

浅析经济发展中低碳经济的评价指标

张 晴

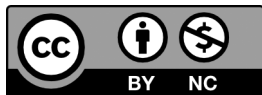
四川职业技术学院，遂平

摘 要 | 低碳经济是气候变化背景下人类的必然选择。虽然低碳经济理念备受推崇，但对于低碳经济的概念和评估方法尚缺乏深入研究。研究探讨了低碳经济的概念和核心要素，指出低碳经济是一种经济形态，其发展过程具有阶段性特征，低碳经济应该包含四个核心要素，即发展阶段、资源禀赋、技术水平、消费模式，其中生产过程的低碳化、能源结构的低碳化和消费模式的低碳化都与发展阶段密切相关。在此基础上，依据一定方法和原则，构建了以低碳产出、低碳消费、低碳资源、低碳政策和低碳环境为维度的多层次评价指标体系和相应的评价方法，以期为定量评估低碳经济发展潜力提供参考依据。目前对低碳经济发展水平进行评价还存在诸多问题，世界上没有任何一个国家已经达到低碳水平，因此在推动我国低碳转型和发展过程中，今后更重要的是切实落实应对气候变化和节能减排工作，以环境优化经济发展。

关键词 | 低碳经济；评价指标；发展潜力

Copyright © 2022 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



由人为温室气体排放所引起的全球变暖问题日益引起国际社会的广泛关注。从《联合国气候变化框架公约》签署到《京都议定书》生效，再到《哥本哈根协议》的艰难谈判，关于发展权与排放权的讨论不断升级，也催生了低碳经济理念的

迅速发展。虽然低碳经济发展道路在国际上越来越受到关注，但何为低碳经济，如何从传统的依赖化石能源的高碳排放经济走向低碳经济形态，需要从低碳经济的概念、影响要素和评价方法等方面进行深入分析。作为世界排放大国和最大的发展中国家，中国应该寻找一条低碳发展之路，以便在保障社会经济发展的前提下参与全球减排行动。

1 低碳经济概念及核心要素

低碳经济是在全球气候变化背景下产生的。虽然低碳经济的术语在 20 世纪 90 年代后期的文献中就曾出现，但其首次出现在官方文件是 2003 年 2 月 24 日由英国时任首相布莱尔发表的《我们未来的能源——创建低碳经济》的白皮书中，其在白皮书中指出，英国将在 2050 年将其温室气体排放量在 1990 水平上减排 60%，从根本上把英国变成一个低碳经济的国家。2006 年 10 月，由英国政府推出、前世界银行首席经济学家尼古拉斯·斯特恩牵头的《斯特恩报告》(Stern Review) 指出，全球以每年 GDP 1% 的投入，可以避免将来每年 GDP 5% ~ 20% 的损失，呼吁全球向低碳经济转型。低碳经济概念引发了各国以低碳发展应对气候变化的信心和兴趣。日本要打造成为全球第一个“低碳社会”，美国也在 2007 年 7 月向国会提交了一项包括“低碳经济法案”的法律草案。与此同时，各国各级政府提出了无数的低碳举措，企业领导人也在积极行动。今天的问题不再是向低碳经济转型是否必须，而是如何迅速并且在什么规模促进向低碳经济转型。

1.1 低碳经济概念辨识

对于低碳经济是一种经济形态还是一种发展模式，或是二者兼而有之，学术界和决策者尚未有明确共识。国家生态环境部部长周生贤指出：“低碳经济是以低耗能、低排放、低污染为基础的经济模式，是人类社会继原始文明、农业文明、工业文明之后的又一大进步。其实质是提高能源利用效率和创建清洁能源结构，核心是技术创新、制度创新和发展观的转变。发展低碳经济，是一场涉及生产模式、生活方式、价值观念和国家权益的全球性革命。”庄贵阳利用碳排放弹性作为脱钩指标，分析了全球 20 个主要温室气体排放大国在不同发

展阶段人均收入和温室气体排放增长之间的脱钩特征，指出全球向低碳经济转型具有阶段性特征。中国环境与发展国际合作委员会（CCICED）报告指出，“低碳经济是一种后工业化社会出现的经济形态，旨在将温室气体排放降低到一定的水平，以防止各国及其国民受到气候变暖的不利影响，并最终保障可持续的全球人居环境。”英国外交部自2003年以来开展的“战略方案基金”（Strategic Programme Fund，先前称之为“环球机遇基金”）的目标之一就是促进全球经济的低碳高增长（Low Carbon-High Growth）。

