



资源开发与市场

Resource Development & Market

ISSN 1005-8141, CN 51-1448/N

《资源开发与市场》网络首发论文

题目: “一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分异研究
作者: 丁伟, 高大帅, 骆华松, 洪菊花, 杨茜, 冯勇
网络首发日期: 2020-09-23
引用格式: 丁伟, 高大帅, 骆华松, 洪菊花, 杨茜, 冯勇. “一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分异研究. 资源开发与市场.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1448.N.20200923.1453.003.html>



网络首发: 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认: 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分异研究

丁 伟^a, 高大帅^{a,b}, 骆华松^{a,b}, 洪菊花^{a,b}, 杨 茜^a, 冯 勇^a
(云南师范大学 a.地理学部; b.中国西南地缘环境与边疆发展协同创新中心, 云南 昆明 650500)

摘要:以“一带一路”倡议下沿线 65 个国家或地区为对象,采用 ESDA 方法研究了沿线国家或地区人类发展水平的空间分异,并探测了其驱动机制。结果表明:①高人类发展水平国家有 51 个,低人类发展水平国家有 2 个。②人类发展水平存在显著的空间集聚特征,“高一高”集聚区位于东欧平原,“低—低”集聚区位于南亚和东南亚,也门位于“低—高”集聚区,是人类发展水平的盲区。③人类发展指数呈现东低西高、北高南低趋势,在西南—东北方向和东南—西北方向呈现微弱的“U”型趋势。④人类发展水平是各因子综合作用的结果,平均受教育年限是驱动因子,且与其他变量存在显著性差异。

关键词:“一带一路”; 人类发展指数; 探索性空间数据分析; 地理探测器

Study on the Spatial Differentiation of Human Development Level of Countries Regions or along the Belt and Road

DING Wei^a, GAO Da-shuai^{a,b}, LUO Hua-song^{a,b}, HONG Ju-hua^{a,b}, YANG Xi^a, FENG Yong^a

(Yunnan Normal University a. Department of Geography; b. Collaborative Innovation Center for Geo-environment and Frontier Development in Southwest China, Kunming 650500, China)

Abstract: Taking 65 countries or regions along the Belt and Road as the object, this paper used ESDA method to analyze the spatial differentiation of human development level and detect its driving mechanism. The results showed that:①There were 51 countries with high levels and 2 countries with low levels. ② The level of human development had significant spatial agglomeration characteristics. The "high-high" agglomeration area was located in the Eastern European Plain; the "low-low" agglomeration area was located in South Asia and Southeast Asia. Yemen was located in a "low-high" agglomeration zone, which was a blind spot for human development. ③ The Human Development Index presented a trend of low in the east and high in the west, high in the north and low in the south; it showed a weak "U" trend in the southwest-northeast direction and the southeast-northwest direction. ④ The level of human development was the result of the comprehensive effects of various factors, and the average year of education was the driving factor, which was significantly different from other variables.

Key words: the Belt and Road; human development index; exploratory spatial data analysis; Geo-detector

“一带一路”倡议是在古丝绸之路的基础上形成的,自提出以来,在政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通 5 个方面取得了巨大的成就,成为全球最受欢迎的公共产品和最具发展潜力的国际合作平台,但在推进过程中仍然面临着政治、经济、文化、社会等诸多风险。“一带一路”倡议的推进,不仅关系到中国和沿线国家的发展,对世界的发展也将起到重要作用。

1990 年,联合国计划开发署发布了第一份《人类发展报告》,该报告采用人类发展指数衡量人类发展水平。人类发展指数由 3 个维度构成:用出生时预期寿命来衡量过上健康长寿生活的能力;用平均受教育年限和预期受教育年限来衡量获取知识的能力;用人均国民总

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号:41671131、41801120、41861032)。

第一作者简介: 丁伟(1994—),男,四川省夹江人,硕士研究生,主要研究方向为地缘政治与边疆安全。

通讯作者简介: 高大帅(1982—),男,山东省莱阳人,讲师,研究方向为人文地理与区域合作。

收入来衡量过上体面生活的能力。自联合国计划开发署提出人类发展指数后，众多国内外学者进行了研究，主要包括以下 4 个方面：①改进测算方法。Hashem Omrani、Arash Alizadeh、Mohaddeseh Amini 提出了一种计算半人类发展指数（Semi-HDI Scores）的新方法^[1]，采用 Multimoora 方法对伊朗各省的发达程度进行排名；B.K. Mangaraj、Upali Aparajita 提出构建广义的人类发展指数模型^[2]，并将 HDI 与 GHDI 和 GHDI R 进行比较；Roxani Karagiannis、Giannis Karagiannis 提出了一种基于 Shannon 熵构造综合指标的加权方案^[3]，它提供了一组通用权重，且易于实现；陈友华、苗国认为虽然人类发展指数历经多次修正，但指标阈值仍然存在时间滞后性，预期寿命指数标准化问题仍未得到解决^[4]。②本土化研究。王圣云、翟晨阳应用基尼系数、泰尔指数分解方法对 1990—2014 年全球人类发展水平空间差异演化及其机制进行研究^[5]；周慧敏、王成新、郝北印运用人类发展指数、泰尔指数等方法，计算了我国及各省区 2000—2015 年的人类发展水平，分析其时空变化特征与空间驱动因素^[6]；鲁小波、陈晓颖、郭迪以人类发展指数为评价方法对 2010 年辽宁省各地区综合发展水平进行了分析，并通过相关分析，对影响辽宁省综合发展水平的影响因素进行了研究^[7]。③比较研究。李钢和张建英对中国和印度的人类发展指数进行了比较研究^[8]；Thapa S^[9]、Indrayan^[10]、Antonio Escudero^[11]分别研究了尼泊尔、印度、西班牙等国家分区域的人类发展水平；胡鞍钢、石智丹、唐啸研究了中国整体及分省的人类发展水平^[12]；吴映梅、普荣与白海霞^[13]；骆娟娟^[14]；王圣云、罗玉婷、韩亚杰^[15]、靳友雯、甘霖^[16]运用不同方法分析了中国不同区域的人类发展水平。第四，关注公平性问题。近些年来，越来越多的学者更加关注弱势群体，如贫困地区的发展^[17]、两性发展^[18]、妇女脆弱性研究^[19]、教育发展^[20,21]等，深化了人类发展进程中有关公平问题的研究。

