

低碳技术对低碳经济作用 机制的理论及实证分析^{*}

——基于马克思社会总产品价值构成理论的视角

马 艳¹, 吴 莲^{1,2}

(1. 上海财经大学 经济学院, 上海 200433;

2. 河南财经政法大学 经济学院, 河南 郑州 450046)

摘 要:发展低碳经济就是在保证既定经济增长速度的同时将碳排放控制在安全范围内,低碳技术是实现这一目标的关键因素。文章在马克思社会总产品价值构成理论模型中引入低碳技术要素,建立了包含低碳技术的新的社会总产品价值构成理论模型。文章通过这个模型论证了低碳技术对实现低碳经济的重要作用和意义以及作用机制,具体分析了低碳技术研发的推动作用、低碳技术扩散的实现和强化机制以及与国际合作的资源配置效应等。文章利用 OECD 9 个国家的数据进一步验证了低碳技术促进低碳经济发展的作用效果。

关键词:社会总产品;低碳技术;低碳经济;作用机制

中图分类号:F014.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2013)11-0080-10

一、引 言

发展低碳经济就是在保证既定经济增长速度的同时将碳排放控制在安全范围之内,低碳技术是实现这一目标的关键因素。在这一研究领域,国内外学者已经做了广泛的探讨,包括:(1)运用技术内生理论论证了技术的选择和创新是解决可持续发展过程中资源与环境问题的根本途径(Romer, 1990; 于渤等, 2006; 王海建, 2000 和 2006; 杨宏林等, 2004; 彭水军等, 2006); (2)从全要素生产率等角度论证了技术进步是实现环境治理与经济发展双赢的重要条件(Porter, 1991; Porter 和 van der Linde, 1995; Peretto, 2009; 王灿等, 2005; 林伯强和何晓萍, 2008; Kuosmanen 等, 2009; 涂正革和肖耿, 2009; 陈诗一, 2010); (3)关于技术进步促进经济发展方式转变的理论和实证研究(Lin 等, 1995; 涂正革, 2008; 张友国, 2010; 马艳和陈张良, 2011); (4)关于促进技术进

收稿日期: 2013-08-16

基金项目: 国家社会科学基金重点资助项目(12AJL003)

作者简介: 马 艳 (1956—), 女, 吉林通化人, 上海财经大学经济学院教授, 博士生导师;

吴 莲 (1975—), 女, 河南信阳人, 上海财经大学博士生, 河南财经政法大学经济学院副教授。

步的创新和扩散的理论以及实证研究(Kerr 和 Newel, 2000; Pizer 等, 2001; Nijkamp 等, 2001; 王子龙和许箫迪, 2012)。

以上的研究成果对于推进低碳经济理论创新、促进低碳技术进步和发展低碳经济具有重要的理论价值和现实意义。同时,我们也不难发现,现有的研究成果尚没有形成较为统一的理论认识,有许多问题需要深入的探讨和分析。首先,从研究对象上看,一些研究没有明确区分低碳技术与一般技术进步,甚至直接将技术进步作为低碳技术,导致研究对象不明确,从而研究结论不够完善。我们知道,技术进步并不一定会减少碳排放,例如工业革命以来,人类利用与开发自然资源的能力不断提高,碳排放也急剧增长。因此,发展低碳经济所需要的技术进步是指能够降低生产过程中碳排放水平的低碳技术,而不是仅仅能够提高生产效率的一般技术进步。其次,从研究内容上看,当前的一些研究过于强调技术的作用效果,而忽视了低碳技术作用过程,特别是低碳技术如何转化为现实的低碳经济生产力,对转化的中间环节或者具体作用机制缺乏研究,这将影响低碳经济发展过程中政策的选择和应用。马克思社会总产品价值构成理论具有直观性和具体性的特点,通过进一步分解可以区分一般技术和低碳技术,并且能够更为具体地反映各种低碳技术的构成及其变化,从而使研究对象更为明确,具有针对性。为此,本文在马克思社会总产品价值构成理论的基础上引入低碳技术要素,通过进一步拓展构建低碳技术与低碳经济的新理论模型,探讨低碳技术对低碳经济的作用和影响。这有助于丰富和发展现代马克思主义政治经济学,同时还能够更为直观、具体地反映各种低碳技术的构成形式及其作用机制,使相关的研究更加系统、清晰和明确,从而对我国低碳经济发展具有一定的现实指导意义。

