

中国资源环境新格局的稳定性与影响因素分析

沈镭^{1,2,3}, 安黎^{1,3}, 钟帅^{1,3}

- 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
- 自然资源部资源环境承载力评价重点实验室, 北京 101149;
- 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 资源环境格局是人地关系特征的空间缩影, 反映了资源禀赋及资源利用强度对不同区域社会经济发展的约束-驱动作用。基于全国地级市 1960—2017 年的面板数据, 采用分区统计方法和地理探测器模型, 分析以“胡焕庸线”和“秦岭—淮河线”为界的“人字形”格局社会经济与资源利用特征, 并探究资源环境格局影响因素。研究表明: “人字形”格局反映了我国独特的人地关系协调发展规律, 是我国区域社会经济发展不断适应多样化自然环境和资源禀赋的结果; “人字形”格局的区域人口分布特征保持长期稳定性, 而不同区域的 GDP、资源消耗量在全国占比受资源禀赋、发展政策等影响存在阶段性波动; 长期的资源环境约束塑造了中国三大区域社会经济发展模式差异性, 是形成“人字形”格局的空间异质性因素。未来, 我国不同区域自然资源利用与保护应立足于自然资源与生态环境本底条件, 采取针对性的自然资源管理政策与策略, 实现经济发展、资源节约、环境保护的互相协调, 促进区域可持续发展。

关键词: 人地关系; 资源环境约束; 可持续发展; 区域协调; “人字形”格局

中图分类号: K921/927

文献标识码: A

文章编号: 1672-3104(2022)03-0082-15

一、引言

中国地域辽阔、人口众多, 自然环境和资源禀赋条件复杂多样, 改革开放以来的经济社会快速发展给资源环境保护带来各种严峻的挑战^[1-3]。当前, 国内区域发展不平衡不充分问题日益严峻, 部分地区资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化等多重压力叠加。面向新时代国家的长期战略发展目标, 亟需根据不同区域自然环境、资源禀赋和发展现状, 科学地认识区域资源环境约束下的人地关系格局, 从而制订并实施差

异化的区域发展策略。党的十八大报告提出了“美丽中国”愿景, 突出生态文明建设并将其融入政治、经济、社会、文化建设等各方面。党的十九大报告强调“实施区域协调发展战略”, “建立更加有效的区域协调发展新机制”。习近平总书记在《国家中长期经济社会发展战略若干重大问题》中指出, 我国各地情况千差万别, 要因地制宜推进城市空间布局形态多元化; 要为自然守住安全边界和底线, 形成人与自然和谐共生的格局^[4]。如何协调处理好新时代的新型人地关系, 科学合理地谋划国土空间发展新格局, 是当前及未来需要解决的重大现实与科学问题。

区域发展不均衡是中国面临的重要挑战

收稿日期: 2022-04-01; 修回日期: 2022-05-27

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(A类)子课题“我国水土、能矿资源分布与格局演变评估”(XDA19040102); 国家自然科学基金面上项目“水-能源-产业关联视角下呼包鄂榆城市群低碳转型路径及政策优化研究”(42071281)

作者简介: 沈镭, 男, 湖北麻城人, 中国科学院地理科学与资源研究所研究员、博士生导师, 主要研究方向: 自然资源经济与政策; 安黎, 男, 山东青岛人, 中国科学院地理科学与资源研究所博士研究生, 主要研究方向: 资源经济与资源生态; 钟帅, 男, 海南海口人, 中国科学院地理科学与资源研究所副研究员, 主要研究方向: 能源经济与政策模拟, 联系邮箱: zhongshuai@igsnrr.ac.cn

之一^[5], 其中既有东西差异又有南北不同。2014年11月底, 李克强总理提出了如何破解胡焕庸线之间, 引发学界对东西、南北区域发展差异及其成因的广泛讨论^[6-7]。东西部区域差异表现为多个方面, 如自然环境条件的异质性、人口和产出分布的极度不均衡^[8-10]、工业化和城镇化发展水平的差距^[11]、能源利用效率差距^[12]、供给与消费的错位^[13-14]等。同样地, 南北方的发展差距也长期存在。从产业经济分工来看, 北方地区产业体系偏于能源、钢铁、原材料等基础性重化工业, 南方地区则在轻重工业、高新技术产业发展方面更加全面^[15]。同时, 北方地区面临着比南方地区更为严峻的水资源短缺、空气污染等资源环境问题^[16-17]。

为了实现人与自然的和谐发展, 需要科学认识中国人地关系的资源环境特征及演变格局, 并依据各区域自然资源利用特征及其经济社会影响提出相应的优化路径。本文在系统梳理现有的中国人地关系研究进展基础上, 面向新时代自然资源与生态环境综合管理需要, 从资源环境约束因素和区域差异视角提出一种“人字形”资源环境演变格局, 试图揭示中国资源环境新格局的基本特征、稳定性及其形成机理, 为各地区加强自然资源利用与保护、促进区域协调与可持续发展提供科学参考, 服务于“美丽中国”及人与自然和谐共生的战略目标。

二、研究综述

(一) 中国人地关系格局及其影响因素

人地关系格局是自然地理条件和人文地理因素综合作用的结果^[18-19], 刻画了不同区域的资源生态承载力和社会经济活动强度差异, 资源禀赋和资源利用模式的变化推动着人地关系格局演变。现有文献主要探讨了自然环境、人口分布、产业结构、区域布局、产业政策等驱动因素的作用。改革开放以来, 工业化和城市化的急剧发展显著改变了中国经济结构和生态环境状态, 人地关系呈现出东部地区资源环境问题突出, 西部地区环境脆弱但人地矛盾相对缓和的空间格局^[2];

不同区域人地关系紧张度存在明显差异^[20-21], 关键资源供给与人类活动之间的空间错配程度较高^[22]。

自然环境是影响人地关系格局的最基础约束因素, 对各地区生态承载力有着直接制约作用, 造就了中国生态环境承载力东强西弱的总体格局^[11, 21]。我国东南沿海地区水资源承载力最高, 而西北地区、黄土高原、华北地区水资源相对短缺, 人均可利用水资源量少^[23]。从土地承载力和粮食供给角度来看, 粮食主产区土地承载力较高, 存在粮食盈余; 而西北干旱半干旱地区由于气候条件, 粮食生产水平较低, 表现为人口超载、粮食短缺^[24-25]。整体上看, 东部发达地区资源环境承载水平较高, 而西部经济欠发达地区资源环境承载水平偏低^[26]。人口空间分布受自然地理条件的限制, 呈现出东密西疏的基本格局, 人口密集区、稀疏区的分布长期保持稳定^[8-10]。

高密度的社会经济活动对人地关系格局产生重要影响, 表现为人口集聚区的人地关系更加紧张。从生态承载力供需平衡角度看, 我国超过4/5的人口集中在生态赤字的国土空间内, 而不足1/5的人口分布在约2/3的生态平衡空间内^[20]。受人口迁移惯性和发达地区吸引力影响, 我国东部地区人口向大城市集聚, 呈现出“马太效应”式的人口集聚模式^[3, 9]。同时, 许多资源环境问题逐渐显现, 如水、土、能矿资源的过度消耗、环境污染严重等^[27]。有学者研究认为, PM_{2.5}浓度与城市面积、城市人口、第二产业比重、人口密度呈正相关, 我国东部和北部地区城市扩张和能源密集型产业结构导致了PM_{2.5}排放量的增加^[28]。基于时变系数面板数据的分析结果表明, 城市人口规模扩张显著增加了环境污染程度^[29]。此外, 区域经济政策和产业政策也是导致经济活动强度和产业结构的环境压力差异性的重要因素^[30-32]。

(二) 中国人地关系格局的区域划分

通过人文或自然地理界线对人地关系地域系统进行区划, 是全面认识人地关系区域差异及宏观格局的常用方法。立足于人文要素差异, 相关学说有胡焕庸线、博台线、T字形空间结构等。胡焕庸先生于1935年提出的胡焕庸线, 至今仍

