

无锡市碳排放与经济发展水平的 Tapio 弹性脱钩分析

石文, 唐建荣

(无锡太湖学院, 江苏 无锡 214064)

摘要:“花房效应”已使能源碳排放成为国内外重要的环保议题,如何在保持经济增长的同时减少碳排放成为各地区共同面临的挑战。无锡市地处苏南用能负荷中心,能源消耗量大,采用 Tapio 脱钩模型,以 2007 年为首个基数年,对无锡市 2008—2016 年碳排放与经济发展水平进行脱钩分析,研究发现无锡市碳排放与经济发展整体上处于弱脱钩状态,碳排放主要来自煤炭能源,还有进一步向实现强脱钩转变的潜力。根据结论提出减排建议,以期为无锡市低碳城市构建提供科学参考依据。

关键词:碳排放;经济发展;Tapio 脱钩

中图分类号:X22;F427 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)09-0055-06

能源是经济发展的重要物质基础,我国经济步入“新常态”,新形势下能源总量增长过快、资源约束加强等问题显著。推进资源环境与经济的健康协调发展是目前需要深思并破解的一大难题。在今年 3 月召开的政协第十三届全国委员会和第十三届全国人民代表大会上,“生态环境保护”毫无悬念地成为两会十大热门话题之一。环境治理的出发点和落脚点应是源头减排。无锡市在长三角经济带中具有举足轻重的地位。“十三五”时期,是无锡市经济转型发展、打造现代产业新高地的关键期,是生态文明建设、改善环境质量、实现绿色惠民的深化期,是高水平全面建成小康社会的决胜期。详细了解碳排放与经济增长之间的脱钩关系,分析无锡市低碳转型路径对经济的可持续发展具有重要意义,也能为政府制定减排目标和实施低碳经济行动计划提供重要依据。本文采用 Tapio 脱钩模型,对 2008—2016 年无锡市总碳排放量以及分类能源碳排放量与经济发展水平关系进行脱钩分析,以供行政规划参考,期望为“十三五”时期无锡节能工作的顺利开展提供理论支撑。

1 文献综述

在探讨环境破坏与经济发展的耦合关系方面,脱钩理论一直倍受国内外学者的青睐。Martínez 研究了哥伦比亚和德国能源消耗排放量与经济增长之间关系,发现两国都存在明显脱钩状态^[1]。Kaneko 运

用脱钩模型对巴西的经济发展与能源消耗碳排放量进行研究,发现能源强度对减排至关重要^[2]。在世界都积极采取措施应对温室效应的背景下,经济的低碳持续发展也成为国内学者的关注焦点。彭佳雯等对能源碳排放与经济发展关系分别从全国和区域两个角度展开了脱钩研究,结果表明国家层面弱脱钩状态一直存在,区域层面脱钩程度差距在不断缩小^[3]。黄展借助 Tapio 脱钩模型,剖析了湖北省在 2001—2014 年间经济增长与碳排放关系,结果表明两者大多数年份均表现为弱脱钩,且有进一步转变为强脱钩的趋势^[4]。仲伟周等从区域层面对我国东、中、西、东北地区的经济增长与碳排放之间关系展开了 Tapio 弹性测算,结果发现四大区域中两者在 2000—2010 年间多表现为弱脱钩状态^[5]。孙叶飞等学者把 Tapio 脱钩指数、Kaya 恒等式、LMDI 因素分解法三者结合起来,深刻剖析了我国 1994—2016 年期间能源消费碳排放与经济增长的关系,发现能源强度和经济发展是目前促使两者脱钩的主要驱动因素^[6]。钱芝网等学者运用 Tapio 脱钩模型对华东地区 2005—2014 年的经济增长与排放量关系进行分析,结果证实该地区六省一市的经济增长与碳排放之间确实存在着脱钩效应^[7]。

