西部论坛 WEST FORUM
第23卷第4期 2013年7月
Vol.23 No.4 Jul. 2013

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2013.04.011

基于脱钩理论的安徽经济增长与碳排放动态分析*

程会强,陈 豹
(北京工业大学 循环经济研究院,北京 100124)

摘 要:在中部崛起和皖江城市带开发的大背景下,工业发展成为安徽经济增长的最主要动力,但高能耗和高碳排放也成为伴生安徽经济增长的一个不争事实。根据安徽省1990—2011年的经济数据,计算安徽省经济增长的碳排放总量,运用脱钩理论分析安徽经济增长的碳排放动态脱钩变化,分析表明安徽经济增长对碳排放的脱钩存在复钩的可能,且表现为三阶段动态复钩的变化趋势。据此,安徽省应调整产业结构、审慎产业转移、开发清洁能源、加大环保治理投入和加强森林碳汇,实现低碳发展。

关键词:脱钩理论;脱钩弹性指数;相对脱钩;绝对脱钩;复钩;经济增长;碳排放;低碳发展;安徽省
中图分类号:F062.2;F12754 **文献标志码**:A **文章编号**:1674-8131(2013)04-0091-07

一、引言

在资源约束趋紧、环境污染严重的严峻形势下,党的"十八大"提出了绿色发展、循环发展和低碳发展,建设生态文明和美丽中国。在此背景下,对经济增长与碳排放关系的深入研究就不仅是学术界所关注的重点问题,也成为我国转变经济发展方式所亟待解决的现实问题。目前学术界对经济增长与碳排放的研究主要集中在经济增长下的排碳总量增加、能源消费结构差异下的碳排放以及区域经济增长背景下碳排放差异的解释等方面,所运用的方法主要有协整分析、EKC曲线分析、投入产出分析以及结构分解法,更多侧重于分析经济增长和碳排放之间的静态相关性,而对经济增长和碳排放之间耦合动态变化的研究则相对缺乏。因此应用脱钩理论对经济增长与碳排放的关系进行深入研究就显得极为必要。

脱钩理论研究的是关联变量间从同步耦合到非同步破裂(变量间的阻断关系)的过程。Samouilids和Mitropoulos(1984)在研究希腊的工业经济发展过程中,就潜在阐述了经济增长对能源的脱钩情况,认为希腊的工业经济发展可以摆脱能源依赖,通过技术进步和产业结构调整可以改变能源束缚。Grossman和Kruerger(1991)提出的经济增长与环境污染之间的倒U曲线可以看作是经济增长对环境的脱钩,而且拐点后的经济增长是动态有效的。经历了20多年的发展,OECD(2002)正式提出了脱钩理论,认为除了经

* **收稿日期**:2013-04-16;**修回日期**:2013-05-27
基金项目:北京市重点学科"资源、环境与循环经济"项目(033000541212002)
北京工业大学研究生科技基金重点项目(ykj-2012-8875)
作者简介:程会强(1970—),男,山东潍坊人;研究员,博士,硕士生导师,在北京工业大学循环经济研究院任教,主要从事循环经济理论与实践研究;Email:hqcheng@hotmail.com。
陈豹(1991—),男,安徽池州人;硕士研究生,在北京工业大学循环经济研究院学习,主要从事循环经济与低碳经济研究;Email:dongm_chen@163.com。

济增长对环境的内在影响外,还存在政策、产业结构、技术进步等众多外部影响因素,解释经济增长对碳排放的脱钩需要考虑到能源消费结构、产业结构和政策效应等多方面因素。Tapio(2005)在之前研究的基础上,考虑到对经济数据选择的时间弹性,进而引入中间变量,以芬兰交通运输业为例来计算碳排放与经济增长的脱钩,开启了相对系统的经济增长与碳排放之间的脱钩分析。

