

关于将重晶石列为战略性矿产的原则分析

姜雅¹⁾, 王婷²⁾, 龙涛³⁾

1) 自然资源部信息中心, 北京 100830; 2) 华北水利水电大学, 河南郑州 450046;
3) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037

摘要: 战略性矿产是国家矿产资源宏观调控和监督管理的重点对象, 加强战略性矿产研究、明确自身比较优势和薄弱环节, 对于完善全国矿产资源规划中的战略性矿产目录、为国家相关产业政策制定提供借鉴参考具有重要意义。本文以重晶石为研究对象, 运用文献集采法、比较研究法, 从重晶石在美国的产业发展地位、资源不可替代性、对国际市场的影响力等三方面分析了将其列为战略性矿产的必要性。研究表明, 美国重晶石高度依赖进口, 近5年平均对外依存度高达82%, 其中近七成源自于中国; 重晶石因其特殊性状及良好的经济性而在钻井泥浆加重剂领域具有一定的不可替代性; 美国、欧盟等世界主要经济体均将其列为关键矿产, 而在我国却没有得到相应重视, 并据此提出我国应高度重视重晶石品位逐年下降问题, 将其列为战略性矿产加以科学规划和有序开发, 构建与优势矿产相匹配的产业结构, 逐步提升国际竞争力的研究结论。

关键词: 对外依存度; 中美贸易; 战略性矿产; 重晶石

中图分类号: P416.1 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2020.110204

Research on Listing Barite as a Strategic Mineral Resource

JIANG Ya¹⁾, WANG Ting²⁾, LONG Tao³⁾

1) *Information Center of Ministry of Natural Resources, Beijing 100830;*
2) *North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou, Henan 450046;*
3) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037*

Abstract: According to the whole industry chain of production, supply and consumption of resources, this paper systematically combs the global supply and demand situation of barite, calculates the dependence degree of barite import in the United States and the proportion of China's supply, and the four scenarios that may occur when China adjusts its trade policy, and makes a comparative analysis of the inclusion conditions of key minerals in the United States and strategic minerals in China. The results show that the barite of the United States is highly dependent on imports, and the average foreign dependence in the past five years is as high as 82%, of which nearly 70% is from China. Barite is irreplaceable in the field of drilling mud weighting agent for oil wells or oil-gas mixed wells due to its special physical properties and excellent cost performance. It is listed as a key mineral in the world's major economies such as the United States and the European Union, but it has not received the same degree of attention in China. So the authors can draw a conclusion that China should list barite as a strategic mineral, adjust its industrial and trade policies from a global perspective, increase investment in global exploration, arrange the transformation and upgrading of industrial structure, and gradually arrange barite to enhance its competitiveness on international trade and commerce.

Key words: foreign-trade dependence; Sino-US trade friction; key mineral; barite

战略性矿产是指对于一个国家(地区)经济建设、社会发展、国防安全所必需的, 但国内供应无

本文由自然资源部“国土资源年度报告研究编制及发布”项目(编号: D0801)和“矿产资源安全监测预警体系(2020-2021)”子项目“矿产资源安全评价指标体系研究”项目(编号: 121101000000180046)联合资助。

收稿日期: 2020-09-29; 改回日期: 2020-10-29; 网络首发日期: 2020-11-04。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介: 姜雅, 女, 1980年。博士, 副研究员。主要从事日本自然资源管理体制机制及重晶石、钠盐等化工矿种行业动态研究。

E-mail: yjiang@infomail.mnr.gov.cn.

