

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2020.04.002

后疫情时代生态空间与经济系统协调发展的挑战 ——基于耦合协调度模型的反事实分析

石涵予, 薛伟贤, 蒋楠

(西安理工大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 后疫情时代下经济系统发生深刻的变化, 这导致生态空间与经济系统协调发展关系面临挑战。本文基于人地系统耦合框架、生态系统能流模型, 从内循环和互循环视角表征生态空间与经济系统的耦合关系, 运用 IS-LM 模型对后疫情时代下的生态投资挤出效应进行理论分析。以陕西省为例, 建立系统协调发展的评价指标体系, 修正耦合协调度判别标准, 在三种反事实情景下模拟疫情冲击的可能后果。结果表明: 后疫情时代将出现生态投资的挤出效应; 疫情冲击对协调发展程度趋好造成阻碍, 且三种反事实情景下的阻力依次增加。

关键词: 后疫情时代; 生态空间; 耦合协调度; 挤出效应; 反事实

中图分类号: F061.3

文献标志码: A

文章编号: 1006-4710(2020)04-0447-09

Challenge of coordinated development of ecological space and economy system in post-epidemic era: a counterfactual analysis based on coupling degree model

SHI Hanyu, XUE Weixian, JIANG Nan

(School of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: The economic system has been undergoing profound changes in the post-epidemic era, which leads challenges to the coordinated development relationship between eco space and economic system. Based on the human-earth system coupling framework and ecosystem energy flow model, this paper represents the coupling relationship between ecological space and economic system from the perspectives of internal circulation and mutual circulation, and uses the IS-LM model to conduct a theoretical analysis of the crowding-out effect of ecological investment in the post-epidemic era. Taking Shaanxi as an example, we establish an evaluation index system of systematic coordinated development, modify the criterion of coupling coordination degree, and simulate the possible consequences of epidemic outbreak under three counterfactual scenarios. The result shows that the crowding-out effect of ecological investment would emerge in the post-epidemic era, that the outbreak of epidemic hinders the improvement of coordinated development, and that the hindering extent under the three counterfactual scenarios increases in turn.

Key words: post-epidemic era; ecological space; coupling coordinate degree; crowding-out; counterfactual

2020年初, 突如其来的新冠肺炎不仅考验着国家公共卫生服务体系, 更极大地考验着宏观经济运行、国际贸易、行业发展、政府治理等诸多领域。如何在后疫情时代下反思并谋求出路, 已成为当前研

究的聚焦点。已有研究表明, 此次疫情通过供需结构、进出口贸易、大众心理与行为、采购经理指数和经济景气指数等路径, 对我国宏观经济运行造成负面影响, 预计全年 GDP 增速约 5%^[1]。对外方面,

收稿日期: 2020-09-30; **网络出版日期:** 2020-11-12

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.n.20201112.1024.002.html>

基金项目: 教育部人文社科青年基金资助项目(20YJC790112); 中国博士后科学基金资助项目(2019M663944XB); 陕西省科技厅软科学研究计划资助项目(2020KRM205); 陕西省教育厅人文社科研究计划资助项目(20JK0251); 博士启动资金资助项目(105-256081923)

第一作者: 石涵予, 女, 博士, 讲师, 研究方向为生态补偿和绿色发展。E-mail: shihanyu_xjtu@163.com

美国政府的抗疫失败加剧了世界贸易体系走向贸易保护主义^[2],中央则提出了构建以国内大循环为主体的“双循环”发展格局以应对此轮外部冲击^[3]。对内方面,受人员流动和群体聚集因素的影响,以旅游、餐饮等行业为代表的行业受疫情影响严重,后疫情时代消费者生活方式的转变将极大地改变行业发展^[4]。于政府而言,不仅需要关注地方政府对新冠肺炎的防控效果,更需要思考如何推进国家治理能力现代化^[4]。可见,已有研究及时有效地探讨了新冠肺炎对经济发展的影响,却鲜见关于生态保护的冲击与对策反思的研究。

如果说高科技贸易战是来自经济体外部的输入型“卡脖子”冲击,那么环境污染问题就是由我国经济体爆发的内源性“卡脖子”危机。九十年代以来,我国欠发达地区的地方政府趋于亲资本的发展模式,导致地方政府在资本短缺的压力下,通过征地、招商引资等方式迅速获取资本,却对生态环境造成深远影响。为了应对生态环境脆弱对国民经济发展的刚性约束,我国自上而下地涌现出一大批生态保护实践。2000年国家启动了退耕还林、天然林保护等大型生态建设工程,2012年皖浙政府试点了新安江“水质对赌”等区域间生态保护的横向模式,2016年民间涌现出以贵州酒企护河、蚂蚁森林为代表的市场模式。可见,生态保护由起初的中央政府主导,逐步发展到地方政府间协商,再到现如今市场主导的全民参与。然而,政府主导和市场主导的生态保护策略相比,究竟谁更胜一筹,目前尚无定论。

