

区域生态保护与经济高质量发展 耦合交互关系研究

——以广东北部生态发展区为例

徐明威 林先扬 林 森

摘要：基于生态保护与经济高质量发展综合作用机制构建评价体系，运用耦合协调度模型、相对发展模型以及交互胁迫模型，以广东北部生态发展区为例探究分析区域生态保护与经济高质量发展耦合协调交互关系。研究表明：研究期间经济高质量发展指数显著高于生态保护指数且两者差距在逐年扩大；生态保护——经济高质量发展耦合协调度稳步提升，相对发展度波动下降，整体处于低稳态的拮抗阶段，各市呈现出一定的空间差异性；北部生态发展区生态保护和高质量发展之间存在交互胁迫关系，演变趋势符合双指数函数模型特征。未来，广东北部生态发展区应通过始终把生态保护和生态建设放在首位、构建现代产业体系、提高与“一核”“一带”的联通水平助力广东整体高质量发展。

关键词：广东北部生态发展区；生态保护；高质量发展；耦合协调；交互胁迫

中图分类号：F127:X321 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-5706（2023）05-0098-09

一、引言

绿水青山就是金山银山，高质量生态环境支撑经济高质量发展。生态环境与经济社会是一个互相约束、互相整合的耦合系统^[1]。环境、资源、经济和社会的发展关系如果协调不好，中国高质量发展，以及中华民族永续发展均不可能实现。为此，党的二十大报告明确指出：“推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。”广东作为改革开放的排头兵、先行地、实验区，在高质量发展这个首要任务中举足轻重，在践行生产发展、生活富裕、生态良好的文明发

展道路上走在全国前列。2019年，广东省委和省政府印发《关于构建“一核一带一区”区域发展新格局促进全省区域协调发展的意见》明确提出北部生态发展区作为全省重要的生态屏障，到2035年与全省一道迈入全国高质量发展先进地区行列^[2]。广东北部生态区虽然资源丰富，但生态优势未能有效转化为经济发展优势，经济基础相较于“一核一带”还有一定差距。因此，在生态文明建设与高质量发展的双重战略目标下，科学探析北部生态发展区构建和巩固生态保护屏障与高质量发展之间的关系，对打造与区域

基金项目：2022年国家社科基金一般项目“数字技术赋能农业低碳发展的动力机制与支撑体系研究”（22BJY170）；“数字经济赋能粤港澳大湾区协同创新发展的机理与路径研究”（23BJL114）。

发展功能相适应的绿色产业体系,把生态财富转化为经济财富,在确保生态安全前提下实现“一区”经济高质量发展,以及对广东省形成符合主体功能定位的生态安全格局都有着重要的理论和实践意义。

环境质量与经济协调关系作为热门话题一直被国内外学者广泛讨论。较为著名的理论为20世纪90年代Grossman等人基于Kuznets的研究之上提出的环境库兹涅茨曲线(EKC)^[3],这一理论认为环境污染与人均收入之间呈“倒U”型关系,在经济发展的早期,随着人均收入的增加,通常会伴随着更多的资源开发和环境污染;但是,经济达到某个特定的水平,随着人均收入继续增长,环境污染程度开始减弱;最后,经济增长不再以牺牲环境为代价。受到这一观点的启发,国内外的学者对环境库兹涅茨曲线是否存在进行了广泛深入的研究,从现有文献来看,可以将环境库兹涅茨曲线的研究归纳为三类:“倒U”型成立^{[4][5]}、“倒U”不存在^{[6][7]};两者关系呈现出多样性^{[8][9]}。

随着研究的不断深入,学者将物理学中“耦合”的概念引入到生态保护与经济发展协调关系的研究中,以便更好反映两者协同作用的大小关系。

“耦合”通常用来描述两个或多个事物之间相互关联或相互依赖的情况,而“耦合协调度”体现了耦合双方相互作用关系中良性耦合程度。针对耦合协调度的测度方面,国内学者们从社会、经济、生态的视角,基于压力—状态—响应模型(PSR)^[10]、综合指标评价法^[11]、生态足迹法^[12]等构建了定量评价模型开展研究,测度范围涵盖了产业^[13]、生态^[14]、城镇^[15]等,而研究的区域涉及全国^[16]、发达省份^[17]、城市群^[18]、重点研究区域^[19]等。党的十八大以来,随着生态文明建设上升为国家战略,绿色低碳理念深入人心,统筹经济高质量发展和生态保护协同发展成为研究的热点,学者对我国多个区域生态保护与经济高质量发展之间的耦合协调关系进行了理论探究与实证分析^{[20][21]}。北部生态发展区作为广东省重要的生态屏障,同样存在着对其经济与生态协调发展的探讨。