实际上，上述概念都部分地把握到了低碳经济的核心特征，即“低碳排放”和“阶段性特征”，并且都指出了低碳经济的目标是为了应对环境、能源和气候变化挑战，低碳经济的实现途径是技术创新、提高能效和改善能源结构等。但是，上述概念也存在着不足之处：一方面，对于“低碳”排放的含义及其与“经济”的关系未做具体深入的阐释；另一方面，对于低碳经济的内在驱动力未做深入剖析。本文认为，低碳经济是指碳生产力和人文发展均达到一定水平的一种经济形态，具有低能耗、低污染、低排放和环境友好的突出特点，旨在实现控制温室气体排放和发展社会经济的全球共同愿景。碳生产力指的是单位CO₂排放所产出的GDP，碳生产力的提高意味着用更少的物质和能源消耗产生出更多的社会财富；人文发展意味着在经济发展、居民健康与教育、生态环境保护以及社会公平等人文尺度上实现社会与经济的和谐发展。这一概念的特点在于，一方面对于人文发展施加了碳排放的约束，另一方面强调碳排放约束不能损害人文发展目标，其解决途径便是通过技术进步和节能等手段提高碳生产力。这一概念并未刻意区分绝对或相对的低碳排放，但是，从短期来看，可以在不改变其能源结构和产业结构的前提下，提高能源利用效率和碳产出效率，实现相对的低碳排放；从长期来看，技术进步能够借助清洁能源替代、低碳技术应用等手段实现一国碳排放总量的绝对下降。

1.2 低碳经济的核心要素

低碳经济与发展阶段、资源禀赋、消费模式和技术水平等驱动因素密切相关，并且通过低碳化进程得以实现。低碳化具有两个方面的含义，一是能源消费的碳

排放的比重不断下降,即能源结构的清洁化,这取决于资源禀赋,也取决于资金和技术能力;二是单位产出所需要的能源消耗不断下降,即能源利用效率不断提高。从社会经济发展的长期趋势来看,由于技术进步、能源结构优化和采取节能措施,碳生产力也在不断提高。因此,低碳化进程也就是碳生产力不断提高的过程。

根据前述概念解析,低碳经济应该包含四个核心要素:发展阶段、资源禀赋、技术水平、消费模式。其中生产过程的低碳化、能源结构的低碳化和消费模式的低碳化都与发展阶段密切相关。低碳经济可用如下概念模型如下所示: $LCE=f(E, R, T, C)$ 。其中,E代表经济发展阶段,主要体现在产业结构、人均收入和城市化等方面;R代表资源禀赋,包括传统化石能源、可再生能源、核能、碳汇资源等。显然,此处的资源不仅是自然资源,也包含人力资源,没有人力和资本的投入,可再生能源、核能等不可能得到高效利用;T代表技术水平,指主要能耗产品和工艺的碳效率水平,通常情况下,技术水平是发展阶段的产物,但对低碳经济来说不一定如此,一些国家可以利用先进的低碳技术,超越许多发达国家经历过的先污染后治理的传统发展阶段,实现跨越式的低碳发展;C代表消费模式,主要指不同消费习惯和生活质量对碳的需求或排放。

1.2.1 经济发展阶段

经济发展到一定程度,社会财富的累积效应能够在两个方面促进低碳经济的发展:一是知识和技术的积累导致的低碳技术进步;二是对经济资本存量累积的需要大大减小,可以将较多的能源消耗用于服务业,提升国民的消费水平。尽管各国碳排放的驱动因素有所差异,但是就发展阶段而言,不外乎是由消费和生产两种因素决定的。简言之,发达国家主要是后工业化时代的消费型社会所带动的碳排放,而发展中国家主要是生产投资和基础设施投入带动的资本存量累积的碳排放。

因此,经济发展阶段是一个国家向低碳经济转型的起点和背景。由于处于不同历史阶段,使得各国在走向低碳经济时面临的问题也有所不同,相应的政策措施、路径选择和减排成本也会有所不同。发达国家已经实现了高人文发展的目标,而发展中国家必须实现低碳转型和人文发展的双重目标,这必将增加发展中国家实现低碳转型的难度。