二、低碳技术作用机制的理论分析

低碳技术总体上可分为三类:第一类是减碳技术,即高能耗、高排放领域的节能减排技术,如煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发技术等;第二类是无碳技术,如核能、太阳能、风能、生物质能等可再生能源技术;第三类是去碳技术,典型的是二氧化碳捕获与埋存(CCS)。低碳技术转化为现实的低碳经济则需要将低碳技术应用于低碳经济生产过程。由于低碳技术是一种技术创新,表达以低碳技术为依托的低碳经济生产过程也需要理论创新。关于这一点,马克思的社会总产品价值构成理论将有所作为。

我们知道,马克思再生产模型中的技术进步变量是通过资本有机构成来表现的,但是,在这一模型中技术进步变量主要是指一般意义上的技术进步,并不能完全反映低碳技术的变化。为此,我们在马克思社会总产品价值构成理论的基础上引入低碳技术,对这一理论进行拓展。

马克思将社会总产品价值构成表达为 $W=c+v+m$ (其中, W 为社会总

产品价值, c 为不变资本, v 为可变资本, m 为剩余价值)。为了引入低碳技术, 我们将马克思社会总产品价值构成方程进一步分解:

$$W = c + v + m = c_d + c_k + v_d + v_k + m_d + m_k \quad (1)$$

其中, c_d 和 v_d 分别表示与低碳技术相关的不变资本和可变资本的投入, c_k 和 v_k 分别表示与一般生产技术相关的不变资本和可变资本的投入, m_d 表示低碳技术投入的剩余价值, m_k 表示一般生产技术投入的剩余价值。显然, $c = c_d + c_k$, $v = v_d + v_k$, $m = m_d + m_k$ 。

低碳技术是实现低碳经济最根本的一个变量或因素, 对低碳经济的影响主要体现为降低碳排放量, 而碳排放量的变化则主要通过控制碳排放强度来体现。碳排放强度是指与国内生产总值相对应的碳排放率, 即一国或地区在一定时期内单位国内生产总值的碳排放量。所谓低碳经济, 就是在保持经济既定增长速度的同时将碳排放总量控制在安全范围之内。显然, 要实现这个目标, 必须降低单位产出的碳排放量, 即降低碳排放强度。因此, 碳排放强度的增长速度必须小于零, 并且要达到一定的幅度, 只有这样才能将碳排放总量控制在安全范围之内。

需要说明的是, 虽然马克思的社会总产品价值与西方经济学的国内生产总值存在一定的区别, 但是在马克思的基本理论中, 社会总产品价值是与国内生产总值比较接近的一个变量。根据碳排放强度的含义, 我们用社会总产品价值代替国内生产总值, 这样碳排放强度可表示为:

$$IS = \frac{U}{c + v + m} = \mu \frac{c_e}{c + v + m} = \sum_i \left(u_i \frac{c_{e_i}}{c_e} \frac{c_e}{c + v + m} \right) \quad (2)$$

其中, IS 表示碳排放强度; U 表示碳排放总量; μ 表示平均碳排放系数 (单位能源消耗的碳排放量); u_i 表示第 i 种能源的碳排放系数; c_{e_i} 表示第 i 种能源

的使用量; c_e 表示各种能源的使用总量; $\frac{c_{e_i}}{c_e}$ 表示第 i 种能源在所消耗能源中

占的比重, 反映生产中的能源结构; $\frac{c_e}{c + v + m}$ 表示单位产出所消耗的能源, 即能源消耗强度, 反映能源的使用效率。

显然, $\mu = \sum_i \left(u_i \frac{c_{e_i}}{c_e} \right)$, 令 $\eta = \frac{c_e}{c + v + m}$, 根据碳排放强度表达式 (2) 可得