国内对经济脱钩理论的研究相对较晚,并且在很多计算标准上也尚不统一。张忠祥(2000)运用西方的研究方法最早提出了中国经济增长的碳排放脱钩情况,认为中国的碳排放主要来源于化石燃料燃烧,其中 90% 以上的碳排放来源于原煤和原油;对于我国 GDP 增长与能源消费之间具体呈现怎样的脱钩,赵一平等(2006)做了一定的尝试研究;在 Tapio 脱钩指标的运用上,庄贵阳(2007)在探讨全球气候变化大背景下中国的低碳发展之路中做了较好的诠释;还有不少学者认为无论是基于国家层面还是地区层面,我国经济增长和碳排放的脱钩都还处于弱脱钩阶段,与强脱钩的目标还有一定的距离(李忠民 等,2011;彭佳雯 等,2011)。

总体而言,我国目前对经济增长与碳排放脱钩的研究仍处于理论阶段,实证和动态分析相对缺乏。因此,本文尝试以安徽省为例,在已有的研究基础上,运用脱钩理论分析安徽经济增长对碳排放的动态脱钩演进。

二、分析方法与数据来源

1.脱钩指标

脱钩理论可以通过经济变量和环境变量等相关数据来表征变量间的阻断关系。脱钩指标是数据分析的关键,是基于驱动力—压力—状态—影响—反应的框架来设计的。目前脱钩指标的构建存在两种模式:一是 OECD 最初构建的脱钩指标模式,可以简单表述为碳排放的增长速度与经济增长速度之间的比较,若二者的增长速度均为正且经济增长速度快于碳排放的增长时为相对脱钩;若经济增长为正而碳排放增长为负时为绝对脱钩,相对脱钩是绝对脱钩的前提。二是 Tapio 在 OECD 的基础上加以完善的指标构建模式。Tapio 引入中间变量和脱钩弹性,考虑因素之间的动态灵敏度,并且根据弹性值划分为三大类八小类脱钩状态,对地区经济增长和环境压力关系的判定更为精确。本文在综合二者适用性的基础上,提出指标体系和分析框架。

脱钩弹性指数:

$$T=\frac{\Delta C/C}{\Delta E/E}\cdot\frac{\Delta E/E}{\Delta GDP/GDP}=\frac{\Delta C/C}{\Delta GDP/GDP}$$

式中,T 为脱钩弹性指数,C 为碳排放量,E 为终端能源消耗,GDP 为经济总量,$\Delta C/C$、$\Delta E/E$、$\Delta GDP/GDP$ 分别为碳排放改变率、终端能源消耗改变率和经济增长改变率。

脱钩弹性 T 引入中间变量终端能源消耗,动态反映了碳排放、能源消耗和经济增长两两之间的关系,通过数据变量关系拟合数据间的匹配函数,进而反映经济增长的小规模变动引起碳排放的改变量。表 1 中,碳排放代表环境压力,GDP 水平代表经济增长,正负号表示对应项数据增长率与零的比较,弹性脱钩指数 T 有三个临界值 0、0.8 和 1.2,依次把脱钩状态划分为八种类型。

表 1　脱钩弹性指数与脱钩状态

脱钩状态		环境压力	经济增长	脱钩弹性指数
负脱钩	扩张负脱钩	+	+	$T>1.2$
	强负脱钩	+	−	$T<0$
	弱负脱钩	−	−	$0<T<0.8$
脱钩	弱脱钩	+	+	$0<T<0.8$
	强脱钩	−	+	$T<0$
	衰退脱钩	−	−	$T>1.2$
连结	增长连结	+	+	$0.8<T<1.2$
	衰退连结	−	−	$0.8<T<1.2$

资料来源:根据 Tapio(2005)整理。

2.碳排放指标

对碳排放的测度,选取原煤、焦炭、原油、燃料油、汽油、柴油、煤油和天然气八种终端能源代表安徽省主要能源消耗水平,通过终端能源的消耗量来计算能源的碳排放额度。安徽省经济增长对终端能源的依赖性较大且能源的排碳系数较高,因而具有代表性。

能源碳排放 $C=\sum_{i=1}^{8}\alpha_i\times\beta_i\times\gamma_i$

式中,α_i 为第 i 种能源的消耗量;β_i 为第 i 种能源的标准煤折算系数;γ_i 为第 i 种能源的碳排放系数;$i=1,2\cdots8$,分别表示从原煤到天然气八种能源。碳排放的总量采用西格玛求和加总的方法;能源折标系数和碳排放系数分别取自于 GB/T 2589—2008 和 IPCC(2006),如表 2 所示:

表 2　能源折标系数和碳排系数

能源种类	原煤	焦炭	原油	燃料油	汽油	柴油	煤油	天然气
折标系数/10^4tce/10^4t	0.714 3	0.971	1.429	1.429	1.471	1.475	1.471	1.330
碳排系数/10^4t/10^4tce	0.755 9	0.855	0.586	0.619	0.554	0.592	0.571	0.448

资料来源:能源折标系数来源于《综合能耗计算通则》(GB/T 2589—2008),能源碳排系数来源于 IPCC(2008)。

3.数据来源

1990—2010 年的安徽经济数据全部取自于 1991—2011 年《安徽省统计年鉴》、2011 年《国家统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》,2011 年安徽国内生产总值、产业增加值、能源消耗量根据 2011 年《安徽省国民经济统计公报》计算而得。安徽省 GDP 水平按 1978 年不变价计算,以剔除价格因素对 GDP 的影响。

三、安徽经济增长与碳排放的动态脱钩分析

1.总量分析

根据上文方法和引用的相关系数计算安徽省 1990—2011 年能源消耗的碳排放水平,如图 1 所示:

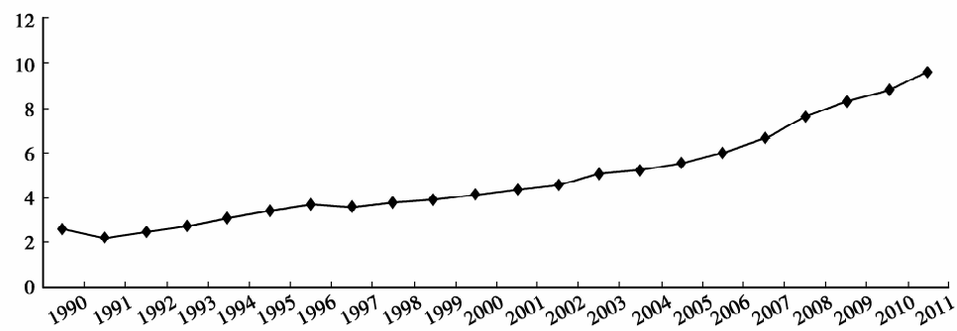

图 1　1990—2011 年安徽省能源碳排放水平/千万吨

注:天然气的消耗数据在 2003 年及以前统计部门没有做出统计,由于消耗量非常小因而没有考虑进去,并不影响总体碳排放水平的估算。

总体上看,1990—2011 年安徽碳排放总量是波动上升的,且明显表现出三个大的波动周期:第一阶段是 1990—1996 年,年碳排放总量从 2 566.5 万吨上升到 3 694 万吨,年碳排放增长率 6%;1997 年较 1996 年碳排放量出现小幅下降;第二阶段 1997—2003 年,年碳排放总量从 3 592 万吨上升到 5 090 万吨,年碳排放增长率 6%;第三阶段是 2004—2011 年,年碳排放总量从 5 284.8 万吨上升到 9 635.3 万吨,年碳排放增长率高达 9.6%,较前两期的年均增长率高出 3.6 个百分点。尤其是从 2004—2009 年,安徽碳排放总量的环比增长逐年上升,其中 2007—2009 年的增长最快,2008 年较 2007 年的增长达到 14%,2010 年较 2009 年增长平缓为 5%,随后 2011 年环比增长又出现反弹性上升为9.6%。总体上看,未来安徽碳排放的增长趋势强劲。

2.脱钩分析

根据前文脱钩理论和碳排放的计算方法,计算1990—2011年安徽省经济增长和环境压力,进而得出脱钩弹性指数,并对安徽经济增长对碳排放的脱钩状态做出判断,如表3、表4所示。

