

我国矿业绿色发展指数体系构建

黄洁^{1,2}, 侯华丽²

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083;

2. 中国国土资源经济研究院, 北京 101149)

摘要: 本文提出了矿业绿色发展和矿业绿色发展指数的概念,分析了矿业绿色发展指数构建的意义。在剖析矿业绿色发展架构的基础上,从资源节约、环境友好、转型发展、安全和谐四个方面构建了矿业绿色发展指数体系框架,运用专家咨询法和层次分析法测算了指标权重,提出了指标标准化和指数的计算方法。该指数体系通过评价我国矿业绿色发展水平对引领矿业发展理念转变、助推生态国土建设和矿业高质量发展具有重要意义。

关键词: 矿业绿色发展; 指数; 体系构建; 绿色矿山

中图分类号: F407.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2018)12-0001-05

Construction of green mining development index system in China

HUANG Jie^{1,2}, HOU Huali²

(1. China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China;

2. Chinese Academy of Land and Resource Economics, Beijing 101149, China)

Abstract: This paper puts forward the concept of green mining development and green mining development index, and analyzes the significance of constructing green mining development index. On the basis of analyzing the green development structure of mining industry, the framework of green mining development index system is constructed from four aspects: resource conservation, environmental friendliness, transformation and development, safety and harmony. This paper uses expert consulting method and analytic hierarchy process method to measure the index weight, puts forward the calculating method for standardization and index. The index system is of great importance to guide the transformation of the concept of mining development, promote the construction of ecological land and improve the quality of mining industry by evaluating the green development level of China's mining industry.

Keywords: green mining development; index; system building; green mine

矿业绿色发展已经形成国际共识。2017年底我国官方首次发布绿色发展指数,标志着绿色发展将是未来我国矿业发展的指挥棒,是实现矿业转型升级,实现高质量发展的必然要求。我国已经出台了绿色矿山建设的指导意见,但是科学评估我国矿业绿色发展水平的研究还没有开展。随着我国矿业

绿色发展的步伐,绿色矿山和绿色矿业发展示范区不断增多,如何合理评价全国矿业的绿色发展水平,目前分析和实践研究都不够,因此,构建矿业绿色发展指数是一项具有创新性和重要意义的研究。借助矿业绿色发展指数的测评,有助于聚焦社会公众对矿山生态环境的关注,有助于社会公众接受矿业绿色发展的共识和理念,有助于推进绿色发展政策的实施,有利于企业站在更高的视角提高决策效率,为促进矿业走生产发展、生态良好的文明发展道路,为人与自然和谐共生的可持续发展提供支持。

1 矿业绿色发展指数的概念

对于矿业绿色发展,目前没有一个统一的观点。国内研究者大多持系统论观点认为,“绿色矿业”的

收稿日期: 2018-07-19 责任编辑: 赵奎涛
基金项目: 部门预算项目“绿色矿山综合奖励与组织实施”资助(编号: 12120113093000)
第一作者简介: 黄洁(1983—),女,河北邢台人,管理学硕士,副研究员,主要从事国土资源经济研究, E-mail: hj_hj2009@163.com.
引用格式: 黄洁,侯华丽.我国矿业绿色发展指数体系构建[J].中国矿业,2018,27(12):1-5. doi:10.12075/j.issn.1004-4051.2018.12.028

本质是要求经济、社会、资源与环境协调发展,是可持续发展理念在我国矿业中的具体体现,矿业发展虽然强调以本身经济发展为核心,但也必须充分发挥资源效益,客观评价生态环境效益,重视社会效益,使综合效益达到最佳,只有这样,矿业的发展才具有可持续性。有些学者从经济学的角度对绿色矿业进行了理论解释,矿产资源开发利用高速发展,自然环境不断恶化,已接近或超过资源环境的容量及其自净能力的条件下,在寻求矿产资源—环境—经济综合系统相协调的过程中催生了绿色矿业^[1]。绿色矿业是一种产业,在该产业中,矿业活动对生态环境的扰动量=矿区生态环境容量(或其自净能力)。在这种状态下,优化矿业布局、调整矿产品结构,使矿产资源开发利用最优化、矿区生态环境影响最小化的一种产业模式^[2]。

