

·动态与信息·

国外关键矿产战略研究进展及其启示

唐金荣, 杨宗喜, 周平, 施俊法

TANG Jin-rong, YANG Zong-xi, ZHOU ping, SHI Jun-fa

中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037

Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China

摘要:近年来,世界各国都将经济发展的重心向战略性新兴产业转移,为保障战略性新兴产业的发展而引发的资源安全保障问题随之而来。一些研究机构和组织纷纷开展关键矿产研究,厘定了关键矿产清单,并提出有针对性的保障措施。然而,目前国内对于关键矿产的研究才刚刚起步,对新兴产业所需矿产的研究偏少,关键矿产定量研究的方法和指标体系总体以跟踪国外研究为主。系统地剖析了国外主要研究机构的关键矿产评价理论、模型和指标体系,总结了国外关键矿产的基本特征,并结合国内实际提出了加强部门协作、打通产业数据链、开展中国关键矿产评价理论和模型的研究、提高关键矿产供应风险治理的研究等对策建议。

关键词:关键矿产;矿产资源战略;战略性新兴产业;供应风险;经济重要性

中图分类号:P62 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2014)09-1445-09

Tang J R, Yang Z X, Zhou P, Shi J F. The progress in the strategic study of critical minerals and its implications. *Geological Bulletin of China*, 2014, 33(9): 1445-1453

Abstract: In recent years, many countries in the world have focused their economic development efforts on the newly-emerging industries of strategic importance, and this trend has induced the problem of resources security as many resources are needed to ensure the development of these new-emerging industries of strategic importance. To solve this problem, many institutes and organizations have carried out studies of critical minerals, established critical mineral lists, and proposed relevant measures. However, the study of critical minerals in China is still at the initial stage and lacks a systematic research on the minerals needed for the newly-emerging industries. Quantitative research methods for critical minerals and research on index system mainly are following the foreign research reports. In this paper, the authors examined critical minerals evaluation theories, models and index systems of foreign research reports systematically and, on such a basis, summarized basic characteristics of critical minerals. Based on domestic practical conditions, the authors propose strengthening cross industries data collection through cooperation of several sectors, carrying out research on critical minerals evaluation theories and models, and strengthening risk management research on critical minerals.

Key words: critical minerals; mineral resource strategy; new-emerging industries of strategic importance; supply risk; economic importance

进入新世纪以来,以中国、印度等为首的新兴经济体快速发展,催生全球矿产品价格高涨,全球矿产资源争夺日益激烈。2008年爆发的全球性金融危机,将各国经济发展的重心转向战略性新兴产业

业的发展上。战略性新兴产业以重大技术突破和重大发展需求为基础,对经济社会全局和长远发展具有重大引领带动作用,是知识技术密集、物质资源消耗少、成长潜力大、综合效益好的产业,如节能

收稿日期:2014-06-23;修订日期:2014-07-27

资助项目:中国地质调查局项目(编号:1212011220306)

作者简介:唐金荣(1978-),男,博士,副研究员,从事地质科技情报与资源战略研究。E-mail:jnrongt@163.com

通讯作者:杨宗喜(1984-),男,硕士,工程师,从事矿床学研究、地质科技研究和资源战略研究。E-mail:77759059@qq.com

环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车等产业^①。以美国、日本、欧盟等为首的发达经济体积极推进新兴战略性新兴产业的发展,以期占领未来经济发展的制高点。随着一大批高新技术的发展与广泛应用,发展中国家也意识到战略性新兴产业的重要性(如光伏产业、新材料产业等),一时间围绕战略性新兴产业发展的资源保障问题被许多国家提升到了国家战略层面,一些研究机构和大型跨国公司为此开展了一系列的研究,以明确各自的关键矿产清单,并针对不同矿产制定有效的保障措施,以便更好地掌控这些矿产的国际话语权^[1-6]。本文重点剖析世界主要国家和机构开展的有关关键矿产研究的现状及评价理论与方法,以飨读者。

1 研究背景

目前,世界各国对“关键矿产”(Critical minerals)并无统一、严格的定义,各研究机构根据自己的理解,从本国资源特点、产业结构及开展研究的目的出发,给出了不同的定义。美国国家研究理事会(2008)发布《矿产、关键矿产和美国经济》报告^[1]和欧盟委员会(2010)发布《欧盟关键矿产》报告^[2]之后形成共识,关键矿产是指一类既具有重要经济性,同时又存在较高的供应风险的矿产。

