

长江经济带矿业绿色发展空间格局与驱动机制研究*

柳晓娟^{1,2}, 侯华丽¹, 武强², 田欣³, 吴尚昆¹, 黄洁^{1,4}

(1.中国自然资源经济研究院, 北京 101149; 2.中国矿业大学(北京)地球科学与
测绘工程学院, 北京 100083; 3.北京师范大学环境学院, 北京 100875;
4.中国地质大学(北京)经济管理学院, 北京 100083)

摘要:矿业绿色发展是落实生态文明建设的重要内容。采用基于“压力-状态-响应”模型的矿业绿色发展评价指标体系和综合指数法,测算并分析了长江经济带各省份矿业绿色发展分布及其内外驱动因子,构建了长江经济带矿业绿色发展驱动机制框架。结果表明:长江经济带矿业绿色发展的区域分布呈现由西至东逐渐增高的趋势,矿业绿色发展状态指数最高,响应指数最低;东部地区矿业绿色发展的内在驱动因子是生态环境压力、环境保护水平和政策响应,中部地区是矿业发展压力和生态环境压力,西部地区则受到多重内在驱动因子的制约;经济发展、城镇化、产业结构、科技创新、对外开放、市场化是提升长江经济带矿业绿色发展的外部影响因素;建议针对东、中、西部地区发展不均衡性,从降低矿业绿色发展压力、提高矿业绿色发展状态和响应水平方面提升矿业绿色发展水平。

关键词:长江经济带;绿色矿业;PSR模型;空间格局;驱动机制

中图分类号:F407.1 **文献标识码:**A
文章编号:1005-2763(2021)04-0176-07

0 前言

党的十九大把生态文明建设摆在突出位置,绿色发展作为生态文明理论的重要组成部分,已成为引领各行业发展的核心准则。矿业绿色发展是矿业领域实现规模化和集约化的必然选择。自2008年第二轮全国矿产资源规划明确提出发展绿色矿业的要求以来,我国在绿色矿山建设从政策激励到标准建设,从试点先行到整体推进,已取得显著成效。目前,国家及部分地区绿色矿山建设标准相继出台^[1],有953家矿山被纳入全国绿色矿山名录,绿色矿业发展示范区申报持续有序开展^[2]。在国家的政策推动下,矿山企业意识到应当以“科技创新推动产业发

展”,并涌现出一大批落实绿色发展的标杆企业,他们不仅在矿产资源综合利用与开发等方面开展技术升级和创新,也在矿区和谐和矿山景观面貌等方面各具特色^[3]。尽管如此,我国矿业绿色发展也存在诸多问题和挑战。绿色矿山建设仍需在政策体系、标准体系、技术创新体系等多方面加紧完善^[4],大部分矿山企业在技术与管理、对生态环境的重视程度等方面仍处于较低水平^[5],矿业开发带来的生态环境问题依旧明显^[6]。全国绿色矿山比例较低,且各地区发展不平衡^[7]。因此,系统度量并分析我国各地区绿色矿业的发展水平及其成因,有助于准确把握我国矿业发展的短板与不足,找准未来改革的重点和发展方向。

长江经济带是我国重要的矿产资源基地,在页岩气、地热等清洁能源矿产、黑色金属和有色金属矿产、战略新兴矿产以及磷矿资源的开发潜力和形势在全国均占有重要地位^[8],肩负着保障国家资源安全的重任。在“共抓大保护,不搞大开发,坚持生态优先、绿色发展”的总体战略下,维护长江经济带矿业开发的可持续发展,协调好矿业经济与社会、环境的关系至关重要^[9]。衡量长江经济带矿业绿色发展水平,可揭示区域矿业可持续发展的问题和障碍,提出具有针对性的发展策略。然而通过文献梳理发现,针对长江经济带的绿色发展评价多集中在产业、城市、区域性等领域^[10-12],鲜有对矿业领域的绿色发展评价研究。