发展绿色矿业是各国落实可持续发展战略的具体举措。国外绿色矿业的范畴更加广泛,鼓励高风险和创新性技术研究,强调对管理能力提高。芬兰实施了绿色矿业计划,其绿色矿山主题是:提高材料和能源的高效利用,保证矿产资源未来需求的可得性,最大程度地减轻对环境和社会的负面影响,提高工作和组织管理实践水平,确保矿山闭坑后土地的可持续利用。加拿大“绿色矿业”理念是通过创新方法,尽量减少采矿产生的废物,将其转化为其他用途的环保资源,并保留下干净的水,恢复景观和健康的生态系统。加拿大的“绿色矿业”倡议包含四个研究和创新的主体,即减少污染物排放、启动废物管理、生态系统风险管理和矿井闭坑与复垦^[3]。

综上所述,绿色发展作为科学发展与可持续发展的必选之路,是一种生长式的、创造性的发展,绿色发展道路旨在探索出一条人与自然和谐共处的生态化之路^[4]。矿业的绿色发展是相对于传统的粗放式矿业发展模式而言的,是一种符合生态文明要求的可持续发展模式,是以绿色发展的理念为指导,注重资源节约、环境友好、转型发展、安全和谐,要求矿产开采方式科学化、资源利用高效化、矿山环境生态化、矿业结构调整合理化、政企业管理规范化,实现矿产资源的最优化配置和生态环境影响的最小化,达到经济效益、资源效益、社会效益、生态效益协调统一。矿业绿色发展指数,是对矿业发展方式绿色、文明、和谐程度的有效度量,充分考虑矿产资源勘查开发过程中资源节约高效利用、生态环境保护治理、矿地和谐发展等多个方面,体现企业绿色运营、产业绿色重构和政府绿色管理,能全面衡量矿业发展绿色化水平的综合性指标。

2 矿业绿色发展指数体系构建的内容

2.1 矿业绿色发展的基本架构

首先,矿业绿色发展要求观念转变,即不再以经济效益为唯一追求目标,而是以自然规律为主导的发展。绿色发展之路的核心内容是传统经济效益至上观念的颠覆性改变。传统的矿业发展以自我利益为中心,为谋求自身利益不惜违背生态规律。矿业绿色发展改变以往被动消极的生态治理理念,主导思想是遵从自然规律,顺应自然发展,将经济发展与自然资源看做双重效益,使人们在得到矿产资源收益的同时也享受到生态的效益,是健康与长久的发展。

其次,矿业的绿色发展标志着生产方式的绿色转变。传统生产方式对矿产资源的消耗和利用是单向的,对可持续循环利用不做考虑,加快了资源的消耗,生产方式的绿色转变通过产业结构升级、技术创新、管理创新等手段,节约、合理、高效地利用资源,减少能源损耗和污染物的排放,加强废弃物的利用,改变不可持续的发展方式,以绿色产品造福人民。

最后,矿业的绿色发展是以民为本的发展。习近平总书记指出:“老百姓过去盼温饱,现在盼环保,过去求生存,现在求生态”。随着矿业发展,生态环境问题越来越成为人们关注的问题,传统的矿业开发对社区的空气、水、自然景观等方面都产生了不良的影响,对人们的身体健康造成了危害,通过绿色发展,改善矿区生活环境,注重社区居民的健康和安全,解决就业问题,支持困难家庭,实现企地和谐。矿业绿色发展的基本框架见图1。

资源节约,一是推进绿色开发技术与资源综合利用,提高资源产出率,二是减少能源的消耗。充分依靠科学技术,最大限度地提高我国矿产资源的利用效率和降低经济发展对矿产资源的消耗水平。针对我国支柱性重要矿产资源地下开采比重大、贫矿多、难选矿多等特点,加强采选、冶炼技术工艺研究及其成果的推广应用工作和先进技术设备的引进工作,以提高矿产资源的“三率”。通过发展绿色矿业,实现资源潜力转化为资源产能、资源保护与合理利用水平显著增强的目标。