碳排放强度 IS 、平均碳排放系数 μ , 以及能源消耗强度 η 三者的速度 ρ_{IS} 、 ρ_μ 和 ρ_η 之间的关系为:

$$\rho_{IS} = \rho_\mu + \rho_\eta \quad (3)$$

式 (3) 表明, 碳排放强度 IS 的增长速度取决于平均碳排放系数 μ 与能源消耗强度 η 的增长速度。要降低碳排放强度的速度, 必须降低平均碳排放系数 μ 和能源消耗强度 η 的增长速度。发展低碳经济, 要求碳排放强度呈现递

减趋势,也就是说,碳排放强度的增长速度必须小于零,即 $\rho_{is} < 0$ 。式(3)说明,要实现 $\rho_{is} < 0$,必须 $\rho_{\eta} < 0$ 或者 $\rho_{\mu} < 0$ 。

如果经济发展完全依赖于不可再生能源,经济的可持续发展必然要求能源消耗强度逐渐递减,即 $\rho_{\eta} < 0$ 。根据能源消耗强度表达式 $\eta = \frac{c_e}{c+v+m}$,我们可以推知,如果能源消耗强度保持不变,则能源的消耗速度与经济增长速度(即 $c+v+m$ 的增长速度)相同。在此条件下,不可再生能源储量的有限性必然成为经济可持续发展的瓶颈。

假设由于引入了节能减排技术,能源消耗强度呈现递减规律,则我们可得出 η 、 c_e 、 $c+v+m$ 的增长速度 ρ_{η} 、 ρ_{c_e} 和 ρ 之间的关系:

$$\rho_{\eta} = \rho_{c_e} - \rho \quad (4)$$

发展低碳经济,要求 $\rho_{\eta} < 0$,则显然有 $\rho_{c_e} < \rho$,也就是说,能源消耗增长速度必须小于经济增长速度。有学者提出了从 2000 年到 2020 年实现“经济翻两倍,能源消耗仅翻一倍”的节能目标。根据经济学的 70 法则,要使经济实现 20 年翻两倍的目標,必须实现 7% 的年平均经济增长率;同时,为了将能源消耗增长控制在一倍以内,能源消费的年平均增长率必须控制为 3.5%,此时, $\rho_{\eta} = \rho_{c_e} - \rho = 3.5\% - 7\% = -3.5\%$,也就是说,能源消耗强度的增长速度为 -3.5%。这意味着节能减排技术进步必须保持足够的力度,以便实现能源消耗强度年均下降 3.5%。

经济发展应该引入可再生能源,如太阳能、水能、生物质能、氢能、风能、波浪能以及海洋表面与深层之间的热循环等。相对于不可再生能源,可再生能源的碳排放系数极小,可假设为零。因此,随着可再生能源的推广和普及,能源的平均碳排放系数呈现递减趋势,即 $\rho_{\mu} < 0$ 。

结合以上分析可知,降低碳排放强度需要通过提高能源使用效率、优化能源结构、降低能源消耗强度和碳排放系数来实现。而要做到这一点,我们必须通过相应的低碳技术,如运用节能减排技术、新能源技术等来实现。

低碳技术作用于低碳经济主要有三个基本阶段,即低碳技术的研发、扩散和国际转移。其中,低碳技术的研发是实现低碳经济的起点,低碳技术的扩散是实现低碳经济的关键,低碳技术的国际转移和合作则有助于优化低碳技术的资源配置,是实现低碳经济的一个重要外部条件。

首先,低碳技术研发是实现低碳经济的起点,作为低碳技术进步的源泉,低碳技术的研发是发展低碳经济的最初推动力,并且不可避免地对其他一般技术的生产活动产生冲击和影响。

若生产中没有引入低碳技术,则低碳技术的相关投入为零,即 $c_d = 0$ 、 $v_d = 0$ 、 $m_d = 0$,根据式(1)可推出在这种情况下社会总产品价值构成为:

$$w^0 = c_k + v_k + m_k \quad (5)$$

假设生产中引入了低碳技术,令 w^s 为社会总产品价值, c_d^s 、 v_d^s 分别表示与低碳技术相关的不变资本和可变资本的投入, c_k^s 、 v_k^s 分别表示与一般生产技术相关的不变资本和可变资本的投入, m_d^s 表示低碳技术投入的剩余价值, m_k^s 表示一般生产技术投入的剩余价值。此时,社会总产品价值构成为:

$$w^s = c_k^s + c_d^s + v_k^s + v_d^s + m_k^s + m_d^s \quad (6)$$

这时低碳技术研发涉及两个问题:一是低碳技术研发投入的不变资本 c_d^s 和可变资本 v_d^s 的来源;二是低碳技术研发投入带来的剩余价值 m_d^s 的大小。这两个问题直接关系到低碳技术研发对发展低碳经济的影响。