此外,我国矿业绿色发展评价的研究尺度大多集中在全国、单一省份(市、区)或单一矿山^[13-14],对于省域尺度下不同地区的对比研究并不多。长江经济带横跨我国东西地区,空间上覆盖了成渝、长江中游和长三角等多个重要城市群,各地区的资源禀赋、

* 收稿日期:2020-07-10

基金项目:自然资源部部门预算项目(121102000000180007);中国地质调查局地调项目(dd20190479)。

作者简介:柳晓娟(1984—),女,河北张家口人,博士,主要从事资源环境的政策与管理、绿色矿业研究,E-mail:shiyujunxjl@163.com。

经济发展和生态保护程度均有明显差异。依据全国绿色矿山名录,长江经济带 11 省市的绿色矿山比例差异较大,最高与最低省份相差近百倍^[7]。因此,准确把握区域性矿业绿色发展特征,有利于因地制宜地提出应对策略。

本文以长江经济带为研究区域,基于体现区域特色的评价指标体系,利用综合指数法研究长江经济带矿业绿色发展的空间格局,剖析其内在和外在影响因素,总结问题并提出建议,为推动重点区域矿业高质量发展目标提供理论依据。

1 研究区域与数据来源

长江经济带横跨我国东中西三大区域,涉及 11 个省市。2018 年,上海市矿山数量仅为 7 个,约占长江经济带总数的 0.3%,矿业产值低于长江经济带总量的 0.5%,因此,本文研究区仅涉及除上海外的其他 10 个省(市)。同时,将长江经济带划分为东部、中部和西部 3 个地区开展研究。研究数据主要来源于 2018 年《中国统计年鉴》、《中国国土资源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《全国非油气矿产资源开发利用统计年报》以及

文献数据^[15-16]。

2 研究方法

2.1 矿业绿色发展评价方法

采用综合指数法计算长江经济带的矿业绿色发展水平,包括评价指标体系和指数测算两个部分。

2.1.1 评价指标体系

采用层次分析法构建评价指标体系,设定目标层、系统层和指标层 3 个层次,系统层包含一级指标和二级指标,指标层对应三级指标,将矿业绿色发展水平设定为目标层。采用“压力-状态-响应”(PSR)模型的理论框架构建矿业绿色发展指标体系的系统层,将矿业绿色发展压力、矿业绿色发展状态和矿业绿色发展响应 3 个指标作为系统层中的一级指标,并将一级指标进一步细化为 6 个二级指标。指标层则充分体现长江经济带的区域特征,具体考虑了长江经济带矿业绿色发展的战略定位、矿产资源概况、资源环境禀赋、矿业开发的环境影响等因素,同时重点兼顾指标空间可比性和可操作性,确定三级指标。本文评价指标体系涵盖 3 项一级指标,9 项二级指标和 17 项三级指标,具体见表 1。

表 1 矿业绿色发展评价指标及权重

目标层		系统层		指标层	
总目标	一级指标(A)	二级指标(B)	三级指标(C)		权重
矿业绿色发展水平	A1 矿业绿色发展压力	B1 矿业发展压力	C1 矿山数量/个(负向)		0.0115
			C2 大中型矿山数量占比/%(正向)		0.0206
			C3 采矿业销售产值占工业销售产值的比重/%(负向)		0.0400
		B2 生态环境压力	C4 磷矿、煤矿和有色金属矿总数占矿山总数的比重/%(负向)		0.0305
			C5 生态保护区面积占辖区总面积的比重/%(负向)		0.0504
			C6 饮用水水源水质达标率/%(正向)		0.0923
	A2 矿业绿色发展状态	B3 资源节约水平	C7 万元矿业产值能耗/(吨标煤·万元 ⁻¹)(负向)		0.0745
			C8 万元矿业产值水耗/(m ³ ·万元 ⁻¹)(负向)		0.0745
			C9 工业固废综合利用率/%(正向)		0.0652
		B4 环境保护水平	C10 万元矿业产值二氧化碳排放量/(t·万元 ⁻¹)(负向)		0.0916
			C11 本年新增损毁土地面积占本年恢复面积的比重/%(负向)		0.1166
			C12 规划方案(正向)		0.0111
	A3 矿业绿色发展响应	B5 政策支持	C13 建设规范(正向)		0.0209
			C14 发展政策(正向)		0.0172
			C15 监督管理(正向)		0.0248
		B6 载体建设	C16 绿色矿山建成率/%(正向)		0.1293
			C17 矿业绿色发展示范区数量/个(正向)		0.1293