法满足需求(对外依存度高)且国外供应渠道脆弱(进口集中度高)的、或者本国具备资源产能优势又被他国高度依赖的重要矿产资源,我国称为战略性矿产(王晓东等, 2005; 陈其慎和王高尚, 2007; 陈其慎等, 2021), 美国称为关键矿产。虽然目前国内外学者对于关键矿产、危机矿产、战略性矿产、战略性新兴产业等重要矿产的称谓概念各有侧重(郭佳等, 2018; 汪灵, 2019), 但是很多收录原则是一致的(李宪海等, 2014), 即安全性原则、稀缺性原则和影响力原则。目前中国正在制定《全国矿产资源规划(2021—2025)》, 其战略性矿产的收录原则主要有: ①主矿产原则, 即不能是伴生矿(吴尚昆等, 2012); ②资源稀缺性原则, 资源储量小、产能低、供应链脆弱或因其材料属性等自身性能优势在某一或多个领域同质性低、不容易被替代的; ③安全性原则, 指对外依存度、进口集中度等指标较高, 本国在供给安全、环境安全、国防安全和代际安全等安全需求方面无法实现自给自足, 需要从国外大量进口或平时虽可满足但一旦发生战事等突发情况会导致经济成本迅速攀升及供应链断裂等风险(吴巧生等, 2019); ④影响力原则, 即对国民经济、国防军工科技、下游行业、新兴产业、国际市场等具备较大影响力或具备影响某一特定行业、特定领域的潜在可能性(汪灵, 2019)。

美国收录关键矿产考量出发点主要基于: ①对美国经济和国家安全至关重要的非能源矿产(National Research Council, 2008); ②此种矿产的供应链非常脆弱易中断, 即安全原则和稀缺性原则(Nassar et al., 2020); ③是制造某种产品的关键原材料, 它的缺失会对经济社会和国家安全产生重大影响, 即经济性原则和影响力原则(Silberglitt, 2017); ④除上述三原则外, 随着特朗普政府打贸易战、逆全球化政策的深入发酵, 美国又补充了一条遏制力原则, 即从战略性角度、凡是敌对国重视的矿产资源美国就列为关键矿产(Natural Resources and Sustainability Council, 2019)。这一原则在我国制定战略性矿产时并没有做为主要考虑因素(表 1)。

表 1 中美两国划定重要矿产的侧重原则

Table 1 The similarities and differences of principles determining the key minerals between the USA and China

序号	中国(战略性矿产)	美国(关键矿产)
1	主矿产原则	×
2	稀缺性原则	稀缺性原则
3	安全性原则	安全性原则
4	影响力原则	影响力原则
5	--	经济性原则
6	--	遏制力原则
...

重晶石作为石油钻井泥浆加重剂、钡化工及防核辐射原材料等在世界范围内被广泛应用, 在国家经济安全领域具有重要作用, 美国、欧盟等世界主要经济体均将其列为关键矿产。本文研究表明, 长期以来, 中国一直是世界第一大出口国, 年供给量占世界总量 40%; 美国一直是世界第一大进口国和消费国, 2012—2018 年平均进口量为世界总量的 30%, 平均对外依存度高达 82%, 其中有近七成源自于中国。然而, 作为被欧美强烈依赖的优势矿产, 我国却没有给予同等程度的重视。基于中美两国制定重要矿产的列入原则比较分析, 笔者提出将重晶石列为我国战略性矿产主要基于以下三方面考虑:

1) 遏制力原则——重要贸易伙伴国的关键原材料应列入我国战略性矿产。在考虑我国战略性矿产时, 不应仅从本国需求量、获取渠道经济性和安全稳定性的角度出发, 而应该站在全球视角统筹考量、综合分析, 对于被具有竞争关系的对手国列为关键矿产、我国具有绝对优势、对手国产量(资源量)不多且需求量较大、对我国的依赖性较强的矿产资源, 也应被列为战略性矿产。

2) 稀缺性原则——资源可供性差、可得性低, 或由于储量、产量、开采加工技术、资源外交关系、材料物理化学性状等原因, 在原材料属性或渠道属性等方面具备一定程度的不可替代性。

