

# 黄河流域地级市绿色化空间格局 演化及其影响因素研究

徐严 刘程军 王睿 陈雨玮<sup>1</sup>

(浙江工业大学 经济学院, 浙江 杭州 310023)

**【摘要】:** 通过构建黄河流域地级市绿色化测量评价指标体系, 对该流域 2007—2018 年 96 个地级市的绿色化水平进行测度, 并验证资源依赖对黄河流域绿色化水平具有显著的非线性影响。结果发现: (1) 黄河流域绿色化水平整体呈上升态势, 区域间差异明显, 且自 2013 年以来差距有缩小的迹象。(2) 区域绿色化水平全局空间呈现出正向集聚态势, 但局部具有“中心离散, 周围集聚”的特征, 区域绿色化水平不均衡程度在逐渐增加。(3) 资源依赖对黄河流域具有显著的双门槛效应, 其不同门槛范围作用大小和方向均有着显著的差异。(4) 经济增长、环境质量、政府支持、市场驱动和产业结构是区域绿色化的 5 个主要影响因素。

**【关键词】:** 绿色化 空间格局 资源依赖 门槛模型 黄河流域

**【中图分类号】:** X321 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1005-8141 (2021)11-1301-08

黄河流域, 是指黄河水系从源头到入海这条河流所影响的地理生态区域。该流域从西到东横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和黄淮海平原 4 个地貌单元。黄河流域的地势西高东低, 西部河源地区平均海拔在 4000m 以上, 中部地区海拔在 1000—2000m 之间, 为黄土地貌, 水土流失严重, 东部主要由黄河冲积平原组成。

2019 年初, 黄河流域水资源总量占全国比重的 21.49%, 地区生产总值占全国比重的 25.15%, 成为我国重要的生态屏障与经济核心地带, 同时也是继续推进脱贫攻坚和全面建设社会主义现代化的国家重点区域, 对国土生态安全和社会城市发展具有重要的意义<sup>[1]</sup>。2012 年, 我国提出区域“绿色化”发展理念; 2015 年, 结合“绿色化”创新形成“新五化”理论, 重新确立了经济社会与生态环境协调发展的要求和方向。在“新五化”发展的背景下, 国家在坚持深化改革的同时, 也高度重视区域生态环境建设<sup>[2]</sup>。黄河流域生态保护与高质量发展是作为国家重大战略被提出的, 但当前仍存在水资源过度消耗、区域生态环境脆弱、环境质量亟待提高等突出问题。通过探究区域绿色化发展可有效破解当前局面, 可切实把握黄河流域经济、社会和生态环境的发展现状, 因此本文对黄河流域绿色化的空间格局演化及其影响因素进行分析, 以期为黄河流域绿色化发展提供科学参考和借鉴。

1989 年, 英国经济学家大卫·皮尔斯在《绿色经济蓝图》提到人类社会经济活动应当以生态环境的条件作为起点, 在可承受范围内建立可持续发展的绿色经济模式。①从研究理论看, 主要从经济、社会、生态文明等方面对绿色化进行功能界定<sup>[3,4,5,6]</sup>, 总结得到“三圈模型”。②从研究对象看, 包含了省市层面<sup>[7]</sup>、区域经济层面<sup>[8,9]</sup>、城市群层面<sup>[10]</sup>、省内特别生态区层面<sup>[11]</sup>、省内县域层面<sup>[12]</sup>。③从研究内容看, 有研究从绿色发展效率出发, 得出总体呈现“W”型波动特征并稳步提升, 区域分布呈现“东中西”递减的分布特征<sup>[13]</sup>。有研究发现, 经济集聚对绿色经济效率的非线性影响, 发现第二、三产业对绿色经济效率表现出与地区

<sup>1</sup>**作者简介:** 徐严 (1995—), 男, 河北省迁安人, 硕士研究生, 研究方向为产业经济与区域经济。王睿 (1996—), 女, 浙江省宁波人, 硕士研究生, 研究方向为区域经济与农业管理。

**基金项目:** 国家社会科学基金重大项目 (编号: 18ZDA045); 浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划 (编号: 2020R403060、2020R403061)

整体集聚相似的影响，呈倒“U”型<sup>[14]</sup>。④从研究方法看<sup>[15, 16, 17, 18]</sup>，大部分学者采用指标体系综合测算和探究区域空间特征分布，有的将绿色化系统分解为还原、氧化、输入、输出 4 大功能演化体系，有的则采用多层次评价体系方法测度了湖北省地级市的绿色发展水平。⑤从影响因素看，学者们引入环境规制<sup>[19]</sup>、技术创新<sup>[20]</sup>、资源禀赋<sup>[21]</sup>等主要因素作为变量，分析了环境治理与高质量发展间的影响机制。

基于此，本文结合黄河流域生态保护的国家重大战略背景，以黄河流域 9 个省域内的 96 个地级市作为研究对象，以绿色化“评价—测量—影响因素”为研究思路，深入探究了黄河流域地级市绿色化发展现状与时空演变特征，分析了黄河流域绿色化的影响因素，以为推动黄河流域绿色化发展提供科学的对策与建议。

## 1 指标体系、数据来源与研究方法

### 1.1 指标体系

绿色化是我国新时代地区城市在经济层面、社会层面、生态环境层面和治理层面的发展目标，是符合新发展理念的生产生活方式和价值取向。基于“多纳圈”理论基础<sup>[22]</sup>，本文借鉴了多位学者的指标框架<sup>[7, 8, 9, 10, 11, 12]</sup>，构建得到“绿色增长—绿色福利—绿色财富—绿色治理”4 个系统协调发展的指标体系，具体如表 1 所示。其中，绿色增长表示在给定经济条件下经济增长与生态环境、绿色产业、资源利用同步优化提升的过程，是绿色化系统的动力基础；绿色福利表示社会生活的福利水平与安全保障，是人类发展过程中追求高质量生活方式的体现；绿色财富代表环境质量、资源禀赋和节能减排，是绿色化系统的载体；绿色治理则表示群众参与、政府引导的生态环境治理方式<sup>[23]</sup>，是绿色化系统的更新能力。相较于以往的研究，本文侧重于衡量黄河流域城市工业指标、产业经济结构、民生福利和城市环境方面<sup>[24]</sup>。为了避免以总量表征各项系统内容，本文通过地均、人均、百分比率等折算方式来处理各项指标，使评价体系更加科学合理。