综上所述,关于生态保护与经济高质量发展的耦合协调关系的研究取得了丰富的成果,也已

证明两者间存在较为显著的耦合关系,但目前还未形成系统的理论与方法论体系,并且尚未构建多元整体系统的理论基础^[22];且对于广东北部生态发展区的关注较少,缺少对于生态保护与经济高质量发展交互胁迫关系的验证。基于此,本文将构建理论框架与评价体系,测度广东北部生态发展区生态保护与经济高质量发展的耦合协调度和相对发展度,引入双指数模型验证两者的交互胁迫关系并提出相关建议,以期为北部生态发展区生态与经济协同共进发展提供相关的理论参考,实现广东省高质量发展目标。

二、研究区域与研究方法

(一) 研究区域

广东北部生态发展区简称“一区”,位于粤、赣、湘、桂四省(区)的交汇地,共包括韶关、河源、梅州、清远、云浮五市。2020年北部生态发展区拥有1591.96万人,占广东全省人口总量的12.6%,创造了6443.54亿元GDP产值,占广东全省GDP总量的5.4%,一二三产业结构比为16.6:32.7:50.7,北部生态发展区是广东“一核一带一区”区域发展格局规划中的重要组成部分,在坚持生态保护的前提下带动北部生态发展区经济发展是实现区域协调发展的内在要求,因此,对于北部生态发展区的生态保护与经济高质量发展耦合交互关系进行探究,并及时调整经济增长方式显得尤为必要。

(二) 研究方法

1. 极值标准化处理。综合评价指标体系中既有定性指标,也有定量指标,且定量指标的量纲不同,是无法直接进行加和得到综合指标值的,因此在计算综合评价值之前,需要对指标进行无量纲化处理。本文选取无量纲化处理中常用的极值标准化法将原始指标转换成无量纲指标值,具体计算公式如下:

$$X_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_{jmin}}{x_{jmax} - x_{jmin}} & (\text{正向指标}) \\ \frac{x_{jmax} - x_{ij}}{x_{jmax} - x_{jmin}} & (\text{负向指标}) \end{cases} \quad (1)$$

其中 X_{ij} 为经无量纲化后的指标 j 且 $0 < X_{ij} < 1$, x_{ij} 为指标 j 原始值, $i=1,2,3,\dots,n$ 且 $j=1,2,3,\dots,m$ 。而 x_{jmax} 表示指标 j 的最大值, x_{jmin} 表示指标 j

的最小值。

2. 熵值法。本文运用客观权重法中的熵值法来确定指标权重,通过熵值法对评价指标赋予权重,能够在一定程度上消除主观赋值的缺陷。在社会系统中,信息熵含义主要指的是系统状态不确定性程度的度量,一般认为,对于某项指标而言,信息熵越大,系统结构越均衡,不确定性越小,那么熵值法赋予的权重就越大,反之亦然,因此可以根据熵值的大小,即各项指标的变异程度计算出权重。

首先,需要基于经极值标准化处理后的数据,计算出城市*i*指标*j*在所有指标中所占的权重 P_{ij} :

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (2)$$

其次,计算标准化后的指标*j*的熵值:

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (3)$$

再次,赋予指标*j*权重 W_j :

$$W_j = \frac{1-E_j}{\sum_{j=1}^m (1-E_j)} \quad (4)$$

最后,根据标准化数据和赋予的权重,由综合线性加权法,计算出城市*i*的高质量发展指数(生态保护指数):

$$\theta_i = \sum_{j=1}^m X_{ij} W_j \quad (5)$$

θ_i 即为最终的高质量发展指数(生态保护指数), θ_i 越大,表示城市*i*的发展质量水平越高(生态保护水平越好)。

3. 耦合协调度模型。结合计算出来的生态保护与经济高质量发展指数,构建耦合度评价模型:

$$C = \frac{2\sqrt{\theta_1\theta_2}}{\theta_1+\theta_2} \quad (6)$$

θ_1 与 θ_2 分别代表根据熵值法计算出来的生态保护与经济高质量发展指数,耦合度能够反映各个系统之间的相互依赖关系,是计算耦合协调度的基础。

计算综合评价指数:

$$T = \alpha\theta_1 + \beta\theta_2 \quad (7)$$

其中, $\alpha + \beta = 1$ 根据广东北部生态发展区实

际发展需求,生态保护必须放在首位,为了将北部生态发展区打造成为广东绿色发展示范区域,应始终坚持生态优先,绿色发展的原则,因此令 $\alpha = 0.6$, $\beta = 0.4$ 。

