

分类号
U D C

密级
编号 10741



硕士学位论文

论文题目 黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的
耦合协调研究

研究生姓名: 丁瑞杰

指导教师姓名、职称: 王嘉瑞 教授

学科、专业名称: 理论经济学 西方经济学

研究方向: 宏观经济理论与政策

提交日期: 2023年5月30日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名: 丁瑞东 签字日期: 2023年5月30日
导师签名: 王嘉琦 签字日期: 2023年5月30日

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名: 丁瑞东 签字日期: 2023年5月30日
导师签名: 王嘉琦 签字日期: 2023年5月30日

**Research on the coupling coordination
degree between Eco-environmental
protection and high-quality economic
development in the Yellow River Basin**

Candidate: Ding Ruijie

Supervisor: Wang Jiarui

摘 要

2019年习近平总书记主持召开了黄河流域生态保护和高质量发展座谈会，此次会议不仅强调了黄河流域在我国经济社会发展和生态安全方面的重要地位，也把黄河流域生态环境保护和经济高质量发展战略上升为重大国家战略。此后，2021年中共中央、国务院印发了《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》进一步强调了黄河流域生态保护和高质量发展战略的重要性；2022年生态环境部联合多部委共同印发了《黄河流域生态环境保护规划》，《规划》在进一步明确黄河流域生态环境保护的重点任务的同时，也分别提出2030年、2035年和本世纪中叶生态环境保护目标。在此背景下，探究研究区域内两大系统间的耦合协调水平及其影响因素，成为当前必须回答和解决的战略性问题。

本文以黄河流域71个地级市作为研究对象，收集整理研究区域内各地级市从2011年到2020年十年的可获取数据，首先通过熵值法测度各项指标权重的综合评价指数并进行分析，然后对两大系统之间的耦合协调水平进行了度量和分析，最后采用空间计量模型分析耦合协调关系的影响因素。

基于上述研究得出以下结论：（1）2011—2020年研究区域内各地市的生态环境保护系统和经济高质量发展系统的综合评价指数整体呈现上升趋势。从不同流域来看，下游的状况普遍优于上游和中游。（2）2011—2020年研究区域内各地市的耦合协调水平在不断提高，2016年大多数地市基本达到了勉强耦合协调阶段，但实现的耦合协调度水平也仅仅处于勉强耦合或者初级耦合阶段。就各流域而言，虽然各流域耦合协调发展水平呈现上升的态势，但是下游的耦合协调水平高于中游和上游。（3）研究区域内各地市两大系统之间的耦合协调水平不仅受到本地因素的影响，还会受到相邻和相近地区因素或正或负的影响。

关键词：黄河流域 生态环境保护 经济高质量发展 空间杜宾模型 耦合协调发展

Abstract

The symposium on ecological protection and high-quality development of the Yellow River Basin held in 2019 not only emphasized the important position of the Yellow River Basin in China's economic and social development and ecological security, but also upgraded the ecological environment protection and high-quality economic development strategy of the Yellow River Basin into a major national strategy. Since then, in 2021, the CPC Central Committee and the State Council issued the "Outline of the Yellow River Basin Ecological Protection and High Quality Development Plan", which further emphasized the importance of the Yellow River Basin ecological protection and high quality development strategy; In 2022, the Ministry of Ecology and Environment jointly issued the "Ecological and Environmental Protection Plan for the Yellow River Basin", which further clarified the key tasks of ecological and environmental protection in the Yellow River Basin, and also proposed ecological and environmental protection goals for 2030, 2035, and the middle of this century. In this context, exploring the level of coupling and coordination between the two systems in the research area and their influencing factors has become a strategic issue that must be answered and resolved at present.

In such a context, the 71 prefecture-level cities along the Reaches are selected as the research object for analysis as follows. Collects and

sorts out the available data of each prefecture-level city in the research area from 2011 to 2020, measures and analyzes the comprehensive evaluation index of each indicator weight using entropy method, uses the coupling coordination degree model to measure and analyze the coupling coordination level between the two systems, and finally uses spatial econometric models to analyze the influencing factors of the coupling coordination relationship. Firstly, based on the coupling action mechanism of ecological and environmental protection as well as high-quality economic development, the status quo of the Reaches high-quality development in economy is combined to construct two evaluation index systems of ecological and environmental protection and high-quality economic development.

The conclusions turned out from the above research are stated below.

(1) The comprehensive evaluation indexes of the ecological and environmental protection as well as high-quality economic development of the prefecture-level cities in the study area from 2011 to 2020 present a rising trend as a whole. Seeing from different reaches, the conditions of the downstream are commonly better than those of the upstream and midstream. (2) During 2011-2020, the coupling coordination level of the prefecture-level cities studied is constantly enhancing. In 2016, most cities basically reached the barely coupling stage but with a level only at barely coupling or primary coupling. Meanwhile, in terms of the various

reaches, although the coupling coordinative development level of each reach presents a rising trend, the level of the downstream is higher than those of the midstream and upstream.(3)The coupling coordination level of the ecological and environmental protection as well as high-quality economic development of the prefecture-level cities in the study area is not only under the influence of local factors but under the positive or negative influence of of factors of neighboring and adjacent areas.

Key words: Yellow River basin; Ecological environment protection; High quality economic development; Spatial Dubin model; Coupling and coordinated development

目 录

1. 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 国内外相关文献研究综述	2
1.2.1 国外相关研究综述	2
1.2.2 国内相关研究综述	4
1.2.3 文献评述	7
1.3 研究方法及内容	7
1.3.1 研究方法	8
1.3.2 研究内容	8
1.3.3 技术路线图	9
1.4 可能的创新点和不足	10
1.4.1 可能的创新点	10
1.4.2 不足之处	10
2. 相关概念界定和理论基础	11
2.1 相关概念界定	11
2.1.1 生态环境保护	11
2.1.2 经济发展与经济高质量发展	11
2.1.3 耦合协调度	12
2.2 相关理论基础	13
2.2.1 可持续发展理论	13
2.2.2 生态与经济协调发展理论	13
2.3 生态环境保护与经济高质量发展耦合协调机理	14
2.3.1 经济高质量发展对生态环境保护的作用机理	14
2.3.2 生态环境保护对经济高质量发展的作用机理	15
3 黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的测度	17

3.1 研究区域	17
3.2 评价指标体系的构建	18
3.2.1 指标构建原则	18
3.2.2 指标的选取	19
3.2.3 数据来源与处理	21
3.2.4 熵权法原理	21
3.3 黄河流域生态环境保护综合评价指数分析	22
3.3.1 生态环境保护综合评价指数的时序特征分析	23
3.3.2 生态环境保护综合评价指数的空间特征分析	28
3.4 黄河流域经济高质量发展综合评价指数分析	30
3.4.1 经济高质量发展综合评价指数的时序特征分析	30
3.4.2 经济高质量发展综合评价指数的空间特征分析	34
4. 耦合协调性分析	37
4.1 耦合协调模型构建与判别标准	37
4.1.1 耦合协调模型构建	37
4.1.2 判别标准	38
4.2 耦合协调度的时空演变分析	38
4.2.1 耦合协调的时序演变分析	38
4.2.2 耦合协调的空间演变分析	40
4.3 耦合协调度的空间自相关性分析	44
4.3.1 探索性空间数据分析	44
4.3.2 空间自相关分析	45
5. 耦合协调度的影响因素分析	52
5.1 理论模型、数据选取和数据来源	52
5.1.1 空间计量理论模型	52
5.1.2 数据选取和变量解释	53
5.2 空间计量模型的检验与选择	56
5.2.1 空间计量模型的检验	56
5.2.2 空间计量模型的设定	57

5.2.3 固定效应面板与随机效应面板的选择	58
5.3 空间效应分解的估计结果	60
6. 结论与建议	64
6.1 主要结论	64
6.2 政策建议	64
参考文献	70
后记	77

1 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 选题背景

黄河流域是中华民族的起源,也是中华民族的根基。经历过多次改道与修缮,截至目前主要流经了青海省、甘肃省、四川省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、陕西省、山西省、河南省和山东省九省区,根据 2021 年的相关统计数据可知以上区域的人口总数约占全国的 29.78%,以上区域的 GDP 总和占我国 GDP 总量的 25.08%,同时黄河流域也是我国重要的能源产地,2020 年黄河流域九省区的产煤量 27317.58 万吨,占我国煤炭消费总量的 67%,发电总量 29185.41 亿千瓦时,占全国电力消费总量的 37.6%。因此,黄河流域凭借其独特的地理位置和丰富的资源储量,在我国经济发展中起着不可替代的作用。

但是,随着我国经济社会的高速发展,黄河流域面临的水资源短缺、生态环境脆弱、环境污染等问题日益突出,这也成了制约黄河流域高质量发展的重要因素。从而协调生态环境保护 and 经济发展之间的冲突,推动生态环境和经济协调发展,成为黄河流域经济高质量发展的主要驱动力。

2017 年,习近平总书记首次提出了“高质量发展”的概念,指出中国经济踏上了由高速增长阶段转向高质量发展阶段的新征程,经济发展将更加注重发展质量而不是发展速度,“质量强国”已经成为我国的宏伟战略目标,这也为解决黄河流域生态环境与经济矛盾的矛盾提供了新的思路。2019 年习近平总书记在“黄河流域生态保护与高质量发展研讨会”上提出了黄河流域生态环境和经济高质量发展重大国家战略,明确强调二者需同步推进。从 2020 年起,国家每年都发布《黄河流域生态保护和高质量发展年度报告》,对上一年黄河流域生态保护和高质量发展状况进行统计和发布。2021 年,中共中央、国务院印发了《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》,为进一步提升该区域的生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平起到了指导作用。

1.1.2 研究意义

探究黄河流域生态保护与经济高质量发展的耦合协调关系具有以下几点理论意义：第一，建立生态环境保护与经济高质量发展两大指标体系，然后进行计算测度，根据测度结果分析研究区域生态环境保护和经济高质量发展的状况。这既有助于完善相关指标体系，还将丰富当前学术界的相关研究；第二，目前有关生态环境保护与经济高质量发展的研究大多在生态环境保护和经济增长上，本文将重点放在了分析生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平上，这也将一定程度上丰富当前有关生态环境保护与经济高质量发展方面的研究，为二者的协同分析提供参考案例；第三，本文从以下两方面丰富了相关实证研究：一方面是通过耦合协调度模型对耦合协调水平及其时空演变进行分析；另一方面是通过空间杜宾模型分析影响研究区域内两大系统耦合协调水平的因素。

研究所选区域内两大系统间的耦合协调关系具有以下几点现实意义：第一，测度研究区域生态环境保护综合评价指数和经济高质量发展综合评价指数，根据测度结果来分析研究区域两大方面的发展现状，为政府政策的制定和落实提供建议和参考；第二，测算黄河流域两大系统间的耦合协调水平并分析影响其时空演化的因素，寻找研究区域在生态环境保护和经济高质量发展过程中存在的短板，以促使相关部门提出精准的意见建议，推动二者良性互动，找到黄河流域经济发展和生态环境保护和谐发展的新模式。

1.2 国内外相关文献研究综述

1.2.1 国外相关研究综述

1. 生态环境研究综述

生态环境是生物与非生物所组成环境的统称，它关系到人类健康，人居安全以及人类福祉。美国生物学家雷切尔在她的《寂静的春天》一书最早提出环境保护，并引起世界范围的极大关注，环境保护的运动迅速开展起来。

20世纪80年代后期随着地理信息技术的发展，学者们运用RS和GIS技术对生态环境进行研究。Hill(1988), Hassan(1988), Quigley(2001), Mortberg

(2006), H. Ge (2007) 等学者将遥感和地理信息系统运用到生态环境研究上, 分别评估和预测城市化发展对生物栖息地生态环境的影响, 地表条件和植被覆盖的时间变化对山区生态系统的影响。林地、牧草地和水域三个系统对流域内部生态环境的影响。遥感和地理信息系统的运用, 使学者可以长期监测并对比区域生态的变化, 为保护和修复生态环境提供有力参考, 也极大丰富了生态环境研究的方式。

在研究方法方面, Dong (2015), Zeng (2016), Liu (2019), Giovanni (2018), Anna (2020) 等学者分提出了 difrcp 方法、模糊近似混合随机方法、模糊规定方法、向量误差修正模型等研究方法, 对生态环境问题进行了相关研究。学者通过将数学模型引入到生态环境研究领域, 可以结合数学模型分别从多尺度、不同范围等评价生态环境质量。

2. 经济高质量发展研究综述

目前, 国外学者对有关经济高质量发展的研究还主要侧重于经济增长及其增长质量方面, 但是这些研究仍然很大程度上影响了我国经济高质量发展的研究。经济增长理论的核心内容是在不断发展完善的, 20 世纪 30 年代新古典经济增长理论提出资本形成是经济增长的原因, 因此促进经济增长的基本动力是资本积累; 同时期 Harrod (1948)、Domar (1947) 等有关学者创造性和创新性地把动态性和长期性两个特点融入了原有的凯恩斯收入决定理论, 并由此形成了新的模型, 并且这个模型与长期的经济增长模型十分相似; Rosenstein & Rodan P N (1948)、Robert Merton Solow (1956)、Meade. J. E (1961) 等相关学者得出了比较相似的结论, 可以总结为: 工业资本化、劳动、资本、自然资源以及技术进步对经济增长均具有决定性作用; 已有的理论把经济增长归纳为质量和数量, 而 Rudiger Dornbusch & Stanley Fischer (1994) 等学者在随后的研究中把两者进行了融合, 并且认为积累生产要素、改进资源利用状况、提高要素生产效率三个方面才是实现经济增长的实质方法; 与此同时 Strauss J & Thomas (1998) 等学者在研究中发现经济增长不仅仅只依赖物质资本的积累, 还应该考虑人力资本、自然资本的积累, 并且要提高社会福利就必须使人力、自然、物质这三项投资达到一个动态平衡的状态; Mlachila M (2014) 等学者发现与研究发达国家相

比,分析作为后起之秀的发展中国家的状况更有特殊性,主要由于受时代的要求发展中国家在保持发展速度的同时还要保护环境。

3. 生态环境保护和经济发展的互动关系研究综述

20世纪50年代,一部分工业发达的国家由于在发展过程中走了以牺牲环境为代价的发展道路,因此受到了生态环境的反噬,这也给人们敲响了警钟,使其进一步认识到生态环境保护与人类生存息息相关,因此越来越多的人和团体开始关注生态环境保护和经济发展的关系问题,同时有关两者关系的研究也在增多:Kuznets S (1955)首先分析了环境保护和经济增长的关系,并得出“经济增长与环境污染呈现倒“U”型变化趋势”的结论;随后,Hettling J P (1985)、Aghion P & Howit P (1998)等学者在以上研究结果的基础上进行了进一步探索,通过加入转换矩阵阐述了多类能源组成、不可再生资源 and 环境污染程度对二者耦合协调发展产生的影响;此后,Magnani E (2001)、Pasche M (2002)、Ben Jebli M (2015)等学者基于已有的库兹涅茨曲线,研究如果把已有政策、高新技术、对外贸易等其他因素考虑在内会对经济发展和生态环境的关系产生怎样的影响。

随着将耦合关系引入经济学领域,Melbournethomas、Johnson (2011)、Fernández-Rodríguez (2014)等学者构建了耦合模型,并研究了生态环境保护与农业发展的关系。Arzu Amar, Liu Q (2015)等学者运用灰色关联度模型和耦合度模型分析了生态环境与社会经济的协调程度以及影响因素。Pomponi F & Moncaster A (2017)等学者创建了生态环境—经济发展循环系统,并综合评价二者协同的效益。Usama Al-Mulali (2016)、Farrant R (2018)等学者分别以流域作为研究对象,研究了经济增长方式与生态环境的关系。

1.2.2 国内相关研究综述

1. 生态环境保护研究综述

我国有关生态环境质量评价的研究起步较晚,直到20世纪70年代我国才开始重视生态环境问题。笄梓(1980)等学者通过一系列研究发现环境污染会影响农业发展,并在此研究结论的基础上提倡保护生态环境。新世纪以来,由于我国生态环境保护方面的理论和技术不断发展提高,国家先后颁布了《生态环境质量评价技术规定》和《生态环境状况评价技术规范》,这也为综合评价我国生态环

境保护状况提供一个较为完整的系统。因此，胡宝荣（2010），王鹏（2011），姚尧等（2012），赵映慧（2014）孙栋元（2016）等在《生态环境状况评价技术规范》提出的指标体系和计算方法下，基于地理信息系统平台，从县域、市域、省域和生态区等多种角度，对沙地、矿区、流域、海湾和自然保护区等研究区展开了多方位研究。研究方法上，唐常春（2015）、张颖（2016）、梁龙武（2019）等学者分别采用 Delphi、AHP 和 PRS 模型方法、系统评估方法等模型来分析生态环境问题，极大增强我国的生态环境危机意识。

近些年，随经济高速发展和人民生活水平的提高，人们的健康环保意识也在不断提升，因此一部分学者也开始将研究的重点转移到水质的研究上了。因此有关黄河流域的研究也在进一步加深。吕振豫（2017），赵莺燕（2020），贾绍凤、梁媛（2020）沈大军（2020）等学者分别围绕水量、水质及水效率三大核心问题进行了研究。张金良（2021），杨泽康（2021）等学者分析了黄河流域生态环境演变特征，研究发现经过多年的保护与治理，黄河流域生态环境负反馈效应正在显现，系统逐步由混乱无序向稳定有序发展，黄河流域生态环境整体向好。孙佑海（2022），赵琰鑫（2022）等学者对《黄河流域生态环境保护规划》进行了相关解读。

2. 经济高质量发展研究综述

党的十八大报告以后，我国经济发展拉开了新序幕，进入了新时代。关于我国经济高质量发展的文献层出不穷，主要集中在经济高质量发展内涵及评价体系上。

关于高质量发展的内涵的文献主要有三类：（1）以广义狭义（刘迎秋（2018））或宏观微观（王一鸣（2018））的区分。（2）以发展方式的转变来解读（麻智辉（2018））。（3）以社会主要矛盾（杨伟民（2018））和新发展理念为视角（任保平（2018））。

另一方面是发展水平测度的研究。在测度方法方面：吴志军、梁晴（2020），吕军、陈宝华（2020）等学者分别采用系统聚类、熵值法、障碍因子诊断模型等方法分析了目前我国经济高质量发展水平和阻碍因素及空间分布趋势。指标体系构建方面：李文星（2020）以新发展理念为出发点构造出测度黄河流域经济高质量发展的指标，徐辉（2020）从经济、创新、民生、生态 4 个维度构建指标体系，

任保平（2022）从创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展、共享发展和安全发展六维度构建评价体系。

3. 生态环境保护和经济发展的互动关系研究综述

近年来，国内有关经济发展与生态环境保护的研究在不断地增加。两者关系方面的研究：王宏伟（2006）等学者肯定了经济对环境的正面影响，陈国生（2011）等学者肯定了生态环境改善对经济健康发展的作用，提出了生态环境的改善是经济发展的助力和能量，江红莉（2010）等学者在此基础上得出两者不是平等发展的状态，而是相互促进、耦合协同发展的关系。研究区域方面：李善同（2002）等学者探讨了区域环境和经济协调发展的意义，程晓丽（2013）等对中小城市进行研究，谭俊涛（2015），崔木花（2015），王炳钢（2019）等学者从污染治理和资源保护两方面对于生态环境保护水平进行测度，分析了经济活动与生态环境保护之间的关系。在指标体系构建方面：赵建吉（2020），王少剑（2015），郭庆宾（2016）周成（2016）等主要是把对生态环境保护的压力转向对于资源有效利用的压力，从一个新的视角来分析生态环境保护情况，从生态环境保护禀赋、资源环境现状和环境治理成果视角建立指标体系，综合地对地区生态环境保护水平进行评价。

有关生态环境与经济的研究方法主要有三类：第一种方法是通过引入“效率”的概念，如吴尊杰（2021），徐伟祥（2022）等运用 DEA 模型，测算经济发展效率、生态效率；第二种方法是把生态保护当做衡量经济发展的一项因素，如师博（2019），鲁邦克（2019）等学者通过建立生态环境保护综合指标体系对经济发展水平进行相关的衡量；第三种方法是计算两者之间的耦合协调水平，在测算经济发展与生态环境的耦合协调性时，学者根据研究的区域和侧重点不同，综合指标体系也各不相同：在构建生态环境保护指标体系时，部分学者如杨永芳（2020）等主要从生态环境水平和生态环境压力两方面构建指标体系，也有部分学者如杨慧芳（2022）等从生态资源禀赋、生态环境承载、生态环境治理三方面构建指标体系；构建经济发展指标体系时，学者也会根据研究的区域和侧重点不同进行构建，如崔盼盼（2020）等学者以新发展理念为基础，从有效性、协调性、创新性、稳定性、分享性五个方面构建指标体系；魏振香（2021）等不少学者从

经济—社会角度出发构建指标体系，在经济—社会的基础上，将文化水平考虑在内。

1.2.3 文献评述

根据以上的论述可知，国外学者有关生态环境保护的研究不仅起步相对较早且研究成果也相当丰富，但是国外学者在经济发展方面的研究对象又多为经济增长，这虽然为我国经济高质量发展研究提供了理论指导，但也在很大程度上区别于我国提出的独具特色的经济高质量发展概念，因此国外有关经济高质量发展、生态环境保护以及两者关系的研究还有不充分的地方。