对国内外文献进行梳理不难发现,学者们对能源消耗与经济增长脱钩状态研究的切入点逐渐细化,角

收稿日期:2018-06-05

基金项目:国家自然科学基金项目(71301061);苏南资本市场研究中心(2017ZSJD020);2017 年无锡市科协软科学研究(KX17-A-01)。

作者简介:石文(1991—),女,河南信阳人,无锡太湖学院,助教,硕士,研究方向:低碳经济、会计与财务管理;唐建荣(1964—),男,江苏无锡人,无锡太湖学院,教授,博士,研究方向:低碳与循环经济发展。

度也逐渐拓宽。研究视角多集中在国家、区域及各省区层面,对市级行政区碳排放与经济发展关系进行测算和研究的文献较少,且主要涉及北上广深杭等一线城市,对一般城市的研究较为缺失。市级行政区域是能源政策得以落实、经济得以健康发展的重要行政单元,不同类型城市具有不同的资源禀赋、特征定位和发展态势,对其进行详细分析可以为碳减排政策的制定、实施和反馈提供案例指导。本文就近年来无锡市碳排放变化趋势、与经济增长之间的脱钩关系着手研究,以期对无锡市碳排放与经济增长之间的关系有一个深层次的认识,探索出合理的碳排放脱钩路径,促进经济的低碳可持续发展。

2 实证分析

2.1 脱钩模型简介

“脱钩”一词来源于物理学,被用来刻画两个物理量之间变化趋势的不一样,目前在衡量经济与环境压力的关系方面被广泛使用,借以表明两者之间是否具有协调耦合关系。OECD 脱钩指数模型和 Tapio 弹性分析方法是两种常用的脱钩模型。后者较前者在脱钩关系测度和分析方面更准确客观。由于 Tap-

io 运用了弹性这一概念,脱钩指标在时间选择上更加灵活,在各种环境与经济指标组合中都能给出合理定位。基于这样的优势,Tapio 脱钩模型可以清晰定位政府政策实施前后的绩效状态,以便于政府在制定政策的时候用以参考。因此,本文选用 Tapio 模型来判定经济发展与能源消耗碳排放之间的脱钩状态,据此了解无锡市经济增加值对碳排放的依赖程度。脱钩指标计算如下:

E = (\frac{\Delta CO_2}{CO_2}) / (\frac{\Delta GDP}{GDP}) (1)

E 为 Tapio 弹性脱钩指数,衡量二氧化碳相对于经济的增长程度,即每增加一单位 GDP 相应带动的 CO₂ 改变量,该指标可以反映碳生产力的强弱以及低碳经济发展水平。由于近年来无锡市 GDP 一直稳步增长,环比增长率始终大于 0,而且低碳经济发展的动向是保持经济增长的同时实现低碳排放,因此参考相关研究对脱钩的判别及划分方法,依据弹性指数值的大小将脱钩划分为强脱钩、弱脱钩、增长连接以及扩张性负脱钩。具体判定标准见表 1。

表 1 脱钩程度判断标准

脱钩状态	%ΔCO ₂	%ΔGDP	脱钩指数	含义
强脱钩	<0	>0	<0	资源消耗增长率为负,经济增长率为正,是最理想的状态
弱脱钩	>0	>0	0<E<0.8	资源消耗与经济增长率都为正,且后者增速快于前者,是较理想的状态
增长连接	>0	>0	0.8<E<1.2	资源消耗与经济增长率都为正,且二者增速相当
扩张性负脱钩	>0	>0	>1.2	资源消耗与经济增长率都为正,且前者增速大于后者,是较不理想的状态

2.2 无锡碳排现状

脱钩指数是碳排放增长率与 GDP 增长率之比,计算脱钩指数则需要知道各年 CO₂ 排放量。《无锡统计年鉴》中提供了各类能源消耗量,鉴于生产端已核算电力与热力 CO₂ 排放量,此处不再纳入核算范畴。目前国内外学者对碳排放量的计算并未给出统一的权威方法,本文借鉴《IPCC 国家温室气体清单指南(2006)》中基于燃烧的计算方法,统计年鉴中固体、液体和气体燃料等能源消费量的单位是 t 或 m³,粗略估算碳排量时,需引入发热值,将能源消耗量转换为能量单位(KJ)。无锡市碳排放计算公式:

CO₂ = ∑_{i=1}ⁿ co_{2i} = ∑_{i=1}ⁿ A_iB_iC_iD_i \frac{44}{12} (2)

i 表示能源种类,本文共核算 14 种能源;

CO₂ 表示无锡第 i 种能源消耗产生的 CO₂ 年排放量;

A_i 表示第 i 种能源的消费量;

B_i 表示第 i 种能源的平均低位发热量,每 Kg 或每 m³ 燃料燃烧能产生多少热量;

C_i 是第 i 种燃料单位热值的碳排放量;

D_i 是第 i 种燃料的氧化因子,反映了燃料的氧化率水平;

44/12 表示 CO₂ 和 C 的分子量比率,即将 C 转化为 CO₂ 的摩尔质量比的转换系数。

数据来源于《中国能源统计年鉴》《省级温室气体清单编制指南》以及《IPCC 国家温室气体清单指南(2006)》,个别能源平均低位发热量处于一个范围区间,则取均值。单位热值含碳量以省级温室气体清单编制指南公布的数据为主,没有公布的数据以 IPCC 国家温室气体清单指南(2006)中的相关数据替代。具体系数见表 2。

表 2 各类能源碳排放系数

能源种类	平均低位 发热量	单位热值 含碳量 (t/TJ)	碳氧 化率	CO ₂ 排放 系数(Kg— CO ₂ /Kg)
原煤	20 908 KJ/Kg	26.37	0.94	1.900 3
洗精煤	26 344 KJ/Kg	25.41	0.98	2.405 4
其他洗煤	8 363 KJ/Kg	25.41	0.98	0.763 6
型煤	17 460 KJ/Kg	33.56	0.9	1.933 7
焦炭	28 435 KJ/Kg	29.42	0.93	2.852 7
焦炉煤气	17 353.5 KJ/m ³	13.58	0.99	0.855 4
天然气	35 584.5 KJ/m ³	15.32	0.99	1.978 9
液化天然气	51 437 KJ/Kg	20	0.99	3.267 5
原油	41 816 KJ/Kg	20.08	0.98	3.017 2
汽油	43 070 KJ/Kg	18.9	0.98	2.925 1
煤油	43 070 KJ/Kg	19.6	0.98	3.033 4
柴油	42 652 KJ/Kg	20.2	0.98	3.095 9
燃料油	41 816 KJ/Kg	21.1	0.98	3.170 5
液化石油气	50 179 KJ/Kg	17.2	0.98	3.101 3

通过公式(2)和表 2,计算出 2007—2016 年无锡市 CO₂ 排放量。2007 年碳排总量为 6 161.90 万吨,2016 年增长到 7 177.49 万吨,10 年内 CO₂ 排放量增长 16.4%,增长速度较平缓,但增长绝对量为 1 015.59万吨 CO₂,对环境的影响不容小觑。2013 年碳排量达到最大,此后有所降低,但碳排量减少幅度不大。2013 年是无锡市全面贯彻落实党的十八大精神的开局之年,也是经济发展方式加快转变的关键年度,当年政府采取了措施,使社会经济呈现出良好的发展态势。由此也进一步印证了经济发展对能源消耗有一定程度依赖性。总体来看,无锡市近 10 年碳排放量都在年 6 000 万吨以上,且稳中有升,至 2013 年碳排量达到最高,此后两年间又逐年降低,2016 年碳排量重新回升至 2012 年碳排水平。无锡市在能源消耗增速方面保持稳定,但仍有改善空间,节能减排低碳发展之路任重道远。详见表 3。

表 3 无锡市 2007—2016 年 CO₂ 排放量

年份	CO ₂ 排放量 (万吨)	年份	CO ₂ 排放量 (万吨)
2007 年	6 161.90	2012 年	7 168.41
2008 年	6 158.89	2013 年	7 728.99
2009 年	6 414.45	2014 年	7 304.17
2010 年	6 743.61	2015 年	6 829.22
2011 年	7 187.49	2016 年	7 177.49

