

中国主要贵金属资源利用及关键性评估

毛佳¹ 李鹏远^{1,2} 周平¹

¹ (中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037)

² (中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

〔摘要〕 贵金属资源同时具备工业属性和金融属性, 不仅关系着国民经济的发展, 更关系着国家的金融安全和国防安全。中国经济的发展带动了矿产资源需求的增加, 对贵金属的需求量也是全球之最。本文参照欧盟的关键性矩阵研究, 从经济重要性和供应风险两个维度, 对金、银、铂、钯4种贵金属的供应风险开展研究, 得到了中国贵金属的关键性矩阵, 综合来看, 4种贵金属的经济重要性由大到小的顺序为金>银>铂>钯, 供应风险由大到小的顺序为银>钯>铂>金。

〔关键词〕 贵金属 供应风险 关键性 关键矩阵 供应风险 资源利用

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2017.11.005

〔中图分类号〕 F124.5 〔文献标识码〕 A

引言

贵金属主要包括金、银、铂族金属等, 其中铂族金属又包括铂、钯、铑、钌、铱、钇6种金属元素。由于在铂族金属中, 用量最大、用途最广的是铂和钯, 这两种金属的消费量占铂族金属消费量的90%以上, 因此在本研究中主要探讨金、银、铂、钯4种主要贵金属。贵金属既具有商品属性、工业属性, 又具有金融属性, 有些贵金属还具有货币属性。随着工业的发展和科技的进步, 贵金属逐渐成为现代工业和先进金属不可获取的关键原材料。其中, 银是工业用量最大的贵金属, 且在许多新兴工业领域的使用量将大幅增加; 铂族金属用量虽少, 但素有“工业维生素”之称, 被多个发达国家和研究机构列为关键矿产; 黄金更是世界上唯一的非货币资产, 具有强大的最后清偿能力, 是一个国家货币走向国际的基础和保障, 中国央行公布增持黄金储备助力了人民币被纳入IMF特别提款权, 还被中国列入战略性矿产清单。因此贵金属矿产的可用性不仅限制着原材料相关部门的发展, 还可以作为储备资产和投资产品, 更关系着国家的国防安全和金融安全。近

年来, 中国战略性新兴产业的发展及居民收入的增加带动了贵金属需求的增加, 产量虽然也有所增长, 但国内的产量超过了每年的资源新增量, 几种主要贵金属的储量连年下降; 并且银和钯的属性特殊, 在工业领域的应用较难被替代。从应用前景、资源安全、替代难易等因素来看, 中国贵金属资源供求关系偏紧的局面很可能会长期持续。在此背景下, 科学地评估贵金属矿产的关键性, 对维护国家资源安全和经济安全具有重要意义。

1 文献综述

国外对于矿产资源供应风险的评价与矿产资源的“关键性”(Criticality)评价密不可分, “关键性”一词最早出现于1939年关于原材料储备的文献中。美国国家研究委员会于2008年^[1](NRC, 2008)构建了“关键性矩阵”的方法, 用来评估矿产的关键程度, 并衡量哪些矿产对于经济发展和国家安全是至关重要的。而国内关于关键矿产的定量评价方法和指标体系刚刚起步。中国长期以来将国家进口量大、供需矛盾大的矿产认定为战略性矿产^[2](唐金荣等, 2014), 所

收稿日期: 2017-09-04

基金项目: 地质调查发展路线图与管理政策研究项目(项目编号: DD20160087)。

作者简介: 毛佳, 中国地质调查局发展研究中心助理研究员。研究方向: 矿产资源经济。李鹏远, 通讯作者, 中国地质调查局发展研究中心在读博士后, 中国地质大学地球科学与资源学院博士后。研究方向: 矿产资源战略。周平, 中国地质调查局发展研究中心, 副研究员。研究方向: 矿产资源战略。