对于低碳技术研发投入的不变资本和可变资本的来源问题存在两种情况:一种情况是低碳技术研发的投入来自原有的一般技术生产活动所创造的剩余价值。也就是说,在这种情况下,低碳技术的研发投入并不影响已有的生产活动的投资规模。显然,在这种情况下低碳技术的研发投入将会导致一般技术生产活动的剩余价值(或者利润)减少。另一种情况是低碳技术研发的投入来源是多方面的,即一部分来源于原有的一般技术生产的不变资本和可变资本,另一部分来源于原有的生产活动所创造的剩余价值。在这种情况下,低碳技术的研发投入对原有的生产活动存在一定的“挤出效应”,使原有的生产规模变小,剩余价值(或者利润)减少。对于低碳技术研发的剩余价值 m_d^s 而言,很显然, m_d^s 的大小是激励企业进行技术研发的动力,但是由于 m_d^s 存在很大的风险性和不确定性,而且低碳技术的研发投入 c_d^s 和 v_d^s 都比较大,因此,当前低碳技术研发的投资规模相对于实现低碳经济的要求来说还相差甚远。

其次,低碳技术的扩散是实现低碳经济的关键。低碳技术的研发只是为实现低碳经济提供了技术可能性,要把低碳经济变为现实,必须要实现低碳技术的市场化,这个过程也是低碳技术的扩散过程。低碳技术对低碳经济的作用和影响程度取决于低碳技术的扩散或者市场化程度。令 p 为低碳技术在各企业或者部门中的普及程度,则我们可推出碳排放强度:

$$IS = \frac{U}{c + v + m} = (1 - p) \sum_i \left(u_i \frac{c_{e_i}}{c_e} \frac{c_e}{c + v + m} \right) + p \sum_j \left(u_j \frac{c_{e_j}}{c_e} \frac{c_e}{c + v + m} \right) \quad (7)$$

其中, $\sum_i \left(u_i \frac{c_{e_i}}{c_e} \frac{c_e}{c + v + m} \right)$ 为传统技术情况下的碳排放强度, $\sum_j \left(u_j \frac{c_{e_j}}{c_e} \frac{c_e}{c + v + m} \right)$ 为低碳技术市场化后的碳排放强度。

显然,传统技术情况下的碳排放强度要大于使用了低碳技术后的碳排放强度,即 $\sum_i \left(u_i \frac{c_{e_i}}{c_e} \frac{c_e}{c + v + m} \right) > \sum_j \left(u_j \frac{c_{e_j}}{c_e} \frac{c_e}{c + v + m} \right)$,随着低碳技术普及程度的提高,即 p 值增加,一个国家或者地区的平均排放强度呈递减趋势。

低碳技术扩散的范围越广,则其产生的“干中学”效应越大,从而更能促进低碳技术进步,降低低碳技术生产成本,进一步扩大低碳技术的扩散范围。这种在扩散中形成的良性循环体现了低碳技术扩散与低碳技术进步之间的相互强化机制,加速了实现低碳经济的步伐。正如马克思所说的那样,“技术在很大程度上依赖于科学状况,那么科学却在更大程度上依赖于技术的概况和需要。社会一旦有技术上的需要,则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”^①

最后,低碳技术的国际合作对低碳经济具有资源配置效应。开放经济条件下,低碳技术的国际化是发展低碳经济的一个重要方面,国际气候合作的进展直接影响全球碳减排目标能否实现。为了分析低碳技术的国际化效应,我们在碳排放分解式中引入国家的概念。