是刻画中国自然环境条件对人口分布影响的重大发现。目前,中国人口城镇化和人口迁移并没有改变胡焕庸线的人口格局特征,胡焕庸线揭示的人口东密西疏格局在较长时期内不会发生根本性变化^[8]。方创琳基于城镇化格局提出将垂直于胡焕庸线的博台线(连接新疆博乐市与台湾省台北市)作为中国区域发展均衡线,发现博台线南北两侧人口、GDP、城镇化水平长期保持稳定并趋向于1:1的均衡发展格局^[33]。陆大道通过分析中国各地区资源、经济潜力分布等因素,在点-轴理论基础上提出了国土开发的“T”字形空间发展战略,明确了东部沿海地带和长江沿岸地带是国土开发和经济布局的战略重点^[34]。

从人地关系中的自然要素差异出发,相关的自然地理区划根据地形、地貌、温度带、降水等

因素划定(见表1)。早期的自然地理区划主要关注中国东西部自然条件差异,1954年林超、冯绳武等学者提出的中国综合自然地理区划方案^[35]和罗开富提出的中国自然地理区划方案均在一级地理区划方案中将中国划分为东、西两部分^[36]。1959年黄秉维先生在中国综合自然区划(草案)一级区划中提出了“三大区”(即东部季风区、青藏高原区、西北干旱区)的划分^[37],这对后来的中国自然地理和生态地理区划产生了深刻影响^[38-39]。相互借鉴的还有任美镔提出的8个自然区、23个自然地区、68个自然省和自然州组成的四级区划方案^[40];杨勤业、郑度等提出的11个温度带、21个干湿地区、49个自然区方案^[41];刘闯、石瑞香提出的中国四大生态地理区划方案^[39]等。

随着对中国自然与人文地理条件及其影响

表1 现有典型的中国国土空间格局区划方案

区划方案	提出者与提出时间	地理单元构成	主要的自然/人文地理要素
胡焕庸线	胡焕庸 1935年	黑河-腾冲线,将人地关系地域系统分为东南-西北半壁	人口密度、气候条件、地形地貌等
中国综合自然地理区划“两大区”	林超, 冯绳武 1954年	东、西两部分区划方案,在次级方案中进一步分为4地方、10大地区、31地区、105亚地区	气候条件、地形地貌、地质条件等
中国综合自然区划“三大区”	黄秉维 1959年	由3大自然区组成,其中3大自然区为东部季风区、青藏高原区、西北干旱区	气候条件、地形地貌、地质条件等
“T”字形格局	陆大道 1987年	由东部沿海地带和长江沿岸地带轴线构成的“T”字形格局	资源与经济潜力分布、城市依托、交通条件等
中国主体功能区划	樊杰 2015年	4类空间管制地域功能类型与4类主体功能区	水资源、土地资源、生态重要性、生态脆弱性、环境容量、灾害危险性、经济发展水平、人口集聚度、交通优势度等
中国人文地理综合区划	方创琳,刘海猛,罗奎,等 2017年	东北、华北、华东、华中、华南、西北、西南、青藏8个人文地理大区	自然环境、经济、人口、文化、民族、农业、交通、城镇化、聚落景观、行政区划
中国四大生态地理区	刘闯、石瑞香 2018年	东部季风生态地理区、西北干旱生态地理区、青藏高原生态地理区、南方热带岛屿生态地理区	降水、气温、地形地貌、植被、地质条件、土壤等
博台线	方创琳 2020年	以连接博乐市与台北市的博台线作为区域发展均衡线,将中国社会经济发展格局划分为西南与东北两半壁	人口、经济、城镇化水平、交通运输通道、城市群发展等

的认识不断深入, 基于自然要素或人文要素对宏观地理格局进行国土空间区划的研究比较成熟。近年来, 在国土空间优化布局的战略需求引领下, 综合考虑自然和人文等多种要素开展国土空间区划的研究逐渐增多, 但仍处于探索起步阶段。樊杰提出了由 9 类定量指标及 1 项定性指标构成的地域功能识别指标体系, 编制了中国主体功能区划方案^[42]; 方创琳等以自然、经济、人口、文化等要素为划分依据, 构建中国人文地理综合区划指标体系, 划分出 8 个人文地理大区和 66 个人文地理区^[43]。

当前, 我国国土空间区划、人文地理综合区划研究取得了丰硕成果, 对进一步认识人地关系具有重要意义, 但仍存在一定的不足, 主要表现为: (1) 已有区划主要关注不同区域的基础自然条件或社会经济特征差异, 而对关键资源利用状况及其时空演变缺乏全面分析; (2) 传统统计分析方法难以量化评价资源环境格局对不同区域人口及经济社会发展空间分异的影响程度; (3) 现有研究尚未对我国以“胡焕庸线”为界的资源环境格局东西差异和以“秦岭-淮河线”为界的资源环境格局南北差异进行系统分析。为此, 本文在前人研究基础上, 提出一种“人字形”资源环境格局, 旨在从资源环境视角刻画中国的宏观人地关系, 系统揭示区域资源利用与自然环境和经济社会要素的综合互动过程, 辨析人地关系地域系统的限制条件和影响因素, 对现有的人地关系区划研究进行有益补充与完善。

三、数据来源与研究方法

(一) 指标选取与数据来源

资源环境格局本质上是人类活动与资源环境交互作用的空间表现。一方面, 资源环境格局因自然本底条件的限制而存在稳定性; 另一方面, 它受到人类社会发展水平、资源利用方式的影响而不断发展变化。为此, 本文选取了自然环境与资源禀赋、资源消耗利用、经济社会三种要素来刻画中国资源环境新格局。数据来源于《中国城市统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》《中国能源统计年鉴》、各地级

市统计年鉴以及中国科学院资源环境科学与数据中心(见表 2)。其中, 社会经济类要素的时间范围为 1960—2017 年, 统计分析的时间间隔为 10 年; 因早期年份数据难以获取, 资源消耗利用数据、自然环境与资源禀赋要素选取 1990—2017 年的数据, 统计分析的时间间隔为 5 年。基于 2017

表 2 人地关系要素的选取及数据来源

要素类别	要素名称	数据来源
自然 环境	海拔高度	资源环境科学与数据中心
	温度带划分	资源环境科学与数据中心
	多年平均降雨量	资源环境科学与数据中心
资源 禀赋	与 铁矿石基础储量	《中国统计年鉴》
	煤炭基础储量	《中国统计年鉴》
	石油基础储量	《中国统计年鉴》
	水资源储量	《中国统计年鉴》
资源 消耗 利用	总能源消耗量	《中国能源统计年鉴》、 各地级市统计年鉴
	煤炭消耗量	《中国能源统计年鉴》、 各地级市统计年鉴
	原油消耗量	《中国能源统计年鉴》、 各地级市统计年鉴
	电力消耗量	《中国能源统计年鉴》、 各地级市统计年鉴
	水资源消耗量	《中国城市统计年鉴》、 各地级市统计年鉴
	耕地面积占市域面积比重	《中国城市统计年鉴》、 各地级市统计年鉴
社会 经济	学校分布密度	基于《中国城市统计年鉴》 数据计算得出
	医院分布密度	基于《中国统计年鉴》、 各省统计年鉴计算得出
	第三产业增加值占 GDP 比重	《中国区域经济统计年鉴》 《中国城市统计年鉴》
	年末总(户籍)人口	《中国城市统计年鉴》
	地区生产总值	《中国城市统计年鉴》、 各地级市统计年鉴
	固定资产投资额	《中国城市统计年鉴》、 各地级市统计年鉴