2.1.2 指数测算

评价指标体系确定后,则进行指标权重计算、标准化处理和指数测算。首先,通过专家评分法中的德尔菲法,两两比较评价指标并进行一致性检验,计算各专家反馈打分的平均值得出指标权重,见表 1。

其次,为消除指标的量纲影响,对所有指标进行 0~1 归一化处理,其中 C2、C6、C9、C12~C17 共 9 个指标为正向指标,其他 8 个指标为负向指标。计算公式为:

正向指标:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j x_i}{\max_j x_i - \min_j x_i},$$
$$i = 2, 6, 9, 12, \dots, 17; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

负向指标:

$$X_{ij} = \frac{\max_j x_i - x_{ij}}{\max_j x_i - \min_j x_i},$$
$$i = 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11; j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

式中, X_{ij} 为 i 指标 j 样本的归一化数据, x_{ij} 为 i 指标 j 样本的原始数据, $\max_j x_i$ 和 $\min_j x_i$ 分别为 i 指标 j 个样本中的最大值和最小值。

在指标权重和归一化结果的基础上, 结合关联系数来测算矿业绿色发展指数。采用灰色综合评价法计算指标的关联系数。按照评价的最优目标, 设计一个理想的参考数据列, 记为 X_0 , X_0 是从参评样本面板数据中选择极值数据集合而成(正向指标选择所有省域历史上最高指标, 逆向指标选择所有省域历史上最低指标)。理想数据列 X_0 与参评的比较数据列 X_i 之间的两级最小差 $\min_i \min_k |X_{0(k)} - X_{i(k)}|$ 和两级最大差 $\max_i \max_k |X_{0(k)} - X_{i(k)}|$, 并计算关联系数 $\xi_{i(k)}$ 。

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min_i \min_k |X_{0(k)} - X_{i(k)}| + \zeta \max_i \max_k |X_{0(k)} - X_{i(k)}|}{|X_{0(k)} - X_{i(k)}| + \zeta \max_i \max_k |X_{0(k)} - X_{i(k)}|} \quad (3)$$

式中, ζ 为分标系数, 用于减少极值对计算结果的影响, 通常取 $\zeta \leq 0.5$ 。

通过层次分析法对每一个分指标进行赋权, 假设第 k 个指数的权重为 W_k , 则第 i 个参评样本的综合评价结果 R_i , 即矿业绿色发展指数的计算公式为:

$$R_i = \sum_{k=1}^n W_k \cdot \xi_{i(k)} \quad (4)$$

2.2 外部影响因素分析方法

为分析经济、社会、制度、文化等外部因素对矿业绿色发展水平的影响, 基于已有研究^[17-19], 选择经济发展、城镇化、产业结构、科技创新、对外开放、市场化这 6 个变量, 采用 SPSS13.0 软件对矿业绿色发展指数的影响因子进行 Pearson 相关性分析。以上 6 个变量分别对应人均 GDP(X_1)、城镇人口占总人口的比例(X_2)、第二产业总产值占当年 GDP 比重(X_3)、科技支出占当年财政支出的比重(X_4)、外商投资总额占当年 GDP 比重(X_5)以及除国有和集体外

其他所有制在岗人员比例(X_6)这 6 个可量化指标。

3 结果与讨论

3.1 矿业绿色发展的空间格局及其内在驱动因素

长江经济带矿业绿色发展指数测算结果见表 2。长江经济带 10 个省(市)矿业绿色发展指数(综合指数)的平均值是 64.8, 变异系数是 0.20。从不同指数来看, 状态指数最高, 为 68.2, 响应指数最低, 为 61.4, 而且, 响应指数的空间变异系数为 0.35, 高于压力指数和状态指数。说明长江经济带矿业绿色发展状态较好, 响应水平较弱, 且响应水平在各地区间的差异度较大。