计算耦合协调度:

$$C = \frac{2\sqrt{\theta_1\theta_2}}{\theta_1+\theta_2} \quad (8)$$

D即为最终得到的耦合协调度,耦合协调度测算的是生态保护与经济高质量发展两个子系统耦合关系中良性耦合程度。

4. 相对发展模型。相对发展模型用生态保护与经济高质量发展两系统的指数相比进行计算,具体公式为:

$$U = \frac{\theta_1}{\theta_2} \quad (9)$$

其中为相对发展度, θ_1 和 θ_2 分别为生态保护和经济高质量发展指数。对测算所得的相对发展度进行分类:当 $0 < U \leq 0.9$ 时,生态保护滞后于经济高质量发展;当 $0.9 < U \leq 1.1$ 时,生态保护与经济高质量发展同步;当 $U > 1.1$ 时,经济高质量发展滞后于生态保护。参考已有研究,综合耦合协调度D以及相对发展度U的测度,将生态保护——经济高质量发展的耦合协调状态以及相对发展类型划分为无序态、低稳态、中稳态、高稳态四个阶段共10种发展类型^[23]。

表1 耦合协调发展阶段划分标准

耦合 区段	D 范围	U 范围	类型	耦合协调特征	发展阶段
低水平 耦合	[0,0.3)		I	经济无序发展,生态保护受到较少关注	无序态
拮抗 阶段	[0.3,0.6)	$0 < U \leq 0.9$	II	经济高质量发展较快,超出生态保护承载能力	低稳态
		$0.9 < U \leq 1.1$	III	经济高质量发展适中,生态保护短期可承载	低稳态
		$U > 1.1$	IV	经济高质量发展较慢,生态保护短期可承载	低稳态
磨合 阶段	[0.6,0.8)	$0 < U \leq 0.9$	V	经济高质量发展较快,系统边界磨合迅速	中稳态
		$0.9 < U \leq 1.1$	VI	经济高质量发展适中,系统边界动态磨合	中稳态
		$U > 1.1$	VII	经济高质量发展较慢,系统边界磨合缓慢	中稳态
高水平 耦合	[0.8,1.0]	$0 < U \leq 0.9$	VIII	经济高质量发展超前,生态保护基本可承载	高稳态
		$0.9 < U \leq 1.1$	IX	经济高质量发展与生态保护协调发展,最优状态	高稳态
		$U > 1.1$	X	经济高质量发展减缓,生态保护基本可承载	高稳态

5. 交互胁迫模型。Grossman 和 Krueger 已证实生态环境与经济发展水平之间存在着倒“U”型关系,国内学者周一星研究表明城镇化与经济发展之间存在着对数曲线的关系^[24]。黄金川等学者在综合了上述两种研究之上,推导得到了城市化与生态之间的双指数交互胁迫函数^[25]。生态保护与经济高质量发展相互作用并彼此制约,为了进一步探究两系统内部的交互胁迫关系,本文引入双指数函数模型揭示两系统的交互胁迫轨迹,具体表达式如下:

$$z = m - n(10^{\frac{y-b}{a}} - p)^2 \quad (10)$$

其中, z 为生态保护指数, y 为经济高质量发展指数, m 、 n 、 a 、 b 和 p 为待定系数。当 $10^{\frac{y-b}{a}} < p$ 时,生态保护随着经济高质量发展水平的提高而逐渐恶化,当 $10^{\frac{y-b}{a}} = p$ 时,生态保护恶化程度达到最大值,而当 $10^{\frac{y-b}{a}} > p$ 时,生态保护随着经济高质量发展水平的提高而逐渐转好。

三、生态保护——经济高质量发展的作用机制与评价指标构建

(一) 生态保护——经济高质量发展作用机制

生态保护与经济高质量发展两个子系统是相互作用,相辅相成的。良好的生态保护水平为经济可持续发展提供充足的资源要素保障并促使发展方式转变,进而推动经济发展质量的提升;而经济高质量发展反过来能够驱动生态保护,为生态和谐、生态补偿以及生态治理修复提供坚实的资金支持,有助于企业加大创新投入,从源头减少污染物的排放,推动生态保护水平的提高。

(二) 生态保护——经济高质量发展评价指标构建

在参考已有研究^{[26][27]}的基础之上,遵循指标构建的科学性、合理性、层次性以及数据的可获得性,分别从生态保护与经济高质量发展两个层面构建指标评价体系。生态保护方面,指标评价体系的构建参考了状态——压力——响应(PSR)模型,从三个维度共选取了11个指标来评价北部生态发展区的生态保护现状;而在经济高质量发展方面,结合“十四五”时期广东区域经济高质量发展新要求,指标评价体系的构建从规模、结

