

# 大国博弈背景下美国关键矿产供应链安全态势及其启示

王钊<sup>1</sup>, 李莹<sup>2</sup>, 刘萍萍<sup>3\*</sup>

1. 军事科学院战略评估咨询中心, 北京 100097
2. 昆仑数智科技有限责任公司, 北京 102200
3. 全国市长研修学院(住房和城乡建设部干部学院), 北京 100029

**摘要** 基于美国地质调查局公布的2013—2022年关键矿产相关数据,从进口依赖度、市场动态、供应风险3个角度开展定量研究,阐明美国关键矿产供应链安全的变化态势,剖析美国加强关键矿产供应链安全的手段与特点。美国约90%的关键矿产依赖进口,中国是美国的顶级供应方;约70%关键矿产的市场动态值波动剧烈,市场不稳可能放大美国关键矿产的进口风险;约32%的关键矿产供应风险值偏高或上升,且随着关键矿产的产能进一步向亚洲、非洲、南美洲的部分国家转移,地缘政治危机升级可能会加剧矿产供应风险。借鉴美国关键矿产供应链安全态势和强化供应链安全手段,提出了谋划应对关键矿产战略博弈、增强对国际矿产资源市场影响力、深化海外开发合作、加强风险防控等建议。

**关键词** 关键矿产;供应链安全;进口依赖度;市场动态;供应风险

在诸多关键原材料中,关键矿产既是世界主要发达国家引领本国高科技和战略性新兴产业发展不可或缺的原材料,又是国防工业发展和武器装备制造不可或缺的原材料,对国家安全和经济发展有着重要的意义。受关键矿产资源空间分布不均衡、时间尺度不可再生、丰度维度稀缺以及物性维度难以替代等属性的制约,任何国家或经济体的关键矿

产都不可能应有尽有或完全满足需求<sup>[1]</sup>。因此,世界主要发达国家间的优势关键矿产资源出口、短缺资源进口几乎都要相互竞争,全球新一轮资源博弈不可避免。

历史上,美国对使用关键矿产战略和政策强化国家安全有着充分的战略决心与定位。为削弱对手国防工业生产能力,确保美国国内及时获取必要

收稿日期:2024-01-15;修回日期:2024-02-14

基金项目:国家社会科学基金军事学项目(青年)(2023-SKJJ-C-050)

作者简介:王钊,助理研究员,研究方向为关键矿产战略,电子信箱:wz0531024@163.com;刘萍萍(通信作者),副研究员,研究方向为科技战略,电子信箱:5644564@qq.com

引用格式:王钊,李莹,刘萍萍.大国博弈背景下美国关键矿产供应链安全态势及其启示[J].科技导报,2024,42(24):21-29;

doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.01.00093

的工业资源,美国在二战和冷战期间有过两轮关键矿产政策制定高峰,第3次政策高峰发生在奥巴马和特朗普当政时期。尤其是2017年美国总统特朗普签署13817号行政令《确保关键矿产安全可靠供应的联邦战略》以来,美国持续在关键矿产领域“投棋布子”,对内加强跨部门合作、评估资源现状、查找风险点、通过多项法案和行政令<sup>[2-6]</sup>,提升国内关键矿产的勘查开发、增储上产和精炼加工能力;对外渲染“中国矿产威胁”、建立矿产“联盟”,加紧推进全球布局 and 战略预置,将摆脱对中国优势矿产的依赖上升为国家安全战略。目前,对于美国关键矿产供应链安全态势的研究主要集中在关键矿产定义<sup>[7-9]</sup>、关键矿产战略的历史演进<sup>[10-15]</sup>,以及确保关键矿产供应链安全相关政策和实践等方面<sup>[16-19]</sup>,仅有少数研究介绍了关键矿产的定量筛选方法<sup>[20-21]</sup>,对于美国关键矿产供应链安全态势的定量分析稍显不足。从资源(进口依赖度指标)、贸易(市场动态指标)、地缘政治(供应风险指标)3个方面入手,定量分析美国关键矿产供应链的安全态势,剖析美国加强关键矿产供应链安全的做法。

## 1 供应链安全形势分析方法

为客观分析美国关键矿产供应链的安全态势,基于美国地质调查局公开发布的2013—2023年的关键矿产数据,从进口依赖程度、市场动态、供应风险3个维度,构建了关键矿产供应链安全态势定量分析方法。