随着政治多极化、经济全球化、文化多样化、社会信息化的飞速发展，“一带一路”倡议不断向前推进，中国与“一带一路”沿线国家的经贸合作不断深化，但沿线国家在经济、科技、教育、环境、医疗等领域存在着不同程度的差异。本研究拟从收入、健康、教育三个维度，采用重构的人类发展指数（RHDI）分析“一带一路”沿线国家人类发展水平空间分异及其驱动机制。

1 研究方法数据来源

1.1 研究方法

人类发展指数构建。人类发展指数由收入指数、健康指数、教育指数权重复合而成。人类发展指数提出后历经多次改良^[22]，为解决指标权重等问题，弥补 HDI 的不足之处，使计算结果更具科学性，本文使用陈友华、苗国提出的 RHDI 概念^[4]重构人类发展指数，人类发展指数体系框架见表 1。计算公式如下：

表 1 人类发展水平指标体系

目标层	领域层	指标层
重构人类发展指数	收入指数	人均国民总收入
	健康指数	出生时预期寿命
	教育指数	预期受教育年限
		平均受教育年限

$$HDI = \sqrt[3]{F_1 \times F_2 \times F_3} \quad (1)$$

$$RHDI = \frac{HDI - 0}{HDI_{\max} - 0} = \frac{HDI}{HDI_{\max}} \quad (2)$$

式中, HDI 为人类发展指数; F_1 为收入指数; F_2 为健康指数; F_3 为教育指数; $RHDI$ 为重构的人类发展指数; $HDI_{\max}$ 为 2019 年世界人类发展水平的最高水平。 $RHDI$ 的涵义是: 把 2019 年人类发展水平最高的国家赋值为 1, 其他国家相当于 2019 年世界人类发展水平最高国家的程度。

根据联合国的最新规定, 各单项指标=(指标实际值-最小值)/(最大值-最小值)。《人类发展报告》明确指出人均 GNI 的上阈值为 108211 美元, 下阈值为 163 美元; 出生时预期寿命的上阈值为 83.2 岁, 下阈值为 20 岁; 预期受教育年限的上阈值为 20.6 年, 下阈值为 0 年; 平均受教育年限的上阈值为 13.2 年, 下阈值为 0 年; 采用几何平均数算法得出的教育指数的上阈值为 0.951, 下阈值为 0。2019 年人类发展水平最高的国家是挪威, 其人类发展指数为 0.954。 F_1 、 F_2 、 F_3 计算公式如下:

$$F_1 = \frac{\ln(W) - \ln(163)}{\ln(108211) - \ln(163)}, F_2 = \frac{H - 20}{83.2 - 20}, F_3 = \sqrt{\frac{(\frac{f_1 - 0}{13.2 - 0}) \times (\frac{f_2 - 0}{20.6 - 0})}{0.951 - 0}} \quad (3)$$

式中, W 为人均 GNI ; H 为出生时预期寿命; f_1 为预期受教育年限; f_2 为平均受教育年限。

由于各分项指标数值介于 0—1 之间, 因此人类发展指数也介于 0—1 之间。人类发展指数越趋近于 1 则表示人类发展指数越高, 人类发展指数越趋近于 0, 则表示人类发展指数越低。联合国计划开发署根据各国的人类发展指数, 将人类发展水平划分为 4 个层次: $RHDI$ 值小于 0.550 属于低人类发展水平; $RHDI$ 值介于 0.550 和 0.699 之间属于中等人类发展水平; $RHDI$ 值介于 0.700 和 0.799 之间属于高人类发展水平; $RHDI$ 值大于等于 0.800 属于极高人类发展水平。

探索性空间数据分析^[23]。探索性空间数据分析是一系列空间数据分析方法和技术的集合, 该方法以空间关联测度为核心, 通过对事物或现象空间分布格局的描述与可视化来发现空间集聚和空间异常, 从而揭示研究对象之间的空间相互作用机制。根据不同的研究目的, 可划分为全局空间自相关和局部空间自相关。

全局空间自相关^[24]反映了某种地理现象在空间上的整体分布情况, 可用来分析其空间的集聚性及其集聚的强度, 用 $Moran$ 指数作为测度指标, 计算公式^[25]如下:

$$I = \frac{n}{S_0} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

式中, $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}$ 。 n 为研究地区的总数; x_i 和 x_j 指区域 i 和区域 j 的属性值;

$\bar{x}$ 是指 x_i 的平均值; W_{ij} 是研究区域 i 和 j 的空间权重矩阵。 Moran's $I > 0$, 表示空间正相关性, 其值越大, 空间相关性越明显; Moran's $I < 0$, 表示空间负相关性, 值越小, 空间差异越大; Moran's $I = 0$, 空间呈随机性。

局部空间自相关^[24]局部空间存在的差异, 反映出集聚的具体位置, 常用的测度指标是 LISA 指数, 计算公式^[25]如下:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_j W_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中, $S^2 = \frac{1}{n} \times \sum_i (x_i - \bar{x})^2$; $\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i$; W_{ij} 为空间权重矩阵。

趋势面分析。某变量 Z 在二维坐标空间 (X, Y) 上的变化函数即为趋势面。趋势面是一种抽象的数学曲面, 它抽象简化并过滤掉了一些局域随机因素的影响, 使地理要素的空间分布规律明显化。趋势面分析^[24]是利用数学曲面模拟地理系统要素在空间上的分布及变化趋势的一种数学方法。它实质上是通过回归分析原理, 运用最小二乘法拟合一个二维非线性函数, 模拟地理要素在空间上的分布规律, 展示地理要素在地域空间上的变化趋势。趋势面分析方法对观察某一地理现象的空间分布具有简单而直观的优势, 常常被用来模拟资源、环境、人口及经济要素在空间上的分布规律, 在空间分析方面具有重要的应用价值。

假设某地理要素的实际观测数据为 $z_i(x_i, y_i) (i = 1, 2, \dots, n)$, 趋势值拟合值为 $\hat{z}_i(x_i, y_i)$, 则有

$$z_i(x_i, y_i) = \hat{z}_i(x_i, y_i) + \varepsilon_i \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中, z_i 表示实际观测值; x_i 、 y_i 为观测点的地理坐标; $\hat{z}_i$ 为趋势值拟合值; ε_i 为误差项。

用来计算趋势面的数学方程式有多项式函数和傅立叶级数, 其中最为常用的是多项式函数形式。 n 次趋势面模型为:

$$z = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y + a_3 \cdot x^2 + \dots + a_{m-2} \cdot x^2 \cdot y^{n-2} + a_{m-1} \cdot x \cdot y^{n-1} + a_m \cdot y^n \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中, z 为实际观测值; n 为多项式中的最高幂次; x , y 为实际观测值; a_i 为趋势面方程的待定系数; m 为多项式系数下标。