表 1 黄河流域地级市绿色化测量评价指标体系

| 评价系统                      | 基础指标                | 指标层                          | 指标单位  | 指标属性 | 指标权重   |
|---------------------------|---------------------|------------------------------|-------|------|--------|
| 黄河流域地级市绿色化<br>测量评价指标体系 GI | 绿色增长 S <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> 人均地区 GDP      | 万元/万人 | +    | 0.0841 |
|                           |                     | X <sub>2</sub> 人均地方财政收入      | 万元/万人 | +    | 0.0722 |
|                           |                     | X <sub>3</sub> 第二产业占比        | %     | -    | 0.0072 |
|                           |                     | X <sub>4</sub> 第三产业占比        | %     | +    | 0.0103 |
|                           |                     | X <sub>5</sub> 万元 GDP 二氧化硫排放 | t/万元  | -    | 0.0415 |
|                           |                     | X <sub>6</sub> 万元 GDP 废水排放   | t/万元  | -    | 0.1551 |
|                           | 绿色福利 S <sub>2</sub> | X <sub>7</sub> 教育支出占比        | 万元/万人 | +    | 0.0693 |
|                           |                     | X <sub>8</sub> 人均社会消费总额      | 元/人   | +    | 0.0368 |
|                           |                     | X <sub>9</sub> 科技支出占比        | %     | +    | 0.0531 |
|                           |                     | X <sub>10</sub> 高等教育占比       | %     | +    | 0.0763 |
|                           |                     | X <sub>11</sub> 每百人拥有公共图书    | 册/百人  | +    | 0.0769 |

|  |                     |                          |                   |   |        |
|--|---------------------|--------------------------|-------------------|---|--------|
|  |                     | X <sub>12</sub> 每万人医生数   | 人/万人              | + | 0.0316 |
|  | 绿色财富 S <sub>3</sub> | X <sub>13</sub> 人均公园绿地面积 | m <sup>2</sup> /人 | + | 0.0535 |
|  |                     | X <sub>14</sub> 绿化覆盖比例   | %                 | + | 0.0036 |
|  |                     | X <sub>15</sub> 人均废水排放量  | t/人               | - | 0.0788 |
|  |                     | X <sub>16</sub> 人均二氧化硫排放 | t/人               | - | 0.0774 |
|  | 绿色治理 S <sub>4</sub> | X <sub>17</sub> 每万人公交汽车数 | 辆/万人              | + | 0.0539 |
|  |                     | X <sub>18</sub> 污水处理率    | %                 | + | 0.0056 |
|  |                     | X <sub>19</sub> 垃圾无害化处理率 | %                 | + | 0.0063 |
|  |                     | X <sub>20</sub> 固体废物利用率  | %                 | + | 0.0066 |

## 1.2 数据来源

本文选择黄河流域 9 个省份(山东、河南、山西、内蒙古、青海、宁夏、陕西、甘肃、四川)为研究区域,以 96 个地级市为研究样本,汇总 2007—2018 年份的面板数据,整理得到“城市—指标—时间”三维数据表,采用定量分析的方法测算黄河流域地级市绿色化指数。本文原始数据均来源于国家统计局、部分地级市统计局和《中国环境统计年鉴》(2008—2019)、《中国城市统计年鉴》(2008—2019),少量缺失数据采用插值法补充。

## 1.3 研究方法

熵值法:熵代表内在混乱或离散程度,通过熵值法计算能够克服人为认定评价指标的主观性,从而得到相对客观的权重结果,被广泛应用在社会科学领域的评价体系当中。其原理是:信息熵越小,不确定性越小,评价作用越大,从而确定权重也会越大;反之亦然。本文绿色化指数通过熵值法<sup>[26]</sup>,先将数据进行标准化处理,计算出相应的指标权重,对区域绿色化进行测度分析。黄河流域地级市的绿色化指数 S<sub>it</sub> 线性加权和计算公式为:

$$S_k = \sum_{i=1}^n w_k \times X_{ik} \dots\dots\dots (1)$$

式中,i 为地级市;t 为年份;k 为指标;n 为城市数量;w<sub>k</sub> 为指标权重;X<sub>it</sub> 为标准化后各项指标;S<sub>it</sub> 为绿色化综合指数。以此为据,进行绿色化评价。

全局空间自相关:反映邻近要素之间地理位置和属性值的关联程度,采用 Moran' sI 指数计算结果进行判断,I 范围是[-1,1]。当 I>0 时,空间呈现正相关性,Moran' sI 数值接近 1 表明空间聚集程度越大;当 I=0 时,空间呈现独立随机分布;当 I<0 时,空间呈现负相关性,Moran' sI 数值越接近-1,表明空间离散程度越大。计算公式为<sup>[26]</sup>:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \dots\dots\dots (2)$$

式中,  $x_i$ 、 $x_j$ 为地级市  $i$ 、 $j$  绿色化水平;  $\bar{x}$  为区域绿色化平均水平;  $w_{ij}$  为空间权重矩阵。

局部空间自相关: 通常用于研究不同要素的地理位置和属性值的局部关联程度, 发现要素空间分布的异质性变化<sup>[27, 28]</sup>。计算公式为:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \dots\dots\dots (3)$$

式中, 本文采用局部 Getis-Ord  $G_i^*$  统计量测量区域绿色化指数的冷热点空间分布特征。  $G^* > 0$ , 表示局部地区为热点区, 即空间集聚分布;  $G^* = 0$ , 表示为空间随机分布;  $G^* < 0$ , 表示局部地区为空间冷点区, 即空间离散分布。