构、质量、动力四个方面出发选取了16个指标来衡量北部生态发展区的经济高质量发展水平,表2展示了所选取的指标以及基于熵值法赋予的权重。本文研究年份为2010–2020年,数据来源于2011–2021年的《广东统计年鉴》《中国城市统计年鉴》、各城市的统计年鉴、统计年报、政府工作报告以及政府相关网站等,对于少部分缺失值,根据插值法进行推算补充。对收集到的数据运用相关软件进行模型设定、数据分析。

四、测度结果与分析

(一) 生态保护与经济高质量发展指数综合分析

生态保护指数综合分析。研究期间北部生态发展区的生态保护指数呈现平稳上升态势,生态保护指数从0.164上升到0.240,历年均值为0.202,年均增速为3.90%,表明北部生态发展区生态保护状况持续向优,但与经济高质量发展增幅相对而言,生态保护水平的提升受到的约束更大,提升能力较为缓慢。各市生态保护指数之间仍存在一定的差距,河源市、韶关市和梅州市三市均值突破0.2,分别为0.230、0.212和0.222,而清远、云浮两市则相对较低,分别为0.180、0.169,但增速较快,2020年相较于2010年分别增长了29.56%和97.50%,表明生态保护质量在不断优化。

经济高质量发展指数综合分析。研究期间北部生态发展区的经济高质量发展指数呈现快速增长态势,与生态保护指数之间的差距逐年扩大,经济高质量发展指数从0.177上升到0.391,历年均值为0.283,增速均值为8.28%,北部生态发展区经济高质量发展稳中向好。而各市经济高质量发展指数之间则存在着较大的差距,韶关市和清远市经济表现较为突出,历年均值分别为0.394、0.346,韶关在2020年达到了0.502,远超其他四市;河源、梅州两市表现居中,历年均值分别为0.291、0.226;而云浮经济基础还较为薄弱,历年均值仅为0.158,但增速最快,年均增速达13.17%。

(二) 生态保护与经济高质量发展耦合交互关系综合分析

耦合协调特点分析。图1展示了耦合协调度的时序演变趋势。从整体来看,北部生态发展区

表 2 生态保护—经济高质量发展评价指标体系与权重

子系统	一级指标	二级指标	指标解释（单位）	属性	权重（%）
生态保护	状态	生态环境状况指数 EI		正	2.5
	压力	单位 GDP 电耗	耗电量/GDP (kW·h/万元)	负	3.4
		单位工业废水排放量	工业废水排放量/GDP (万吨/亿元)	负	2.4
		工业二氧化硫排放量	工业二氧化硫排放量/GDP (万吨/亿元)	负	2.4
		人口密度	常住人口数/行政区域面积 (人/平方米)	负	4.6
		PM2.5 浓度	年内各月 PM2.5 浓度均值 (微克/立方米)	负	4.5
	响应	城市污水处理率	经污水处理厂处理的城市污水量/污水排放总量 (%)	正	2.0
		城市生活垃圾无害化处理率	生活垃圾无害化处理量/生活垃圾产生量 (%)	正	1.8
		一般工业固体废物综合利用率	工业固体废物综合利用量/产生量 (%)	正	2.6
		建成区绿化覆盖率	建成区绿化覆盖面积/总建成区面积 (%)	正	2.6
		森林覆盖率	森林面积/土地总面积 (%)	正	2.0
经济高质量发展	规模	地方财政收入	亿元	正	3.4
		固定资产投资额	亿元	正	3.7
		社会消费品零售总额	亿元	正	4.1
		GDP	亿元	正	3.6
	结构	二元对比系数		正	5.3
		第三产业产值比重	第三产业产值/GDP (%)	正	3.5
		规模以上工业增加值比重	规模以上工业增加值/GDP (%)	正	4.5
		城镇人口比例	%	正	4.5
	质量	人均 GDP	元	正	3.8
		城镇职工基本养老保险率	%	正	3.1
		人均医院床数	张/万人	正	4.1
		人均公路通车里程	公里/万人	正	4.6
	动力	在校大学生人数	人	正	6.3
		人均发明专利拥有量	件/万人	正	6.0
		科技财政支持力度	地方财政科技拨款/地方财政支出 (%)	正	3.4
		R&D 经费投入	R&D 经费/GDP (%)	正	5.1