以中国学者的研究主要集中在战略性矿产资源方面^[3-6](陈毓川, 2002; 张新安, 2002; 陈其慎与王高尚, 2008; 李宪海, 2014)。为保障国家经济安全、国防安全和战略新兴产业发展需求, 中国于2016年首次将石油、天然气、页岩气、煤炭、铁、铜、铝、金等24种矿产列入战略性矿产目录。

本研究在评价中国贵金属矿产的供应风险时, 参考国际上较为通用的关键性矩阵法。经过发展, 关键性矩阵现有研究主要包含传统关键性矩阵和空间关键性矩阵两大类。基于美国国家研究委员会的“关键性”定义, 传统关键性矩阵从供应风险和脆弱性两个维度构建矩阵来量化评价。之后, 通用电气^[7](Duclos S J等, 2010)、美国能源局^[8](2010)、德国复兴信贷银行^[9](2011)和欧盟委员会^[10,11](2010, 2014)等国家和机构都根据不同的研究目的, 基于关键性矩阵对原材料关键性进行评估研究。欧盟委员会于2008年11月宣布在欧盟的新原材料计划的基础上定义关键原材料, 即如果某种原材料对国民经济非常重要, 或者它们现在或未来的供应存在任何威胁, 那么这种原材料就被认为是关键性材料^[10,11](2010, 2014)。空间关键性矩阵是对传统关键性矩阵的创新, Graedel等^[12](2012)首次提出“空间关键性矩阵”这一方法, 引入了环境影响作为第三维度, 即供应风险(SR), 环境影响(EI)和供应限制的脆弱性(VSR)这3个维度。

2 贵金属资源的利用

黄金具有良好的物理属性, 如稳定的化学性质、高度的延展性及数量稀少等特点, 不仅是用于储备和投资的特殊硬通货, 同时又是首饰业、电子业、现代通讯业、航天航空业等部门的重要材料。2002年中国黄金市场开放以来, 黄金消费量由2002年的204.5吨增加到2015年的985.9吨, 中国的黄金消费以首饰制造为主。2015年, 中国首饰用金约占73%, 工业用金约占7%, 金条、金币用金约占20%。

白银具有良好的导电导热性能、良好的柔韧性、延展性和反射性等, 主要应用于电子电气工业、摄影业、太阳能、医学等领域以及首饰、银

器和银币的制作。2000年以来, 中国的白银消费量由1360吨增加到2015年的5880吨。其中首饰用银约占15%, 银器、银币和印章用银约占6%, 工业用银约占77%, 在工业用银中, 电子电器行业和钎焊合金行业用银量较高, 约占工业用银的一半。

铂族金属具有熔点高、耐腐蚀性、热稳定性、抗电火花的蚀耗性好, 优良的高温抗氧化性和良好的催化性作用及色彩美观等优良属性, 广泛应用于汽车、化工、石油工业、电气电子工业、首饰、医疗及投资等领域。2000年以来, 中国铂的消费量由37.5吨增加到2015年的75.1吨, 其中首饰加工用铂约占76%, 汽车尾气催化剂用铂约占7%, 化工和玻璃行业各占5%。中国钯的消费量由2000年的7.6吨增加到2015年的66.2吨, 其中汽车尾气催化剂用钯约占81%, 电子工业用钯约占9%, 化工工业用钯约占7%。

正是因为贵金属的应用领域广泛, 这些与贵金属相关的工业的发展, 拉动了GDP的增长。同时, 由于贵金属的特殊属性, 对国民经济的影响还体现在其他方面。以黄金为例, 中国作为世界第二大经济强国, GDP的增加需要黄金储备达到相应水平; 黄金还是国家抵御通胀的有效手段。银的工业属性较重, 银的需求由早期的货币和装饰品领域转向摄影、印刷制版等工业领域, 现又转向医学杀菌、太阳能面板、电池等新兴领域中; 同时, 银还具有投资属性, 可以作为保值和流通工具。铂族金属比黄金更稀有, 特别在战略新兴产业中不可替代, 近年来铂、钯的金融属性被逐步认可。贵金属矿产对工业和国民经济都具有举足轻重的地位。