关于关键矿产的研究由来已久,美国早在20世纪70年代中期的《国家安全研究备忘录设立的特别小组:关键进口材料》研究报告^[3]中就提出,将铝土矿、铬和铂等矿产视为关键矿产。欧洲共同体委员会于1975年公布了一份关于欧共体原材料供应的通告^[4],将钨、锰、铬、磷酸盐、铂等矿产确定为受关注的原材料。由于当时正处于冷战期间,世界上各区域被划分成区块,而跨区域的原材料流受制于政治环境,因此有过在这些区块内原材料各自独立的趋势。但矿产资源与生俱来的全球分布不均的特性,使各区域内很难自给自足,资源安全被提升到国家战略的高度。此轮关键矿产研究主要从储备战备物资和开展军备竞赛的角度出发,所研究的关键矿产大多与军工有关,如铬、锰、钨等金属。因此这一时期的关键矿产,也称为战略性矿产。冷战结束后,跨区域的贸易流增加,出现了原材料供应的真正全球化,矿产品市场较之前更加自由和开放,人们认为资源供应安全已不存在问题,相关研究也随之停滞。

进入21世纪以来,随着发展中国家的快速崛起,其经济总量达到甚至超过了发达国家,全球资源供需格局发生了巨大的变化,矿产资源争夺日益激烈,资源供应安全问题再次成为全球关注的焦点。2008年全球金融危机爆发以来,伴随着战略性新兴产业的蓬勃发展,资源供应安全问题由传统的大宗矿产扩展到了新兴战略性新兴产业所需的小宗矿产。由于这类矿产总量少、易于掌控、容易发生中断,为此美国、英国、欧盟等国家和国际组织从国家战略的高度开展了大量的关键矿产研究,旨在识别出具有经济重要性且供应风险较大的矿种,以便进行更好的风险治理。与上一轮关键矿产研究不同的是,本轮的研究焦点侧重于产业发展对矿产资源的需求,尤其是战略性新兴产业发展所必须的矿产,如稀土元素、铂族元素等。

2 国外关键矿产研究

本次选择国外具有代表性的关键矿产研究进行分析,虽然研究的思路类似,但是各项研究在目标、方法和深度方面差别很大(表1)。本文主要从研究方法、指标体系、目标矿种的选择等方面总结国外关键矿产研究的理论体系。

2.1 研究方法

世界各个国家和机构在关键矿产的研究方面主要使用3种不同的评估方法:关键性矩阵、关键性指数和定量分析矿产供需形势。大多数研究^[1,2,5,7]主要从供应风险和经济重要性2个方面评估了各矿种的关键性。在指标的选择上,各项研究有较大的重合,但也存在不少差别。此外,有些交叉性问题不能很明确地被归为供应风险或是经济重要性。

在表1中有4个机构或公司的研究采用了关键性矩阵模型的方法,分别是美国国家研究理事会、欧盟委员会、美国能源部和通用电气公司。以美国国家研究理事会的研究为例,2008年在美国地质调查局(USGS)的资助下,美国国家研究理事会建立了“关键性矩阵”的方法,用来评估矿产的关键程度(图1),并确定哪些矿产品对于国家经济和国家安全是至关重要的。美国国家研究理事会认为,关键矿产必须既是满足经济发展必不可少的矿产(矩阵的垂直轴),又是供应受到限制的矿产(矩阵的水平轴)。举例而言,在评估矿产重要性(垂直轴)和供应风险(水平轴)之后,就可确定具体矿产或矿产品

表 1 国外关键矿产研究对比
Table 1 Comparison of eight institutes on critical mineral research