注：1. 根据《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015），生态环境状况指数（EI）=0.35 生物丰度指数+0.25 植被覆盖指数+0.15 水网密度指数+0.15（100-土地胁迫指数）+0.10（100-污染负荷指数）+环境限制指数，此处的地级市生态环境状况指数为当年地级市内市辖区、县级市、县及自治县生态环境状况指数均值。2. 二元对比系数具体计算公式见参考文献^[28]。

耦合协调度在稳定增长，从 2010 年 0.403 上升到 2020 年的 0.537，年均增速为 2.91%，协调类型从濒临失调向勉强协调过渡，研究期间各市均处于拮抗阶段，但耦合协调度有明显优化态势。北部生态发展区作为后发展地区，深入贯彻落实“绿水青山就是金山银山”的发展理念，坚持在保护中发展，在发展中保护，努力在高水平生态保护中实现高质量发展，近年来，北部生态发展区城市大力推动产业生态化，快速调整自身的发展方式和经济结构，同时加大对新兴产业的投资，例如云浮市打造领先全国的氢能产业体系和产业集群，全国一体化算力网络粤港澳大湾区国家枢纽节点数据中心落户韶关市，北部生态发展区正在不断扩宽生态保护与经济高质量发展协同并进之路。

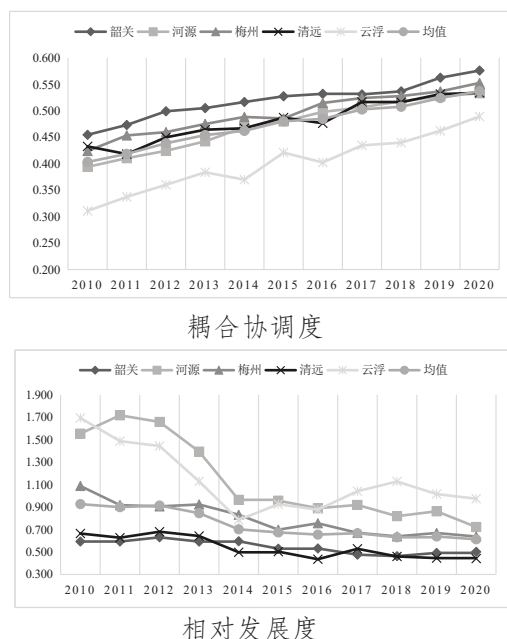


图 1 耦合协调度与相对发展度时序演变

表 3 耦合协调发展阶段

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
韶关市	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
河源市	IV	IV	IV	IV	III	III	II	III	II	II	II
梅州市	III	III	III	III	II	II	II	II	II	II	II
清远市	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
云浮市	IV	IV	IV	IV	III	III	III	III	IV	III	III
均值	III	II	III	II	II	II	II	II	II	II	II

从各市的耦合协调度来看,呈现出一定程度的差异化演变态势。耦合协调度较高为韶关市,呈现波动中增长的走势,历年均值为 0.520,从 2010 年 0.455 上升到 2020 年的 0.576,协调类型从濒临失调向勉强协调过渡,韶关市作为过去的“华南重工业基地”,在资源型产业面临枯竭之际主动探索转型发展道路,发展第三产业,建设先进装备制造产业园,近年与大湾区在多方面开展深度合作,经济取得高速增长。耦合协调度居中的为梅州市、清远市和河源市,三市均呈现波动中增长的走势,优化态势明显。梅州市、清远市的耦合协调度分别从 2010 年 0.424、0.433 上升到 2020 年的 0.553、0.534,协调类型均从濒临失调过渡到勉强协调,子系统指数值在稳定增长,表明两市生态保护与经济高质量发展水平双提升;而得益于河源经济高质量发展水平的大幅提高,河源市的耦合协调度也有了较大幅度的增长,2020 年相较于 2010 年增长了约 35.3%,协调类型从轻度失调逐渐过渡到勉强协调阶段。耦合协调度较低的为云浮市,由于云浮市传统支柱产业为石材生产加工业,属于劳动密集型高污染产业,走的是粗放型的发展老路,生态保护与经济高质量发展协调性表现不佳,但近年云浮市开展绿色转型发展,大力整治高污染产业,逐渐将绿色优势转换为绿色动能,基于南药等特色农产品大力发展农产品加工业和生态旅游业,耦合协调度稳中有升,年均增速达 4.64%,2020 年相较于 2010 年增长了约 57.2%,协调类型也从轻度失调逐渐过渡到濒临协调阶段。