1.2.2 资源禀赋

资源禀赋是实现低碳经济的物质基础。资源禀赋涉及广泛的内容,包括:矿产资源、可再生能源、土地资源、劳动力资源,以及资金和技术资源等等,都是发展低碳经济的重要投入要素。其中,与低碳经济关系最为密切的是低碳资源,包括太阳能、风能、水力资源及核能等零排放的清洁能源;能够提供碳汇的森林资源、湿地、农田等等。此外,还应当包括能够调节大气和水文循环、影响人居环境的气候资源和生态资源。自然地理条件是否宜居,会影响到居民衣食住行及社会经济对能源的依赖程度。

1.2.3 技术水平

技术进步因素对低碳经济的影响至关重要。技术进步能够从不同角度推动低碳化的进程,包括:能源效率、低碳技术发展水平(如碳捕获技术等)、管理效率、能源结构等。一般所说的低碳技术主要针对电力、交通、建筑、冶金、化工、石化、汽车等重点能耗部门,既包括对现有技术的应用,近期可商业化的技术,也包括远期可能应用的技术。例如,从现阶段来看,能源部门的低碳技术涉及节能、煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发、可再生能源及新能源利用技术、二氧化碳捕获与埋存等领域的减排新技术。此外,碳捕获技术(CCS)也被认为是实现技术蛙跳效应,促进发展和减排目标协同实现的一个捷径。

1.2.4 消费模式

一切社会经济活动最终都要体现为现实或未来的消费活动,因而一切能源消耗、环境污染等在根本上都是受到全社会各种消费活动的驱动。研究表明,由于行为习惯、生活方式等消费模式方面的差异,不同国家居民消费产生的能源消耗和碳排放具有较大的差异。例如,美国和英国等欧盟国家人均GDP均超过了3万美元,在消费排放上却存在较大差距。以家庭部门的交通排放为例,由于对私人汽车的依赖,美国家庭人均出行排放约4t左右,是其他国家的2倍。此外,全球化导致的生产与消费活动的分离,使得一国真实的消费排放被国际贸易中的转移排放问题所掩盖。假定各国碳排放强度相同,则一国消费的对外依赖度越高,消费导致的碳排放也越多。因此,从消费侧而非生产侧角度,探讨一国国民实际消费导致的碳排放,有助于采取更加公平的视角从源头上推动低碳发展。

2 低碳经济评价指标选取方法与原则

根据以上对低碳经济概述和核心要素的认识,如何全面、客观地评价一个国家或经济体低碳经济发展水平成为低碳经济深化研究迫切需要解决的问题,而目前在这一方面的研究几乎是空白,因此必须建立一套综合评价指标体系。

2.1 评价指标体系构建方法

为了建立一套普遍被接受的评价指标体系,首先所选取的指标之间尽可能要相互独立,并具有明确的经济含义。目前国内在实践中广泛应用的评价指标体系,一种是利用层次分析法把所选取的指标指数化,赋予权重后加总,以得分的高低排名,这种方法常见于时下比较流行的各种排名;另一种是给各指标设定不同的阈值,以是否达到阈值(目标值)为考核标准,这种方法如国家生态环境部(原国家环保总局)颁布的《生态县、生态市、生态省建设指标》。在国际上,还有一种是以是否实施了某些政策或技术为评价体系,如英国碳基金为几个试点城市所做的指标体系。

2.2 评价指标体系功能

低碳发展可以理解为以低碳化为主要特征的可持续发展路径。为了度量实现低碳经济过程中所处的发展阶段、存在的差距及可以采取的政策手段,在低碳经济概念的基础上,进一步建立一个多维度的综合性评价指标体系。这套综合评价指标体系要具有两个方面的功能:一方面要能够横向比较各国或经济体离低碳经济目标有多远,另一方面要能够纵向比较各国或经济体向低碳经济转型的努力程度。

2.3 评价指标体系遵循的原则

低碳经济综合评价指标体系的概念框架,参照联合国可持续发展委员会(UNCSD)提出的驱动力—状态—响应(Driving Force—Status—Response,简称DSR)模型。DSR框架是研究环境—经济—社会三大系统协调发展的基本模式,被广泛用来构建各种不同领域的可持续发展指标体系。参照UNCSD第三次修订的可持续发展指标体系,构建指标体系需考虑以下原则:(1)指标简洁,有代