表3　1990—2011年安徽省经济增长与碳排放的脱钩状态

年份	环境压力（碳排放变动）	经济增长（实际GDP变动）	脱钩弹性指数	脱钩状态	
1990	−	+	−0.3	强脱钩	绝对脱钩
1991	−	+	−4.0	强脱钩	
1992	+	+	0.2	弱脱钩	
1993	+	+	0.1	弱脱钩	
1994	+	+	0.1	弱脱钩	相对脱钩
1995	+	+	0.2	弱脱钩	
1996	+	+	0.2	弱脱钩	
1997	−	+	−0.1	强脱钩	绝对脱钩
1998	+	+	0.8	强脱钩	
1999	+	+	0.5	弱脱钩	相对脱钩
2000	+	+	1.1	增长连结	相对复钩
2001	+	+	0.6	弱脱钩	相对脱钩
2002	+	+	0.4	弱脱钩	
2003	+	+	0.8	增长连结	相对复钩
2004	+	+	0.2	弱脱钩	
2005	+	+	0.3	弱脱钩	相对脱钩
2006	+	+	0.5	弱脱钩	
2007	+	+	0.6	弱脱钩	
2008	+	+	0.8	增长连结	相对复钩
2009	+	+	0.8	增长连结	
2010	+	+	0.3	弱脱钩	相对脱钩
2011	+	+	0.6	弱脱钩	

注:脱钩状态是根据计算的脱钩弹性指数并结合上文的指标构建得出的。

表4　安徽经济增长与碳排放脱钩状态的三个阶段

波动周期（年份区间）	脱钩状态的动态改变
第一阶段:1990—1996年	绝对脱钩→相对脱钩
第二阶段:1997—2003年	绝对脱钩→相对脱钩→相对复钩
第三阶段:2004—2011年	相对脱钩→相对复钩→相对脱钩

注:三个阶段的划分是依据表3整理而得。

从总体上看(表3),1990—2011年安徽经济增长对碳排放的脱钩只出现了三种情况:相对脱钩、绝对脱钩和相对复钩,其中有14年处于相对脱钩阶段,绝对脱钩4年,相对复钩4年。安徽经济增长对碳排放的脱钩是动态改变的,说明碳排放总量增长的不确定影响因素很多。依据脱钩弹性指数和脱钩状态,可以将安徽经济增长对碳排放脱钩的波动周期划分为三个,如表4所示,分别为1990—1996年、1997—2003年和2004—2011,三个阶段的碳排放总量呈现出明显的动态上升趋势。但同时,4年相对复钩阶段均出现在2000年以后,尤其是2008和2009年两年都出现了相对复钩,尽管2010年有所缓和但是2011年又出现了快速上升的势头,说明安徽经济增长与碳排放存在复钩的趋势。

图2表征了脱钩弹性指数动态上升背后的脱钩状态的改变,可以很清楚地看到三个波动区间的存在。对于为何三个阶段内会出现脱钩的动态改变,图3给出了很好的解释。观察图3不难发现,安徽实际GDP的变化率和碳强度的变化率的改变曲线是近乎对称的。