3 贵金属关键性矩阵分析

关键矿产的研究基于国家或机构研究目的的不同, 一般会选择不同的指标体系, 但通常都会选择供应风险和经济重要性这两个维度, 因此本研究主要借鉴欧盟委员会的关键性定义和方法, 从经济重要性和供应风险两个维度对中国的金、银、铂、钯4种贵金属的关键性进行分析。欧盟委员会的指标选取(表1)及计算公式如下:

表 1 欧盟委员会关键性矩阵指标

供应风险 (纵轴)	经济重要性 (横轴)
ρ_i : 循环产出率	S_{is} : 金属 i 带来的部门 s 的增加值
A_{is} : 部门 s 使用金属 i 的比重	A_{is} : 部门 s 使用金属 i 的比重
σ_{is} : 部门 s 金属 i 的替代能力	GDP_{EU27} : 欧盟 27 国的整体 GDP
P_i : c 国占全球金属 i 产量的比重	
WGI_c : c 国的平均 WGI_s 值 (分值越高, 治理越差)	
EPI_c : c 国的环境表现指标 (分值越高, 表现越差)	

资料来源: 欧盟委员会 (2010,2014)。

经济重要性 (ECi) :

$$ECi = \frac{\sum (S_{is} A_{is})}{GDP_{EU27}} \quad (1)$$

供应风险 (SR) :

$$SR = (1 - \rho_i) \cdot \sum (A_{is} \sigma_{is}) \cdot \sum (P_i^2 \cdot WGI_c / EPI_c) \quad (2)$$

3.2 经济重要性

2014 年, 中国黄金消费量为 878.59 吨, 其中首饰 667.06 吨、电子工业 34.88 吨、金币金条 167.93 吨和其他工业 8.72 吨, 消费占比分别为 76%、4%、19% 和 1%。将黄金的消费部门对应于中国统计局对产业的划分类别及各个部门的工业增加值如表 2 所示。

表 2 中国黄金消费部门及工业增加值

黄金	消费量 (t)	份额	应用领域	工业增加值 ^① (亿元)
首饰	667.06	0.76	文教、工美、体育和娱乐用品制造业	2208.41
电子	34.88	0.04	计算机通信和其他电子设备	11761.45
金币金条	167.93	0.19	文教、工美、体育和娱乐用品制造业	2208.41
其他	8.72	0.01	其他	443.1
总计	878.59	1		

资料来源: 中国黄金年鉴 2014, 中国统计年鉴 2015。

2014 年, 中国银的消费量为 6609 吨, 其中电子电器行业 1823 吨、首饰制造 1664 吨、太阳能面板 1390 吨、钎焊合金 1210 吨、摄影业 212 吨、杀虫剂和其他领域 308 吨, 消费占比分别为

28%、25%、21%、18%、3% 和 5%。将银的消费部门对应于中国统计局对产业的划分类别及各个部门的工业增加值如表 3 所示。

表 3 中国银消费部门及工业增加值

银	消费量 (t)	份额	应用领域	工业增加值 (亿元)
电子	1823	0.28	计算机通信和其他电子设备	11761.45
首饰	1664	0.25	文教、工美、体育和娱乐用品制造业	2208.41
太阳能面板	1390	0.21	电器机械和器材制造	11944.66
钎焊合金	1210	0.18	金属制品	5683.05
摄影	212	0.03	化学原料和化学制品	13518.37
杀虫剂和其他用途	308	0.05	其他	443.1
总需求	6609	1		

资料来源: THE SILVER INSTITUTE, 中国统计年鉴 2015。

2014 年, 中国铂金消费量为 77.6 吨, 其中首饰制造为 60.2 吨、汽车尾气催化剂制造 4.3 吨、玻璃工业 5 吨、化工工业 3.8 吨和其他工业 4.3 吨, 消费占比分别为 78%、6%、6%、5% 和 6%。将铂的消费部门对应于中国统计局对产业的划分类别及各个部门的工业增加值如表 4 所示。