地理探测器。地理探测器^[26]是探测空间分异性, 揭示某一地理现象背后驱动因子的一种新的统计学方法。基本思想是: 假设研究区分为若干子区域, 若子区域的方差之和小于区域总方差, 则存在空间分异性。地理探测器包括因子探测、交互探测、风险探测、生态探测

4 个探测器。地理探测器 q 统计量可以度量空间分异性，探测影响因子，因子探测公式如下：

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (8)$$

式中， $h = 1, \dots, L$ ，为变量 Y 或因子 X 的分层，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 和全区的 Y 值得方差。 q 的取值范围为 $[0,1]$ ， q 值越大，说明某一因子对人类发展水平空间分异的作用力就越大； q 值越小，说明某一因子对人类发展水平空间分异的作用力就越小。通过比较因子作用力的大小，可以探测出人类发展水平空间分异的驱动因素。

“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平受多种因素的综合影响，本文综合考虑人口、经济、政治、教育、医疗、科技、环境、社会、心理 9 方面的因素，选取 19 个子指标组成指标体系（表 2）。

表 2 “一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分异驱动因素

目标层	项目层	指标层
人类发展水平空间分异驱动因素	人口	总人口
		城镇化率
		难民人数
	政治	腐败指数
		人均 GDP
	经济	固定资本形成总值
		消费物价指数
		平均受教育年限
	教育	政府教育支出
		出生时健康预期寿命
	医疗	目前医疗支出
		医生密度
	科技	互联网普及率
	环境	气候风险指数
		养老金领取者
	社会	失业率
		凶杀率
	心理	对国家政府的信任度
		总体生活满意度

1.2 数据来源

人类发展指数体系中的人均国民总收入数据主要来源于世界银行官网,出生时健康预期寿命数据、预期受教育年限数据、平均受教育年限数据来源于联合国计划开发署发布的《2019 年人类发展报告》。人类发展水平空间分异驱动因素中的总人口、城镇化率、难民人数、固

定资本形成总值、消费物价指数、政府教育支出、目前医疗支出、养老金领取者、失业率、对国家政府的信任度、总体生活满意度、互联网普及率来源于《2019 年人类发展报告》；腐败指数来源于《2019 年全球腐败指数》；医生密度、凶杀率来源于《2019 年世界卫生组织报告》；气候风险指数来源于《2019 年全球气候风险指数》。部分数据来源于以下网站：中国“一带一路”网（<https://www.yidaiyilu.gov.cn/>）、RESSET“一带一路”数据库（<http://db.resset.com/UserLogin?loginName=yinnutgsf&loginPwd=yinnutgsf>）、互联网数据资讯网（<http://www.199it.com/>）等。

《2019 年人类发展报告》是由联合国计划开发署人类发展报告办公室编写和发行，收录了涵盖人口、健康、教育、资源、工作、人权等领域的数据还包括一些综合指标和其他统计资料。联合国大会以正式认可人类发展报告作为“独立的知识产物”，已经成为世界各地提高人类发展认识的重要工具^[27]。RESSET 数据库是一个为模型检验、投资研究等提供专业服务的数据平台，该数据库由清华大学、北京大学等多位专家全程参与，参照国际通用数据库的设计标准，收录了“一带一路”沿线国家涵盖政治、经济、环境等诸多领域的数据，可为实证研究、学科与实验室建设提供强力支持。

2 人类发展水平现状分析

根据中国“一带一路”网的划分，“一带一路”沿线主要包括 65 个国家或地区（含中国）。东北亚包括蒙古、俄罗斯；东南亚包括新加坡、马来西亚、印度尼西亚、缅甸、泰国、老挝、柬埔寨、越南、文莱、菲律宾、东帝汶；南亚包括印度、巴基斯坦、孟加拉国、斯里兰卡、马尔代夫、尼泊尔、不丹；西亚北非包括伊朗、伊拉克、土耳其、叙利亚、约旦、黎巴嫩、以色列、巴勒斯坦、沙特阿拉伯、也门、阿联酋、阿曼、卡塔尔、科威特、巴林、格鲁吉亚、阿塞拜疆、亚美尼亚、埃及、阿富汗；中东欧包括乌克兰、白俄罗斯、摩尔多瓦、波兰、立陶宛、爱沙尼亚、拉脱维亚、捷克、斯洛伐克、匈牙利、斯洛文尼亚、克罗地亚、波黑、黑山、塞尔维亚、罗马尼亚、保加利亚、北马其顿、阿尔巴尼亚；中亚包括哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦。按照公式（1）、（2）计算各个国家或地区的人类发展指数，并进行类型划分，计算结果见表 3。

表 3 “一带一路”沿线国家或地区人类发展指数及其排序

序号	国家或地区	RHDI	排序	人类发展水平
1	新加坡	0.982	1	极高
2	以色列	0.944	2	极高
3	斯洛文尼亚	0.938	3	极高
4	捷克	0.926	4	极高
5	爱沙尼亚	0.918	5	极高
6	波兰	0.906	6	极高
7	卡塔尔	0.906	7	极高
8	阿联酋	0.905	8	极高
9	立陶宛	0.905	9	极高
10	斯洛伐克	0.892	10	极高

11	沙特阿拉伯	0.889	11	极高
12	拉脱维亚	0.888	12	极高
13	文莱	0.881	13	极高
14	匈牙利	0.879	14	极高
15	巴林	0.870	15	极高
16	克罗地亚	0.870	16	极高
17	阿曼	0.867	17	极高
18	俄罗斯	0.856	18	极高
19	哈萨克斯坦	0.849	19	极高
20	罗马尼亚	0.848	20	极高
21	白俄罗斯	0.848	21	极高
22	保加利亚	0.846	22	极高
23	黑山	0.846	23	极高
24	科威特	0.838	24	极高
25	马来西亚	0.837	25	极高
26	塞尔维亚	0.828	26	极高
27	土耳其	0.827	27	极高
28	伊朗	0.826	28	极高
29	阿尔巴尼亚	0.818	29	极高
30	格鲁吉亚	0.812	30	极高
31	斯里兰卡	0.808	31	极高
32	波黑	0.796	32	高
33	北马其顿	0.786	33	高
34	泰国	0.786	34	高
35	亚美尼亚	0.785	35	高
36	阿塞拜疆	0.782	36	高
37	中国	0.781	37	高
38	乌克兰	0.773	38	高
39	蒙古	0.759	39	高
40	黎巴嫩	0.755	40	高
41	约旦	0.747	41	高
42	马尔代夫	0.738	42	高
43	土库曼斯坦	0.737	43	高
44	菲律宾	0.734	44	高
45	摩尔多瓦	0.732	45	高
46	乌兹别克斯坦	0.730	46	高
47	印度尼西亚	0.728	47	高
48	埃及	0.718	48	高