### 1.1 进口依赖程度分析

进口依赖度旨在通过量化关键矿产对外依赖程度来评估“断链”风险,其计算方法是净进口量比净进口量与产量之和。计算公式为

$$D = \frac{I}{I + P} \quad (1)$$

式中, $D$ 表示进口依赖度; $I$ 表示净进口量; $P$ 表示产量。

### 1.2 市场动态分析

市场动态旨在通过量化关键矿产的价格波动来捕捉矿种对市场变化的适应性,其计算方法是在

特定时间范围(从 $t'$ 年到 $t$ 年)内矿物价格( $P$ )的标准偏差与平均值之比,公式为

$$M_{m,t}^r = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{t'}^t (P_{m,t} - \bar{P}_{m,t,t'})^2}{t - t'}}}{\bar{P}_{m,t,t'}} \quad (2)$$

式中, $M$ 表示市场动态; $m$ 表示矿物; $t$ 表示年份,时间范围定为5 a;预标准化值用上标 $r$ 表示; $P$ 是矿物的年平均价格; $\bar{P}$ 是矿物在指定时间范围内(从 $t'$ 年到 $t$ 年)的平均年价格,价格数据来源于美国地质调查局统计的国内交易价格。

市场动态用式(3)进行归一化

$$M_{m,t}^r = \frac{M_{m,t}^r - M_{\min}^r}{M_{\max}^r - M_{\min}^r} \quad (3)$$

式中, $M_{\max}^r$ 和 $M_{\min}^r$ 分别代表所有关键矿产在全部计算年份中的最大值和最小值。

价格大幅波动可能由多种因素引起,包括供应不稳、需求变化、投机性交易、市场储备不足、缺少替代矿种等。矿种的大幅价格波动表明,其对市场变化或供应链中断的敏感度较高。

### 1.3 供应风险分析

供应风险旨在通过量化供应方的地缘政治集中程度来评估供应中断的相对风险<sup>[22-23]</sup>。该指标是指供应方因政治、经济、社会等问题影响了其某种矿产资源的供应,且其市场份额无法被完全替代,导致消费方的合理资源需求无法被满足。赫芬达尔-赫希曼指数(Herfindahl-Hirschman Index, HHI)和全球治理指标(Worldwide Governance Indicators, WGI)被用来评估供应风险,数据来源于世界银行<sup>[24]</sup>。HHI衡量市场集中度,而WGI量化了200多个国家和地区的不同治理维度。两者通过式(4)获得预标准化值,用上标 $r$ 表示

$$R_{m,t}^r = \sum S_{m,t,i}^2 \Gamma_{t,i} \quad (4)$$

式中, $R$ 表示供应风险; $m$ 表示矿种; $t$ 表示年份; $i$ 表示国别; $S$ 表示生产份额; $\Gamma$ 表示综合治理指数值。所有生产国的总和提供了一个加权平均值,加权基于生产份额的平方,以模拟HHI。

治理值基于6个WGI的汇总:话语权与问责、政治稳定与非暴力、政府效率、监管质量、法治、控

制腐败。由于世界银行只公布到2021年的WGI数据,因此全球治理指标的计算跨度为2013—2021年。每个WGI指标值首先使用式(5)进行标准化,范围从高治理(低风险)的理论低值0到低治理(高风险)的1。

$$\Gamma_{t,j,i}^r = 1 - \frac{\Gamma_{t,j,i}^r + 3.5}{7} \quad (5)$$

式中, $t$ 表示年份; $j$ 表示WGI指标; $i$ 表示国别;预标准化值用上标 $r$ 表示。

通过几何平均数,将6个指标的预标准化值汇总为每个国家的单一WGI值

$$\Gamma_{t,i} = \left( \prod_{j=1}^6 \Gamma_{t,j,i}^r \right)^{\frac{1}{6}} \quad (6)$$

最后,对式(4) $R$ 值归一化,使其值域在0~1范围内变化。 $R$ 值归一化通过所有矿物和所有调查年份(目前为2013—2021年)的最小值和最大值使用式(1)进行归一化

$$R_{m,t} = \frac{R_{m,t}^r - R_{\min,t}^r}{R_{\max,t,t'}^r - R_{\min,t,t'}^r} \quad (7)$$