相对发展类型分析。结合前文子系统指数测度结果以及表 1 耦合协调度划分标准,可得到

2010—2020 年广东北部生态发展区相对发展度以及发展类型(见图 1、表 3)。整体来看,研究期间北部生态发展区处于低稳态拮抗阶段,生态保护与经济高质量发展水平的耦合协调度持续走高,但相对发展度在不断降低,从 2010 年的 0.927 下降到 2020 年的 0.613,跌幅达 51.2%,发展类型也从 III 类逐渐过渡到 II 类,生态保护逐渐落后于经济高质量发展。

从各市的发展类型来看,韶关、清远两市的相对发展度较低,凭借着临近珠三角地区的区位优势,两市的经济实力得到了高速提升,带动了耦合协调度的走高,但生态保护指数增长幅度不大,这也使得两市的相对发展度呈现出波动中下降的走势,研究期间发展类型稳定在 II 类。梅州市的相对发展度居中,同样呈现波动中下降的走势,从 2010 年的 1.088 下降到 2020 年的 0.638,发展类型从 III 类逐渐过渡到 II 类,生态保护逐渐滞后于经济高质量发展。而河源、云浮两市的相对发展度波动较大,河源的相对发展度呈“上升——大幅下降——缓慢下降”的三段式走势,发展类型从 IV 类逐渐过渡到 II 类,而云浮市的相对发展度则呈现“大幅下降——波动中回升——缓慢下降”的三段式走势,发展类型从 IV 类逐渐过渡到 III 类,从子系统指数来看,河源、云浮两市的生态保护较好,但经济高质量发展水平还较为落后,与其他三市存在一定的差距。生态保护与经济高质量发展相互促进并制约,两者协同共进是推动北部生态发展区可持续发展的重要举措^[29],未来随着各市耦合协调度的不断走高,北部生态发展区可能会逐渐进入中稳态磨合阶段,系统边界逐渐磨合,并有望实现高稳态的高水平耦合。

交互胁迫效应分析。基于公式(5),运用 MATLAB 软件对 2010—2020 年广东北部生态发展区的生态保护指数和经济高质量发展指数进行曲线拟合(图 2),并推导出相应的函数关系式(表 4)。

从 m 值来看,清远市 > 河源市 > 韶关市 > 梅州市 > 云浮市, m 值表示拐点出现时生态恶化程度,出现拐点时, m 值较大的地区承受的生态压力要大于 m 值较小的地区;从 n 值来看,梅州市 > 云浮市 > 清远市 > 河源市 > 韶关市, n 值与生态保

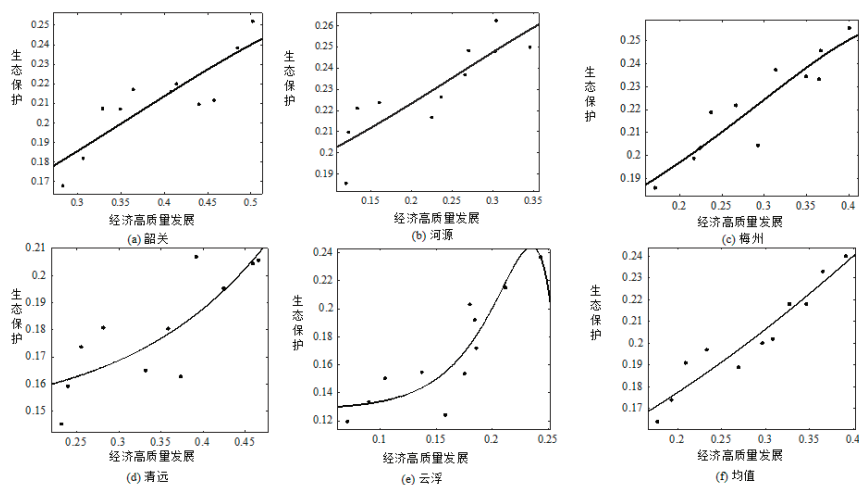


图2 生态保护与经济高质量发展交互关系双指数曲线

表4 生态保护与经济高质量发展双指数函数关系模型

地区	双指数关系方程式	m 值	n 值	b 值	a 值	p 值
韶关市	$y=0.262-0.265(10^{(x-0.677)/0.957}-0.939)^2$	0.262	0.265	0.677	0.957	0.939
河源市	$y=0.279-0.292(10^{(x-0.591)/0.763}-0.744)^2$	0.279	0.292	0.591	0.763	0.744
梅州市	$y=0.258-0.932(10^{(x-0.694)/0.552}-0.382)^2$	0.258	0.932	0.694	0.552	0.382
清远市	$y=0.490-0.372(10^{(x-0.843)/0.362}-0.960)^2$	0.490	0.372	0.843	0.362	0.960
云浮市	$y=0.244-0.413(10^{(x-0.258)/0.085}-0.530)^2$	0.244	0.413	0.258	0.085	0.530
均值市	$y=0.357-0.687(10^{(x-0.948)/0.907}-0.661)^2$	0.357	0.687	0.948	0.907	0.661