差异性指数: 本文采用变异系数(CV)、泰尔指数(Theil)和基尼系数(GINI)3 种方式衡量每年绿色化水平的差异程度, 并对3 种差距指标进行比较分析, 数值越大, 表示区域内的绿色化水平差距越大; 反之, 则表示差距越小。计算公式为:

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \dots\dots\dots (4)$$

$$Theil = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\bar{x}} \ln \left( \frac{x_i}{\bar{x}} \right) \dots\dots\dots (5)$$

$$GINI = \frac{1}{2n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j| \dots\dots\dots (6)$$

## 2 空间格局演化分析

### 2.1 测量结果

本文根据熵值法进行正负指标数据标准化处理, 计算得到各指标权重比例和数字特征, 测算得出 2007—2018 年我国黄河流域 96 个地级市绿色化指数, 分类方法采用自然间断点分级法(Jenks), 由于篇幅原因, 采用 2007 年、2013 年、2018 年 3 个横截面年份展示空间分布, 分布结果见图 1。

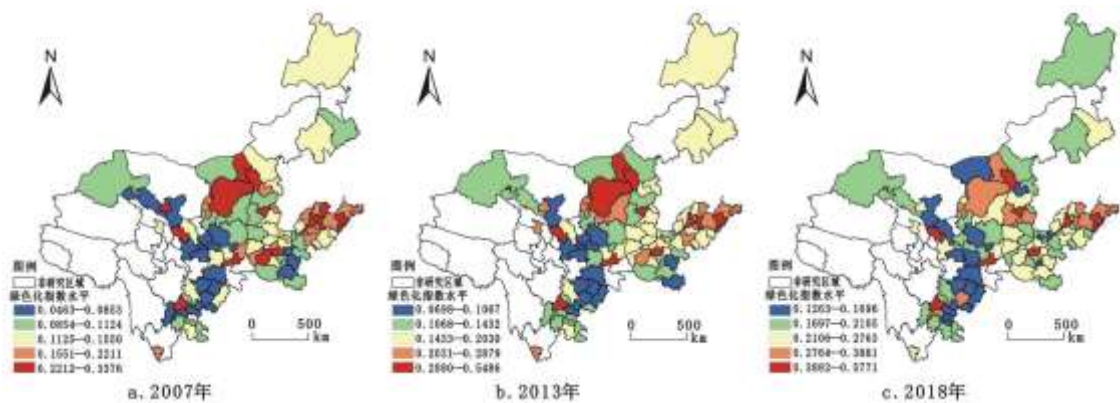


图 1 2007—2018 年黄河流域绿色化指数水平空间分布

从总体水平看，黄河流域各城市 2007—2018 年间绿色化水平呈稳步上升趋势；从区域平均水平看，黄河流域区域绿色化水平表现为“东部>中部>西部”，大部分城市绿色化程度都位于中等水平区间，少数城市分别位于较低水平和较高水平区间内。且根据地理位置发现，绿色化水平相对较高的城市一般为省会城市和省内重点发展城市。

对比绿色化时序平均指数及其 3 种差异指标的趋势(图 2)可以发现：黄河流域绿色化指数的时序特征呈稳步上升的态势，与上文结果相吻合。泰尔指数、基尼系数和变异系数之间折线走势相对一致，总体呈现“W”型波动状态。从近年数值变化可见，在 2018 年泰尔指数(0.0674)、基尼系数(0.1993)与变异系数(0.3918)与 2013 年各指标峰值相比 3 种指标均表现为递减的趋势，说明黄河流域全局绿色化水平的差距在逐渐缩小。

2.2 全局空间自相关

本文通过 ArcGIS10.5 软件生成黄河流域地级市 96×96 反距离空间权重矩阵，并对其进行了标准化处理，根据 Euclidean 距离法，计算得到黄河流域地级市绿色化 Moran' sI 指数(表 2)。结果显示：黄河流域历年绿色化 Moran' sI 指数均为正值，取值在 0.532 与 0.671 范围之间，均值为 0.605,P 均在 1%水平下显著，Z 值均大于临界值。Moran' sI 指数在 2007—2018 年间整体表现为递增的态势，表明黄河流域绿色化全局空间随时间变化呈现为集聚分布的特征，且在 2018 年指数大于 2007 年，全局空间绿色化水平集聚态势逐年增强。

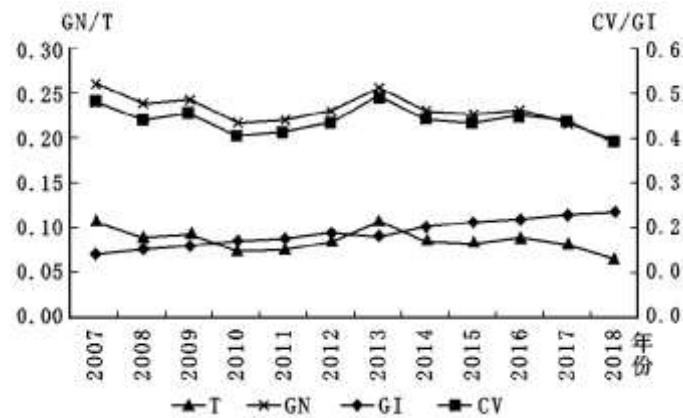


图 2 2007—2018 年黄河流域绿色化水平时序演化趋势及其差异性分析

表 2 2007—2018 年黄河流域绿色化全局空间自相关结果及检验

| 年份        | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P         | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  |
| Z         | 8.163 | 8.672 | 8.689 | 9.249 | 9.449 | 9.519 | 8.952 | 9.638 | 9.741 | 9.693 | 9.234 | 10.280 |
| Moran' sI | 0.532 | 0.566 | 0.567 | 0.604 | 0.617 | 0.621 | 0.584 | 0.629 | 0.636 | 0.633 | 0.603 | 0.671  |