为更进一步了解无锡市能源碳排结构,把 14 种燃料按能源性质分为煤类能源、油类能源、气类能源,

并分别计算出三类能源 CO₂ 排放量。通过比较可以发现,煤类能源碳排量走势与碳排总量走势基本重合,这意味着无锡市经济发展严重依赖煤炭类资源,煤类能源碳排量对碳排总量有着重要影响。2007—2012 年间两者年内绝对量差额不大,2008 年差距最低,碳排总量比煤类碳排量仅高 291.64 万吨;2012 年以后两者差距逐渐拉大,但强度较温和,2016 年两者之差达到最大,为 993.19 万吨,说明从 2013 年开始无锡市有降低煤类能源消耗的意向,但效果并不惊艳,无锡市在转移能耗种类进展中仍面临较大困难。油类能源碳排量走势基本处于水平状态,2012 年以后有所增加,说明 2013 年起无锡市适度加大了油类能源使用,同等热值条件下,油类能源较煤类能源平均碳排更低,这也从侧面反映出 2013 年起煤类能源碳排与总碳排量差距增大原因是增加了油类能源消耗。气类能源碳排放量 10 年来在三类能源碳排量中均最少。2007 年为 84.53 万吨,2016 年为 443.34 万吨,10 年内增长 4.24 倍,虽然增长率较高,但主要是因为基数小,2016 年气类碳排量达到最大,总量仍然较少,无锡市对天然气这类较清洁能源的使用力度还远远不够。

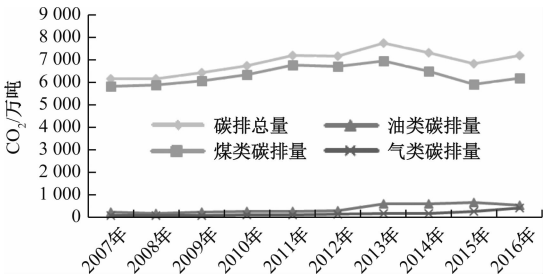


图 1 无锡市 2007—2016 年分类能源碳排量走势图

2.3 碳排放与经济发展脱钩分析

2.3.1 整体碳排与经济发展脱钩分析

利用式(1),以 2007 年为基期,测算 2008—2016 年无锡市碳排放与经济发展的脱钩状态。为保证数据可比性,消除通货膨胀影响,以 2006 年不变价格计算 2007—2016 年实际 GDP,并以 2007 年首个基年,计算各年 CO₂ 排放量和 GDP 环比增长率。不难看出,2008 年、2012 年、2014 年、2015 年碳排与经济发展处于强脱钩状态,这几年能源碳排总量降低的同时并未影响经济的增长,能源消耗与经济增长关系达到最佳状态,碳生产力水平达到了很高的程度。2009、2010 年、2011 年以及 2016 年均为弱脱钩状态,碳排放增长速度低于经济增长速度,说明无锡市在节能减排方面取得一定成效,达到了较为理想的状态。2013

年碳排放量与经济发展处于增长连接状态,二者增速相当,脱钩指数 0.861 1 较接近于下限 0.8,该年份可粗略认定为弱脱钩。9 年内交错出现了强脱钩状态,但并不能长期保持,并未实现真正的脱钩,说明经济发展与能源消耗的依赖关系没有彻底减弱。整体来看,无锡市碳排放与经济发展趋势表现为弱脱钩状态。无锡在节能减排上给予了必要的关注,特别是“十二五”期间,无锡市把节能降耗、提高能源利用率作为重要目标,采取了有效措施取得了一定效果,但不具有连续的时效性,只能在短时间发挥作用。详见表 4。