本文选取黄河流域 71 个地级市作为研究对象，一方面是因为黄河流域地理位置独特、资源丰富、未来发展潜力较大，在我国生态环境保护和经济发展方面都有着重要作用，希望能借此拓宽黄河流域生态环境保护和经济高质量发展的相关研究视角；另一方面虽然国内学者针对生态环境与经济发展耦合协调关系研究的文献成果为本文的写作奠定了坚实的理论基础，但同时也存在一些需要丰富的地方：第一，目前学术界在经济高质量发展方面的研究重点主要集中在其内涵和路径等方面，在相关测度结果的时空分布特征方面的分析还有待补充和完善；第二，大多数学者侧重从五大发展理念选取经济高质量发展维度的指标，所以指标体系的选取角度方面有待丰富；第三，现有文献的研究多将关注点放在耦合协调度水平的测度上，因此忽视了对影响耦合协调水平因素的分析进而导致提出政策的理论依据需要完善。

生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调关系对黄河流域制定相关发展战略而言有着重要的意义。故本文选取了 2011—2020 年的黄河流域 71 个地级市的面板数据，通过 Stata 和 ArcGIS 等软件测度黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平并分析其时空演进特征。同时，本文在研究耦合协调水平的基础上，选择空间计量模型，分析了影响黄河流域生态环境保护与经济高质量发展耦合协调水平提升的主要原因，并提出了行之有效的建议，以此来促进研究区域内两大系统之间的耦合协调发展。

1.3 研究内容及方法

1.3.1 研究方法

本论文采用的方法主要包括文献研究法、统计分析法、比较分析研究法。

1. 文献研究法。本文将通过梳理国内外关于生态环境、经济高质量发展、生态环境和经济高质量发展的关系等经典理论,找准相关研究的前沿问题和研究方向,从而为文章的撰写分析提供思路,也为后续的研究工作奠定基础。

2. 统计分析法。首先,构建生态环境保护和经济高质量发展两大指标体系,然后,通过熵值法分别计算不同地市之间的生态环境保护和经济高质量发展的综合评价指数;其次,通过构建耦合协调模型计算以上两大系统的耦合协调水平并进行时空演进的分析;最后,选择时间效应固定的空间杜宾模型分析影响耦合协调水平的主要因素。

3. 比较分析研究。结合各地级市实际情况进行了对比分析;在耦合协调水平的研究和分析中,对比地分析黄河流域上中下游的整体状况,以及各个流域内部不同省份的状况。

1.3.2 研究内容

文章主要分为六个部分,具体思路如下:

第一部分,主要论述本文的研究背景、文献综述、选题意义、逻辑结构及拟采用的方法及文章结构安排等。梳理回顾国内外关于生态环境、经济高质量发展、生态环境保护与经济高质量发展的研究综述,并对研究现状进行了评述。

第二部分,界定了相关概念和应用到的相关理论,并阐述了生态环境保护与经济高质量发展之间的耦合协调的作用机理。

第三部分对黄河流域生态环境保护水平和经济高质量发展水平进行测度。首先,参考已有文献构建黄河流域生态环境保护和经济高质量发展的指标体系;然后,介绍数据的收集与处理,并通过熵权法确定指标权重;最后对两大系统分别进行测度和分析。

第四部分,实证分析:首先对基础的耦合协调模型进行相关构造;然后,对研究区域生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平的时空演进特征进行相关分析;最后,通过构建莫兰指数对其空间自相关性进行进一步探索。

第五部分，结合空间自相关检验结果，选取空间杜宾模型，通过对计量结果的分解来分析影响耦合协调水平的因素

第六部分，通过以上五部分的研究，总结文章的分析过程、得出结论，提出建议。

1.3.3 技术路线图

本文的技术路线图如图 1.1 所示：

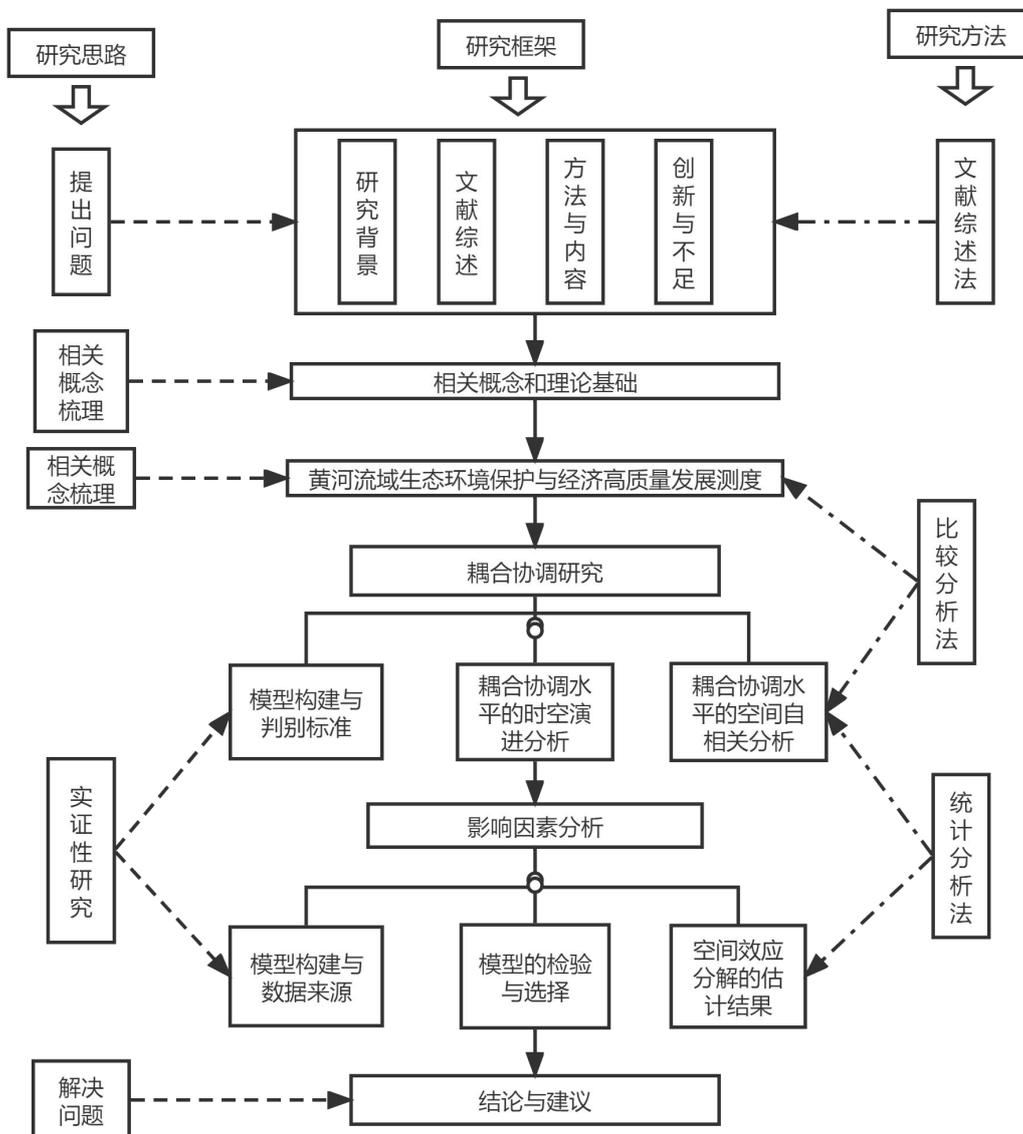


图 1.1 技术路线图

1.4 可能的创新点和不足

1.4.1 可能的创新点

1. 研究视角创新

目前,有关生态环境保护 and 经济发展之间相互作用的多数研究把研究目标设定在经济增长或高质量发展上。而本文把研究的切入点放在了研究经济高质量发展和生态环境保护的耦合协调关系方面,侧重从经济角度进行相关研究。首先归纳和阐述了经济高质量发展的定义,并对经济高质量发展与经济发展进行了区分,其次梳理了生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调作用机理,并阐述了两者之间存在的相互影响相互作用的辩证统一关系,最后收集整理数据进行实证检验。

2. 研究方法方面

本文将引入耦合协调度模型,对两大系统的耦合协调水平的时空演进状态进行了分析。本文在对耦合协调水平的变化进行时空分析的基础上,引入了时间效应固定的空间杜宾模型,借此来分析影响发展耦合协调水平的因素。

3. 研究结论方面

本文通具体的实证分析和时空演变分析,分别从生态环境保护状况、经济高质量发展状况、生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调状态三个方面,分析了研究区域整体以及上、中、下游的演变状况,以及各个流域所具有的特征,并以此为依据提出了针对性的意见建议。

1.4.2 不足之处

由于数据的不可获得性,以及影响因素的复杂性,在构建评价系统时存在对指标进行筛选、替换和取舍,因此,指标体系构建并没有能完全覆盖其全部内涵,不可避免会造成评价结果与实际情况有一定偏差。本文的时效性有待进一步提高,因最新数据的获取受到限制,研究存在一定的时滞性。在模型使用过程中,由于一些存在数据缺失和遗漏现象,因此所得结果与实际情况可能有些许的偏差,但整体不影响最终结果的分析。

2 相关概念界定和理论基础

2.1 相关概念界定

2.1.1 生态环境保护

生态环境是指人类和自然界的资源、生物体所共同生存发展的有机整体。人类社会的物质生产和交换活动在不断地影响和改变着生态环境，同时这种物质生产和交换活动也很大程度受限于生态环境，两者是相辅相成相互作用的关系。生态环境保护就是保护人类和自然界的资源、生物体所共同生存发展的有机整体，生态环境保护问题在社会的发展过程中一直存在。在中国古代，面临出现的威胁子孙后代生存的涸泽而渔现象，先贤们很早就提出了休牧期、休渔期等理论来保护生态环境。近代以来，随着经济社会的快速发展，人类社会的物质生产和交换活动不仅造成了环境污染和生态失衡，也严重威胁到了人类社会的生存和发展。面对这一现象，1982 第五届人大会议上中国科学院地理研究所所长黄秉维院士提出了“保护生态环境”，随后“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害”也被写入了宪法。虽然近年来我国实施的一系列有关生态环境保护的法律法规，取得显著成效，但是我国的生态环境还存在一些问题，因此基于人类对于环境的污染治理以及人类对于生态环境资源存量的保护方面构建生态环境保护综合评价指标体系，对生态环境保护的发展水平进行测度，能够为生态环境保护和经济协调发展提供具有针对性的政策建议。

2.1.2 经济发展与经济高质量发展

1. 经济发展

经济增长是指在某个特定时间内，一个国家或地区国民总产值的提升，经济学家们一般用 GDP 来作为衡量经济发展水平的重要指标。而经济发展就是在经济增长的基础上，一个国家或地区经济结构和社会结构持续高级化的创新过程或变化过程，体现的是一个地区的经济由量变到质变的过程。

2. 经济高质量发展

党的十九大报告中习近平总书记第一次提出了经济高质量发展这个概念，同时指出当前我国经济已从高速增长阶段向高质量阶段转变。所谓高质量发展，就是运用创新、协调、绿色、开放、共享五大发展新理念，通过节省生产要素投入，提高资源配置效率，降低资源环境成本，实现经济社会效益最大化。高质量发展的特点主要表现为：一方面，要保持经济的稳定性和可持续性；另一方面，要满足人民的需求，合理高效地利用资源，有效保护环境。经济发展和经济高质量发展在本质上都强调在经济增长过程中实现经济结构和社会结构的不断优化升级。当前应在新发展理念指引下，牢记以人为本的使命，寻求更加高效、高质量、安全可持续发展，以此来提升我国经济高质量发展的整体水平，开创新的发展局面。经济高质量发展的要求是改变效率低下、不合理的发展模式，构建一个以经济为先导、包含人文、社会、生态等多方位、多层次的高效协同发展模式。经济发展的目标不仅要落实经济稳定增长和经济结构优化，还要提升人民生活水平、促进社会公平公正，实现基本公共服务的均等化，保护生态环境、打造美丽中国。经济高质量发展的动力和评价也与以往有所不同，它把创新作为第一动力、绿色作为有力保障、开放作为必经之路、协调作为内在要素、共享作为最终目标，经济活力、技术创新、民生改善、生态环境状况和开放合作等放入评价标准，推动经济高质量发展，以创新驱动、绿色保障、开放合作、协调共享为手段，实现质量改革、动力改革与效率改革。

2.1.3 耦合协调度

在物理学上，耦合最初用来形容多个系统和组织间相互作用与影响的程度。根据定义可将耦合划分为正向和负向，其中正向主要指各系统之间和系统内部的子系统之间进行恰当的配合，以此促进其朝着有利的方面发展，后者与此正好相反。由于耦合度仅能够度量所研究的系统之间和系统内部的子系统之间感知、关联程度，因此这个指标仅仅能用来衡量研究对象变化的程度，但是不能反映变化方向的好坏。而协调度则可以用来衡量系统之间和系统内部的子系统之间的正向联系程度，即正向耦合的程度。因此本文通过构建耦合协调度模型，计算耦合协调度并借助耦合协调度的判断标准来而评判两个系统的耦合协调水平。

2.2 相关理论基础

2.2.1 可持续发展理论

可持续发展理论最早是 1987 年由联合国全球环境与人类发展理事会公布。其对可持续发展做了如下定义：当代的发展要符合人类的基本发展趋势，坚持以人为本，要把保护生态环境调整到与满足人类生存发展同等重要的位置，既要满足目前的发展需要又要兼顾未来。根据可持续发展的定义可知，可持续发展的核心是发展，但这种发展一方面要求把不同时间、空间、环境和人类社会活动等要素作为一个相互影响作用的系统，强调从不同层次把各个要素作为一个综合体考虑；另一方要求不仅要考虑一些基础因素诸如发展主体自身的潜力、创造力等，还应该整合各种可以利用的外在资源，例如：自然资源丰富程度、环境承载能力和社会科技发展水平等；最后这种发展强调的是整个生态系统的共同发展，而不仅仅是以人类为主体的人类社会的发展，还要包括生态系统内部各要素之间的协同发展。因此作为其中重要一环的经济发展在强调速度的同时应该提高发展质量，做到二者兼具。这就要求在经济发展过程中改变原来的产业结构，增加绿色新能源占比，同时大力发展新兴技术产业，减少经济发展对传统能源的依赖、对稀缺资源的浪费和对生态环境的破坏，实现经济可持续发展。在实现经济可持续发展的同时，要不断提升人民的生活质量，通过妥善处理发展过程中所遇到的一系列问题，从而促进社会长期稳定发展。根据以上研究可知，两大系统耦合协调发展应该把可持续发展理论作为理论基础，因此要想提升黄河流域的高质量发展水平，就必须两手抓两个方面同时促进。

2.2.2 生态与经济协调发展理论

协调发展理论是人们在探究人与自然关系的实践活动中不断演变而来的，它反映了在人与自然关系演变过程中各子系统，以及子系统内部之间，为实现良性发展以发挥最大效应而由低级、简单、无序转化成高级、复杂、有序的过程。随着生产力水平的不断进步，经济得到了前所未有的快速发展，随之而来的是被过度开发的自然资源和破坏得满目疮痍的自然环境，这种资源的过度开发和环境

的过度破坏的现象进一步加剧了生态的失衡。由于经济发展和生态环境保护之间存在相互制约和作用的关系，因此生态环境系统的失衡也制约了经济社会的发展。基于以上理论，部分生态经济学家提出经济社会的发展要以生态环境自身的承载能力为基础，提高生态环境承载能力同样有助于经济社会的发展的论断。理清经济发展与生态环境保护的关系，是正确处理两者之间的矛盾促进生态与经济协调发展的重要条件。因此，要把生态和经济协调发展的理论作为本文写作的重要理论基础，以此找到行之有效的方法，从而促进研究区域进一步实现持续健康发展的目标。

2.3 生态环境保护与经济高质量发展耦合协调机理

经济系统与生态系统之间存在着相互影响相互作用的辩证统一关系。黄河流域作为一个综合系统是由作为子系统的经济系统和生态环境系统构成的，这两个子系统的相互作用影响着整个综合系统的性质和方向。

2.3.1 生态环境保护对经济高质量发展的作用机理

生态环境保护系统通过对经济活动做出反馈的方式来影响经济高质量发展。通过相关学者研究可以看出，生态环境保护对经济高质量发展的效应可以分解为以下几方面的效应：资源配置效应、创新效应、环境效应。

生态环境保护对经济高质量发展的资源配置率效应指的是引导生产资源流向资源利用效率较高的企业。在我国生态环境保护的相关举措的出台，一方面会引导生产要素自发地流向生产效率高的企业，另一方面在价格机制的作用下也会促进能源、资源流向高效率企业，从而实现资源的有效配置，提高整体的生产率，最终促进经济高质量发展。

生态环境保护对经济高质量发展的创新效应指的是通过增加企业的环境成本倒逼企业进行技术创新。生态环境状况的改善需要企业为自己生产过程中产生的环境负外部效应买单，即迫使企业将生产过程中产生的环境污染的外部成本内部化，从而增加了企业的环境成本。在竞争激烈的市场中，企业一方面为了维持原有的价格竞争优势，另一方面为了形成新的竞争优势，就不得不把大量的资金、技术投入到创新中，从而有利于促进产业的转型升级和经济的高质量发展。

生态环境保护对经济高质量发展的环境效应主要包括以下两方面：一方面良好的生态环境会带动旅游产业的发展。旅游产业发展可以增加当地居民收入，同时也可以带动餐饮、住宿、交通等产业的发展解决当地居民的就业问题，居民收入的增加、交通的便捷和产业结构的多样化反过来又会促进经济的高质量发展；另一方面宜居的生活环境对提升城市的竞争力有很大的助益作用。随着生活条件的不断改善，越来越多的人开始追求更加舒适宜居的生存环境，因此优美宜居的生态环境也会越来越成为吸引人才和新型企业到来的重要因素，同时人才和新型企业的到来又会间接带动经济的高质量发展，从而形成一种良性循环的状态。

2.3.2 经济高质量发展对生态环境保护的作用机理

brock 和 taylor (2005) 将环境变化效应分解为了规模效应、结构效应和技术效应，为后续研究分析环境影响机制提供了重要借鉴。因此本文将从规模、技术和结构三个视角，分析经济高质量发展对生态环境保护的作用机理。

经济高质量发展的规模效应是指经济高质量发展通过扩张社会经济的规模对生态环境产生的影响。环境库兹涅茨曲线(The environmental Kuznetscurve)的假说认为经济规模的扩张与环境污染存在倒 U 型曲线关系。虽然环境库兹涅茨曲线因存在一定缺陷而受到质疑，但其仍然是研究经济增长与环境质量之间关系的重要理论工具。随着研究的深入，部分学者们得出以下结论中国经济增长并不必然导致环境的恶化，经济发展对生态环境改善具有积极作用。例如：彭水军，包群（2006）发现估计方法和污染指标的选取很大程度上影响了环境库兹涅茨曲线的倒“U”型关系，在中国也存在着因为人均收入水平较低而未过曲线转折点的可能；李娟伟，任保平（2021）研究发现我国的经济水平处在 EKC 倒“U”型拐点的左侧。因为经济高质量发展的主要目的是促进经济的发展，因此必然会带来经济规模的稳定扩张，根据经典 EKC 假说认为经济规模的扩张与环境污染存在倒 U 型曲线关系，经济规模的稳定扩张也必然在一定程度上会使我国生态环境状况得到改善。

经济高质量发展的结构效应是指经济高质量发展通过助推经济结构的转型从而对生态环境产生影响。经济高质量发展过程中主要通过形成新兴产业、促进服务型产业发展和助推传统产业转型的方式，推动产业结构整体的优化升级。一

是经济高质量发展过程中强调优化资源配置提高生产效率,因此会引导要素流向高生产率产业,从而为低耗能、高产出的新兴产业的发展提供了合适的土壤,促进其形成和发展。二是经济高质量发展一方面会加快数字经济的发展,另一方面会增加居民的可支配收入从而促进居民消费,因此加快了物流业、交通运输业、文化旅游等服务业发展,从而推动服务型产业发展。三是经济高质量发展为传统产业的转型升级提供了契机,原来一些高污染、高耗能的产业如果不想被淘汰就必须走上转型升级的道路,因此这也在源头解决了污染的问题。由于服务业和新兴产业都具有“低投入、低能耗、低污染”等特征,因而产业转型升级有助于改善生态环境。

技术创新是改善生态环境状况的重要条件,经济高质量发展更多强调创新在经济发展中的重要性。技术创新可以从减少高污染能耗、减少污染物排放、产业结构升级三方面改善生态环境状况:一是技术创新一方面可以通过改进生产技术提高现有能源资源的利用效率,另一方面科技创新为新能源的开发利用提供了技术支持,因此技术创新可以通过减少高污染能源消耗和开发新能源的方式来改善生态环境状况;二是技术创新可以为高耗能、高污染企业的绿色转型提供技术条件,改变这类企业原有的发展路径依赖,从而有效减少污染排放;三是技术创新可以带动产业结构的不断优化和升级,因此原来一些高污染、高耗能的产业会逐渐被淘汰,这就从根源处理了污染严重、资源利用效率低的问题,从而有利于生态环境的保护。