使用 $K$ -means方法对 $R$ 值进行聚类分析,得到最终聚类中心,然后计算两个簇心的欧氏距离,得到供应风险阈值为0.29。

## 2 美国关键矿产供应链安全形势分析

### 2.1 进口依赖程度分析

近年来,美国关键矿产的进口依赖程度始终居高不下。数据分析表明,2023年美国共有43个关键矿种的进口依赖度超过50%,占比约89%,与2018年和2021年的依赖进口度基本持平。其中,砷、铍、镓等13个关键矿种完全依赖进口(进口依赖度100%)。美国的关键矿产进口来源相对集中,来源国主要是中国和加拿大(图1<sup>[25-26]</sup>)。美国有32个关键矿种的进口涉及中国,占比64%;其中26个关键矿种的最大进口来源国为中国,占比52%;30个关键矿种的最大生产国为中国,占比60%。加拿大是美国关键矿产第二大来源国,涵盖12个关键矿种,占比24%;其中5个关键矿种的最大进口来源国为加拿大,占比10%。美国关键矿产进口依赖

度居高不下的部分原因是其匮乏的国内加工和制造能力。据统计,美国关键矿产清单中,23个矿种缺乏国内加工和制造能力,占比46%;绝大多数矿种的产能份额低于50%。近年来,美国显著提高了对关键矿产供应链风险隐患的警惕性,并采取了诸多行动加强其关键矿产供应链安全。但2017—2022年,只有铋、锆、钢、碲、重晶石这5个关键矿产的中国进口份额有一定程度降低。

### 2.2 市场动态分析

从市场动态值的分布上看,铌、铍、铝、锌这4个矿种的市场动态值长期偏低,随时间变化其波动幅度较小。从市场动态值的变化(表1)上看,锂、铬、镁、镍、锡、砷、铀、铯共8个矿种的市场动态值持续升高,其中锂、镁、锡、铀、铯这5个矿种的市场动态值增幅较大;钽、锆、钨、锑、钛、钨、天然石墨、重晶石、镧、铈、镨、钆、钇、镱这16个矿种的市场动态值持续降低,其中钽、锆、钨、锑、钛、天然石墨、重晶石、镧、铈、镨、钆、钇、镱这14个矿种的市场动态值降幅较大;镓、钢、钒、钴、钨、铂、钨这7个矿种的市场动态值先升后降;铋、锰、铀、钇、钼、铯这6个矿种的市场动态值先降后升。整体上看,2013—2022年,29个矿种(占比69%)的市场动态值波动剧烈。

### 2.3 供应风险分析

关键矿产的稀缺性以及分布差异性意味着没有一个国家拥有满足其经济和国家安全所需的全部资源。从供应风险值的分布(表2)上看,铌、镓、锆、钨、铀、铯、铋、铀、钨、天然石墨共13个矿种的供应风险值长期在高位摆位( $\geq 0.29$ )。这些关键矿产的生产来源高度集中于单个国家或是少数治理高风险国家,供应链中断的可能性更大。钽、锂、锆、钨、钢、铬、钛、锌、铝、镍、锡、钨、重晶石共13个矿种的供应风险值一直保持在较低的位置,其生产来源更加分散,且更多地分布在治理低风险国家。从供应风险值的变化上看,铌、钽、镓、钒、钴、铝、锌、天然石墨、砷、铀、钨、铯共12个矿种的供应风险值呈上升趋势,其中镓和钨的供应风险值增幅较大;铍、锆、碲、铋、稀土共5个关键矿种的供应风险值呈下降趋势,其中碲、铍、铋、稀土共4

