



向绿色进军

吕克·耶乌劳德、本尼迪克特·克莱门茨

投资于环境友好型技术已经成为一种全球趋势

气候变化是地球面临的最为严峻的挑战之一。化石燃料燃烧所产生的人造温室气体排放以及土地使用上的变化是导致气候变化的主要原因。温室气体排放引发全球变暖、烟雾和酸雨，并且反过来对公众健康造成了危害。多项研究指出，如不减少温室气体排放，人类将会遭遇潜在的灾难性后果（Stern，2007年）。

但是气候变化并不仅仅具有环境和健康效应。鉴于高温、海平面上升和极端气候条件对产量和生产能力的深远影响，气候变化也可能带来深刻的经济影响。除此之外，气候发展还可能由于税收减少和开支计划而破坏政府的财政状况，特别是那些为了缓解气候变化以及

为了适应新的环境而对行为和生产作出调整的耗资巨大的措施（IMF，2008a和2008b）。这些代价和风险意味着当前能源使用模式的非可持续性，但是向低碳排放模式转变，就需要对绿色替代能源进行大量投资。

尽管发展绿色能源的投资具有重要意义，但令人意外的是，在这一课题上的研究微乎其微。绿色投资是一个比较新颖的概念，并且经济学文献尚未对其作出准确的定义。况且，相关数据非常缺乏且较为分散。为填补上述空白，我们将尝试对绿色投资进行定义，并对过去10年间发达经济体和新兴经济体作出的绿色投资的趋势及其宏观经济决定因素展开分析。希望上述结果会为寻求发

展绿色经济的政策制定者提供一个有力的见解。

投资于绿色能源

绿色投资尚无标准定义。我们将其定义为：为显著减少温室气体排放和环境污染排放所做的必要投资。减少气体排放有多种途径，因此，绿色投资可以采取不同的方式。

• 对低污染能源生成的投资。绿色投资包括将能源供应从化石燃料转向低污染的可替代燃料，既包括电能（如风能、太阳能、核能和水力发电），又包括直接的能源（如从玉米或甘蔗转化而来的乙醇等生物燃料）。绿色投资理念不仅会向新兴环境技术领域扩展，如风能和太阳能，也会在更多的已知技术领域延伸，如核能和水力发电。为了便于区别化石燃料能源和低排放可替代能源，我们所定义绿色投资概念包括在核能领域的投资，虽然一些人认为核能会产生放射性废弃物，所以应当排除在绿色工程的概念之外。但是，由于我们的定义是建立在投资是否产生气体排放效应基础上的，因此，我们把它纳入这一概念的涵盖范围。生物燃料也是我们所定义绿色投资的一部分。尽管人们对于其碳排放效应依然存在争论，但是生物燃料属于可再生能源，因此，在我们的分析中将其作为绿色能源。

• 对减少能源消耗的投资。绿色投资也包括减少提供商品和服务所需要的能源的投资，因为这一投资将会提高能源的利用率。在电力领域当中，能源生成（将发电站迁至燃烧煤炭数量少的超临界高效燃煤发电站）、输送和分布（例如，使用更为高效的电网）方面尚存在提升的空间；在运输领域，通过使用更高效的燃料和混合动力汽车以及通过增加公共交通的方式，也有效率提升的潜力；在工业设备领域，可使用节能装置、改善废弃物管理，以提高能源利用率；在建筑领域，可通过改善隔热和冷却系统，以加强能源利用率。

从棕色能源到绿色能源

绿色科技（核能和可再生能源，如太阳能、风能和水力发电）已在电力生产中发挥了重要的作用。2008年，全球约1/3的电力来自于核能和可再生能源，2/3来自于传统（棕色）能源，如煤炭、天然气和石油（见图1，左图）。这些能源所占的比例很长时间以来基本稳定。但是，从20世纪90年代下半叶开始，绿色能源已经从水力和核能转向其他可再生能源。这些可再生能源对近几年的电力产能的增长作出了巨大贡献。例如，2009年，1/3的电力产能的增加归功于这些可再生能源（见图1，右图）。

过去10年间，为鼓励可再生能源的生产和消费，很多公共项目开始启动，这些项目大多数位于经合组织成员国中的发达经济体和新兴经济体。近几年，树立某种政策目标或制定扶持政策国家数量从2005年年初的55个增加到了2010年年初的100多个，几乎翻了一番。