49	伊拉克	0.712	49	高
50	越南	0.710	50	高
51	巴勒斯坦	0.707	51	高
52	吉尔吉斯斯坦	0.688	52	中等
53	塔吉克斯坦	0.670	53	中等
54	印度	0.660	54	中等
55	东帝汶	0.627	55	中等
56	孟加拉国	0.623	56	中等
57	老挝	0.613	57	中等
58	不丹	0.602	58	中等
59	缅甸	0.594	59	中等
60	柬埔寨	0.582	60	中等
61	尼泊尔	0.577	61	中等
62	巴基斯坦	0.574	62	中等
63	叙利亚	0.556	63	中等
64	阿富汗	0.487	64	低
65	也门	0.452	65	低
66	世界	0.731		

由表 3 可见，“一带一路”沿线国家的人类发展水平还是比较可观的。人类发展指数局于前三位的是新加坡、以色列、斯洛文尼亚，排在后三位的是也门、阿富汗、叙利亚。属于高水平的国家有 51 个，占比为 78.46%，其中属于极高水平的国家有 31 个，占比 47.69%，最高的新加坡比世界平均水平高 34.33%；属于中等水平的国家有 12 个，占比 18.46%，中国的人类发展指数为 0.781，比世界平均水平高 6.84%，属于高人类发展水平；属于低水平的国家有 2 个，占比 3.08%，最低的是也门，比世界平均水平低 38.17%。根据表 3，利用 AcrGIS10.2 软件平台将“一带一路”沿线国家的人类发展水平进行可视化表达，结果见图 1。

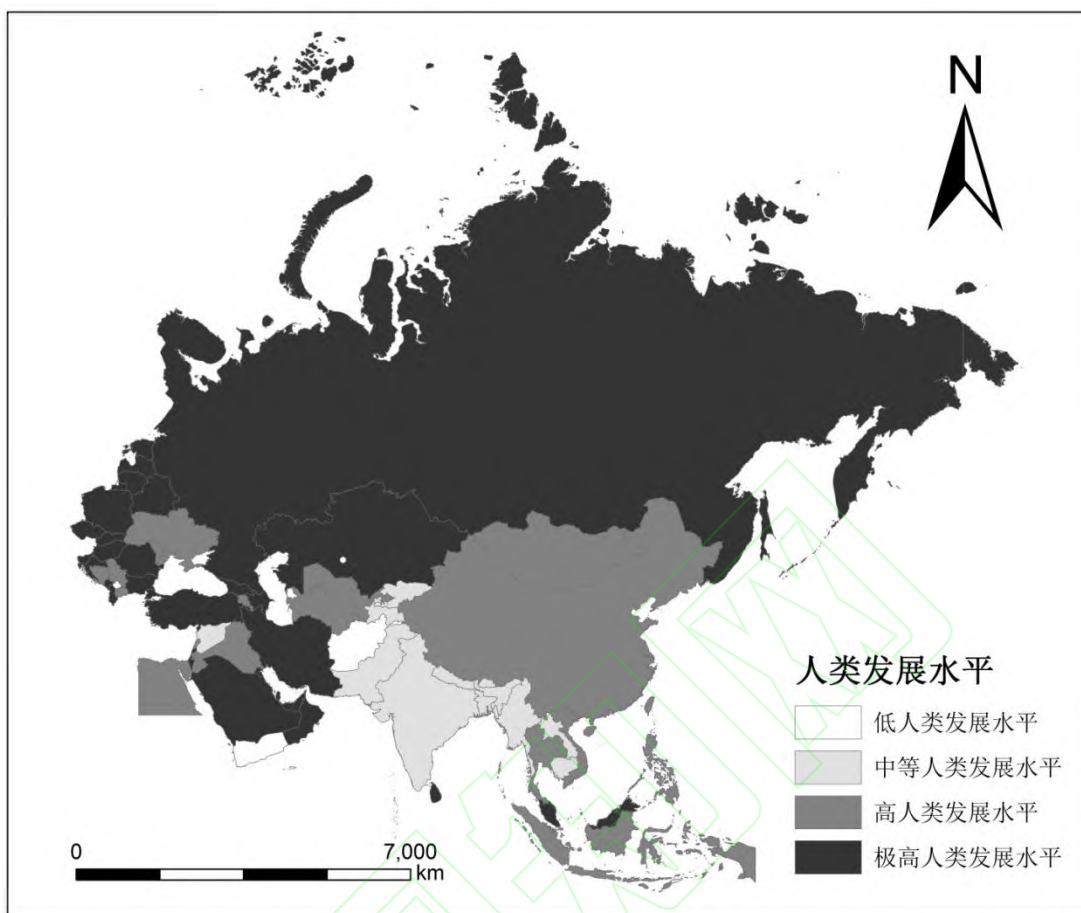


图1 “一带一路”沿线国家或地区人类发展水平类型划分

3 人类发展水平空间分异格局

3.1 全局空间自相关分析

本文采用全局 Moran 指数衡量“一带一路”沿线国家人类发展水平的全局空间相关性，结合 Geo-Da 软件，对“一带一路”沿线国家的人类发展水平进行空间分析，得到一阶 Queen 邻近权重矩阵下的全局 Moran 指数。Moran 指数为 0.337，为正值，说明“一带一路”沿线国家或地区的人类发展水平呈现出显著的空间正相关特性，即研究区域内人类发展水平较高的国家在空间上相对邻近，人类发展水平较低的国家或地区在空间上相对邻近，人类发展水平差异较大，空间分异明显。

3.2 局部空间自相关分析

Moran 散点图。在局部空间自相关分析中，将区域空间划分为四个象限。第一象限用“HH”来表征，表示“高-高”聚集区，是一种高值聚集现象；第二象限用“LH”来表征，表示“低-高”聚集区；第三象限用“LL”来表征，表示“低-低”聚集区，是一种低值聚集现象；第四象限用“HL”来表征，表示“高-低”聚集区。通过 Geo-Da 软件绘制 Moran 散点图来观察“一带一路”沿线国家人类发展水平的空间离散情况（图 2）。由图 2 可知，大部分国家聚集在第一象限和第三象限，这就验证了进行全局空间自相关分析时得出的结论，即：“一带一路”沿线国家的人类发展水平呈现出明显的空间正相关关系，人类发展水平高或低的区域聚集在一起。