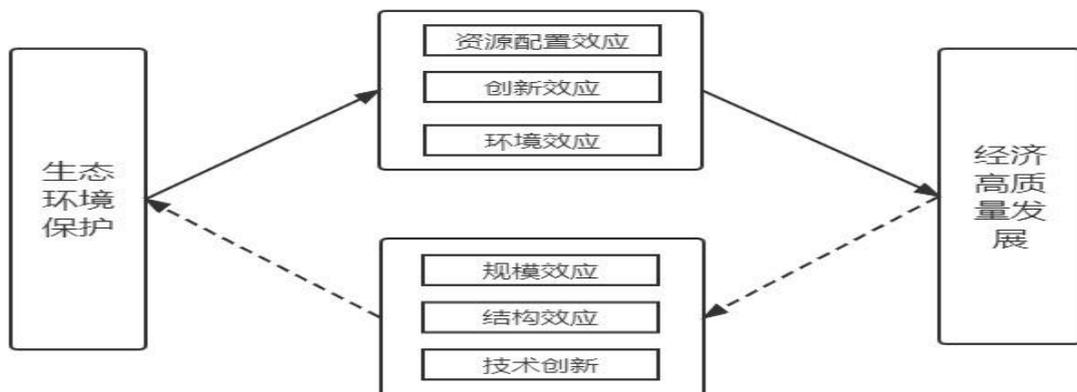


图 2.1 经济高质量发展与生态环境保护系统互动发展的作用机理

3 黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的测度

3.1 研究区域

黄河发源于青海省巴颜喀拉山脉，全域长 5464 千米，呈“几”字状，从西到东依次横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和黄淮海平原四大地形区域，主要流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东九省（区）。根据水文特征，黄河流域被分为上中下三游，上游从源头到内蒙古自治区呼和浩特市古托克托县的河口镇，流域面积为 38.6 万 km²，占黄河流域总面积的 51%，上游段水多沙少，蕴藏着丰富的水力资源；中游是从内蒙古自治区的古托克托县的河口镇到河南省郑州市的桃花峪，流域面积为 34.4 万 km²，占黄河流域总面积的 46%，中游河段水少沙多，是黄河下游泥沙的主要来源；下游从河南省郑州市的桃花峪到山东省东营市垦利县河口段，流域面积为 2.2 万 km²，仅占全河流域面积的 3%，由于上中游携带的泥沙主要淤积在下游地段，所以下游段的河岸两侧很多都修筑有堤防工程，是黄河防洪的重点河段。

本文以黄河流域地区的山东省、河南省、山西省、陕西省、甘肃省、内蒙古自治区和宁夏回族自治区 7 省区中的 71 个地级市（州、盟）作为黄河流域地区的研究范围。具体研究区域如图 3.1 和表 3.1 所示



图 3.1 研究区域地市区位图

表 3.1 研究区域主要地级市

流域	主要地级市
上游	银川、中卫、吴忠、固原、石嘴山、乌海、兰州、天水、定西、平凉、庆阳、武威、白银、陇南、呼和浩特、包头、巴彦淖尔、鄂尔多斯、
中游	乌兰察布、西安、宝鸡、咸阳、榆林、延安、渭南、铜川、商洛、太原、长治、阳泉、吕梁、临汾、晋中、运城、忻州、晋城、朔州、大同、南阳、洛阳、三门峡
下游	郑州、新乡、平顶山、周口、开封、漯河、濮阳、许昌、焦作、驻马店、鹤壁、商丘、信阳、安阳、济南、青岛、烟台、聊城、菏泽、潍坊、滨州、枣庄、日照、德州、威海、临沂、济宁、淄博、泰安、东营

根据表 3.1 和图 3.1 可知，本文未将黄河流经的青海省、四川省、和其他省的部分地市和自治州包括在内。根据已有的研究结果可知：由于四川省大部分地域位于长江流域，且是在长江流域占有重要的地理位置，因此大部分学者将其划分为长江流域，因此本文也遵循这一原则；而青海省和其他省的部分地市和自治州，则是因为存在数据缺失现象才为包括在研究区域内部。

3.2 评价指标体系的构建

3.2.1 指标构建原则

本文按照全面性、科学性、可测量性和易获得性四个原则对用以测度的评价指标体系进行了构建。

1. 全面性原则要求从多角度全方位考虑影响研究区域内部经济高质量发展和生态环境保护的因素，同时还要避免各指标之间出现重复的现象。因此，本文分别从经济发展水平、经济发展效率、经济发展潜力三个维度来构建经济高质量发展的衡量指标体系；在生态环境保护指标体系的构建过程中，主要从生态资源环境资源禀赋、环境污染、环境治理三个方面进行了考量。

2. 指标体系应该具有科学性。所选取的指标要有科学依据。本文在参考相关学者研究结果的基础上，结合黄河流域地区经济、科技、生态、人民、社会等发展状况及特征的客观性与真实性，选取了 21 个具体指标构成经济高质量发展和

生态环境保护两个维度。

3. 指标的选取要可测量、易获得。由于黄河流域涉及地市较多因此在选取指标时既要保证核算口径一致、单位一致，又要考虑数据的可获取性，因此本文在收集数据过程中放弃了部分难以获取数据的区域，最终确定以黄河流域 71 个地级市作为本文的研究区域。

3.2.2 指标的选取

黄河流域具有一定的地域性特点，因此本文结合《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》文件指示精神和相关学者的研究成果，从经济发展水平、经济发展效率、经济发展潜力三个方面构建黄河流域经济高质量发展指标体系，对于生态环境保护指标体系则从生态资源禀赋、生态环境污染、生态环境治理三个维度构建。具体指标如表 3.2 和表 3.3 所示：

表 3.2 经济高质量发展评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	指标属性	
经济高质量发展	经济发展水平	人均 GDP	+	
		非农产业占 GDP 的比重	+	
		第三产业占 GDP 比重	+	
		人均财政收入	+	
	经济发展效率	GDP 含金量		+
			城乡居民收入差距	-
			每万人拥有卫生技术人员数量	+
	经济发展潜力	经济稳定性		-
			工业增加值增长率	+
			劳动生产率	+

根据已有相关研究成果可知，在构建经济高质量发展指标体系时，研究者按照所选择的研究区域以及所研究的侧重点的不同分别从以下不同角度构建了指标体系：一，以新发展理念作为构建基础，从有效性、协调性、创新性、稳定性、

分享性五个方面进行构建；二从经济—社会角度出发构建指标体系，除此方面之外额外增加了文化因素；三，部分学者直接以创新、协调、绿色、开放、共享五大发展理念的视角建立指标体系。

如表 3.2 所示，可知本文所构建的经济高质量发展系统共包含 3 个一级指标和 10 个二级指标。经济高质量发展系统由经济发展水平、经济发展效率、经济发展潜力三个维度组成：经济发展水平子系统包含了人均 GDP、非农产业占 GDP 的比重、第三产业占 GDP 比重、人均财政收入 4 个指标；经济发展效率子系统包括 GDP 含金量、城乡居民收入差距、每万人拥有卫生技术人员数 3 个指标；经济发展潜力子系统包含了经济稳定性、劳动生产率、工业增加值增长率 3 个指标。本文如此构建的原因有以下两点：一，由于黄河流域高质量发展过程中存在的问题具有系统性和复杂性，因此本文侧重从经济意义上测度黄河流域的经济高质量发展状况。二，选取经济发展水平、经济发展效率、经济发展潜力三个维度测度黄河流域经济高质量发展水平，既考虑了数据的可获取性同时也避免出现了与生态保护系统相互重叠的部分。

表 3.3 生态环境保护评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	指标属性
生态环境保护	生态环境禀赋	万人耕地面积	+
		人均水资源量	+
		建成区绿化覆盖率 (%)	+
	生态环境污染	废水排放强度	-
		工业二氧化硫排放强度	-
		单位 GDP 电力消费量	+
		单位 GDP 天然气消费量	+
	生态环境治理	工业固体废物综合利用率 (%)	+
		城镇生活污水处理率 (%)	+
		生活垃圾无害化处理率 (%)	+
		万人公园面积	+

如表 3.3 所示,可知文章从生态环境禀赋、生态环境污染、生态环境治理三个方面进行了生态环境保护一级指标体系的构建。其中,生态环境禀赋包括万人耕地面积、建成区绿化覆盖率、人均水资源量 4 个指标;生态环境污染子系统包含了废水排放强度、工业二氧化硫排放强度、单位 GDP 电力消费量、单位 GDP 天然气消费量 4 个指标;生态环境治理子系统包括了工业固体废物综合利用率、城镇生活污水处理率、生活垃圾无害化处理率、万人公园面积 4 个指标。

3.2.3 数据来源与处理

研究对象为黄河流域的 71 个地级市,研究期间为 2011—2020 年,数据主要来源于《中国城市统计年鉴》《中国环境统计年鉴》以及研究区内各省和地市统计年鉴及国民经济和社会发展统计公报。为避免由于部分数据缺失而造成的不连贯性,本文针对部分漏记或者缺失的数据采用插值法进行补齐。

3.2.4 熵权法原理

文章以上文已经建立的指标体系为基础,通过熵权法对收集到的黄河流域 71 个地级市的相关生态环境保护指数和经济高质量发展的数据进行测算,并分别对两个系统的测算结果进行整理和分析。熵权法是目前学术界进行相关研究时普遍使用的赋权方法之一。其具体测算的步骤如下所示:

一、通过极值法 (Max-Min) 对最初收集到的相关数据进行标准化处理:

$$Y_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, & \text{当 } X_{ij} \text{ 为正向指标} \\ \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, & \text{当 } X_{ij} \text{ 为负向指标} \end{cases} \quad (3.1)$$

式 (3.1) 中: X_{ij} 为收集到的原始数据; 用 $\max(X_{ij})$ 和 $\min(X_{ij})$ 来表示第 t 年第 i 城市第 j 项指标的最值, 其中 $\max(X_{ij})$ 代表最大值 $\min(X_{ij})$ 代表极小值。

且当 $Y_{ij} = 0$ 时, 此时令 $Y_{ij} = 10^{-6}$ 。之后采用熵值法赋权计算各指标权重并用 W_j 来表示出来。

二、确定指标权重:

确定指标权重主要分为以下几步

第一步先计算标准化指标值

$$f_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{t=1}^r \sum_{i=1}^m Y_{ij}} \quad (3.2)$$

式 (3.2) 中: r 代表研究期的份数, m 表示地级市的数量, 由于本文研究对象为沿黄 71 个地级市, 时间是 2011—2020 年, 因此本文中的 $r=10$, $m=71$ 。

第二步计算熵值

$$e_j = -k \sum_{t=1}^r \sum_{i=1}^m (f_{ij} \ln(f_{ij})) \quad (3.3)$$

式 (3.3) 中: k 为常数, $k = 1 / \ln(rm)$

然后, 计算各项指标权重

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (3.4)$$

式 (3.4) 中 n 代表系统内指标的个数。

三、测算生态环境保护和经济高质量发展的综合评价指数

$$k_{it} = \sum_{j=1}^n (W_j f_{ij}) \quad (3.5)$$

式 (3.5) 中, k_{it} 代表第 t 年第 i 个地级市的综合评价指数。根据本文的研究内容选取 k_1 、 k_2 分别来表示研究区域生态环境保护和经济高质量发展的综合评价指数。

3.3 黄河流域生态环境保护综合评价指数分析

本节基于上文所构建的指标体系，运用 stata. 17 软件对收集好的数据进行处理，并测算出 2011—2020 年黄河流域沿线 71 个地级市生态环境保护与高质量发展的综合评价指数。由于本文数据样本较多，故下文分析中选取具有代表性的数据进行分析。

3.3.1 生态环境保护综合评价指数的时序特征分析

通过对 2011—2020 年黄河流域生态环境保护综合评价指数进行分析得到以下结论：

(1) 从整体而言，黄河流域下游平均生态环境保护较好，而中游平均生态环境保护较差，且上游地区生态环境保护水平地域差距较明显。

由表 3.4 可知，黄河流域上中下游的生态环境保护综合评价指数均值分别为 0.323、0.309、0.348，黄河流域生态环境保护的整体均值为 0.326，因此下游生态环境保护综合评价指数均值 < 黄河流域生态环境保护的整体均值 < 上游生态环境保护综合评价指数均值 < 中游生态环境保护综合评价指数均值。并且根据表 3.5 可知，2020 年研究区域内生态环境保护状况排名前十位的地市分别是日照市、青岛市、东营市、巴彦淖尔市、石嘴山市、乌海市、威海市、呼和浩特市和信阳市，其中前十位中，有 4 个地级市位于黄河流域上游，其余 6 个地级市均位于黄河流域下游。同时 2020 年黄河流域生态环境保护后十位分别为白银市、中卫市、定西市、咸阳市、天水市、银川市、延安市、陇南市、渭南市、商洛市，其中后十位中，有 3 个地级市位于黄河流域中游，其余 7 个地级市均位于上游地区。因此总体而言，黄河流域下游平均生态环境保护较好，而黄河流域中游平均生态环境保护较差，上游地区在生态环境保护水平差距比较明显。黄河流域下游地区尤其是山东省东部临海的部分地级市生态环境保护较好，一方面可能是因为黄河流域下游特别是山东省东部临海的部分地区，水资源较黄河流域其他地区丰富，另一方面可能是因为黄河流域下游特别是山东省东部临海的部分地区，以旅游产业和第三产业为支柱产业。而黄河流域中游平均生态环境保护较差可能因为，黄河流域中游包括山西省全境和陕西省的部分地区，而山西省和陕西省都属于传统能源供给和消耗的大省，因此要对黄河流域中游地区加强污染防治并且增加环保支出引进先进技术提高污染物的处理和利用效率。黄河上游地区一方面可

能因为地形和气候类型丰富多样，流域内不同区域生态环境承载能力差异较大，因此流域内部分区域生态环境本身比较为脆弱，另一方面因为该区域人口和经济活动多呈聚集型分布，且集中分布于部分地区，因此黄河流域上游地区生态环境保护水平区域间差距比较明显。

表 3.4 2020 年黄河流域生态环境保护综合评价指数

流域	地区	综合评价指数	地区	综合评价指数	地区	综合评价指数	均值
下游	威海市	0.439	日照市	0.547	德州市	0.312	均值： 0.348
	枣庄市	0.333	泰安市	0.309	济南市	0.393	
	济宁市	0.314	潍坊市	0.311	滨州市	0.267	
	烟台市	0.336	青岛市	0.525	淄博市	0.355	
	聊城市	0.257	菏泽市	0.286	临沂市	0.352	
	东营市	0.475	驻马店市	0.364	商丘市	0.305	
	周口市	0.314	漯河市	0.351	濮阳市	0.299	
	焦作市	0.316	许昌市	0.314	郑州市	0.359	
	信阳市	0.429	开封市	0.340	新乡市	0.298	
	平顶山市	0.317	安阳市	0.274	鹤壁市	0.357	
中游	洛阳市	0.352	三门峡市	0.308	南阳市	0.344	均值： 0.309
	大同市	0.377	忻州市	0.302	晋中市	0.328	
	晋城市	0.290	太原市	0.360	朔州市	0.366	
	吕梁市	0.268	长治市	0.320	运城市	0.275	
	临汾市	0.292	阳泉市	0.362	咸阳市	0.233	
	铜川市	0.359	商洛市	0.177	延安市	0.206	
	榆林市	0.271	西安市	0.309	渭南市	0.184	
	宝鸡市	0.282	乌兰察布市	0.443			
上游	乌海市	0.451	兰州市	0.301	包头市	0.394	均值： 0.323
	吴忠市	0.284	中卫市	0.239	呼和浩特市	0.437	
	固原市	0.406	天水市	0.326	定西市	0.334	

续表 3.4 2020 年黄河流域生态环境保护综合评价指数

巴彦淖尔市	0.457	平凉市	0.328	庆阳市	0.302
武威市	0.361	白银市	0.291	石嘴山市	0.433
鄂尔多斯市	0.450	银川市	0.206	陇南市	0.197
黄河流域均值 0.326					

表 3.5 2020 黄河流域生态环境保护综合评价指数前十后十排序

地区	综合评价价值	排名	地区	综合评价价值	排名
日照市	0.547	1	商洛市	0.177	71
青岛市	0.525	2	渭南市	0.184	70
东营市	0.475	3	陇南市	0.197	69
巴彦淖尔市	0.457	4	延安市	0.206	68
石嘴山市	0.453	5	银川市	0.206	67
乌海市	0.451	6	天水市	0.233	66
乌兰察布市	0.443	7	咸阳市	0.233	65
威海市	0.439	8	定西市	0.233	64
呼和浩特市	0.437	9	中卫市	0.239	63
信阳市	0.429	10	白银市	0.241	62

(2) 2020 年黄河流域生态环境保护水平整体上得到提升。

根据表 3.6 中的数据可知, 2020 年黄河流域生态环境综合评价指数在整体上提高了 10.88%, 因此黄河流域的生态环境保护水平整体来看是提升的。其中增幅最高的城市为阳泉市增幅为 55.11%, 而降幅最大的为银川市降了 38.72%, 这也说明了阳泉市所采取的环境保护政策取得了一定的效果。从不同流域来看, 上游提高了 6.72%, 中游整体提高了 14.86%, 下游提高 7.20%, 整体上中游的增幅水平最高, 并且在增速排名前十的地区中游占了一半, 因此剩余两个流域的可供提升的空间仍然非常大, 如果根据各流域具体情况制定适合的政策, 就可以明显改善其生态环境状况, 并且通过提高黄河中上游地区的生态环境保护水平也可以更好地补齐短板带动整个黄河流域生态环境水平的提升。同时, 我们也应该注

意到在增速排名后十的城市中，山东省占了一半，这同样提醒山东相关部门要格外注意，要在维持已有的生态环境保护水平的基础上不断加大生态环境保护投入力度。

表 3.6 2020 年生态环境保护综合评价指数增速前十后十

地区	增速		地区	增速	排名
阳泉市	55.11%	1	银川市	-38.72%	71
运城市	45.94%	2	商洛市	-30.02%	70
临汾市	45.18%	3	宝鸡市	-24.26%	69
平凉市	41.07%	4	日照市	-16.22%	68
陇南市	40.92%	5	三门峡市	-13.39%	67
庆阳市	38.99%	6	淄博市	-10.91%	66
南阳市	37.45%	7	泰安市	-8.39%	65
潍坊市	36.58%	8	聊城市	-6.74%	64
吕梁市	32.29%	9	武威市	-5.76%	63
兰州市	29.10%	10	德州市	-5.30%	62
上游	6.72%		中游	14.86%	
下游	7.20%		全流域	10.88%	

(3) 2011—2020 年整个研究区域以及内部各流域的生态保护状况都得到了一定程度的改善。

由表 3.7 可知，2011—2020 年黄河流域生态环境保护综合评价指数的均值由 0.221 上升到 0.326，这也表明了随着国家对黄河流域生态环境保护的关注度不断增加和一系列政策措施的出台，黄河流域整体的生态环境状况也得到了显著的改善。通过图 3.2 可知，2011—2020 年研究区域以及内部各流域的生态保护状况在整体都表现为波动上升的趋势，并且生态环境保护综合评价指数大体上表现为下游地区 > 上游地区 > 中游地区。其中，囊括了山西省和陕西省大部分地区的中游生态环境保护状况最差，因此该区域仍需不断探寻科学有效的生态环境保

护方法，为提高整个黄河流域生态环境保护水平作出努力。

表 3.7 2011-2020 黄河流域生态环境保护综合评价指数

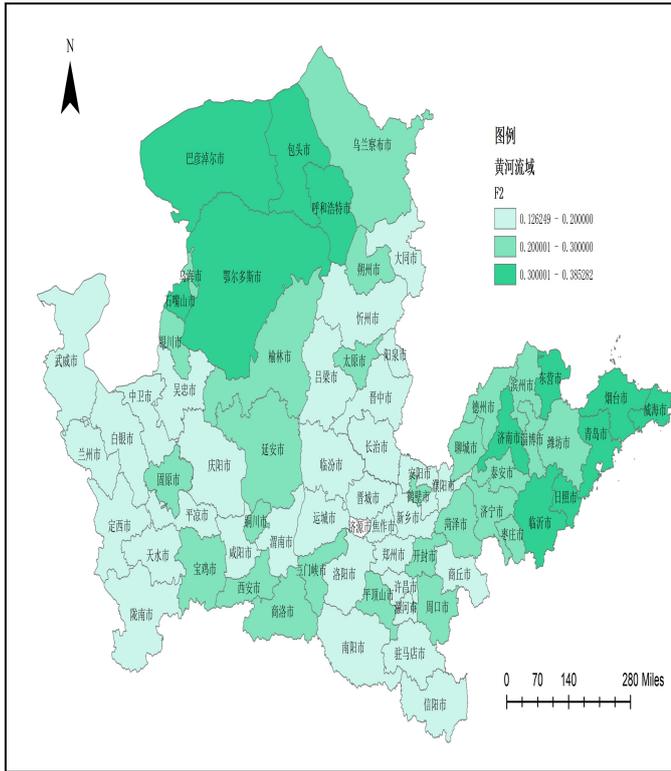
年份	全流域	上游	中游	下游
2011	0.221	0.229	0.190	0.241
2012	0.271	0.263	0.264	0.282
2013	0.244	0.252	0.209	0.267
2014	0.256	0.267	0.231	0.270
2015	0.242	0.252	0.211	0.260
2016	0.261	0.268	0.244	0.271
2017	0.301	0.300	0.288	0.312
2018	0.297	0.304	0.266	0.317
2019	0.302	0.308	0.274	0.321
2020	0.326	0.323	0.309	0.348