运输领域也有提升能源使用率的潜力。

扶持计划总体上具有以下三个主要目标：减少碳排放，防止气候变化；通过能源结构的多样化发展，提高能源的安全性；通过鼓励新工业领域的竞争，提供就业机会和创新，促进发展。

可再生电能扶持政策最为常见的模式为补贴政策（2010年年初，已被50个国家及25个州或省市所采用）及可再生能源配额制（已有10个国家及46个州或省市建立）。补贴政策要求公用事业公司向绿色发电商支付体现该项技术成本的费用，这一价格可能高于传统发电成本。可再生能源配额制要求发电公司使用可再生能源作为其部分能源的来源。

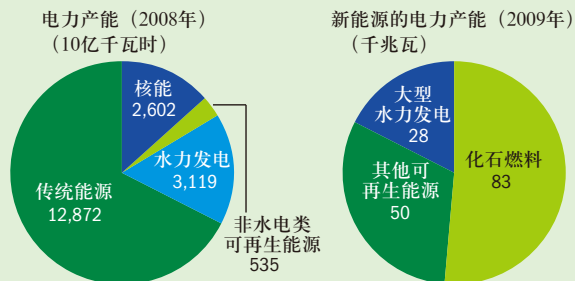
公共项目的成本很难进行估算。这不仅包括直接支付成本，而且还包括税务优惠、贷款担保和贷款额度。已发布的估算数据表明，全球每年公共项目的花费在400亿—600亿美元之间。生物燃料补贴在公共支出花费中占了绝大部分。

某些公共项目作为全球金融危机的调整性财政政策的一部分而获得了大规模发展。获得承诺作为财政刺激方案的清洁能源支持经费约为1800亿—1950亿美元，上述经费主要来自于3个国家，分别是美国（650

图1

绿色能源比例增加

传统能源在全球发电领域中占绝大部分，但是可再生资源在新产能中占有更大比例。



资料来源：美国能源信息局、彭博新能源财经。

注：传统能源主要为煤炭、石油和天然气。可再生能源包括风能、太阳能、水力发电和核能；但核能在2009年变化不大，所以新电力产能示意图（右）中未包括该部分。

亿美元)、中国(460亿美元)和韩国(320亿美元)。在拥有最大绿色一揽子项目的国家,其绿色措施未超过财政刺激经费的15%,韩国除外,其绿色投资拨款约占刺激政策经费的80%。但在2009年和2010年,分配资金仅支付了一半。由于规划复杂,并且公共资金发放过程繁琐,所以绿色刺激计划的筹资步伐已经减缓。除此之外,面临大量公共赤字的国家已经缩小了绿色支出的规模。

可再生能源技术领域投资活跃

过去10年中,太阳能、风能、生物燃料、生物质能和地热(水力发电项目除外)等可再生能源方面的投资出现了显著的增长,其中绝大部分增长出现在2004年后。2000—2010年间,可再生能源绿色投资从每年的70亿美元增加到了1540亿美元(见图2)。这种增长是由于一系列原因所致,其中包括全球经济的发展、化石燃料价格上涨、科技进步、政策支持和民众日益增长的对清洁环境的要求。由于经济规模扩大、科技进步和低利率,也降低了采用绿色技术的成本。在2009年全球经济衰退期间,由于金融情况恶化,并且石油价格下跌导致了未来的绿色能源需求的不确定性,可再生能源绿色投资出现了临时性的缩减。这一缩减本来可能更为严重,但是由于作为财政刺激项目的一部分的支持性措施的出台,私人投资的衰退情况得以缓解。

可再生能源绿色投资目前已经成为一种全球现象。在经济危机爆发之前,绿色能源投资在主要区域增长稳定。2004—2010年,欧洲和北美的投资增加了3倍,而亚洲和大洋洲则将其可再生能源绿色投资扩大到了

原来的10倍。目前,北美、欧洲和亚洲属于最大的绿色能源投资市场,但是近年来的地域组成结构已经发生了引人注目的变化。投资支出的领军国家从欧洲转移到了亚洲,这在很大程度上反映了经济发展的差异。欧洲和北美在全球绿色投资中所占比例从2004年的68%下降到了2010年的46%,而亚洲和大洋洲所占比例则从28%上升到了42%。