后疫情时代下,经济系统由暂停到再运转的过程遇到内外困难,这就导致生态空间与经济系统协调发展关系受到严峻挑战。根据人地系统耦合框架的观点,人地系统由人类子系统和地球自然子系统构成,在两个子系统内部的“双循环”和系统间的“互循环”的交互作用下,人类系统和自然系统之间存在无序、有序、耦合、协调等关系^[5]。目前,人地交互格局正在发生深刻变化,亟需厘清人地关系,探究人地系统耦合格局与机理^[6]。同理,生态空间与经济系统协调发展问题也亟需厘清其耦合关系,探究其耦合格局。生态空间保护是经济社会可持续健康发展的支撑点和国家形象的发力点,离不开社会各界的资金支持。然而,中央和地方财政收支面临着较大压力,在稳增长保就业为核心目标的情况下,生态空间治理投资难免力不从心。如何构建生态空间与经济系统的耦合关系,如何评价突发公共卫生事件对未来生态空间与经济系统协调发展的影响,成为当前亟待解决的重要问题。

反事实分析(Counterfactual Analysis)是否定过去已经发生的事实,构建与事实相反的可能性假设,用于观测干预和不干预之间的结果差异,是政策效应评价的前沿方法,也是本文探索新冠疫情对耦合冲击影响的研究思路。反事实分析的核心思想是考察政策实施后目标群体的指定变量(处理组)和同一区间内政策未实施时目标群体的指定变量(控制组)的对照差异。以生态保护政策效应为例,谌莹^[7]考察主体功能区政策实施前后的经济增长差异(双重差分法),李国平^[8]测度退耕还林政策实施前后的农村经济福利差异(倾向得分匹配法),曹静^[9]分析尾号限行政策前后空气质量差异(断点回归法)。与国家政策一样,未受疫情冲击时的耦合协调度是无法观测的,需要模拟未受疫情冲击时的表现结果,这就需要具象的“反事实”假定。

因此,本文借鉴人地系统耦合框架,构建生态空间与经济系统的耦合关系,分析后疫情时代对生态空间与经济系统协调发展的挑战,并以陕西省为例,测度陕西省生态空间与经济系统的协调发展度,预测后疫情时代对协调发展度的冲击,以期突破我国经济增长“去依附”与生态保护的两难局面提供理论支撑。

1 理论分析

1.1 生态空间与经济系统的耦合关系

遵循人地系统耦合框架,基于生态系统能流模型和宏观经济两部门模型,本文构建了生态空间和经济系统之间的耦合关系,主要由两大系统三大循环构成。生态系统内部存在能量和物质上的内循环,经济系统内部存在要素投入与产品产出的内循环,两系统之间存在资源投入、排污和投资的互循环。

生态空间由地域、水域、空域等领域构成,图1中生态空间方框内的绿色线条和箭头描述了三个领域之间在能量和物质上的“内循环”关系,这决定了生态系统的稳定性和可持续性。以森林、草地、湿地、荒漠和自然保护地为代表的地域要实现稳定和可持续性,离不开来自空域的阳光、雨水、氧气等能量和物质供给,而空域中的云雨下落又是河流、水库、湖泊、海洋等水域的关键补给,与此同时,水域和地域之间则通过地下水等形式实现能量互换。经济系统由农业、工业、家庭共三部分组成,图1中经济系统方框内的红黄线条和箭头描述了三个部分的“内循环”关系。通常,完整的经济系统由生产、消费、政府和贸易四部门构成,其简化模型则由生产和