2014 年, 中国钯消费量为 68 吨, 其中汽车

尾气催化剂 51 吨、化工业 8.1 吨、电子业 5.8 吨、首饰制造 2.4 吨、牙医 0.12 吨、其他工业 0.5 吨, 消费占比分别为 75%、12%、9%、4%、0.3% 和 1%。钯用于汽车尾气催化剂制造行业的量远大于铂, 这主要是因为中国的汽车消费是以汽油车为主, 而汽油车的尾气催化剂主要应用钯。将钯的消费部门对应于中国统计局对产业的划分类别及各个

部门的工业增加值如表 5 所示。

表 4 中国铂消费部门及工业增加值

铂	消费量 (t)	份额	应用领域	工业增加值 (亿元)
首饰	60.2	0.78	文教、工美、体育和娱乐用品制造业	2208.41
汽车	4.3	0.06	汽车制造业	14179.4
玻璃	5	0.06	非金属矿物制品	13518.37
化工	3.8	0.05	化学原料和化学制品制造业	10655.04
其他	4.3	0.06	其他	443.1
总计	77.6	1		

资料来源: 庄信万丰公司, 中国统计年鉴 2015。

表 5 中国钯消费部门及工业增加值

钯	消费量 (t)	份额	应用领域	工业增加值 (亿元)
汽车	51	0.75	汽车制造业	14179.4
化工	8.1	0.12	化学原料和化学制品制造业	10655.04
电子	5.8	0.09	计算机通信和其他电子设备	11761.45
首饰	2.4	0.04	文教、工美、体育和娱乐用品制造业	2208.41
牙医	0.2	0.00	医药制造业	7882.86
其他	0.5	0.01	其他	443.1
总计	68	1		

资料来源: 庄信万丰公司, 中国统计年鉴 2015。

2014 年, 中国 GDP 为 636138.7 亿元。与金、银、铂、钯消费相关的产业所创造的工业增加值分别占 GDP 的 0.4%、1.23%、0.62% 和 2.05%。因为工业增加值的计算主要考虑的是每种矿产所对应的消费部门的工业增加值经消费份额加权, 所以通常工业属性较强的金属的工业增加值计算结果较高, 4 种贵金属的工业增加值由大到小的顺序为钯 > 银 > 铂 > 金。

3.2 供应风险

3.2.1 回收利用率

黄金的稳定性使其利于保存, 在贵金属中, 黄金的回收利用率是最高的, 目前维持在 30% 左右, 一般情况下金价上涨会刺激回收金的增长。回收银主要来自珠宝和银器形式的旧废银, 对银价的波动也较为敏感, 银的回收利用率维持在 18% 左右。铂族金属的回收还处在初期, 一方面是铂族金属的首饰用量较少, 另一方面汽车尾气催化剂中的铂族金属利用较晚, 目前回收量较少。因此, 铂族金属的回收利用率最低, 约为 7% (图 1)。