3) 影响力原则——作为优势矿产, 具备在某一特定行业或特定领域对国际市场产生重要影响力和话语权的可能性或潜在可能性。

1 遏制力原则——美国重晶石高度依赖进口, 已列为关键矿产

重晶石是欧美等世界主要经济体的关键矿产, 符合重要贸易伙伴国的关键原材料应列入本国战略性矿产的遏制力原则。2017 年, 欧盟公布了 27 种关键原材料清单, 将重晶石纳入其中(2020 年更新至 30 种); 2018 年, 美国内政部公布了 35 种关键矿产, 涉及能源、钢铁、工业、技术、电池、研发等 6 大领域(张所续等, 2019)。其中, 在工业领域中, 美国共列出了 12 种关键矿产, 重晶石是其中之一。

1.1 美国重晶石对外依存度高

美国重晶石高度依赖进口, 中国是其第一大进口来源国。计算表明, 2014—2018 年, 美国重晶石平均对外依存度高达 82%, 其中有 68% 来源于中国(表 2)。

2018 年, 美国重晶石的产量为 48 万 t, 进口量为 260 万 t, 国内消费量为 300 万 t, 另有 7.4 万 t 重晶石被加工后应用于出口, 净进口量为 252.6 万 t, 总需求量占世界总量 32.4%, 对外依存度高达

表 2 2014—2018 年中美重晶石数据
Table 2 American barite external dependence from 2014 to 2018

矿产	中国产量 占全球比例	美国对外依存度		美国从中国进口量占进口总量比例	
		2014—2018 年平均值	2018 年	2014—2018 年平均值	2018 年度数值
重晶石	40%	82%	84%	68%	63%

84.2%(净进口量/消费量)。

1.2 美国重晶石进口集中度高

长期以来,美国作为世界最大的重晶石进口国、加工国和消费国,每年重晶石产量约 40~60 万 t,常年居于世界第 4~6 位(闫卫东等,2014)。这个产能规模在全球范围并不小,但与其每年 200 多万 t 的需求量相比,仍有较大缺口,近五年美国平均需求量是其产量的 6 倍,2018 年是 6.4 倍,因此,美国每年都从国际市场上大量进口。

2018 年,美国的重晶石进口来源国主要是中国、印度、墨西哥和摩洛哥(图 1)。进口份额分别为:中国 63%;印度 14%,墨西哥 11%,摩洛哥 10%,其它 2%(USGS, 2019b),进口集中度较高,主要进口来源国是中国。

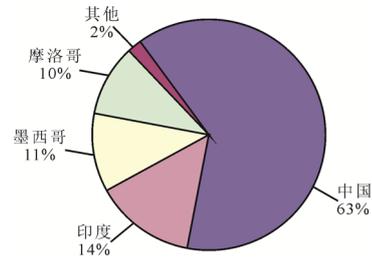


图 1 2018 年美国重晶石进口来源国分布情况
Fig. 1 Barite import source distribution in the USA in 2018

用于酸化产层,且对钻具、钻头和泵的磨损也较为严重;方铅矿粉成本高、货源少,一般仅限于在地层孔隙压力极高的特殊情况下使用。上述 4 种材料都是在性状上无法优于重晶石,而四氧化锰复配粉则是一种新型加重剂复合材料,曾被壳牌石油公司代替重晶石应用于油管低粘钻井液以改善钻井液的流变性,效果较好。但因锰矿资源成本较高,从经济性上并不是很好的选择,因此只在当量循环密度敏感的过油管滑动钻井中进行了使用,并未普及,在经济性上仍然无法长期替代重晶石被广泛应用(表 3)。

2 稀缺性原则-重晶石在材料属性和经济性上具有一定不可替代性

重晶石是世界上应用最广的钻井泥浆加重剂原材料。目前,全球只要涉及到油井生产或油气混合井生产都应用重晶石,尚无其它性价比更优的替代矿产。因此,它符合在特定行业、特定领域具备较高不可替代性的稀缺性原则。