环境友好,开展矿山地质安全与生态环境综合治理,实施重大工程,推进矿山洁化、绿色与美化。一是开展资源开发综合评估与论证,对拟出让矿产地,由当地政府组织对资源利用效益、公共安全、生态环境影响、水资源影响及生态恢复成本等进行评估论证;二是编制矿山环境保护与综合治理方案,将资源开发利用、矿山生态环境保护与恢复治理、矿山地质环境保护与治理恢复、土地复垦、水土保持等方

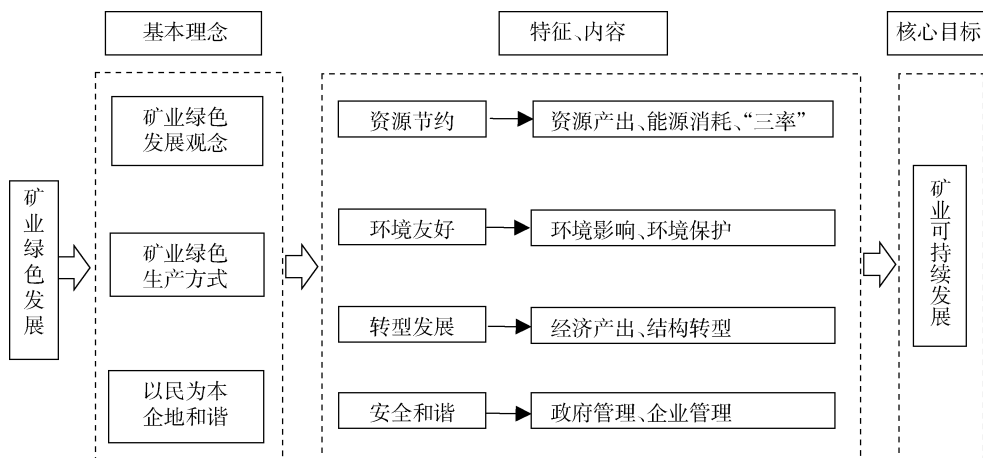


图 1 矿业绿色发展基本框架

案统一编制、审查、公示、实施；三是排放和废物控制，通过新的生产、加工及环境技术进一步缩小地下和地表扰动范围，保护生态自然环境不遭受破坏，使生态系统具备恢复其再生功能的能力。

转型发展、转型升级是矿业行业提质增效、实现绿色发展的必由之路，也是矿业行业建设生态文明的必然选择。要促进矿业行业转型升级、绿色发展，必须坚持“政府主导、企业主体、协会支撑、政策保障、市场运作”的发展模式，多方合力，共同促进。一是从经济产出的角度，考量矿业经济发展；二是有计划、有步骤地加强对大量小型矿山和个体小矿的资源整合，进行统一规划，联片整装开发，变粗放式经营为集约式经营；三是要优化矿业能源结构，大力发展清洁能源，提高天然气、煤层气、页岩气、地热等非煤能源矿业在能源结构中的比例；四是合理调整产业结构。

安全和谐，一是建立绿色管理组织架构，构建绿色管理机制，通过政府有效管理，减少勘查、开采违法案件的数量；二是推进企业现代化数字管理，提升企业治理能力和治理水平，减少安全生产事故的发生，在追求经济利益的同时，应更多注重社会影响^[5]；三是打造绿色发展示范平台，着力实施绿色矿山、绿色矿业发展示范区建设，由点到面、集中连片地整体推进矿业绿色发展；四是加大环境治理投入，加强对工矿废弃地和历史遗留矿山环境问题的治理。