消费这两部门构成,其中,农业和工业代表生产部门,家庭代表消费部门。在经济系统内,黄色线条描述了家庭部门向农业和工业生产部门提供劳动要素

投入的过程,红色线条描述了生产部门向家庭提供劳动报酬的过程。

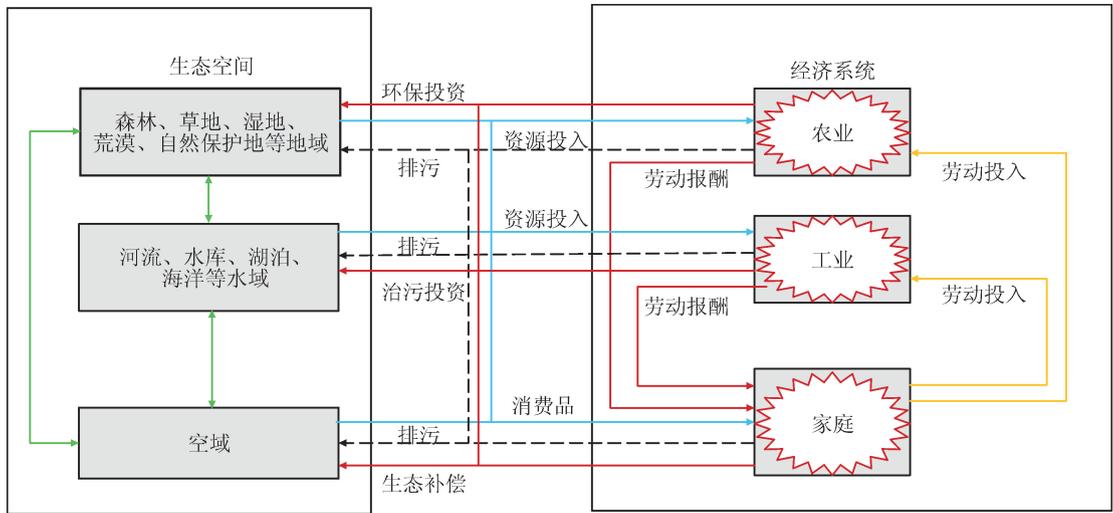


图1 生态空间与经济系统的耦合关系示意图

Fig. 1 Coupling relationship of eco space and economic system

生态空间与经济系统的“互循环”的构建桥梁是要素供给、排污和投资过程。首先,蓝色线条和箭头描述了生态空间向经济系统的要素供给过程和方向:一方面,生态空间向生产部门提供资源要素,如木材、药材、水资源、风能等生产原料和能源;另一方面,生态空间为人类提供存续所必须的生态条件,满足家庭对休闲、娱乐与美学享受的需求,如适宜居住的温度、湿度、洁净的空气和水、食物、自然景观等。其次,黑色虚线箭头代表经济系统向生态空间的排污过程,如农业生产过程中的农药化肥残留、畜禽粪便、农用薄膜、水产养殖过程中的饵料鱼药溶失对水体、土壤和空气造成污染;工业生产过程中的废气、废水和固体排放物对生态环境造成侵害。最后,图中生态空间和经济系统之间的红色线条和箭头描述了经济系统对生态空间治理付出的资金投入,通过环保投资、治污投资和生态补偿等方式,修复生态空间的自净能力,补救超出生态空间自净能力部分的污染,助推生态空间的稳定和可持续;经济系统内农业、工业和家庭部门内的锯齿圆形代表了经济系统对生态空间治理付出的机会成本,即放弃和淘汰地处生态关键地区的挖沙、造纸、煤炭、火电、钢铁、化工等落后产能,谋求环境友好型土地利用、节能环保生产、绿色低碳生活方式等。

与人地系统耦合框架认为生态系统服务是构建桥梁不同,图1更加强调整资金投入和机会成本在生态空间与经济系统耦合关系中的桥梁作用。经济系统具有稳定可持续地发展能力是经济系统向生态空

间开展资金流动的基本前提,经济系统自身的“刮骨疗毒”是生态空间保护和合理利用的根本保障。

1.2 后疫情时代对生态空间与经济系统耦合关系的挑战

新冠疫情的爆发和全球蔓延对经济系统产生极大的冲击,直接导致后疫情时代面临生态保护与经济增长耦合关系的重塑。在疫情高峰期采用居家隔离、停工停产的“休克疗法”,相当于按下了经济暂停键。该方法有效控制了疫情蔓延,但是经济系统重启后,为了加速恢复经济系统的正常运转,政府将使用扩张性财政政策。这使得耦合关系的重塑过程将面临两大挑战:一是替代效应,即地方政府企业复工复产的压力激增,这可能使以牺牲环境为代价的经济增长模式得以重现;二是挤出效应,即政府开支增加的目标以恢复经济为主,这可能对生态空间的投入造成挤出。

经济增长与环境保护的替代效应是经济逆境中无法避免的。如2020年5月起西安市恢复汽车尾号限行,但限行时段比疫情前显著减少;2020年9月28日国家生态环境部就《京津冀及周边地区、汾渭平原2020—2021年秋季大气污染防治综合治理攻坚行动方案》展开意见征求,将“停工令”行业由15个扩展到39个。因此,本文基于宏观经济的两部门IS-LM模型,对后疫情时代经济复苏对生态空间投资的挤出效应进行理论分析。

假定在产品市场,均衡国民收入 Y 用公式表示为:

$$Y = C + I \quad (1)$$

式中: Y 是剔除价格变动因素后的国民收入; C 是家庭消费; I 是投资总额, 由 I_{in} 和 I_{mu} 两部分构成。其中 I_{in} 是经济系统内循环投资, 即企业利润用于再生产的资金投入, I_{mu} 是经济体系与生态空间的互循环投资, 即企业和家庭对生态空间的投资。这部分资金流动还可以理解为政府代表企业和家庭行使的生态保护投入。

假定家庭消费与可支配收入之间存在线性关系, 消费函数是 $C = \alpha + \beta Y$, 其中 α 是消费函数中的自主性消费, β 是边际消费倾向; 投资与实际利率 r 之间存在线性关系。那么, 内循环投资函数 I_{in} 和互循环投资函数 I_{mu} 分别表示为

$$I_{in} = e_{in} - d_{in}r \quad (2)$$

$$I_{mu} = e_{mu} - d_{mu}r \quad (3)$$

式中: e_{in} 和 e_{mu} 分别是内循环和互循环的自发性投资; d_{in} 和 d_{mu} 分别是内循环投资和互循环的投资利率弹性。

当产品市场和货币市场共同均衡时, 满足条件:

$$\begin{cases} \text{IS: } Y = \frac{(e_{in} + e_{mu}) - (d_{in} + d_{mu})r + \alpha}{1 - \beta} \\ \text{LM: } Y = \frac{hr}{k} + \frac{M}{k} \end{cases} \quad (4)$$

式中: IS 是产品市场均衡条件; LM 是货币市场均衡条件; h 是货币需求的利率弹性; k 是货币需求的产出弹性; M 是实际货币供给量。求解式(4)可得均衡利率 r_0 和均衡产出 Y_0 。

$$r_0 = \frac{k(e_{in} + e_{mu}) + \alpha - M(1 - \beta)}{h(1 - \beta) + k(d_{in} + d_{mu})} \quad (5)$$

$$Y_0 = \frac{h(e_{in} + e_{mu} + \alpha) + M(d_{in} + d_{mu})}{h(1 - \beta) + k(d_{in} + d_{mu})} \quad (6)$$

将式(5)代入式(3), 得到一般均衡时的互循环投资量:

$$I_{mu} = e_{mu} - d_{mu} \frac{k(e_{in} + e_{mu}) + \alpha - M(1 - \beta)}{h(1 - \beta) + k(d_{in} + d_{mu})} \quad (7)$$

