

# “一带一路”沿线矿产-经济-贸易协同高质量发展研究

王雷<sup>1</sup> 陈冬梅<sup>2\*</sup> 张艺文<sup>1</sup> 鹿伟<sup>3</sup> 王明斌<sup>1</sup> 武光明<sup>1</sup>

1 鲁东大学水利土木学院 2 金建工程设计有限公司 3 中国海洋大学工程学院

DOI:10.12238/ej.v8i8.2824

**[摘要]** 本研究主要对泛亚铁路和“一带一路”倡议沿线的六个国家: 中国、越南、泰国、印度尼西亚、新加坡和马来西亚, 基于矿产资源、区域经济和矿产贸易三个子系统的优先发展水平, 采用熵权法确定各指标权重, 构建综合评价体系。分析了不同时期矿产资源、区域经济和矿产贸易综合指标的演化特征, 获得2017年至2022年的区域综合评价指数。总体而言, 该地区已从一个中度无序区间过渡到一个协调良好的区间。

**[关键词]** “一带一路”; 矿产-经济-贸易; 综合评价指数系统值; 指标权重

中图分类号: F7 文献标识码: A

## Research on the Collaborative High-Quality Development of Minerals, Economy and Trade along the Belt and Road Initiative

Lei Wang<sup>1</sup> Dongmei Chen<sup>2\*</sup> Yiwen Zhang<sup>1</sup> Wei Lu<sup>3</sup> Mingbin Wang<sup>1</sup> Guangming Wu<sup>1</sup>

1 School of Hydraulic and Civil Engineering, Ludong University

2 JinJian Engineering Design Co., Ltd.

3 College of Engineering, Ocean University of China

**[Abstract]** This study examines six countries along the Pan-Asia Railway and the Belt and Road Initiative: China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Singapore, and Malaysia. Based on the priority development levels of three subsystems—mineral resources, regional economy, and mineral trade—the entropy weight method is used to determine the weights of each indicator, forming an evaluation system with 11 specific variables. The analysis explores the development characteristics of comprehensive indicators for mineral resources, regional economy, and mineral trade at different periods, and calculates the average values to obtain the regional comprehensive evaluation index from 2017 to 2022. Overall, the region has progressed from a moderately disordered interval to a well-coordinated interval.

**[Key words]** The Belt and Road Initiative; Minerals-Economy-Trade; Comprehensive evaluation index system value; Indicator weights

### 引言

“一带一路”倡议旨在通过加强区域经济合作实现各国共赢的可持续发展<sup>[1]</sup>。我国作为矿产资源大国, 已发现172种矿产, 主要矿产品产量和消费量居世界前列, 但对海外资源依存度高, 45种战略矿产中27种短缺或依赖进口。“一带一路”沿线矿产资源丰富, 为缓解我国资源紧缺、维护资源安全与供应链稳定、促进沿线经济高质量发展提供了重要支撑。

国内学者已从矿产资源、经济和环境等维度开展协调发展研究<sup>[2-6]</sup>。冯俏彬<sup>[7]</sup>将高质量发展特征概括为第三产业深度发展、科技创新与居民消费贡献率提升、产业结构优化等五方面; 田秋生<sup>[8]</sup>认为高质量发展具有更大福利效应、更丰富经济内涵的协同动态发展; 任保平<sup>[9]</sup>指出其特征体现在产业合理化调整、

创新驱动、供给体系质量把控和满足民生需求四方面。周国梅<sup>[10]</sup>强调“一带一路”建设需兼顾经济效益与民众生活质量诉求, 余晓钟等<sup>[11]</sup>提出绿色清洁能源是未来能源合作主要方向。黄晓杏等<sup>[12]</sup>实现矿产资源产业转型与技术创新协调发展, 杨永均等<sup>[13]</sup>通过耦合协调度模型构建协调机制, 推动矿产开发、生态保护与经济发展的协同。实践表明, 耦合协调度模型在区域多系统协同发展中成效显著。

本研究在前人成果基础上, 运用综合评价与耦合协调度模型, 分析“一带一路”沿线矿产资源、区域经济与矿产贸易的耦合协调程度, 预测其综合指数值, 以期推动沿线多领域和谐共生与协调发展。

### 1 研究方法

1.1 研究区概况

选取泛亚高铁铁路“一带一路”沿线的中国、越南、泰国、印度尼西亚、新加坡和马来西亚六个国家进行研究。中国已发现矿产有173种,已探明有储量的矿产159种。具有世界性优势的矿产有稀土、钨、锡、钼、锑、菱铁矿、萤石等,探明储量可观,具有区域性优势的矿产有煤、铌、铍、汞、硫、磷等9种,其探明储量居世界前茅。