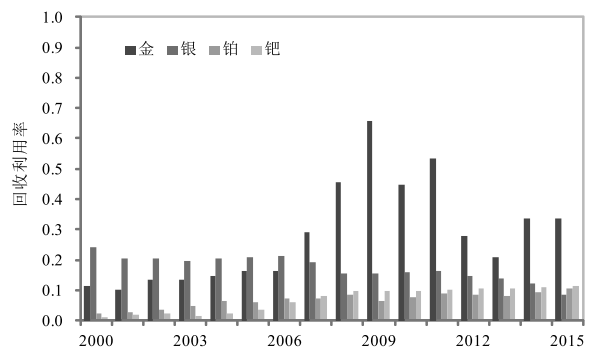


图 1 中国金、银、铂族金属的回收利用率

资料来源: 中国黄金年鉴, THE SILVER INSTITUTE, CPM 白银年鉴, 世界铂族年鉴。

3.2.2 可替代性

在计算可替代性时, 根据不同矿种的消费结构, 以及每个消费部门中的可替换难易程度及替换成本, 计算出每个矿种的可替代性。经过计算, 钯最难被替代, 然后是银、金, 最易被替代的是铂 (图 2)。因为钯的工业属性最强, 主要用于汽油车的尾气催化剂, 且钯价低于铂价, 暂时很难被替代。不过由于贵金属催化剂造价昂贵, 现在研究热点向非贵金属类催化剂转移, 未来的可替代性可能会增强。银的工业属性也较强, 由于银的导电导热性能良好, 在电子工业和太阳能面

板制造上很难被替代；同时银又是受欢迎的首饰原料，可替代性较差。虽然黄金的工业属性较弱，但是在工业领域的金是很难被替代的，再加上中国民众对黄金首饰的热爱，黄金同时还是一种保值的投资方式，也较难被替代。在中国，铂主要应用于首饰制造，中国民众在贵金属首饰的选择上更偏爱黄金，铂金则比较受年轻人喜爱，在首饰领域替代性较强；在汽车尾气催化剂制造方面，铂主要应用于柴油车的汽车尾气催化剂，而中国的汽车更多是汽油车，铂价也较高，因此 4 种贵金属中，铂较易被替代。

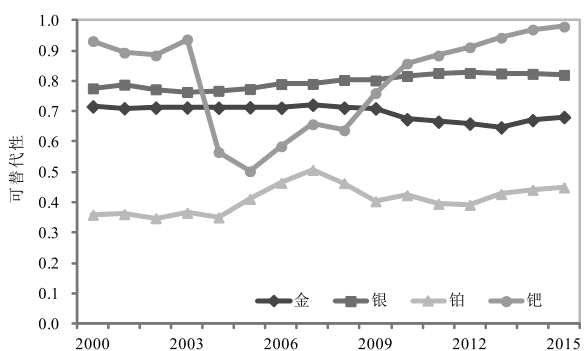


图 2 中国金、银、铂族金属的可替代性

资料来源：作者计算。

3.2.3 进口国家风险

黄金的进口通常包括两部分：（1）增持官方黄金储备；（2）民间黄金进口。自 2015 年 6 月份以来，中国数次增加官方黄金储备，但在人民币被纳入 IMF 特别提款权之后，中国官方层面停止了购买黄金储备，但民间的黄金进口量依然较大。自 2011 年全球金价缓慢下降以来，中国开始大规模进口黄金。中国的黄金进口国家和地区主要包括中国香港、瑞士、英国和澳大利亚（南

非不公开披露直接向中国出口了多少），其中中国香港的出口量占据主要地位。中国的黄金进口主要来自黄金的加工市场（瑞士）或交易市场（英国），并不受制于黄金资源国和生产国，评级宽松，在这里不进行定量计算。

中国进口银矿及其产品包括银矿砂及其精矿，未锻造银、半制成品及粉末，银质首饰、器皿及其零件、硝酸银及其他银化合物等形式，但是进口主要以银矿砂及其精矿为主。2000 年以来，中国银矿砂及其精矿的进口量由 2000 年的 291 吨增加到 2015 年的 51.9 万吨（图 3），进口国家的来源也发生了变化。21 世纪初，中国的银矿砂及其精矿进口主要来自朝鲜一个国家，进口集中度非常高，HHI 指数达到 10000，再加上朝鲜的国家风险高，进口国家风险指数超过 7。直到 2008 年，朝鲜的进口份额下降到三分之一，来自秘鲁、澳大利亚、比利时等国家进口量增加，进口来源呈现出多元化，HHI 指数大幅下降。2015 年，中国银矿砂及其精矿进口国家的 HHI 指数下降到 1475，国家风险指数为 4.54。