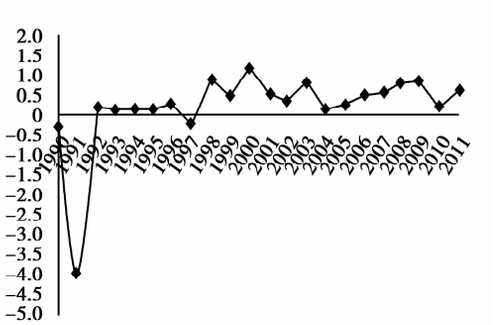

图2　安徽脱钩弹性指数的动态变化

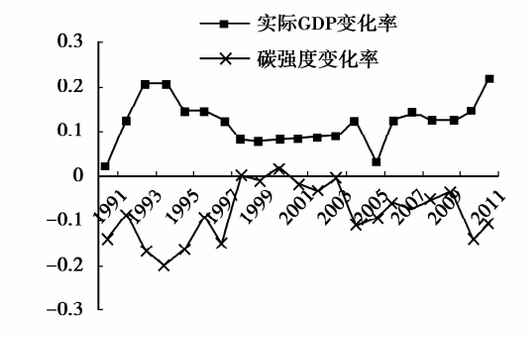

图 3　安徽实际 GDP 和碳强度的变化率

注:碳强度指单位 GDP 的碳排放

第一阶段 1990—1996 年,安徽实际 GDP 变化率先增后减,碳强度先减后增。当实际 GDP 增幅减缓的同时碳强度出现上升的趋势,意味着经济增长趋缓的同时碳排放总量是上升的,脱钩状态存在复钩的趋势。第二阶段 1997—2003 年,安徽实际 GDP 增长平缓,而碳强度却表现为小波上升的态势,尤其在 2000 年和 2003 年碳强度增幅较大,很好地解释了 2000 年和 2003 年安徽出现了相对复钩的状态。第三阶段可以再细分为两个时间段,分别为 2004—2009 年和 2010—2011 年。其中 2004—2009 年安徽实际 GDP 增长较快,且碳强度的增长快于实际 GDP 的增长,尤其是 2008 年和 2009 年,安徽经济增长平稳但是碳强度增幅明显,直接导致了 2008 年和 2009 年安徽经济增长对碳排放的相对复钩的出现。2010 年安徽经济出现小幅增长而同时碳强度却出现了大幅下降,所以 2010 年安徽经济增长的碳排放出现相对脱钩状态不难理解;随后 2011 年安徽实际 GDP 增长继续上升,但同时碳强度的增长劲头也继续跟上且增幅更大,所以安徽经济增长与碳排放存在相对复钩的趋势。

从单位 GDP 能耗的动态变化来看,图 4 显示了 1991—2011 年安徽单位 GDP 能耗动态变化的规律性,三个阶段的单位 GDP 能耗变化大体上呈现出“M+W”的走势,进一步对三阶段内安徽经济增长对碳排放的脱钩变动做出解释。1994—1996 年、2002—2003 年、2007—2009 年安徽单位 GDP 能耗的变化率均呈现上升的趋势,尤其是 1999—2001 年安徽单位 GDP 能耗出现绝对量的增长,说明能源消耗的增长相对于经济增长更快,进而说明了能源碳排放的增长相对于经济增长也更快,经济增长对碳排放的动态脱钩存在复钩的可能。

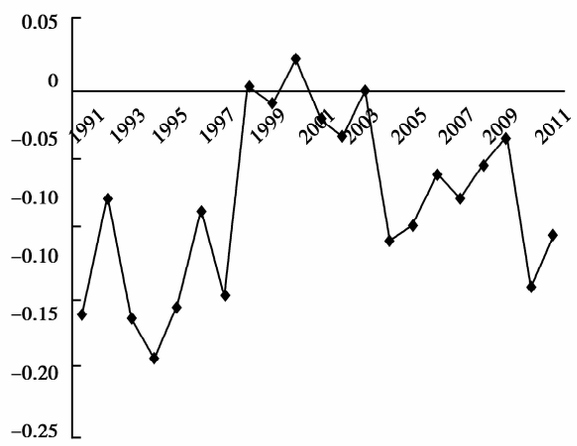

图 4　单位 GDP 能耗的改变率

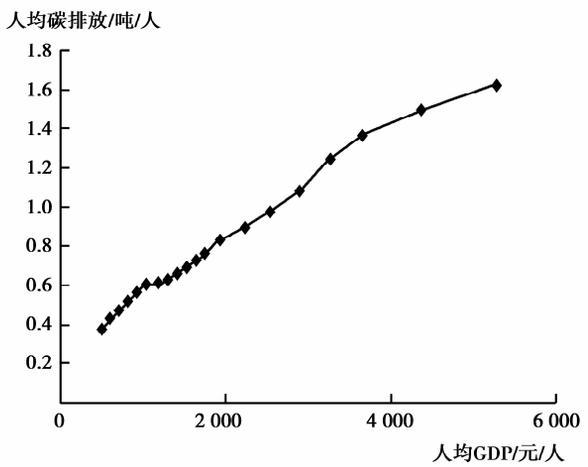

图 5　人均 GDP 与人均碳排放

注:能耗统一折算成标煤,单位 GDP 能耗为单位 GDP 所消耗的标煤;由于计算的是动态变化率,数据区间为 1991—2011 年,GDP 水平以 1978 年不变价计算。