一是分析没有低碳技术合作的情形。令 c_{ei}^n 为第 n 个国家第 i 种能源的使用量, C_e^n 为第 n 个国家的能源使用量, $c^n + v^n + m^n$ 为第 n 个国家的国内生产总值 GDP, $c + v + m$ 为世界各国 GDP 之和。然后根据式(2),我们把国家的概念引入碳排放强度表达式并做进一步分解,可得:

$$I' = \frac{U}{c + v + m} = \sum_{i=1,2,\dots} (u_i \frac{c_{ei}^n}{c_e^n} \frac{c_e^n}{c^n + v^n + m^n} \frac{c^n + v^n + m^n}{c + v + m}); n=1,2,\dots; \quad (8)$$

其中, I' 为世界碳排放强度; $\frac{c_{ei}^n}{c_e^n}$ 为第 n 个国家第 i 种能源所占的比重,反映了第 n 个国家的能源结构; $\frac{c_e^n}{c^n + v^n + m^n}$ 为第 n 个国家单位产出的能源消耗量,反映了该国家的能源消耗强度; $\frac{c^n + v^n + m^n}{c + v + m}$ 为第 n 个国家的产出在世界总产出中所占比重。

通过式(8)我们可以发现,在没有低碳技术国际合作的情形下,世界碳排放强度等于各国碳排放强度的加权平均,取决于各个国家的低碳技术水平所决定的能源消耗强度和能源结构。

二是分析存在低碳技术国际合作的情形。存在低碳技术国际合作时,各个国家采用最先进的低碳技术,从而能够最大程度地优化能源结构、降低能源消耗强度,最小化世界碳排放强度,这样碳排放强度表达式为:

$$I'_{\min} = \frac{\min U}{c + v + m} = \min \sum_{i=1,2,\dots} (u_i \frac{c_{ei}^n}{c_e^n} \frac{c_e^n}{c^n + v^n + m^n}) \quad n=1,2,\dots; i=1,2,\dots \quad (9)$$

很显然, $I'_{\min} < I'$ 体现了低碳技术国际合作的必要性和意义。

当前全球低碳资源配置很不均衡,从低碳技术供给的角度看,大多数技术

研发和创新都集中在发达国家。根据国际能源署出版的《2010 年能源技术展望》资料显示,2000—2005 年日本、美国和德国在 13 个减缓气候变化技术上的发明专利占全球申报总数的 60% 左右,其中仅日本就占了 37%,而且日本在电动汽车和混合动力汽车技术以及垃圾制造能源和照明技术领域的发明也占全球的 50%。从低碳技术需求的角度看,处于工业化发展期间,并且以燃煤为基础的新兴经济体的经济高速增长正在成为世界碳排放增长的主导因素,他们需要低碳技术。显然,低碳技术的国际合作是均衡低碳技术供给与需求的必然选择。

三、低碳技术对低碳经济作用效果的实证分析

在理论分析的基础上,我们建立面板数据模型,通过实证分析进一步检验低碳技术对低碳经济的作用及其效果。

(一) 计量模型设定

被解释变量是反映低碳经济特征的变量,而解释变量则主要是反映低碳技术的研发、扩散以及国际合作和转移的变量。根据上文分析,面板数据计量模型主要设定为:

$$\log(\text{IS}) = \alpha + \beta_1 \log(\text{RD}) + \beta_2 \log(\text{dif}) + \beta_3 \log(\text{GDP}) + \beta_4 \text{cop}_1 + \beta_5 \text{cop}_2 + \beta_6 \text{cop}_3 + \epsilon \quad (10)$$

其中,IS 表示各个国家的碳排放强度,即单位产出的碳排放量,碳排放强度的高低是低碳经济发展水平的主要标志; α 表示常数项;RD 为能源技术的研发投入强度,取值为能源研发支出占国内生产总值 GDP 的比重;dif 表示新能源的普及率,体现了一个国家新能源技术扩散或者市场化的程度;GDP 表示一国国内生产总值; cop_1 、 cop_2 、 cop_3 为虚拟变量,分别表示《京都议定书》签字后的不同时间段,以控制国际气候合作约束对碳排放的影响。具体来说, cop_1 表示《京都议定书》签字后的第一个三年,即 2000 年、2001 年、2002 年,取值为 1,其他年份为 0; cop_2 表示《京都议定书》签字后的第二个三年,即 2003 年、2004 年、2005 年,取值为 1,其他年份为 0; cop_3 表示《京都协定书》签字后的第三个时间段,即 2006 年、2007 年、2008 年、2009 年,取值为 1,其他为 0; ϵ 为随机误差项。