	美国能源部 ^[5]	美国国防研究所 ^[6]	美国国家研究理事会 ^[1]	通用电气公司 ^[7]	兰德公司 ^[8]	欧盟委员会 ^[2]	奥卡狄恩·霍林斯公司 ^[9]	德国的应用生态学研究所 ^[10]
主要目标	评估重要原材料的机遇和风险;开发关键矿产战略	分析国家对战略矿产和关键矿产的国防储备物资的需求	开发识别关键矿产的方法;强调关键矿产的重要性	识别供应限制或是价格增长导致的风险矿产	确定原材料的生产集中度	开发识别欧盟关键矿产的方法;识别关键矿产	识别值得关注的的核心矿产	分析未来可持续技术所需金属的关键性与其回收潜力
关注产业	清洁能源技术	安全(国防)	经济	公司	制造业	经济	经济	清洁能源技术
区域	全球	美国	美国	无	美国	欧盟	英国	全球
时间尺度	0~5年;5~15年	4年	<10年	无	无	<10年	长期影响	2020和2050年
所选矿产	14种重要金属	68种金属、工业矿物和中间产品	11种金属	11种小金属	41种金属和工业矿物	41种金属和工业矿物	69种金属和工业矿物	11种金属
选取原则	对其关键性的预期	常规分析的原材料,加上17种新的原材料	能够对所建方法进行例证;能被纳入对所有潜在关键矿产进行全面评估之中	GE购买价值最高的24种元素;较高的价格波动性	参考欧盟的选取原则	20种预先确定的原材料;21种专家推荐的原材料	没有解释	对其关键性的预期
确定的关键矿产	6种短期,5种中期	26种明显的短缺	5种	7种	12种	14种	7种不安全矿产	所有都是
评估方法	关键性矩阵;供需情况	供需情形;库存平衡	关键性矩阵	关键性矩阵	关键性指数	关键性矩阵	关键性指数	关键性集;时间轴
主要维度	供应风险/对清洁能源技术的重要性	供需发展/库存平衡	供应风险/供应限制的影响	供应和价格风险/供应限制的影响	供应风险	供应风险/经济重要性	供应风险/原材料风险	供应风险/需求增长/回收限制
综合算法	2个关键性坐标轴不平等的加权指标	供需比/库存物资平衡	估计供应风险,计算供应限制的影响	2个维度平等的加权指标	1个维度的经调整后的指标	供应风险和经济重要性的算法	关键性指数平等的加权指标	3个维度都是估计;时间轴采用因素联合的方式

在图中所处的位置。图1左下角为关键程度最低的区域,右上角为关键程度最高的区域,A矿产的关键程度比B矿产高。

此外,针对时间尺度对关键矿产研究的影响,有的机构开展了不同时间尺度下的关键矿产研究。如,美国能源部(DOE)的研究^[5]分别计算了2种关键性矩阵(图2):一种是短期的研究(0~5年),一种是中期的研究(5~15年)。对于一些矿产,这两种评估方法产生出不同的结果。

在表1中,奥卡狄恩·霍林斯公司和兰德公司的

研究采用了关键性指数的方法。以奥卡狄恩·霍林斯公司为例,该公司受英国政府委托对69种矿种开展了关键矿产研究。在研究中,奥卡狄恩·霍林斯公司使用了原材料风险和供应风险2个主要的维度,之后把这2个维度整合为1项关键性指数(表2)。原材料风险包含了4项指标:全球消耗量、可替代性、对全球变暖的影响(GWP)和原料总需求(TMR)。供应风险同样包含了4项指标:稀缺性、垄断供应、政治稳定性和与气候变化有关的安全风险。而这8项指标又根据不同的矿种被分别赋值

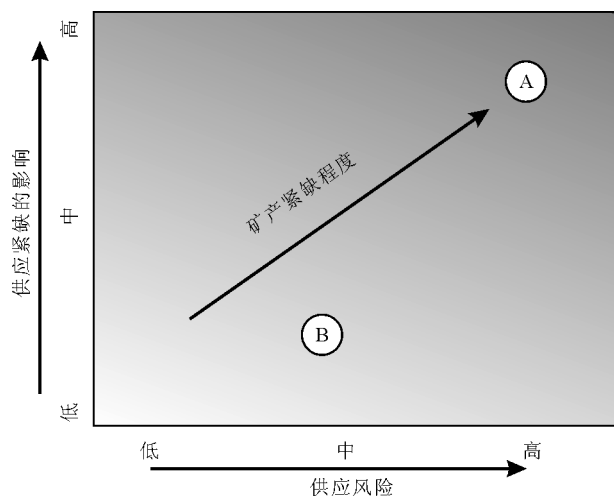


图1 关键性(Criticality)矩阵模型

Fig. 1 Criticality matrix model

(1~3),以全球消耗量为例,全球消耗量小于1000t/a取值为1,全球消耗量大于 1×10^6 t/a取值为3,介于二者之间取值为2。奥卡狄恩·霍林斯公司的研究对所有指标都赋予了相同的权重并进行了整合,也有的研究对于所选指标赋予了不同的权重。