从地区来看, 浙江矿业绿色发展指数最高, 为 85.4, 四川最低, 为 43.9。运用 Arcgis10.2 自然断点分类法(Jenks)将长江经济带 10 个省(市)矿业绿色发展指数从大到小分为低水平、中低水平、中高水平以及高水平 4 个等级。浙江、江苏和安徽的矿业绿色发展处于高水平, 四川和云南处于低水平, 整体分布上体现出从西至东逐渐升高的特征。

表 2 长江经济带矿业绿色发展指数测算结果

地区	A1 压力	A2 状态	A3 响应	综合指数
东部	80.3	81.6	88.6	83.6
江苏	78.7	76.6	90.8	81.8
浙江	81.9	86.7	86.3	85.4
中部	59.7	73.3	69.4	68.7
安徽	54.7	79.6	89.6	76.8
江西	53.9	72.2	68.9	66.6
湖北	73.3	77.5	45.5	65.8
湖南	57.0	64.0	73.6	65.5
西部	58.8	56.4	39.8	51.5
重庆	77.9	60.4	48.2	60.6
四川	45.8	49.8	34.9	43.9
贵州	57.6	63.5	42.6	55.1
云南	53.8	52.0	33.6	46.3
平均值 *	63.5	68.2	61.4	64.8
变异系数 **	0.19	0.17	0.35	0.20

注: 表中 * 和 ** 是基于 10 个省(市)数据计算的平均值和变异系数。

进一步对压力、状态和响应指数进行水平划分, 由表 2 可知, 压力指数上, 江苏、浙江和重庆处于高水平, 湖北处于中高水平, 仅四川省处于低水平。从区域分布看, 东部地区整体上处于高水平, 其矿业绿色发展面对的压力较小, 中部处于中等水平, 其矿业绿色发展面临一定压力, 而西部地区各地区分布具有异质性, 体现出发展压力上的不均衡性。从区域平均值看, 中部和西部地区面临的矿业绿色发展压力基本一致, 见表 2。状态指数上, 浙江省处于高水平, 四川和云南处于低水平。整体看来, 越靠近东部

的地区其状态指数越高,越靠近西部的地区其状态指数越低,区域分布体现出从西至东逐渐升高的规律,说明矿业绿色发展状态从西至东逐步提高。响应指数上,浙江、江苏和安徽处于高水平,四川和云南处于低水平,其区域分布规律与状态指数分布具

有相似性。

从评价指标体系的构建来看,矿业绿色发展的压力、状态和响应来源于各自二级指标的贡献,各二级指标可作为长江经济带矿业绿色发展水平空间异质性分布的内在驱动因素,其分布情况如图 1 所示。

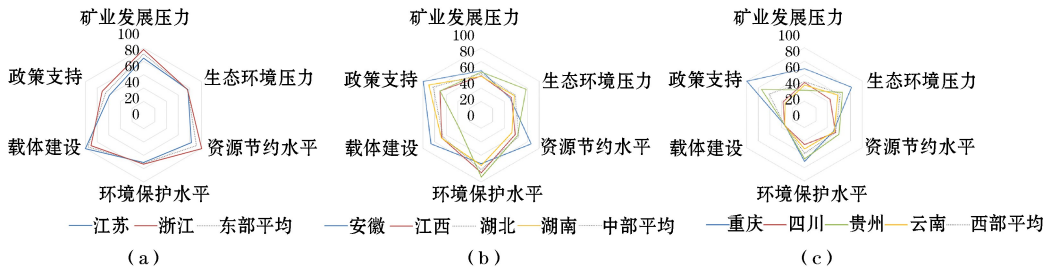


图 1 长江经济带矿业绿色发展指数二级指标分布格局

在东部地区,6 个内在驱动因子(二级指标)指数的区域平均值范围是 65.0~91.3,如图 1(a)所示,各因子总体分布较均衡、水平较高。相比矿业发展压力,东部地区两个省份的生态环境压力更大,说明生态环境压力是东部地区矿业绿色发展压力的主要来源。相比资源节约水平,2 个省份的环境保护水平较低,说明环境保护水平制约了该区域矿业绿色发展状态的提升。相比载体建设,政策支持力度还略显不足,见表 3,特别是江苏省的政策支持力度,已成为制约东部地区矿业绿色发展水平的主要内在因素。