(二) 数据来源

为了检验低碳技术对低碳经济的作用效果,本文从世界银行数据库和 IEA 数据库中(其中关于低碳技术研发的数据主要取自 IEA 数据库,而其他数据则取自世界银行的《世界发展指标》数据库)选取了 OECD(经合组织)9 个国家 1997—2009 年共计 117 组数据。这 9 个国家分别是日本、美国、德国、英国、法国、意大利、丹麦、瑞典、挪威。2012 年 BP(英国石油集团)发布的《BP 世界能源统计》资料显示,OECD 国家能源消耗占全球能源消耗总量的 45%

左右,其可再生能源的使用占全球的比重约为 75%,而以上 9 个国家的能源消耗量大约是 OECD 国家能源消耗总量的 60%。因此,选择这 9 个国家的数据作为样本具有一定的代表性。

(三)实证检验结果分析

1. 模型设定的 Hausman 检验

我们首先对模型进行面板回归分析,并在此基础上运用 Hausman 检验判定是选取固定效应模型还是随机效应模型。Hausman 检验的原假设是固定效应模型与随机效应模型的参数估计量之间没有系统性的差别。而模型检验的结果拒绝原假设,也就是说,Hausman 检验表明随机效应模型会产生不一致的估计量,所以,我们采用固定效应模型进行回归分析。

2. 模型估计结果和分析

表 1 面板数据回归结果显示,首先,从低碳技术研发看,低碳技术研发投入强度 RD 与碳排放强度 IS 显著负相关,即低碳技术研发投入每增加 1 个百分点,碳排放强度的增长幅度就会下降 5 个百分点。其次,从低碳技术扩散看,碳排放强度 IS 与新能源的普及率 dif、国内生产总值 GDP 显著负相关。具体来说,新能源的普及率每增加 1%,碳排放强度的增长幅度就下降 15%。这充分反映了低碳技术的市场化对实现低碳经济的关键作用。控制变量国内生产总值则反映了低碳技术扩散的市场潜力。市场规模越大,低碳技术的应用范围越广,由此产生的“干中学”效应越大,越有利于低碳技术进步,进而更大幅度地降低碳排放强度。最后,从低碳技术国际合作看,一方面,碳排放强度 IS 与 cop_1 、 cop_2 、 cop_3 呈现显著负相关,这说明国际气候协定《京都议定书》对碳排放有一定的制约作用;另一方面, cop_1 、 cop_2 和 cop_3 的系数显示出国际气候协定的作用逐步加强, cop_1 对碳排放强度的削减幅度为-0.0735, cop_2 对碳排放强度的削减幅度为-0.1108,几乎是 cop_1 的 2 倍, cop_3 则为-0.2514,超过了 cop_2 的 2 倍。这是因为气候协定对低碳技术的影响以及扩散有一个滞后的过程,同时,UNFCCC 自 1995 年起每年召开缔约方会议(COP)以评估应对气候变化的进展,这对《京都议定书》的执行有一定的监督和促进作用。

表 1 面板数据固定效应回归结果

解释变量	系数	标准差	T 值	P 值
Log(RD)	-0.0556	0.0190	-2.93	0.004
Log(dif)	-0.1535	0.0358	-4.29	0.000
Log(gdp)	-0.9807	0.1708	-5.74	0.000
cop_1	-0.0735	0.0203	-3.62	0.000
cop_2	-0.1108	0.0269	-4.13	0.000
cop_3	-0.2514	0.0341	-7.37	0.000
常数项	25.201 3	4.8247	5.22	0.000
样本数=117		Prob>F=0.0000		R ² =0.9170