2.3 局部冷热点分析

为了进一步研究区域绿色化水平的空间分布特征,本文主要借助 ArcGIS10.5 软件的输出空间局部 Getis-Ord $G_i^*$ 统计量,分类方法则采用自然间断点分级法(Jenks),将黄河流域 96 个地级市的绿色化水平划分为 5 个冷热点等级。因篇幅有限,本文主要采用 2007 年、2013 年、2018 年 3 个截面数据分布进行演示(图 3)。通过冷热点分析可以发现,黄河流域地级市绿色化的冷热点分布不均衡。①从区域局部层面看,黄河流域绿色化分布呈现为“中心偏冷,周围偏热”的特点,且热点排序依次为“东部>西部>中部”,局部整体呈现为集聚的态势,东部热点区域在逐渐增加,而中西部冷点区域在不断向周围扩散。因此,东部与中西部区域的空间异质性越来越明显,东部与中西部绿色化分布的差距和不均衡程度也在增加,表现出“中心离散,周围集聚”的特点。②从城市层面看,东部山东半岛城市群长期处于热点区域,中原城市群也在逐渐向热点区转变,北部呼包鄂城市群长期处于次热点区,呈集聚的态势;中西部关中城市群、太原城市群、兰西城市群、宁夏沿黄城市群长期处于冷点区域,且中西部冷点区在逐渐向周围扩散,呈离散态势。

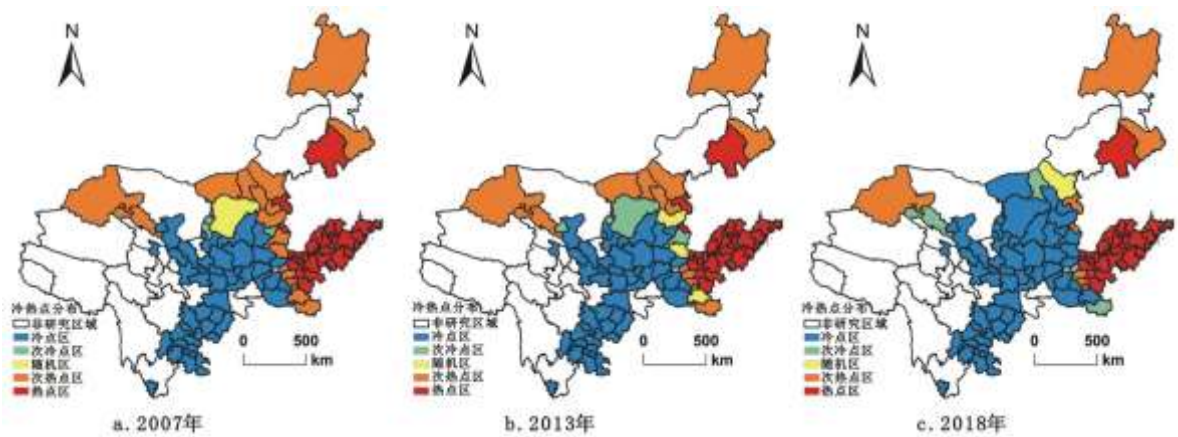


图 3 2007—2018 年黄河流域绿色化水平冷热点空间布局

### 3 影响因素实证分析

#### 3.1 影响因素

基于黄河流域地级市绿色化水平评价指标体系、熵值结果与空间分布特征,为了更好地构建模型,需要明确影响因素的设定和含义,确定影响因素和影响程度,从而根据影响因素提出改进建议。本文将黄河流域绿色化水平设定为被解释变量(GI),对黄河流域地级市绿色化的影响因素进行梳理<sup>[29]</sup>,总结为经济发展、产业结构、环境质量、市场驱动、政府支持、资源依赖 6 个解释变量,各指标的原始数据特征见表 3。

表 3 黄河流域地级市绿色化影响因素的数据特征

| 变量名称 | 变量含义  | 最小值     | 最大值      | 平均值     | 标准差     | 样本量  |
|------|-------|---------|----------|---------|---------|------|
| GI   | 绿色化水平 | 0.0463  | 0.5773   | 0.1920  | 0.0364  | 1152 |
| RDP  | 经济发展  | 0.0099  | 642.1762 | 4.4080  | 19.0279 | 1152 |
| IND  | 产业结构  | 11.1283 | 84.3900  | 52.0601 | 11.1839 | 1152 |
| EQ   | 环境质量  | 0.0028  | 49.5814  | 3.3429  | 4.0062  | 1152 |



|    |      |        |          |         |         |      |
|----|------|--------|----------|---------|---------|------|
| OM | 市场驱动 | 0.0034 | 112.1599 | 4.1060  | 10.1705 | 1152 |
| GS | 政府支持 | 0.0012 | 95.2500  | 20.6840 | 19.3395 | 1152 |
| RE | 资源依赖 | 0.0070 | 6.4691   | 0.3340  | 0.5775  | 1152 |

参考相关文献的变量指标,本文从区域经济总量、工业产业结构、生活环境质量、外部市场和政府因素和资源依赖的视角出发,解释变量经济含义设定如下:①经济发展(RDP)。本文采用人均地区生产总值进行表示,通过城市经济发展水平探究对绿色化发展的直接驱动效应<sup>[30]</sup>。②产业结构(IND)。本文采用各城市第二产业生产总值占该城市产业生产总值的比例进行表示,验证当前产业结构是否合理,以及第二产业比重对绿色化发展的影响<sup>[31]</sup>。“十四五”时期,随着国家产业经济的不断发展和完善,粗放型产业结构逐渐向集约型产业结构转型升级,未来产业结构需要逐步向合理化与高级化方向发展<sup>[32]</sup>,预期估计参数为负。③环境质量(EQ)。本文采用各城市环保绿地覆盖率为表征,体现了城市环境要素对人类社会发展的适宜程度。环境质量通常是环境生态系统中的客观属性,能够体现社会公共福利,是实现现代化的重要因素,研究环境质量的影响程度有助于提出针对性政策和建<sup>[33]</sup>议。④市场驱动(OM)。为了探究市场驱动对地区绿色化的影响程度,本文采用城市的外商直接投资额指标来进行表征,体现了地区开放程度和自由市场因素,验证区域扩大开放或环境标准的降低是否会吸引污染企业或行业进入生产<sup>[34]</sup>。⑤政府支持(GS)。模型加入政府因素指标,探究政府支持的力度对地区绿色化的影响程度。地方政府发布相关文件发挥政策导向作用,再结合财政收支进行支持和引导,本文采用地方财政支出进行表征<sup>[35]</sup>。⑥资源依赖(RE)。RE为核心解释变量,本文采用黄河流域城市用水量指标来表征。黄河流域水资源消耗能够体现资源依赖程度,当前黄河流域水资源利用正在由粗放型向节约型转变,邵帅与杨莉莉认为地区水资源可以体现出自然资源禀赋<sup>[36]</sup>。本文将资源依赖作为区域特色门槛变量,研究其对绿色化水平的影响程度<sup>[37]</sup>,预期影响效果为负向。