2.2 基本原则

1) 系统性原则。指标设立要充分考虑矿业全链条过程中整体效益，使之尽可能全面、系统地反映矿业经济、资源、环境、政府、社会的协调发展状况。

2) 代表性和独立性原则。各项指标应含义明确、简便易算，并建立在已有的评价指标、相关资料和数据的基础上，能找到适当的或相应的代表性，并

且要避免相同或相近的变量重复出现。

3) 可比性原则。矿业绿色发展指数可测度区域性、历史性的差异，在选择指标的时候既要因地制宜选取适合的评价指标，也要实现各指标具有统一的计算口径、计算方法和统一的量纲，以便对绿色矿业发展的趋势与空间配置分析研究。

2.3 指数体系

建立指标体系是矿业绿色发展指数构建的一项关键工作。具体来讲，矿业绿色发展指数指标体系构建包括四个阶段：对相关理论和概念的理解、借鉴相关研究基础进行指标的初选、讨论分析进行指标的优选、专家研讨完善最终指标。

矿业绿色发展指数不是多层次指标的罗列，而是由多层指标构成，每一层有不同的功能和侧重点。由于矿业绿色发展是一个复杂的系统过程，矿业也有其自身的特点，因此需要将指标体系分为若干层次，每一层可细分为若干指标。通过对矿业绿色发展的理论、内涵、相关研究分析，将矿业绿色发展指数指标体系分为总指数-分指数-指标层三个纵向层次，具体见图 2。

资源节约是矿业绿色发展的重要特征之一。通过宏观、中观、微观三个层面的指标来全面反映我国矿产资源节约与综合利用水平。宏观上从国家层面，从经济产出视角，反映矿产资源利用效率；中观上从行业的层面，从产业发展消耗能源资源视角，反映矿业绿色发展水平；微观上从矿山的层面，通过开采回采率、选矿回收率、综合利用产值增速、矸石或尾矿利用率，反映资源开采绿色化水平。

环境友好是矿业绿色发展的重要制约要素。包括环境影响和环境保护两个方面，主要通过矿业产出与污染物排放的关系，包括废气、废水、烟(粉)尘、固体废弃物的产生情况，以及新增矿山地质环境治