年数据,通过地理探测器模型识别了资源环境格局的约束条件和驱动因素。

(二) 地理探测器模型

区域人地关系特征识别及划分需遵循自然和人文地理因素相结合、综合分析和主导因素相结合、发生统一性、空间分布连续性、行政区划完整性等原则^[43-44]。本文立足中国东部与西部、南方与北方之间人地关系的差异性,将人地关系格局划分为东部北方、东部南方和西部三大区域,并检验三大区域人地关系的区内一致性和区间差异性,揭示其动态变化规律和形成机理。地理探测器是探测空间分异性并揭示其背后约束条件和驱动因素的一种统计学方法^[45],其核心思想基于以下假设:如果某个自变量对某个因变量有重要影响,那么自变量和因变量的空间分布应有相似性^[46]。当前,地理探测器已被运用到区域规划、公共健康、区域经济、地质、生态、环境等多领域^[47-50],主要分析各种现象的约束条件、驱动因素及其影响结果等,是一种成熟可靠的空间统计方法。

利用地理探测器的分异和因子探测功能,用 q 值度量探测某因素 X 在多大程度上解释了属性 Y 的空间分异^[45]。 q 值的表达式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (1)$$

式中, $h=1, \dots, L$ 为因素 X 的分层(Strata),即分类或分区; N_h 和 N 分别为层 h 和全区的单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别是层 h 和全区 Y 值的方差。 q 的值域为 $[0,1]$,值越大说明解释变量 X 对被解释变量 Y 空间分异性的解释作用越强, q 为1表明因素 X 完全控制了 Y 的空间分布。

q 值的一个简单变换满足非中心 F 分布^[51]:

$$F = \frac{N-1}{L-1} \frac{q}{1-q} \sim F(L-1, N-L; \lambda) \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{1}{\sigma^2} \left[\sum_{h=1}^L \bar{Y}_h^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{h=1}^L \sqrt{N_h} \bar{Y}_h \right)^2 \right] \quad (3)$$

式中 λ 为非中心参数, \bar{Y}_h 为层 h 的均值,根据式(2),可以检验 q 值是否显著。

本文采用的胡焕庸线矢量数据为黑河市与腾冲市政府驻地的连线,秦岭-淮河线数据来自中

国科学院资源环境科学与数据中心。在统计各区域核心要素占全国比重的过程中,因区域之间的真实地理边界与行政单元边界不完全重合,需根据行政区划完整性原则对区域边界进行一定调整。借助地理信息系统,对于被实际地理边界穿越的行政单元,根据其政府驻地所属区域确定整个行政单元所属区域,如表3所示。在确定基本统计单元时,从省级行政区至乡镇级行政区,基本统计单元的空间尺度越小,数据精度越高,调整后的区域边界越接近真实地理边界,但数据可获得性越差。综合考虑数据可靠性、真实性和可获得性,文中采用的各项统计指标以348个地级市(或直辖市、特别行政区)为基本空间单元。

四、“人字形”资源环境格局的基本特征

(一) “人字形”资源环境格局的自然本底和人口分布特征

自然条件和人口分布的“人字形”格局共同塑造了我国资源环境“人字形”格局。以胡焕庸线和秦岭-淮河线为界,我国地形、气候等自然条件和以人口为代表的社会经济条件都呈现出“人字形”空间分布格局(见图1)。从地形条件看,胡焕庸线以西,山地高峻,高原、沙漠、戈壁广布,海拔高,多数地带不利于人类定居和社会经济活动;胡焕庸线以东地区又表现出以秦岭-淮河线为界的南北区域差异,其中,东部北方以华北平原、东北平原等平原地形为主,东部南方则以山地丘陵、盆地为主。从降水和温度条件看,胡焕庸线与400 mm年等降水量线相吻合,是中国半干旱地区与半湿润地区的过渡带,胡焕庸线以西的大部分地区年降水量在400 mm以下,为低温高寒地区;秦岭-淮河线与800 mm年等降雨量线和1月份0℃等温线基本重合,以秦岭-淮河线为界的东部北方和东部南方存在明显的水热条件差异。从人口分布特征看,我国人口密集地区、重要城市群均分布在胡焕庸线以东;秦岭-淮河线以北,人口密集区广布于华北平原;秦岭-淮河线以南,人口主要集聚于长三角、珠三角、闽东南城市群、成渝城市群。

表3 行政单元在“人字形”格局中所属的地理区域

行政单元	行政单元名称
所属地理区域	
西部 地区	<p>呼和浩特市、包头市、乌海市、鄂尔多斯市、呼伦贝尔市、巴彦淖尔市、乌兰察布市、锡林郭勒盟、阿拉善盟、大兴安岭地区、阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州、怒江傈僳族自治州、迪庆藏族自治州、拉萨市、昌都市、山南市、日喀则市、那曲市、阿里地区、林芝市、榆林市、兰州市、嘉峪关市、金昌市、白银市、天水市、武威市、张掖市、平凉市、酒泉市、定西市、临夏回族自治州、甘南藏族自治州、西宁市、海东市、海北藏族自治州、海南藏族自治州、果洛藏族自治州、玉树藏族自治州、海西蒙古族藏族自治州、银川市、石嘴山市、吴忠市、固原市、中卫市、乌鲁木齐、克拉玛依市、吐鲁番市、哈密市、昌吉回族自治州、博尔塔拉蒙古自治州、巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区、喀什地区、和田地区、伊犁哈萨克自治州、塔城地区、阿勒泰地区、克孜勒苏柯尔克孜自治州(61个)</p>
东部 北方	<p>北京市、天津市、石家庄市、唐山市、秦皇岛市、邯郸市、邢台市、保定市、张家口市、承德市、沧州市、廊坊市、衡水市、太原市、大同市、阳泉市、长治市、晋城市、朔州市、晋中市、运城市、忻州市、临汾市、吕梁市、赤峰市、通辽市、兴安盟、沈阳市、大连市、鞍山市、抚顺市、本溪市、丹东市、锦州市、营口市、阜新市、辽阳市、盘锦市、铁岭市、朝阳市、葫芦岛市、长春市、吉林市、四平市、辽源市、通化市、白山市、松原市、白城市、延边朝鲜族自治州、哈尔滨市、齐齐哈尔市、鸡西市、鹤岗市、双鸭山市、大庆市、伊春市、佳木斯市、七台河市、牡丹江市、黑河市、绥化市、徐州市、连云港市、淮安市、盐城市、宿迁市、淮北市、阜阳市、宿州市、亳州市、济南市、青岛市、淄博市、枣庄市、东营市、烟台市、潍坊市、济宁市、泰安市、威海市、日照市、莱芜市、临沂市、德州市、聊城市、滨州市、菏泽市、郑州市、开封市、洛阳市、平顶山市、安阳市、鹤壁市、新乡市、焦作市、濮阳市、许昌市、漯河市、三门峡市、南阳市、商丘市、周口市、驻马店市、西安市、铜川市、宝鸡市、咸阳市、渭南市、延安市、商洛市、庆阳市、陇南市(113个)</p>
东部 南方	<p>上海市、南京市、无锡市、常州市、苏州市、南通市、扬州市、镇江市、泰州市、杭州市、宁波市、温州市、嘉兴市、湖州市、绍兴市、金华市、衢州市、舟山市、台州市、丽水市、合肥市、芜湖市、蚌埠市、淮南市、马鞍山市、铜陵市、安庆市、黄山市、滁州市、六安市、池州市、宣城市、福州市、厦门市、莆田市、三明市、泉州市、漳州市、南平市、龙岩市、宁德市、南昌市、景德镇市、萍乡市、九江市、新余市、鹰潭市、赣州市、吉安市、宜春市、抚州市、上饶市、巢湖市、信阳市、武汉市、黄石市、十堰市、宜昌市、襄阳市、鄂州市、荆门市、孝感市、荆州市、黄冈市、咸宁市、恩施土家族苗族自治州、长沙市、株洲市、湘潭市、衡阳市、邵阳市、岳阳市、常德市、张家界市、益阳市、郴州市、永州市、怀化市、娄底市、湘西土家族苗族自治州、广州市、韶关市、深圳市、珠海市、汕头市、佛山市、江门市、湛江市、茂名市、肇庆市、惠州市、梅州市、汕尾市、河源市、阳江市、清远市、东莞市、中山市、潮州市、揭阳市、云浮市、南宁市、柳州市、桂林市、梧州市、北海市、防城港市、钦州市、贵港市、玉林市、百色市、贺州市、河池市、来宾市、崇左市、海口市、三亚市、重庆市、成都市、自贡市、攀枝花市、泸州市、德阳市、绵阳市、广元市、遂宁市、内江市、乐山市、南充市、眉山市、宜宾市、广安市、达州市、雅安市、巴中市、资阳市、凉山彝族自治州、贵阳市、六盘水市、遵义市、安顺市、铜仁市、黔西南布依族苗族自治州、毕节市、黔东南苗族侗族自治州、黔南布依族苗族自治州、昆明市、曲靖市、玉溪市、保山市、昭通市、丽江市、普洱市、临沧市、楚雄彝族自治州、红河哈尼族彝族自治州、文山壮族苗族自治州、西双版纳傣族自治州、大理白族自治州、德宏傣族景颇族自治州、汉中市、安康市、随州市、台北市、新北市、桃园市、台中市、台南市、高雄市、基隆市、新竹市、嘉义市、香港特别行政区、澳门特别行政区(174个)</p>