6 个内在驱动因子(二级指标)指数在中部地区的平均值范围是 59.0~83.1,如图 1(b)所示,大部分因子呈现出区域不均衡性。中部地区 4 个省份的矿业发展压力和生态环境压力均较大,2 个驱动因子共同加剧了矿业绿色发展压力。除安徽省外(资

源节约水平指数>80),资源节约水平已成为制约中部地区矿业绿色发展状态的主要因素。在矿业绿色发展响应上,中部地区的区域不均衡性较明显,安徽省表现出较高的载体建设水平和政策支持力度,湖北和江西在这两方面均略显不足。

相比东部和中部地区,西部地区 4 个省份的内在驱动因子(二级指标)指数值相对较低,区域平均值范围是 33.7~62.7,如图 1(c)所示,其中矿业发展压力、生态环境压力和政策支持表现出较大的区域不均衡性,特别是政策支持方面,各省份相差较大,见表 3。4 个省份中,重庆的矿业发展压力和生态环境压力较小,政策支持力度较大,其他省份在压力、状态和响应各方面的发展水平均较低。可见西部地区 6 个驱动因子均具有对矿业绿色发展水平的制约性。

表 3 长江经济带矿业绿色发展有关制度构建情况

制度构建	江苏	浙江	安徽	江西	湖北	湖南	重庆	四川	贵州	云南
绿色矿山建设规划	★	☆	★	☆	☆	☆	★	☆	☆	☆
绿色矿山实施方案	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
绿色矿山建设标准	☆	☆	★	☆	☆	★	★	☆	★	☆
绿色矿山评估管理方案	☆	★	★	★	★	★	★	☆	★	☆
绿色矿山激励政策	★	★	★	★	★	★	★	★	☆	☆
区域发展政策	★	★	★	★	★	★	★	☆	☆	☆

注:1. 统计数据针对的是省级的制度构建情况,不包括对其下辖市县级的数据统计;
2. ★表示有公开发布的相关制度文件,☆表示无法查阅到公开发布的相关制度文件。

3.2 矿业绿色发展的外在影响因素

表 4 给出了矿业绿色发展指数与经济发展、城镇化、产业结构等 6 项外部影响因素的相关关系。从综合指数来看,所有外部影响因素与矿业绿色发展水平具有显著正相关关系,说明这些外部影响因素正向促进了长江经济带矿业绿色发展。

表 4 矿业绿色发展指数与外部因素的相关关系

指数	经济发展	城镇化	产业结构	科技创新	对外开放	市场调控
综合指数	0.733 *	0.757 *	0.702 *	0.872 **	0.702 *	0.730 *
压力指数	0.841 **	0.886 **	0.283	0.517	0.679 *	0.839 **
状态指数	0.585	0.624	0.698 *	0.926 **	0.480	0.564
响应指数	0.592	0.592	0.695 *	0.752 *	0.676 *	0.604

注:采用 Pearson 相关性检验,*表示 $P<0.5$,**表示 $P<0.1$ 。

科技创新与矿业绿色发展综合指数呈极显著正相关关系,体现出科技创新重要的影响力。绿色矿业的核心是技术水平的提高^[20],技术装备是绿色矿山建设的基础^[21]。科技创新分别与状态、响应指数之间呈显著正相关,见表4,说明科技创新的加强,直接提升了矿业绿色发展的状态和响应水平,进而驱动矿业的绿色发展。