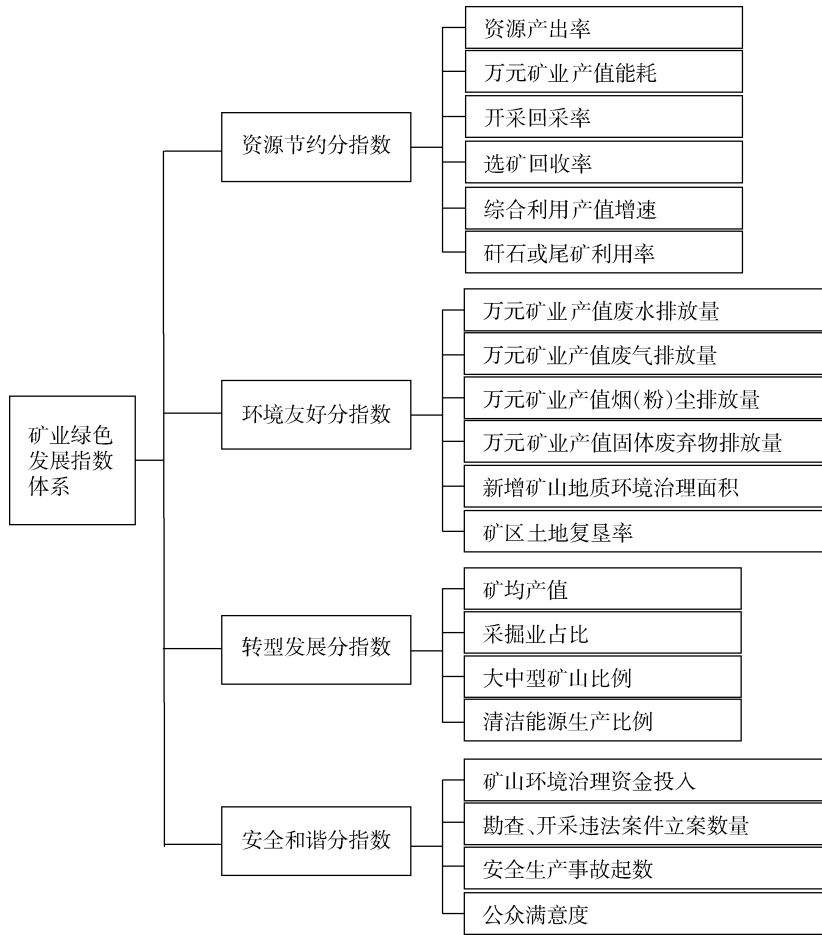


图 2 矿业绿色发展指数体系构成简图

理面积、矿区土地复垦率来表征。

矿业结构转型是矿业绿色发展的内在要求和必由之路,本文从转型发展的视角,分两个层面来表征。从经济产出的角度,考量矿业经济发展,以矿均产值指标来表示。从供给结构、产业结构、矿山规模结构 3 个方面,以清洁能源生产比例、采掘业占比、大中型矿山比例考量矿业结构调整与转型。

安全和谐是绿色矿业发展的又一个重要特征。矿业的安全和谐指矿业的安全生产以及矿业内部、外部达到互相协调的状态。本分指数主要从三个方面来表征,一是从对矿山环境治理的投入反映中央、地方、企业、社会对矿山环境治理的力度;二是从勘查、开采违法案件立案数量反映政府对矿业企业的监察和监管的效果,考量政府主观能动性、矿业开发秩序问题;三是从安全生产事故数量、公众满意度考量矿企履行社会责任的执行效果、管理力度。

3 测算方法

3.1 权重的确定

矿业绿色发展指数属于多目标决策问题,各指标的权重应反映其对矿业绿色发展的重要程度,为了保证指数测度公平客观,采用专家咨询法和层次

分析法相结合确定各层次的权重。

矿业绿色发展指数指标框架的目标层为矿业绿色发展指数,准则层为各分指数,方案层定位各具体指标,根据专家意见大部分具体指标权重通过对相应分指数进行均权获得,这里主要通过层次分析法对各分指数的权重进行测算,即准则层对目标层的相对重要性权数。采用 1~9 标度方法对要素的相对重要性进行量化,建立判断矩阵。根据 AHP 重要程度描述表,对准则层的资源节约分指数、环境友好分指数、转型发展分指数、安全和谐分指数四个因素两两比较,得到 4×4 对比矩阵(注: $l_{\max} = 4.0104$; $CI = 0.0035$; $RI = 0.9$; $CR = 0.0038$ 通过一致性检验)。

A	B1	B2	B3	B4
B1	1	1/2	1	2
B2	2	1	2	3
B3	1	1/2	1	2
B4	1/2	1/3	1/2	1
单层权重	0.2274	0.4231	0.2274	0.1222

两种方法测算的结果相结合,经过反复讨论和研究确定矿业绿色发展指数指标权重见表 1。

表 1 矿业绿色发展指数指标权重

总指数	分指数	权重	指标	权重
矿业绿色发展指数	资源节约分指数	0.25	资源产出率/(亿元/万 t)	0.167
			万元矿业产值能耗/(t 标准煤/万元)	0.167
			开采回采率/%	0.167
			选矿回收率/%	0.167
			综合利用产值增速/%	0.167
	环境友好分指数	0.30	矸石或尾矿利用率/%	0.167
			万元矿业产值废水排放量/(万 t/万元)	0.10
			万元矿业产值废气排放量/(m ³ /万元)	0.20
			万元矿业产值烟(粉)尘排放量/(万 t/万元)	0.20
			万元矿业产值固体废弃物排放量/(万 t/万元)	0.20
转型发展分指数	0.25	新增矿山地质环境治理面积/km ²	0.15	
		矿区土地复垦率/%	0.15	
		矿均产值/(万元/个)	0.25	
		采掘业占比/%	0.25	
		大中型矿山比例/%	0.25	
安全和谐分指数	0.20	清洁能源生产比例/%	0.25	
		矿山环境治理资金投入/亿元	0.25	
		勘查、开采违法案件立案数量/件	0.25	
		安全生产事故起数/起	0.25	
			公众满意度	0.25