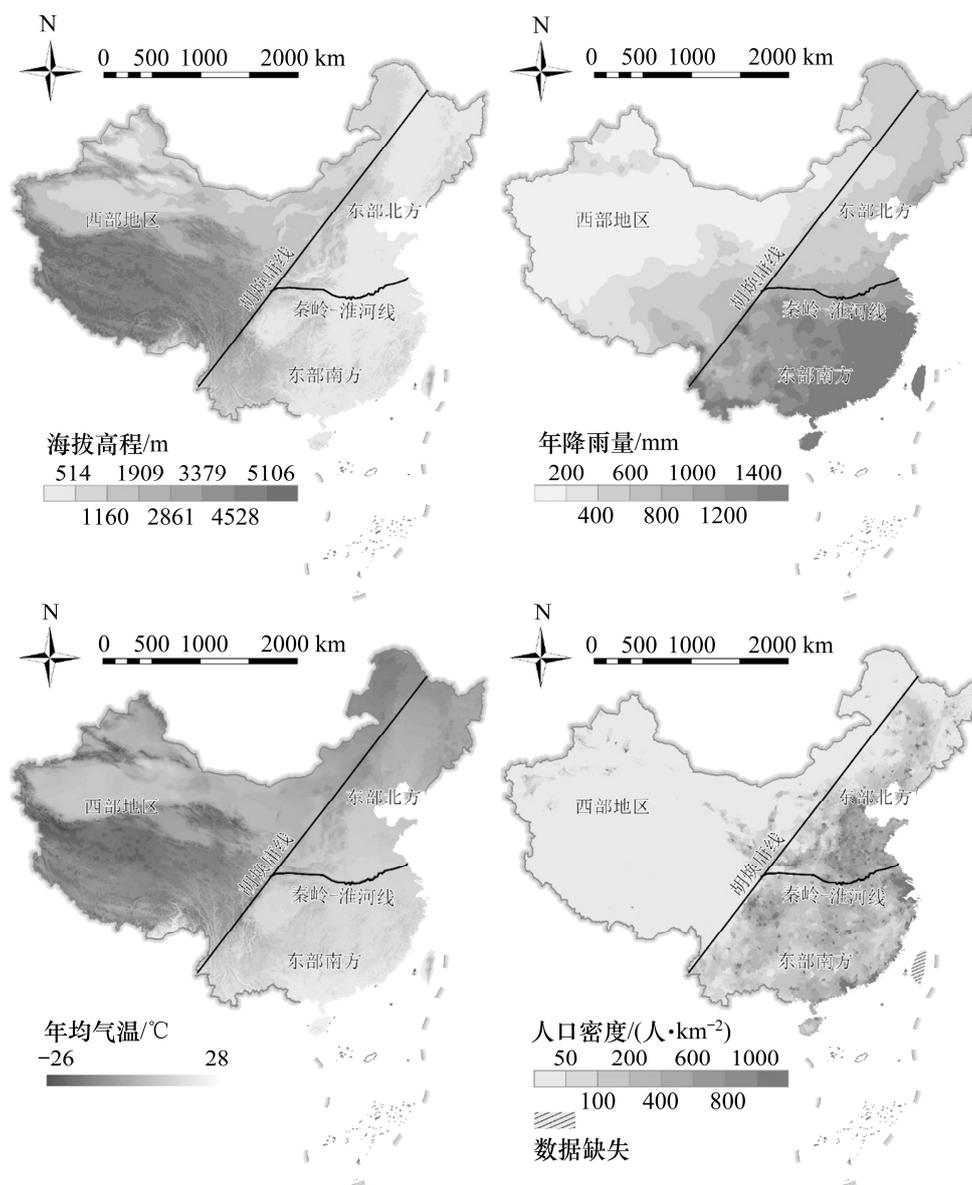


图1 “人字形”格局的自然本底和人口分布特征

注:本图基于国家自然资源部标准地图服务系统标准地图(审图号:GS(2020)4619号)绘制,底图无修改。

(二) 时空演变特征

在综合自然条件和资源环境承载力等因素影响下,“人字形”格局三大区域的人口分布特征长期保持稳定(见图2)。西部地区人口占全国比重保持缓慢增长趋势,从1960年的4.7%上升至2017年的6.2%;东部北方和东部南方人口占全国比重分别在40%和54%上下波动。在东部北方和东部南方,大城市和城市群的人口极化效应不断增强,区域内部人口集中化趋势明显,人口向京津冀、珠三角、长三角等少数地区集聚,而东北三省则出现人口负增长现象^[9-10]。

三大区域的经济贡献总体较为稳定,但时有波动变化(见图3)。西部地区GDP占全国比重在5%上下波动,东部北方和东部南方地区的GDP占比则随着不同时期国家政策、生产要素、资源组合、对外开放程度等变化呈现出“此消彼长”趋势。1979年,党中央、国务院批准在深圳、珠海、厦门、汕头试办经济特区,东部南方的福建省和广东省成为全国最早对外开放省份。受益于较早对外开放和靠近港、澳,便于与国际接轨,1980—2000年东部南方地区GDP占比上升了2.2个百分点,而东部北方地区GDP占比下降了3.6