护压力和经济高质量发展变化速率有关，n 值较大的地区，其经济高质量发展快速扩张对于生态保护造成的压力更大；而从 b 值来看，清远市 > 梅州市 > 韶关市 > 河源市 > 云浮市，b 值决定拐点出现的早晚，b 值越大，拐点出现时经济高质量发展水平越高，总体表现为经济高质量发展水平较高的地区其拐点的出现要晚于经济高质量发展水平越低的地区，且经济高质量发展水平较高的地区拐点出现时生态保护水平也较高。

结合双指数曲线拟合图 2 来看，北部生态发展区各市的生态保护与经济高质量发展演变轨迹呈现出空间分布差异性，当拐点出现之前，生态保护压力随着经济高质量发展水平的提高而增大，在拐点出现之后，生态保护压力反而随着经济高

质量发展水平的进一步提高而降低，从上述分析可以看出，所求得的双指数曲线方程和拟合图能够较好地反映出北部生态发展区生态保护与经济高质量发展交互胁迫的演变轨迹，即经济高质量发展对生态保护表现出明显的胁迫作用，而生态保护对经济高质量发展表现出明显的约束作用。

五、结论与政策建议

综合构建生态保护与经济高质量发展综合评价体系，基于耦合协调度模型、相对发展模型以及交互胁迫模型对广东北部生态发展区 2010—2020 年的生态与经济高质量发展耦合协调交互关系进行了分析和探讨，主要得到以下结论：第一，北部生态发展区经济高质量发展指数显著高于生态保护指数且差距在逐年扩大，两者均随时间增

长呈现上升态势；第二，生态保护——经济高质量发展耦合协调度稳步提升，但生态保护水平的相对滞后使得相对发展度波动下降，整体处于低稳态的拮抗阶段，各市呈现出一定的空间差异性；第三，北部生态发展区生态保护和经济高质量发展之间存在交互胁迫关系，演变趋势符合双指数函数模型特征，经济高质量发展水平较高的地区其拐点的出现生态保护水平也较高，且拐点出现时间要晚于经济高质量发展水平越低的地区。

基于上述结论，为了推动广东北部生态发展区建设好“绿水青山”和“金山银山”两座大山，本文提出以下建议：

始终把生态保护和生态建设放在首位。广东北部生态发展区作为广东重要的生态屏障，必须严格控制开放强度，在全区开展生态保护与修复工作，坚持以自然环境保护政策为引导，实行最严格的林地与水资源管理制度、生态保护制度，合理布局广东北部生态发展区的生产、生活、生态空间，打好绿水、青山、蓝天保卫战，通过筑牢广东北部生态发展区生态屏障功能从而更好的融入大湾区、服务大湾区。

加速绿色崛起，构建广东北部生态发展区现代产业体系。调整发展模式和经济结构，大力发展绿色产业，将广东北部生态发展区的绿色资源转变为绿色经济，推动生态产业化，发展绿色农业，推动构建省级、国家级农业产业园；培育战略性新兴产业集群，促进广东北部生态发展区产业迈向全球价值链高端，如在韶关市建立国际性数据中心集群，联动珠三角地区，促进大湾区数字经济的集聚融合，为广东北部生态发展区现代产业体系的构建提供坚实的支撑。

推动交通网络的建立，提高与“一核”“一带”的联通水平。优先建设与大湾区的交通设施体系，构建广东两小时经济圈，推动北部生态发展区物流中心、客流中心的构建，通过区域协调发展和产业帮扶、产业合作共建等政策带动广东北部生态发展区的经济发展，鼓励珠三角地区将绿色、低碳产业有序转移北部生态发展区，探索建立“总部研发+基地生产”模式，发挥大湾区龙头企业的辐射带动作用，促进北部生态发展区的企业升