在后疫情时代下, 我国面临经济增长“去依附”与生态保护的两难局面, 国家不得不执行扩张性财政政策。这将造成内循环投资增加, 进而导致利率不变的情况下, 内循环投资量增加, 即自发性投资由 e_{in} 增加为 E_{in} 。此时产品市场和货币市场达到新的一般均衡。再次求解 IS-LM 的均衡利率 r_1 和均衡产出 Y_1 。不难发现, $r_1 > r_0$ 。

然后, 将 r_1 代入式(3), 得到后疫情时代一般均衡的互循环投资量:

$$I_{mu} = e_{mu} - d_{mu} \frac{k(E_{in} + e_{mu}) + \alpha - M(1 - \beta)}{h(1 - \beta) + k(d_{in} + d_{mu})} \quad (8)$$

令 $\Delta I_{mu} = I_{MU} - I_{mu}$, 可得后疫情时代下的互循环投资挤出量:

$$\Delta I_{mu} = \frac{k(e_{in} - E_{in})}{h(1 - \beta) + k(d_{in} + d_{mu})} d_{mu} \quad (9)$$

由于 d_{in} 、 d_{mu} 、 h 、 k 均为正数, $0 < \beta < 1$, 且 $E_{in} > e_{in}$, 显然, $\Delta I_{mu} < 0$ 。

由式(9)可知, 挤出效应是由于扩张性财政政策引起实际利率上升, 从而减少了互循环投资支出。挤出效应的大小取决于 d_{in} 、 d_{mu} 、 h 、 k 、 β 这五种因素, 其中货币需求的产出弹性 k 和边际消费倾向 β 一般被认为是稳定的, 因而挤出效应的决定性因素为货币需求的利率弹性 h 和投资需求对利率的弹性 d_{in} 和 d_{mu} 。对于互循环的投资利率弹性 d_{mu} 而言, d_{mu} 越大, 挤出效应越大。其政策含义是: 一般认为政府主导的 d_{mu} 比市场主导的 d_{mu} 更小, 即后疫情时代下政府主导的环保投资挤出效应比市场主导的环保投资挤出效应更小。

2 实证分析

以陕西省为研究对象, 实证分析后疫情时代对生态空间与经济系统耦合协调度的冲击。具体分析思路如下: 首先, 构建陕西省经济系统耦合的评价体系; 其次, 运用熵值法计算评级体系的指标权重, 修正耦合协调度模型的判别标准; 然后, 根据反事实推理分类, 建立反事实分析的假定情况; 最后, 基于统计数据对评价体系中的各变量分别进行函数拟合。据此填补 2018—2019 年的个别缺失数据和预测 2020—2025 年的指标数据, 测度 2007—2019 年陕西省生态空间与经济系统的耦合协调度, 预测和对比三种反事实假定下的耦合协调度。

2.1 构建耦合关系的指标体系

围绕测度生态空间和经济系统耦合协调度的研究目标, 遵循我国经济发展源动力、生态环境保护与利用关系、数据可获得性和连续性等指标体系构建原则, 构建陕西省生态空间与经济体系耦合的评价指标体系。首先, 借鉴支出法核算国民生产总值的分析思路, 从经济规模、消费水平、投资水平和贸易水平 4 个方面刻画区域经济系统发展状况。其次, 结合投入产出法在生态保护领域的应用, 从生态保护和环境利用这两个方面对生态空间保护情况予以描述。最后, 利用 CNKI 数据库选取在这 6 个一级指标下已有研究使用频率较高的 52 个二级指标, 并参考领域专家意见, 遴选得到 20 个二级指标, 由此构成生态空间与经济系统耦合的评价指标体系(见表 1)。

表1 陕西省生态空间与经济系统耦合的评价指标体系

Tab.1 Index system of coupling evaluation between eco space and economic system

目标层	约束层	一级指标	二级指标
生态空间与经济体系的耦合协调度 D	经济系统发展指数 X	经济规模 X_1 (0.222 1)	x_1 :人均地区生产总值(元/人)(+)(0.111 2) x_2 :年末常住人口(万人)(+)(0.110 9)
		消费水平 X_2 (0.333 5)	x_3 :劳动者报酬(亿元)(+)(0.111 2) x_4 :城镇居民消费(亿元)(+)(0.111 1) x_5 :农村居民消费(亿元)(+)(0.111 2) x_6 :Engel 系数(-)
		投资水平 X_3 (0.333 7)	x_7 :政府消费(亿元)(+)(0.111 0) x_8 :固定资本形成总额(亿元)(+)(0.111 5) x_9 :全社会固定资产投资(亿元)(+)(0.111 2)
		贸易水平 X_4 (0.110 8)	x_{10} :经营单位所在地净出口总额(千美元)(+)(0.110 8)
		生态保护指数 Y_1 (0.332 6)	y_1 :地方财政环境保护支出(亿元)(+)(0.111 0) y_2 :生态建设与保护本年完成投资(万元)(+) y_3 :工业污染治理完成投资(万元)(+)(0.110 8) y_4 :生活垃圾无害化处理能力(t/日)(+)(0.110 8)
		环境利用指数 Y_2 (0.667 4)	y_5 :生态用水量(亿 m^3)(+)(0.110 9) y_6 :工业用水量(亿 m^3)(-)(0.111 2) y_7 :农业用水量(亿 m^3)(-)(0.111 5) y_8 :城市建设用地面积(km^2)(-)(0.111 2) y_9 :废水排放总量(万 t)(-)(0.111 1) y_{10} :二氧化硫排放量(t)(-)(0.111 5)