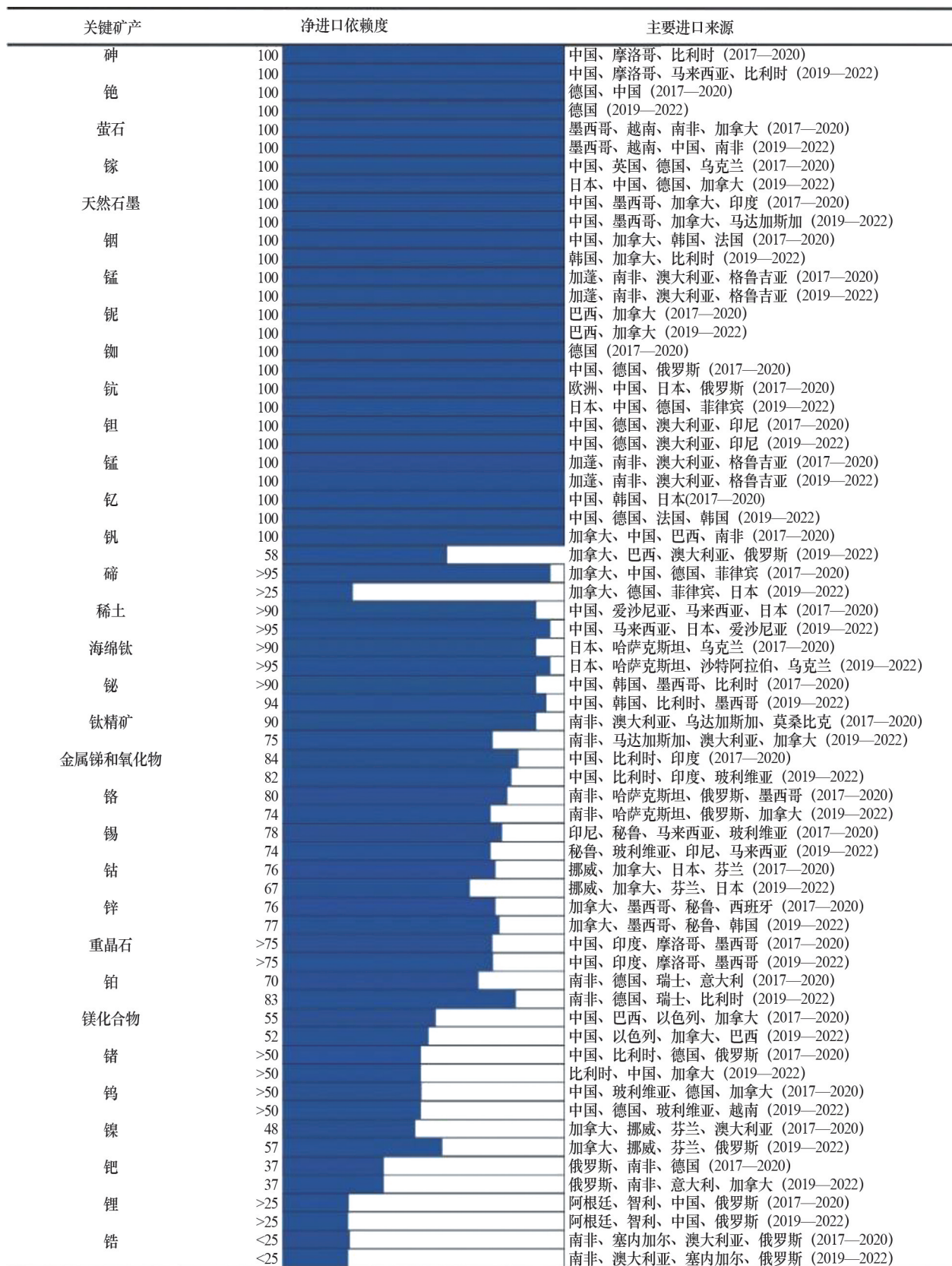


图1 2017—2022年美国关键矿产净进口依赖度(数据来源于美国地质调查局)