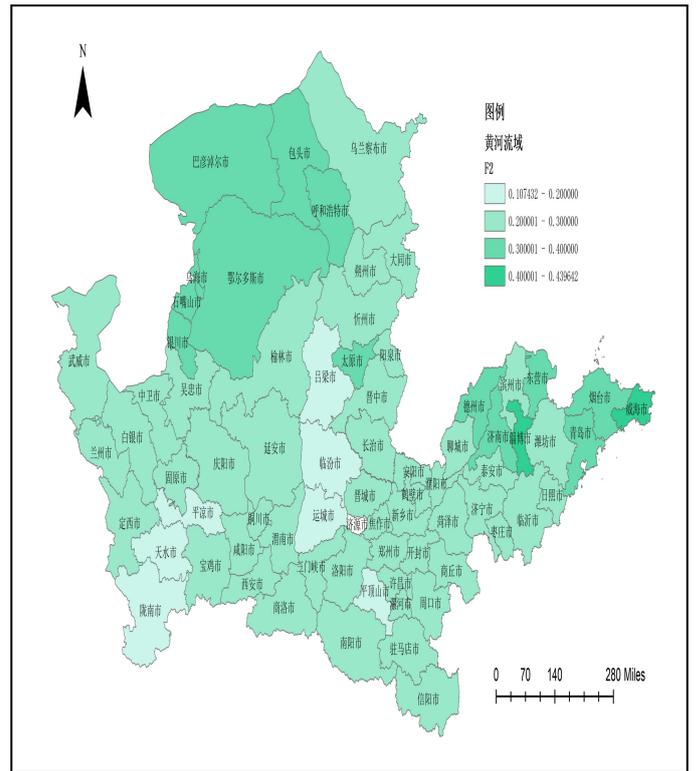
图 3.2 2011—2020 年黄河流域上中下游生态保护综合评价值变化图

3.3.2 生态环境保护综合评价指数的空间特征分析

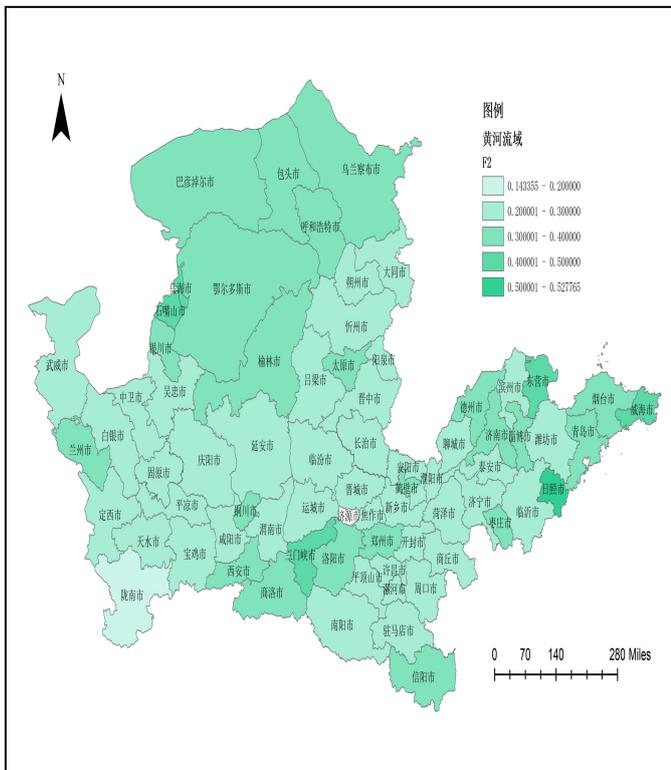
本文选取 2011—2020 年期间有代表性的 2011 年、2014 年、2017 年和 2020 年的数据做生态环境保护综合评价指数的空间演变图。根据图 3.3 可知：一，2011—2020 年黄河流域生态环境保护状况整体上得到了很大程度改善；二，从局部来看：从 2011—2020 年山东省和内蒙古的部分地市生态环境保护状况始终呈现出较好的状态；上游区域整体而言南北差异明显即甘肃部分地区的生态环境保护状况在整体上始终低于内蒙古。具体而言，从 2011—2020 年甘肃部分地区的生态环境保护水平虽然整体上有所提升，并且内部差距在不断缩小，并逐渐演变成以兰州为中心和以固原、平凉、庆阳为中心的高值集聚，但整体水平仍然相对较低，其中较为突出的是陇南的生态环境始终处于较低的水平。中游地区整体而言内部差异在不断缩小，但仍然存在以部分地市为核心的高值集聚，其中渭南和商洛两市的生态环境状况却呈现出波动下降的趋势；下游地区整体而言内部差异在不断缩小，其中河南段内部差距在不断缩小，并且由原来的整体区域偏低逐渐演变为整体高、小部分区域的低的状态。



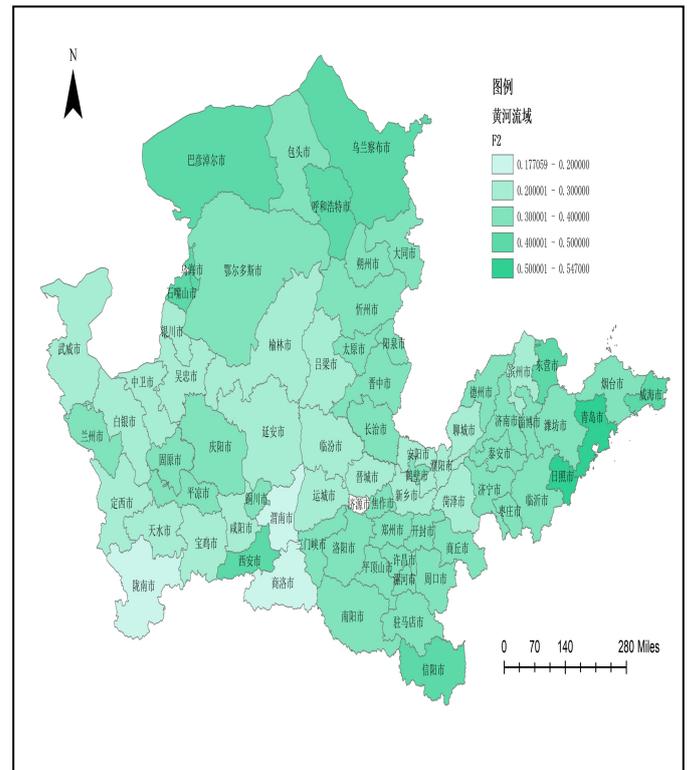
(2011年)



(2014年)



(2017年)



(2020年)

图 3.3 2011—2020 年黄河流域代表年份生态环境保护综合评价指数空间演变图

3.4 黄河流域经济高质量发展综合评价指数分析

3.4.1 经济高质量发展综合评价指数的时序特征分析

通过对 2011—2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数进行分析得到以下结论：

(1) 从整体而言，黄河流域下游平均经济高质量发展水平较高，上游则相对较低，局部来看山东省经济高质量发展水平较高，而甘肃省经济高质量发展水平较差。

根据表 3.8 可知，黄河流域上中下游的平均经济高质量发展综合评价指数分别为 0.309、0.322、0.366，而全流域经济高质量发展综合评价指数为 0.341，因此从整体而言，黄河流域下游平均经济高质量发展水平较高，上游经济高质量发展水平较低。根据表 3.9 可知，2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数排名靠前的十个地市分别为青岛市、郑州市、鄂尔多斯市、济南市、乌海市、东营市、呼和浩特市、太原市、包头市、烟台市，其中有 4 个地级市属于山东省，因此局部来看山东省经济高质量发展水平较高；经济高质量发展排名靠后的十个地市分别为定西市、陇南市、天水市、平凉市、白银市、庆阳市、运城市、固原市、周口市和商丘市，在后十位中有 7 个地级市属于上游，并且 5 个属于甘肃省。这说明黄河上游地区特别是甘肃省部分地级市经济高质量发展水平较差，因此要想提高黄河流域的经济高质量发展水平，需要重点关注上游的发展，各级政府需要全方位入手因地制宜地不断增加上游地区的资金和技术投入。

表 3.8 2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数

	地区	综合评 价指数	地区	综合评 价指数	地区	综合评价 指数	均值
下 游	青岛市	0.595	临沂市	0.298	鹤壁市	0.361	均值： 0.366
	泰安市	0.341	威海市	0.465	许昌市	0.387	
	聊城市	0.305	滨州市	0.38	焦作市	0.467	
	菏泽市	0.323	淄博市	0.414	安阳市	0.259	

续表 3.8 2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数

	枣庄市	0.317	潍坊市	0.394	郑州市	0.553	
	日照市	0.398	东营市	0.511	周口市	0.206	
	德州市	0.356	商丘市	0.223	新乡市	0.322	
	烟台市	0.499	漯河市	0.365	开封市	0.314	
	济南市	0.531	濮阳市	0.273	平顶山市	0.308	
	济宁市	0.35	驻马店市	0.238	信阳市	0.225	
	南阳市	0.263	朔州市	0.358	渭南市	0.229	
	三门峡市	0.417	大同市	0.317	延安市	0.337	
	洛阳市	0.405	长治市	0.321	榆林市	0.48	
中	吕梁市	0.284	阳泉市	0.342	宝鸡市	0.295	均值:
游	忻州市	0.235	太原市	0.503	咸阳市	0.279	0.322
	晋中市	0.323	临汾市	0.287	商洛市	0.283	
	晋城市	0.346	铜川市	0.347	乌兰察布市	0.328	
	运城市	0.198	西安市	0.392			
	中卫市	0.239	固原市	0.201	武威市	0.234	
	乌海市	0.53	天水市	0.165	白银市	0.188	
上	兰州市	0.399	定西市	0.147	石嘴山市	0.347	均值:
游	包头市	0.5	巴彦淖尔市	0.377	鄂尔多斯市	0.547	0.309
	吴忠市	0.265	平凉市	0.17	银川市	0.412	
	呼和浩特市	0.506	庆阳市	0.192	陇南市	0.149	
黄河流域均值 0.341							

表 3.9 2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数排名前十后十

地区	综合评 价值	排名	地区	综合评 价值	排名
青岛市	0.595	1	定西市	0.147	71
郑州市	0.553	2	陇南市	0.149	70

续表 3.9 2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数排名前十后十

鄂尔多斯市	0.547	3	天水市	0.165	69
济南市	0.531	4	平凉市	0.170	68
乌海市	0.530	5	白银市	0.188	67
东营市	0.511	6	庆阳市	0.192	66
呼和浩特市	0.506	7	运城市	0.198	65
太原市	0.503	8	固原市	0.201	64
包头市	0.500	9	周口市	0.206	63
烟台市	0.499	10	商丘市	0.223	62

(2) 2020 年黄河流域经济高质量发展水平在整体上得到提升。

由表 3.10 可知,2020 年黄河流域整体的经济高质量发展水平提升了 9.12%,其中上游、中游、下游分别提高了 4.92%、13.86%、8.00%,中游提升的幅度最大。因此 2020 年黄河流域经济高质量发展水平整体在提升。其中,增幅较大的前十位分别为乌兰察布市、焦作市、驻马店市、忻州市、吕梁市、许昌市、临汾市、鹤壁市、铜川市,其中有 6 个地级市处在中游地区,这也在一定程度证明了该区域的经济高质量发展水平也在不断地得到改善。另外增长水平后十位的地级市分别是固原市、郑州市、银川市、太原市、西安市、运城市、吴忠市、兰州市、定西市、潍坊市,其中有 5 个地级市属于上游地区,呈现出下降的趋势,因此上游地区的地方政府应当采取相关的有效措施来提高该地区的经济高质量发展水平。

表 3.10 2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数增速排名前十后十

地区	增速	排名	地区	增速	排名
乌兰察布市	56.32%	1	固原市	-12.66%	71
商洛市	43.70%	2	郑州市	-11.60%	70
焦作市	31.22%	3	银川市	-10.44%	69
驻马店市	29.30%	4	太原市	-9.85%	68
忻州市	26.52%	5	西安市	-8.88%	67
吕梁市	25.19%	6	运城市	-7.15%	66

续表 3.10 2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数增速排名前十后十

许昌市	23.16%	7	吴忠市	-3.66%	65
临汾市	19.39%	8	兰州市	-3.22%	64
鹤壁市	19.04%	9	定西市	-2.66%	63
铜川市	17.78%	10	潍坊市	-2.17%	62
上游	4.92%		中游	13.86%	
下游	8.00%		全流域	9.12%	

(3) 研究区域内经济高质量发展水平综合评价指数的均值在整体上是波动上升,黄河流域上中下游地区的经济高质量发展综合评价指数的排序为:下游地区)中游地区)上游地区。

由表 3.11 和图 3.4 可知,2011—2020 年,研究区域整体的经济高质量发展水平的综合评价指数在整体上呈现出平稳增长趋势,其中 2016—2018 年之间出现了一个拐点,2016—2017 年快速增长,2018 年迅速回落为平稳增长;具体到各流域,2011—2020 年,各流域经济高质量发展综合评价指数整体变动趋势与研究区域整体趋势基本相同。由于下游地区主要囊括了位于我国中东部的山东和河南大部分地市,因此下游的对外开放程度明显高于另外两个区域,因此在经济高质量发展水平上也明显高于其他区域。而上游区域则由于生态环境脆弱承担了更重的生态环境保护任务,因此经济高质量发展水平较为落后。由于在研究区域和时间内,下游区域的经济高质量发展水平较其他区域高,因此提升上、中游地区的经济高质量发展水平也将很大程度提升整个区域的经济高质量发展水平。

表 3.11 2011—2020 年经济高质量发展水平的综合评价指数

年份	上游	中游	下游	全流域
2011	0.176	0.151	0.175	0.167
2012	0.241	0.265	0.245	0.250
2013	0.240	0.238	0.244	0.241
2014	0.244	0.247	0.269	0.255
2015	0.253	0.258	0.291	0.271
2016	0.260	0.260	0.301	0.277

年份	上游	中游	下游	全流域
2017	0.277	0.281	0.346	0.307
2018	0.283	0.290	0.328	0.304
2019	0.296	0.301	0.344	0.318
2020	0.309	0.334	0.366	0.341

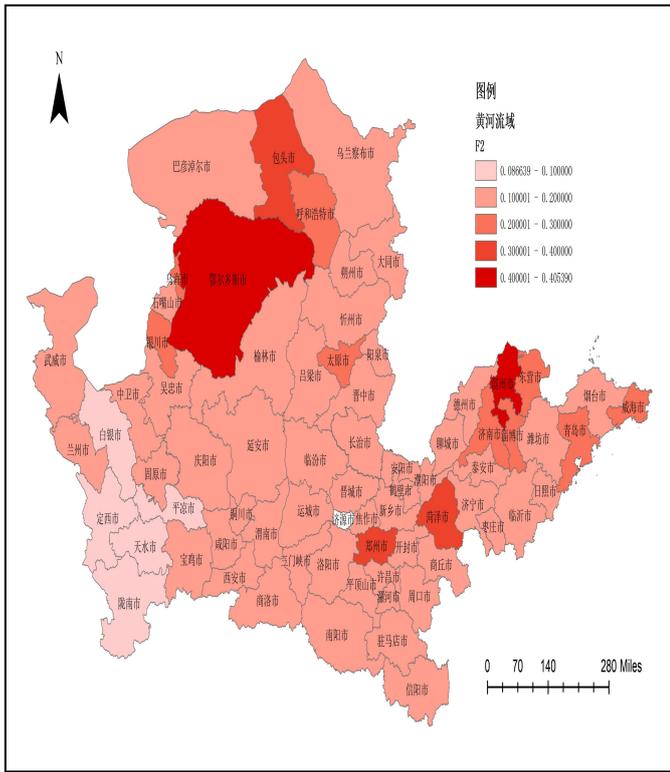


图 3.4 2011—2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数

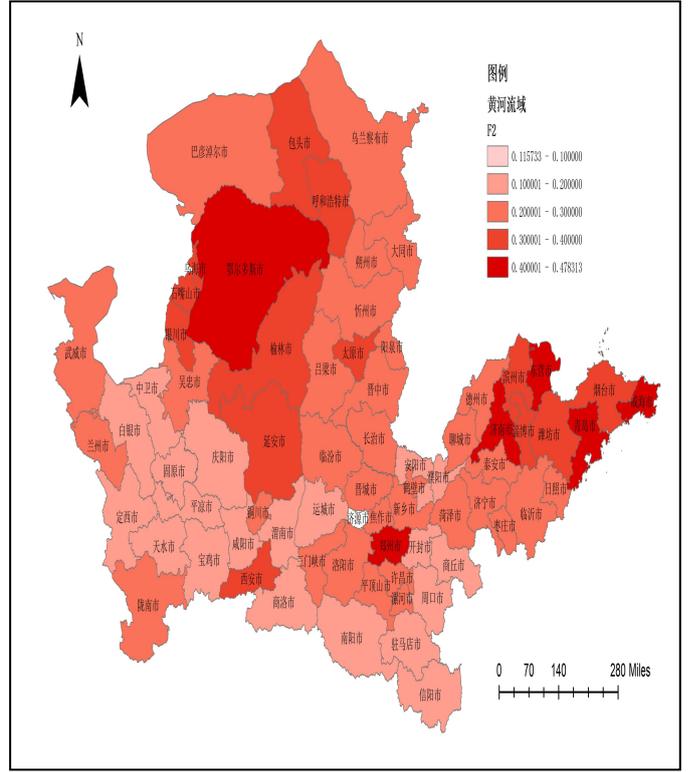
3.4.2 经济高质量发展综合评价指数的空间特征分析

选取 2011、2014、2017 和 2020 年作为样本做黄河流域 71 个地级市经济高质量发展综合评价指数的空间演变图，根据图 3.5 可知：一，2011—2020 年黄河流域经济高质量发展水平在整体上得到了提高；二，从局部来看，经济高质量发展综合评价指数保持相对稳定的空间格局，即甘肃省部分地区的经济高质量发展水平始终较低，在该区域出现了低值集聚现象，而剩余区域则存在以部分城市为中心的高值集聚现象；三，按流域来划分：上游地区南北差异明显，其中内蒙古自治区的部分地市经济高质量发展水平较高且发展稳定，但是甘肃省的部分地区经济高质量发展水平一直处于较低的水平；中游地区的山西省和陕西省的经济高质量发展水平在整体上一直处在中等水平，说明该区域经济高质量发展潜力巨

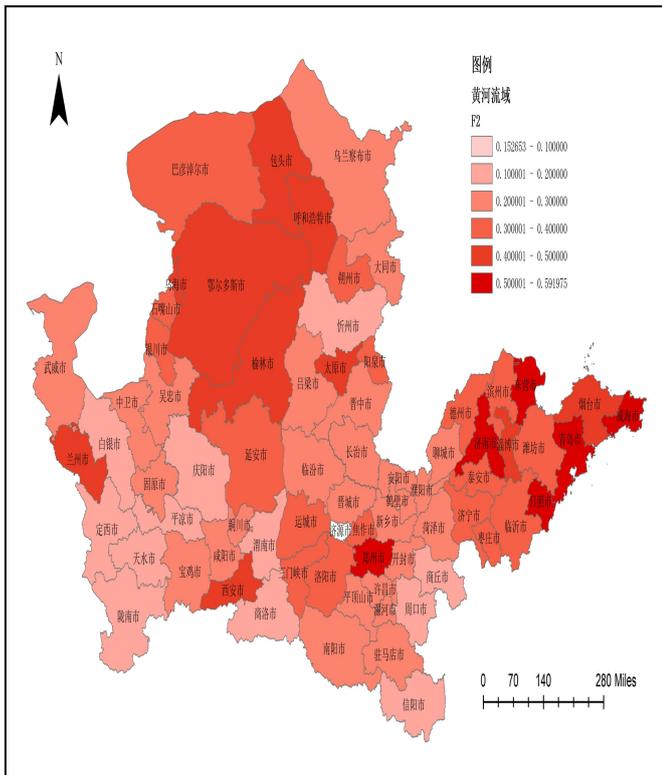
大；下游地区整体差异在逐渐缩小，山东省东部临海的部分地市和河南省以郑州为中心的部分地区经济高质量发展状况始终呈现出较好的状态，在黄河流域经济高质量发展过程中一直发挥着领跑的作用。



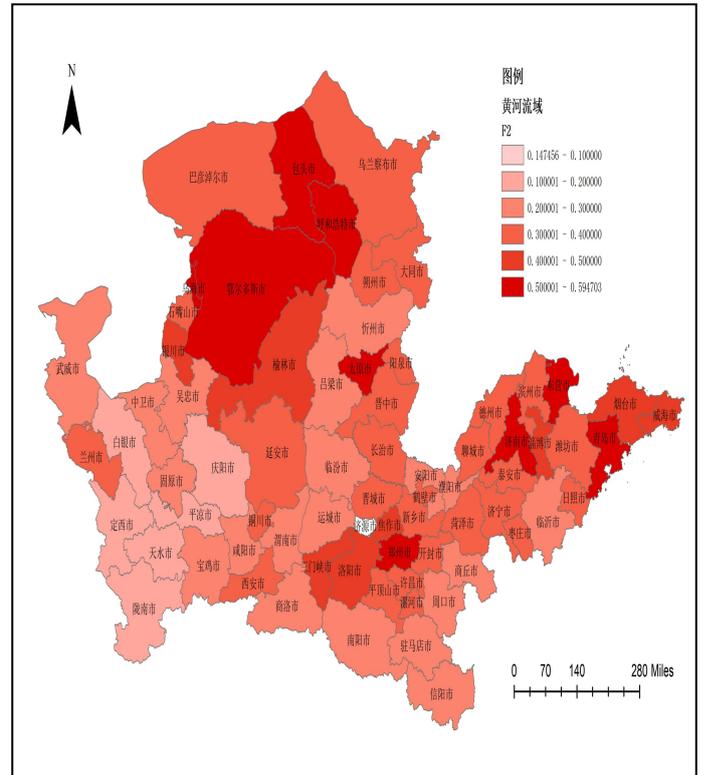
(2011年)



(2014年)



(2017年)



(2020年)