全球金融危机期间,亚洲绿色投资继续高涨,这主要是由于中国的快速发展。2009年,中国可再生能源投资位居世界第一;2010年,其投资额超过了整个欧洲的投资额总和。通过一系列的新法规和财政扶持举措(包括从国有银行借贷),中国政府积极鼓励大型可再生能源项目,并着眼于推动国内制造业的发展和提高能源的安全性。中国现在已成为全球光伏组件和风电设备的领跑者。通过可再生能源公司,中国也开始加大了其在清洁技术专利和原创公共成果的研发力度,并且占据了领先地位。

核能和水力发电惯性

20世纪70至80年代,全球核电产能迅速增加,但是1986年切尔诺贝利核电站事故后,核电投资逐渐失去了吸引力。正因为如此,核能在全球电力产能当中所占比例从1990年的12%下降到了2008年的8%。在2011年日本大地震及海啸带来的核电站事故之前,一连串的问题就已经对核能工业的扩张形成了阻碍,其中包括越来越高的建筑成本、具备必要的专业技能的技术人员日渐减少、电网容量效率低下、环境问题以及对于核扩散的担忧。亚洲正致力于发展核电生产能力。欧洲和美洲在建的核反应堆数量由1980年的159座减少到了2010年的20座;与之相反的是,亚洲目前有42座核反应堆正在建设当中。

利用水流落差产生能量的水力发电是最大的可再生能源。受益于其与替代能源相比较为低廉的建设费用,全球水力发电生产能力一直在稳步增长。尽管如此,水力发电在全球电力产能中所占的比例还是由20世纪80年代初期的23%下降到了2008年的19%。环境法规和技术发展的停滞减缓了其在工业化国家当中的扩张速度,在这些国家,很多水力发电的最佳地点已被占用。过去10年间,亚洲的产能增加最为显著,年平均增长率为12%;而欧洲和北美的年平均增长率仅有1.5%。中国已经成为最具活力的市场,2004—2009年间,其水力发电生产能力约增长了1倍。

如何促进绿色投资?

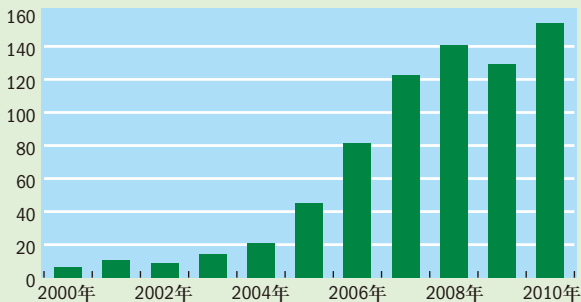
气候变化的相关经济文献在很大程度上忽视了绿

图2

可再生资源投资不断增加

自21世纪头10年早期起,全球在可再生能源方面的投资就已迅速增加,仅在经济危机最为严重的时期出现过短暂的下降。

(10亿美元)



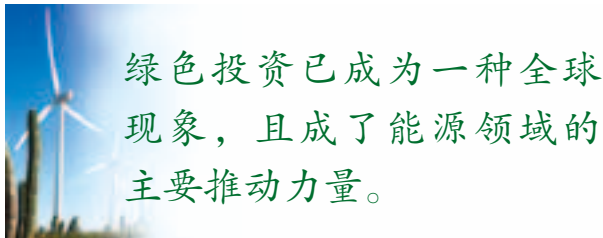
资料来源:彭博新能源财经。

注:可再生能源包括太阳能、风能、生物燃料和生物质能,但不包括水力发电。

色投资的宏观经济决定因素。我们将对 2004—2010 年间 35 个发达经济体和新兴经济体的可再生能源投资数据进行分析，以填补这一空白 (Eyraud 等, 2011 年)。全球几乎所有的绿色投资都发生在上述 35 个国家中。

我们采用统计学的方法来识别影响绿色投资的主要因素，并对其相关影响进行了评价。我们对一大批宏观经济变量的影响性进行了测试，结果发现，从统计学角度来说，有 5 个因素在决定绿色投资的水平上起着显著的作用，即实际国内生产总值 (GDP)、长期实质利率、国际原油价格、采用补贴政策的代表性变量，以及评价一个国家是否具备碳价格机制的变量 (碳税或总量管制及交易制度)。以下是我们的一些研究发现：