表 1 2013—2022年各关键矿种标准化市场动态值

关键矿产	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
铌	0.05	0.04	0.04	0.07	0.11	0.09	0.07	0.05	0.05	0.05
钽	0.30	0.19	0.09	0.09	0.09	0.05	0.07	0.09	0.10	0.10
锂	0.09	0.09	0.07	0.05	0.26	0.30	0.25	0.21	0.15	0.45
铍	0.09	0.03	0.03	0.03	0.09	0.09	0.08	0.06	0.04	0.06
锆	0.40	0.38	0.35	0.36	0.01	0.07	0.12	0.11	0.09	0.12
铪	0.40	0.38	0.35	0.36	0.01	0.07	0.12	0.11	0.09	0.12
镓	0.11	0.15	0.21	0.21	0.21	0.21	0.19	0.11	0.09	0.06
锗	0.17	0.16	0.08	0.14	0.15	0.15	0.13	0.11	0.10	0.10
铟	0.14	0.09	0.10	0.16	0.20	0.23	0.12	0.04		
碲	0.31	0.35	0.45	0.29	0.35	0.32	0.25	0.24	0.18	0.07
铬	0.10	0.09	0.08	0.06	0.16	0.14	0.14	0.16	0.16	0.23
钒	0.06	0.05	0.12	0.17	0.15	0.52	0.47	0.42	0.32	0.25
钛(金红石)	0.60	0.53	0.48	0.54	0.32	0.10	0.14	0.15	0.16	0.11
镁	0.04	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.05	0.15	0.42
镍	0.14	0.12	0.16	0.16	0.17	0.16	0.11	0.12	0.15	0.20
钴	0.13	0.14	0.09	0.05	0.26	0.36	0.34	0.32	0.24	0.25
钨	0.25	0.18	0.10	0.20	0.21	0.19	0.17	0.16	0.11	0.12
锡	0.15	0.07	0.09	0.07	0.07	0.06	0.04	0.05	0.21	0.23
铋	0.23	0.14	0.17	0.16	0.10	0.08	0.06	0.11	0.16	0.26
锰	0.18	0.20	0.16	0.11	0.09	0.22	0.22	0.19	0.14	0.12
铝	0.09	0.05	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.12	0.15
锌	0.08	0.04	0.04	0.04	0.10	0.12	0.11	0.09	0.08	0.14
天然石墨	0.21	0.15	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
砷			0.05	0.05	0.03	0.16	0.17	0.19	0.13	0.20
重晶石	0.26	0.19	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03
铀	0.23	0.19	0.21	0.22	0.17	0.28	0.29	0.25	0.56	0.45
钇	0.23	0.10	0.06	0.07	0.09	0.14	0.26	0.34	0.29	0.21
铂	0.09	0.06	0.12	0.13	0.14	0.13	0.06	0.04	0.07	0.07
铑	0.23	0.26	0.22	0.15	0.13	0.33	0.51	0.77	0.70	0.49
钐	0.26	0.32	0.34	0.28	0.16	0.63	0.58	0.44	0.44	0.31
钕	0.17	0.11	0.08	0.03	0.03	0.04	0.06	0.06	0.17	0.23
钷	0.51	0.60	0.75	0.83	0.56	0.55	0.35	0.09	0.25	0.52
镧	0.60	0.75	1.00	0.71	0.43	0.32	0.14	0.00	0.00	0.17
铈	0.63	0.79	1.00	0.71	0.43	0.32	0.14	0.00	0.00	0.17
镨	0.46	0.34	0.31	0.21	0.22	0.24	0.10	0.00		
钆	0.56	0.52	0.54	0.30	0.15	0.11	0.06	0.06	0.03	0.38
铽	0.43	0.64	0.82	0.97	0.62	0.46	0.14	0.00		
铈	0.30	0.38	0.52	0.65	0.65	0.82	0.74	0.27	0.30	0.18
钪	0.36	0.48	0.60	0.35	0.20	0.20	0.20	0.00		
钪	0.48	0.36	0.46	0.45	0.23	0.15	0.08	0.13	0.35	0.45
镱	0.54	0.47	0.48	0.45	0.31	0.25	0.13	0.11	0.24	0.22

注:红色填充指示高值,黄色和绿色填充依次降低。

个矿种的供应风险值下降幅度较大。值得注意的是,美国的稀土生产份额已由2013年的2.86%增长至2021年的14.48%。钽、锆、铬、镁、镍、钴、锡、铋、铋、锰、砷、重晶石、铂共13个矿种的主要产出来源向东南亚、非洲以及南美洲等地区的国家转移。这些国家地缘政治的不稳定,可能会放大美国的供应风险。

## 2.4 美国关键矿产供应链总体安全形势分析

2017年以来,美国关键矿产的进口依赖程度始终居高不下,且进口来源相对集中,以中国和加拿大为主。美国国内不仅缺少矿产生产能力,还缺少矿产的加工和制造能力,这些因素共同导致了对国外进口的依赖。而在市场上,约70%关键矿产的价格波动剧烈,这一定程度上说明供给、需求对