说明:(+)和(-)分别代表正向指标和负向指标;括号内数值为基于2007—2019年数据,运用熵值法计算出的指标权重

2.2 修正耦合协调度模型

首先,运用熵值法确定指标权重。本文的 X 和 Y 指标分别选取了9个二级指标进行实证分析,时间跨度是2007—2019年。第一步,根据该指标是正向或负向指标的性质,分别进行数据标准化处理;第二步,计算第 i 年第 j 项指标值比重;第三步,计算熵值和冗余度;第四步,计算指标权重和指标得分。各指标权重的实证结果见表1。

其次,采用廖崇斌模型进行协调度进行测算。模型概括如下:

$$C = \left\{ \frac{f(X)g(Y)}{[(f(X) + g(Y))/2]^2} \right\}^k \quad (10)$$

$$T = \alpha f(X) + \beta g(Y) \quad (11)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (12)$$

式中: C 为经济增长与环境保护的协调度; k 是调节系数, $k=2$; T 是经济增长与环境保护的综合发展指数; α 和 β 分别是经济增长和环境保护的重要程度, $\alpha=0.7$, $\beta=0.3$; D 是协调发展度。

然后,对协调发展度 D 进行等级划分。本文拟定协调发展度的类型及划分标准见表2。

表2 生态空间与经济系统协调发展度的判别准则和类型

Tab.2 Criterion of coordination degree between eco space and economic system

判别准则	(D 区间)	协调发展关系类型
[0.15,0.18)	0.03	中度失调
[0.18,0.24)	0.06	轻度失调
[0.24,0.34]	0.10	基本协调发展
(0.34,0.53]	0.19	良好协调发展
(0.53,0.87]	0.34	优质协调发展

相较于以往研究^[10],本文在分析过程中的特色有两点。其一,参数设置更加贴近我国现状。在综合发展指数的设定中,以往研究往往将两变量视为同等重要,而本研究令 $\alpha=0.7$, $\beta=0.3$,这某种程度上体现了新时代以经济建设为中心的高质量发展理念,更贴近我国现实情况。其二,协调发展类型的

划分趋于合理化。在以往研究中,判别准则通常是以 $[0,1]$ 区间的十级均匀划分,虽然这种划分办法简单易操作,但是这不符合经济学上的边际技术替代率递减规律,也不符合统计学中的中心极限定理,即短期内实现由失调到协调的过程应该是越来越难的,且协调发展度极少出现在0附近和1附近。因此,本文提出的生态空间与经济系统协调发展度的判别准则剔除了 $D < 0.15$ 和 $D > 0.87$ 的极端情况,且不在0.15和0.85之间进行均匀划分,而是假定生态空间与经济系统的替代难度具有指数特征,将 D 区间模拟为 $D_i = 0.01a^i$,经多次尝试后决定令 $a = 0.18$,由低往高依次得到的 D 区间是0.03、0.06、0.10、0.19和0.34,以0.15为起始点,依次加上 D 区间,得到了最终的判别准则。

2.3 建立反事实分析的假定情况

本文与一般的反事实研究在时间截点上截然不同,这要求我们提出两种以上的反事实假定,提供更多的预判可能性。已有研究通常是在政策已经实施一段时间之后,再对比分析有干预和无干预情况下的政策效果差异,其反事实假定只是单独一个的无干预假定。与国家政策非有即无的二元结果不同,后疫情时代才刚刚开始,本研究是站在当下对未来生态空间与经济系统协调发展关系的趋势预判,需要提出多种反事实假定。因此,本文根据反事实推理的分类,建立以下三个反事实假定。

情景一:前提反事实推理又称前提假设,指与事实相反的前提条件,这是多数研究都采用的范式。本文的前提反事实假设是2020年初并未发生新冠肺炎疫情的爆发和全球蔓延。在该假设下,直接运用基于历史数据拟合函数的预测值,计算2020—2025年的经济发展综合指数、生态保护指数、经济发展与生态保护协调发展度。

情景二:上行反事实推理又称上行假设,指已经发生的事件可能出现的较好结局。本文的上行反事实假设是虽然经历了新冠肺炎疫情的爆发和全球蔓延,导致了经济增速放缓,但是在经济刺激计划下,并未出现替代效应和挤出效应,生态空间保护状况按既定轨迹正常运转。在该假设下,我们假定 X 指数的二级指标仅为拟合函数当年预测值的90%不变,但假定 Y 指数的二级正向指标是拟合函数当年预测值。

情景三:下行反事实推理又称下行假设,指已经发生的事件可能出现的较差结局。本文的下行反事实假设是受新冠肺炎疫情爆发和全球蔓延的影响,

我国经济增速放缓,导致经济规模、消费、投资和贸易的增速同步放缓,且经济刺激对生态保护和环境治理造成替代效应和挤出效应,生态空间保护状况劣于往常。结合专家和科研机构对后疫情时代中国经济增速约为5%的预判^[1],我们假定 X 指数下的二级指标仅为拟合函数当年预测值的90%, Y 指数的正向指标仅为拟合函数当年预测值的80%,负向指标为当年预测值的110%。