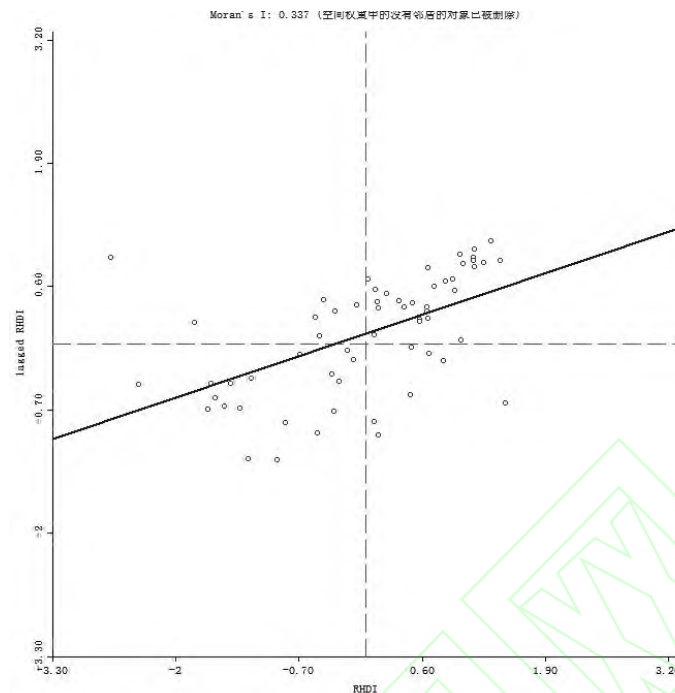


图 2 人类发展指数 Moran 散点图

LISA 集聚图：全局空间自相关分析可以从总体空间上反映人类发展水平呈现出空间正相关关系，但是却不能反映具体的空间聚集情况，局部空间自相关分析正好可以解决这类问题。通过 Geo—Da 软件计算出“一带一路”沿线国家人类发展水平的 LISA 指数，并在 z 检验的基础上 ($P \leq 0.05$) 绘制 LISA 集聚图 (图 3)。由图 3 可知，研究区域出现了“高一高”集聚区、“低—低”集聚区、“低—高”集聚区。“高一高”集聚区主要位于中东欧地区，包括白俄罗斯、爱沙尼亚、立陶宛、拉脱维亚、波兰、捷克、斯洛伐克、匈牙利、斯洛文尼亚、克罗地亚，“高一高”集聚区地处中纬度地带，开发历史悠久、自然条件优越，以平原地形为主，平均海拔较低，气候宜人、河网密布、交通便利、人口密集，适宜人类居住，对经济发展的限制较小，“东欧平原”的辐射带动作用强，能够有效地促进区域发展，经济活跃，科技实力强，人类发展水平高。而“低—低”集聚区主要位于青藏高原南缘的南亚和东南亚，包括阿富汗、不丹、尼泊尔、巴基斯坦、塔吉克斯坦、印度、不丹、尼泊尔、缅甸、老挝、孟加拉国。阿富汗、巴基斯坦、塔吉克斯坦位于帕米尔高原，海拔高、沙漠面积广阔，境内几乎没有河流，自然条件较差，不适宜人类居住，经济水平低；虽然印度、不丹、尼泊尔、缅甸、老挝、孟加拉国的平均海拔低，河网纵横，但是洪涝等自然灾害偏多，城市化水平低、经济发展落后，降低了该地区的人类发展水平。尤其是阿富汗、缅甸两国，国内纷争不断，政权更迭频繁，人们长期饱受战乱的折磨，难民人数持续增多，印巴冲突也导致两国政局动荡，社会不稳，恶劣的自然环境再加上动荡不安的社会条件，极大限制了该地区的发展，经济、健康与教育水平都相对较低，使得该地区成为低水平聚集区。也门位于阿拉伯高原，沙漠广布，自然条件差，该国自 2015 年爆发内战，武装冲突不断，恐怖组织趁虚而入，再加上海盗猖獗，国内人民流离失所，没有安全稳定的国内环境，导致人类发展水平低。与也门相邻的阿拉伯国家，政局相对稳定，而且丰富的石油资源可出口到世界各地，经济实力强，人类发展水平高。因此，也门为“低—高”集聚区，是“一带一路”倡议推进过程中需要重点关注的地区。