表 2 2013—2021年各关键矿种标准化供应风险值

关键矿产	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
铌	0.56	0.57	0.59	0.60	0.57	0.59	0.63	0.62	0.61
钽*	0.16	0.17	0.13	0.12	0.16	0.13	0.13	0.19	0.18
锂	0.08	0.08	0.08	0.08	0.13	0.11	0.10	0.10	0.10
铍	0.36	0.33	0.35	0.30	0.24	0.24	0.22	0.22	0.22
锆*	0.04	0.07	0.05	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.06
钨*		0.09	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.06
镓	0.44	0.68	0.84	0.56	0.69	0.71	0.72	0.71	0.71
锗	0.38	0.39	0.38	0.37	0.20	0.26	0.29	0.29	
钢	0.17	0.17	0.10	0.10	0.17	0.15	0.19	0.19	0.21
碲	0.38	0.41	0.37	0.32	0.27	0.24	0.25	0.24	0.19
铬*	0.10	0.12	0.13	0.13	0.14	0.13	0.10	0.10	0.13
钒	0.28	0.28	0.24	0.27	0.32	0.34	0.33	0.34	0.34
钛(金红石)	0.02	0.00	0.00	0.10	0.08	0.10	0.11	0.13	0.06
镁*	0.31	0.26	0.28	0.25	0.17	0.22	0.29	0.30	0.24
镍*	0.07	0.08	0.04	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.06
钴*	0.19	0.19	0.19	0.23	0.32	0.36	0.45	0.43	0.48
钨	0.58	0.52	0.50	0.51	0.51	0.46	0.51	0.49	0.52
锡*	0.12	0.14	0.14	0.15	0.13	0.13	0.14	0.19	0.03
铋*	0.60	0.32	0.31	0.52	0.47	0.40	0.42	0.50	0.47
铟*	0.51	0.47	0.45	0.45	0.40	0.38	0.30	0.22	0.23
锰*	0.31	0.26	0.28	0.25	0.17	0.22	0.29	0.30	0.24
铝	0.17	0.17	0.19	0.20	0.18	0.20	0.20	0.20	0.21
锌	0.09	0.10	0.10	0.12	0.11	0.09	0.11	0.11	0.12
天然石墨	0.32	0.33	0.34	0.35	0.54	0.44	0.43	0.43	0.37
砷*	0.26	0.23	0.37	0.37	0.35	0.35	0.41	0.42	0.41
重晶石*	0.11	0.08	0.10	0.11	0.09	0.09	0.07	0.12	0.08
铀					0.48	0.49	0.44	0.49	0.54
钪	0.18	0.17	0.17	0.16	0.19	0.19	0.19	0.21	0.20
铂*	0.32	0.25	0.33	0.31	0.34	0.35	0.33	0.31	0.36
铯					0.56	0.55	0.57	0.59	0.60
钨				1.00	0.49	0.48	0.45	0.45	0.50
稀土	0.63	0.55	0.51	0.48	0.37	0.27	0.25	0.23	0.22

注:红色填充指示高值,黄色和绿色填充依次降低;\*代表该矿种的主要产出来源向东南亚、非洲、南美洲等地区的国家转移。

市场信号的反应相对缓慢。面对价格的快速变化,供应方可能无能力或意愿改变产量。对于美国这种关键矿产依赖进口的国家,市场不稳会加大其进口压力。从供应方的角度分析,关键矿产的生产来源高度集中于单一国家或是少数治理高风险国家,一些关键矿产的供应风险值长期保持在高位。并且,今后一段时间,关键矿产的产能可能会向亚洲、非洲、南美洲的部分国家转移,这些国家地缘政治的不稳定可能会放大关键矿产的供应风险。

### 3 美国强化关键矿产供应链安全的手段与特点

#### 3.1 融入整体博弈

中美之间的竞争已经由军事、经济和技术等领域,拓展到支撑核心技术发展的关键原材料竞争。作为原材料竞争的重要一环,美国关键矿产供应链安全的战略导向和首要考量正从单纯的供应链竞争向政治、经济、军事整体博弈转变,经济利益和安

全利益成为关键矿产供应链安全的“双驾马车”。从2017年特朗普政府签署13817号行政令《确保关键矿产安全可靠供应的联邦战略》起,到2023年拜登政府与苏纳克政府签署“大西洋宣言”加强关键矿产合作,7年来美国持续在关键矿产领域“投棋布子”,加紧推进全球布局 and 战略预置,渲染中国关键矿产威胁,进行“脱钩式”保护,试图重建全球关键矿产供应链体系,构筑对中国战略围堵。美国国防部、商务部、内政部等机构分别通过针对性投资、加强跨部门合作等措施,以整体协调的姿态采取行动贯彻国家战略主旨。

### 3.2 升级评估方法

美国关键矿产的评估方法已从静态、定性评估升级为动态、定量评估,并持续往精细化方向发展。关键矿产评估被美国视为实现其供应链安全战略目标的重要步骤之一,过去数十年间,美国政府机构及学者开展了深入的关键矿产评估理论及方法研究。2007年,美国国家科学研究委员会通过关键矿产供应链风险和供应约束开展关键矿产评估,评估结果发布在《危机矿产战略2010》;2016年,美国危机矿产和战略矿产供应链委员会打破二维评估矩阵的思路,使用生产集中度、市场规模变化、价格变动等指标进行动态评估;2018年起,美国地质调查局研究人员使用情景分析法,基于关键矿产贸易变化、净进口依赖度等指标开展关键矿产评估,评估结果应用于美国关键矿产清单、2021年拜登政府的《百日供应链审查报告》中;美国国防部开发了矿产风险评估工具——战略材料评估和风险地形学,以评估战略和关键材料供应链中的国内和国际关键节点。

