

## 湖南钨矿资源开发利用水平分析

吴孔逸<sup>1</sup>, 曾小波<sup>2</sup>, 何雪梅<sup>3</sup>, 魏友华<sup>3</sup>

(1. 自然资源部信息中心, 北京 100830; 2. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川成都 610041; 3. 数学地质四川省重点实验室(成都理工大学), 四川 成都 610059)

**摘要:** 钨作为不可再生的稀缺资源, 普遍用于工业、机械制造、科技、国防电力电子、石油化工、国防军事等诸多领域。由于独特的性能和稀有的储藏量, 钨矿也是极为重要的战略资源。开展钨矿开发利用水平评价, 对提高我国矿产资源利用效率, 减少对环境扰动, 增强我国资源保障能力具有重要意义。本文从设计开采回采率、设计选矿回收率、实际开采回采率和实际选矿回收率建立数学模型, 计算了湖南省钨矿开发利用水平, 梳理了湖南省钨矿开发现状。计算结果表明, 湖南省9座钨矿山的开发利用水平指数均超过了100, 且加权平均高达104.88, 说明该省钨矿资源开发利用整体水平较高。

**关键词:** 钨矿; 开发利用水平评价; 评价指标; 湖南

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2021.03.020

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2021)03-0127-05

钨作为一种不可再生的稀缺资源, 普遍用于电力电子、石油化工、国防军事等诸多领域。由于独特的性能和稀有的储藏量, 钨矿成为极为重要的战略资源<sup>[1]</sup>。由于世界钨矿资源的稀缺, 许多国家, 特别是以美国、日本、加拿大为代表的发达国家, 纷纷将钨列入重要战略资源储备清单, 以保障本国钨矿资源供给。世界上钨矿资源在地理上分布广泛, 但不均匀, 主要集中在阿尔卑斯-喜马拉雅山脉、环太平洋地质带以及地中海与欧洲濒大西洋地区。我国由于地处前两带之间, 钨矿资源禀赋优势显著。据美国地质调查局(United States Geological Survey, USGS)统计, 2018年全球钨矿储量为330万t(金属量), 我国资源储量190万t, 占比57.58%, 位居世界第一, 全球十大钨矿山我国就占七座。同时, 我国还是世界上最大的钨矿生产国<sup>[2]</sup>, 2018年我国钨矿产量占世界

钨矿总产量的80%多。我国钨矿资源广泛分布于全国24个省区市, 华南地区是世界著名的钨成矿区, 其中以湖南、江西最为突出<sup>[3]</sup>。

我国钨矿资源具有以下特点: 一是资源丰富、大型矿床多、集中度高。查明资源储量达30万t(金属量)的有湖南、江西、安徽、甘肃、云南和广西六省, 其中, 湖南和江西两省的查明资源储量达全国的一半以上。二是矿床类型多样。主要钨矿类型有矽卡岩型、石英脉型、斑岩型、层状浸染性及破碎蚀变岩型。三是优质黑钨资源消耗快, 白钨矿开发利用潜力大。黑钨矿具有品位高、易采、易选等特点, 由于多年的强化开采, 黑钨矿储量消耗很快, 目前, 已形成了以白钨矿开发利用为主的局面。四是矿产综合利用价值大。我国的钨矿床多伴生有钼、铋、锡、金、银、铜等元素, 综合利用价值大。

收稿日期: 2020-10-21

基金项目: 中国地质调查项目(DD20190574, DD20190398)

作者简介: 吴孔逸(1980-), 男, 工学博士, 高级工程师, 主要从事自然资源信息化及综合研究工作。

通讯作者: 曾小波(1980-), 男, 高级工程师, 主要从事矿物加工研究工作, E-mail: 42881697@qq.com。

但是，长期以来的高速开采以及人为造成的破坏，导致我国钨矿资源消耗过快。近年来，国家高度重视矿产资源节约与高效利用，一再强调提升我国矿产资源开发利用水平，实现资源可持续开发利用，促进生态文明建设。由于没有开展全国性的矿产资源开发利用水平调查工作，我国钨矿开发利用水平现状不是很清楚，这直接影响了我国钨矿资源综合利用等后续工作开展。因此，选择具有典型代表性的湖南省进行钨矿资源开发利用水平现状分析，对于总结经验、提高资源利用效率，加快经济发展方式转变，促进可持续发展具有重要的意义 [4-9]。

### 1 矿产资源开发利用水平指数计算模型

本文针对钨矿山企业利用了一种新的开发利用水平指数计算方法，从矿山生产的产业链构架矿产资源开发利用水平指标体系，主要考虑矿山设计和生产两个环节，建立开采回采率设计水平、选矿回收率设计水平、开采回采率生产水平和选矿回收率生产水平四个指标。该方法综合考虑了矿山企业设计标准和实际生产情况的综合效果，避免了原有计算方法中权重值设计的人为主观性因素 [10]。