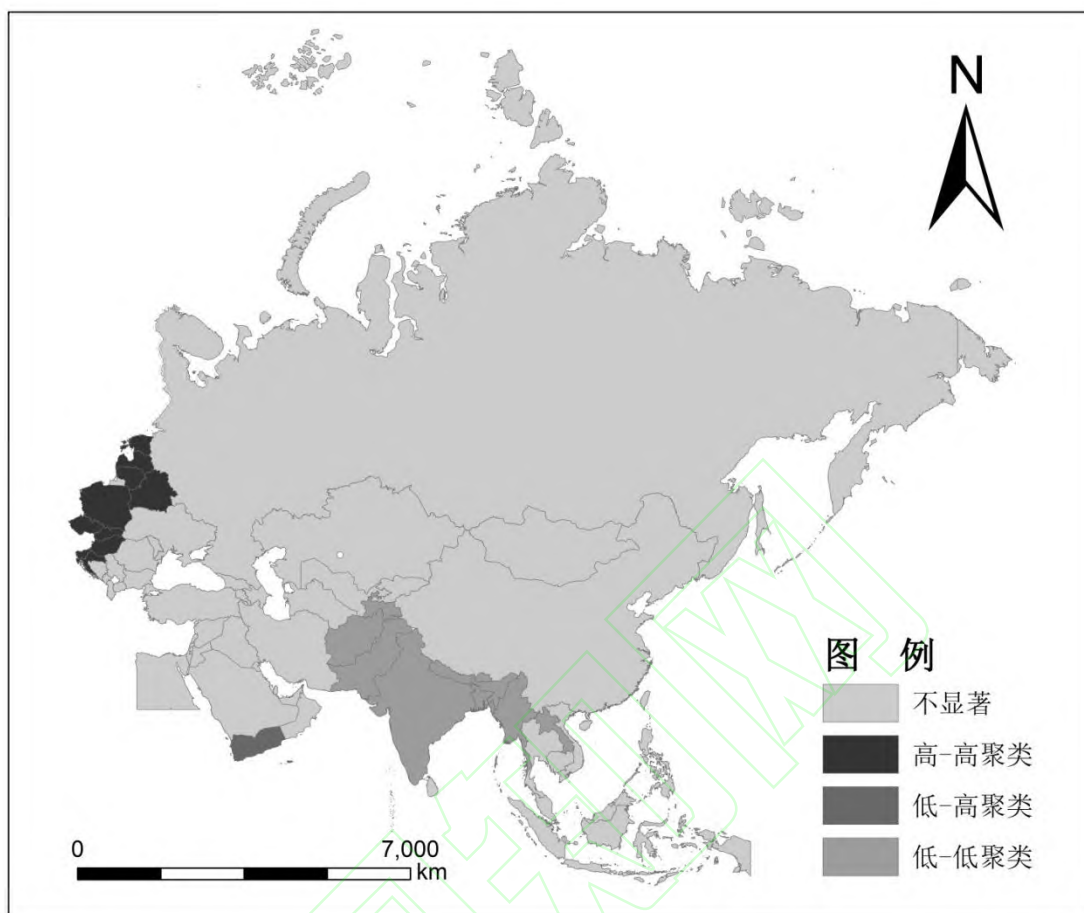


图3 “一带一路”沿线国家或地区人类发展指数 LISA 集聚图

3.3 趋势面分析

为进一步了解人类发展水平在空间上的分异状况，本文利用 ArcGIS10.2 软件绘制“一带一路”沿线国家或地区人类发展指数的三维透视图（图 4），从不同的角度分析人类发展指数的差异。图 4 中，X 轴指示正东方向，Y 轴指示正北方向，Z 轴表示“一带一路”沿线国家人类发展指数及其位置；XOZ 平面上的曲线表示东西方向的趋势，YOZ 平面上的曲线表示南北方向的趋势。此外，XOZ 平面、YOZ 平面、XOY 平面分别绘制了空间点的投影。从整体来看，“一带一路”沿线国家或地区的人类发展水平在地理空间方向上存在趋势变化。从图 4a 可以看出，“一带一路”沿线国家人类发展指数呈现出东低西高，北高南低的趋势，南北方向的趋势更强一些。通过调整透视角度，逆时针旋转 45°即可反映人类发展指数在西南—东北和东南—西北方向上的趋势，如图 4b 图所示，“一带一路”沿线国家人类发展指数在西南—东北方向和东南—西北方向均呈现出微弱的“U”型趋势。

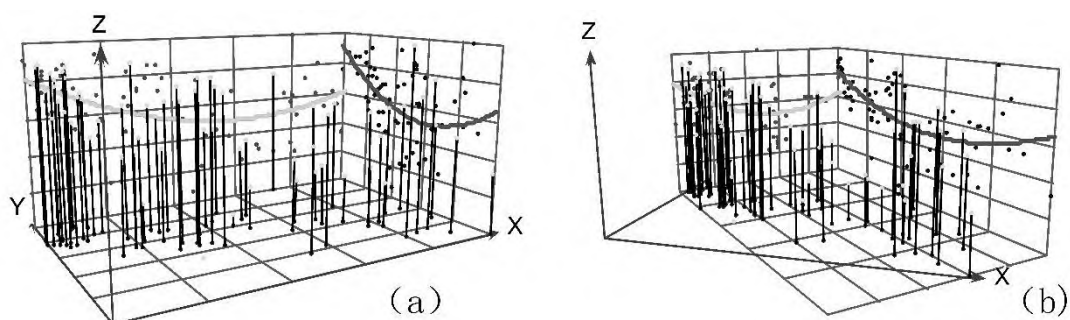


图4 人类发展指数趋势

4 人类发展水平空间分异驱动机制

4.1 因子探测

本文利用 SPSS 软件对每一个影响因子进行 K 均值聚类,然后采用地理探测器进行因子探测,探测结果见图 5。“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分异格局因子探测的 q 值分别为:城镇化率(0.573)、平均受教育年限(0.729)、互联网普及率(0.652)、医生密度(0.444)、腐败指数(0.516)、人均 GDP(0.435)、政府教育支出(0.120)、出生时预期寿命(0.683)、总体生活满意度(0.537)、养老金领取者(0.423)、凶杀率(0.071)、目前医疗支出(0.084)、消费物价指数(0.352)、失业率(0.044)、难民人数(0.200)、气候风险指数(0.156)、对国家政府的信任度(0.155)、固定资本形成总值(0.117)、总人口(0.053)。其中,平均受教育年限具有最高的 q 值($q > 0.7$),说明平均受教育年限是人类发展水平空间分异的驱动因素;出生时预期寿命、互联网普及率、城镇化率、总体生活满意度、腐败指数、医生密度、人均 GDP、养老金领取者、物价消费指数的 q 值 > 0.3 ,为主要因子;难民人数、气候风险指数、对国家政府的信任度、政府教育支出、固定资本形成总值的 q 值 > 0.1 ,为次要因子;其余为一般因子。“一带一路”沿线国家人类发展水平空间分异驱动机制见图 6。