### 3.2 构建模型

门槛回归方法的本质是在因果关系当中找到门槛变量,从而检验以门槛值划分出的不同区间是否存在显著性差异。基于门槛效应研究的相关文献<sup>[38]</sup>,本文以资源依赖(RE)作为门槛变量,划分出不同的区间研究资源依赖与绿色化水平的非线性关系,设定面板单门槛回归模型为:

$$\begin{aligned}
 GI_{it} = & \beta_0 + \beta_1 RDP_{it} + \beta_2 IND_{it} + \beta_3 EQ_{it} + \beta_4 OM_{it} \\
 & + \beta_5 GS_{it} + \beta_6 RE_{it} I(RE \leq \gamma_1) + \beta_7 RE_{it} I(RE > \gamma_1) \\
 & + u_{it} \dots\dots\dots (7)
 \end{aligned}$$

依此类推,拓展得到多门槛模型,以两门槛为例设定面板门槛回归模型为:

$$\begin{aligned}
 GI_{it} = & \beta_0 + \beta_1 RDP_{it} + \beta_2 IND_{it} + \beta_3 EQ_{it} + \beta_4 OM_{it} \\
 & + \beta_5 GS_{it} + \beta_6 RE_{it} I(RE \leq \gamma_1) + \beta_7 RE_{it} I(\gamma_1 < RE \leq \\
 & \gamma_2) + \beta_8 RE_{it} I(RE > \gamma_2) + u_{it} \dots\dots\dots (8)
 \end{aligned}$$

式中,根据门槛变量资源依赖(RE)判断划分区间与门槛值( $\gamma_1 < \gamma_2$ ),在前一个门槛值确定之后估计下个门槛值; $I(\cdot)$ 表示指示函数,满足要求取值为1,反之取值为0; $u_{it}$ 为随机扰动项,被解释变量为绿色化水平(GI),控制变量为经济发展(RDP)、产业结构(IND)、环境质量(EQ)、市场驱动(OM)、政府支持(GS)。本文为了减少数据和模型偏差的影响,对原始变量数据进行了离差标准化处理,采用门槛效应回归模型进行实证分析。

3.3 检验模型

本文运用 Stata15.0 软件，借助 Hansen 的自助法(Bootstrap)反复抽样 300 次检验，得到 F 统计量与 P 值，对黄河流域 96 个地级城市进行静态面板门槛效应回归检验，判断资源依赖对绿色化水平是否存在门槛效应，检验结果如表 4 所示。资源依赖通过单门槛和双门槛检验，第三门槛检验未通过，因此资源依赖对绿色化水平具有显著的双门槛效应影响(图 4)。

为了科学验证门槛值和真实值的一致性，本文进一步采用似然比函数 LR 检验，其中虚线为 5%的显著水平，对应的 LR 临界值为 7.35。LR 统计值低于 5%显著水平下的临界值，因此资源依赖门槛变量检验真实有效，LR 函数估计结果对应的两门槛值依次为 0.0058、0.0333。

表 4 门槛效应检验结果

| 门槛类型 | F 值   | P 值    | 门槛值    | 95%置信区间          | 临界值     |         |         | BS 次数 |
|------|-------|--------|--------|------------------|---------|---------|---------|-------|
|      |       |        |        |                  | 1%      | 5%      | 10%     |       |
| 单门槛  | 33.18 | 0.0133 | 0.0333 | (0.0330, 0.0335) | 33.7168 | 23.4837 | 20.1731 | 300   |
| 双门槛  | 33.18 | 0.0233 | 0.0333 | (0.0328, 0.0335) | 40.4641 | 28.0814 | 23.6411 | 300   |
|      | 24.10 | 0.0433 | 0.0058 | (0.0048, 0.0068) | 30.8308 | 22.1839 | 18.4375 | 300   |
| 三门槛  | 33.18 | 0.0167 | 0.0333 | (0.0328, 0.0335) | 36.0399 | 24.8400 | 21.4019 | 300   |
|      | 24.10 | 0.0300 | 0.0058 | (0.0048, 0.0068) | 31.7159 | 21.9757 | 18.5498 | 300   |
|      | 16.84 | 0.3333 | 0.0140 | (0.0135, 0.0145) | 62.0456 | 40.1887 | 31.8030 | 300   |