在油井及油气混合井钻探过程中,为应对高压地层和稳定井壁,需在钻井泥浆中加入加重剂以提高钻井液和完井液密度。加重材料需要具备自身密度大、磨损性小、易粉碎、惰性强、不溶于钻井液、不与钻井液中其它组分发生作用等物理化学性状。目前,市场上高密度钻井液加重材料除了重晶石粉之外,还有石灰石粉、铁矿石粉、钛矿石粉、方铅矿粉和四氧化锰复配粉等 5 种,但这 5 种材料都不能完全替代重晶石粉。

石灰石粉因易与盐酸等无机酸类发生化学反应,一般只能应用于对密度要求不高的完井液;铁矿石粉和钛矿石粉均具有一定的酸溶性,一般只应

3 影响力原则-作为优势矿种,具备影响国际市场的潜在可能性

重晶石是我国的优势矿种,在油井及油气混和井钻井液加重剂国际市场中具有产生重要影响力的潜在可能性。之所以说潜在可能性,是因为矿业的发展有其周期性和特殊性,当前的资源国际贸易格局均是发达国家及其矿业公司几十年前从上游勘查阶段就开始布局,才有了今天的国际影响力和话语权。重晶石虽是中国优势资源,且在材料属性和经济性上具备一定程度的不可替代性(表 3),但以目前的国际贸易格局,需求方在进口渠道上仍存在印度、摩洛哥、墨西哥等多重选择的可能性,我国重晶石产品调整产业政策和贸易政策的支撑力不足,只能通过优化产业结构、提高科技附加值和行业内

表 3 重晶石替代材料探讨
Table 3 Discussion on substitutability of barite

替代原材料	替代性分析	结论
石灰石粉	易与盐酸等无机酸类发生化学反应,一般只能应用于对密度要求不高的完井液	×
铁矿石粉	具酸溶性,只能应用于酸化产层,腐蚀磨损钻具	×
钛矿石粉	具酸溶性,只能应用于酸化产层,腐蚀磨损钻具	×
方铅矿粉	成本高、货源少,仅限于在地层孔隙压力极高的特殊情况下使用	×
四氧化锰复配粉	新型复合材料,因成本过高,仅应用于对当量循环密度敏感的过油管低粘钻井液	√

产力等方式逐步提升中国重晶石参与国际市场的核心竞争力。

3.1 在世界范围内具备资源优势

世界重晶石储量总计 3.2 亿 t, 主要分布在中国、印度、土耳其、哈萨克斯坦及巴基斯坦等 20 余国家, 静态保障年限为 30 年, 矿产资源储量衰减率为 14%(USGS, 2019a)。2016 年之前, 中国一直是世界重晶石储量最多的国家。2016 年之后, 虽然哈萨克斯坦发现了较大的矿脉, 以查明资源储量 8500 万 t 取代中国成为世界第一大重晶石资源国, 印度也超过了中国, 以 5100 万 t 位列第二, 但中国仍有约为 3600 万 t 的储量, 位居世界第三位, 仍具有绝对的资源优势(表 4)。

3.2 中国是世界最大的生产国与供给国

在供给侧, 全球每年重晶石生产国有 20 多个, 最大的四个生产国是中国、印度、摩洛哥和美国, 四国产量之和占世界总供给量的 80%, 其中以中国的产量最多, 并长期处于世界第一大生产国和出口国。虽自 2012 年以来, 受石油行业低迷影响, 重晶石国际贸易市场不景气, 各国出现不同程度减产, 但总体来看国际供需格局稳定。世界重晶石 2012—2018 年平均产量见图 2(USGS, 2012a, 2013a, 2014a, 2015a, 2016a, 2017a, 2018a)。

其中, 除 2015—2017 年因受世界石油价格低迷的影响而减产外, 中国重晶石 2012—2018 年产量一直稳定在 300 万 t 左右(图 3; USGS, 2012a, 2013a, 2014a, 2015a, 2016a, 2017a, 2018a), 占世界总产量的约 40%。