3 实证结果

3.1 二级指标的函数拟合结果

基于2000—2017年的历史数据,运用Origin 9.0软件,对15个二级指标进行曲线拟合,得到一阶或二阶多项式拟合函数。 R^2 等判别条件显示曲线拟合结果良好。一方面,相比于线性拟合,多项式拟合精度更高,更适宜于填补缺失数据;另一方面,仅对2018年和2019年的24个缺失数据进行填补,占样本总体的0.07%,对真实协调度总趋势的影响不大,但是可以尽可能地延长时间跨度,便于对比疫情前后的协调度差异。受篇幅所限,不再报告根据拟合函数填补的2018和2019年的部分缺失数据,以及预测的2020—2025年数据。

需要说明的是,为了考察更长时间跨度内的协调度变化趋势,在实证分析时舍弃了 x_6 和 y_2 。 x_6 即Engel系数是反映人民生活水平的重要指标,然而2013年前后相关统计指标、统计口径、调查范围都发生了变化,导致该指标的加入将极大地缩短本研究的时间跨度。Engel系数是食品支出总额与个人消费支出总额的比重,它随家庭收入的增加而下降。该指标越大,则经济发展综合指数 X 越小,是一个负向指标。2013年起,我国开始城乡一体化住户收支与生活状况调查,2013年前可获取的数据是基于抽样调查的城(乡)居民“家庭人均食品消费支出”和“家庭人均现金消费支出”,而2013年后可获取的数据是城(乡)居民“人均消费支出”,这导致该指标缺乏前后连续性和一致性。若在实证分析中纳入该指标,则本文的时间跨度将从13年缩短至7年。同理,对于 y_2 ,生态建设与保护本年完成投资数据的时间跨度是2011至2018年,小于其他指标的时间跨度。因此,考虑到本研究的最终目标是考察经济增长与生态保护的协调度在较长一段时间内的变化趋势,权衡利弊后,本文选择在实证分析过程中舍弃了上述两个指标。最终结果见表3。

表3 基于统计数据的二级指标拟合函数
Tab.3 Fitting functions of secondary indicators based on statistical data

指标	拟合函数	R ²	指标	拟合函数	R ²
x ₁	$x_1 = 109.0677t^2 + 1181.7970t + 1192.2211$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₉ = 20)	0.989 4	y ₁	$y_1 = 10.7322t + 38.4488$ (t ₂₀₀₇ = 1, ..., t ₂₀₁₈ = 12)	0.940 1
x ₂	$x_2 = 0.3660t^2 + 3.7304t + 3648.5640$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₉ = 20)	0.990 5	y ₃	$y_3 = 98659\ln t + 30227$ (t ₂₀₀₄ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 14)	0.477 4
x ₃	$x_3 = 26.2863t^2 + 20.4769t + 748.8772$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 18)	0.991 6	y ₄	$y_4 = 1183.6964t + 1986.3619$ (t ₂₀₀₄ = 1, ..., t ₂₀₁₈ = 15)	0.980 3
x ₄	$x_4 = 45.2602t^2 + 374.8090t + 4578.1649$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 18)	0.990 9	y ₅	$y_5 = 0.02146t^2 - 0.0823t + 0.8084$ (t ₂₀₀₄ = 1, ..., t ₂₀₁₈ = 15)	0.962 8
x ₅	$x_5 = 31.9486t^2 - 96.2100t + 1370.2321$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 18)	0.995 5	y ₆	$y_6 = 0.1609t + 11.8846$ (t ₂₀₀₄ = 1, ..., t ₂₀₁₈ = 15)	0.566 2
x ₇	$x_7 = 180.7690t + 198.0162$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 18)	0.985 7	y ₇	$y_7 = 0.1293t + 56.3120$ (t ₂₀₀₄ = 1, ..., t ₂₀₁₈ = 15)	0.276 0
x ₈	$x_8 = 1035.0688t - 299.1131$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 18)	0.984 7	y ₈	$y_8 = 48.7t + 447.4667$ (t ₂₀₀₄ = 1, ..., t ₂₀₁₈ = 15)	0.889 4
x ₉	$x_9 = 94.1614t^2 - 404.4291t + 1055.8095$ (t ₂₀₀₀ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 18)	0.996 5	y ₉	$y_9 = 7715.4573t + 64395.8481$ (t ₂₀₀₄ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 14)	0.973 6
			y ₁₀	$y_{10} = -53067.6798t + 1052892.9140$ (t ₂₀₀₇ = 1, ..., t ₂₀₁₇ = 11)	0.618 4

说明:原始数据来自2001—2019年《陕西省统计年鉴》; y₃用二阶多项式拟合时为R² = 0.647 3,但基于此拟合函数填补2018和2019年数据时y₃下降,这是明显的逻辑错误,故选用对数函数进行拟合。