中国的铂族金属及其制品进口并不是以进口原矿为主，而是以未锻造铂族金属及其半制成品为主，还有部分是包铂材料及废杂铂。中国未锻造铂及其半制成品的进口主要来源于南非、日本及一些欧洲国家。2000 年以来，随着对南非的进口量不断加大，未锻造铂及其半制成品的进口国家集中度也不断增加，2015 年仅从南非一国的进口量就高达 73%（图 3）。但由于进口国家中南非的国家风险适中，俄罗斯的国家风险虽偏高但进口量不大，其他发达国家的国家风险较低，所

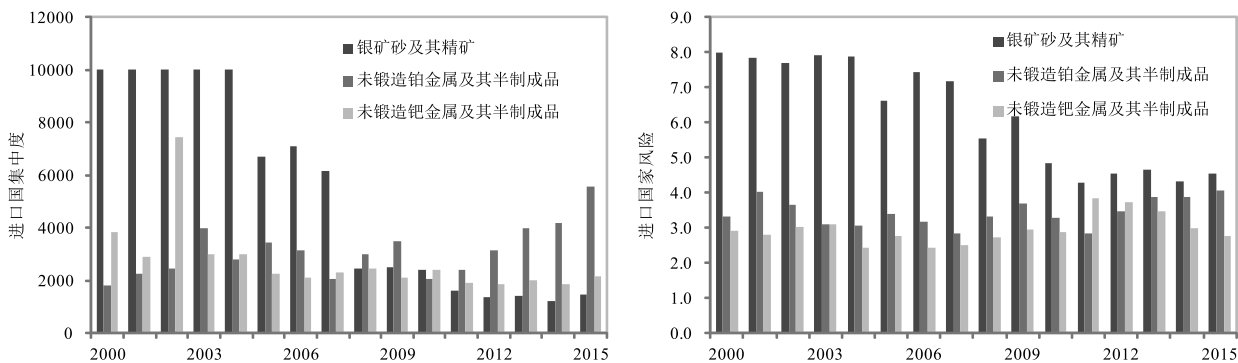


图 3 中国银和铂族金属的进口国集中度和风险指数

资料来源：UN Comtrade。

以进口国家风险指数总体上虽然增加,但风险较为适中,介于2~4之间。

2000年以来,中国未锻造钯及其半制成品的进口国家集中度下降(图3),主要进口国家由日本、美国、俄罗斯等国家转向英国、南非和日本等国家。进口国家中除俄罗斯外,其余国家风险均不高,因此未锻造钯及其半制成品进口国家加权风险较为适中,也介于2~4之间,低于未锻造铂及其半制成品。

根据上文分析,计算出2015年中国金、银、铂、钯4种贵金属的供应风险如表6所示,供应风险由大到小的顺序为银>钯>铂>金。对贵金属的经济贡献程度和供应风险两个维度综合考虑,得出中国贵金属的关键性矩阵如图4所示。

表6 中国贵金属矿产供应风险计算

	回收利用率	可替代性	进口国家风险	供应风险
金	0.34	0.68	2.96	1.33
银	0.09	0.82	4.54	3.39
铂	0.11	0.45	4.06	1.63
钯	0.12	0.98	2.78	2.40

注:由于黄金的进口量主要来自中国香港,因此进口国家风险是按照世界银行的中国香港的风险进行计算。

资料来源:作者计算。

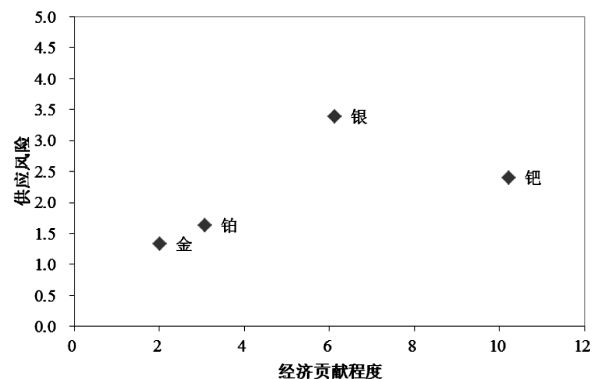


图4 2015年中国贵金属关键性矩阵

资料来源:作者计算。

4 评价结果与讨论

4.1 经济重要性

按照矩阵法评估某种矿产资源的经济重要性时,主要考虑矿产资源的消费用途,以及消耗矿产资源的工业部门所产生的价值。也就是说工业属性较强的矿产,工业增加值较高。由于贵金属的工业属性要弱于大宗矿产,仅从工业属性来考虑不免有失偏颇。因此在本次研究中,还通过计算贵