表 4 无锡市 2007—2016 年碳排放与经济发展脱钩指标

年份	%ΔCO ₂	%ΔGDP	脱钩指数	脱钩状态
2007 年	/	/	/	基期
2008 年	−0.000 5	0.122 1	−0.004 0	强脱钩
2009 年	0.041 5	0.115 7	0.358 5	弱脱钩
2010 年	0.051 3	0.132 1	0.388 5	弱脱钩
2011 年	0.065 8	0.116 1	0.567 1	弱脱钩
2012 年	−0.002 7	0.102 9	−0.025 8	强脱钩
2013 年	0.078 2	0.090 8	0.861 1	增长连接
2014 年	−0.055 0	0.082 3	−0.667 5	强脱钩
2015 年	−0.065 0	0.070 6	−0.920 8	强脱钩
2016 年	0.051 0	0.075 4	0.676 5	弱脱钩

2.3.2 分类能源碳排与经济发展脱钩分析

在对总体碳排与经济发展脱钩状态有初步了解基础上,本节进一步分析三类能源碳排与经济增长的脱钩关系,深刻剖析能源结构对无锡市的影响。煤类能源在 2012 年、2014 年、2015 年处于强脱钩状态,其余年份均处于弱脱钩状态,碳排量与经济增长脱钩趋势与无锡市能源总体基本保持一致,也进一步反映出无锡市能耗主体是煤炭。油类能源脱钩状态较多变,2008 年为强脱钩,可能由于奥运会无锡积极响应国家绿色奥运的号召,淘汰落后产能,加大了减排力度,实现了碳排与 GDP 的暂时脱钩;2009 年转变成扩张性负脱钩状态,脱钩状态较差,此后几年有所改善,但 2013 年又出现扩张性负脱钩,经过几年的努力于 2016 年达到了理想状态。总体来看,油类能源减排任务较艰巨。气类能源在 2008 年、2009 年及 2014 年表现不错,但其他年份都表现出最差状态扩张性负脱钩,消耗大量能源的同时并未带来同等经济效益的增加,说明无锡市在气类能源利用上技术不够成熟,没有有效提高气类能源利用效率,这也与无锡工业化进程的发展模式和阶段性特征变化有关,此后应高度重视气类能源的有效利用,通过相关政策及技术指导促进气类能源向弱脱钩转变,最终实现强脱钩。详见表 5。

表 5 能源结构与经济增长脱钩状态

年份	%ΔGDP	煤类能源			油类能源			气类能源		
		%ΔCO ₂	E	状态	%ΔCO ₂	E	状态	%ΔCO ₂	E	状态
2007 年	/	/	/	基期	/	/	基期	/	/	基期
2008 年	0.122 1	0.007 6	0.062 2	弱	−0.227 8	−1.866 3	强	0.126 6	1.037 3	增长
2009 年	0.115 7	0.034 4	0.297 4	弱	0.292 3	2.525 3	扩负	−0.039 6	−0.342 6	强
2010 年	0.132 1	0.045 3	0.342 8	弱	0.094 1	0.712 7	弱	0.332 7	2.518 5	扩负
2011 年	0.116 1	0.064 6	0.557 0	弱	0.047 1	0.406 1	弱	0.169 5	1.460 6	扩负
2012 年	0.102 9	−0.008 8	−0.085 6	强	0.063 7	0.619 2	弱	0.153 4	1.490 7	扩负
2013 年	0.090 8	0.036 2	0.398 7	弱	0.949 4	10.453 2	扩负	0.149 0	1.640 5	扩负
2014 年	0.082 3	−0.064 9	−0.788 4	强	0.023 9	0.290 7	弱	0.059 0	0.715 9	弱
2015 年	0.070 6	−0.090 7	−1.284 9	强	0.073 8	1.044 4	增长	0.340 4	4.819 7	扩负
2016 年	0.075 4	0.048 5	0.643 6	弱	−0.170 6	−2.263 4	强	0.653 5	8.669 3	扩负