图 2 显示安徽经济增长的碳排放脱钩弹性指数呈动态上升的趋势;同时图 5 显示人均碳排放的增长速度超过人均 GDP 的增长速度,且后期增长趋势更为强劲。碳排放的增长速度超过经济增长的速度,同时人均 GDP 和人均碳排放拟合曲线处于 EKC 曲线的上升阶段,表明安徽经济增长的环境压力存

在恶化的可能。

四、结论和建议

根据1990—2011年安徽省经济数据,计算安徽的GDP、碳排放、能源消耗,无论是从总量分析还是动态脱钩分析,我们都可以得出以下结论:第一,安徽碳排放总量是动态增长的;第二,安徽经济增长对碳排放的脱钩存在复钩的趋势;第三,安徽脱钩状态的动态改变存在明显的三个波动周期。基于以上分析结论,提出如下建议:

1.调整产业结构

产业结构的调整意味着能源消费结构的调整,在调整产业结构的同时可以减少能源消耗的碳排放。2011年安徽三次产业的结构比为1∶4∶2,第二产业中工业和建筑业的比重为6∶1,偏重工业化发展,而这正是安徽高能源消耗、高碳排放的根源。因此,安徽省可以考虑适当限制高耗能工业的发展(如低端有色加工等),通过技术进步提高高耗能工业的废料回炉和减少三废排放,如脱硫脱氮和去碳技术的应用;同时发挥安徽的农业优势,发展绿色农业和低碳农业,形成农业产业化链条,发展农业循环经济;另外第三产业的做大做强也应该成为安徽经济发展的常态。

2.审慎产业转移

产业转移带来的输入型高能耗、高碳排放是安徽省外商投资和皖江城市带开发所必须加以警惕的。产业转移的经济博弈和政治博弈性质决定了沿海转移出来的只会是重工业高污染型企业,因此,皖江城市带承接产业转移对安徽经济的发展喜忧参半①。从目前安徽承接的产业转移项目来看,以皖江城市带为例,该区域集中了安徽省80%的汽车企业、83%的钢铁企业、71%的有色金属冶炼加工企业和92%的家电企业,而这些大部分是输入型企业,能耗高,环境污染严重,尽管短期内带动了地方经济的发展,但是长期的环境资源损耗不能忽略。如钢铁厂的污水排放、有色加工的废气排放、能源消耗的碳排放等都必须加以考虑。因而政府在审核产业转移项目时应该有长远的经济眼光,审慎产业转移。

3.开发推广清洁能源

目前,以原煤为代表的安徽省经济增长的主要能源都呈现高碳排放的趋势,清洁能源和替代能源的使用较少,能源消费结构不能适应低碳发展的要求。2011年安徽省原煤消耗占2011年总能耗的78.6%,天然气消耗仅占0.2%,同时由于技术上和操作层面的困难,风能、太阳能等新能源和清洁能源仍未得到有效推广。因此,安徽可以考虑大力发展可再生能源,如秸秆生物质能、沼气等。沼气工程可以选择大中型和中小型两种,大中型适合规模养殖场、重型污染企业和污水处理厂,中小型则适合农村集体发电。

4.加大环保治理投入

环保治理投入关键在于政府的环保决心,同时也受到地方财力的影响。2008年安徽环保治理投入仅占GDP的1.3%,2009—2010年甚至低于1%。根据国际惯例,环保治理投入的基本标准为GDP水平的1%~2%,5%为环境污染可以完全控制的界值,8%~10%为环境良性循环的上限区间。可见,安徽环保治理的投入相对较低,而企业又并没有进行环保治理的内在动力。因此,政府需要明确环境保护的必要性和长远性,完善环保机制,设立专项环保资金,扩大环境保护投融资,建立责任人机制和监督机制。同时,要根据区域产业的发展特征,建设生态工业园,提高企业间的资源循环利用率和园区的资源化率。