3.3 被重要贸易伙伴国高度依赖

如前文所述, 作为中国的第一大贸易伙伴国,

表 4 世界重晶石储量
Table 4 World barite reserves

国家或地区	储量/万 t	国家或地区	储量/万 t
中国	3600	哈萨克斯坦	8500
土耳其	3500	俄罗斯	1200
印度	5100	伊朗	2400
美国	1500	巴基斯坦	3000
泰国	1800	其他	2900
世界总计		32000	

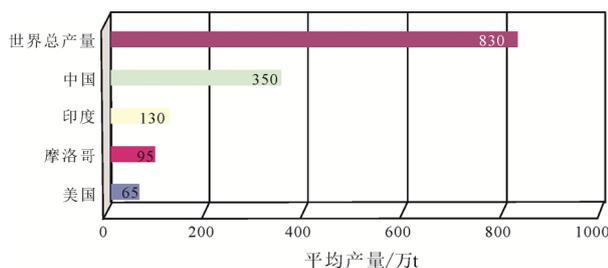


图 2 世界重晶石 2012—2018 年平均产量示意图
Fig. 2 The world average barite production from 2012 to 2018



图 3 中国重晶石产量近年变化情况

Fig. 3 China's average production of barite in the past 7 years

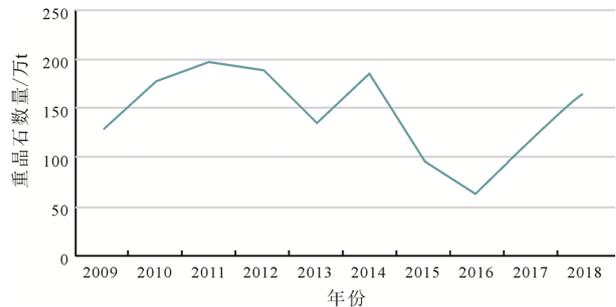


图 4 美国近十年从中国进口重晶石数量变化图

Fig. 4 China's barite exports to the USA in the past 10 years

美国每年重晶石的需求量在 250 万 t 左右, 其中近 7 成源自于中国。除 2013 年、2015—2017 年因美国石油钻井平台大量关闭导致其从中国的进口量下降以外, 其余时间进口量均在 150~200 万 t 高位, 近十年对中国的平均进口依存度高达 68%(图 4; USGS, 2009, 2010, 2011, 2012b, 2013b, 2014b, 2015b, 2016b, 2017b, 2018b)。

4 将重晶石列为战略性矿产的必要性

1) 重晶石被欧美列为关键矿产, 主要是从需求角度, 即对外依存度和进口集中度高, 存在供给安全隐患。根据遏制力原则, 我国作为供应链另一端的生产大国, 重要贸易对象国重视的关键原材料, 我国也应重视。

2) 从材料自身性能和经济性上, 重晶石在钻井泥浆加重剂领域具有一定程度的不可替代性, 是油井及油气混合井钻(完)井液加重剂、钡化工及防核辐射等军工原材料的最优选择, 并且已在世界范围内被广泛应用。虽然重晶石资源量本身并不稀缺, 但因在特定领域特定行业尚无其它性价比更优的替代材料, 也符合资源应用领域的稀缺性原则。

