、气候变化及生态系统服务对经济增长的影响和技术创新对绿色经济增长的影响等。本文将对上述问题进行梳理的同时，重点关注资源、技术和环境政策对一国实现绿色经济增长目标的动态影响。

二、资源利用和环境政策对经济增长的影响

（一）资源利用对经济增长的影响

20 世纪 70 年代爆发的第一次石油危机导致西方国家经济陷入“滞胀”，资源利用在经济增长中的重要性开始凸显。如何摆脱经济系统对不可再生资源的依赖，逐步成为学界和政界关注的焦点。研究不可再生资源对经济增长的作用通常是在 Ramsey (1928) 模型的基础上加入不可再生资源，假定厂商只能开采不可再生资源，如石油、煤炭等，将其作为生产要素投入。这类研究重点分析两个问题：（1）经济系统在消耗不可再生资源的情景下能否实现稳定的消费和福利水平？（2）经济系统在消耗不可再生资源的情景下能否实现社会福利最大化？对于前者，有学者认为维持稳定消费和福利水平的充分必要条件是，物质资本的生产弹性系数要大于不可再生资源且物质资本不存在折旧 (Dasgupta and Heal, 1974; Brock and Taylor, 2010)。对于后者，有学者认为，当不存在外部性时市场经济会实现最优，但在实际环境中，不可再生资源的垄断性供应和不完善的上游产业链会导致严重的市场失灵，这将使社会福利最大化难以实现 (Jaffe et al., 2005; Di Maria and Van der Werf, 2008; Jacobs, 2012)。

然而，由于可再生资源如太阳能、水资源等，具有循环再生的特点，将不会因资源储量有限而影响经济增长。如果科学控制可再生资源的消耗，加强环境保护，不仅可减轻不可再生资源的供给压力，还可增强生态系统的服务功能、提高生产效率，带动整个社会生产率的提高，从而可以充分弥补不可再生资源开采量减少的损失，并进一步刺激投资，推动经济增长。Nordhaus (1994、2008) 肯定了开发可再生资源的正外部性影响，即可以改善环境，带来健康效应和更好的生态系统服务（如

更鲜美的鱼肉、更低的水资源处理成本等), 并增加旅游收入。借助动态集成的经济气候模型 (dynamic integrated climate-economy, DICE) 等气候变化综合评估模型的分析模拟, Nordhaus (2008) 发现, 开发可再生能源不仅可减少碳排放、缓解气候变暖, 还能提高劳动生产率, 保持经济的长期增长。

从理论上讲, 对于国家而言, 无论是可再生还是不可再生资源, 较多的资源禀赋都会有利于经济增长。然而, 现实中一些资源较为丰富的国家却经济增长乏力, 即出现了“资源诅咒”(resource curse) 现象。本国货币升值、利益集团冲突和不完善的民主宪政制度被认为是导致“资源诅咒”现象发生的三个重要原因: (1) 本国货币升值。Egert (2012) 考察了苏联解体后出现的“荷兰病”现象, 认为由于国际市场对资源存在巨大需求, 资源丰富国家出口资源会推动该国汇率升值, 从而导致其工业部门的产品竞争力下降, 整个国家经济的增长速度都会被货币升值所拖累。(2) 利益集团冲突。Besley 和 Persson (2011) 指出, 当国际矿产资源商品价格处于上涨周期时, 开采和出口矿产资源可以获取巨额利润, 导致本国资源开发的成本提高, 并引发各方争相抢夺资源的开采权。对资源的争夺有可能导致利益集团之间的冲突和武装斗争, 由此加大政治风险, 不利于经济增长。(3) 不完善的民主宪政制度。Andersen 和 Aslaksen (2008) 通过比较 90 个国家的数据发现, “资源诅咒”通常发生在总统制非民主国家, 而非议会制民主国家。由于总统制使统治者拥有更大的独裁空间, 其代表人民福利的动力也较弱, 因此更容易出现资源寻租现象。与此相反, 议会制国家可以更好地监督政府, 有效地利用资源发展经济。由此可见, 完善的民主宪政制度也是避免“资源诅咒”发生的重要因素。