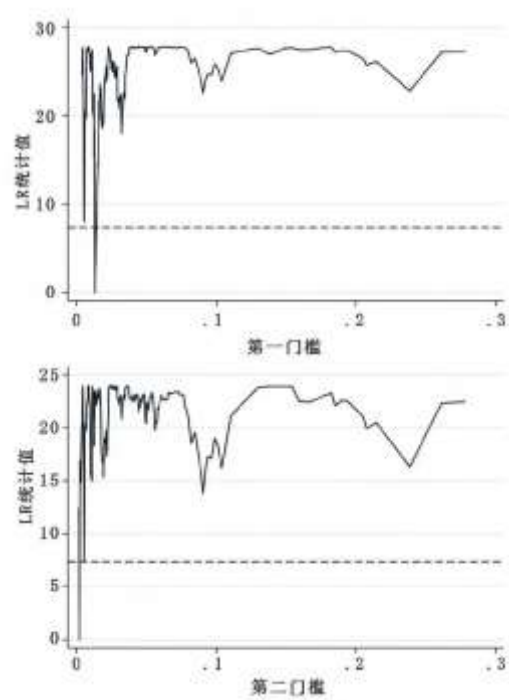




图 4 双门槛 LR 函数估计结果

### 3.4 结果分析

门槛效应回归模型估计结果如表 5 所示, 本文在原有模型基础上选用普通面板模型进行了对比分析, 经过 Hausman 检验确定为面板固定效应模型, 以对比分析和验证黄河流域绿色化水平的影响因素。在普通面板固定效应实证结果中, 经济增长、环境质量和政府支持对绿色化水平均有显著的正向影响。其中, 政府支持 (0.7265) 和经济发展水平 (0.4134) 估计参数相对较大, 促进影响相对显著; 而产业结构、市场驱动、资源依赖则是对绿色化水平有显著的负向影响。在门槛效应模型实证结果中, 资源依赖对绿色化发展水平的影响因不同的门槛范围而呈现差异性, 其原因是: 资源依赖表征黄河流域地级市水资源消耗程度, 既体现了黄河流域地级市水资源消耗现状, 又能反映不同时期资源依赖对绿色化转型的作用影响。

在门槛模型中, 控制变量与面板模型的结果对比整体一致, P 值均为 1% 水平下显著。经济发展 (0.4134)、政府支持 (0.7306) 和环境质量 (0.2773) 对绿色化均为正向影响, 说明黄河流域地级市的经济发展水平、政府政策支持和城市环境保护推动绿色化发展具有积极的促进作用; 产业结构对绿色化具有显著抑制作用, 影响参数为 -0.0764, 说明当前黄河流域地级市的工业产业结构在一定程度上抑制了绿色化发展, 因此黄河流域工业产业结构迫切需要调整与转型; 市场驱动对绿色化的影响参数约 -0.0994, P 值在 5% 水平显著, 说明当前市场开放程度对绿色化存在抑制作用; 在固定效应模型中, 资源依赖变量对绿色化总体影响为抑制作用, P 值在 10% 水平下显著, 参数相对较小, 为进一步研究资源依赖对绿色化的影响程度, 本文采用门槛模型做进一步分析。

当资源依赖取值小于等于第一门槛值时 ( $RE \leq 0.0058$ ), P 值在 1% 水平下显著, 对绿色化水平的估计参数为 -43.6336, 原因在于: 早期城市发展以粗放式经济模式和需求侧发展为主, 资源依赖显著抑制绿色化水平发展。结合空间格局发现, 早期绿色化水平相对较低, 而资源依赖取值位于两门槛值之间时 ( $0.0058 < RE \leq 0.0333$ ), P 值显著且对绿色化水平的估计参数为 2.9420。由于早期黄河流域地级市经济社会与生态环境发展不平衡, 国家开始重视并落实绿色发展和资源合理利用相关政策, 因此地方城市的资源依赖对绿色化转变为正向促进作用。资源依赖取值大于第二门槛值时 ( $RE > 0.0333$ ), P 值显著且对绿色化水平的估计参数为 -0.1614, 表现为抑制作用, 系数相较其他因素数值较小, 其原因可能是: 根据当前黄河流域为了加快城市现代化建设和产业结构调整, 在增加资源利用投入的同时, 从而减少其他方面的绿色化发展投资, 对绿色化水平产生挤出效应, 因此资源依赖对绿色化水平在一定程度上表现为抑制作用影响, 且第三门槛的抑制作用相比第一门槛较小。根据门槛区间的城市数量变化结果 (表 6), 可以从 3 个区间范围分析流域各年份 96 个地级市的门槛通过情况。从总体水平上看, 各城市资源依赖水平逐渐跳出第一区间, 说明各城市已经在重视环境保护和资源高效利用的问题; 从地级市层面上看, 资源依赖区间分布情况为: 资源依赖低于单门槛值的城市数量有 6 个 (固原、定西、平凉、铜川、晋城、榆林), 但在 2007—2014 年发展中逐渐全部超过第一门槛值, 发现位于第一区间的城市逐渐全部转入到第二区间当中, 说明当前黄河流域逐渐摆脱资源依赖抑制区域绿色化发展的问题。除此以外, 发现位于第二区间的 14 个城市逐渐转入到第三区间当中。在当前坚持新发展理念的同时, 第三区间的资源依赖对绿色化的影响系数 (-0.1614) 相比第一阶段资源依赖对绿色化的影响系数 (-43.6336) 大幅减弱, 但仍对绿色化有一定的抑制作用。黄河流域地级市资源依赖对城市发展影响具有门槛效应, 即在不同的门槛范围内影响大小和方向也有所不同, 门槛效应影响特征表现为倒 “N” 型的影响方式。