(1) 开采回采率设计水平指矿山在设计阶段的开采回采率指标上的先进程度，其计算公式为：

$$\text{矿山开采回采率设计水平 } K_{sj} = \frac{\text{矿山设计开采回采率 } K_2}{\text{矿种最低开采回采率 } K_3} \times 100\%$$

(2) 选矿回收率设计水平指矿山在设计阶段的选矿回收率指标上的先进程度，其计算公式为：

$$\text{矿山选矿回收率设计水平 } \varepsilon_{sj} = \frac{\text{矿山设计选矿回收率 } \varepsilon_2}{\text{矿种最低选矿回收率 } \varepsilon_3} \times 100\%$$

(3) 开采回采率生产水平指矿山在生产阶段的开采回采率指标上的先进程度，其计算公式为：

$$\text{矿山开采回采率生产水平 } K_{sc} = \frac{\text{矿山实际开采回采率 } K_1}{\text{矿山设计开采回采率 } K_2} \times 100\%$$

(4) 选矿回收率生产水平指矿山在生产阶段

的选矿回收率指标上的先进程度，其计算公式为：

$$\text{矿山选矿回收率生产水平 } \varepsilon_{sc} = \frac{\text{矿山实际选矿回收率 } \varepsilon_1}{\text{矿山设计选矿回收率 } \varepsilon_2} \times 100\%$$

为主矿种开发利用水平指数，正常情况下取值在 100 左右。主矿种开发利用水平指数计算公式为： $Z_1 = w_1 K_{sj} + w_2 \varepsilon_{sj} + w_3 K_{sc} + w_4 \varepsilon_{sc}$ ，

其中  $w_i$  为权重值， $K_{sj}$  为矿山开采回采率设计水平， $\varepsilon_{sj}$  为矿山选矿回收率设计水平， $K_{sc}$  为矿山开采回采率生产水平， $\varepsilon_{sc}$  为矿山选矿回收率生产水平。

根据设计开采回采率、设计选矿回收率、实际开采回采率、实际选矿回收率数据计算矿山开采回采率设计水平、矿山选矿回收率设计水平、矿山开采回采率生产水平、矿山选矿回收率生产水平对应权重，计算公式为：

$$\bar{d}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m d_{ij}, S_j = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (d_{ij} - \bar{d}_j)^2}, w_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^{n_1} S_j}$$

其中  $d_{ij}$  为第  $i$  个矿山第  $j$  个指标原始数据值， $\bar{d}_j$  为第  $j$  个指标平均值， $S_j$  为第  $j$  个指标标准差， $n_1$  为指标数， $m$  为矿山数。

### 2 湖南省钨矿开发利用水平指数计算与结果分析

我国的钨资源主要分布在湖南、江西、河南等地，其中湖南占比最大。湖南有以下几个著名的大钨矿，一是郴州柿竹园钨多金属矿，其中钨矿储量即达 70.5 万 t，是世界上最大的超大型钨矿。二是郴州市新田岭钨矿，探明的储量为 30 万 t，是国内 30 万 t 级的四个特大型钨矿之一。三是衡南杨林钨矿，储量达 16 万 t。四是安化渣滓溪钨矿，储量 9 万 t。五是汝城县砖头坳钨矿，储量 6.5 万 t。此外还有很有远景的大钨矿多处，如新邵县曹家坝钨矿，远景超过 7 万 t。总之，湖南的钨矿在有色金属矿产中潜力很大。

本文所研究的湖南省钨矿资源开发利用并未涉及到共伴生矿产资源开发利用，因此对湖南省

钨矿资源开发利用水平指数的计算只涉及到主矿种（钨矿）的矿产资源开发利用水平指数计算。按照矿山开采回采率设计水平、矿山选矿回收率设计水平、矿山开采回采率生产水平、矿山选矿回收率生产水平的计算公式，分别计算各评价指标值见表1。

表1 湖南省钨矿开发利用水平单指标值

Table 1 Single index value of tungsten mine development and utilization level in Hunan province

矿山编号	矿山名称	矿山开采回采率设计水平	矿山选矿回收率设计水平	矿山开采回采率生产水平	矿山选矿回收率生产水平
1	湖南有色金属股份有限公司黄沙坪铅锌矿	110	122.2222	103.4091	103.4091
2	湖南有色新田岭钨业有限公司新田岭钨矿	106.25	116.6667	100	98.58333
3	衡阳远景钨业有限责任公司大皂工区	106.25	72.22222	100.1882	134.1731
4	安化县司徒铺钨矿	97.75	113.8889	108.6957	100
5	湖南瑶岗仙矿业有限责任公司瑶岗仙钨矿	106.25	118.0556	103.5294	101.2471
6	湖南柿竹园有色金属有限责任公司	106.25	90.27778	105.8824	108.6154
7	汝城县对面排铜钨矿	110	97.22222	101.1364	106.7143
8	汝城县茶山脚钨矿	111.25	104.1667	104.8315	108
9	湖南安化湘安钨业有限责任公司	106.25	111.1111	111.7647	106.25