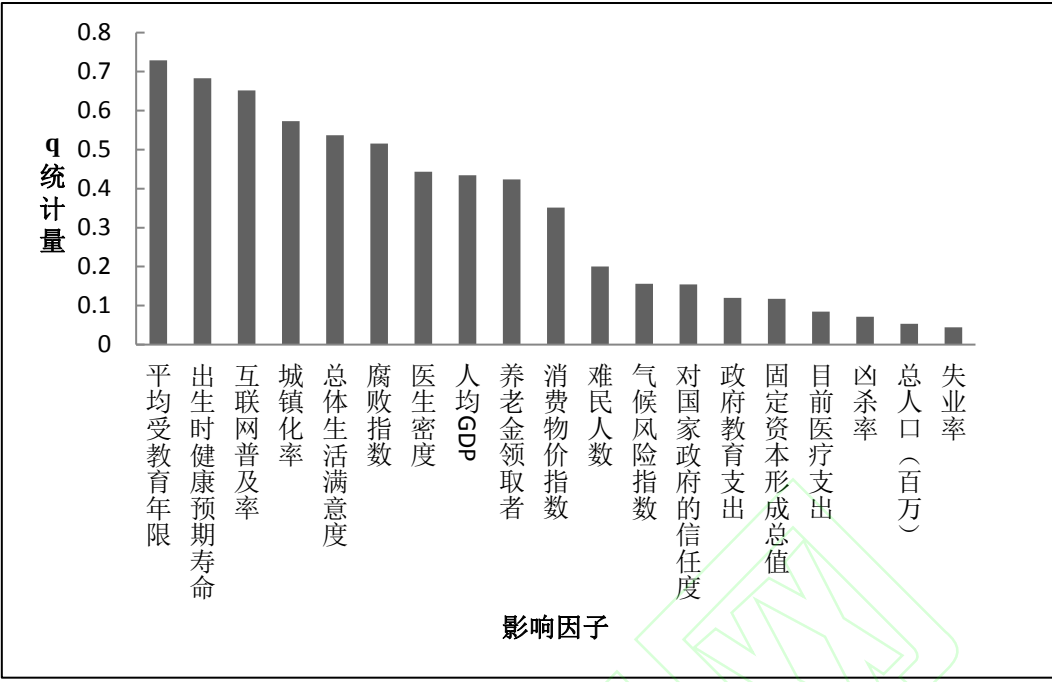


图5 “一带一路”沿线国家或地区人类发展指数因子探测结果

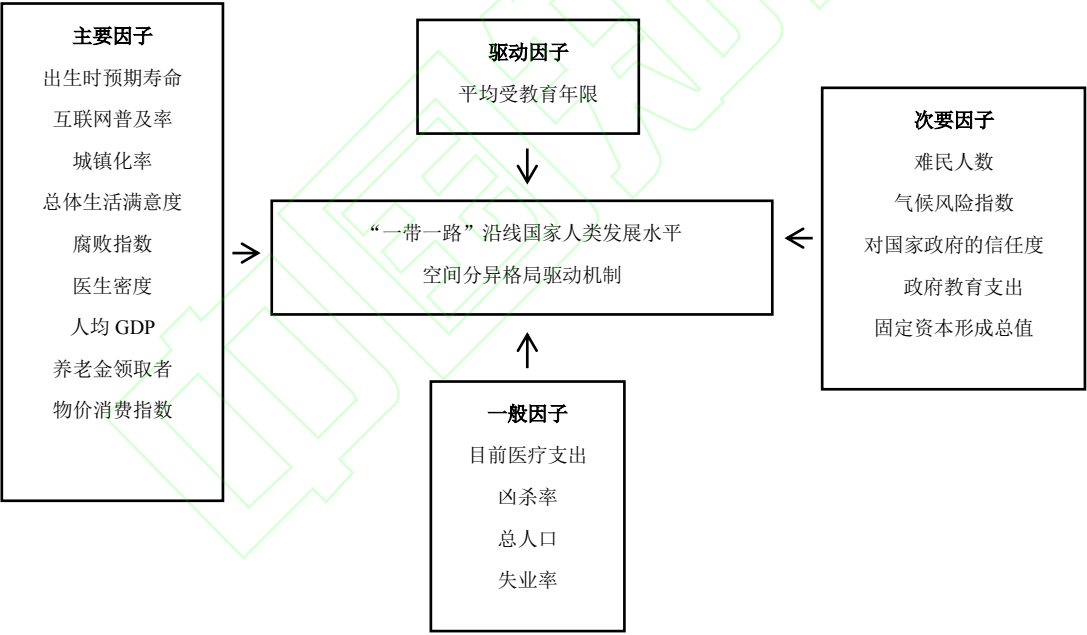


图6 人类发展水平空间分异驱动机制

“一带一路”沿线国家人类发展水平受多方面因素的综合影响，各方面因素对人类发展水平影响力存在差异。①就教育水平而言，不同地区的受教育程度对人类发展水平影响力差异较大。中东欧地区平均受教育年限达到了11.69年，为研究区最高的地区，其人类发展水平较高。而南亚、东南亚地区平均受教育年限低，其人类发展水平也低。②就医疗水平而言，中东欧地区政局稳定，社会保持相对和平的状态，科技力量雄厚，从事医疗领域的人员多，因此医疗水平高。而东南亚南亚地区国内政局不稳，地区冲突不断，矛盾尖锐，战争导致难民人数急剧上升，预期寿命短，而且经济相对落后，从事医生职业的人员较少，医疗水平低。

③就网络发达程度而言,互联网作为第四次科技革命的产物,具有创新、绿色、便捷的特点,成为人们获取信息的有效途径,为人们提供各种方便而快捷的服务,“互联网+”的新业态也应运而生,通过互联网对传统行业进行优化升级转型,使得传统行业能够适应新时代的发展,从而最终推动社会不断地向前发展。互联网普及率越高的地区,网络越发达,人类发展水平越高。因此,互联网普及率是“一带一路”沿线国家人类发展水平空间分异的主要因子之一。

④就经济发展水平而言,城镇化水平与人类发展水平存在相互作用、相互影响的关系。某一地区的人类发展水平越高,则会更加注重城市的发展,当地政府会投入大量的人力、物力、财力加快城市基础设施建设,公共服务的完善会提升该地的信息化水平,吸引更多的人涌向城市,推动城市的发展。城市经济的发展则会反哺地区经济收入,形成强有力的经济支撑,成为地区经济发展的引擎,进而提高该地区的人类发展水平。消费作为拉动经济的“三驾马车”之一,可以拉动内需,刺激经济,在提高人民生活水平方面扮演着重要角色。因此,城镇化率、人均 GDP、物价消费指数作为衡量经济发展水平的重要指标,对“一带一路”沿线国家人类发展水平空间分异的作用力较强。

⑤就社会因素而言,透明国际发布的《2019 年全球腐败指数》显示中东欧地区的腐败指数最高,达到 46.789,尤其是爱沙尼亚,腐败指数为 74。东南亚地区的腐败指数为 41.909,紧随其后。腐败问题成为影响政府公信力、社会稳定及人类发展水平的重要因素之一。1929 年经济大萧条之后,西方等资本主义国家逐步建立起相对完整的社会福利制度,随着老龄化程度的加深,中东欧等国家领取养老金的人数已经全覆盖,生活水平提升。而东南亚南亚等国家长期饱受战乱的折磨,社会福利化程度低。社会因素也是影响人类发展水平的重要因素之一。

4.2 生态探测

生态探测能够探测影响因子对“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分布的显著差异,检验 0.05 的显著性水平,若通过检验,则说明两两因子在影响“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分布方面存在显著差异,若不通过检验,则无明显差异。探测结果发现,平均受教育年限与其他变量存在着显著性差异。