图 3.5 2011—2020 年黄河流域经济高质量发展综合评价指数空间演变图

4 耦合协调性分析

4.1 耦合协调模型构建与判别标准

4.1.1 耦合协调模型构建

耦合协调度模型通常用来度量两个或者两个以上系统之间的关联程度,反映了系统之间相互作用的程度以及协调水平的状况。耦合协调度模型涉及三个指标的计算,分别是耦合度 C、综合发展指数 T (协调度)、耦合协调度 D,公式如下:

(1) 计算耦合度指数

$$C = \sqrt{\frac{k_1 * k_2}{(k_1 + k_2)^2}} \quad (4.1)$$

式(4.1)中,用 C 来表示两大系统之间的耦合度指数。其中, k_1 用来表示研究区域生态环境保护的综合评价指数, k_2 则表示研究区域经济高质量发展的综合评价指数。 $C \in [0-1]$, C 的值越接近 1, 表示二者系统之间的耦合程度越高, 相互作用程度越强, 反之则越弱。

(2) 计算综合发展指数

$$T = \alpha k_1 + \beta k_2 \quad (4.2)$$

式(4.2)中: T 代表两个系统之间的整体发展指数; α 、 β 为待定参数, $\alpha + \beta = 1$; 根据实际情况和已有的研究结果可知, 生态环境保护和经济高质量发展两大系统对于研究区域的发展的作用同等重要, 因此 α 、 β 两个系数取均值 0.5。

(3) 耦合协调度指数

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (4.3)$$

式(4.3)中, D 为黄河流域生态保护和高质量发展系统的耦合协调度; $0 \leq D \leq 1$, D 越接近 1, 表明两系统耦合协调水平越高, 发展状况越好, 反之越低。

4.1.2 判别标准

参考其他学者的划分标准,结合研究过程中的实际情况,本文将黄河流域生态环境保护与经济高质量发展耦合协调度 D 划分为 10 种类型,如表 4.1 所示:

表 4.1 耦合协调度的判别标准及划分类型

耦合协调度指数	耦合协调发展阶段
$0 \leq D < 0.09$	极度失调衰退
$0.10 \leq D < 0.19$	严重失调衰退
$0.20 \leq D < 0.29$	中度失调衰退
$0.30 \leq D < 0.39$	轻度失调衰退
$0.40 \leq D < 0.49$	濒临失调衰退
$0.50 \leq D < 0.59$	勉强协调发展
$0.60 \leq D < 0.69$	初级协调发展
$0.70 \leq D < 0.79$	中级协调发展
$0.80 \leq D < 0.89$	良好协调发展
$0.90 \leq D < 1.00$	优质协调发展

4.2 耦合协调度的时空演变分析

4.2.1 耦合协调的时序演变分析

根据表 4.2 和图 4.1 可知:2011—2020 年研究区域内两大系统之间的耦合协调水平无论是全流域还是上中下游都呈现出了上升趋势,其中 2011—2020 年全流域耦合协调度介于 0.431—0.570 之间,上游耦合协调度介于 0.436—0.549 之间,中游耦合协调度介于 0.409—0.583 之间,下游耦合协调度介于 0.444—0.589 之间,因此从 2011—2020 年黄河流域耦合协调度水平从濒临失调衰退状态逐渐上升至勉强耦合协调阶段,发展势头良好。另一方面,从整体而言 2011—2020

年黄河流域生态环境保护与经济高质量发展耦合协调水平呈现出下游 \geq 全流域 \geq 中游 \geq 上游的态势,并且从2011年至2020年黄河流域上中下游耦合协调度内部差异也在不断缩小。

表 4.2 2011-2020 黄河流域耦合协调度分布

年份	全流域	下游	中游	上游
2011	0.458	0.464	0.459	0.456
2012	0.468	0.476	0.469	0.463
2013	0.486	0.498	0.489	0.488
2014	0.499	0.512	0.495	0.493
2015	0.508	0.518	0.502	0.498
2016	0.512	0.529	0.508	0.503
2017	0.544	0.567	0.531	0.528
2018	0.540	0.560	0.528	0.524
2019	0.549	0.571	0.545	0.538
2020	0.570	0.589	0.563	0.549



图 4.1 2011-2020 黄河流域耦合协调度分布

根据图 4.1 可知,2011—2020 年耦合协调度发展阶段大致分为以下三个阶

段：第一阶段稳健增长阶段即 2011—2016 年，此阶段研究区域的耦合协调水平由最初的濒临失调衰退状态稳健增长逐年增加，到 2016 年基本达到了勉强耦合协调水平。这期间国家越来越重视生态和经济的协调发展，可持续发展理念不断被强化，国家用于生态文明建设方面的投入也在不断增加，因此黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调度呈现出稳健上升的状态；第二阶段大幅波动阶段即 2016—2018 年，根据图 4.1 可知该阶段研究区域的耦合协调度水平出现了大幅度的波动，并且出现拐点。其中 2016—2017 年出现了快速增长，这一方面由于我国经济在经历 2015 年夏季股市危机后在“大众创业，万众创新”新潮流的引领下以及央行一年内实施五次“双降”等政策刺激下出现了快速发展；另一方面由于党的十八届五中全会上提出了创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，进一步强调了解决人与自然和谐的发展的问题，从而为经济发展方式的转变指引了方向，也使民众生态环境保护的意识不断增强。但是到了 2018 年耦合协调度却出现了陡然下降，这主要是由于 2018 年出现的全球范围的经济危机在一定程度上冲击了我国经济的发展，从而使研究区内的耦合协调水平出现了陡然下降；第三阶段回速提升阶段即 2018—2020 年，该阶段研究区域的耦合协调水平也在逐渐进入到了回速阶段，并逐渐恢复到了 2017 年的状态。这主要由于我国经济的逐步复苏和国家黄河流域生态保护和高质量发展战略的出台，在很大程度上促进了耦合协调度水平的提高。2011—2020 年黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平发展的三个阶段大致如图 4.2 所示：



图 4.2 2011—2020 年耦合协调度分布阶段

4.2.2 耦合协调的空间演变分析

本文选取 2011、2014、2017 年及 2020 年作为参考，研究黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调度空间演化。如图 4.3 和表 4.3 所示：从整体而言 2011—2020 年研究区域两大系统的耦合协调水平在整体上得到了提高；从

局部来看,存在以下稳定的空间格局:上游地区南北差异较为明显,内蒙古的部分地区逐渐演变成高高集聚,甘肃省部分地区则逐渐演变成低低集聚,并且这种差异表现得越来越明显;中游地区内部差异相对较小,但是一直存在中心城市高值集聚现象;下游地区整体水平较高,东西差距在逐渐缩小并演变为以中心城市为核心的高值集聚现象。

2011年,从整体而言黄河流域大多数地级市处于轻度失调衰退状态。但是,处于上游地区的宁夏北部地区和内蒙古部分地区及处于下游的山东大部分地区都达到了勉强发展阶段。其中宁夏北部和内蒙古部分地区出现耦合协调度水平高是由于受地形和气候因素的影响,人口密集经济发展水平高,且生态环境状况良好;而山东大部分区域耦合协调高,一方面因为山东位于沿海,经济开放程度较高,另一方面由于山东省部分地区开始大力发展文化旅游产业从而使得生态环境在很大程度上得到了改善;2014年,除部分地区外,黄河流域大部分地区耦合协调水平都有所提高,因此大部分地区都进入了濒临失调衰退阶段;2017年,黄河流域多半地区进入了勉强协调发展阶段,随着“十三五”规划的出台,国家开始逐步关注中西部地区的发展,在相关政策的支持下,中西部地区在科研创新、城镇化建设、农业绿色发展、生态文明建设、扩大对外开放等方面得到了一定程度发展,因此黄河流域耦合协调水平得到了稳步提升,但是相对突出的是甘肃省和山西省大部分地区仍处于濒临失调衰退阶段。山西省主要由于其一直以来工业结构单一,高度依赖煤炭等重工业,因此生态环境破坏严重且恢复困难,同时未摸索出合适的经济转型模式也在一定程度上使经济发展后劲不足;而甘肃省一方面由于自然环境恶劣、基础设施落后、交通不便等问题限制经济发展,另一方面由于生态环境脆弱生态保护任务重的问题,因此两大系统的耦合协调水平相对处于较低的水平;2020年,除部分地区外其余地区都达到了勉强协调发展阶段。其中黄河下游地区除信阳市外其余地级市都达到了勉强协调发展阶段,并且东营市和青岛市的耦合协调度都超过了0.7达到了中级耦合协调阶段。而黄河中游地区除经济基础薄弱、产业结构急需转型的商洛市和渭南市外其余地级市都进入了勉强协调发展阶段。黄河上游地区却出现了两极分化的状况,其中位于北部的内蒙古自治区的地级市都达到了初级协调发展阶段,而处于南部的甘肃省的大部分地级市仍处在濒临失调衰退阶段,虽然甘肃和内蒙古都处于西北内陆且自然资源

丰富，但是甘肃省的生态环境更为脆弱且地形和气候条件更为复杂，这在一定程度上限制了甘肃的经济发展，同时也加大了其生态环境保护的难度。

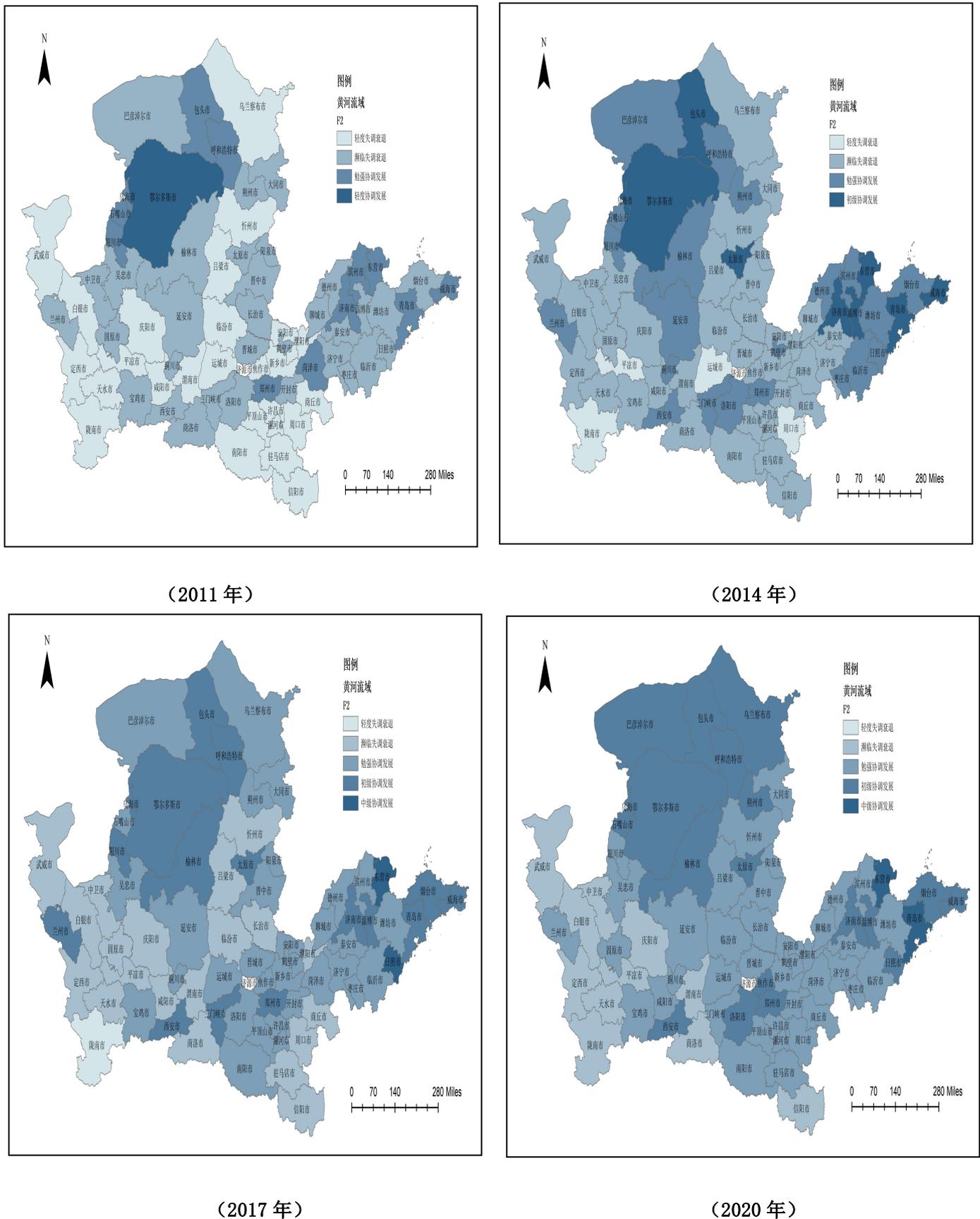


图 4.3 2011—2020 年各地级市生态环境保护与经济高质量发展耦合度空间演变

表 4.3 2020 年各地级市耦合协调度分类及区域分布

类型\地区	下游地区	中游地区	上游地区
濒临失调衰退	信阳市	商洛市、渭南市	武威市、庆阳市、中卫市、平凉市、白银市、天水市、定西市、陇南市
勉强协调	鹤壁市、漯河市、潍坊市 许昌市、安阳市、德州市 济宁市、开封市、枣庄市 泰安市、临沂市滨州市平 顶山市、菏泽市、驻马店 市、濮阳市、聊城市、商 丘市、周口市	三门峡市、铜川市、阳泉 市、大同市、晋中市、长 治市、晋城市、南阳市临 汾市、宝鸡市、运城市、 吕梁市、忻州市、咸阳市	兰州市、银川市、吴 忠市、固原市
初级协调	济南市、威海市、郑州市、 烟台市、日照市、焦作市、 淄博市	太原市、西安市、乌兰察 布市、洛阳市、朔州市、 榆林市	乌海市、呼和浩特 市、包头市、巴彦淖 尔市、石嘴山市、
中级协调	青岛市、东营市		

4.3 耦合协调度的空间自相关性分析

通过以上的相关分析可知,研究区域内各地级市生态环境保护和经济高质量发展这两大系统的耦合协调水平的空间聚集特征非常地明显。因此,借助 GeoDa 软件进一步的探索和验证研究区域内两大系统的耦合协调水平的空间特征,为进一步分析耦合协调水平的影响因素做铺垫。

4.3.1 探索性空间数据分析

借鉴已有的研究方法,将通过计算研究区域两大系统间的耦合协调水平的全局和局部 Moran' s I 指数进行空间自相关性的研究。其中 Moran' s I 指数的绝

对值 ≤ 1 ，当 Moran' s I 指数 > 0 时说明该区域的耦合协调水平具有空间正相关性，即耦合协调水平高的区域是相互集聚的，而低的区域也是相互集聚的，与此相反当 Moran' s I 指数如果 < 0 时说明该区域的耦合协调水平在空间上呈现出负相关关系，即耦合协调水平高的区域与低的地区是相互集聚的。因此，当 Moran' s I 指数越接近于 0 耦合协调水平的空间自相关性就越弱。Moran' s I 指数公式表示为：

$$Moran's\ I = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4.4)$$

式 (4.4) 中，n 代表地级市数量，因此本文中 n=71， x_i 和 x_j 分别表示第 i 个和第 j 个地级市两大系统间的耦合协调水平， \bar{x} 则代表研究区域内两大系统之间耦合协调水平的均值， W_{ij} 表示地市 i 和地市 j 之间的权重值所构成的空间权重矩阵。本文所选的空间权重矩阵是 Queen 邻接空间权重矩阵。

4.3.2 空间自相关分析

1. 全局空间自相关分析

根据表 4.4 可知 2011—2020 年黄河流域全局 Moran' s I 指数均大于 0，且其 P 值小于 0.05，Z 值大于 0，这也表明 2011—2020 年研究区域的耦合协调水平平均通过了 5% 的显著性检验，具有一定的空间正相关性，在空间上表现为集聚态势。但是耦合协调水平的全局 Moran' s I 指数整体上在 0.200—0.400 之间波动，这也表明存在较弱的空间集聚性。

表 4.4 2011—2020 年耦合协调度全局 Moran' s I 指数及检验

年份	Moran' s I	z	p
2011	0.4401	4.895	0.001
2012	0.288	3.2746	0.002
2013	0.3772	4.2539	0.001
2014	0.3241	3.641	0.001

续表 4.4 2011—2020 年耦合协调度全局 Moran' s I 指数及检验

2015	0.4031	4.5052	0.001
2016	0.3156	3.5329	0.002
2017	0.2379	2.7249	0.004
2018	0.2552	2.8669	0.004
2019	0.2566	2.9285	0.003
2020	0.2863	2.6979	0.004

图 4.4 显示了 2011—2020 年黄河流域耦合协调度的全局 Moran' s I 指数变化趋势，从整体来看 2011—2020 年研究区域的耦合协调水平的全局 Moran' s I 指数呈现波动下降再上升的趋势。整体呈现下降趋势，主要由于在 2011—2020 年间黄河流域各地区都因地制宜地运用不同的策略来提升研究区域生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平，虽然整体上各区域两大系统间的耦合协调水平呈现上升趋势，但不同地区发展速度有所不同，因此研究区域的耦合协调度水平在空间的集聚性也在不断地发生着变化。其中 2011—2015 年黄河流域耦合协调度的全局 Moran' s I 指数呈现出“W”型波动，主要因为在此阶段各地区一直在探索适合的发展模式；2015—2017 年黄河流域耦合协调度的全局 Moran' s I 指数呈断崖式下降，这与国家在此期间实施的一系列促进中西部地区发展的战略相关，在此期间一些地区抓住了政策红利并探索出了适合的发展模式，但是一些地区仍处在挣扎期，因此整体的全局 Moran' s I 指数呈断崖式下降；2017—2020 年呈现出平缓上升的趋势，2017 党中央提出了以现代化经济体系为支撑实现高质量发展，从而为黄河流域各地级市实现生态环境保护与经济高质量发展指引了方向，2019 年黄河流域生态环境保护和高质量发展战略提出，该战略进一步强调了黄河流域的整体性，从而将促进黄河流域上中下游差距的不断缩小，因此 2017—2020 年指数呈现平稳回升趋势，空间集聚也在不断加强。



图 4.4 2011—2020 年黄河流域耦合协调度全局 Moran 指数变化趋势图

2. 局部空间自相关分析

因为全局空间自相关只能用来反应空间上的整体集聚性，而未反应局部地区的空间相关模式，因此借助 Geoda 软件选取 2011 年、2014 年、2017 年和 2020 年的数据绘制局部 Moran's I 指数散点图和 LISA 集聚图，以此来分析研究区域内各地市 2011—2020 年的耦合协调水平的局部空间自相关性及其变动。图 4.5 为 2011 年、2014 年、2017 年和 2020 年研究区域内各个地市两大系统间的耦合协调水平的局部 Moran's I 指数的散点图。由图 4.5 可知黄河流域 71 个地级市生态环境保护与经济高质量发展耦合协调度的局部 Moran's I 指数在四个象限均有分布，但在各象限间的分布又是不均匀的，集中落在了一、三象限中，根据散点图的意义可知研究区域各个地级市的耦合协调水平在空间上具有明显的高高和低低集聚特征，因此具有显著的局部空间正相关性，这也与上文所得到的研究结论相一致。

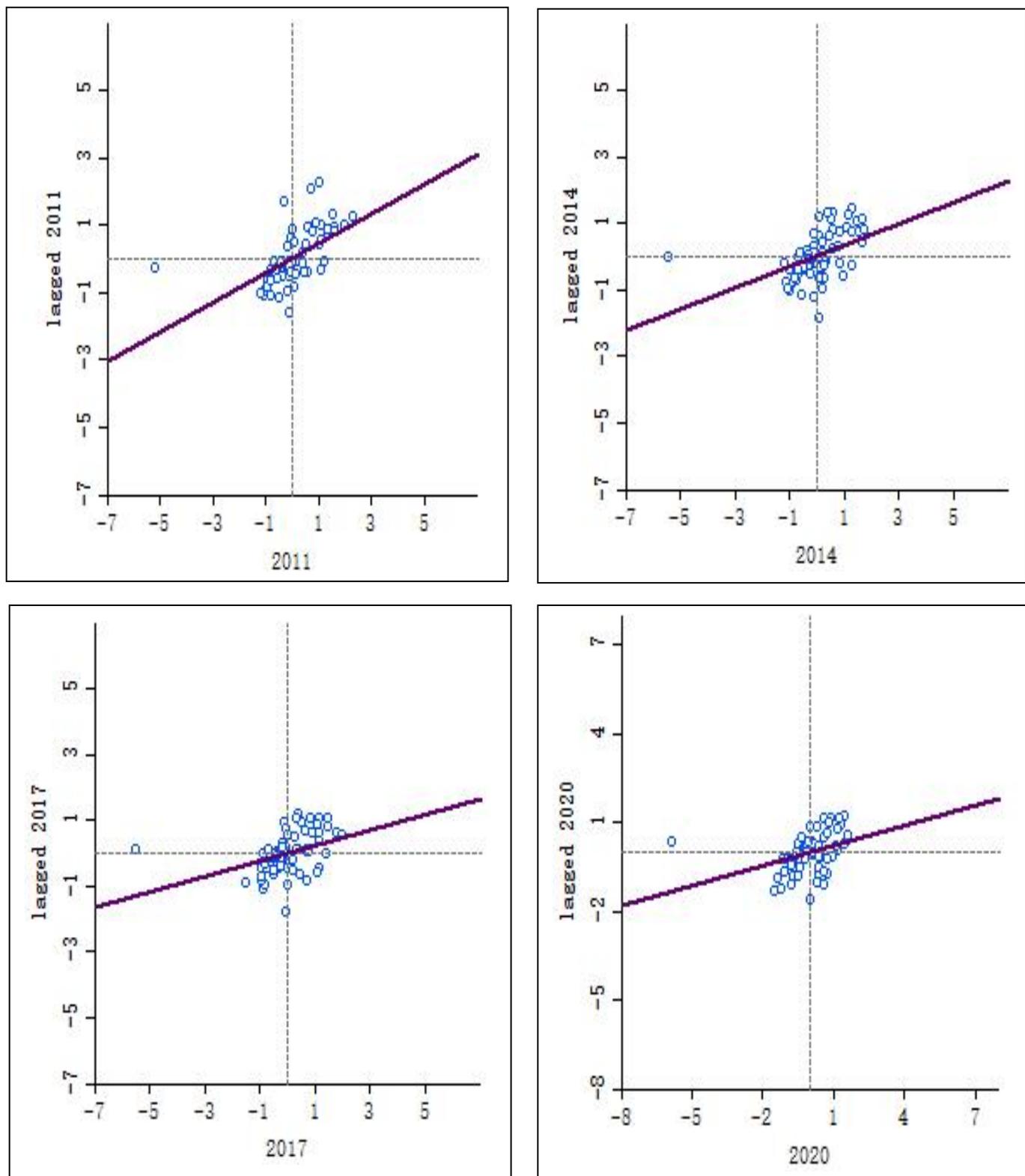


图 4.5 2011—2020 年黄河流域耦合协调度局部 Moran' s I 指数散点图

通过图 4.6 耦合协调度局部空间自相关 LISA 集聚图,可以更清晰地观察黄河流域 71 个地级市具体的空间集聚特征。研究区域的耦合协调水平的空间格局虽然略有波动但是整体较为稳定,并且与上文所研究的 2011—2020 年黄河流域的耦合协调水平的空间演变特征基本相吻合。