按照权重计算公式分别计算各开发利用水平指标的权重值，将计算得到的权重值和开发利用水平单指标值代入矿山矿产资源开发利用水平指数计算模型并排序得到表2。

表2 湖南省钨矿开发利用水平指标  
Table 2 Development and utilization level index of tungsten mine in Hunan province

矿山编号	矿山名称	开发利用水平指数	排序	生产规模万t/年
1	湖南有色金属股份有限公司黄沙坪铅锌矿	106.91	2	150.00
2	湖南有色新田岭钨业有限公司新田岭钨矿	102.75	9	148.50
3	衡阳远景钨业有限责任公司大皂工区	106.50	3	18.00
4	安化县司徒铺钨矿	105.65	5	3.00
5	湖南瑶岗仙矿业有限责任公司瑶岗仙钨矿	105.30	6	138.60
6	湖南柿竹园有色金属有限责任公司	104.47	7	350.00
7	汝城县对面排铜钨矿	103.24	8	45.50
8	汝城县茶山脚钨矿	106.42	4	45.00
9	湖南安化湘安钨业有限责任公司	109.44	1	15.00
加权平均		104.88		

由表2结果可知，按照本文的计算模型9座矿山的开发利用水平指数均超过了100。其中9号矿山排在第一位，其设计开采回收率和实际开采回采率分别为85%和95%，其设计选矿回收率和实际选矿回收率分别为80%和85%，说明该矿山不仅实际开采回采率和实际选矿回收率高，且均大幅超过了设计值。其中2号矿山排在最后，其设计开采回收率和实际开采回采率分别为85%和85%，其设计选矿回收率和实际选矿回收率分别为84%和82.81%，虽然该矿山实际开采回采率和实际选矿回收率高，但其实际开采回采率刚达到设计值，实际选矿回收率未达到设计值，因此，该矿山的开发利用水平指数最低。将9座矿山的开发利用水平指数和生产规模加权平均，湖南省钨矿企业的整体开发利用水平值为104.88，说明该省钨矿资源开发利用整体水平较高。

### 3 结 论

(1) 本文以钨矿种为例,设计了一种新的矿产资源开发利用水平指数计算方法,该方法采用数学建模的方式设计权重,避免了人为赋权重值的弊端,具有一定的合理性。

(2) 以湖南省的钨矿山为例,采用该方法计算结果表明,按照本文的计算模型9座矿山的开发利用水平指数均超过了100,且加权平均高达104.88,说明该省钨矿资源开发利用整体水平较高。