有的研究通过定量分析未来矿产的供需形势来研究关键矿产,以美国国防研究所的研究最为典型。该研究所为分析国家对战略矿产和关键矿产的国防储备物资的需求,对68种金属、工业矿物和中间产品进行了研究。通过对比美国国防部国家

储备中心的库存和对这些产品的需求情况,最终确定26种产品存在明显的短缺。

2.2 指标体系构建

关键矿产的研究依照国家或机构的研究目的不同,一般会选择不同的指标体系,通常都选择供应风险和经济重要性这2个维度,在这2个维度之下包含了不同的指标。

(1) 供应风险维度

矿产资源的绝对丰度是研究供应风险首先要考虑的问题。除此之外,供应风险还可能源于政府干预、市场风险或是供应链条的物理性中断等情况。几乎所有上述研究都通过主要生产国家的垄断程度,或是利用赫氏指数(HHI)计算矿产资源的国家集中度,在计算国家生产份额时,有时还考虑了国家层面的风险(如全球政治风险指数,世界银行政府治理指数)。美国能源部^[5]和欧盟委员会^[2]的研究还分析了由于公司集中度而产生的市场风险。总体上,对于供应风险分析能否做出正确的分析主要取决于能否获得高质量的数据。

(2) 经济重要性

评价经济重要性所使用的方法多种多样,主要通过国家对矿产的使用情况、可替代性和矿产的缺失对国家的影响等指标来衡量。美国国家研究理事会、美国能源部和通用电气公司的研究方法对于确定经济重要性采用半定量的方式。美国国家研究理事会按照矿种的不同用途,分别计算其重要

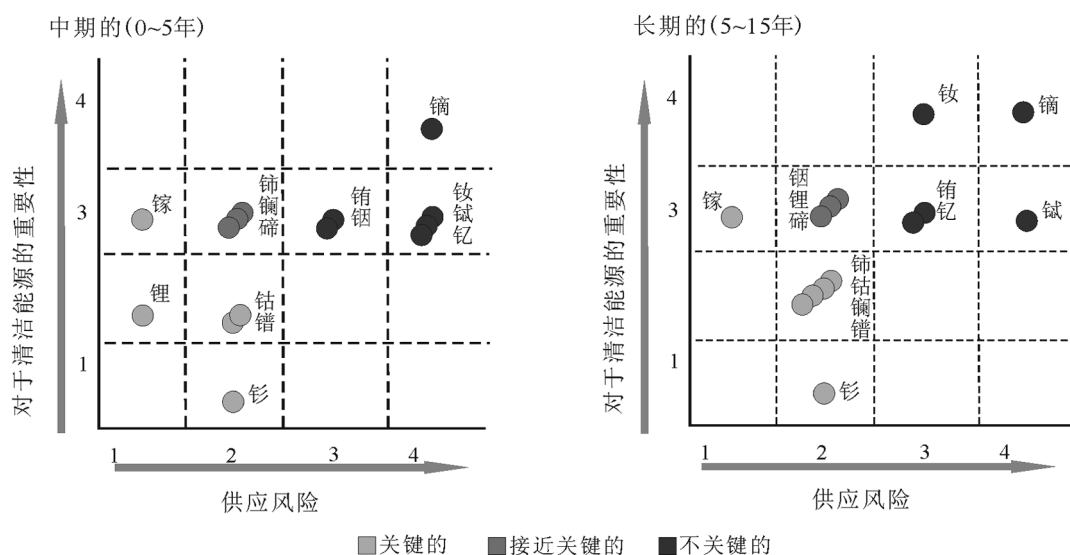


图2 美国能源部2010年(左)和2011年(右)版的关键矿产研究

Fig. 2 Critical Mineral Research of U.S. DoE in 2010 (left) and 2011 (right)