(二) 环境政策对经济增长的影响

为减少经济发展对不可再生资源的依赖, 实现可持续的绿色经济增长, 政府实施环境政策是可行的。Hallegatte 等人 (2011) 总结了环境政策影响经济增长和社会福利的传导机制, 认为环境政策可以直接改变资本、劳动力和技术等生产要素对 GDP 的影响, 可以通过保护环境增加自然资源资本, 直接影响物质资本和劳动力, 如更清洁的空气可以减少对建筑物的腐蚀和设备损耗、增加劳动力供给等。Hallegatte 等人 (2011) 称之为环境政策的“投入效应”, 此观点被世界银行所采用 (World bank, 2012)。Hallegatte 等人 (2011) 还认为, 节能方面的政策可以激发更多创新, 降低能源投入与生产成本, 促进全要素生产率提高。政府的节能减排补贴或投资还会刺激私人部门的技术投入, 对此, 世界银行 (2012) 将其称为环境政策的“创新效应”。Hart (2004) 也指出, 若下一代产品比上一代产品更清洁, 此时推出污染税可以降低落后产品存货的比例, 加速落后产能淘汰, 并刺激新技术的研发。可见, 政府需要制定出更为科学有效的环境政策, 通过“投入效应”和“创新效应”等机制可以抵消环境政策对

粗放型生产模式的抑制性作用，进而促进经济增长（Ricci, 2007）。在具体实施过程中，可先从资源消耗小、对经济影响较小的部门征收环境税（如对交通部门征收燃油附加税），再慢慢扩大到煤炭、火电等资源生产部门（Hendl and Loschel, 2015）。

并非所有学者都认同环境政策的推出会促进经济增长，质疑的声音一直存在。Schmalensee (2012) 就对绿色经济可成为经济增长新引擎的观点持批评态度，指出，经济增长和环境可持续发展之间的协同并进要比理论上的分析复杂得多，在没有更多实证检验之前，强调环境政策能促进经济增长的看法是不成熟的。Resnick 等人 (2012) 也注意到，现有效果较好的环境政策仅仅局限于家庭或者某些项目层面，作为国家战略时能否推动总量经济增长还未可知。这是因为，首先，为了实现绿色经济增长路径，国家必须逐步放弃传统的比较优势项目，这种转变会在短期内严重抑制经济增长速度，长期能否实现绿色经济增长的政策目标尚不能确定。其次，短期内环境政策会让受到冲击的利益集团“抱团”，增强改革反对派的势力，使绿色经济增长战略难以实施。从传导机制层面看，致力于控制污染的环境政策会抑制产出、投资、消费和劳动者积极性等变量。这是因为，一方面，环保监测力度的提高会降低物质资本的边际产出，从而直接影响投资增加，给经济增长带来负面影响（Van den Bergh, 2011）；另一方面，污染税等政策的推出可以提高消费价格，降低劳动者的工作积极性，促使劳动者工作时间减少，而在休闲和教育上花费的时间增加（Antal, 2014）。

一些环境政策的实施可能会影响创新活动的成本和收益，并改变技术创新的方向。Stokey (1998) 认为，由于技术知识会在创新活动中不断积累，某种意义上这也是一种特殊的“人造资本”。因此，当环境政策要求减少对某些化石能源的开采时，不仅会降低资本的边际产出，也会使得该领域的创新活动减少，“干中学”受到抑制，“知识资本”积累下降，而资本回报的减少又会进一步降低企业的技术投入力度。Aghion 和 Howitt (1998) 将这种环境政策给技术创新带来的负面影响称之为“技术挤出效应”。但是 Bovenberg 和 Smulders (1996) 认为不应仅局限于企业内部看待技术创新活动，环境政策如果通过清洁的环境提高全社会的生产率或改善生态系统服务，则可以提高总体技术水平。在此基础上，Smulders 和 Van der Werf (2008) 指出，当经济系统更为内生化地进行技术创新时，技术创新的水平和方向受环境政策冲击的程度将会变大。若一国的经济增长主要依赖于进口技术和国外企业技术外溢时，则其受环境政策的负面影响将会变小，即改善环境的同时不影响经济增长，此时实施“绿色经济增长战略”将变得较为可行。