表性；（2）指标可得性，各国（经济体）之间具有可比性；（3）指标选择与政策目标相联系；（4）社会经济指标与环境指标的相容性。

基于驱动力—状态—响应模式和指标构建原则，对低碳经济的综合评价应从不同角度加以理解：（1）低碳经济发展的驱动因素：经济发展到后工业化时期，社会经济系统具有向高产出、低污染、环境友好型发展模式转型的内在动力和诉求，包括生产方式、消费模式、技术导向和资源可持续利用等等；（2）低碳发展状态：对一国（经济体）经济发展阶段、资源禀赋、技术水平和消费模式的综合度量，能够界定该国在某一时期所处的低碳经济发展水平，包括人均碳排放、碳生产力水平、低碳资源的开发利用情况等；（3）低碳发展的政策与环境响应：用以表征人类为促进低碳发展所采取的对策，如征收碳税和排污税、提高能源利用效率，推广公共交通和绿色建筑，植树造林增加碳汇，利用税收优惠和财政补贴鼓励发展可再生能源等等，以评价一国（经济体）实现低碳经济转型的努力与不足，探讨如何采取有针对性的低碳发展路径；或者设定未来某一时期的低碳经济发展目标，评估政策的可行性及不同发展路径的成本。

3 低碳经济评价指标体系构建

综上所述，衡量一个国家（或经济体）是否达到了低碳经济，除了发展阶段这一基本背景之外，核心是在资源禀赋、技术水平及消费方式三个方面是否具备低碳发展的潜力，同时还要考察各国（或经济体）向低碳经济转型所付出的努力，以及促进低碳发展对环境的影响。因此，本文构建的低碳经济评价指标体系分为目标层、准则层和指标层三个层次。第一层目标层为可持续发展框架下的低碳经济发展水平；第二层准则层则由低碳产出指标、低碳消费指标、低碳资源指标、低碳政策指标、低碳环境指标五个方面构建指标体系，其中，低碳产出指标表征低碳技术水平、低碳消费指标表征消费模式、低碳资源指标表征低碳资源禀赋及开发利用情况、低碳政策指标表征向低碳经济转型的努力程度、低碳环境指标表征降低碳排放与环境保护的协同效应；第三层指标层在上述五个方面下设若干评价目标，最终构成终极指标。然而，评价低碳经济水平要具有可持续性，避免由于经济波动和社会政治动荡等造成的对某一年度指标值的影响。即便某一指标距

低碳经济水平尚有差距，但也要考察每一年的演进方向。

3.1 指标解释

3.1.1 低碳产出指标

碳生产力被认为是衡量低碳化的核心指标，指单位碳排放所创造的 GDP。为突出区域产业结构的差异，可对碳生产力的计算方法进行产业结构系数修正。并且，这一指标将能源消耗导致的碳排放与 GDP 产出直接联系在一起，能够直观地反映社会经济整体碳资源利用效率的提高，同时也能够衡量一个国家或经济体在某一特定时期的低碳技术的综合水平。此外，由于与经济结构相关联，碳生产力指标的高低能够体现一国在货币资产和技术资产积累到一定水平时，进一步降低单位能源消费碳排放强度的潜力和障碍。能源加工转换效率是能源系统流程中的一个生产环节，它是观察能源加工转换装置和生产工艺先进与落后等的重要指标。提高能源加工转换效率意味着以较少的一次能源投入生产较高的二次能源产出，这是节能减排和发展低碳经济的一个重要方面。

3.1.2 低碳消费指标

碳消费水平旨在从消费来衡量一国（或经济体）的碳排放水平。尽管消费模式受到多种因素的影响，“居民消费碳排放”和“政府消费碳排放”可作为综合性指标来界定消费模式对碳排放的影响。前者指居民住户在一定时期内对于货物和服务的全部最终消费支出所产生的碳排放，能够反映居民消费结构和消费水平等自然消费模式对碳排放的综合影响；后者指政府部门为全社会（包括居民住户）提供的公共服务和免费或较低价格服务的消费支出所产生的碳排放，能够反映政府部门的发展水平和社会组织形式等社会消费模式对碳排放的综合影响。这两个指标可以根据最终消费支出占 GDP 的比重（即最终消费率）与单位经济总量的含碳强度（即单位 GDP 碳排放）的比值加以核算。

3.1.3 低碳资源指标

碳资源禀赋及利用水平，主要关注一国（或经济体）的能源结构、能源含碳强度和碳汇水平情况，包含三个核心指标，即零碳能源比重、能源碳排放系数和碳汇密度。其中，水能、风能、太阳能、生物质能等可再生能源和核能属于零碳