城镇化、经济发展和市场化与综合指数的相关性仅次于科技创新。城镇化和经济发展体现的是经济社会发展水平,市场化体现的是市场经济活力。这三项因素与压力指数呈极显著正相关性,与状态和响应指数无相关性,说明经济发展和市场活力越大,矿业绿色发展压力越小。经济发展带动企业产业升级、提高生产效率、促进人才聚集,增加大中型矿山比例,降低绿色发展压力。市场化有助于推动人才集聚和人才流动,提升产业发展活力,减少传统国有企业在产业转型升级、落后产能退出时所面临的阻力^[18]。

产业结构与综合指数的相关系数仅高于对外开放因素。本研究的产业结构等于第二产业产值占总产值的比例,状态和响应指数与产业结构呈正相关,说明第二产业产值比重越高,矿业绿色发展的状态和响应水平越高,矿业绿色发展的综合水平越高。有研究表明,长江经济带大部分城市以工业产业为主,这导致资源短缺、三废问题突出,并限制了可持续发展^[12]。这与本研究结果并不一致。产业结构与综合指数的相关关系,如图2所示,东部地区2个省份的拟合关系在95%置信区间之外,说明东部地区并不符合产业结构与矿业绿色发展指数的正相关关系。东部地区的第二产业产值处于长江经济带10个省市的中等偏上水平,但其矿业绿色发展水平高于中、西部地区,说明产业结构对矿业绿色发展的影响存在区域异质性。

对外开放与综合指数的相关系数是外部影响因素中最低的。对外开放与压力、响应指数呈正相关关系,说明对外开放程度越高,矿业绿色发展压力越小、响应水平越高。已有研究表明,全球化贸易对产业发展确实具有正向影响^[18],这是由于外商投资可提升生产效率和技术水平^[12]。但同时,产业转移会增加环境压力,从而有降低绿色效益的可能性^[12],这可能是导致对外开放因素与状态指数无相关性的原因。

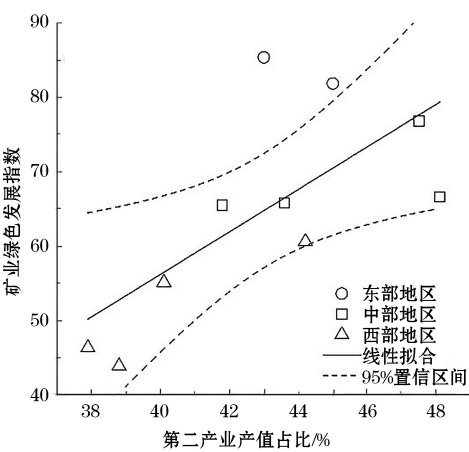


图2 产业结构与矿业绿色发展指数的相关关系

3.3 矿业绿色发展的驱动机制及对策措施

长江经济带矿业绿色发展水平在省域尺度上的空间格局受到内部和外部等多重因素影响。从内部驱动因素来看,主要包括绿色发展的压力、状态和响应3个方面,涉及矿业发展压力、生态环境压力、资源利用水平、环境保护水平、政策响应水平和载体建设水平6个具体因素。从外部影响因素来看,会受到经济发展、城镇化、市场化、对外开放、科技创新和产业结构等多重因素影响,且外部因素通过影响内部驱动因子而实现对矿业绿色发展空间格局的影响。基于此,构建出长江经济带矿业绿色发展空间格局的驱动机制,如图3所示。

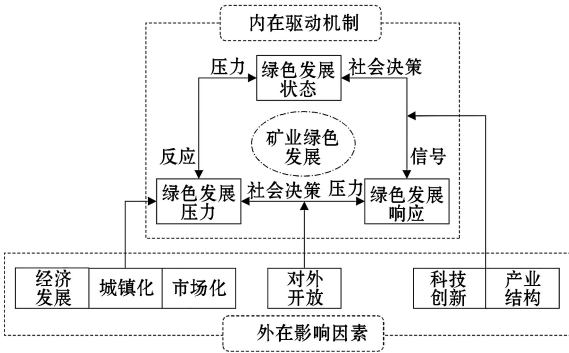


图3 矿业绿色发展驱动机制

长江流域有工业发展和人口聚集所导致的资源环境问题,完全可通过转变产业结构、转变发展方式、提高管理效率等方式进行治理,从而提升区域的可持续性发展^[22]。根据长江经济带矿业绿色发展的空间异质性,对照矿业绿色发展驱动机制,立足于中国国情,建议从压力、状态、响应三个维度出发,区域差别化、问题重点化地靶向施策,全面提升长江经济带的矿业绿色发展水平。具体对策措施包括以下