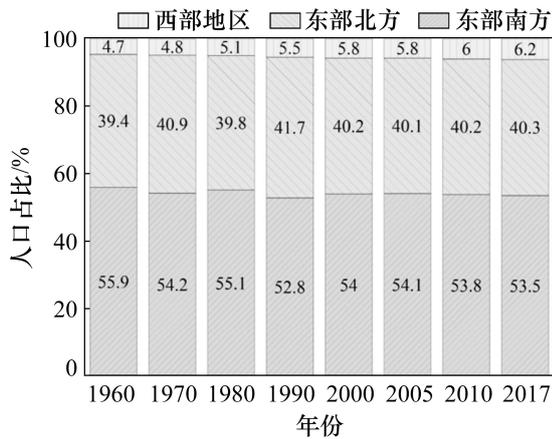


图2 1960—2017年中国三大区域人口占比

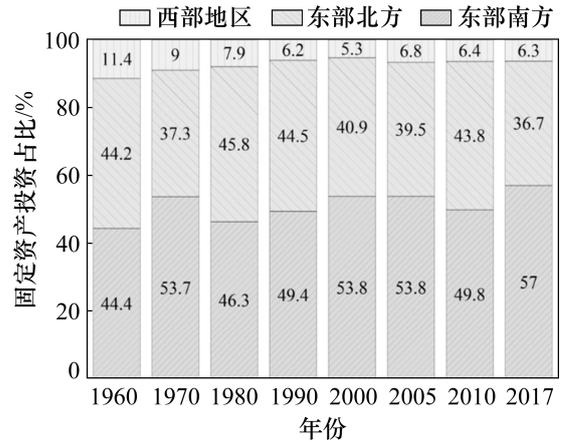


图4 1960—2017年中国三大区域固定资产投资占比

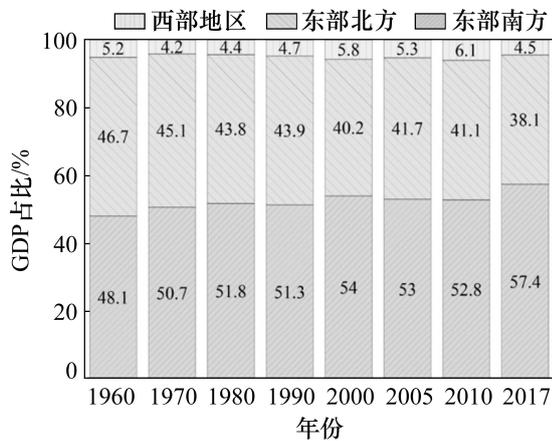


图3 1960—2017年中国三大区域GDP占比

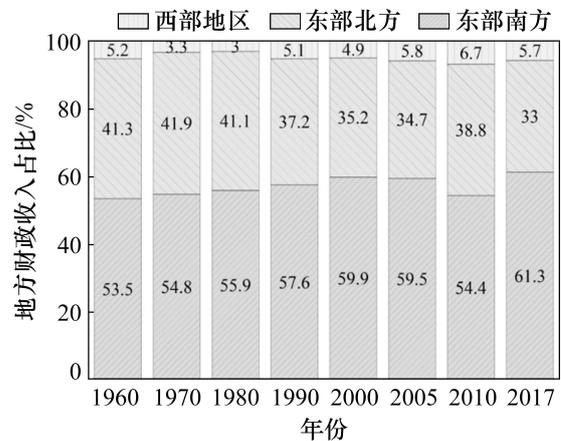


图5 1960—2017年中国三大区域地方财政收入占比

个百分点。2000—2010年,在东北振兴等发展战略引领下,东部北方GDP占比回升,上涨了0.9个百分点,同时东部南方GDP占比下降1.2个百分点。2010年后,东部北方经济增长过于依赖要素、投资驱动的弊端显现,产业结构调整压力加大,经济增速放缓。2010—2017年东部北方GDP占比下降了3个百分点,同期东部南方GDP占比又上升了4.6个百分点。

三大区域的其他社会经济发展指标如固定资产投资额、地方财政收入占比等变化情况基本与GDP占比变化趋势相同(见图4、图5)。1980—2000年,东部南方地区享受先行改革和对外开放红利,固定资产投资占比和地方财政收入占比分别上升7.5个百分点和4个百分点,同期,东部北方固定资产投资额占比和地方财政收入占比分别下降4.9个百分点和5.9个百分点。2008

年金融危机后,国家出台了多轮投资政策,更多支持国家层面基础设施、资本投入型产业体系再造和房地产开发等,东部北方的固定资产投资额占比一度回升,2010年东部北方固定资产投资额相较于2005年上升了4.3个百分点,然而,投资份额增加并未带来GDP份额的增加,2005—2010年东部北方GDP占比反而下降了0.6个百分点。2010—2017年,东部北方固定资产投资额占比、地方财政收入占比分别大幅下降7.1和5.8个百分点,同期东部南方固定资产投资额占比、地方财政收入占比分别上升7.2和6.9个百分点。长期看,“人字形”格局的三大区域社会经济份额保持稳定,近期东部北方经济份额的下降只是反映了区域发展的短期结构性危机。

(三) 关键资源利用特征

通过对三大区域水资源、耕地资源、能矿资

源的利用格局分析,可以发现在空间上各类资源利用均呈现出东多西少态势。南北方之间因资源禀赋、经济发展状况等差异,各类资源利用状况并不相同,如耕地资源更多地集中于北方地区,北方的煤炭和原油消耗也较为密集,总能源消耗量的分布在南北方之间则相对均衡。在时间变化趋势上,水资源消耗量、耕地资源消耗量受自然条件制约,各区域水土资源消耗比重长期保持稳定(表4),而各区域能矿资源消耗比重随着不同时期发展政策、经济形势等变化,呈现出上下波动态势(见图6)。

三大区域水资源消耗量在全国占比自2000年以来基本保持不变。东部北方地区是水资源最短缺的区域,水资源消耗量占全国比重保持在31%左右,而东部北方人口占全国比重约为40%,人口分布与水资源消耗之间存在错配。西部地区干旱少雨,水资源供应主要来源于高山冰雪融水和地下水,水资源总量少。2000年以来,西部地

表4 1990—2017年三大区域水资源消耗量、耕地面积占全国比重

年份	水资源消耗量占比/%			耕地面积占比/%		
	西部 地区	东部 北方	东部 南方	西部 地区	东部 北方	东部 南方
1990	—	—	—	12.3	52.2	35.4
1995	—	—	—	12.5	53.9	33.6
2000	16.8	32.1	51.2	13.3	53.8	32.9
2005	15.8	29.8	54.4	13.1	53.6	33.3
2010	14.5	31.3	54.3	13.2	54.4	32.4
2017	14.5	31.5	54.0	13.2	53.9	32.9