三、气候变化和生态系统对经济增长的影响

不可再生的化石能源作为要素投入用于生产时会排放二氧化碳等温室气体，导

致全球气候变暖。那么, (1) 对气候变化造成的负外部性是否会影响化石能源的最优使用? Golosov (2010) 对此表示肯定, 认为当存在负外部性时石油等化石能源的消费弹性比不存在外部性时更低。对于开采和生产过程中产生的温室气体, 政府的最优选择是延缓资源开采, 并接受较低一些的经济增长速度。因为相比气候变化带来的破坏, 产出下降的损失是微不足道的。(2) 相比煤炭, 石油等化石能源, 风电、太阳能等可再生能源虽然不产生碳排放, 但生产成本相对更高。如何使生产效益和气候变化之间达到平衡, 从而构建最优的能源消费结构? Van der Ploeg 和 Withagen (2011) 将不可再生能源、可再生能源和气候变化同时纳入 Ramsey (1928) 的分析框架中进行分析。Van der Ploeg 和 Withagen (2011) 引入了“后备技术”(backstop technology) 的概念, 假定当石油等化石能源的生产成本达到一定水平时, 会出现使用其他能源(如可再生能源) 和技术比使用石油更为经济的情况, 这种可以取代石油的技术即所谓的“后备技术”。使用“后备技术”意味着化石能源的使用成本已达上限, 该上限可视为“后备价格”(backstop price), 此时生产和使用化石能源将不再划算。环境政策、化石能源和资本的相对稀缺程度等因素决定了后备价格的高低。化石能源相比资本更为稀缺, 因此环境政策越严格, 后备价格就越低, 此时厂商会使用可再生能源或其他技术替代化石能源。Gazheli (2015) 研究了丹麦、德国和西班牙的工业生产情况, 发现目前碳排放强度较高的部门通常具有较高的生产率, 政府在经济效益和气候变化之间存在两难选择, 解决此问题的办法只有大幅提高可再生能源的利用水平, 努力降低后备价格。

为减少化石能源所带来的负外部性, 政府可以通过调整碳税等方法来提高化石能源的使用成本。然而, 若政府为了保证一定的经济增速制定出一些次优的环境政策(如用补贴后备技术取代碳税), 则可能会导致“绿色悖论”(green paradox) 的出现。Sinn (2008) 认为, 补贴后备技术是出现绿色悖论的典型例子。长期来看, 政府补贴使后备技术成本的降低, 会使一些石油供应商在短期内尽可能多地开采石油, 以便在未来通过控制供给卖出高价, 这反而导致环境问题更加严重。由于发展中国家“底子薄、基础差”, 环境政策制定较为随意, 尤其需要警惕“绿色悖论”的出现。Tsur 和 Zemel (2011) 研究了发展中国家由化石能源消费向可再生能源消费的转型问题。假定传统的化石能源开采不需要太多的前期投入, 后期运营成本也维持在稳定水平, 而开发可再生能源需要较高的前期设备投资(如光伏发电设备), 后期的运营成本则较低。那么政府该如何做出投资决策? Tsur 和 Zemel (2011) 认为, 发展中国家由于资本积累较少, 边际资本产值普遍较高, 巨大的机会成本将阻碍政府和私人投资于光伏等回报较慢的可再生能源的开发利用, 从而延缓国家向绿色经济转型的速度。Smulders 和 Di Maria (2012) 探讨了发展中国家不完善的环境政策对短期

碳排放和经济增长的影响，假设一国政府宣布，在未来某一时间节点将全面实施碳税，居民则会形成消费需求下降的预期，从而增加当期消费，减少储蓄。因此，环境政策的宣布实施将有利于短期经济增长，但短期内碳排放量也将快速增加，由此带来了经济增长和碳排放“双高”的局面。

资源的过度开发和消耗不仅会带来气候变化问题，也会对地球的生态系统造成影响。生态系统中的耕地、森林、鱼和水资源等原料和产品可以循环使用和生产，提供给厂商和居民用于生产和消费。因此，无论对经济增长还是人民生活，良好的生态服务系统都是至关重要的。当生态系统的服务功能被开发过度时，不但其自身会遭到破坏，还会给经济发展前景带来阴影。目前来看，生态系统服务问题并未成为环境经济学的研究热点（Dasgupta, 2010），仅有少量文献讨论了可持续增长与生态系统之间的关系。Lopez（2010）考察了竞争性市场中可再生能源的开发、利用问题，认为一些工业的存在可能会对资源的可持续利用带来损害，如海底石油泄漏会严重破坏生态系统。然而，工业是资本收益的主要来源，从长期来看会出现两种情况：当工业对生态系统的负面影响不大时，即使自然资源的产权界定不清，工业化进程也不会威胁到可持续发展；而当工业对生态系统有着较大损害时，工业化进程将会使经济发展不可持续。Rozkrut（2014）构建了绿色经济增长战略下生态系统服务指标体系，认为生态系统服务的优化将有助于提高社会全要素生产率。由于生态系统服务对全球经济有着明显的正外部性，并直接影响到居民的福利和经济增长，未来将会逐步受到学界重视，因此现阶段研究成果较少的状况并不能掩盖该问题的重要性（Fisher et al., 2011）。