- 高水平的 GDP 可促进绿色科技投资。经济活动提高了能源领域对能源和投资的需求。除此之外，经济的高水平发展、向信息密集型产业和服务业转型的



结构性变化、制造业的国际化迁移、日益增强的环境意识和环境法规的更好执行，最终导致了大量环境开支，并且使环境恶化趋势逐渐放缓。我们发现，就长期而言，当其他因素保持不变时，GDP 每增长 1 个百分点，就会使绿色投资增加 4 个百分点。

- 以长期实质利率为代表的资本价格对绿色投资具有负面影响。评估效果非常明显：实质利率每上升 1 个百分点，绿色投资就会减少大约 10%。针对一般商业投资的研究发现，投资对利率相对并不敏感。但是绿色投资对利率的变动似乎极为敏感。考虑到可再生能源项目使用资金多于使用劳动力且大部分依赖于外部融资，因此，这一研究 (该描述性研究有详细记录) 结果并不令人感到意外。

- 原油价格对绿色投资也具有积极的巨大影响。事实上，高涨的燃料价格会增加绿色投资的回报率，这是因为可再生资源生成电能的成本相较于化石燃料燃烧产生电能的成本降低了。根据我们的估算，当原油价格和整体经济的通货膨胀间相差 1 个百分点时，绿色投资将会额外增加 1 个百分点。

- 可再生能源配额制和生物燃料授权制对绿色投资没有影响。以生物燃料授权制为例，这可能与 2007 年以来原料价格高涨以及产能过剩导致的生物燃料投资显著下降有关。与此相反，补贴政策却具有显著的影响。

上述结果支持了补贴政策属于最为重要的可再生能源投资扩张扶持手段之一的观点。根据我们的估算，在其他因素保持不变的前提下，在采用补贴政策的国家，绿色投资会扩大 2—3 倍。在几乎所有的指标中，碳排放定价计划效应 (例如，以环境税的形式按燃料中的碳含量征税) 也表现得最为显著。

总之，我们的研究结果表明，绿色投资受公共政策 (例如，利率、经济增长等宏观经济因素以及能源政策等) 的影响较大。由于原油价格的高涨，其成本较之于传统化石燃料技术的成本出现下降，此时绿色投资就会增加。要扶持绿色投资，进行特别的公共干预也会起到一定作用。统计结果表明，补贴政策和碳排放定价机制趋向于扶持绿色投资。尽管如此，包括生物燃料扶持政策在内的很多措施似乎并没有什么效果。这就增加了人们对生物燃料补贴的有效性以及这些补贴政策对食品供应所带来的负面作用的担忧。

何去何从?

绿色投资已经成为一种全球现象，并且成了能源领域的主要推动力量。同时，近几年来，地域组成结构发生了引人注目的变化。由中国主导的亚洲正变得越来越重要。中国于 2009 年成为在可再生能源领域投资金额最高的国家；2010 年，中国在可再生能源领域的投资已超过了整个欧洲。我们的研究还显示，国家可采取许多措施来促进绿色投资。特别是，为可替代资源投资提供其所需的刺激，包括化石燃料产品和碳排放的合理定价，这些都将成为向更加绿色的环保经济迈进的关键因素。■

吕克·耶乌劳德 (Luc Eyraud) 是 IMF 财政事务部的经济学家，本尼迪克特·克莱门茨 (Benedict Clements) 是该部处长。

参考文献：

Eyraud, Luc, Abdoul Wane, Changchang Zhang, and Benedict Clements, 2011, "Who's Going Green and Why? Trends and Determinants of Green Investment," IMF Working Paper 11/296 (Washington: International Monetary Fund).

International Monetary Fund (IMF), 2008a, "Climate Change and the Global Economy," World Economic Outlook, Chapter 4 (Washington, April).

———, 2008b, "The Fiscal Implications of Climate Change" (Washington, March). www.imf.org/external/np/pp/eng/2008/022208.pdf

———, 2008c, "Fuel and Food Price Subsidies—Issues and Reform Options" (Washington, September). www.imf.org/external/np/pp/eng/2008/090808a.pdf

Stern, Nicholas, 2007, The Economics of Climate Change: The Stern Review (London: Cambridge University Press).