排放的能源；考虑到化石能源是大多数国家（或经济体）的能源来源，为了比较化石能源利用结构差异，选取碳能源排放系数（由能源结构加权平均计算的单位能源消费的碳排放）作为一个重要指标；碳汇密度是应对气候变化和推动节能减排，实现低碳化的重要物质基础，这一指标可采用单位面积碳汇量表达。

3.1.4 低碳政策指标

发展低碳经济，必须立足于当前经济发展阶段和资源禀赋，认真审视低碳经济的内涵和发展趋势，将能源结构的清洁化、产业结构的优化与升级、技术水平的提高、消费模式的改变、发挥碳汇潜力等纳入经济和社会发展战略规划。上述途径均离不开制度环境的配套与政策工具的推动。因此，是否具有低碳经济发展战略规划，是否建立碳排放监测、统计和监管体系，公众的低碳经济意识如何，环保节能标准的执行情况，以及是否征收碳税等，可以反映一个国家低碳经济转型的努力程度。

3.1.5 低碳环境指标

发展低碳经济，以环境优化经济是环境保护领域的重要工作。国内外研究表明，减缓气候变化和节能减排的成效与环境保护之间具有协同效应，环境改善与温室气体减排是互赢的。因此，环境质量改善也是衡量低碳经济发展水平的重要指标。“废弃物碳排放强度”和“工业三废处理指数”可以作为衡量低碳环境的两个重要指标，前者反映了废弃物总的产生量与废弃物处置所产生的碳排放之间的关系，后者反映了工业污染物的治理水平，这一指标可采用加权平均值计算三废处理指数。

3.2 评价方法

根据上述低碳经济评价指标体系及实践中广泛应用的评价方法，目前针对低碳经济发展水平的综合评价，可采用两种方法：一是单项指标评价法，通过单项指标的对比，评价单项指标的发展状态及所处的地位，由此综合判定分析整体低碳发展水平，这一方法无法定量评价多个区域（或经济体）的等级次序；二是综合评价法，通过对单项指标加权，并综合合成，形成发展程度的综合得分，以区分多个区域（或经济体）的等级次序，同时，这一方法也可对单项指标进

行判定，但在确定指标权重时存在一定的主观性。

4 存在的问题

作为一种新的经济形态，低碳经济始于应对全球气候变化的大背景。目前对低碳经济发展水平进行评价还存在诸多问题，没有任何一个国家已经达到低碳水平，因此，上述建立的综合评价体系也只是对低碳经济发展潜力的一种相对评估。在指标选取、权重确定等方面仍有值得进一步推敲的不足之处，但仍不失为定量评估低碳经济发展潜力提供参考依据。在推动我国低碳转型和发展过程中，今后更重要的是切实落实应对气候变化和节能减排工作，以环境优化经济发展。

参考文献

- [1] 张坤民, 潘家华, 崔大鹏. 低碳经济论 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.
- [2] 庄贵阳. 低碳经济: 气候变化背景下中国的发展之路 [M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [3] 胡涛, 田春秀, 李丽平. 协同效应对中国气候变化的政策影响 [J]. 环境保护, 2004 (9): 56-58.

Analysis of the Evaluation Index of Low Carbon Economy in Economic Development

Zhang Qing

Sichuan Vocational and Technical College, Suiping

Abstract: Low-carbon economy is the inevitable choice of mankind under the

background of climate change. Although the concept of low-carbon economy is highly respected, there is still a lack of in-depth research on the concept and evaluation methods of low-carbon economy. Research to explore the concept of low carbon economy and core elements, and points out that the low carbon economy is a kind of economic form, its development process with periodic characteristics, low carbon economy should include four core elements, namely, stage of development, resource endowment, technology level, consumption patterns, including the production process of low carbon, low carbon energy structure and consumption patterns of low carbon is closely related to the stage of development. On this basis, according to certain methods and principles, a multi-level evaluation index system and corresponding evaluation methods are constructed with low carbon output, low carbon consumption, low carbon resources, low carbon policy and low carbon environment as dimensions, in order to provide reference basis for quantitative evaluation of low carbon economic development potential. At present, there are still many problems in evaluating the development level of low-carbon economy. No country in the world has reached the low carbon level. Therefore, in the process of promoting China's low-carbon transformation and development, it is more important to effectively implement the work of coping with climate change and energy conservation and emission reduction in the future, so as to optimize economic development with the environment.

Key words: Low-carbon economy; Evaluation index; Development potential