3.2 2007—2019年间陕西省协调发展度分析

测算2007—2019年间陕西省经济发展综合指数、生态保护综合指数、经济发展与生态保护协调发展度,并对离散点进行多项式函数拟合,结果见图2。

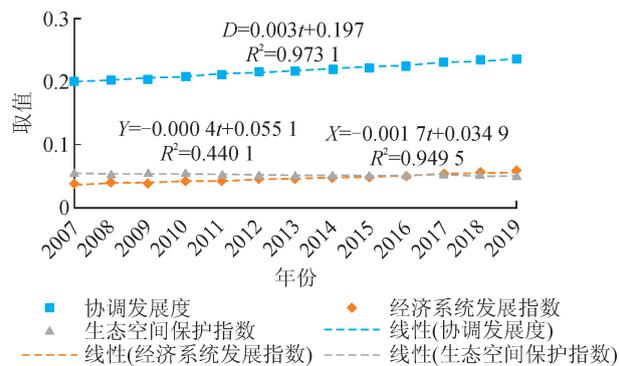


图2 2007—2019年陕西省经济发展指数、生态保护指数和系统协调发展度

Fig.2 Indexes of economic development and eco protection, degree of coordination in Shaanxi from 2007 to 2019

可以看出下面几点。

1) 陕西省经济持续健康发展。对于X指数而言,以2013年为时间截点,2007—2012年之间,在国际金融危机的冲击下,经济仍旧呈现出总体平稳、稳中趋好的发展态势。2013—2019年间,面对日趋复杂的国内外环境,坚持供给侧改革和高质量发展的路线方针,经济呈现总体提升、活力增强、质效提升的良好发展态势。

2) 陕西省生态空间保护水平总体平稳。在2012年中国共产党十八大前后,习近平总书记高度重视生态文明建设,提出“绿水青山就是金山银山”、“生态环境保护是功在当代、利在千秋的事业”、“山水林田湖是一个生命共同体”等系列论述,为生态保护奠定了重要基础。这13年间,陕西省生态保护综合指数Y的总体运行区间在0.050 6(2005年)和0.053 7(2011年)之间。然而,仍旧不能忽视生态空间保护水平下降的风险。

3) 陕西省经济发展与生态保护协调发展度稳中趋好。协调发展度D由2007年的0.201 3增长

到2019年的0.2344,即将实现由“轻度失调”到“基本协调”的阶梯跨越。需要说明的是,对 D 、 X 和 Y 的多项式函数在图2中看似拟合效果不错,但是用其显示的函数将 t 值带入计算后发现,函数值与实际值差别巨大。这不是拟合函数本身的问题,而是图2中显示的小数位数不够。

3.3 后疫情时代下陕西省协调发展度预测

根据3.3节建立的三种反事实假设,基于统计数据 and 拟合函数预测数据,综合运用熵值法和耦合协调度模型,预测2020—2025年陕西省经济发展指数、生态保护指数和协调发展度,结果见表4。表4中,第一列是利用拟合函数预测值计算得到的 X 指数,第二列是利用拟合函数预测值的90%计算得到的 X 指数,同理,第三和第四列分别是用拟合函数预测值以及预测值的80%得到的 Y 指数。根据这

四列数据,分别计算得到三种反事实假定下的协调发展度 D_1 、 D_2 和 D_3 ,其中,加粗数据表明协调发展度首次大于0.24。

可以看出:在三种反事实假定下,生态空间与经济系统的协调发展度仍呈逐步好转趋势;若未曾发生新冠疫情(前提假设),2020年起协调发展度将大于0.24,说明陕西省会实现由“轻度失调”到“基本协调”的阶梯跨越;若在新冠疫情发生的情况下,生态空间保护进程不受经济系统运行缓慢的拖累,2023年起协调发展度将大于0.24;若生态空间保护进行受到经济系统的影响,2024年起协调发展度将大于0.24。

总体来看, $D_1 > D_2 > D_3$,说明无论是否存在替代效应和挤出效应,新冠疫情都将阻碍生态空间和经济系统的协调发展。

表4 2020—2025年陕西省经济发展指数、生态保护指数和协调发展度预测

Tab. 4 Prediction of economic development and eco protection indexes and coordination degree

年份	X 指数	X 指数 (90%)	指数 Y	Y 指数 (80%)	前提假设 D_1	上行假设 D_2	下行假设 D_3
	一	二	三	四	一三	二三	二四
2020	0.060 0	0.056 1	0.053 4	0.050 6	0.240 0	0.234 9	0.232 7
2021	0.062 1	0.058 0	0.053 2	0.050 6	0.242 2	0.237 3	0.235 1
2022	0.064 2	0.060 0	0.052 9	0.050 6	0.244 3	0.239 6	0.237 4
2023	0.066 3	0.062 1	0.052 7	0.050 6	0.246 2	0.241 8	0.239 6
2024	0.068 6	0.064 2	0.052 4	0.050 5	0.248 0	0.243 8	0.241 7
2025	0.070 9	0.066 4	0.052 2	0.050 5	0.249 6	0.245 7	0.243 6

4 结 论

本文主要分析了新冠肺炎疫情的爆发对我国经济系统与生态空间协调发展的冲击。通过构建生态空间与经济系统的耦合关系,发现在两系统三循环模式中,互循环资金是系统耦合的重要桥梁。基于二部门IS-LM模型分析新冠疫情对互循环资金的挤出效应,发现后疫情时代下互循环资金的挤出程度主要取决于投资需求对利率的弹性,政府主导下挤出效应可能更小。构建耦合关系评价指标体系,修正耦合协调度模型的判别标准,拟合评价体系的指标变量,建立前提假设、上行假设和下行假设共三种反事实情景,测度2007—2019年陕西省生态空间与经济系统协调发展度,模拟对比2020—2025年陕西省生态空间与经济系统协调发展度。结果表明,陕西省经济发展与生态保护协调发展度稳中趋好,新冠疫情阻碍了生态空间和经济系统的协调发展,