区水资源消耗量占全国比重稳定在15%左右。东部南方水资源在“人字形”格局三大区域中最为丰沛,2000年以来水资源消耗量占全国比重稳定在54%左右。

受我国地形、土壤、温度、降水等自然因素和耕地保护政策的影响,三大区域的耕地面积占

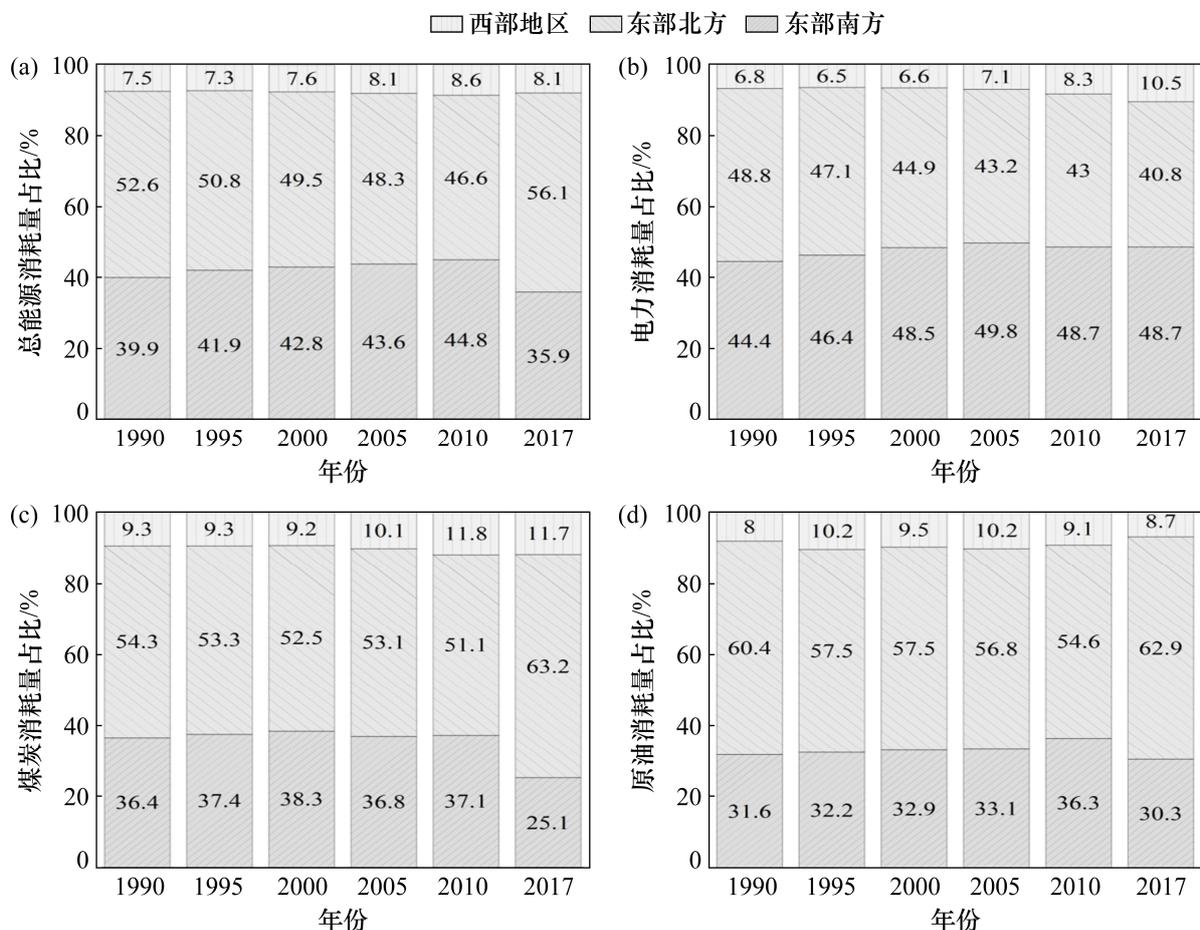


图6 三大区域各类能源消耗量占比

全国比重非常稳定。东部北方平原广布, 耕地面积占比最高, 稳定在 54% 上下, 华北平原、东北平原的广阔耕地是我国重要的粮食产区; 东部南方地处亚热带, 水热条件适宜作物种植, 但以低山丘陵为主的地形使得东部南方耕地更加细碎化, 耕地总面积低于东部北方, 占全国耕地面积的比重稳定在 33% 左右; 西部地区的耕地主要分布在新疆维吾尔自治区水源相对丰富的伊犁、喀什、昌吉、塔城等地, 总耕地面积占全国比重约为 13%。三大区域的各类能源消耗量占比受经济发展、产业结构、资源禀赋等多因素的影响, 波动较大。电力消费量占比呈现出西部地区和东部南方占比波动上升, 东部北方地区占比波动下降趋势。1990—2018 年西部地区、东部南方电力消费占比分别上涨 3.7 和 4.3 个百分点, 东部北方电力消费占比下降 8 个百分点。煤炭和原油消耗量与总能源消耗量占比的变化趋势相同, 西部地区占比保持稳定, 1990—2015 年东部北方占比下降、东部南方占比上升, 2015—2018 年东部北方占比回升、东部南方占比下降。值得注意的是, 2015 年以来东部北方在 GDP 占比下降背景下, 其总能源消耗量、煤炭消耗量、原油消耗量的占比均增加了 10 个百分点以上, 说明东部北方仍有许多高耗能、低效益的落后产业, 能源利用低效化问题亟待解决。

五、“人字形”资源环境格局的约束-驱动因素分析

(一) 资源环境新格局对人口分布的影响

在全国层面上, 自然资源、自然环境及社会经济条件等多种影响因素对人口空间分布均有显著影响。自然环境类因素中, 海拔、温度带、降水的影响力均较大。资源禀赋类因素中, 能矿资源的影响力弱于耕地资源和水资源。耕地面积占市域面积比重既反映地区粮食供给能力, 又反映其水、热、土质等综合自然条件, 耕地占比高的地区往往气候适宜、山地较少, 集聚了大量人口, 人类定居历史悠久。相较于能矿资源, 水资源跨区域调配运输较为困难, 水资源储量成为人口空间分布的主要驱动因素, 也表现了“依水筑

城”的历史过程。社会经济类因素中, 学校密度和固定资产投资额的影响较大, 其中学校密度反映了地区公共服务供应状况, 固定资产投资额反映了政府发展政策导向和地区经济效益。第三产业产值占比因素的 q 值仅为 0.06, 说明产业结构对人口分布的影响较小(见表 5)。

横向对比三大区域各种影响因素 q 值, 可以发现其对不同区域人口分布的影响存在较大差异。在东部北方, 温度带分区因素 q 值较高(q 值为 0.48), 原因在于东部北方横跨了中温带和南温带, 位于中温带的东北平原人口密度显著低于位于南温带的华北平原。降雨量、水资源储量因素 q 值在东部北方较高, 水资源供需矛盾突出是东部北方人口分布的重要限制条件。

西部地区固定资产投资额对人口分布的影响远低于东部北方和东部南方, 反映出西部地区固定资产投资促进人口集聚的作用相对较弱。自 1999 年西部大开发战略实施以来, 中央和地方政府出台了税收优惠、财政转移支付、基础设施投入、信贷优惠与环境保护等诸多优惠政策^[15], 但既有政策激励过度偏重固定资产投资和能源与资源开发, 忽视了体制改革和软环境建设, 导致人才流失问题突出^[16], 人口增长格局过于分散, 难以向少数优势城镇集聚^[9-10]。

东部南方地区铁矿石、煤炭和石油等丰富资源禀赋因素对人口分布的影响极低(q 值分别为 0.01、0.01、0.02), 而其学校密度、三产占比对人口分布的驱动作用在三大区域中最大, 导致东部南方的人口集聚更加依赖于地区公共服务条件的改善和产业结构向第三产业转型。

(二) 资源环境新格局对地区经济增长的影响

相对于人口空间分布, 自然条件、资源禀赋类因素对地区经济增长格局的影响较弱, 而社会经济类因素对地区经济增长格局的影响更强(见表 6)。随着技术进步, 部分经济活动如高速公路和高铁建设、大数据及云计算运营、互联网商务逐渐突破了海拔、温度带、降水等自然条件的限制, 交通网络的完善也使得地区产业发展不必完全依赖本地能矿资源。

通过横向对比三大区域的 q 值, 可以发现东

表5 人口分布影响因素的因子探测结果

	全国		西部地区		东部北方		东部南方	
	<i>q</i> 值	<i>p</i> 值						
海拔高度	0.37	0.00	0.12	0.00	0.15	0.00	0.15	0.00
温度带分区	0.33	0.00	0.07	0.00	0.48	0.00	0.07	0.00
多年平均降雨量	0.32	0.00	0.05	0.00	0.20	0.00	0.04	0.00
铁矿石基础储量	0.11	0.00	0.00	0.28	0.19	0.00	0.01	0.02
煤炭基础储量	0.03	0.00	0.10	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01
石油基础储量	0.10	0.00	0.16	0.00	0.25	0.00	0.02	0.00
耕地面积占比	0.35	0.00	0.16	0.00	0.42	0.00	0.21	0.00
水资源储量	0.33	0.00	0.04	0.00	0.13	0.00	0.07	0.00
学校密度	0.21	0.00	0.00	0.23	0.12	0.00	0.38	0.00
医院密度	0.08	0.00	0.00	0.23	0.10	0.00	0.05	0.00
第三产业产值占比	0.06	0.00	0.05	0.00	0.06	0.03	0.17	0.00
固定资产投资额	0.71	0.00	0.42	0.00	0.72	0.00	0.64	0.00

注：*q* 值的值域为[0,1]，值越大说明解释变量 *X* 对被解释变量 *Y* 空间分异性的解释力越强，*q* 值为 1 表明因素 *X* 完全控制了 *Y* 的空间分异，*q* 值为 0 时因素 *X* 对被解释变量 *Y* 完全没有影响；*p* 值表征了 *q* 统计量的显著性， $p < 0.05$ ，说明 *q* 值统计显著性水平达到 5%， $p < 0.01$ ，说明 *q* 值统计显著性水平达到 1%，下表同。

表6 GDP 分布影响因素的因子探测结果

	全国		西部地区		东部北方		东部南方	
	<i>q</i> 值	<i>p</i> 值						
海拔高度	0.11	0.00	0.06	0.00	0.07	0.00	0.05	0.00
温度带分区	0.10	0.00	0.09	0.00	0.20	0.00	0.04	0.00
多年平均降雨量	0.09	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.02	0.01
铁矿石基础储量	0.05	0.00	0.00	0.06	0.36	0.00	0.00	0.38
煤炭基础储量	0.00	0.41	0.07	0.00	0.02	0.02	0.01	0.05
石油基础储量	0.05	0.00	0.03	0.00	0.32	0.00	0.00	0.41
耕地面积占比	0.08	0.00	0.18	0.00	0.11	0.00	0.06	0.00
水资源储量	0.10	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00
学校密度	0.45	0.00	0.00	0.43	0.14	0.00	0.53	0.00
医院密度	0.11	0.00	0.00	0.43	0.49	0.00	0.07	0.00
第三产业产值占比	0.06	0.00	0.06	0.00	0.37	0.00	0.23	0.00
固定资产投资额	0.84	0.00	0.78	0.00	0.75	0.00	0.85	0.00