四、结论与政策建议

通过理论和实证分析我们发现:首先,低碳技术研发与碳排放强度显著负相关,这体现了低碳技术研发推动低碳经济发展的作用机制。但是目前全球低碳技术研发投资还存在很大的缺口。资料显示,全球现有评估的研发和示范投资需求与现有水平之间的差距约为 400 亿美元—900 亿美元。^②因此,要充分联合各方面的力量,如市场、企业、高校、政府和金融市场等,通过许多并行和相互关联的途径来寻求低碳技术创新。其次,低碳技术扩散与碳排放强度具有较强的负相关性,因此,实现低碳经济需要进一步提高低碳技术的扩散程度或者普及率。当前,由于低碳技术并不具备成本优势等原因,所以普及率比较低。因此,我们需要进一步加强减排的法规建设,提高碳减排的标准,充分利用市场机制和政府的宏观调控政策大规模地推广现有的和新出现的低碳技术。同时我们还需要进一步拓展和完善碳市场机制,以及不同的投资和融资机制,以加速低碳技术的市场化进程。最后,国际合作对发展低碳经济具有重要作用,因此,要进一步加强低碳技术的国际合作和转移。低碳技术资源供给和需求的配置不对称使低碳技术的国际合作和转移成为必然。而低碳技术的国际化进程缓慢成为制约低碳经济发展的重要原因。因此,发展中国家必须积极推动低碳技术的国际合作,只有这样才能在全球范围内优化低碳技术的资源配置,更有效地发展低碳经济。

总之,我们要采取适当的政策措施,进一步发展低碳技术,加快实现低碳经济。

* 感谢匿名审稿人的建设性意见,使得本文更加充实,当然文责自负。

注释:

①马克思:《马克思恩格斯全集》(第 39 卷),人民出版社 1975 年版,第 199 页。

②张阿玲:《2010 能源技术展望——面向 2050 年的情景与战略》,清华大学出版社 2011 年版,第 290 页。

主要参考文献:

- [1]程恩富,王朝科.低碳经济的政治经济学逻辑分析[J]. 学术月刊,2010,(7):62—65.
- [2]陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究,2009,(4):41—55.
- [3]马克思,恩格斯.马克思恩格斯全集(第 39 卷)[M]. 北京:人民出版社,1975.
- [4]马艳,严金强,李真.产业结构与低碳经济的理论与实证分析[J]. 华南师范大学学报(社会科学版),2010,(5):119—123.
- [5]齐新宇,严金强.碳排放约束与经济增长理论及实证研究[J]. 学术月刊,2010,(7):73—77.
- [6]杨志,陈波.碳交易市场走势与欧盟碳金融全球化战略研究[J]. 经济纵横,2011,(1):25—29.
- [7]于宏源,王健.全球气候治理和发展中国家气候谈判策略研究[J]. 毛泽东邓小平理论研究,2009,(7):61—66.

- [8] Peretto P F. Energy taxes and endogenous technological change [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2009, 57(3): 269—283.
- [9] Torvanger A. Manufacturing sector carbon dioxide emissions in nine OECD countries, 1973—87: A Divisia index decomposition to changes in fuel mix, emission coefficients, industry structure, energy intensities and in ternational structure. [J]. Energy Economics, 1991, 13(3): 168—186.
- [10] Unruh G C. Understanding carbon lock-in [J]. Energy policy, 2000, 28(12): 817—830.

Theoretical and Empirical Analysis of the Effect of Low-carbon Technology on Low-carbon Economy: From a Theoretical Perspective of Marx's Value Composition of Aggregate Social Products

MA Yan^{1,2}, WU Lian^{1,2}

(1. School of Economics, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China; 2. School of Economics, Henan University of Economics and Law, Zhengzhou 450046, China)

Abstract: The development of low-carbon economy is required to not only ensure the fixed economic growth rate, but also limit carbon emissions to safety range. And low-carbon technology is a key factor of the realization of this target. This paper introduces low-carbon technology into Marx's theoretical model of value composition of aggregate social products and constructs a new theoretical model of value composition of aggregate social products including low-carbon technology. It confirms the important role of low-carbon technology in the realization of low-carbon economy as well as significance and mechanisms. Then it concretely analyzes the promotion role of low-carbon technology R&D, the realization and strengthening mechanisms of low-carbon technology diffusion and resources distribution effect of international cooperation. It employs the data of nine OECD countries to further verify the positive effect of low-carbon technology on the development of low-carbon economy.

Key words: aggregate social products; low-carbon technology; low-carbon economy; mechanism

(责任编辑 金 澜)