3) 重晶石是我国的优势矿种并且被欧美等发达国家高度依赖, 根据影响力原则, 它具备在国际贸易中发挥更大作用的未来可能性, 但需要我国从现

阶段开始重视并制定科学合理的产业发展规划,否则其资源优势将难以发挥。

综上所述,我国重晶石储量丰富、产量较大、价格稳定、供应充足,但因应用领域较窄,只是作为钻井泥浆加重剂,对下游产业及相关行业影响较小。因此,一直没能得到与西方国家同等程度的重视。近年来,美欧等发达国家都将重晶石列为关键矿产,中国作为国际资源需求增量大国,亟需涵养一批在国际贸易中具备核心竞争力的优势矿种(张所续和马朋林,2020),而《全国矿产资源规划(2016—2020)》收录的24种战略性矿产中,非金属矿产只有磷、钾盐、晶质石墨和萤石4种,对于重晶石的资源优势及在中美贸易中的重要程度和未来潜力并未给予足够重视。因此,笔者认为,我国应高度重视重晶石在国际贸易中的地位和作用,将其列为战略性矿产,高度重视目前国内因采富弃贫而导致的优质资源逐年枯竭问题,从产供销全产业链出发科学规划,构建与矿脉规模相匹配的资源产业结构,以全球视角调整勘查、生产加工和贸易政策,学习多元化行业发展经验、谋求更广泛的技术合作与交流,提升我国重晶石资源在国际贸易中的核心竞争力。同时,基于对中美两国重要矿产资源列入原则的对比分析,像重晶石这样被欧美高度依赖而没有被列入战略性矿产的优势矿种还有钒、锆、镓、铍、碲、砷(陈甲斌等,2020),还需要进行进一步的跟踪研究与探讨。

Acknowledgements:

This study was supported by Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China (Nos. D0801 and 121101000000180046).

参考文献:

- 陈甲斌,霍文敏,冯丹丹,王婧,余良晖,刘超,苏轶娜,殷俐娟,胡德文,闻少博. 2020. 中国与美欧战略性(关键)矿产资源形势分析[J]. 中国国土资源经济, 33(8): 9-17.
- 陈其慎,王高尚. 2007. 我国非能源战略性矿产的界定及其重要性评价[J]. 中国国土资源经济, (01): 18-21, 44, 47.
- 陈其慎,张艳飞,邢佳韵,龙涛,郑国栋,王琨,崔博京,覃升. 2021. 国内外战略性矿产厘定理论与方法[J]. 地球学报, 42(2): 137-144.
- 郭佳,易继宁,王慧. 2018. 全球主要战略性矿产名录评价因素对比研究[J]. 现代矿业, 34(12): 1-5.
- 李宪海,王丹,吴尚昆. 2014. 我国战略性矿产资源评价指标选择:基于美国、欧盟等关键矿产名录的思考[J]. 中国矿业, 23(4): 30-33.
- 汪灵. 2019. 战略性非金属矿产的思考[J]. 矿产保护与利用, (6): 1-7.
- 王晓东,刘亚铮,樊相如. 2005. 刍议战略矿产资源的罗定方

法[J]. 中南大学学报(社会科学版), 11(03): 385-388.

- 吴巧生,薛双娇. 2019. 中美贸易变局下关键矿产资源供给安全分析[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 19(05): 69-78.
- 吴尚昆,孟旭光,那春光,周璞. 2012. 推进矿产资源规划实施的思考[J]. 中国矿业, 21(6): 13-16.
- 闫卫东,何金祥,马建明,徐曙光,刘增杰,姜雅,郭娟,林博磊. 2014. 世界矿产资源年评[M]. 北京:地质出版社: 45-57.
- 张所续,刘伯恩,马朋林. 2019. 美国关键矿产战略调整对我国的相关启示[J]. 中国国土资源经济, 32(07): 38-45.
- 张所续,马朋林. 2020. 美国稀土研究及政策对我国的启示[J]. 中国国土资源经济, (01): 35-42.