2011 年,研究区域内共有 21 个地级市的耦合协调水平具有明显的空间集聚特征。其中高高集聚特征主要分布在内蒙古段的乌海、鄂尔多斯、巴彦淖尔、包头、呼和浩特和山东段的德州、滨州、东营、潍坊、淄博、烟台;其中甘肃段的白银、定西、陇南、天水、平凉、庆阳和洛阳、焦作、晋城地区具有显著的低低集聚特征;而内蒙古段的乌兰察布则形成了显著的低高集聚特征;兰州则形成了显著的高低集聚特征。

2014 年,研究区域内共有 16 个地级市的耦合协调水平具有明显的空间集聚性。受周边地区的辐射带动作用乌兰察布由低到高集聚特征转变成了高高集聚特征,而山东段的德州、东营由于产业结构仍以重工业为主,因此从高高集聚转变为了不显著,而泰安和日照则由不显著转变为了高高集聚的;甘肃段由于兰州在此期间重点进行大气污染的治理,因此由原来的高低集聚转变成了不显著,由于兰州空间集聚类型的转变使相邻的白银也由原来的低低集聚转变成了不显著;原来呈现显著低低集聚特征的传统工业城市洛阳和晋城也在转型过程中逐渐呈现出了高低集聚特征;而下游地区相互比邻的漯河和驻马店地区也呈现出此消彼长的趋势,由原来的不显著分别演变为了高低和低低集聚。

2017 年,研究区域内共有 20 个地级市的耦合协调水平具有明显的空间集聚特征。“十三五”规划出台后国家资金和政策进一步向中西部地区倾斜,因此由于周边地区的相继发展使内蒙古段原本处于显著的高高集聚的乌海、包头、呼和浩特乌兰察布和山西段原本处于显著高低集聚的晋城都转变成了不显著;在山东段青岛则凭借其独特的地理位置和产业结构优势异军突起由不显著转变为了高高集聚,然而相较之下原来呈现高高集聚特征的泰安和日照变为了不显著,而临沂则由原来的不显著转变成了低低集聚;甘肃段生态环境得到极大改善的兰州也开始快速发展由原来的不显著转变成了显著的高低集聚特征,同时受到陕西辐射带动作用的庆阳也由显著的低低集聚特征转变为不显著;的传统工业城市洛阳和

晋城也在转型过程中逐渐呈现出了高低集聚特征；而下游地区的焦作也由于第三产业特别是旅游业的发展由原来的不显著转变成了显著的高低集聚。

2020年，研究区域内共有21个地级市的耦合协调水平具有明显的空间集聚性。内蒙古段原本处于不显著的乌海、包头、呼和浩特乌兰察布都转变成了显著的高高集聚；陕西段原本处于不显著状态的西安和铜川转变成了显著的高高集聚；经过不断反复洛阳、焦作、晋城也都呈现出了显著的高低集聚特征。

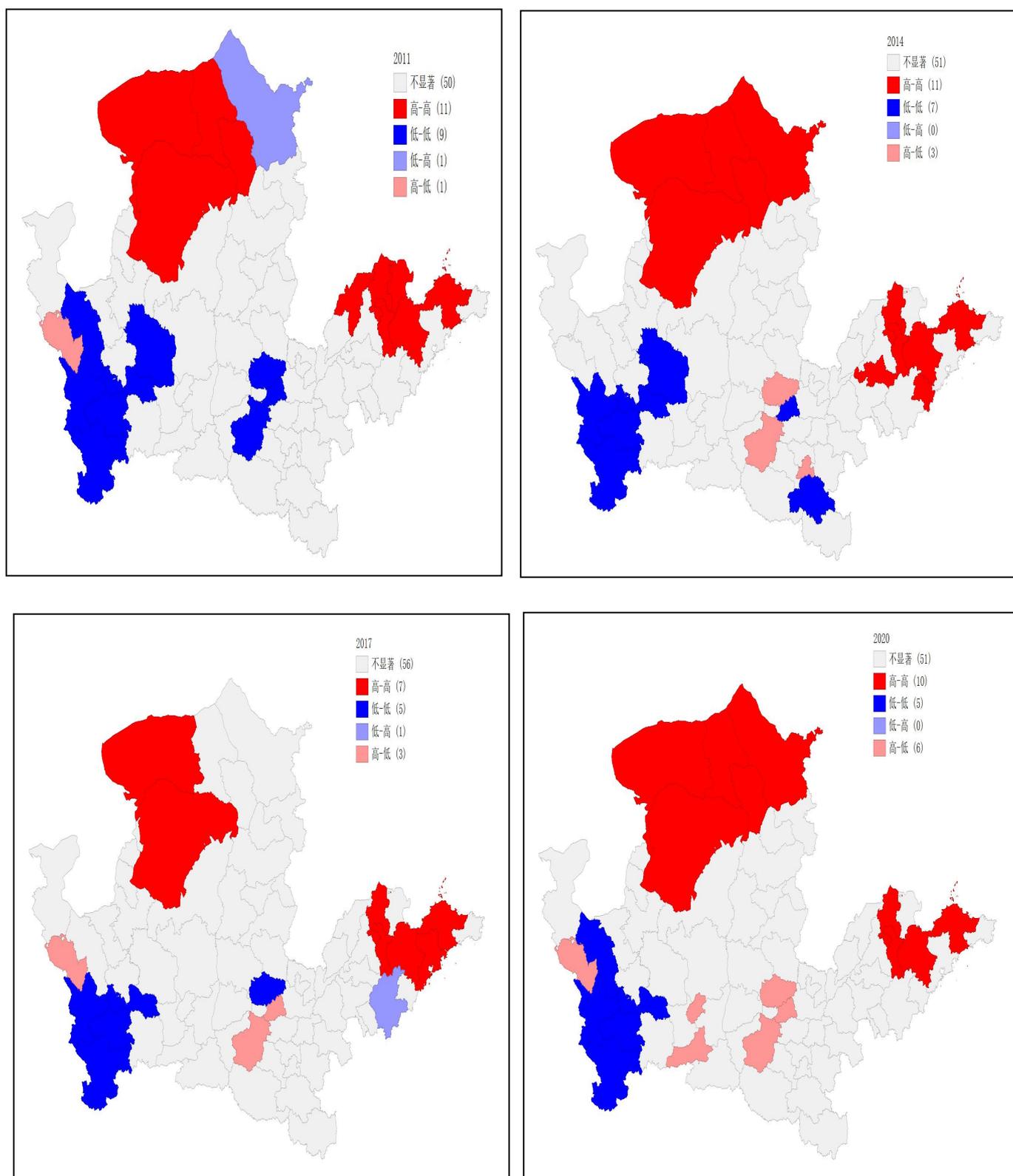


图 4.6 耦合协调度局部空间自相关 LISA 集聚图

5 耦合协调度的影响因素分析

结合上文的研究结果可知,黄河流域生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平在空间上表现出明显的集聚性。因此本文将进一步构造空间计量模型,并用其来探索影响研究区域内两大系统之间的耦合协调水平的因素,以便为相关政策的制定提供更加具体的指导。

5.1 理论模型、数据选取和数据来源

5.1.1 空间计量理论模型

空间计量模型主要包含了空间滞后、空间误差和空间杜宾三种主要的模型:其中,空间滞后模型主要用来分析因变量是否存在区域间的溢出效应,即相邻地区的被解释变量是否具有相互依赖关系;空间误差模型则主要用来研究没有包含在解释变量中的遗漏变量,或者是不可观测的随机冲击对因变量的影响;空间杜宾模型是 LeSage 在上述两个模型的基础上构建的同时包含空间滞后和空间误差影响的模型。

空间滞后模型 (SAR) 的基本结构模型为:

$$y_{it} = \alpha + \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} y_{jt} + \beta X_{it} + u_i + \lambda_i + \varepsilon_{it} \quad (5.1)$$

空间误差模型 (SEM) 的基本结构模型为:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_i + \lambda_i + \varphi_{it}, \text{其中 } \varphi_{it} = \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} \varphi_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

空间杜宾模型 (SDM) 的基本结构模型为:

$$y_{it} = \alpha + \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} y_{jt} + \beta X_{it} + \sum_{j=1}^n W_{ij} X_{jt} \theta + u_i + \lambda_i + \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

y_{it} 表示被解释变量, α 为常数项参数, ρ 为空间回归系数, 反映其他地区的被解释变量对本地区解释变量的作用, W_{ij} 为空间权重矩阵, β 为本地区的解释变量对本地区的被解释变量的作用系数, X_{it} 为解释变量, u_i 和 λ_i 分别为空间

特定效应和时间特定效应, ε_{it} 为服从经典假设的残差项, 其均值是 0, 方差是 δ^2 , φ_{it} 是随机误差项, θ 是一个未知的参数向量。

5.1.2 数据选取和变量解释

本章选用黄河流域 71 个地级市 2011—2020 年的样本数据, 数据主要来源所选省市 2011—2020 年统计年鉴和各地级市《国民经济和社会发展公报》以及 2011—2020 年《中国城市统计年鉴》。

表 5.1 空间计量回归模型的变量含义及计算方法

变量	名称	符号	测算方法
被解释变量	耦合协调度	D	构建测算指标
解释变量	能源利用程度	OCL	万元 GDP 石油消耗量
		WRC	万元 GDP 水资源消耗量
	经济发展水平	IAV	规模以上工业增加值增长率
		ADV	产业结构高度化的数量
	经济发展潜力	SCI	科技支出占财政支出比重
		UR	城镇化率

根据表 5.1 可知, 本文将研究区域内生态环境保护与经济高质量发展两大系统的耦合协调度 D 作为被解释变量来建立回归模型, D 通过前文的计算得到。虽然生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平受多方面因素的共同影响, 但是本文在借鉴已有研究成果的基础上结合数据的可获得性将解释变量确定为能源利用程度、经济发展水平、经济发展潜力三方面, 且每类又包括两项具体变量。

其中, 能源利用程度、经济发展水平、经济发展潜力这大维度和研究区域环两大系统间的耦合协调水平的关系如下:

(1) 能源利用程度

本文选取能源利用程度作为主要解释变量主要因为一方面能源利用水平的提高能在很大程度上改善研究区域的生态环境状况,另一方面能源利用程度的提高也需要科技和经济的支撑,因此其也是佐证经济高质量发展的重要依据。本文能源利用程度方面选取“石油消耗量”和“水资源消耗量”两个维度,其中石油消耗量用每万元 GDP 所需消耗石油量来衡量,水资源消耗量用每万元 GDP 所需消耗水资源量来表示。

选取石油消耗量主要由于以下两方面原因:一方面是目前在我国的能源结构中石油资源仍然占重要的比重,而研究区域又包含了我国部分的能源和重工业基地,因此黄河流域的生态环境状况满目疮痍水、大气、土壤等污染严重,甚至严重危害了人类和其他物种的生存和发展;另一方面我国是一个石油资源极度缺乏的国家,并且由于受到资金和技术的限制石油资源在开发利用过程中存在浪费和利用效率低下的问题,如果石油资源的利用程度不提高,长此以往下去不仅会加剧对石油进口的过度依赖还会阻碍经济的高质量发展。因此,石油消耗量成了研究区域的耦合协调水平的重要因素之一,且在理论上能源利用程度对黄河流域生态与经济耦合协调水平具有负向影响。

选取水资源消耗量主要由于以下原因:一是水资源与人类生产、生活息息相关,并且我们每天都在消耗大量的水资源,它是经济发展过程中不可或缺的资源,然而我国是一个水资源极度缺乏的国家,因此提高水资源的利用效率节约用水对经济高质量发展至关重要;二由于受以前的粗放式发展方式的影响,黄河流域存在一定程度的水资源污染问题。因此,水资源消耗量成了研究区域的耦合协调水平的重要因素之一,且在理论上能源利用程度对黄河流域生态与经济耦合协调水平具有负向影响。

(2) 经济发展水平

区域经济发展水平越高一方面可以提高该区域的经济高质量发展水平;另一方面区域经济发展水平越高,可用于生态环境保护的资金技术越多。因此本文经济发展水平方面选取“规模以上工业增加值增长率”和“产业结构高度化的数量”两个维度。

其中,规模以上工业增加值增长率,今年确定的规模工业单位增加值的(本期值-去年同期值)/去年同期值。规模以上工业增加值增长率,反映了一定时

期内研究区域规模以上工业产值增减变动的相对数,即规模以上企业在生产过程中创造的价值,因此本文把它作为衡量研究区域经济发展水平的重要指标。产业结构高度化的过程简言之就是产业结构慢慢从低向高不断演进的一种描述,即产业结构由一产向二产、三产的转变的一个过程,在这个过程中一方面会优化产业结构从而促进经济高质量发展,另一方面将会在很大程度提高流域的生态环境保护水平。本文用 ADV 来表示产业结构高度化的数量,通过计算产业结构优化的数量。由于黄河流域的独特地理位置和资源优势,因此该区域除东部沿海区域和部分省会级地市外,大部分地市的产业结构中第一、二产业仍然占重要的比重。这种产业结构虽然为第三产业的发展打下了坚实基础,但是也存在以下几点弊病:一是传统重工业和农业在发展过程中造成了严重的环境污染和资源破坏现象;二是在一定程度降低了抵御风险的能力;三是不利于劳动人口转移和推进经济的高质量发展。因此,这种产业模式在很大程度上加大了研究区域区内这两大系统出现高度失调的风险,因此各地市要根据自身特点不断推进和优化产业结构高度化。

(3) 经济发展潜力

本文选取经济发展潜力作为主要解释变量主要因为经济发展潜力一方面可以反映经济发展的可持续性,另一方面能够反映未来经济高质量发展和生态环境保护的方向。本文经济发展潜力方面选取“科技支出占财政支出比重”和“城镇化率”两个维度。

其中,科技支出占财政支出比重=科学技术支出/政府财政支出,财政支出是地方政府履行治理职能的主要手段,在完善基础设施,保障人民的各种基本福利,增加人民的幸福感等方面起到了至关重要的作用。科技创新能力是影响经济与生态协调发展的重要因素,科技能力既可提高经济发展水平也可以减少生态环境的压力,因此政府财政支出中科学技术支出所占的比重是影响经济与生态协调发展的重要因素。

城镇化率通常用来反映人口向城市聚集的过程和聚集程度。新型城镇化的建设是实现我国实现高质量发展的重要后备力量:一方面新型城镇化建设将会改善乡村居民的生活水平从而在很大程度上缩小城乡公共服务及基础设施水平的差距,从而促进经济高质量发展。另一方面新型城镇化的建设也会在一定程度上改变

城镇居民原有的生活习惯和工作方式，从而减少原来存在的土地、水等资源的污染与浪费的现象。因此对提高研究区域两大系统的耦合协调水平具有正向的影响。

根据以上论述，绘制黄河流域地区两大系统间耦合协调发展驱动因素的影响机制图，如图 5.1 所示。

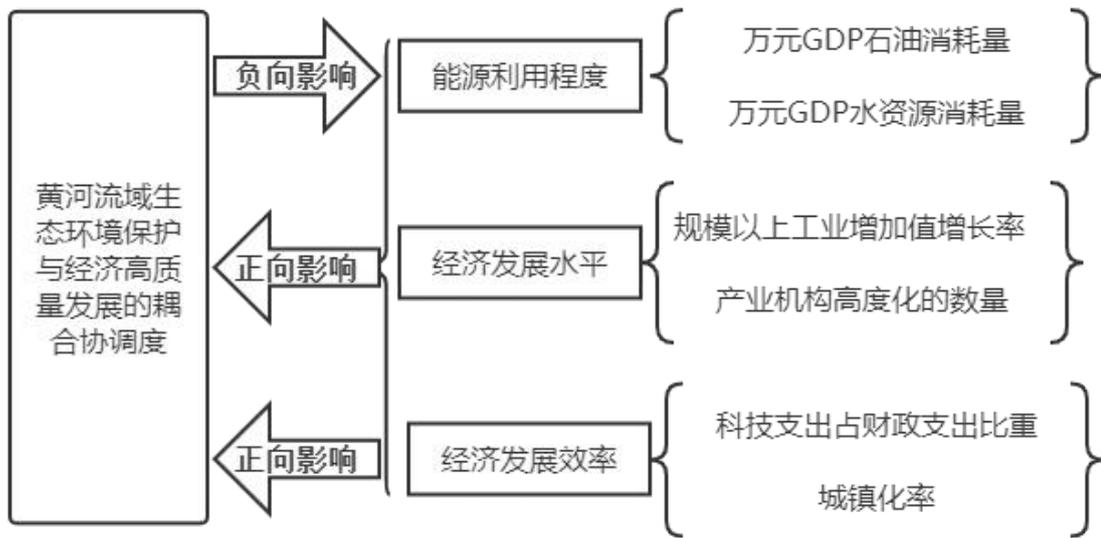


图 5.1 黄河流域地区两大系统间耦合协调发展驱动因素的影响机制图

5.2 空间计量模型的检验与选择

通过整理和阅读相关文献，本文首先通过拉格朗日乘数（LM）和稳健 LM（Robust-LM）检验是否存在空间误差和滞后效应，然后利用似然比（LR）或者卡方（Wald）检验来验证空间杜宾模型是否会退化。

5.2.1 空间计量模型的检验

表 5.2 为 LM 和 Robust-LM 的检验结果。其中 Moran's I 指数的值的显著性检验水平为 1%，因此证明本文研究区域内两大系统的耦合协调水平具有空间集聚效应，因此仅使用传统回归模型不能进行充分的解释。通过表 5.2 可知，空间误差和空间滞后的 LM 都通过了 1% 的显著性检验，而空间误差和空间滞后的稳健

LM 的检验结果分别通过了 1%和 5%的显著性检验，因此以上结果说明了拒绝不存在空间依赖性的假设，因此本文将进一步对空间杜宾模型进行 LR 和 Wald 检验。

表 5.2 LM 检验和稳健 LM 检验结果

Test	Statistic	p-value
Spatial error:		
Moran's I	14.615	0.000
Lagrange multiplier	206.84	0.000
Robust Lagrange multiplier	1.42	0.033
Spatial lag:		
Lagrange multiplier	307.681	0.000
Robust Lagrange multiplier	102.261	0.000

通过 Wald 检验和 LR 检验来检验 SDM 模型的退化性。由表 5.3 的检验结果可知，Wald 检验和 LR 检验的结果都通过了 1%的显著性检验，因此拒绝了原假设，也就说明了空间杜宾模型不能简化为空间误差模型和空间滞后模型，因此空间杜宾模型更为合适。

表 5.3 Wald 检验和 LR 检验结果

检验	统计值	P 值
Wald_Spatial_lag	21.02	0.0000
LR_Spatial_lag	161.14	0.0000
Wald_Spatial_error	49.27	0.0000
LR_Spatial_error	103.97	0.0000

5.2.2 空间计量模型的设定

综合上文的检验结果，本文将选择空间杜宾模型（SDM）进行相关分析，因此本文构建如下模型：

$$D_{it} = \alpha + \beta_1 OCL_{it} + \beta_2 WRC_{it} + \beta_3 IAV_{it} + \beta_4 ADV_{it} + \beta_5 SCI_{it} + \beta_6 UR_{it} + \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} D_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (5.4)$$

其中， i 用来代表不同地市， t 则表示不同的年份； α 是常数项参数； D_{it} 为被解释变量耦合协调度； OCL_{it} 则代表第 i 个地市第 t 年的每万元 GDP 石油消耗量； WRC_{it} 表示第 i 个地级市第 t 年每万元 GDP 所需消耗水资源量； IAV_{it} 表示第 i 个地级市第 t 年的规模以上工业增加值增长率； ADV_{it} 表示第 i 个地级市第 t 年的产业结构高度化的数量； SCI_{it} 表示第 i 个地级市第 t 年科技支出占财政支出比重的情况； UR_{it} 表示第 i 个地级市第 t 年的城镇化率； μ_i 表示地区效应， λ_t 表示时间效应， ε_{it} 为随机扰动项； ρ 值则反映了空间相关性的方向和大小。