3.2 指标标准化

矿业绿色发展指数是多个评价指标的合成指标,为了保证不同量纲指标之间能够进行有效的合成,需要对原始数据进行标准化处理。全国矿业绿色发展指数采用测算指标增速的方法,原国土资源部 2010 年下发了《关于贯彻落实全国矿产资源规划发展绿色矿业建设绿色矿山工作的指导意见》,提出了建设绿色矿山的基本条件、原则和目标,本文选择以 2010 年指标为基年,2010 年指标得分为 100,分别计算以后各年的基础指标的得分与指数,与基年相比即可看出矿业绿色发展指数增长情况。具体计算公式见式(1)和式(2)。

正向指标计算公式见式(1)。

$$C_k^t = 100V_k^t / V_k^{2010} \quad (1)$$

逆向指标计算公式见式(2)。

$$C_k^t = 100V_k^{2010} / V_k^t \quad (2)$$

式中: C_k^t 为第 k 个基础指标在 t 年的得分; V_k^t 代表第 k 个基础指标在 t 年的原始测度值。

3.3 指数计算

目前,国内关于综合评价的方法主要有综合指

数法、层次分析法、矩阵评价法、模糊综合评价法、神经网络评价法等。其中,综合指数法通过筛选评价因子建立指标体系,以其简明扼要、思路清晰的优点有着较广泛的应用。结合矿业绿色发展指数的内容和目的,选取综合指数法作为评价模型。

矿业绿色发展指数通过对各基础评价指标的数值以标准化数值方法处理后,依据研究确定的权重,逐级加权平均而成。三级定量指标通过赋权加总形成二级指标;二级指标通过赋权加总得到一级指标及矿业绿色发展指数。

计算公式见式(3)。

$$B_j^t = \sum \omega_{jk} C_{jk}^t \quad (3)$$

式中: B_j^t 为第 j 个二级指标在 t 年的测度值; C_{jk}^t 为二级指标 j 所属的第 k 个三级指标在 t 年的无量纲指标值; ω_{jk} 为该三级指标在相应的二级指标 j 的组内权重。总指数 A^t 的计算公式见式(4)。

$$A^t = \sum \omega_j B_j^t \quad (4)$$

式中: A^t 为一级指标在 t 年的测度值,即为总指数; B_j^t 为第 j 个二级指标在 t 年的测度值,即分指数; ω_j 为第 j 个二级指标在相应的一级指标 i 的组内权重。总指数在 t 年的测度值 A^t 为各一级指标(即各分指数)在 t 年的测度值乘以权重之后的和。

4 结 语

本文创新性地提出了“矿业绿色发展指数”概念,分析了矿业绿色发展指数构建的重要意义,界定了矿业绿色发展的内涵和外延。依据矿业绿色发展的理念,按照系统性、代表性、独立性、可比性等原则,探索建立了一套绿色矿业发展的监测指标体系和指数测算体系,采用专家咨询法和层次分析法测算指标权重,指标标准化以 2010 年为基年采用测算指标增速的方法,指数的计算选取综合指数法。不足之处是由于数据获取的局限性,个别指标目前没有纳入指标体系,下一步通过开展实证分析和拓展数据来源,进一步提高指数体系的系统性与科学性。

参考文献

- [1] 孙彦辉,夏佐铎,米玛顿珠. 绿色矿业的经济学分析[J]. 中国国土资源经济, 2015, 28(1): 66-68.
- [2] 孙彦辉. 新疆阿勒泰地区绿色矿业经济发展战略研究[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉), 2015.
- [3] Department for environment, Food and Rural Affairs of UK. Measuring progress: sustainable development indicators 2010 [R]. 2010.
- [4] 姜杰. 矿业生态化开发的哲学研究及模式探索[D]. 北京: 中共中央党校, 2012.
- [5] 翟春霞,王浦,周进生. 和谐社会下我国矿业企业的社会责任研究[J]. 中国矿业, 2012, 21(11): 18-22.