部北方地区资源禀赋类因素的影响效应远高于全国水平以及西部和东部南方地区水平，单位面积铁矿石和石油的地均基础储量 *q* 值高达 0.36 和 0.32。自计划经济时期以来，东部北方形成了重化工业主导的产业结构，钢铁、金属采选加工、石油炼制等产业至今仍是很多城市的主导产业，

能矿资源禀赋对东部北方经济的增长驱动作用仍较强。三产占比、医院密度、固定资产投资额因素的 *q* 值较高，反映出产业结构转型有利于东部北方地区城市经济发展，公共服务完善、第三产业发达、投资环境良好的城市拥有较高的经济发展水平。

东部南方地区经济增长的主要驱动因素是社会经济条件, 而自然条件和资源禀赋因素的约束力较小。其学校密度的 q 值为 0.53, 在全国三大区域中最高, 且三产占比因素的影响效应也较强(q 值为 0.37), 这说明教育基础设施完善和第三产业发展对于提高东部南方城市经济密度具有很强的促进作用。

西部地区经济增长的驱动因素相对东部存在较大差异, 资源禀赋类因素的影响相对较强, 经济活动的资源依赖性特征明显。其耕地因素 q 值为 0.18, 高于东部北方和东部南方地区; 煤炭和石油储量因素的 q 值高于全国水平。西部大开发战略实施后, 西部地区产业发展水平有了明显提高, 形成以能源化工、矿产资源开发及加工、特色农产品为主的产业体系, 但产业结构调整仍然以重化工业为主导, 资源依赖性强^[30]。

六、主要结论与建议

(一) 主要结论

本文提出了一种刻画资源环境特征的“人字形”空间新格局, 试图从人地关系视角揭示中国三大区域内的资源利用、自然环境、社会经济要素之间的互动过程及其影响因素, 是对地理空间区划的一项新尝试。研究发现:

(1) “人字形”资源环境格局中三大区域的人口比重、水资源消耗量和耕地面积的占比长期保持稳定, 而 GDP、固定资产投资、地方财政收入、能源消耗量等在各区域的比重受到产业结构、资源禀赋、发展政策、区域布局等因素的影响在不同时期出现波动; 2010 年来东部北方地区的 GDP 和固定资产投资占比均出现下降, 但其能源消耗的比重有所上升, 这一定程度上反映了东部北方地区现有经济发展方式存在效益不足和能源浪费的问题。

(2) “人字形”资源环境格局的人口空间分布呈现东密西疏特征, 这是由自然环境条件强约束所决定的, 且在未来仍将难以改变。东部北方地区人口空间分布受水资源丰裕程度的显著影响,

水资源供需矛盾是该地区的重要限制因素; 东部南方地区的人口空间分布主要受三产结构和学校密度等因素的影响; 而固定资产投资对西部地区人口集聚的促进作用远比东部北方和东部南方等地区更弱。

(3) 在“人字形”资源环境格局中, 区域自然环境条件对经济活动空间分布(表现为单位面积 GDP)的约束较小。能矿资源禀赋和区位及投资等条件对经济活动分布有明显影响。社会经济条件中的医院和学校密度以及三产比重在东部北方和东部南方等地区都具有很强的影响作用, 基础设施条件和产业结构转型政策有助于推动上述地区经济活动的空间集聚; 西部地区资源禀赋条件对其经济活动分布的影响较为明显, 具有显著的资源依赖特征。

(二) 建议

在“美丽中国”和生态文明建设的国家需求引领下, 自然资源利用与保护将进一步塑造我国的资源环境新格局^[52]。“人字形”资源环境格局清晰地刻画了宏观区域自然环境、资源禀赋、社会经济条件等因素的交互关联过程, 也能更全面识别区域发展的东西、南北之间的差异, 为缩小区域不平衡发展提供新视角。长期看, 西部、东部南方和东部北方等地区之间各种约束条件和驱动因素基本保持不变, 但东部北方与东部南方地区的 GDP 和资源消耗量等比重在短期出现波动, 反映了南北地区之间不均衡有扩大化趋势。近 10 年来, 东部北方地区与东部南方地区的经济活力和资源利用效率之间的差距进一步拉大。为此, 建议我国“十四五”时期及未来的自然资源利用与保护应该立足于区域自然资源与生态环境本底条件, 遵循各区域的水土、能矿等自然资源禀赋和光、温、热等自然条件分布规律, 采取差别化的自然资源管理政策与策略, 优化区域生产、生活、生态等空间布局, 缩小三大区域之间的发展差距。基于“人字形”资源环境格局及其区域异质性特征, 制订不同的自然资源利用与保护策略。例如, 西部地区侧重新能源利用和生态环境保护, 提高关键资源利用效率^[53]; 东部北方地区优化能源及原材料产业, 保护黑土地资源

和稳定粮食生产;东部南方地区则重点促进大宗战略性有色金属、“三稀”矿产资源、特色农业资源等的合理利用,推进典型自然生态环境修复工作。未来还可以基于新时代自然资源综合管理需要适时开展国土空间区划研究与调整,提出更详细的次级区划方案,明确各次级区域在生态保护修复、自然资源利用和国土空间规划上的重大问题与发展方向。

参考文献:

- [1] 张文忠, 余建辉, 王岱, 等. 中国资源型城市可持续发展研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 29-39.
- [2] 李小云, 杨宇, 刘毅. 中国人地关系演进及其资源环境基础研究进展[J]. 地理学报, 2016, 71(12): 2067-2088.
- [3] 刘毅, 杨宇. 中国人口、资源与环境面临的突出问题及应对新思考[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(2): 248-257.
- [4] 习近平. 国家中长期经济社会发展战略若干重大问题[EB/OL]. (2020-10-31) [2021-04-09]. http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c_1126680390.htm, 2020.
- [5] SUN X D, LI J S, QIAO H, et al. Energy implications of China's regional development: New insights from multi-regional input-output analysis[J]. Applied Energy, 2017, 196(1): 118-131.
- [6] 杨芳. 李克强之问: “胡焕庸线”怎么破?[EB/OL]. (2014-11-29) [2021-04-09]. http://www.gov.cn/xinwen/2014-11/29/content_2784676.htm, 2014.
- [7] 陆大道, 王铮, 封志明, 等. 关于“胡焕庸线能否突破”的学术争鸣[J]. 地理研究, 2016, 35(5): 805-824.
- [8] 陈明星, 李扬, 龚颖华, 等. 胡焕庸线两侧的人口分布与城镇化格局趋势——尝试回答李克强总理之问[J]. 地理学报, 2016, 71(2): 179-193.
- [9] 戚伟, 刘盛和, 赵美凤. “胡焕庸线”的稳定性及其两侧人口集疏模式差异[J]. 地理学报, 2015, 70(4): 551-566.
- [10] 李佳泓, 陆大道, 徐成东, 等. 胡焕庸线两侧人口的空间分异性及其变化[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 148-160.
- [11] LI Y R, WANG J, LIU Y S, et al. Problem regions and regional problems of socioeconomic development in China: A perspective from the coordinated development of industrialization, informatization, urbanization and agricultural modernization[J]. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(6): 1115-1130.
- [12] 谭德明, 何红渠. 基于 MRIO 的中国区域投资诱发的经济增长及能源消耗的对比分析[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2017, 23(3): 115-121.
- [13] ZHANG H, LAHR M L. China's energy consumption change from 1987 to 2007: A multi-regional structural decomposition analysis[J]. Energy Policy, 2014, 67(1): 682-693.
- [14] ZHANG B, QIAO H, CHEN Z M, et al. Growth in embodied energy transfers via China's domestic trade: Evidence from multi-regional input-output analysis[J]. Applied energy, 2016, 184(1): 1093-1105.
- [15] 徐辉, 陈明, 余加丽, 等. 中国区域经济的天平怕是难以南北平衡了[EB/OL]. (2022-04-08) [2021-04-09]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1663375032873511040&wfr=spider&for=pc>, 2020.
- [16] 蔺雪芹, 王岱. 中国城市空气质量时空演化特征及社会经济驱动力[J]. 地理学报, 2016, 71(8): 1357-1371.
- [17] 陆大道, 贾绍凤, 白永平. 中国北方地区用水进入低增长和微增长阶段的必要性和可能性[J]. 地理研究, 2014, 33(2): 203-213.
- [18] BAUCH C T, SIGDEL R, PHARAON J, et al. Early warning signals of regime shifts in coupled human-environment systems[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2016, 113(51): 14560-14567.
- [19] RAYMOND C M, SINGH G G, KARINA B, et al. Ecosystem services and beyond: Using multiple metaphors to understand human-environment relationships[J]. Bioscience, 2013(7): 536-546.
- [20] 刘东, 封志明, 杨艳昭. 基于生态足迹的中国生态承载力供需平衡分析[J]. 自然资源学报, 2012, 27(4): 614-624.
- [21] 王黎明, 张少辉, 张大泉. 基于公里格网的中国人地关系紧张度定量模拟[J]. 地理研究, 2007(3): 425-432, 637-638.
- [22] 杨宇, 李小云, 董雯, 等. 中国人地关系综合评价的理论模型与实证[J]. 地理学报, 2019, 74(6): 1063-1078.
- [23] 刘雁慧, 李阳兵, 梁鑫源, 等. 中国水资源承载力评价及变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(5): 1080-1091.
- [24] 刘东, 封志明, 杨艳昭, 等. 中国粮食生产发展特征及土地资源承载力空间格局现状[J]. 农业工程学报, 2011, 27(7): 1-6, 398.
- [25] 张永勋, 李先德. 水土资源匹配视角下中国省域农产