5.2.3 固定效应面板与随机效应面板的选择

本文的所选取样本数据为 2011—2020 年黄河流域 71 个地级市的数据，因此属于短面板数据，因此不需要进行单位根检验和协整检验。但是由于短面板数据包含两种效应模型，分别是固定效应模型和随机效应模型，因此在做回归之前将做 Hausman 检验，并根据检验结果判别是选择固定效应模型还是随机效应模型。根据表 5.4 可知，Hausman 检验=59.7000，说明在 1% 的显著水平下拒绝了“随机效应模型为正确模型”的原假设，因此本文将会使用固定效应的模型。

表 5.4 Hausman 检验结果

Hausman test-statistic	Degrees of freedom	probability
59.7000	11	0.0000

固定效应模型又可分为时间固定、个体固定和双向固定，可以通过比较不同固定效应下 SDM 模型的 R-squared 值（拟合效果）的大小选择合适的模型。根据表 5.5 不同固定效应下 SDM 模型的回归结果可知，从 R-squared 值来看，时间固

定效应、个体固定和双向固定的 R-squared 值分别是 0.614、0.426 和 0.379。因为,时间固定效应的 R-squared 值 0.614 大于个体固定效应和双向固定效应的 R-squared 值,从表中的 Spatial-rho 值来看虽然三个效应模型下的空间自回归系数均为通过了显著性检验的正值,但本文选择拟合效果最优的时间固定效应模型。综上所述,本文选择时间固定的空间杜宾模型。

表 5.5 不同固定效应下 SDM 模型的回归结果

变量	SDM 模型		
	时间固定效应	地市固定效应	双固定效应
OCL	-0.473*** (0.00)	-0.029 (0.60)	-0.084 (0.11)
WRC	-0.001*** (0.00)	0.000 (0.14)	0.000* (0.09)
IAV	0.002*** (0.00)	0.001** (0.02)	0.001*** (0.00)
ADV	0.001*** (0.00)	0.000 (0.83)	0.000 (0.73)
SCI	0.254*** (0.00)	0.156*** (0.00)	0.114*** (0.00)
UR	0.686*** (0.00)	0.111 (0.35)	0.190* (0.08)
W*OCL	0.174*** (0.01)	0.256*** (0.00)	0.135* (0.07)
W*WRC	-0.000 (0.27)	-0.000 (0.29)	0.000 (0.45)
W*IAV	-0.002** (0.01)	-0.002*** (0.00)	-0.000 (0.79)
W*ADV	0.002*** (0.00)	0.001** (0.03)	0.001** (0.02)
W*SCI	-0.109***	0.071**	-0.032

续表 5.5 不同固定效应下 SDM 模型的回归结果

	(0.00)	(0.04)	(0.41)
W*UR	1.417***	0.075	0.441**
	(0.00)	(0.74)	(0.04)
rho	0.439***	0.527***	0.191***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)
R-squ	0.614	0.426	0.379
ared			
LogL	1330.6876	1637.5442	1735.9215

注：*表示 p<0.1； **表示 p<0.05； *** 表示 p<0.01；（）内为稳健标准误。

5.3 空间效应分解的估计结果

通过偏微分分解直接效应与间接效应,进一步分析某个区域 i 的因变量 D_i 除了受到自变量 X_{ik} 的影响外还受任意区域 j 的影响。将空间杜宾模型写成一般矩阵形式:

$$D = (I - \rho W)^{-1}(X\beta + WX\delta) + (I - \rho W)^{-1} \quad (5.5)$$

其中, $(I - \rho W)^{-1} = I + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots$; X 和 D 分别是自变量和因变量, 维度分别是 $N \times K$ 和 $N \times 1$ 。第 k 个自变量 $(X_{ik}, i=1, \dots, N)$ 对应的因变量 D 的偏微分矩阵为:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial D}{\partial X} & \dots & \frac{\partial D}{\partial X_{Nk}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial D_1}{\partial X_{1k}} & \dots & \frac{\partial D_1}{\partial X_{Nk}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial D}{\partial X_{1k}} & \dots & \frac{\partial D_N}{\partial X_{Nk}} \end{bmatrix} = (I - \rho W)^{-1} \begin{bmatrix} \beta_k & W_{12}\delta_k & \dots & W_{1N}\delta_k \\ W_{21}\delta_k & \beta_k & \dots & W_{2N}\delta_k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{N1}\delta_k & W_{N2}\delta_k & \dots & \beta_k \end{bmatrix} \quad (5.6)$$

其中, 式 (5.6) 中矩阵的主、非对角线行列元素均值各有含义, 分别代表第 K 个自变量的直接和间接效应, 即省市 i 第 k 个自变量对本地和邻地耦合协调度 D_i 和 D_j 的影响; 加总所有省市第 k 个自变量的上述两个效应代表总效应。

根据以上原理，各影响因素的空间效应分解结果如表 5.6 所示。

表 5.6 时间固定的 SDM 模型的直接效应、间接效应和总效应

变量	本地区影响 系数	空间溢出系 数	直接效应	间接效应	总效应
OCL	-0.473*** (0.00)	0.174*** (0.01)	-0.478*** (0.00)	-0.052 (0.54)	-0.530*** (0.00)
WRC	-0.001*** (0.00)	-0.000 (0.27)	-0.003*** (0.00)	-0.001 (0.16)	-0.004*** (0.00)
IAV	0.002*** (0.00)	-0.002** (0.01)	0.002*** (0.01)	-0.002* (0.07)	-0.001 (0.64)
ADV	0.001*** (0.00)	0.002*** (0.00)	0.002*** (0.00)	0.003*** (0.00)	0.005*** (0.00)
SCI	0.254*** (0.00)	-0.109*** (0.00)	0.252*** (0.00)	0.005 (0.88)	0.257*** (0.00)
UR	0.686*** (0.00)	1.417*** (0.00)	0.992*** (0.00)	2.734*** (0.00)	3.725*** (0.00)

(1) 石油消耗量 (OCL) 对研究区域两大系统的耦合协调水平产生了非正向的影响，本区域的系数为-0.473。其中，空间杜宾模型的直接效应在 1% 的显著水平上为-0.478，这说明每万元 GDP 石油消耗量每降低一个百分点，该地级的耦合协调水平就提高 0.478 个百分点；而间接效应不显著性。石油及其制成品的大量消耗是造成黄河流域生态环境污染的因素之一，但是近年来随着黄河流域各地级市科学技术的发展和一系列生态环境保护措施的出台，不仅提高了石油资源的利用效率和无害化处理率，还促进了该地区产业结构的优化升级，从而使经济发展和生态环境保护进入了良性循环，提高了二者的耦合协调水平；间接效应不显著可能是在短期内这种由于石油消耗量降低产生的效应还没有显著的空间扩散作用。

(2) 水资源消耗量 (WRC) 对研究区域两大系统的耦合协调水平产生了非正向的作用效果, 本区域的此系数为-0.001。其中, 空间杜宾模型的直接效应在 1% 的显著水平上为-0.003, 这说明每万元 GDP 水资源消耗量每降低 1%, 则该地市的耦合协调发展水平就提高 0.003 个百分点, 因此直接影响偏弱; 而间接效应不显著性。这可能因为水资源总量更多地受当地地形气候等多种不可控的自然因素的影响, 因此对当地的耦合协调水平影响作用相对较弱, 并且对邻近区域的影响也不显著。

(3) 规模以上工业增加值增长率 (IAV) 对研究区域两大系统的耦合协调水平起到了正向的作用效果, 计算得出的该区域的系数为 0.002。其中, 空间杜宾模型的直接效应在 1% 的显著水平上为 0.002, 这说明规模以上工业增加值增长率每增加一个百分点, 该地级市生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调发展水平就提高 0.002 个百分点; 而间接效应在 10% 的显著水平上为-0.002。规模以上工业增加值增长率提高, 在一定程度上会提高生产效率从增加经济发展的活力促进经济的快速发展, 同时随着规模以上工业的发展也会对相邻城市产生虹吸效应, 进而吸引一批产相关联产业往该地区集聚迁移, 进而产生一定的负向影响。

(4) 产业结构高度化的数量 (ADV) 对研究区域两大系统的耦合协调水平起到了正向的作用, 研究区域内该系数为 0.001。其中, 空间杜宾模型的直接效应在 1% 的显著水平上为 0.002, 这说明规模以上工业增加值增长率每增加一个百分点, 该地级市生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调发展水平就提高 0.002 个百分点; 而间接效应在 1% 的显著水平上为 0.003。通过以上数据可知, 一个地区的产业结构高度化的数量对本地区以及其他市的生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平都有一定的正向影响, 从相关作用机理而言, 由于生产能力发展和经济水平的提高导致了一、二、三产业顺次变化的现象, 因此也提高了产业结构高度化的数量。并且这一现象的出现还伴随着产业在邻近地市之间的一个相互转移和集聚的过程, 因此在一定程度上促进了邻近区域的产业升级和经济发展。

(5) 科技支出占财政支出比重 (SCI) 对研究区域内两大系统间的耦合协调水平起到正向作用, 该区内的此项系数为 0.254。其中, 空间杜宾模型的直接效应在 1% 的显著水平上为 0.252, 这说明该指标的比重每增加 1%, 该地级市的耦

合协调发展水平就提高 0.252 个百分点；而间接效应不显著。一方面当地科技支出投入的增加会促进当地经济发展，同时科技投入会促进生态环境改善；另一方面当地科技创新会对其他城市产生空间溢出效应，一个地区创新能力的提高对促进邻近城市创新能力的提高，从而促进区域经济的协调发展。

(6) 城镇化率 (UR) 对研究区域内的耦合协调水的作用效果为正向的，根据研究结论可知本文该系数为 0.686。其中，空间杜宾模型的直接效应在 1% 的显著水平上为 0.992，这说明该指标的比重每增加一个百分点，该地的耦合协调发展水平就提高 0.992 个百分点；而间接效应在 1% 的显著水平上为 2.734。城镇化率具有辐射效应，一个地区城镇化水平的提高不仅可以为本地区经济发展提供动力，因为人口具有一定的流动性，一个地区城镇化率的提高也会影响着相邻或者相隔的地市的经济发展，因此城镇化率的提高对促进整个流域耦合协调水平的提升有重要影响。

综上所述，本章主要研究了影响研究区域两大系统间的耦合协调水平的因素。首先进行相关指标的选取，分别从能源利用程度、经济发展水平、经济发展潜力三个维度选取六个指标。其次选取研究数据，运用 2011—2020 年黄河流域 71 个地级市生态环境保护与经济高质量发展的相关数据。然后，通过 LR 检验、wald 检验和 huasman 检验等相关检验，最终确定选用时间效应固定的空间杜宾模型。最后是得出结论：研究区域的耦合协调水平不仅受到本地因素的影响，还会受到相邻和相近地区相关要素的或正或负的影响，所以在探究研究区域的耦合协调水平的同时要将时空的因素考虑进来。其中，能源利用程度维度两个指标对提高研究区域的耦合协调水平具有负向的直接效应，且石油消耗的负向影响相对较为明显；而经济发展水平和经济发展潜力两个维度的规模以上工业增加值增长率、产业结构高度化的数量、科技支出占财政支出比重和城镇化率几个指标对提高生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调水平具有正向直接影响，其中科技支出占财政支出比重和城镇化率指标对耦合协调水平有正向影响较为显著；产业结构高度化的数量、科技支出占财政支出比重和城镇化率对邻近区域的耦合协调发展水平具有显著的正向溢出效应，对提升邻近区域耦合协调发展水平具有促进作用，其中城镇化率的正向溢出效应最为明显；规模以上工业增加值增长率对邻近区域的耦合协调发展水平具有显著的负向溢出效应，且负向溢出效应较弱。

6 结论与建议

6.1 主要结论

(1) 根据测度结果可知：2011—2020 年研究区域内各地市的生态环境保护系统和经济高质量发展系统的综合评价指数虽然略有波动但整体呈现上升趋势。从不同流域而言，虽然整体上各流域生态环境保护和经济高质量发展的综合评价指数都呈现波动上升的趋势，但是不同流域之间仍存在明显差异，总体来看下游的状况普遍优于上游和中游。而且各流域内部也存在不同的问题，具体表现如下：上游存在南北差异明显的问题即北部的内蒙古区域状况明显好于南部的甘肃区域，中游地区出现了以部分城市（特别是省会城市）为中心的高值集聚，下游地区出现了低值集聚的现象。

(2) 根据耦合协调结果可知：2011—2020 年研究区域内各地市的耦合协调水平在不断提高，2016 年大多数地市基本达到了勉强耦合协调阶段。但从整体来看耦合协调水平还不高，仅是处于勉强耦合或者初级耦合的阶段，这也说明两大系统之间仍然存在不协调现象。同时就各流域而言，虽然各流域耦合协调发展水平呈现上升的态势，但是下游的耦合协调水平高于中游和下游。具体到各流域：上游地区南北差异明显北部的内蒙古区域整体状况明显好于位于南部的甘肃区域，中游和下游地区都存在以部分城市（特别是省会城市）为中心的高值集聚的问题日益突出。

(3) 实证结果表明：研究区域的耦合协调水平不仅受到本地因素的影响，还会受到相邻和相近地区因素产生的或正或负的影响。其中，能源利用程度维度两个指标对提高研究区域的耦合协调水平具有负向的直接效应，且石油消耗的负向影响相对较为明显；规模以上工业增加值增长率、产业结构高度化的数量、科技支出占财政支出比重和城镇化率对提高生态环境保护与经济高质量发展水平具有正向直接影响；产业结构高度化的数量、科技支出占财政支出比重和城镇化率对邻近区域的耦合协调发展水平具有显著的正向溢出效应，对提升邻近区域耦合协调发展水平具有促进作用。

6.2 政策建议

1. 完善顶层设计，确保各项政策和措施的落实

完善顶层设计是提高研究区域内两大系统的耦合协调水平的重要基础。且近年来党和国家越来越重视区域的整体化发展，因此在进一步推动黄河流域这两大系统耦合协调发展的过程中要做好顶层设计工作，这样不仅可以为各级政府提供行动指南，而且有利于各地市决策的一致性。同时要确保各项政策和措施的落实，又要求各级地方政府在工作中协调好区域协同发展和因地制宜的关系，根据各个地区的实际情况对政策进行调整和修改，以便更好地确保各项政策和措施的落地。平衡完善顶层设计和因地制宜的关系，首先要以党的建设为中心，以党的建设力量全面推进生态环境保护与经济高质量发展，其次要求有关政府部门必须发挥好“看得见的手”的作用，为全面落实黄河流域高质量发展战略的实施保驾护航，做到统筹兼顾，促进整个黄河流域实现高质量发展。完善相关制度设计时，既要立足于整体，又要尊重上中下游经济与生态保护发展不协调的客观事实，并充分掌握上中下游各地级市的耦合协调性发展水平，发挥比较优势，加强中心城市和周边区域的经济交流、产业分工，加快交通建设提高中心城市和周边城市交流的便捷程度，立足不同地市的比较优势，推动其优势产业发展，实现黄河流域一体化发展。

2. 加大生态环境建设，提升环境效益

生态环境建设已成为影响黄河流域耦合协调发展水平的重要因素。加大生态环境建设提升环境效益，首先应该立足《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》，统筹推进山水林田湖草沙综合治理、系统治理、源头治理，着力保障黄河长治久安，着力改善黄河流域生态环境，着力优化水资源配置。同时由于不同流域在生态环境保护过程中的定位不同，以及面临的问题不同，各流域也应根据因地制宜地采取措施加大生态环境建设，提升环境效益。

作为水源地的上游应该不断强化其水土涵养的功能筑牢“中华水塔”，由于该区域的生态环境比较脆弱，因此选用了以保护为主的方法，加快遏制生态退化趋势，恢复重要生态系统，强化水源涵养功能。针对存在的南北差异明显的问题，上游地区应该在尊重自然规律的基础上把握主要矛盾，针对各地区制定具体情况制定有针对性的策略。针对南部区域的干旱区域应该持续推进沙漠防护林体系建设，深入实施退耕还林、退牧还草治理等重大工程，开展光伏治沙试点，因地制

宜建设乔灌草相结合的防护林体系临近黄河的区域要加强水土治理;针对上游地区草原开展资源环境承载能力综合评价,推动以草定畜、定牧、定耕,加大退耕还林还草、退牧还草、草原有害生物防控等工程实施力度,积极开展草种改良,科学治草原退化问题;针对湿地区域应该加快湿地公园建设,加大湿地治理和修复力度打造更好的湿地生态系统和生物栖息地。

由于黄河中游主要流经黄土高原地区,因此该段水少沙多也是黄河下游泥沙的主要来源,因此在制定相关政策措施时应该有所侧重,突出抓好黄土高原水土保持,全面保护天然林,持续巩固退耕还林还草、退牧还草成果,加大水土流失综合治理力度。同时由于该区域是我国重要的能源基地,且工业主要以重工业为主,因此也要做好工农业污染防治,同时加大农业和工业节水力度,发展节水农业提高工业循环用水力度。同时针对中心城市高周边低的现象,当地政府应该把资金和技术向周边倾斜,推进区域的协同一体化。

建设黄河下游绿色生态走廊,加大黄河三角洲湿地生态系统保护修复力度,促进黄河下游河道生态功能提升和入海口生态环境改善,开展滩区生态环境综合整治,促进生态保护与人口经济协调发展。同时合理划分滩区类型,因滩施策、综合治理下游滩区,统筹做好高滩区防洪安全和土地利用。针对该区域存在的小部分区域的低值集聚现象,应该针对性地分析所存在的具体问题,从根源寻找问题对症下药。

3. 转变发展理念, 推动经济高质量发展

经济高质量发展是推进黄河流域耦合协调发展的重要因素。因此,要想走经济高质量发展道路,促进城乡发展一体化至关重要,协同带动城镇化、工业化、信息化等同步繁荣发展,完善在经济发展中的不足之处。各地市要扬长避短,充分挖掘自身的优势所在,不断地去缩小区域之间的发展差距,各地区之间要进一步加大交流沟通合作和交流协作,发展水平相对较滞后的各地区也应更加积极和主动有效地进一步加大交流考察合作和学习。针对不同流域的具体情况,具体的政策建议如下:

黄河流域上游区域资源储量丰富是我国重要得多能源基地,并且上游地区水资源短缺,因此上游区域的整体定位是:建设新型能源基地,发展特色节水农业。在能源基地建设方面应该支持开展国家现代能源经济示范区、能源革命综合改革

试点等建设,根据水资源和生态环境承载力,优化能源布局。推动煤炭产业绿色化、智能化发展,加快生产煤矿智能化改造,同时通过增加科技投入不断研发促进煤炭清洁高效利用的新模式。加大石油、天然气勘探力度,稳步推动非常规油气资源开采利用。合理开发利用上游丰富的水力资源和风力资源,同时加大上游地区清洁能源消纳外送能力和保障机制建设力度。另一方面针对上游地区的生态环境十分脆弱、水资源短缺的现象,应该把改变传统农牧业生产方式、提升农业基础设施、普及蓄水保水技术等作为建设为重点,统筹水土保持与高效旱作农业发展。优化发展草食畜牧业、草产业和高附加值种植业,积极推广应用旱作农业新技术新模式,大力发展特色节水农业。针对存在的南北差异大的问题,位于那南部的甘肃和宁夏应该抓住此次政策机遇:对内在发挥自己的比较优势产业的同时不断增加技术投入,不断提高自主创新能力,同时增加科技的转化能力,把技术转化为实际的生产能力;对外继续扩大对外开放水平,利用好自己在“一带一路”中的独特地位,发展对外贸易的同时利用自身独特的文化旅游资源推动入境旅游产业的发展。

在产业发展方面:黄河中游地区在产业发展方面:由于该区域是我国重要的重工业基地和制造业基地,因此该区域应该推进产业的现代化转型,不断提高能源的利用程度。该区域应该与下游产业基础较强地区搭建有效对接和战略性新兴产业合作平台,推动产业体系升级和基础能力再造,打造具有较强竞争力的产业集群。

黄河下游地区在产业发展方面:由于该区域是我国重要的新兴产业基地和自主创新中心,因此下游的定位是加快战略性新兴产业发展。下游地区应该提高工业互联网、人工智能、大数据对传统产业渗透率,推动黄河流域优势制造业绿色化转型、智能化升级和数字化赋能。复制推广自由贸易试验区、国家级新区、国家自主创新示范区和全面改革创新试验区经验政策,推进新旧动能转换综合试验区、产业转型升级示范区、新型工业化产业示范基地建设。

黄河流域中下游在农业建设方面:由于该区域是我国重要的农牧业基地,虽然最近几年已经初具规模,但在仍有一些问题需要解决,因此应该推进农业的现代化和产业化转型。在农业种植方面以改变传统农牧业生产方式、提升农业基础设施、普及蓄水保水技术等为重点,统筹水土保持与高效旱作农业发展。优化发

展草食畜牧业、草产业和高附加值种植业,积极推广应用旱作农业新技术新模式。大力推广农业蓄水保水技术,推动技术装备集成示范,进一步加大对旱作农业示范基地建设支持力度;在产业化建设方面,积极发展富民乡村产业,加快发展农产品加工业,探索建设农业生产联合体,因地制宜发展现代农业服务业。构建“田间一餐桌”“牧场一餐桌”农产品产销新模式,打造实时高效的农业产业链供应链。