表2 奥卡狄恩·霍林斯公司的关键性研究
Table 2 Criticality studies by Oakdene Hollins

矿产	不安 全性	原材料风险				供应风险			
		全球消 耗量	可替 代性	对全球变暖的 影响(GWP)	原料总需 求(TMR)	稀缺性	垄断 供应	政治稳 定性	与气候变化有 关的安全风险
金	21	2	2	3	3	3	2	3	3
铈	20	1	3	3	3	2	3	2	3
汞	20	2	2	3	2	2	3	3	3
铂	20	1	2	3	3	3	3	2	3
锗	19	2	3	2	2	2	2	3	3
银	19	2	2	3	2	3	1	3	3
镱	19	2	2	2	1	3	3	3	3

性。与这些半定量的估值相反,欧盟^[2]的研究主要根据生产部门所生产的毛附加值,定量计算了矿产资源的经济重要性。

(3)其他指标

除上述2个主要维度之外,很多关键矿产方面的研究还考虑了替代产品、回收利用、环境条件等影响因素。

上述研究大多涉及到了替代产品,都只采用了定量/半定量的数据,因为矿产品的替代产品很难得到较高质量的定量数据。矿产资源的可替代性可以通过不同尺度来评估:元素、物质、产品或是功能性替代品。研究中只是关注了元素或是物质的替代性。欧盟的研究将替代性作为供应风险来考量,而美国研究理事会则将替代性作为一个主要的经济重要性指标。通用电气公司的方法是通过2个主要指标确定可替代性:通用电气公司找到替代产品的能力被作为重要性的一个指标,而其他市场利益相关方的替代品则被列入供应风险的维度。

矿产资源的回收利用几乎在所有的研究中都有所考虑,通常作为缓和主要原材料需求的措施,常常通过二次废料回收率来测算。德国的应用生态学研究对于金属回收分析了4种不同的指标:耗散使用份额(dissipative usage share)、对于回收的物理化学限制(如物质的多样性)、回收的价格激励措施(如二次废料市场)和合适的技术和设备的可用性(如分离过程和回流物质)。通用电气公司的方法在关键性评估中没有涉及回收,但调查了关键矿产的回收方法。

环境问题也是关键矿产研究中所需要考虑的

重要问题。欧盟计算了环境保护方面的国家风险,但结果没有被整合到最终的关键性矩阵中。美国研究理事会则将环境因素整合到了供应风险的评估中。

2.3 目标矿种的选择

所有确定关键矿产的研究必然涉及到目标矿产群的选择问题。在表1中,有4项研究涉及了种类较多的矿产(37~69种)的系统调查,其余4项研究大约只针对12种矿产分析了它们的关键性(表3)。所有这些研究都包括了金属矿产,只有4项研究涵盖了非金属矿产。美国国防研究所在研究中还加入了一些中间产品,如铬铁合金等。最初目标矿种的选择有时是基于对关键性的预期,有时是源于系统性的考虑,其他研究中则没有在其研究报告中对此做出解释。

入选关键矿产的比例从10%(奥卡狄恩·霍林斯公司的研究)到100%(德国的应用生态研究所)不等,一般情况下目标矿种中的1/3~1/2会被选为关键矿产(表3)。

3 研究结果

关键矿产研究的最终目的是通过一套科学的研究方法,最终确定关键矿产清单。例如,美国能源部将镓、锗、钨、钽、钇确定为关键矿产;美国国家研究理事会将铂族金属、稀土元素、铟、锰和铌确定为关键矿产;奥卡狄恩霍林斯公司将金、铈、铂、锗、银、镱、锡确定为关键矿产。表4统计了表3中7个研究机构最终确定出的关键矿产出现的频次,反映的是美国与欧盟关键矿产矿种的交集。其中,钴、

表 4 国外 7 个研究机构确定的关键矿产出现频次统计

Table 4 Frequency of critical minerals occurrences
in seven research institutes abroad

序号	关键矿产	被选次数	主要用途
1	钴	4	锂离子电池、合金
2	镓	4	薄层光伏电池、光学玻璃、合金、真空管等
3	铌	4	微电容器、优质钢材、高温合金
4	锑	4	阻燃剂、微电容器
5	铜	4	显示屏、薄层光伏电池、半导体、整流器、热敏电阻
6	锗	4	光纤系统、红外线光学、聚合催化剂、太阳能发电
7	稀土元素	4	国防工业、冶金工业、石油化工、催化技术等
8	铂族金属	3	汽车工业、电子工业等
9	钽	3	微电容器、医学技术
10	钨	3	硬质合金
11	铯	2	耐磨涂料和催化剂
12	钪	2	电子技术、硬化剂
13	铂	2	燃料电池、汽车催化剂
14	镁	2	合金
15	钹	2	永久磁铁、激光技术、特种合金、电子仪器和光学玻璃
16	石墨	2	纳电子器件、超级计算机、太阳能电池
17	铽	2	绿色磷光体
18	锡	2	合金
19	钇	2	材料增强、医学仪器、超导体
20	萤石	2	化学工业
21	铀	2	半导体器件