(3) 本方法权重值的合理性与矿山数量值呈正相关,建议在全国范围内选择一批具有代表性且经过数据核实的矿山企业进行对应矿种的指标权重值计算。

(4) 建议逐步建立废石利用、尾矿利用和回水循环利用相关技术标准<sup>[11-12]</sup>,适时引入生态环境指标,丰富矿产资源开发利用水平指标体系,促进生态文明建设<sup>[13]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 黄步雷. 钨矿山资源现状及可持续发展对策探索 [J]. 经贸实践, 2018(5):182-183.  
HUANG B L. Current situation and sustainable development countermeasures of tungsten mine resources [J]. Economic and Trade Practice, 2018(5):182-183.
- [2] 李晓宇, 叶蕴琪, 张福良, 等. 新时期我国钨矿资源现状及政策建议 [J]. 现代矿业, 2018, 34(12):25-28.  
LI X Yu, YE Y Q, ZHANG F L, et al. Status quo and management policy suggestions of tungsten resources in China in the new period [J]. Modern Mining, 2018, 34(12):25-28.
- [3] 蔡改贫, 吴叶彬, 陈少平. 世界钨矿资源浅析 [J]. 世界有色金属, 2009(4):62-65.  
CAI G P, WU Y B, CHEN S P. Analysis of world tungsten resources [J]. World Nonferrous Metals, 2009(4):62-65.
- [4] 曹进成, 冯安生, 吕振福, 等. 矿产资源开发利用水平评估方法研究 [J]. 矿产保护与利用, 2018 (4): 22-27.  
CAO J C, FENG A S, LV Z F, et al. Study on evaluation method of mineral resources development and utilization level [J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2018 (4): 22-27.
- [5] 崔振民, 吴伟宏, 姜琳, 等. 浅析我国矿产资源综合利用 [J]. 中国矿业, 2013 (2):40-43.  
CUI Z M, WU W H, JIANG L, et al. Comprehensive utilization of mineral resources in China [J]. China Mining, 2013, (2):40-43.
- [6] 朱瑞兵. 矿产资源开发综合利用经济效益评价研究 [D]. 北京: 中国地质大学(北京).  
ZHU R B. Research on the economic benefit evaluation of comprehensive utilization of mineral resources development [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing)
- [7] 赵中伟, 孙丰龙, 杨金洪, 等. 我国钨资源、技术和产业发展现状与展望 [J]. 中国有色金属学报, 2019, 29(9):1902-1916.  
ZHAO Z W, SUN F L, YANG J H, et al. Current situation and prospect of tungsten resources, technology and industry in China [J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2019, 29(9):1902-1916.
- [8] 安江华, 唐分配, 李大江, 等. 湖南省钨矿资源预测与远景区划 [J]. 华南地质与矿产, 2012, 28(1):45-53.  
AN J H, TANG F P, LI D J, et al. Prediction and prospect division of tungsten resources in Hunan Province [J]. South China Geology and Mineral Resources, 2012, 28(1):45-53.
- [9] 李得立, 曾小波, 魏友华, 等. 矿山企业矿产资源开发利用水平评价方法——以湖南省金矿矿山为例 [J]. 矿产综合利用, 2019 (5):22-27.  
LI D L, ZENG X B, WEI Y H, et al. Evaluation method of mineral resources development and utilization level in mining enterprises -- A case study of gold mines in Hunan Province [J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2019, (5):22-27.
- [10] 曾小波, 冀成庆, 杨耀辉. 矿产资源可持续开发利用首要改善指数评价方法初探 [J]. 矿产综合利用, 2018(3):148-150.  
ZENG X B, JI C Q, YANG Y H. Primary improvement index evaluation method for sustainable development and utilization of mineral resources [J]. Comprehensive Utilization of Mineral Resources, 2018(3):148-150.
- [11] 邵风雨, 周进生. 矿产资源综合开发利用效益分析与建议 [J]. 矿产综合利用, 2013 (4):5-8.  
SHAO F Y, ZHOU J S. Benefit analysis and suggestion of comprehensive exploitation and utilization of mineral resources [J]. Comprehensive Utilization of Mineral Resources, 2013(4) : 5-8.
- [12] 陈茂松, 李蕾, 王琦, 等. 基于矿产资源开发利用水平调查评估现状的思考与建议 [J]. 中国矿业, 2020, 29(8):31-34, 54.

CHEN M S, LI L, WANG Q, et al. Reflection and Suggestions on the Status Quo of Survey and Evaluation on the Development and Utilization Level of Mineral Resources [J]. China Mining Industry, 2020, Vol.29, 29(8):31-34, 54.  
[13] 张春明. 中国钨矿资源节约与综合利用的思考 [J]. 中国

钨业, 2011 (2):1-5.

ZHANG C M. Thoughts on the conservation and comprehensive utilization of tungsten resources in China [J]. China Tungsten Industry, 2011 (2):1-5.

## Analysis on the Development and Utilization Level of Mineral Resources of Tungsten in Hunan Province

Wu Kongyi<sup>1</sup>, Zeng Xiaobo<sup>2</sup>, He Xuemei<sup>3</sup>, Wei Youhua<sup>3</sup>

(1. Information center, Ministry of Natural Resources, Beijing, China ; 2. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Chengdu, Sichuan, China; 3. Geomathematics Key Laboratory of Sichuan Province (Chengdu University of Technology), Chengdu, Sichuan, China)

**Abstract:** Tungsten, as a non renewable and rare resource, is widely used in industry, machinery manufacturing, science and technology, national defense and many other fields. Due to its unique properties and rare reserves, tungsten ore is also a very important strategic resource. It is of great significance to carry out the evaluation of tungsten exploitation and utilization level to improve the utilization efficiency of China's mineral resources, reduce the disturbance to the environment, and enhance the ability of resource guarantee in China. In this paper, a mathematical model is established from the design recovery rate, the design ore dressing recovery rate, the actual mining recovery rate and the actual mineral processing recovery rate. The development and utilization level of tungsten ore in Hunan Province is calculated, and the current situation of tungsten mine development in Hunan Province is summarized. The calculation results show that the development and utilization level index of nine tungsten mines in Hunan Province are all over 100, and the weighted average is as high as 104.88, indicating that the overall level of tungsten resources development and utilization in Hunan Province is relatively high.

**Keywords:** Tungsten; Evaluation of development and utilization level; Evaluation Index; Hunan province

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告