4. 影响因素方面:

通过上文实证回归结果可知,本文选用了能源利用程度、经济发展水平、经济发展潜力三个维度六个指标,其中能源利用程度维度两个指标对提高生态环境保护与经济高质量发展水平具有负向直接影响;而经济发展水平和经济发展潜力两个维度的规模以上工业增加值增长率、产业结构高度化的数量、科技支出占财政支出比重和城镇化率几个指标对提高生态环境保护与经济高质量发展水平具有正向直接影响;产业结构高度化的数量、科技支出占财政支出比重和城镇化率对邻近区域的耦合协调发展水平具有显著的正向溢出效应,对提升邻近区域耦合协调发展水平具有促进作用。基于以上结论提出以下建议:

(1) 增加自主创新能力,提高资源利用效率。由于黄河流域是我国重要的工业基地和能源加工和供应基地,因此要提高区域内两大系统间的耦合协调水平,就要提高资源的利用效率,这样既可以增加产业附加值促进经济发展又可以保护生态环境。提高资源利用效率要从开源节流两方面着手:开源方面要不断开发和探索新的可降解能源,这既可以解决目前我国所面临的能源短缺问题又可以在一定程度上降低污染;节流方面要不断增加科技创新,通过科技研发来减少资源的浪费从而提高能源资源的利用效率。

(2) 完善产业结构,建设现代产业体系。产业结构对研究区域的耦合协调水平的提高有显著的促进作用。由于黄河流域覆盖范围广泛并且地域差异明显,因此各地的资源和要素禀赋也有明显的差异,因此各地区在充分发挥区域的比较优势的同时要不断完善产业结构建设现代化产业体系。建设现代化产业体系重点关注以下几方面:第一,创建特色高效的农牧业。黄河流域的农牧产业在全国占有举足轻重的地位,其中下游和中游地区凭借其独特的地形地貌特征成为我国重要的粮食产区,因此中下游地区要有效利用这一优势,从育种开始到把粮食转化

为粮食制品的整个过程中都要在遵循科学规律的基础上不断增加科技投入,推动区域“从农业到餐桌”的特色农业产业链建立;第二,推进新型能源基地建设。研究区域是我国重要的能源基地储有丰富的矿产、煤炭等资源,由于传统的能源开发方式不仅产生了严重的环境污染问题还造成了大量的能源浪费,因此要改变传统的开发模式,走绿色开发和开发利用一体的新型开发模式,一方面既要把生态环境保护作为资源的开发的基础,另一方面要推动资源的利用推动能源化工产业向精深加工、高端化发展;第三,大力促进第三产业发展完善产业结构。虽然研究区域的人口占全国总人口的三分之一,但是除了部分省会城市外大部分城市的产业结构仍然不合理仍然以重工业为主。因此黄河流域建设现代化产业体系的重点在大力发展第三产业,增加第三产业在产业结构中的占比。

(3) 提高城镇化率,储备发展力量。城镇化率对研究区域两大系统间的耦合协调水平有正向影响。研究区域所包含的乡村大部分是生态环境脆弱经济基础薄弱的地区,因此这部分乡村仅凭借自身的力量很难实现质的飞跃。因此要提高城镇化率要从以下几方面着手:第一,继续坚持走以城带乡路线。以研究区域内已初具规模的中心城市和核心城市为中心,走城市和乡村结对子帮扶的模式,以城带乡村,引导城乡企业之间构建良性的产业互动,通过建立特色农副产品加工处理企业促进当地农产品的就地处理转化,同时创建和提供公共营销平台,这样一方面可以促进农产品就地加工另一方面可以通过多渠道促进农产品的销售;第二,促进特色文化旅游产业的发展。由于黄河流域涵盖范围广泛历史悠久,因此不同地域又有各自独特的文化旅游资源,因此流域沿线城市应该因地制宜地发展文化旅游产业,并以此来带动餐饮、物流、旅游等相关产业的发展,这不仅起到了促进经济发展的作用也将很大程度改善当地的生态环境状况;第三,落实乡村振兴战略。研究区域内各个地区应该因地制宜地落实乡村振兴战略,在进行谋划布局时不仅要高瞻远瞩地进行科学规划,还要立足当地实际发展当地特色产业。

参考文献

- [1]Anna (Any) Phelan,Lisa Ruhanen,Judith Mair. Ecosystem services approach for community-based ecotourism: towards an equitable and sustainable blue economy[J]. Journal of Sustainable Tourism,2020,28(10).
- [2]ArzuA mar,Liu Q,Wang H.Study on Coupling Coordinative Relationship Between EconomicGrowth and Ecological Environment of Keriya River Oasis in Xinjiang[J].Research of Soil&Water Conservation,2015.
- [3]Ben Jebli M, Ben Youssef S & Ozturk I. The Role of Renewable Energy Consumption and Trade: Environmental Kuznets Curve Analysis for Sub-Saharan Africa Countries[J]. African Development Review, 2015, 27(3):288-300.
- [4]Chen Q,Liu J,Ho K C,et al.Development of a relative risk model for evaluating ecological risk ofwater environment in the Haihe River Basin estuary area[J].Science of the Total Environment,2012,420:79-89.
- [5]Domar E D. Expansion and employment[J]. American Economic Review, 1947,37: 34-35 .
- [6]Feng, M. and H. Guo . "Research on the Evaluation of High-Quality Economic Development Based on Factor Analysis. [J]" Journal of Scientific & Industrial Research ,2019,78(12): 827-830.
- [7]Gordon D. Green Cities: ecologically sound approaches to urban space Montreal: black rosebooks,1990,1-102 .
- [8]Grossman G M,KruegerA B.Environmental impacts of a North American free trade agreement[J].1991.
- [9]Harrod R F. Towards a dynamic economics[M]. London: Macmillan, 1948.
- [10]H.X. Liu,Y.P. Li,L. Yu. Urban agglomeration (Guangzhou-Foshan-Zhaoqing) ecosystem management under uncertainty: A factorial fuzzy chance-constrained programming method[J]. Environmental Research,2019,173.
- [11]Kozlowski J, Buffering external threats to heritage conservation a Planner Perspective [J].Landscape and Urban planning,1997,37(34):245-267.
- [12]Kerby V G.The "place" of interpretation: A new approach to the evaluation of

- interpretation [J]. *Tourism Management*[J].1998,(3):257-261.
- [13]Kuznets S.Economic growth and income equality[J].*American Economic Review*, 1955, 45(1): 1-28.
- [14]Mörtberg U M, Balfors B, Knol W.Landscape ecological assessment: A tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning[J].*Journal of environmental management*,2007, 82 (4): 457-470.
- [15]Mlachila M, Tapsoba R & Tapsoba S J A. A quality of growth warrant stringent mitigation policy [J]. *IMF Working Paper*, 2014 ,WP/14/172.
- [16]M.J.Fernández-Rodríguez,A.Jiménez-Rodríguez,Medialdea M,et al.Aquaculture in Veta laPalma(Doana Natural Area,SW Spain):a successful coupling of ecological and socio-economic values[C]/*Wetlands Biodiversity and Services:Tools for Socio-Ecological Development(SWS-EPCN)*.2014.
- [17]Melbourne-Thomas J,Johnson C R,Perez P,et al.Coupling biophysical and socioeconomic models for coral reef systems in Quintana Roo,Mexican Caribbean[J].*Ecology and Society*,2011,16(3).
- [18]Ostrom E.A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems[J].*Science*,2009,325(5939):419-422.
- [19]Pomponi F&Moncaster A. Circular economy for the built environment: A research framework [J] . *Journal of Cleaner Production*, 2017, 143:710-718.
- [20]Quigley T M, Haynes R W, Hann W J.Estimating ecological integrity in the interior Columbia River basin[J].*Forest Ecology and Management*,2001, 153 (1-3): 161-178.
- [21]Rosenstein & Rodan P N. Problems of Industrialisation of Eastern and South-Eastern Europe[J]. *Economic Journal*, 1943, 53 (210/211) : 202-211.
- [22]Usama Al-Mulali, Sakiru Adebola Solaria & Ilhan Ozturkt. Investigating the presence of the environmental Kuznets curve(EKC) hypothesis in Kenya an autoregressive distributed lag(ARDL) approach[J].*Natural Hazards*,2016 80(3): 1729-1747.
- [23]Yanitsky O. Environmental Movements: Some Conceptual Issues in East-West Comparisons[J]. *Journal of Regional Research*,1991,15(4):524-541.

- [24] 褚钰, 付景保, 陈华君. 区域生态环境与经济耦合高质量发展时空演变分析——以河南省为例[J]. 生态经济, 2022, 38(05):161-168.
- [25] 崔盼盼, 赵媛, 夏四友, 鄢继尧. 黄河流域生态环境与高质量发展测度及时空耦合特征[J]. 经济地理, 2020, 40(05):49-57+80.
- [26] 褚钰, 付景保, 陈华君. 区域生态环境与经济耦合高质量发展时空演变分析——以河南省为例[J]. 生态经济, 2022, 38(05):161-168.
- [27] 段鑫, 任群罗, 李明蕊. 社会资本对黄河流域经济高质量发展的影响研究[J]. 人民黄河, 2021, 43(01):15-21+34.
- [28] 郭晗, 任保平. 黄河流域高质量发展的空间治理: 机理诠释与现实策略[J]. 改革, 2020(04):74-85.
- [29] 高吉喜, 李政海. 加强区域生态保护, 推进辽宁沿海经济带协调发展[J]. 中国发展, 2010, 10(05):9-12.
- [30] 郭爱君, 杨春林, 钟方雷. 我国区域科技创新与生态环境优化耦合协调的时空格局及驱动因素分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(24):91-102.
- [31] 黄庆华, 时培豪, 刘晗. 区域经济高质量发展测度研究: 重庆例证[J]. 重庆社会科学, 2019(09):82-92.
- [32] 胡宝荣. 基于遥感与GIS技术的汶川县地震前后生态环境质量评价[D]. 成都理工大学, 2010.
- [33] 侯菊英. 社会主义核心价值观体系在大学文化中的教育观意义[J]. 河南理工大学学报(社会科学版), 2012, 13(01):1-5.
- [34] 韩文妮. FDI质量与数量对长三角经济高质量发展的影响研究——基于地级市面板数据分析[J]. 对外经贸实务, 2022(12):53-61.
- [35] 贾绍凤, 梁媛. 新形势下黄河流域水资源配置战略调整研究[J]. 资源科学, 2020, 42(01):29-36.
- [36] 邝嫦娥, 李文意, 黄小丝. 长江中游城市群碳排放强度与经济高质量发展耦合协调的时空演变及驱动因素[J]. 经济地理, 2022, 42(08):30-40.
- [37] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理, 1999(02):76-82.
- [38] 吕振豫. 黄河上游地区人类活动和气候变化对水沙过程的影响研究[D]. 中

- 国水利水电科学研究院, 2017.
- [39]路瑞, 马乐宽, 杨文杰, 韦大明, 王东. 黄河流域水污染防治“十四五”规划总体思考[J]. 环境保护科学, 2020, 46(01):21-24+36.
- [40]刘迎秋. 中小民营企业及其高质量发展的路径选择[J]. 光彩, 2018(12):23-25.
- [41]李锦秀, 肖洪浪, 任娟. 阿拉善地区水资源与生态环境变化及其对策研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(11):56-61.
- [42]吕军, 陈宝华, 姜子玉, 侯俊东. 中国经济高质量发展评价及障碍因素分析[J]. 资源开发与市场, 2020, 36(02):149-157.
- [43]李文星, 韩君. “五大发展理念”背景下黄河流域的高质量发展测度[J]. 洛阳师范学院学报, 2020, 39(01):1-10.
- [44]刘琳轲, 梁流涛, 高攀, 范昌盛, 王宏豪, 王瀚. 黄河流域生态环境保护与高质量发展的耦合关系及交互响应[J]. 自然资源学报, 2021, 36(01):176-195.
- [25]梁龙武, 王振波, 方创琳, 孙湛. 京津冀城市群城市化与生态环境时空分异及协同发展格局[J]. 生态学报, 2019, 39(04):1212-1225.
- [46]刘潭, 徐璋勇, 张凯莉. 数字金融对经济发展与生态环境协同性的影响[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2022, 42(02):21-36.
- [47]李群, 刘基伟. 林业生态、保护、产出及效率视角下的耦合协调性分析——基于中国31个省(区、市)面板数据的实证检验[J]. 林业经济, 2022, 44(03):5-22.
- [48]梁雯, 殷伟伟. 高质量发展视角下长江经济带物流效率测度研究[J]. 长江大学学报(社会科学版), 2022, 45(05):106-114.
- [49]黎翠梅, 周莹. 数字普惠金融对农村消费的影响研究——基于空间计量模型[J]. 经济地理, 2021, 41(12):177-186.
- [50]麻智辉. 推动江西经济高质量发展的重点和路径[N]. 江西日报, 2018-04-16(B03).
- [51]宁朝山, 李绍东. 黄河流域生态环境保护与经济发展协同度动态评价[J]. 人民黄河, 2020, 42(12):1-6.

- [52]秦秋燕,陆汝成,段炼,吴彬,刘少坤,张利国.中国边境9省(区)城镇化与乡村振兴的耦合协调与影响因素[J].水土保持通报,2022,42(03):208-216.
- [53]任保平,李禹墨.新时代我国经济从高速增长转向高质量发展的动力转换[J].经济与管理评论,2019,35(01):5-12.
- [54]任保平,付雅梅,杨羽宸.黄河流域九省区经济高质量发展的评价及路径选择[J].统计与信息论坛,2022,37(01):89-99.
- [55]任保平,豆渊博.黄河流域生态保护和高质量发展研究综述[J].人民黄河,2021,43(10):30-34.
- [56]任保平.黄河流域生态环境保护与高质量发展的耦合协调[J].人民论坛·学术前沿,2022(06):91-96.
- [57]任保平,豆渊博.我国新经济发展的区域差异及其协调发展的路径与政策[J].上海商学院学报,2021,22(01):3-16.
- [53]沈大军,阿丽古娜,陈琛.黄河流域水权制度的问题、挑战和对策[J].资源科学,2020,42(01):46-56.
- [59]绍谦.本市一些教授、专家在郊区农业现代化讨论会上呼吁保护农业生态环境[J].重庆环境保护,1980(06):28.
- [60]师博.黄河流域中心城市高质量发展路径研究[J].人文杂志,2020(01):5-9.
- [61]石涛.黄河流域生态环境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(03):25-34.
- [62]孙钦秋.黄河流域生态环境治理研究——评《黄河小浪底工程环境保护实践》[J].人民黄河,2022,44(03):168.
- [63]孙鑫,姚正海.生态环境与经济高质量发展的耦合协调度分析——以江苏省13个地级市为例[J].中国物价,2022(08):55-57.
- [64]孙佑海.如何健全黄河流域生态环境法治体系——对《黄河流域生态环境保护规划》健全生态环境法治相关内容的解读[J].环境保护,2022,50(14):17-22.
- [65]石坚韧,吕庆文,郭巧云,赵秀敏.基于多源数据下杭州地铁站点地区耦合协调性评价[J].铁道运输与经济,2022,44(10):120-128.
- [66]汤志颖.黄河流域山东段生态—经济—社会高质量发展研究[J].合作经济与

- 科技, 2020(11):22-25.
- [67]唐常春, 刘华丹. 长江流域主体功能区建设的政府绩效考核体系建构[J]. 经济地理, 2015, 35(11):36-44.
- [68]王一鸣. 深化改革推动经济高质量发展[J]. 理论视野, 2018(11):9-13.
- [69]吴志军, 梁晴. 中国经济高质量发展的测度、比较与战略路径[J]. 当代财经, 2020(04):17-26.
- [70]王鹏, 魏信, 乔玉良. 多尺度下汾河流域生态环境质量评价与时序分析[J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(6):798-807.
- [71]王金南. 黄河流域生态保护和高质量发展战略思考[J]. 环境保护, 2020, 48(Z1):18-21.
- [72]王永昌, 尹江燕. 论经济高质量发展的基本内涵及趋向[J]. 浙江学刊, 2019(01):91-95.
- [73]翁异静, 周祥祥, 张思哲. 新型城市化与生态环境耦合协调时空特征研究——以长江经济带为例[J]. 林业经济, 2020, 42(11):63-74.
- [74]徐来, 张宝婷. 重庆市农业自然灾害治理中的生态环境保护问题研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(32):18269-18271.
- [75]谢永琴, 刘莉. 黄河流域经济发展—科技创新—生态环境耦合协调研究[J]. 科技促进发展, 2023, 02(15):1-16.
- [76]谢永琴, 刘莉. 黄河流域经济发展—科技创新—生态环境耦合协调研究[J]. 科技促进发展:1-16[2023-02-15].
- [77]笪梓. 农业现代化与环境保护[J]. 湖北环境保护, 1980(03):5-12.
- [78]杨伟民. 解读十九大报告经济体制改革[J]. 现代国企研究, 2018(Z1):31-36.
- [79]姚尧, 王世新, 周艺, 等. 生态环境状况指数模型在全国生态环境质量评价中的应用[J]. 遥感信息, 2012(3):6.
- [80]杨泽康, 田佳, 李万源, 苏文瑞, 郭睿妍, 刘文娟. 黄河流域生态环境质量时空格局与演变趋势[J]. 生态学报, 2021, 41(19):7627-7636.
- [81]杨瑞, 许秀梅. 山东省农业高质量发展水平测度与时空分布研究[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(17):45-52.
- [83]余东华. 黄河流域产业生态化与生态产业化的战略方向和主要路径[J]. 山东

- 师范大学学报(社会科学版), 2022, 67(01):128-138.
- [84]赵莺燕, 于法稳. 黄河流域水资源可持续利用: 核心、路径及对策[J]. 中国特色社会主义研究, 2020(01):52-62.
- [85]赵映慧, 盖兆雪, 李艳芳, 等. 黑龙江省生态环境质量空间分布与演变特征[J]. 资源与产业, 2014, 16(3):6.
- [86]张颖, 钞振华, 杨永顺, 徐维新, 马赫. 基于PSR模型的青海湖流域生态环境保护效果评价[J]. 草业科学, 2016, 33(05):851-860.
- [87]张震, 徐佳慧, 高琦, 刘帷韬. 黄河流域经济高质量发展水平差异分析[J]. 科学管理研究, 2022, 40(01):100-109.
- [88]朱江. 产业耦合协同视角下我国流通业高质量发展研究——基于灰色关联度模型的实证[J]. 商业经济研究, 2022(12):177-180.
- [89]张翱翔, 邓荣荣. 中部六省碳排放效率与产业结构优化的耦合协调度及影响因素分析[J]. 生态经济, 2021, 37(03):31-37.
- [90]朱麟奇, 李秋雨, 刘继生. 中国旅游业与地区发展及民生改善协调关系研究[J]. 地理科学, 2020, 40(08):1328-1335.
- [91]张金良, 陈凯, 张超, 郭鹏程. 基于熵权的黄河流域生态环境演变特征[J]. 中国环境科学, 2021, 41(08):3767-3774.
- [92]赵晓丹. 新时代构建生态文化体系的三重维度——基于党的十九届六中全会精神的思考[J]. 渤海大学学报(哲学社会科学版), 2022, 44(04):33-37.
- [93]张建威, 黄茂兴. 黄河流域经济高质量发展与生态环境耦合协调发展研究[J]. 统计与决策, 2021, 37(16):142-145.
- [94]赵金辉, 田林, 李思源, 白云龙, 李濮希. 黄河流域能源与环境—经济—生态耦合协调发展研究[J]. 人民黄河, 2022, 44(11):13-19.

后 记

三年前怀着忐忑和不安，我一个人踏上了求学的路途，路上对未来进行了无数次的设想。时光飞逝，转眼之间三年的学业生涯就要画上句号了，整个求学过程充满了各种坎坷和不易，无论道路有多复杂，最终还是走到了结点，到了告别时心头却莫名多了几分不舍，而且越是临近离别这种不舍的情感愈加浓烈。很幸运在求学的道路上遇到了一群知识渊博认真负责的老师，很高兴能够加入经济学院 20 级这个温馨的集体。

特别要感谢我的导师王嘉瑞，作为我们师门这个小家庭的大家长，他关心热爱这个家庭里的每一个孩子，在我们遇到困难时他总能够及时进行帮助和疏导。在学术方面，老师会及时了解我们的学习进度，并定期和我们进行沟通，对我们在学习过程中遇到的困难他总能够耐心细致地进行多次讲解。在生活方面，老师给予了我们长般的关爱，遇到困难时老师会及时给予我们鼓励和支持。老师以他诲人不倦的高尚师德，平易近人的人格教给了我很多受益终生的道理。在此向老师及其家人表示深切的感谢与祝愿！

同时也向经济学院其他老师表示感谢。正是由于他们的辛勤努力才为我们创建了浓厚的学术氛围，在他们的教导和指引下，也使我不断地得到进步。他们在教授我们知识的同时，也言传身教地告诉了我们很多做人的道理，这些道理将会对我们影响深远使我们终身受益。

还要感谢我的姥姥和妈妈两个可爱的人儿，也正是由于她们的辛苦和付出才换来了我在校园的美好时光。还要感谢所有给予我爱和帮助的家人，他们默默地在我背后织出了一张安全网，时刻默默地守护着我的安全。同时也要感谢一直陪伴我的朋友们以及我亲爱的室友们，你们陪我度过了三年美好时光，感谢一路有你们。

最后的最后，向本文所引用到的参考文献的才华出众的作者表示感谢，祝你们一直平安健康。