四、技术创新对绿色经济增长的影响

在技术不变的情况下，经济增长是资本积累的结果，只要有足够的资本回报用来投资再生产，经济就能持续增长。然而，随着资本积累的不断增加，资本的边际收益会逐步下降，此时经济增长将陷入停滞。政府试图保持住经济增长而增加投资的做法会将私人投资和消费需求挤出，使得经济增长不能维持较长时间。技术创新可以提高劳动生产率，增加资本边际收益，因此是解决这一问题的良策。同理，对于绿色经济增长领域，由于石油等不可再生资源是生产过程中的必需品，且较难被替换，当资源储量逐步耗尽时，厂商将被迫减少投入，导致有效产出和资本回报下降，从而拖累经济增长速度。此时，只有通过技术创新，才能抵消资本回报下降和资源可获得性减少的负面影响。可见，技术创新也是不可再生资源利用下经济增长的关键性因素（Jackson and Victor, 2011）。然而，并非所有的技术创新都能促进经济增长，区分出不同形式的技术创新模式，是研究长期绿色经济增长动力来源的核心内容。绿色经济增长下的技术创新

范式会引发出与传统经济增长领域不同的问题,如:不同的技术创新会对资源使用和经济增长有哪些不同效果以及如何长期维持绿色技术创新等成了学界关注的焦点。

(一) 导向型技术创新

Smulders 和 Di Maria (2012) 认为环境政策带来的“技术挤出效应”仅存在于某些特定的创新活动中,主要集中在与化石能源投入、污染产生紧密联系的技术创新领域,而此类技术又被称为污染密集型技术,即“棕色技术”(brown technology)。与绿色技术试图减少污染物和资源消耗不同,棕色技术创新主要依赖于资源消耗,并带来污染。减少污染将降低资本投资收益并阻碍棕色技术生产过程中的技术知识积累。目前,已有一些学者试图同时将绿色和棕色技术创新纳入分析框架中,由此引出了所谓的“导向型技术创新”(directed technical change)问题(Hart, 2008; Gerlagh, 2011; Gans, 2011)。“导向型技术创新”侧重于关注和制约创新者选择绿色或棕色技术创新的主导因素,及其对全社会技术水平和经济增长的影响。

目前,“导向型技术创新”的相关研究已得出如下四个重要结论:

第一,当资本投入较难替代资源要素投入时,需要依靠绿色技术创新投资来维持长期经济增长。Smulders 和 De Nooij (2003) 研究发现,由于资源要素投入与资本投入互补,当资源投入下降时,资本收益及棕色技术创新收益也会下降,从而导致经济增长停滞。然而,在此种情况下,绿色技术的投资收益则会得到提高,并刺激绿色技术投资,从而带动总体生产率和经济增长水平的提高。只要绿色技术创新速度快于棕色技术,资源投入下降的负面影响就会被抵消。

第二,政府实施产业政策时,相比常规技术应更重视发展绿色技术。Jaffe 等人(2005)认为,由于技术和环境都存在较强的外部性,政府会面临两难选择。一般而言,技术和创新市场不完善会使技术创新较容易地外溢给其他厂商。若其他厂商对技术加以改进,生产出的新产品即可将旧产品挤出市场。这意味着先前的创新者不能得到技术外溢补偿和应有的创新回报,且会遭受技术剽窃的损失。对于技术外溢的外部性问题,政府只能通过使用研发补贴对棕色和绿色技术给予补贴,而对棕色技术补贴则可能给环境带来负面影响。Hart (2008) 认为此问题可通过给予绿色技术比棕色技术更高的补贴力度来解决。当环境政策推出后,厂商将被迫在生产过程中减少污染排放。与采用棕色技术相比,绿色技术会使更多厂商受益,带来的社会价值也更大,因此理应享有更高的补贴力度。对绿色技术补贴的增加,又会进一步刺激厂商加大对该类技术的研发力度,减少棕色技术投入,对环境的负面影响也将得到缓解。