注:表中只列出了出现频次在 2 次及以上的关键矿种

轮发动机,被广泛用于军用和商用飞机的制造中。

3.2 所厘定的关键矿产半数为中国优势矿产

上述研究结果表明,欧盟、美国、英国等发达经济体所厘定的关键矿产中,有很多均为中国的优势矿产。据美国地质调查局矿产资源年评统计,中国的锑产量占全球总产量的 90%,萤石产量占 55%,镓产量占 60%,锗产量占 68%,石墨产量占 65%,铜产量占 56%,镁产量占 70%,锰产量占 86%,钨产量占 86%。可以看出,有近一半的矿产为中国的优势矿产。这些矿产对于战略新兴产业的发展具有重要作用,且多集中在“经济自由指数”不高的国家,如中国、俄罗斯等,西方国家认为这些矿产发生供应中断的风险比较大,故而得到了西方国家的密切关注^[11-17]。

4 启示及建议

世界发达国家掀起的新一轮关键矿产研究反

映出,全球经济转型背景下世界各国正由战略性新兴产业的竞争逐渐延伸至上游资源供应领域。为此,发达国家试图通过定量化的研究尽可能“准确”锁定各自的关键矿产清单,以提高在未来的国际贸易规则制定或谈判中占据有利位置,维护其产业发展及国家利益。

对国内的矿产资源战略研究不难发现,矿种主要集中在为保障传统产业发展所需的矿产资源上。近年来,随着中国战略性新兴产业目录的颁布^[18],人们开始关注新兴产业所需的矿产,由于战略性新兴产业所需矿产以稀有、稀散、稀土矿产为多,加之这类矿产需求总量规模较小,又多是国内的优势矿产,所以国内战略性新兴产业所需矿产的研究偏少,总体以跟踪国外研究为主。张新安等^[19]根据对日本稀有金属保障战略、欧盟关键矿产原材料报告、欧盟关键矿产清单等国际重要战略研究报告的对比分析,提出高技术矿产的定义,即为因技术和经济因素提取困难、现代工业及战略性新兴产业所必须的矿产。李宪海等^[20]参照美国和欧盟的关键性矿产评价指标,从经济安全性和国防安全性 2 个方面提出评价关键性矿产的 4 个一级指标和 11 个二级指标。

目前,国内关于关键矿产资源的定量评价方法和指标体系刚刚起步,这与中国的矿产资源特点及管理体制密切相关。一方面,中国大宗矿产长期严重不足,虽然国家并没有法律文件正式列出战略性矿产目录,但由于矿产资源是经济社会发展的重要物质基础,所以长期以来国家进口量大、供需矛盾大的矿产被认为是战略性矿产。苏文^[21]认为,战略性矿产资源是指在国家某个阶段国民经济体系中占有重要地位,对国计民生、军事安全、核心利益有着重大影响和作用的主力性、紧缺性、优势性矿产资源;陈其慎等^[22]认为,战略性矿产资源特指由于国内供应不足或生产技术落后而严重依赖进口、一旦国外供应中断或出现价格大幅波动对国内经济安全和国防安全具有重大影响的重要矿产,以及对世界矿业市场具有调控能力的国内优势矿产,并综