表 5 模型实证结果

| 解释变量 | 面板门槛回归 |           |        |           | 固定效应面板回归 |           |        |           |
|------|--------|-----------|--------|-----------|----------|-----------|--------|-----------|
|      | Coef.  | Std. Err. | T      | $P >  t $ | Coef.    | Std. Err. | T      | $P >  t $ |
| RDP  | 0.4134 | 0.0558    | 7.4100 | 0.0000    | 0.4145   | 0.0572    | 7.2500 | 0.0000    |

|                          |          |        |         |        |         |        |         |        |
|--------------------------|----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| IND                      | -0.0764  | 0.0187 | -4.0800 | 0.0000 | -0.0787 | 0.0192 | -4.1100 | 0.0000 |
| EQ                       | 0.2773   | 0.0388 | 10.8500 | 0.0000 | 0.2643  | 0.0396 | 6.6700  | 0.0000 |
| OM                       | -0.0994  | 0.0416 | 2.6600  | 0.0170 | -0.1002 | 0.0425 | -2.3600 | 0.0180 |
| GS                       | 0.7306   | 0.0308 | 4.2200  | 0.0000 | 0.7265  | 0.0312 | 23.3000 | 0.0000 |
| RE                       | —        | —      | —       | —      | -0.1705 | 0.0878 | -1.9400 | 0.0520 |
| RE <sub>1</sub> (RE≤1)   | -43.6336 | 9.9729 | -4.3800 | 0.0000 | —       | —      | —       | —      |
| RE <sub>2</sub> (1<RE≤2) | 2.9420   | 0.6169 | 4.7700  | 0.0000 | —       | —      | —       | —      |
| RE <sub>3</sub> (RE>2)   | -0.1614  | 0.0858 | -1.8800 | 0.0600 | —       | —      | —       | —      |
| Cons                     | 0.2132   | 0.0116 | 18.4500 | 0.0000 | 0.2209  | 0.0116 | 18.9800 | 0.0000 |

表 6 门槛区间分布

| 区间/年份            | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RE≤0.0058        | 4    | 4    | 4    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.0058<RE≤0.0333 | 22   | 22   | 23   | 25   | 23   | 22   | 18   | 15   | 14   | 12   | 14   | 12   |
| RE>0.0333        | 70   | 70   | 69   | 70   | 72   | 73   | 77   | 80   | 82   | 84   | 82   | 84   |
| N                | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   | 96   |

## 4 结论与建议

本文在黄河流域高质量发展与生态环境保护的背景下，对黄河流域地级市绿色化水平进行了综合测量，并基于“绿色增长—绿色福利—绿色财富—绿色治理”四维理论模型重构得到区域地级市的综合评价体系，通过熵值法、相关性、差异性等方法测度了黄河流域绿色化水平，最后采用面板门槛模型实证分析得到以资源依赖为门槛变量的影响效果，主要结论如下：①当前黄河流域绿色化平均水平及其各城市绿色化水平均呈上升态势，但区域之间差异显著，表现为“东部>中部>西部”的区域分布规律。绿色化的差异性指标变化趋势相对一致，均表现为“W”型波动特征，且在 2013 年以后区域差异逐渐缩小。②黄河流域绿色化全局空间表现为显著集聚的态势，局部区域相关性表现为“中心离散，周围集聚”的特征。其中，东部城市群为绿色化中心集聚区域，北部城市群也表现出集聚的态势；中西部城市群绿色化发展长期处于离散区域，且离散区域表现出不断扩大的趋势。从前后时间点对比发现，区域之间的绿色化水平不均衡程度在逐渐增大。③资源依赖对黄河流域绿色化影响存在显著的双门槛效应。资源依赖的门槛效应在第一区间和第三区间范围内对绿色化水平均具有显著负面影响，在第一区间内对绿色化发展的抑制程度远大于第三区间。究其原因：部分城市早期处于粗放式发展阶段，环境污染较为严重，而后来产业结构调整，对资源利用投入增加产生挤出效应，削弱了其他绿色化相关投资，从而对绿色化水平产生较小负面影响；而第二区间内表现出正向影响，说明通过合理引导，资源依赖对绿色化水平影响会存在正向促进作用。④政府支持、经济增长和环境质量具有显著正向促进作用，说明通过政府政策支持导向，地区经济发展越好，人们居住的生活环境质量越高，从而城市绿色化水平越高。当前黄河流域的市场驱动不利于推进绿色化发展，市场开放程度的增加会引发污染密集型产业集聚，导致环境恶化。因此，产业结构调整应适应市

场改革开放进程,结合“绿色工业”理念,加速推进产业转型升级。

基于上述研究结论,提出以下政策建议:①前后对比发现,黄河流域城市绿色化发展取得了一定的成效。当前流域城市绿色化发展进程良好,区域之间绿色化水平差距逐渐缩小,但区域绿色化水平仍存在着一定的差异。针对黄河流域绿色化发展过程中的问题,应因地制宜研究解决,化解经济、社会、环境和治理过程中与绿色化进程的矛盾,为地区发展提供原动力。②黄河流域城市绿色化空间分布存在不均衡发展的现象。宏观层面上,各省市应结合自身区位优势,根据新发展理念与经济、社会、环境与治理的目标相结合,协调打造出区域多中心、多维度绿色化发展城市群;微观层面上,绿色化发展局部呈现出“中心离散,周围集聚”的不均衡分布特征,因此深入各省市调研考察,因地制宜采取差异化政策方案是解决不均衡发展问题的关键所在。③依赖地区资源的发展政策对区域经济、社会发展存在着不同程度的影响,可通过合理利用与配置地区资源,由传统粗放型经济发展模式向集约型经济增长的方向加快转型升级,在依靠地区自然资源的同时,结合地区特点,以绿色化高水平区域带动低水平区域通过空间集聚提升绿色化水平。通过研究城市的资源依赖性,可为地区社会、经济、生态文明之间协调发展提供可行的解决路径。④在政府政策支持和引导下,地区经济发展、社会进步和环境保护有助于幸福城市建设,有助于提高城市居民生活质量和幸福程度。黄河流域地区应优化其工业产业结构,加快产业转型升级,确保协调区域一体化和绿色化的协调发展,政府通过政策引导,使资源资金逐渐流向节能环保产业、高新技术产业与服务性产业。同时,黄河流域在加大市场开放的过程中应重视环境治理和监管力度,从源头上提高市场准入条件,结合地区特点,不断提升地区监管治理水平。