阻碍力度随三种反事实情景依次递增。

在新冠肺炎疫情冲击巨大和国内外环境日趋复杂之际,本文的研究为国家宏观经济调控和生态空间治理政策制定提供了理论和实证支持,具体启示如下。

第一,维护生态经济系统协调发展的路径有资金流和物质流两类,在资金流受限的情况下,可以通过调整物质流以实现系统稳定。新冠肺炎疫情对生态-经济复合系统既是挑战,也是机会。挑战在于虽然国家以财政赤字和抗疫特别国债等形式用2万亿激发市场活力,使我国在2020年第三季度成为了全球经济体中实现正增长的唯一国家,但是财政资金在经济领域的大量投入势必会导致生态空间投资减少,即资金流减少将在未来对生态-经济复合系统的稳定性发出挑战。机会在于在就业形势的大背景下,通过引导失业者到与生态保护相关的领域内灵活就业、加速企业转型和产业结构调整等方式,提高

资源利用效率和降低排污量,通过调整物质流维护生态经济系统的稳定性。结合挑战和机会两方面可得,经济系统内部的良性调整有助于弥补资金流冲击对生态经济协调发展的负面影响。

第二,由于政府部门生态投资存在挤出效应,应通过科学划定生态产权边界、绿色信贷、生态产品价值实现等途径,为私人部门生态投资创造更好的条件,以“挤入”弥补政府部门生态投资的“挤出”。

第三,本文在反事实分析假定情况下的结果还表明,相比于未发生疫情(前提假设)而言,经济放缓(上行假设)和经济放缓并造成环保放缓(下行假设)两种情况下的生态经济协调发展趋势将放缓4~5年。

因此,本文的实证结果提示国家加快生态文明建设步伐,推动建立政府主导、企业联动、企业全民参与的生态空间治理体系。

参考文献:

- [1] 何诚颖,闻岳春,常雅丽,等. 新冠病毒肺炎疫情对中国经济影响的测度分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2020,37(5):3-22.
HE Chengyin, WEN Yuechun, CHANG Yali, et al. Measurement and analysis of the COVID-19 epidemic impact on China's economy[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2020, 37(5): 3-22.
- [2] 道格拉斯. 大流行与去全球化:分析和预测[J]. 王宇,译. 金融发展研究,2020,27(8):33-35.
DOUGLAS I. Pandemic and de-globalization: analysis and prediction[J]. Translated by WANG Yu. Journal of Financial Development Research, 2020, 27(8): 33-35.
- [3] 陆岷峰. 构建新发展格局:经济内循环的概念、特征、发展难点以及实现路径[J]. 新疆师范大学学报:哲学社会科学版,2020,42(4):33-35.
LU Minfeng. A new pattern of development: concept, characteristics, development difficulties and realization route of domestic economic circulation[J]. Journal of Xinjiang Normal University(Edition Philosophy and Social Science), 2020, 42(4): 33-35.
- [4] 方迎风,周辰雨,张芬,等. 公共卫生体系、政府治理能

- 力与新冠肺炎疫情防控[J]. 经济评论,2020,31(5): 1-18.
FANG Yinfeng, ZHOU Chenyu, ZHANG Fen, et al. Public health system, governance ability and control of COVID-19[J]. Economic Review, 2020, 31(5): 1-18.
- [5] 赵文武,侯焱臻,刘焱序. 人地系统耦合与可持续发展: 框架与进展[J]. 科技导报,2020,38(13):25-31.
ZHAO Wenwu, HOU Yanzhen, LIU Yanxu. Human-natural coupling system for sustainable development: framework and progress[J]. Science & Technology Review, 2020, 38(13): 25-31.
- [6] 刘彦随. 现代人地关系与人地系统科学[J]. 地理科学, 2020,40(8):1221-1234.
LIU Yansui. Modern human-earth relationship and human-earth system science[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(8): 1221-1234.
- [7] 谌莹,张捷,石柳. 主体功能区政策对区域经济增长差距的影响研究[J]. 中国软科学,2020,35(4):97-108.
SHEN Ying, ZHANG Jie, SHI Liu. Research on the influence of main functional area policy on regional economic growth gap[J]. China Soft Science, 2020, 35(4): 97-108.
- [8] 李国平,石涵予. 比较视角下退耕还林补偿的农村经济福利效应——基于陕西省79个退耕还林县的实证研究[J]. 经济地理,2017,37(7):146-155.
LI Guoping, SHI Hanyu. The economic welfare effect on rural areas of Grain to Green Project in comparative perspective: an empirical study based on 79 counties in Shaanxi province[J]. Economic Geography, 2017, 37(7): 146-155.
- [9] 曹静,王鑫,钟笑寒. 限行政策是否改善了北京市的空气质量? [J]. 经济学(季刊),2014,13(3):1091-1126.
CAO Jing, WANG Xin, ZHONG Xiaohan. Did driving restrictions improve air quality in Beijing? [J]. China Economic Quarterly, 2014, 13(3): 1091-1126.
- [10] 吴文恒,牛叔文,郭晓东,等. 中国人口与资源环境耦合的演进分析[J]. 自然资源学报,2006,21(6):853-861.
WU Wenheng, NIU Shuwen, GUO Xiaodong, et al. Evolutional analysis of coupling between population and resource-environment in China[J]. Journal of Natural Resources, 2006, 21(6): 853-861.

(责任编辑 王绪迪)