### 3.3 打造排华“小圈子”

美国关键矿产供应链安全的国际合作导向正从多元化向阵营化和意识形态化转变。美国持续调动国际资源和政治影响力打造关键矿产国际联盟、矿产安全伙伴关系等“小圈子”,以扩大在全球供应链上的话语权。这些“小圈子”的最大特点就是没有中国这个全球顶级关键矿产供应商的参与。2011年,美国通过与欧盟、日本建立关键矿产合作

交流会议,拉开美西方关键矿产合作的序幕;2019年起,美国打造关键矿产“小圈子”的相关行动进入高峰期,共形成5项计划、协议或倡议,签约国19家,覆盖全球。“小圈子”具有排他性的区域化、集团化特征,主要包含两类国家:一类是以澳、加及部分西方国家为首的盟友,这些国家或具资源优势,或具加工产业优势;另一类是巴西、赞比亚和刚果金等11个矿产高储量国。

## 4 启示和建议

### 4.1 启示

1) 目前,美国多数关键矿产仍严重依赖外国尤其是中国的供应,但为加强其关键矿产供应链安全,美国政府已将关键矿产战略融入政治、经济、军事博弈中,今后中国关键矿产战略将受美国多维度打压和制约。

2) 在战略性新兴产业引导关键矿产需求量大幅增加的未来,中国优势关键矿产资源出口、短缺资源进口几乎都要与美国竞争,正常的资源权益可能会受到美国关键矿产战略布局的严重影响。

3) 随着关键矿产的产能向东南亚、非洲、南美洲的部分国家转移,供需分离态势的加剧可能会激化全球资源博弈,加重集团分化。

### 4.2 建议

1) 系统谋划应对关键矿产战略博弈。综合运用政治、经济、军事手段维护关键矿产供应链安全;巩固并强化关键矿产储备、调控机制建设,以平战兼顾的收储、轮换、动用原则,渐进扩大关键矿产储备规模,提高紧急状况下快速响应和满足基本需求的能力;持续优化海外关键矿产资源勘探开发和生产加工布局,推动资源、技术、产业、金融等合作互促互进,妥善应对美国及其盟友国家的干扰阻遏。

2) 增强对国际矿产资源市场影响力。依托中国精炼加工优势,结合关键矿产需求量大大的特点,有序推进重点矿产对外采购议价,提升矿产价格国际影响力。基于国际交流合作,加强矿业政策和标准的对接,协助他国编制资源开发类规划。推动中

资矿业公司、协会商会、智库等加入国际行业组织,发布有国际影响力的报告。

3) 深化海外开发合作,加强风险防控。根据中、美关键矿种的对外依赖度、可替代性和储备情况等,明确重点矿种;综合资源禀赋、地缘政治、行业基础等因素,明确对外开发合作重点国别。以周边地区深度合作、非洲地区深耕细作的原则为指导,加快寻求短缺矿产资源备份,积极参与全球关键矿产产业分工与合作,进一步多元化重点矿种供应来源。在深化海外开发合作的同时,全面评估和防范环境破坏、社区冲突、矿权没收等风险,建立风险预警防范体系。建立极端情境下的生产运输预案和协调机制,提高极端情境下海外矿产资源安全回运能力。