#### 参考文献:

- [1]习近平.在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J].奋斗,2019,(20):4-10.
- [2]谢伏瞻,蔡日方,林毅夫,等.中国经济学70年:回顾与展望——庆祝新中国成立70周年笔谈(上)[J].经济研究,2019,54(9):4-24.
- [3]Hui Zuo,Danxiang Ai.Environment,Energy and Sustainable Economic Growth[J].Procedia Engineering,2011,21:513-519.
- [4]王亚平,程钰,任建兰.城镇化对绿色经济效率的影响[J].城市问题,2017,36(8):59-66.
- [5]Marco Ottinger,Claudia Kuenzer,Gaohuan Liu,et al.Monitoring Land Cover Dynamics in the Yellow River Delta from 1995 to 2010 Based on Landsat 5 TM[J].Applied Geography,2013,44:53-68.
- [6]汤维祺,吴力波,钱浩祺.从“污染天堂”到绿色增长——区域间高耗能产业转移的调控机制研究[J].经济研究,2016,51(6):58-70.
- [7]程钰,王晶晶,任建兰,等.中国绿色发展时空演变轨迹与影响机理研究[J].地理研究,2020,48(11):1-21.
- [8]蔡绍洪,魏媛,刘明显.西部地区绿色发展水平测度及空间分异研究[J].管理世界,2017,(6):174-175.
- [9]易明,李纲,彭甲超,等.长江经济带绿色全要素生产率的时空分异特征研究[J].管理世界,2018,34(11):178-179.
- [10]黄跃,李琳.中国城市群绿色发展水平综合测度与时空演化[J].地理研究,2017,36(7):1309-1322.
- [11]郭艳花,佟连军,梅林.吉林省限制开发生态区绿色发展水平评价与障碍因素[J].生态学报,2020,(7):1-10.

- 
- [12]郭永杰,米文宝,赵莹.宁夏县域绿色发展水平空间分异及影响因素[J].经济地理,2015,35(3):45-51.
- [13]周亮,车磊,周成虎.中国城市绿色发展效率时空演变特征及影响因素[J].地理学报,2019,74(10):2027-2044.
- [14]林伯强,谭睿鹏.中国经济集聚与绿色经济效率[J].经济研究,2019,54(2):119-132.
- [15]Wang Yafei,Fan Jie.Multi-scale Analysis of the Spatial Structure of China's Major Function Zoning[J].Journal of Geographical Sciences,2020,30(2):197-211.
- [16]张欢,罗畅,成金华,等.湖北省绿色发展水平测度及其空间关系[J].经济地理,2016,36(9):158-165.
- [17]侯纯光,任建兰,程钰,等.中国绿色化进程空间格局动态演变及其驱动机制[J].地理科学,2018,38(10):1589-1596.
- [18]郭付友,侯爱玲,佟连军,等.振兴以来东北限制开发区绿色发展水平时空分异与影响因素[J].经济地理,2018,38(8):58-66.
- [19]原毅军,谢荣辉.环境规制的产业结构调整效应研究——基于中国省际面板数据的实证检验[J].中国工业经济,2014,(8):57-69.
- [20]赵增耀,毛佳,周晶晶.工业集聚对大气污染的影响及门槛特征检验——基于大气污染防治技术创新的视角[J].山东大学学报(哲学社会科学版),2020,(1):123-133.
- [21]Qiu Qiang,Chen Jian.Natural Resource Endowment,Institutional Quality and China's Regional Economic Growth[J].Resources Policy,DOI:10.1016/j.resourpol.2020.101644.
- [22]胡鞍钢,周绍杰.绿色发展:功能界定、机制分析与发展战略[J].中国人口·资源与环境,2014,24(1):14-20.
- [23]廖小东,史军.绿色治理:一种新的分析框架[J].管理世界,2017,(6):172-173.
- [24]徐辉,师诺,武玲玲,等.黄河流域高质量发展水平测度及其时空演变[J].资源科学,2020,42(1):115-126.
- [25]王富喜,毛爱华,李赫龙,等.基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J].地理科学,2013,33(11):1323-1329.
- [26]徐维祥,李露,黄明均,等.浙江县域“四化同步”与居民幸福协调发展的时空分异特征及其形成机制[J].地理科学,2019,39(10):1631-1641.
- [27]徐维祥,张凌燕,杨蕾,等.多维邻近下新型城镇化的时空分异特征和驱动机制——以长江经济带为实证[J].经济地理,2017,37(9):70-79.
- [28]李建成,王庆喜,唐根年.长三角城市群科学知识网络动态演化分析[J].科学学研究,2017,35(2):189-197.
- [29]赵建吉,刘岩,朱亚坤,等.黄河流域新型城镇化与生态环境耦合的时空格局及影响因素[J].资源科学,2020,42(1):

- [30]张旭, 李伦. 绿色增长内涵及实现路径研究述评[J]. 科研管理, 2016, 37(8): 85-93.
- [31]岳书敬, 邹玉琳, 胡姚雨. 产业集聚对中国城市绿色发展效率的影响[J]. 城市问题, 2015, 34(10): 49-54.
- [32]Thomas Wanner. The New 'Passive Revolution' of the Green Economy and Growth Discourse: Maintaining the 'Sustainable Development' of Neoliberal Capitalism[J]. New Political Economy, 2015, 20(1): 21-41.
- [33]徐维祥, 徐志雄, 郑金辉, 等. 城市化质量的空间特征及其门槛效应研究[J]. 城市问题, 2020, (2): 22-30.
- [34]刘程军, 周建平, 蒋建华, 等. 区域创新与区域金融耦合协调的格局及其驱动力——基于长江经济带的实证[J]. 经济地理, 2019, 39(10): 94-103.
- [35]Dan Zheng, Minjun Shi. Multiple Environmental Policies and Pollution Haven Hypothesis: Evidence From China's Polluting Industries[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 141: 295-304.
- [36]邵帅, 杨莉莉. 自然资源丰裕、资源产业依赖与中国区域经济增长[J]. 管理世界, 2010, (9): 26-44.
- [37]李虹, 邹庆. 环境规制、资源禀赋与城市产业转型研究——基于资源型城市与非资源型城市的对比分析[J]. 经济研究, 2018, 53(11): 182-198.
- [38]Hansen B E. Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, (2): 345-368.