References:

- CHEN Jia-bin, HUO Wen-min, FENG Dan-dan, WANG Qiang, YU Liang-hui, LIU chao, SU Yi-na, YIN Li-juan, HU De-wen, WEN Shao-bo. 2020. Analysis of Strategic (Critical) Mineral Resources Situation in China and the U.S.and the EU[J]. Natural Resource Economics of China, 33(8): 9-17(in Chinese with English abstract).
- CHEN Qi-shen, WANG Gao-shang. 2007. Definition for Strategic Non-energy Minerals in China and Their Quantified Weighty Evaluation[J]. Natural Resource Economics of China, (1): 18-21, 44, 47(in Chinese with English abstract).
- CHEN Qi-shen, ZHANG Yan-fei, XING Jia-yun, LONG Tao, ZHENG Guo-dong, WANG Kun, CUI Bo-jing, QIN Sheng. 2021. Methods of Strategic Mineral Resources Determination in China and Abroad[J]. Acta Geoscientica Sinica, 42(2): 137-144(in Chinese with English abstract).
- GUO Jia, YI Ji-ning, WANG Hui. 2018. Comparative study on evaluation factors of major strategic mineral inventory in the world[J]. Modern Mining, 34(12): 1-5(in Chinese with English abstract).
- LI Xian-hai, WANG Dan, WU Shang-kun. 2014. The domestic strategic mineral resources evaluation index selection: thinking based on list of key-minerals such as the United States,the European Union[J]. China Mining Magazine, 23(4): 30-33(in Chinese with English abstract).
- NASSAR N T, BRAINARD J, GULLEY A. 2020. Evaluating the mineral commodity supply risk of the U.S. manufacturing sector[J]. Science Advances, 6(8): 1-11.
- National Research Council. 2008. Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy[M/OL]. [2020-06-23]. <https://doi.org/10.17226/12034>.
- Natural Resources and Sustainability Council. 2019. Subcommittee on Critical and Strategic Mineral Supply Chains Committee on Environment Assessment of Critical Minerals: Updated Application of Screening Methodology[R/OL]. [2020-06-20]. <http://www.whitehouse.gov/ostp/nstc>.
- SILBERGLITT R. 2017. Critical Materials and U.S.Import Reliance Recent Developments and Recommended Actions[R/OL].

- [2020-06-20]. <http://www.rand.org/pubs/testimonies/CT485.html>.
- USGS. 2009. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2010. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2011. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2012a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2012b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2013a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2013b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2014a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2014b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2015a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2015b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2016a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2016b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2017a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2017b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2018a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2018b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- USGS. 2019a. Mineral Yearbook of Barite[EB\OL]. [2020-04-19]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=yearbook>.
- USGS. 2019b. Mineral Commodity Summaries[EB\OL]. [2020-05-25]. <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=barite>.
- WANG Ling. 2019. Considerations on Strategic Non-Metallic Mineral Resources[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, (06): 1-7(in Chinese with English abstract).
- WANG Xiao-dong, LIU Ya-zheng, FAN Xiang-ru. 2005. A Discussion about Definition Method of the Strategic Mineral Resource[J]. Social Science Journal For Central South University of Technology, (4): 312(in Chinese with English abstract).
- WU Qiao-sheng, XUE Shuang-jiao. 2019. Supply Security Analysis of China's Critical Minerals under the Sino-US Trade Change[J]. Journal of China University of Geosciences(Social Sciences Edition), 19(5): 69-78(in Chinese with English abstract).
- WU Shang-kun, MENG Xu-guang, NA Chun-guang, ZHOU Pu. 2012. Research on promoting the implementation of mineral resources planning[J]. China Mining Magazine, 21(6): 13-16(in Chinese with English abstract).
- YAN Wei-dong, HE Jing-xiang, MA Jian-ming, XU Shu-guang, LIU ZHeng-jie, JIANG Ya, GUO Juan, LIN Bo-lei. 2014. Annual Review of World Mineral Resources[M]. Beijing: Geological Publish House(in Chinese with English Summary).
- ZHANG Suo-xu, LIU Bo-en, MA Peng-lin. 2019. The Relevant Enlightenment of the Strategic Adjustment of Critical Minerals in the United States[J]. Natural Resource Economics of China, 32(7): 38-45(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Suo-xu, MA Peng-lin. 2020. The Enlightenment of U.S. Rare Earth Research and Policy to China[J]. Natural Resource Economics of China, (01): 35-42(in Chinese with English abstract).