#### 参考文献(References)

- [1] 王安建,袁小晶. 大国竞争背景下的中国战略性关键矿产资源安全思考[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(11): 1550-1559.
- [2] U.S. Department of Commerce. A federal strategy to ensure secure and reliable supplies of critical minerals[Z]. Washington DC: Commerce Department, 2017.
- [3] The White House. Executive order on America's supply chains[Z]. Washington DC: The White House, 2021.
- [4] The White House. The Atlantic Declaration: A Framework for a Twenty-First Century U.S.-UK Economic Partnership[Z]. Washington DC: The White House, 2022.
- [5] The White House. Executive order on ensuring robust consideration of evolving national security risks by the committee on foreign investment in the United States[Z]. Washington DC: The White House, 2022.
- [6] Department of Defence. Securing defense-critical supply chains[R]. Virginia: DOD, 2022.
- [7] 李宪海,王丹,吴尚昆. 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, 2014, 23(4): 30-33.
- [8] 王登红. 关键矿产的研究意义、矿种厘定、资源属性、找矿进展、存在问题及主攻方向[J]. 地质学报, 2019, 93(6): 1189-1209.
- [9] 翟明国,吴福元,胡瑞忠,等. 战略性关键金属矿产资源: 现状与问题[J]. 中国科学基金, 2019, 33(2): 106-111.
- [10] 唐金荣,杨宗喜,周平,等. 国外关键矿产战略研究进展及其启示[J]. 地质通报, 2014, 33(9): 1445-1453.
- [11] 葛建平,刘佳琦. 关键矿产战略国际比较: 历史演进与工具选择[J]. 资源科学, 2020, 42(8): 1464-1476.
- [12] 于宏源,关成龙,马哲. 拜登政府的关键矿产战略[J]. 现代国际关系, 2021(11): 1-8.
- [13] 赵桑,汪鹏,王路,等. 美国关键矿产战略的演化特征及启示[J]. 科技导报, 2022, 40(8): 91-103.
- [14] 李建武,马哲,李鹏远. 美欧关键矿产战略及其对我国的启示[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(11): 1560-1565.
- [15] 霍文敏,陈甲斌,聂宾汗. 美国关键性矿产战略与政策演进研究: 对我国矿产资源保供的启示[J]. 中国国土资源经济, 2023, 36(9): 40-46.
- [16] 陈甲斌,霍文敏,冯丹丹,等. 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, 2020, 33(8): 9-17.
- [17] 李婧,宫庆彬,唐衢,等. 美国关键矿产供应链安全风险防控及启示[J]. 情报杂志, 2022, 41(6): 58-65.
- [18] 韩爽,田伊霖,张博. 2022年度美国供应链安全政策分析、影响与应对[J]. 情报杂志, 2023, 42(11): 41-47.
- [19] Vivoda V. Friend-shoring and critical minerals: Exploring the role of the Minerals Security Partnership[J]. Energy Research & Social Science, 2023, 100: 103085.
- [20] U.S. Geological Survey. Methodology and technical input for the 2021 review and revision of the U.S. critical minerals list[R]. Virginia: USGS, 2021.
- [21] 李建武,李天骄,贾宏翔,等. 中国战略性关键矿产目录厘定[J]. 地球学报, 2023, 44(2): 261-270.
- [22] Nassar N, Xun S, Fortier S, et al. Assessment of critical minerals: Screening methodology and initial application [R]. Washington, DC: Subcommittee on Critical and Strategic Mineral supply Chains of the Committee on Environment, 2016.
- [23] 王永中. 资源国关键矿产博弈的新动向及可能影响[J]. 人民论坛, 2022(15): 90-95.
- [24] The World Bank. World Bank Open Data[EB/OL]. (2023-10-19)[2024-02-10]. <http://data.worldbank.org>.
- [25] U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries 2022[R]. Virginia: U.S. Department of the Interior, 2022.
- [26] U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries 2024[R]. Virginia: U.S. Department of the Interior, 2024.

## Security posture of critical mineral supply chain in the U.S. under the background of the superpower games and the inspiration for China

WANG Zhao<sup>1</sup>, LI Ying<sup>2</sup>, LIU Pingping<sup>3\*</sup>

1. Strategic Assessments and Consultation Institute, Academy of Military Sciences, Beijing 100097, China

2. Kunlun Digital Technology Co., Ltd., Beijing 102200, China

3. National Academy for Mayors of China (originally National Training Center for Mayors of China), Beijing 100029, China

**Abstract** Under the background of the superpower games, the United States actively promotes the de Sinicization of key minerals and constructs a strategic blockade against China, which may seriously affect China's normal resource rights and interests. Based on the critical mineral related data released by the United States Geological Survey from 2013 to 2022, quantitative research was conducted from three perspectives: import dependence, market dynamics, and supply risk. The changes in the security of the critical mineral supply chain in the United States were elucidated, and the means and characteristics of strengthening the security of the critical mineral supply chain in the United States were analyzed. About 90% of critical minerals in the United States rely on imports, with China as its top supplier. The market dynamics of about 70% of critical minerals fluctuate violently, and market instability may amplify the import risk of critical minerals in the United States; About 32% of critical mineral supply risks are high or keep rising, and the production capacity of critical minerals further shifts to some third-world countries in Asia, Africa and South America, and the escalation of geopolitical crises may exacerbate mineral supply risks. Based on the analysis of the security situation of the key mineral supply chain in the United States and its security measures to strengthen supply chain, suggestions have been put forward, including systematic planning to respond to the strategic game of key minerals, enhance the influence on the international mineral resource market, deepen overseas development cooperation, and strengthen risk prevention and control.

**Keywords** critical mineral; supply chain security; import dependency; market dynamics; supply risk ●



(责任编辑 赵庆圆)