级与产业转型。

参考文献：

- [1] 伍博炜, 王远, 王强, 等. 福建省生态环境与高质量发展耦合关系及驱动机制 [J]. 生态学报, 2022, (20): 1-16.
- [2] 省委省政府印发意见 构建“一核一带一区”区域发展新格局 促进全省区域协调发展 [EB/OL]. (2019-07-19) [2022-11-25]. http://www.gd.gov.cn/gdywdt/gdyw/content/post_2540205.html.
- [3] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Economic growth and the environment [J]. The quarterly journal of economics, 1995, 110(2): 353-377.
- [4] WANG Y, ZHANG C, LU A, et al. A disaggregated analysis of the environmental Kuznets curve for industrial CO₂ emissions in China [J]. Applied Energy, 2017, 190: 172-180.
- [5] AHMED K, LONG W. Environmental Kuznets curve and Pakistan: an empirical analysis [J]. Procedia Economics and Finance, 2012, 1: 4-13.
- [6] STERN D I, VAN DIJK J. Economic growth and global particulate pollution concentrations [J]. Climatic Change, 2017, 142(3): 391-406.
- [7] 刘华军, 裴延峰. 我国雾霾污染的环境库兹涅茨曲线检验 [J]. 统计研究, 2017, 34(3): 45-54.
- [8] 丁俊菴, 邓宇洋, 汪青. 中国环境库兹涅茨曲线再检验——基于1998-2016年255个地级市PM_{2.5}数据的实证分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(8): 1-8.
- [9] 周小亮, 吴武林. 环境库兹涅茨曲线视角下经济增长与环境污染的关系研究——以福建省为例 [J]. 福建论坛(人文社会科学版), 2016, (9): 150-159.
- [10] 刘遣志, 胡争艳. 基于PSR模型的旅游发展与生态环境耦合协调研究——基于贵州省的

实证分析[J]. 生态经济, 2020, 36(3): 132-136.

[11] 苏胜亮. 宁夏回族自治区生态环境与经济发展耦合协调研究[J]. 水土保持研究, 2021, 28, (2): 367-374.

[12] 杨雪菡, 白永平, 车磊, 等. 甘肃省生态安全时空演变特征及影响因素解析[J]. 生态学报, 2020, 40(14): 4785-4793.

[13] 郑瑞乾. 产业经济—社会发展—生态环境协调性分析——以上海市为例[J]. 市场周刊, 2018, (12): 59-61.

[14] 曹诗颂, 王艳慧, 段福洲, 等. 中国贫困地区生态环境脆弱性与经济贫困的耦合关系——基于连片特困区714个贫困县的实证分析[J]. 应用生态学报, 2016, 27(8): 2614-2622.

[15] 方创琳, 周成虎, 顾朝林, 等. 特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径[J]. 地理学报, 2016, 71(4): 531-550.

[16] 魏伟, 石培基, 魏晓旭, 等. 中国陆地经济与生态环境协调发展的空间演变[J]. 生态学报, 2018, 38(8): 2636-2648.

[17] 钟霞, 刘毅华. 广东省旅游—经济—生态环境耦合协调发展分析[J]. 热带地理, 2012, 32(5): 568-574.

[18] 崔木花. 中原城市群9市城镇化与生态环境耦合协调关系[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 72-78.

[19] 石涛. 黄河流域生态保护与经济高质量发展耦合协调度及空间网络效应[J]. 区域经济评论, 2020, 45(3): 25-34.

[20] 卢辉, 徐辉. 长江经济带生态保护与生态高质量发展耦合关系的实证[J]. 统计与决策, 2022, (14): 101-104.

[21] 张贡生. 黄河流域生态保护和高质量发展: 内涵与路径[J]. 哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2020, 22(5): 119-128.

[22] 王育宝, 陆扬, 王玮华. 经济高质量发展与生态环境保护协调耦合研究新进展[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2019, 19(5):

84-94.

[23] 刘浩, 张毅, 郑文升. 城市土地集约利用与区域城市化的时空耦合协调发展评价——以环渤海地区城市为例[J]. 地理研究, 2011, 30(10): 1805-1817.

[24] 周一星. 城市化与国民生产总值关系的规律性探讨[J]. 人口与经济, 1982, (1): 28-33.

[25] 黄金川, 方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J]. 地理研究, 2003, (2): 211-220.

[26] 孙久文, 崔雅琪, 张皓. 黄河流域城市群生态保护与经济发展耦合的时空格局与机制分析[J]. 自然资源学报, 2022, 37(7): 1673-1690.

[27] 史丹, 李鹏. 我国经济高质量发展测度与国际比较[J]. 东南学术, 2019, (5): 169-180.

[28] 彭建刚, 李关政. 我国金融发展与二元经济结构内在关系实证分析[J]. 金融研究, 2006, (4): 90-100.

[29] 李文辉, 周兴, 钟锦玲. 广西壮族自治区生态保护与高质量发展时空分异特征[J]. 水土保持研究, 2023, 30(2): 165-174+185.

作者: 徐明威, 中共广东省委党校硕士研究生
林先扬, 中共广东省委党校决策咨询部区域经济学教授、副主任、博士
林 森, 中共广东省委党校硕士研究生

责任编辑: 谭博文