4.3 交互探测

交互探测能够探测影响因子在影响“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分布方面是否具有交互作用。探测结果发现,在 19 个因子中任意两个因子的交互作用均大于单一因子的影响,这说明导致“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平空间分布的影响因子不是单一造成的,而是由多个因素共同作用的结果。其中平均受教育年限与互联网普及率的交互作用最大,其 q 值达到 0.913,此外,影响较大的交互因子还有平均受教育年限与人均 GDP, q 值为 0.908。

5 结论与思考

本文以“一带一路”沿线 65 个国家或地区为研究对象,采用重构人类发展指数(RHDI)测算了研究区域的人类发展水平,并利用 ArcGIS 和 Geo—Da 空间数据分析软件,通过探索性空间数据分析和趋势面分析,分析了人类发展水平的空间特征和空间差异,对空间分异的驱动机制进行探测,得到以下结论:①人类发展水平总体较高。高人类发展水平国家有 51 个,仅占研究区域的 78.46%,低人类发展水平国家只有 2 个,占研究区域的 0.31%。②人类发展水平存在显著的空间集聚特征。空间集聚特征主要表现为“高一高”集聚、“低—低”

集聚、“低—高”集聚。“高—高”集聚区主要位于东欧平原；“低—低”集聚区主要位于南亚和东南亚。也门位于“低—高”集聚区，是人类发展水平的盲区。③人类发展指数呈现出东低西高，北高南低的趋势；在西南——东北方向和东南——西北方向均呈现出微弱的“U”型趋势。④人类发展水平是各因子综合作用的结果，平均受教育年限是驱动因子，且与其他变量存在显著性差异。

随着“一带一路”倡议不断得到国际社会的认同和响应，未来我国势必会扩大在沿线地区的投资和建设，这就有必要加强与沿线国家或地区的合作，包括经贸合作、医疗卫生合作、教育合作、科技合作、环境保护等。本研究还存在一定的局限性：研究时间跨度小。本文仅分析了 2019 年“一带一路”沿线国家或地区人类发展水平的空间差异，并不能反映人类发展水平的时空演变及特征；部分数据采用取平均值的算法，如能进行实地调研获得第一手资料，则会提高研究结果的精准性；人类发展指数的指标体系依然沿用联合国建立的指标体系，尚未考虑到环境指标和科技指标，如能创新指标体系，则会丰富人类发展指数的内涵。

参考文献：

- [1] Hashem Omrani, Arash Alizadeh, Mohaddeseh Amini. A New Approach Based on BWM and MULTIMOORA Methods for Calculating Semi-human Development Index: An Application for Provinces of Iran[J].Socio-Economic Planning Sciences,2020,70:1-11.
- [2]B.K. Mangaraj, Upali Aparajita. Constructing a Generalized Model of the Human Development Index[J].Socio-Economic Planning Sciences,2020,70:1-13.
- [3]Roxani Karagiannis, Giannis Karagiannis. Constructing Composite Indicators with Shannon Entropy: The Case of Human Development Index[J].Socio-Economic Planning Sciences,2020,70:1-14.
- [4]陈友华,苗国.人类发展指数:评述与重构[J].江海学刊,2015,(2):90-98.
- [5]王圣云,翟晨阳.全球人类发展指数(HDI)的空间差异演化与要素分析[J]. 经济地理,2018,38(7):34-42.
- [6]周慧敏,王成新,郝兆印.中国人类发展水平演化的时空分异特征[J].济南大学学报(自然科学版),2019,33(4):339-346.
- [7]鲁小波,陈晓颖,郭迪.辽宁各地区发展水平评价及影响因素分析[J].云南地理环境研究, 2013,25(1):89-93.
- [8]李钢,张建英.中印两国人类发展指数比较研究[J].中国人口科学.2018,(2):13-23.
- [9]Thapa S.The Human Development Index: A Portrait of the 75 Districts in Nepal[J].Asia-Pacific population journal,1995,10(2):3-14.
- [10]Indrayan, Wysocki, Chawla, *et al.*3-decade Trend in Human Development Index in India and Its Major States[J].Social indicators research,1999,46(01):91-120.
- [11]Antonio Escudero, Hipólito Simón. Provincial Differences in Well-being in Spain in 20th Century[J].Revistade Historia Industrial,2012,21(49):17-54.
- [12]胡鞍钢,石智丹,唐啸.中国地区 HDI 指数差异持续下降及影响因素(1982-2015)[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2018,39(4):47-55.
- [13]吴映梅,普荣,白海霞.中国省级人类发展指数空间差异分析[J].昆明理工大学学报(社会科学版), 2008,8(8):53-58.
- [14]骆娟娟.我国各省的社会发展差异分析——以人类发展指数为视角[J].淮海工学院学报(人文社会科学版), 2017,15(2):89-91.
- [15]王圣云,罗玉婷,韩亚杰,等.中国人类福祉地区差距演变及其影响因素——基于人类发展指数(HDI)的分析[J].地理科学进展, 2018,37(8):1150-1158.
- [16]靳友雯,甘霖.中国人类发展地区差异的测算[J].统计与决策, 2013,(13):11-14.
- [17]姜安印,冯英杰.六盘山集中连片特困地区县域贫困状况评价——基于人类发展指数的改进[J].石家庄经济学院学报,2015,38(4):1-6.

-
- [18]何明辉,汪晓文,冉为波.不同维度下我国两性发展水平差异性分析[J].长春大学学报,2012,22(9):1041-1046.
- [19]曾通刚,赵媛,杨永春,等.中国妇女发展脆弱性:测度、时空演化及驱动机制[J].人文地理,2019,(5):36-43.
- [20]熊健益,叶祥凤.中国教育发展与国际水平差多远——基于 2014 年和 2013 年《人类发展报告》的再分析[J].教育理论与实践,2017,37(28):27-31.
- [21]李晶,何声升.中国高等教育发展水平的空间差异研究[J].西部论坛,2017,27(5):70-78.
- [22]王志平.“人类发展指数”(HDI):含义、方法及改进[J].上海行政学院学报,2007,8(3):47-57.
- [23]关伟,朱海飞.基于 ESDA 的辽宁省县际经济差异时空分析[J].地理研究,2011,30(11):2008-2016.
- [24]徐建华.计量地理学(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2014.
- [25]孟斌,王劲峰,张文忠,等.基于空间分析方法的中国区域差异研究[J].地理科学,2005,25(4):393-400.
- [26]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.
- [27]AchimSteiner,Selim Jahan.2019 年人类发展报告[R].纽约:联合国计划开发署,2019.