- 品供需平衡分析及其政策启示[J]. 自然资源学报, 2021, 36(6): 1573-1587.
- [26] 席焜, 袁国华. 中国资源环境承载力水平的空间差异性分析[J]. 资源与产业, 2017, 19(1): 78-84.
- [27] DONG K, SUN R, HOCHMAN G, et al. Energy intensity and energy conservation potential in China: A regional comparison perspective[J]. Energy, 2018, 155(15): 782-795.
- [28] WANG S, ZHOU C, WANG Z, et al. The characteristics and drivers of fine particulate matter(PM 2.5) distribution in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 142(4): 1800-1809.
- [29] LI K, FANG L, HE L. How population and energy price affect China's environmental pollution?[J]. Energy Policy, 2019, 129(1): 386-396.
- [30] 刘瑞明, 赵仁杰. 西部大开发: 增长驱动还是政策陷阱——基于 PSM-DID 方法的研究[J]. 中国工业经济, 2015(6): 32-43.
- [31] SUEYOSHI T, YUAN Y. China's regional sustainability and diversified resource allocation: DEA environmental assessment on economic development and air pollution[J]. Energy Economics, 2015, 49(5): 239-256.
- [32] 李振泉. 人地关系论[M]. 李旭旦. 人文地理学论丛. 北京: 人民教育出版社, 1985: 37-46.
- [33] 方创琳. 博台线——中国区域发展均衡线的重要功能与建设构想[J]. 地理学报, 2020, 75(2): 211-225.
- [34] 陆大道. 论区域的最佳结构与最佳发展——提出“点-轴系统”和“T”型结构以来的回顾与再分析[J]. 地理学报, 2001(2): 127-135.
- [35] 林超. 中国自然地理区划大纲(摘要)[J]. 地理学报, 1954, 20(4): 395-418.
- [36] 罗开富. 中国自然地理分区草案[J]. 地理学报, 1954, 20(4): 379-394.
- [37] 黄秉维. 中国综合自然区划草案[J]. 科学通报, 1959(18): 594-602.
- [38] 傅伯杰, 刘国华, 陈利顶, 等. 中国生态区划方案[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 1-6.
- [39] 刘闯, 石瑞香. 中国四大生态地理区的划分及其界线数据研究[J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(1): 42-50, 173-181.
- [40] 任美镔, 杨纫章. 从矛盾论观点论中国自然区划的若干理论问题——再论中国自然区划问题[J]. 南京大学学报(地理学), 1963(2): 1-12.
- [41] 杨勤业, 郑度, 吴绍洪. 中国的生态地域系统研究[J]. 自然科学进展, 2002, 12(3): 287-291.
- [42] 樊杰. 中国主体功能区划方案[J]. 地理学报, 2015, 70(2): 186-201.
- [43] 方创琳, 刘海猛, 罗奎, 等. 中国人文地理综合区划[J]. 地理学报, 2017, 72(2): 179-196.
- [44] 刘燕华, 郑度, 葛全胜, 等. 关于开展中国综合区划研究若干问题的认识[J]. 地理研究, 2005(3): 321-329.
- [45] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134.
- [46] WANG J F, HU Y. Environmental health risk detection with GeogDetector[J]. Environmental Modelling & Software, 2012, 33(1): 114-115.
- [47] 刘彦随, 杨忍. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理[J]. 地理学报, 2012, 67(8): 1011-1020.
- [48] JU H R, ZHANG Z X, ZUO L J, et al. Driving forces and their interactions of built-up land expansion based on the geographical detector—a case study of Beijing, China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2016, 30(11): 2188-2207.
- [49] LOU C R, LIU H Y, LI Y F, et al. Socioeconomic drivers of PM2.5 in the accumulation phase of air pollution episodes in the Yangtze River delta of China[J]. International Journal of Environmental Research & Public Health, 2016, 13(10): 1-19.
- [50] WANG T, SONG H, WANG F, et al. Hysteretic effects of meteorological conditions and their interactions on particulate matter in Chinese cities[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 274(1): 1-13.
- [51] WANG J F, ZHANG T L, FU B J. A measure of spatial stratified heterogeneity[J]. Ecological Indicators, 2016, 67(1): 250-256.
- [52] 沈镭, 钟帅, 胡纾寒. 新时代中国自然资源研究的机遇与挑战[J]. 自然资源学报, 2020, 35(8): 1773-1788.
- [53] 贺俊, 范小敏. 资源诅咒、产业结构与经济增长——基于省际面板数据的分析[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2014, 20(1): 34-40.

Analysis on the stability and influencing factors of the new territorial pattern in resources and environment of China

SHEN Lei^{1,2,3}, AN Li^{1,3}, ZHONG Shuai^{1,3}

- (1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;
2. Key Laboratory of Carrying Capacity Assessment for Resource and Environment, Beijing 101149, China;
3. University of Chinese Academy Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Resource-environment pattern is the spatial epitome of human-land relationship, which reflects the effect of resource endowment and resource utilization intensity on social-economic development in different regions. Based on the panel data of prefecture level cities in China from 1960 to 2017, this study analyzes the socio-economic and resource-utilizing characteristics of the “herringbone” pattern bounded by “Hu Huanyong line” and “Qinling Huaihe line”, and explores the influencing factors of the new resource-environment pattern. The results show that: “Herringbone” pattern reflects the unique law of coordinated development of human-land relationship in China, which is the result of China’s regional social and economic development constantly adapting to diversified natural environment and resource endowment; In “herringbone” pattern, the population distribution characteristics of each region remain stable for a long time, and the proportion of GDP, resource consumption and other factors in each region fluctuate periodically due to the influence of resource endowment and development policies; the long-term constraints of resource and environment shaped the East-West and North-South differentiation pattern of China’s regional development, forming the spatial heterogeneity characteristics of “herringbone” pattern. In the future, by adopting targeted natural resource management policies and strategies, the utilization and protection of natural resources in different regions of China should be based on the background conditions of natural resources and ecological environment, in order to realize the coordination of economic development, resource conservation and environmental protection, and to promote sustainable regional development.

Key Words: human-land relationship; resource-environment constraints; sustainable development; regional coordination; “Herringbone” pattern

[编辑: 何彩章]