第三,与仅存棕色技术相比,绿色和棕色技术同时存在会使环境政策的实施成本更低,因为环境政策可将创新引向绿色技术领域。Goulder (2004) 利用局部均衡模型证实了这一观点,并建议环境政策制定者应该驾驭创新动力,让环境政策实施

起来更为顺利。然而，当存在市场失灵时，技术创新可能会偏离环境政策所引导的路线。Di Maria 和 Van der Werf (2008) 指出，当知识产权不能较好地被界定和保护时，新技术创新将会面临被模仿和抄袭的风险，不能实现其应有的市场价值。此时，绿色技术研发动力将会下降，从而驱使技术创新转向棕色技术领域。

第四，当环境政策没有实施或实施不力时，一国的经济增长可能被锁定在污染密集型生产模式。Acemoglu (2012) 对该假说进行了验证。假定使用绿色技术的厂商与使用棕色技术的厂商生产相似产品，两种类型的厂商均可通过技术创新提高生产率，唯一的区别在于，前者的生产过程没有污染。棕色技术厂商的创新会增加污染，对环境有害，而绿色技术厂商的创新可以降低产品价格，逐步替代棕色技术产品，从而减少环境污染。然而，当环境政策没有实施或实施不力时（如未征收污染税），相比绿色技术，棕色技术由于使用时间较长，其研发和创新的成本较低，生产出的产品价格也较低，因此具备了更大的需求和利润空间，以至于把绿色技术挤出市场，最终将只有棕色技术厂商可以开展研发活动。在这种恶性循环下，棕色技术和绿色技术产品生产率之间的差距越来越大，国民经济发展将被锁定在污染密集型产业结构中。

（二）通用技术创新

Bresnahan 和 Trajtenberg (1995) 提出了通用技术的概念，将拥有广泛应用潜力和能够显著提升边际产出的技术称之为通用技术，如芯片、发电机、蒸汽机、晶体管等。要想实现绿色经济增长，通用技术创新必不可少。高效电力存储技术、风电转化效率提升技术、更廉价的碳捕捉等均可能成为下一代通用技术，以上可促进零碳生产的普及，并提高绿色生产利润。在实证研究中，学者们通常将通用技术的发明看成随机事件。Smulders (2012) 通过利用环境库兹涅茨曲线考察绿色通用技术对市场的影响。在绿色通用技术出现前，政府只有通过强制实施环境政策才能减少污染，但会影响潜在的产出和经济增长。而当绿色通用技术出现后，环境政策约束会刺激市场中的各部门采用绿色通用技术。尽管在初期需要大量设备投资，但当各部门均使用绿色通用技术进行生产后，投资成本会不断下降，在实现经济收益的同时还可减少对环境的破坏。

对政府而言，当绿色通用技术出现时，最优政策是给予技术补贴。Heggedal (2008) 指出，通用技术的边际收益会不断下降，政府必须对此给予支持。当通用技术开辟了一个新领域时，后续的技术改进过程将会相对容易，而这很容易通过技术外溢效应被其他厂商所吸收，从而促使该技术的边际收益递减。Popp (2002) 发现，该现象在绿色通用技术领域也存在，在绿色通用技术发明初期，技术外溢效应最明显，此时应给予较高的技术补贴，而随着中后期技术外溢效应的逐步削弱，技术补贴力度可逐步减少。在 Heggedal (2008) 的设定中，通用技术的出现属于一种不可预测的外部技术冲击。当新通用技术是绿色时，该技术值得给予高额补贴；而当新通

用技术是棕色时，尽管会提升生产率，但也会造成巨大的环境损害，补贴应当慎重。对此，Smulders 和 Di Maria (2012) 认为，高污染税的推出可以将许多棕色通用技术的突破“扼杀在摇篮中”。当一国实施污染税政策时，厂商将会有更大的动力去购买绿色通用技术，从而有效抑制棕色通用技术的研发活动。

五、结论与展望

纵观当前绿色经济增长研究，尽管某些领域还存在争议，但也在一些问题上达成了共识：

第一，绿色技术创新是实现长期绿色经济增长的最根本动力。

第二，由于市场失灵的存在，政府必须利用产业政策（如技术补贴）和环境政策（如征收高污染税）来推进绿色技术创新。

第三，并非所有的产业政策和环境政策都有效。一些环境政策也会对经济增长带来负面影响，并对技术创新产生挤出效应，如不恰当的技术补贴可能会导致“绿色悖论”的出现。但可以肯定的是，只要针对具体情况、目标实施得当，长期来看政策并不会阻碍绿色经济增长。