5.增加森林碳汇

增加森林碳汇是减少碳排放的重要举措,科学造林、合理营林及可持续更新技术,可以提高森林的碳吸收量。安徽是林业大省,属于全国南方集体林区,应充分发挥林业资源碳汇优势,培育高效碳汇林,适当增加森林密度。目前安徽省森林面积为360.07万公顷,森林覆盖率为26.06%,森林蓄积量为13 755.41万平方米,年森林碳汇总量119.7万吨,根据2011年安徽省碳排放9 635万吨计算,可以吸收全省碳排放总量的1.2%。2012年安徽省又确定了千万亩森林增长工程建设,计划到2016年新增森林面积1 000万亩,森林覆盖率将达到33%,届

① 国务院在2010年1月12日正式批复了《皖江城市带承接产业转移示范区规划》,是安徽省第一个国家战略层面的区域发展规划。引进的企业当中不乏一些高耗能高排放的重工型企业,对环境的破坏性较大,但同时也对地域经济发展带来很大的促进作用,可解决就业,带动本土经济增长。所以说,对于输入型的产业转移需要审慎面对。

时可以吸收碳总量122万吨。

总之,通过对经济增长和碳排放的动态分析,判别其脱钩、复钩状态,可以为区域经济决策提供科学依据,更好地促进区域经济与环境、资源的协调发展。

参考文献:

李忠民,陈向涛,姚宇.2011.基于弹性脱钩的中国减排目标缺口分析[J].中国人口·资源与环境,21(1):57-63.

彭佳雯,黄贤金,钟太洋,赵雲泰.2011.中国经济增长与能源碳排放的脱钩研究[J].资源科学,33(4):626-633.

赵一平,孙启宏,段宁.2006.中国经济发展与能源消费响应关系研究——基于相对"脱钩"与"复钩"理论的实证研究[J].科研管理,27(3):128-134.

庄贵阳.2007.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.

GROSSMAN G,KRUEGER A. 1991. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement[R/EB]. NBER Working Paper Series,National Bureau of Economy Research, http://www.nber.org/papers/w3914.

IPCC. 2008. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories:volume Ⅱ[EB/OL]. Japan:the institute for global environmental strategies.[2008-07-20].

OECD. 2002. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure From Economic Growth[R]. Paris:OECD:211-222.

PETER T. 2005. Towards a Theory of Decoupling:Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy,12:137-151.

SAMOUILIDIS J E, MITROPOULOS C S. 1984. Enery and Economic Growth in Industrializing Countries:The Case of Greece[J].Energy Economics,6(3):191-201.

TAPIO P. 2005. Towards a theory of decoupling:Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Journal of Transport Policy,12:137-151.

ZHONG X-Z. 2000. Decoupling China's Carbon Emissions Increase from Economic Growth:An Economic Analysis and Policy Implications[J].World Development,28(4):739-752.

Dynamic Analysis of Economic Growth and Carbon Emission in Anhui Province Based on Decoupling Theory

CHENG Hui-qiang,CHEN Bao

(Institute of Recycling Economy, Beijing University of Technology, Beijing 100124,China)

Abstract:In the context of Central China Rising and Urban Development along the Yangtze River in Anhui, the industrial development becomes the chief motion in Anhui economic growth, but high energy consumption and carbon emission has become an indisputable fact in Anhui economic growth. This paper selects Anhui economic data from 1990 to 2011, calculates the total carbon emission, dynamically analyzes the relationship between economic growth and carbon emission based on the perspective of decoupling theory. It reveals that there exists a three-stage dynamic trend of coupling and that there is a re-coupling possibility between Anhui economic growth and carbon emission. Therefore, Anhui should adjust industrial structure, carefully deal with industrial transfer, exploit clean energy, increase investment in environment protection and strengthen forest carbon sinking.

Key words: decoupling theory; decoupling elasticity index; relatively decoupling; absolutely decoupling; re-coupling; economic growth; carbon emission; low carbon development; Anhui Province

CLC number:F062.2;F12754　　**Document code**:A　　**Article ID**:1674-8131(2013)04-0091-07

(编辑:南　北,段文娟)