3 对策建议

通过 Tapio 弹性脱钩模型对无锡市碳排放与经济发展关系进行分析,可以看出:①无锡市近 10 年 CO₂ 排放量增长 16.4%,增加总量不可忽视,煤类能源消费占据主要地位,而油类、气类能源使用力度不强;②无锡市 9 年内碳排放与经济发展整体上弱脱钩状态,但还有进一步向实现强脱钩转变的潜力;③无锡市对煤类能源的利用技术较成熟,煤类碳排与经济发展脱钩状态较好,而对油类能源与气

类能源的消耗却不尽人意。经济发展整体上并未摆脱碳排放的约束,两者多年来都处于相互掣肘的状态,无锡市以煤为主的能源消费结构短期内将不会改变,能源依赖局势必将成为经济可持续发展的短板,提高能源效率是破解能源短缺、环境污染困境的必要手段。虽然无锡近几年在能源消费总量与能源利用率上取得一定成效,但仍存在很大进步空间,低碳发展之路任重道远。针对这一形势,本文提出以下几点建议:

3.1 深化能源体制改革

良好的能源体制环境是能源效率提升及健康可持续发展的先决条件。无锡应发展节能优先的能源变革战略,并使其贯穿于能源生产和消费全过程,通过对能源碳排总量的控制以及产业结构的调整优化,推动技术进步、加强供需引导,实现能源利用与开发的集约高效,力争以最低限度的能源消费、最优品质的能源供应支撑经济社会健康持续发展。油类、气类能源是较煤炭碳排较少的燃料,政府应侧重石油天然气体制改革,规范 LNG 接收站公平开放市场行为,开展 LNG 接收站对第三方市场主体公平准入示范试点;配合国家输气管网体制机制改革进程,进一步推动输气管道、储气设施等向第三方公平开放。在能源价格上,要推动市场化改革,配合国家、江苏省天然气价格改革工作部署,进一步落实大用户直供气价,推进非居民用气市场化交易,引进多元市场主体,并对管道运输价格以及城镇燃气特许经营管理制度加强必要的监管,促进公平有序市场环境形成,利用价格倒逼能源消费结构优化,充分发挥价格杠杆调节作用。

3.2 优化能源消费结构

无锡市碳排放主要来源于煤类能源,想要实现能源减排,应严格控制煤炭消费,根据环境承载容量,保障合理用能,淘汰落后用能,构建煤炭消费总量约束制度,推动全市用能方式变革,不断提高能源行业的生态贡献。无锡作为中国民族工业和乡镇工业的摇篮,工业耗能量巨大,因此必须要重点深化工业领域节能,并积极对钢铁、石化、化工、建材、纺织等对能源依赖度高的行业进行技术改造升级,鼓励与推进重点用能单位开展节能工作。积极推进煤炭分级分质梯级利用,最大化提高煤炭能源的利用率。此外,要进一步促进太阳能、生物质能等非化石能源的发展与普及。鼓励建设光伏、天然气等清洁能源供能系统的分布式能源站,鼓励工业企业以天然气替代煤炭、柴油、燃料油,有序推进工业燃煤锅炉改燃气锅炉,鼓励和引导天然气分布式供能系统的发展完善。建立智慧能源区域试点,强化其标杆示范作用,在条件好的区域整体布局,发挥地区太阳能、生物质能等清洁能源优势,通过统筹规划实现可再生能源与传统化石能源的智能互补,在能源安全供应得以保障的前提条件下,实现碳排放强度最大化降低。

3.3 推进能源技术革命

在能源资源总量有限的条件制约下,技术革命是促进发展的重要驱动。无锡应深入贯彻落实创新驱

动发展战略,加快推进能源技术研发,对重点领域进行超前部署,促进关键节能技术的重大突破。首先,通过顶层设计,健全与完善科技创新激励体系,大力倡导并推进企业与高校、研究院所以及它们内部的相互合作,为能源开发和利用提供关键技术指导;还可以通过购买或合作等形式获取外部成熟的能源技术,提高科研成果转化效率,培育能源技术优势并加快转化为经济优势。其次,推进重点技术与装备研发,在提高化石能源高效转化,促进可再生能源高效开发等节能领域,要重点突破能源装备制造关键技术、材料和零部件等瓶颈,全面提升产业链上下游能源发展质量,以技术创新为引领,着力推动化石能源品质提升。此外,要注重《中国制造 2025》的实施,坚持绿色低碳的发展方向,依托重点项目、示范项目,分步实现“推广应用一批、示范试验一批、集中攻关一批”,积极开发新兴能源绿色应用模式,推进清洁能源与互联网、物联网深度融合,实现能源与经济的协调高效发展。