3个方面。

(1) 从国家政策、资金投入、城镇发展、市场调控等外部手段入手,通过提供政策保护和资金投入,优化基础设施建设,以及提高产业经济活力,来减小区域矿业发展和生态环境压力,进而降低矿业绿色发展压力。

(2) 长江经济带中、西部地区,特别是西部地区,应逐渐摒弃粗放的生产经营方式,通过提升企业科技创新能力,在鼓励资源综合利用和节能减排的前提下,提高工业产值,提升矿业绿色发展状态;东部地区应将环境保护水平的提升作为重点,加强提升企业科技创新能力,进一步降低“三废”排放水平,减少矿山损毁用地面积,稳步提高矿业绿色发展水平。

(3) 各地区管理部门应加强绿色矿业监督管理的能力,加快完善有关政策标准的制定。中、西部地区应从资金投入、科技创新和产业结构调整等方面入手,鼓励矿山企业在观念、体制、技术、管理等方面不断革新,以及淘汰落后产能、提高企业竞争力,加快推进绿色矿山建设,鼓励引导绿色矿业发展示范区创建,稳步提升绿色矿业政策和载体的响应水平。

4 结论

本研究采用基于“压力-状态-响应”模型理论的矿业绿色发展评价指标体系,对矿业绿色发展空间格局和驱动机制进行剖析,提出对策措施。主要结论包括以下4个方面。

(1) 长江经济带矿业绿色发展综合指数平均为64.8。从分指数看,矿业绿色发展状态水平最高,响应水平最低;从区域看,矿业绿色发展水平从西至东逐渐升高。

(2) 东部地区矿业绿色发展的主要内在制约因子是生态环境压力、环境保护水平和政策支持;中部地区的主要内在驱动力来自于矿业发展压力和生态环境压力;除重庆外,西部地区受到所有内在驱动因子的制约。

(3) 经济发展、城镇化、产业结构、科技创新、对外开放、市场化是长江经济带矿业绿色发展空间格局的外部影响因素,具有正向驱动作用,且其通过影响内在因素实现外在驱动机制。

(4) 依据长江经济带矿业绿色发展驱动机制,综合考虑外部影响因素与内在驱动因子,提出针对矿业绿色发展区域不均衡性的对策措施,以期实现降低矿业绿色发展压力、提高矿业绿色发展状态和

响应水平,全面提升长江经济带矿业绿色发展水平的目的。

参考文献(References):