合考虑国内资源保障状况、境外获得难度,以及经济和国防意义3个方面的指标,确定中国38种战略矿产,并采用层次分析法对38种战略矿产的重要性进行半定量研究。38种战略矿产囊括了石油、天然气、铁、铜、铝、锌、钾盐等大宗矿产和钨、锑、锡、镓、锂等三稀矿产。近年来,随着战略性新兴产业的提出,部分学者又将其所需的矿产归为战略性新兴产业。如,张福良等^[23]认为战略性新兴产业是在新型工业化和生态文明社会发展阶段,由新技术革命引导,满足战略性新兴产业可持续发展和中国全面建成小康社会需求的新能源矿产、新材料稀有矿产和新功能矿产。这样国内战略性矿产的规模几乎囊括包括大宗矿产和三稀矿产在内的绝大部分矿产,随着中国经济社会的发展、资源需求的增长,可以预计这样一种逻辑下的战略性矿产或曰关键性矿产的清单将越来越长,而国外的关键性矿产清单通常在20种以内,少的只有5~6种,以便集中力量确保优势产业的发展。另一方面,制约国内开展定量评价的因素是相关数据的不足。目前,国内开展矿产资源战略研究的数据,尤其是国外的数据,绝大部分来自美国地质调查及国际矿业组织,如铜矿数据来自于智利的国际铜组织,油气数据来自于BP公司的统计数据等。国内矿产资源相关数据因分段式切割管理,分散在国土资源部、发改委、商务部、工信部、海关总署等各部委,数据分类统计口径各异,难以利用。为此,笔者提出以下几点建议。

(1)加强部门协作,打通从矿业产业链到产业数据链的梗阻。关键矿产的研究需要连续、全面、准确的矿产信息作为基础,需要关注整个产业链中的相关数据,包括矿产资源的储量和资源量、副产品和伴生产品的初级生产、可供循环利用的二次原料的存储和运输、库存情况、原料运输、国际贸易尤其是包含在进出口产品中的金属和矿产品的国际贸易。前文已述,中国矿产资源的相关数据分散在国土资源部、发改委、行业协会、海关等不同部门,没有形成完整的产业数据链。因此,各部门应加强协调与合作,建立统一的数据平台,完善矿业上、中、下游相关数据的统计技术,使之形成完整的产业数据链,为国家宏观调控和政策制度提供数据支撑。

(2)构建适合中国国情的关键矿产的评价方法和指标体系,确定关键矿产清单。借鉴国外评价理论和方法,结合中国地缘政治、贸易格局、产业结

构、国内资源情况等,从供应风险、经济重要性、国防重要性等几个维度来构建具有中国特色的量化评价模型,以支撑国家层面的关键矿产清单研究。同时,政府还应协调和引导行业主管部门或企业,开展行业和公司层面的关键矿产定量评价及风险类型的识别研究,及时做好应对准备。当前,可优先开展的领域是能源领域,包括新能源产业,如美国能源局就动态发布美国该领域的关键矿产目录;其次是制造业领域,包括高精密的制造业、电子信息产业等;再次有新环保技术、新材料等领域。总的来看,无论是国家层面,还是行业或企业层面,最终确定的关键矿产清单不宜过多,国际上通常为参评矿种的10%左右。目标过多,难以集中精力制定有效的风险治理措施。

(3)系统地开展关键矿产供应风险评估与风险治理研究。开展关键矿产研究的最终目标就是要采取措施保障这类矿产的安全供应。发达国家应对关键矿产风险的措施,大多都是从国内资源保障和境外资源外交2个方面展开的。以欧盟提出的对策为例,欧盟启动与主要工业化国家和资源丰富国家的资源外交,把关于资源获取和可持续管理条款引入所有的双边和多边贸易协议,运用所有可用的机制和途径认定和挑战第三方国家采取的扭曲措施,其联合美国、日本一起在WTO框架内控告中国管制稀土出口就是一例证。同时,欧盟还放宽了盟内开展这类矿产勘查的限制,鼓励企业投资勘查开发该类矿产,加大国家地质调查局开展前期地质调查评价的支持力度等,以提高盟内的资源保障。此外,矿产资源储备也是美国、日本、欧盟等国应对关键矿产供应风险的常用手段,如日本从1983年开始储量所谓的“稀有金属”,2009年又发布了“确保稀有金属稳定供应的战略”,长期以来从中国进口的稀土多数用于储备。为此,要高度重视矿产供应风险治理研究,及时发布矿产供应风险评估报告,为企业提供公开透明、准确的信息服务,以便及早制定应对措施。

参考文献

- [1]National Research Council. Minerals, Critical Minerals, and the U. S. Economy. The National Academies Press, 2008 [EB/OL] (2008) [2014- 05- 12] http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12034.
- [2]European Commission. Critical raw materials for the EU. 2010. [EB/