第四，长期来看，减少污染和增强生态系统服务可以提高全社会的劳动生产率并刺激经济增长，还可以引领、推动绿色技术创新，减少棕色技术研发活动，促使国民经济向低污染、低耗能增长模式迈进。

然而，尽管国外学者普遍认为解决环境问题和气候变化的方法是实施绿色经济增长战略，但纵观各国的经济发展史，并未出现过绿色经济增长的经验证据。虽然这并不意味着绿色经济增长不可实现，但在政策实施过程中一定会面临诸多问题与挑战。时至今日，各国也未严厉控制碳排放，目前实施的碳税对控制碳排放作用有限，各国政府更多的是在经济增长与环境保护中相机抉择。短期内，加强环境监控带来的资源投入减少和比较优势丧失会拉低经济增长速度。然而，除了一些资源依赖型的发展中国家，当前资源投入在全球 GDP 中的贡献率还非常低，而资本的贡献率则要高得多，说明适当减少资源投入并不会给国民收入和资本积累带来较大的影响，政府可以为了环境而牺牲一些经济增长速度。从中期看，当经济增长持续下滑一段时间后，政府面临的政治和社会压力将会越来越大。在该领域的研究中，如何降低环境政策对中期经济增长的负面影响是有待突破的问题。现有研究中的政策建议分歧较大，特别是政策的量化模拟研究较少，使政策建议的准确性大打折扣。环境政策在实施过程中是否存在与经济增长、环境污染指标等相关联的经验性准则，类似于货币政策中的“泰勒准则”。如果存在，则能提前模拟环境政策对经济系统的

冲击，为政府政策的出台提供更为扎实的研究基础。

在环境政策的外溢效应方面，现有研究还属空白。促进绿色经济增长的环境政策能否具有正的外溢效应并推动经济可持续发展，非常值得探讨。以工业领域为例，政府出台的工业生产“绿色化”推广政策能否发挥政策的外溢效应，帮助降低绿色技术的使用成本，理论上是可行的。通过推进相关行业、产业集聚，发挥规模经济优势，既能促进生产过程创新，提高供应链管理效率，也可减少污染排放。同时，当采用更先进的生产设备时，生产率的提高不仅使能源使用效率提高，还能促进边际资本产出的增加。这些问题均有待实证检验。此外，非环境政策的环境外溢效应在现有研究中也较少被关注。当非环境政策对经济系统的某些方面加以改善时，也可能对生态环境保护带来正外部影响。例如，当行政政策试图通过加强行业整合、提高行业集中度、完善行业监管刺激经济增长时，也会让环境监管更加便利，减少私人企业对资源的过度使用和破坏性行为。政府若能利用好这些政策的外溢效应，将会有效降低绿色经济增长策略的实施成本。

值得一提的是，现有的绿色经济增长研究普遍强调市场失灵严重影响产品的有效定价，从而导致使用绿色技术的厂商难以获取应有的利润。但必须指出，还存在诸多影响绿色技术产品有效定价的非市场因素，如政治博弈的影响、真假信息的识别和政策的执行力度等。这些问题在行为经济学的研究中已得到重视，但在绿色经济增长领域还未被学者们纳入研究视野。行为经济学可以较好地分析环境政策和技术应用的微观主体影响，绿色经济增长与行为经济学之间的融合也是一个有待深入研究的领域。

参考文献

- Acemoglu, D., Ph. Aghion, and L. Bursztyn (2012), “The Environment and Directed Technical Change”, *American Economic Review*, 102(1), pp. 131 – 166.
- Aghion, P. and P. Howitt (1998), “Market Structure and the Growth Process”, *Review of Economic Dynamics*, 1, pp. 276 – 305.
- Andersen, J. J. and S. Aslaksen (2008), “Constitutions and the Resource Curse”, *Journal of Development Economics*, 87, pp. 227 – 246.
- Antal, M. (2014), “Green Goals and Full Employment: Are They Compatible?” *Ecological Economic*, 107, pp. 276 – 286.
- Besley, T. and T. Persson (2011), “The Logic of Political Violence”, *Quarterly Journal of Economics*, 121(3), pp. 1411 – 1445.
- Bovenberg, A. and J. Smulders (1996), “Transitional Impacts of Environmental Policy in an Endogenous Growth Model”, *International Economic Review*, 37(4), pp. 861 – 893.
- Bowen, A. (2012), *Green Growth, Green Jobs and Labour Markets*, World Bank Policy Research

Working Paper, 5990, Washington, DC: World Bank.