- [1] 司芴,张应红,刘立,等.新时代我国绿色矿山建设与发展的思考[J].中国矿业,2020,29(2):59-64.
- [2] 郭冬艳,孙映祥,陈丽新.关于编制绿色矿业发展示范区建设方案的思考[J].中国矿业,2020,29(7):57-60.
- [3] 张世新.新时期我国绿色矿山建设探讨:以金徽矿业郭家沟铅锌矿为例[J].中国矿业,2019,28(4):84-86+92.
- [4] 鞠建华.构建中国绿色矿山建设的支撑体系[J].中国矿业,2020,29(1):13-15.
- [5] 杨倩如.新常态下矿山企业发展对策[J].矿业研究与开发,2019,39(12):157-160.
- [6] 侯华丽,吴尚昆,蒋芳,等.新时代我国绿色矿山建设规划的思考[J].中国矿业,2019,28(7):81-85+93.
- [7] 侯华丽,柳晓娟,郭冬艳,等.全国绿色矿山名录分析与政策建议[J].中国矿业,2020,29(6):1-7.
- [8] 张玉韩,吴尚昆,董延涛.长江经济带矿产资源开发空间格局优化研究[J].长江流域资源与环境,2019,28(4):839-852.
- [9] 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(6):65-73.
- [10] 陈佳敏,霍增辉.长江经济带沿线区域绿色发展水平的评价与比较[J].科技管理研究,2020,40(1):244-249.
- [11] 高红贵,赵路.长江经济带产业绿色发展水平测度及空间差异分析[J].科技进步与对策,2019(12):46-53.
- [12] 李爽,周天凯,樊琳梓.长江流域城市的绿色发展评价及影响因素[J].管理现代化,2018,38(4):92-95.
- [13] 李园.矿业可持续发展指标体系的构建及测度[J].企业导报,2013,(6):10-11+19.
- [14] 刘金平,严慧,杨贺,等.江苏省金属矿山绿色发展水平评价及模式研究[J].矿业研究与开发,2014,34(6):95-98.
- [15] SHAN Y, HUANG Q, GUAN D, et al. China CO₂ emission accounts 2016—2017[J]. Scientific Data, 2020, 7(1):54.
- [16] 崔宏,张继群,王韦娜,等.我国工业用水行业及其区域分布状况分析[J].中国水利,2017(23):16-19.
- [17] 许丽梦,郭付友,王慧.山东省绿色发展效率时空演化及影响因素分析[J].山东国土资源,2019(12):66-74.
- [18] 张国俊,邓毛颖,姚洋洋,等.广东省产业绿色发展的空间格局及影响因素分析[J].自然资源学报,2019,34(8):1593-1605.
- [19] 程钰,王晶晶,王亚平,等.中国绿色发展时空演变轨迹与影响机理研究[J].地理研究,2019,38(11):1-21.
- [20] 宋猛,李文超,赵玉凤.矿业绿色发展的路径选择和参考——基于国际发展实践及差异分析[J].中国国土资源经济,2020,33(4):10-15.
- [21] 孙映祥.我国绿色矿山建设研究现状综述与思考[J].中国国土资源经济,2020(9):1-11.
- [22] 樊杰,王亚飞,王怡轩.基于地理单元的区域高质量发展研究——兼论黄河流域同长江流域发展的条件差异及重点[J].经济地理,2020,40(1):1-11.

Spatial Pattern of the Green Development of Mining Industry in the Yangtze River Economic Belt and its Driving Mechanism

LIU Xiaojuan^{1,2}, HOU Huali¹, WU Qiang², TIAN Xin³, WU Shangkun¹, HUANG Jie^{1,4}

(1.Chinese Academy of Natural Resources Economics, Beijing 101149, China;

2.School of Resource and Safety Engineering, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing 100083, China;

3.School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875;

4.School of Economics and Management, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: The green development of mining industry is an important part of ecological civilization construction. The comprehensive index method of mining green development was adopted, as well as the evaluation index system based on the “Pressure-State-Response” model. Then, the distribution and the internal and external driving factors of the green development of mining industry in each province of the Yangtze River Economic Belt were calculated and analyzed, and the driving mechanism framework of the green development of mining industry in the Yangtze River Economic Belt was constructed. The results are concluded as follows. Firstly, the level of the green development of mining industry in the Yangtze River Economic Belt was gradually increasing from the west to the east, the state index of green development is the highest, and the response index of green development is the lowest. Secondly, the inner driving factors of the green development of mining industry in the eastern region are the pressure of ecological environment, the level of environmental protection and the policy response, in central region is the pressure of mining development and ecological environment, while is restricted by multiple inner driving factors in western region. Economic development, urbanization, industrial structure, scientific and technological innovation, opening up and marketization are the external factors to promote the green development of mining industry in the Yangtze River Economic Belt. In view of the unbalanced development of the eastern, central and western regions, it is suggested to improve the green development level of mining industry by reducing the pressure of green development of mining industry and improving the state and response level of green development of mining industry.

Key words: Yangtze River Economic Belt, Green mining, PSR model, Spatial pattern, Driving mechanism