- OL] (2010) [2014-05-12] http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report-b_en.pdf.
- [3] National Security Study Memorandums (NSSM). Critical Imported Materials: Study of Ad Hoc Group Established by NSSM 197/CIEPSM 33, US Government (Nixon Administration), 1974. [EB/OL] (2009) [2014-05-12] <http://history.state.gov/historicaldocuments/frus1969-76v31>.
- [4] Commission Of The European Communities. The Community's Supplies Of Raw Materials. 1975 [EB/OL] (1975-02) [2014-05-12] http://aei.pitt.edu/1481/1/raw_materials_COM_75_50.pdf.
- [5] U.S. Department of Energy (DOE). Critical Materials Strategy; Washington, DC, 2010 [EB/OL] (2010-11) [2014-05-12] <http://energy.gov/sites/prod/files/edg/news/documents/criticalmaterialsstrategy.pdf>.
- [6] Thomason J S, Atwell R J, Bajraktari Y, et al., From National Defense Stockpile (NDS) to Strategic Materials Security Program (SMSP) Vol. I: Evidence and Analytic Support. Institute for Defense Analyses, 2010, pp. 10-11 [EB/OL] (2010-05) [2014-05-12] <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA527258>.
- [7] Duclos S J, Otto J P, Konitzer G K. Design in an era of constrained resources[J]. Mech. Eng., 2010, 132 (9): 36-40.
- [8] The RAND Corporation. Critical Materials Present Danger to U.S. Manufacturing. 2013 [EB/OL] (2013) [2014-05-12] http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR100/RR133/RAND_RR133.pdf.
- [9] Oakdene H. Material Security. Ensuring resource availability to the UK economy. 2008 [EB/OL] (2008-03) [2014-05-12] http://www.oakdenehollins.co.uk/pdf/material_security.pdf.
- [10] Oeko-Institut. Critical Metals for Future Sustainable Technologies and their Recycling Potential. 2009. [EB/OL] (2009-07) [2014-05-12] <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DITx1202xPA-Critical%20Metals%20and%20their%20Recycling%20Potential.pdf>.
- [11] Graedel T E, Barr R, Chandler C, et al. Methodology of metal criticality determination[J]. Environ. Sci. Technol., 2012, 46(2): 1063-1070.
- [12] British Geological Survey. RiskList2012.2012.[EB/OL] (2012) [2014-05-12] <https://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=2643>.
- [13] Henrike S, Bram B, Luis T. Critical minerals for the EU; POLINARES working paper n.31 March 2012. [EB/OL] (2012-3) [2014-05-12] http://www.polinares.eu/docs/d2-1/polinares_wp2_chapter19.pdf.
- [14] Bram B, Henrike S. Critical Thinking about Critical Minerals: Assessing risks related to resource security [EB/OL] (2011-11) [2014-05-12] http://www.clingendaelenergy.com/inc/upload/files/Critical_thinking_critical_minerals.pdf.
- [15] Erdmann L, Graedel T E. Criticality of Non-Fuel Minerals: A Review of Major Approaches and Analyses[J]. Environmental Science & Technology. 2011, 45: 7620-7630.
- [16] Congress of the United States Congressional Budget Office. Strategic and Critical Nonfuel Minerals: Problems and Policy Alternatives. 1983. [EB/OL] (1983-08) [2014-05-12] <https://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/ftpdocs/50xx/doc5043/doc15-entire.pdf>.
- [17] McGroarty D, Wirtz S. Reviewing risk: critical metals & national security[M]. American resources Policy network, 2012.
- [18] 国家统计局. 战略性新兴产业分类(2012)[EB/OL] (2012-12) [2014-05-12] <http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjbz/201301/U020131021375903103360.pdf>.
- [19] 张新安, 张迎新. 把“三稀”金属等高新技术矿产的开发利用提高到战略高度[J]. 国土资源情报, 2011, (6): 2-7.
- [20] 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、欧盟等关系矿产名录的思考[J]. 中国矿业, 2014, 23(4): 30-33.
- [21] 苏文. 中国战略资源全球配置和外交重点[J]. 中国党政干部论坛, 2011, (4): 28-30.
- [22] 陈其慎, 王高尚. 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, 2007, (1): 18-21, 44.
- [23] 张福良, 何贤杰, 杜轶伦, 等. 关于我国战略性新兴产业几个重要问题的思考[J]. 中国矿业, 2013, 22(10): 7-11.
- ① 国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定(国发〔2010〕32号). 2010.