3.4 强化碳排脱钩效应

无锡市近几年碳排与经济发展也出现过强脱钩状态,但不具有持续性,因此无锡市政府应注重节能减排工作推进的持续性,以提高能源利用效率为主,并促使能源生产结构和消费结构低碳化调整,大力倡导“节能优先”,转变能源消费理念,逐步推动清洁优质能源成为增量能源主体。为强化节能的持续性,第一,可以大力推进合同能源管理工作,成立合同能源管理风险池资金,给予企业绿色信贷支持,鼓励公共机构、大型公共建筑及重点用能单位率先采用契约能源管理方式,促使节能改造的规范化。第二,加强重点发展领域的培育,利用无锡市地区优势,根据产业发展现状,大力扶持光伏发电与风力发电装备制造业,并注重打造一批具有鲜明产业特色、标杆作用明显、创新能力较强的市级能源特色产业基地。第三,加快培育能源骨干企业,着力发展光伏与风力发电设备范畴的企业竞争力,加快培育具有较大规模的行业企业集团,鼓励企业强强联姻;加快能源在生产性服务方面的软件发展,实现合同能源管理、“互联网+能源”等新兴领域的服务专业化,通过一系列专业性的服务外包业务提高能源低碳利用水平。第四,要促进碳排放与经济增长持续脱钩,必需加强节能监督管理,确保减排政策的落实。

参考文献

- [1] MARTINEZ C I P. Energy efficiency developments in the manufacturing industries of Germany and Colombia, 1998 -

2005[J]. Energy for Sustainable Development, 2009, 13(3): 189—201.

[2] FREITAS L C D, KANEKO S. Decomposing the decoupling of CO₂, emissions and economic growth in Brazil[J]. Ecological Economics, 2011, 70(8): 1459—1469.

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

[4] 黄展. 湖北省碳排放与经济增长脱钩分析[J]. 科技和产业, 2018, 18(2): 14—21, 26.

[5] 仲伟周, 孙耀华, 庆东瑞. 经济增长、能源消耗与二氧化碳排放脱钩关系研究[J]. 审计与经济研究, 2012(6): 99—105.

[6] 孙叶飞, 周敏. 中国能源消费碳排放与经济增长脱钩关系及驱动因素研究[J]. 经济与管理评论, 2017, 33(6): 21—30.

[7] 钱芝网, 俞佳立. 华东“六省一市”经济增长与 CO₂ 排放的脱钩效应[J]. 经济与管理, 2018, 32(1): 54—59.

Tapio Decoupling Analysis between Carbon Emission and Economic Development in Wuxi City

SHI Wen, TANG Jian-rong

(Taihu University of Wuxi, Wuxi Jiangsu 214064, China)

Abstract: The “greenhouse effect” has made energy carbon emissions become an important environmental issue at home and abroad. How to reduce carbon emissions while maintaining economic growth has become a common challenge for all regions. Wuxi is located in the energy consumption center of South of Jiangsu, and has a large amount of energy consumption. This paper uses the Tapio decoupling model and takes 2007 as the first base year to analyze the carbon emission and economic development level of Wuxi from 2008 to 2016. It is found that the carbon emission and economic development in Wuxi are in a weak decoupling state, and the carbon emissions are mainly from coal-based energy sources. There is still the potential transformation to achieve strong decoupling. According to the conclusions, this paper proposes emission reduction proposals in order to provide scientific reference for the construction of low-carbon cities in Wuxi.

Key words: carbon emission; economic development; Tapio decoupling model