Bresnahan, T. and M. Trajtenberg(1995), “General Purpose Technologies: ‘Engines of Growth’?” *Journal of Econometrics*, 65 (1), pp. 83 – 108.

Brock, W. , and M. Taylor (2010), “The Green Solow Model”, *Journal of Economic Growth*, 15(2), pp. 127 – 53.

Cass, D. (1965), “Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation”, *Review of Economic Studies*, 32, pp. 233 – 240.

Dasgupta, P. (2010), “20th Anniversary of EAERE: The European Association of Environmental and Resource Economists”, *Environmental and Resource Economics*, 46, pp. 135 – 137.

Dasgupta, P. and G. Heal (1974), “The Optimal Depletion of Exhaustible Resources”, *Review of Economic Studies*, 45, pp. 3 – 28.

Di Maria, C. and E. Van Der Werf(2008), “Carbon Leakage Revisited: Unilateral Climate Policy with Directed Technical Change”, *Environmental and Resource Economics*, 39(2), pp. 55 – 74.

Dinda, S. (2014), “A Theoretical Basis for Green Growth”, *International Journal of Green Economics*, 8(2), pp. 177 – 189.

Egert, B. (2012), “Dutch Disease in the Post-Soviet Countries of Central and South-west Asia”, *Journal of Asian Economics*, 23(5), pp. 571 – 584.

Fisher, B. , S. Polasky, and Th. Sterner (2011), “Conservation and Human Welfare: Economic Analysis of Ecosystem Services”, *Environmental and Resource Economics*, 48(2), pp. 151 – 159.

Gans, J. (2011), “Innovation and Climate Change Policy”, *American Economic Journal: Economic Policy*, 4(4), pp. 125 – 145.

Gazheli, A. , M. Antal, and J. Van den Bergh (2015), *Sector-level Tests of the Feasibility of Green Growth*, European Union Working Paper No. 81.

Gerlagh, R. (2011), “Too Much Oil”, *CESifo Economic Studies*, 57, pp. 79 – 102.

Golosov, M. , J. Hassler, and P. Krusell, et al. (2010), *Optimal Taxes on Fossil Fuel in General Equilibrium. Mimeo*, MIT, Cambridge, Mass.

Goulder, L. (2004), *Induced Technological Change and Climate Policy*, Technical Report, London, UK: Pew Center on Global Climate Change.

Hallegatte, S. , G. Heal, and M. Fay, et al. (2011), *From Growth to Green Growth: A Framework. Policy Research*, Working Paper, 5872, Washington, DC: World Bank.

Hart, R. (2004), “Growth, Environment and Innovation-A Model with Production Vintages and Environmentally Oriented Research”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 48(3), pp. 1078 – 1098.

Hart, R. (2008), “The Timing of Taxes on CO₂ Emissions when Technological Change is Endogenous”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(2), pp. 194 – 212.

Heggedal, T. (2008), *On R&D and the Undersupply of Emerging Versus Mature Technologies*, Discussion Paper 571, Statistics Norway.