1.2 评价指数计算

为便于将各个指标进行比较,消除指标之间的量纲差别,首先采用极值法对数据进行标准化处理。公式如下:

$$U_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} + 0.01 \quad (1)$$

$$(i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n)$$

式中:  $U_{ij}$ 是标准化后的数值;  $X_{ij}$ 是第*i*年第*j*项指标值;  $\max(X_j)$ 是第*j*项指标值的最大值;  $\min(X_j)$ 表示第*j*项指标值的最小值。

(1) 矿产-经济-贸易系统中第*j*项指标所占的比重  $Q_{ij}$ :

$$Q_{ij} = \frac{U_{ij}}{\sum_{i=1}^m U_{ij}} \quad (2)$$

(2) 三大系统中第*j*项指标的熵值  $e_j$ :

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m (Q_{ij} \ln Q_{ij}) \quad (3)$$

(3) 三大系统中第*j*项指标的权重  $V_j$ :

$$V_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^m (1 - e_j)} \quad (4)$$

式中,权重的取值范围为[0, 1]。

矿产资源-区域经济-矿产贸易系统的综合评价指数公式如下:

$$f(x) = \sum_{j=1}^b V_x U_{ij}(x) \quad (5)$$

$$g(y) = \sum_{j=1}^b V_y U_{ij}(y) \quad (6)$$

$$h(z) = \sum_{j=1}^b V_z U_{ij}(z) \quad (7)$$

式中:  $f(x)$ 、 $g(y)$ 、 $h(z)$ 分别表示矿产、经济、贸易的综合评价指数;  $b$ 表示系统中评价指标的数量;  $V_x$ 、 $V_y$ 、 $V_z$ 分别表

示矿产-经济-贸易各指标的权重;  $U_{ij}(x)$ 、 $U_{ij}(y)$ 、 $U_{ij}(z)$ 分别表示进行标准化处理得到的无量纲化数值。

建立矿产资源、区域经济、矿产贸易系统的耦合度模型<sup>[14]</sup>,公式如下:

$$C = \left\{ \frac{f(x) \times g(y) \times h(z)}{\left[ \frac{f(x) + g(y) + h(z)}{3} \right]^3} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (8)$$

式中,  $C$ 为耦合度; 当 $C$ 趋于0时,耦合度值极小,各系统属于无序状态; 当 $C$ 趋于1时,耦合度值极大,各系统耦合良性,并朝向有序的方向发展<sup>[15]</sup>。

$$T = \alpha f(x) + \beta g(y) + \gamma h(z) \quad (9)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (10)$$

式中,  $D$ 表示耦合协调度,  $T$ 表示矿产资源-区域经济-矿产贸易三大系统综合评价指数,  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、为待定系数。

2 构建三大子系统评价体系

矿产资源、区域经济、矿产贸易三者之间有着很密切的关系,在总书记提出的“共抓大保护,不搞大开发”的战略思想下<sup>[16]</sup>,全面考量三大子系统的关联,构建涵盖三大系统的11项具体变量的评估框架。依据六国数据,运用公式(1)至(4),计算出三大系统的客观权重,具体结果参见表1。

表1 “一带一路”沿线矿产资源—区域经济—矿产贸易协调发展评价体系及权重

系统	评价指标	单位	指标性质	权重
矿产资源系统	煤炭	百万吨	+	0.3063
	金属	万吨	+	0.2806
	矿业年产量	万吨	+	0.2363
	矿业产值占地区总工业产值比率	%	+	0.1768
区域经济系统	工业增加值	亿美元	+	0.2135
	国内生产总值	亿美元	+	0.1829
	就业率	%	+	0.2272
矿产贸易系统	人均年收入	元	+	0.1764
	居民消费价格指数	积分	+	0.2
	矿产品进口总额	百万美元	-	0.4917
	矿产品出口总额	百万美元	-	0.5083

注:“+”表示正向指标;“-”表示逆向指标。

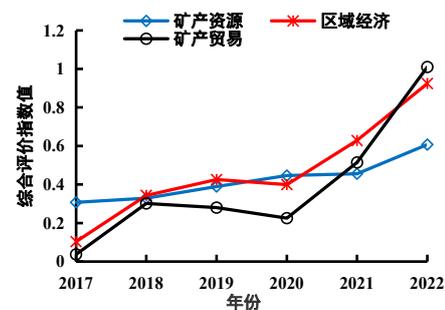


图1 矿产资源—区域经济—矿产贸易综合评价指数

### 3 矿产资源—区域经济—矿产贸易综合指数分析

依据“一带一路”沿线六国评价指标体系,利用式(5)至(7)计算得到矿产资源、区域经济、矿产贸易系统的综合评价指数,通过取平均值得到2017年到2022年间“一带一路”沿线区域综合评价体系值如图1所示。

矿产资源综合指数从0.3076升至0.6071,增幅达97.37%,表明各国开发利用效率全面提升,得益于技术进步、回收利用增强及政策实施,其稳健上升趋势预示行业向可持续、高效方向发展。

区域经济综合指数先升后小幅回调,2019-2020年受全球经济波动及产业结构调整影响出现波动,但随政策优化迅速恢复增长,最终增加率达131%,整体上行趋势凸显区域经济韧性与潜力。

矿产贸易综合指数变化复杂:2017-2018年因市场需求增长和矿产品品质提升,指数激增0.2644;2018-2020年受经济增长放缓影响,贸易摩擦影响缓慢下降;后随全球经济复苏及“一带一路”推进,指数大幅涨至1.01,总体涨幅348%,彰显未来贸易合作与发展空间广阔。

### 4 结论

依据“一带一路”沿线六国2017—2022年相关数据,对区域矿产资源—区域经济—矿产贸易系统进行了综合评价指标研究并进行分析。结果表明:

在“一带一路”经济带框架下,六国耦合协调度值普遍呈上升趋势,但发展水平有差异。印度尼西亚、中国、新加坡的耦合协调度显著增长,体现在经济总量提升、区域经济结构优化、矿产资源有效利用及矿产贸易繁荣等方面。马来西亚和越南虽持续努力,但目前耦合协调度水平相对较低,与前三者存在一定的差距。

#### [基金项目]

国家自然科学基金项目(52309132,52209140);山东省自然科学基金项目(ZR2021ME209,ZR2022QE251);2023年度高等教育科学研究规划课题(23BR0210);2024年度高等教育科学研究规划课题(24SY0104,24JS0305)。

#### [参考文献]

[1]李波.矿产资源在现代经济发展中的作用[J].有色金属工程,2024,14(03):205.

[2]崔娜.矿产资源开发效率与经济高质量发展耦合协调关系研究[J].矿业研究与开发,2023,43(10):217-224.

[3]韩信,聂闻,王运敏,等.长江经济带矿产—经济—生态环境系统耦合协调发展研究[J].金属矿山,2024,(03):249-257.

[4]方传棣,成金华,赵鹏大.大保护战略下长江经济带矿产—经济—环境耦合协调度时空演化研究[J].中国人口·资源与环境,2019,29(06):65-73.

[5]王成军,杨倩,冯涛,等.黄河流域矿产资源开发—经济—环境耦合协调发展及时空演化研究[J].资源与产业,2024,26(4):10-20.

[6]王箫航,赵连荣,劳昕.资源型城市矿产—经济—矿山环境耦合协调发展研究[J/OL].矿业研究与开发,1-12[2025-01-05].

[7]冯俏彬.推动我国经济高质量发展的五大途径[J].经济研究参考,2018(30):2.

[8]田秋生.高质量发展的理论内涵和实践要求[J].高等学校文科学术文摘,2019,36(2):2.

[9]任保平,李禹墨.新时代我国高质量发展评判体系的构建及其转型路径[J].陕西师范大学学报:哲学社会科学版,2018,47(3):10.

[10]周国梅,解然,周军.明确目标抓住重点推动“一带一路”绿色发展[J].环境保护,2017,45(13):9-12.

[11]余晓钟,白龙,罗霞.“一带一路”绿色低碳化能源合作内涵、困境与路径[J].亚太经济,2021(3):17-24.

[12]黄晓杏,王锐.基于能值分析的矿业城市工业生态效率的动态变化研究——以江西为例[J].有色金属科学与工程,2020,11(3):90-98.

[13]杨永均,张绍良,朱立军,等.贵州矿产资源开发与生态保护和经济发展的耦合协调度[J].贵州农业科学,2014,42(9):4

[14]王志民.江苏省区域旅游产业与科技创新协同度研究[J].世界地理研究,2016,25(06):158-165.

[15]汪佳龙.我国基本公共卫生服务与基本医疗保障耦合协调发展研究[D].武汉大学,2019.

[16]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.

#### 作者简介:

王雷(1984—),男,汉族,山东济宁人,博士,讲师,硕士生导师,研究方向:矿业开发和地下工程灾害防控方面的工作。

#### \*通讯作者:

陈冬梅(1985—),女,河南周口人,硕士,高级工程师,研究方向:矿产资源开发。