- Hendl, P. and A. Loschel (2015), *Social Implications of Green Growth Policies from the Perspective of Energy Sector Reform and its Impact on Households*, ZEW-centre for European Economics Research Discussion Paper, No. 15 – 012.
- Jackson, T. and P. Victor (2011), “Productivity and Work in the Green Economy”, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1, pp. 101 – 108.
- Jacobs, M. (2012), *Green Growth: Economic Theory and Political Discourse*, Working Paper No. 108, London, UK: Centre for Climate Change Economics and Policy.
- Jaffe A. B., R. G. Newell, and R. N. Stavins (2005), “A Tale of Two Market Failures: Technology and Environmental Policy”, *Ecological Economics*, 54(2), pp. 164 – 174.
- Janicke, M. (2012), “Green Growth: From a Growing Eco-Industry to Economic Sustainability”, *Energy Policy*, 48, pp. 13 – 21.
- Koopmans, T. (1965), *On The Concept of Optimal Economic Growth, In the Economic Approach to Development Planning*, Amsterdam: North-Holland.
- Lopez, R. (2010), “Sustainable Development: On the Co-Existence of Resource-Dependent and Resource-Impacting Industries”, *Environment and Development Economics*, 15, pp. 687 – 705.
- Nordhaus, W. D. (1994), *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, Cambridge MA: MIT Press.
- Nordhaus, W. D. (2008), *A Question Of Balance: Weighing the Options On Global Warming Policies*. New Haven & London: Yale University Press.
- Ploeg, F. and C. Withagen (2011), *Growth, Renewable and The Optimal Carbon Tax*, Oxcarre Research Paper No. 55, University of Oxford.
- Popp, D. (2002), “Induced Innovation and Energy Prices”, *American Economic Review*, 92, pp. 160 – 180.
- Quaas, M. and S. Smulders (2012), *Brown Growth, Green Growth, and the Efficiency of Urbanization*, CESifo Working Paper Series 4044.
- Ramsey, F. (1928), “A Mathematical Theory of Saving”, *Economic Journal*, 38, pp. 543 – 559.
- Resnick, D., Tarp, F., and J. Thurlow (2012), “The Political Economy of Green Growth: Cases from Southern Africa”, *Public Administration and Development*, 32, pp. 215 – 228.
- Ricci, F. (2007), “Channels of Transmission of Environmental Policy to Economic Growth: A Survey of The Theory”, *Ecological Economics*, 60(4), pp. 688 – 699.
- Romer, P. (1986), “Increasing Returns and Long-Run Growth”, *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002 – 1037.
- Rozkrut, D. (2014), “Measuring Eco-Innovation: Towards Better Policies to Support Green Growth”, *Folia Oeconomica Stetinensia*, 14(1), pp. 137 – 148.
- Schmalensee, R. (2012), “From ‘Green Growth’ to Sound Policies: An Overview”, *Energy Economics*, 34, pp. S2 – S6.
- Sinn, H. W. (2008), “Public Policies Against Global Warming”, *International Tax and Public*

Finance, 15, pp. 360 – 394.

Smulders, S. and C. Di Maria (2012), *The Cost of Environmental Policy under Induced Climate Change*, Center Discussion Paper.

Smulders, S. and E. Van Der Werf(2008), “Climate Policy and the Optimal Extraction of High-and Low-Carbon Fossil Fuels”, *Canadian Journal of Economics*, 41(4), pp. 1421 – 1444

Smulders, S. and M. De Nooij (2003), “The Impact of Energy Conservation on Technology and Economic Growth”, *Resource and Energy Economics*, 25, pp. 59 – 79.

Smulders, S., Y. Tsur, and A. Zemel(2012), “Announcing Climate Policy: Can a Green Paradox Arise Without Scarcity?”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 64(3), pp. 364 – 376.

Solow, R. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 70, pp. 65 – 94.

Stokey, N. (1998), “Are There Limits to Growth?”, *International Economic Review*, 39, pp 1 – 31.

Tsur, Y. and A. Zemel(2011), “On The Dynamics of Competing Energy Sources”, *Automatica*, 47, pp. 1357 – 1365.

Van den Bergh, J. C. J. M. (2011), “Environment versus Growth-A criticism of ‘degrowth’ and a Plea for ‘a-growth’?”, *Ecological Economics*, 70(5), pp. 881 – 890.

Van Der Ploeg, F. and C. Withagen(2011), *Growth and the Optimal Carbon Tax: When to Switch From Exhaustible Resources to Renewables?*, CEPR Discussion Papers 8215.

World Bank (2012), *Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development*, Washington, DC: World Bank.

A Review of Green Economic Growth Theory

Qu Shen-ning¹, Li Peng-fei¹, Li Wei-hong²

(1. Institute of Industrial Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100836, China

2. Graduate School, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China)

Abstract: To reflect the goals of social sustainable development, resource use and environmental impacts will be incorporated into the mainstream of economic growth theory. Therefore, “green growth theory” has become a new focus in current mainstream economics. This paper will discuss green growth research in recent years and sum up the theoretical framework of green growth. Then, we will introduce technological changes into the field of green growth and focus on the dynamic impact of resources and related environmental policy into a country’s green growth targets. On this basis, the paper will summarize the current consensus of existing research, and point out the direction of future research.

Key Words: green growth; environmental policy; technological innovation; green paradox

责任编辑: 禹 湘