金属的经济价值,对贵金属的经济重要性进行综合考量。那么按照资源经济价值评估,虽然金的工业属性最弱,但是由于金价较高、消费量最强劲,经计算金的经济价值最高。其次是银,虽然银价最低,但是银的消费量最大。铂和钯的用量较少,即使价格较高,计算出的经济价值较低。4种贵金属的经济价值大小顺序为金>银>铂>钯(图5)。

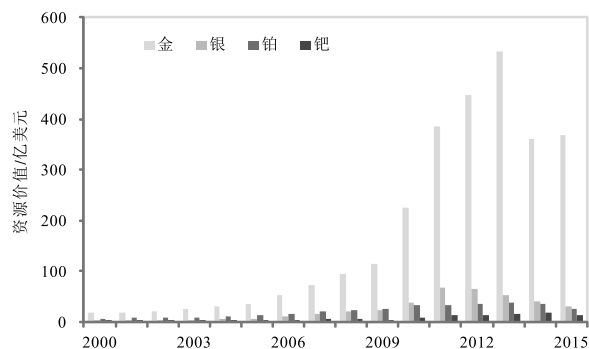


图5 中国金、银、铂族金属的经济价值

来源:作者计算。

黄金不仅可以作为首饰佩戴,电子、牙医工业制造,且具有投资保值的功能,黄金储备更是关系着国家的金融安全和货币国际化。白银的货币属性虽然已经淡出了历史舞台,但随着白银市场的开放,投资金融属性得到加强;同时,在光伏太阳能电池、光电子二极管等新兴领域,特别是抗菌、薄膜光伏电池、电油墨技术等的需求将成为新的增长点,而且势头很猛,未来白银在国民经济中的地位和作用将大幅提升。铂族金属在高新技术产业发展中被誉为“第一高技术金属”,且投资属性与避险抗通胀功能也逐渐显现。通过综合考虑贵金属的工业属性和经济价值,认为4种贵金属的经济重要性顺序为金>银>铂>钯。

4.2 供应风险

金的经济重要性最高,约一半供应量来自进口,但由于进口主要来自全球成熟的黄金市场,国外供应中断的风险较小。银的供应风险主要是国内原矿自给率下降以及由于工业属性较强在某些领域很难被替代。铂族金属的供应风险一方面在于国内需求量旺盛但资源量匮乏,国内矿山产量及二次回收量供应能力均不足;另一方面全球铂族金属分布与生产又高度集中。其中,铂的工业属性较弱,且在工业领域的部分应用可以被钯替代。因此在4

种主要贵金属中,银和钯的供应风险较大。

由于国内银矿产量受到铅锌铜金等主矿生产的限制,因此在立足于国内银资源的同时,需要根据市场行情,适时增加进口量。同时,建议出台鼓励和支持二次资源的政策,促进电子、电器、光伏、电池等领域的制造业用银的回收。针对全球铂族金属资源与生产的垄断局面,中国可以通过收购股权、认购可转换债券等形式掌控海外铂族资源;借力一带一路、金砖国家集团组织等加强与南非和俄罗斯的铂族资源合作;在国内,一方面注重二次铂族金属资源的回收,另一方面加大铂族金属替代品的研发,并在国内建立铂族金属储备制度,以缓冲铂族金属供应中断的风险。

注释:

①行业增加值 = 主营业务收入 - 主营业务成本 + 本年应交增值税,数据均来自中国统计年鉴 2015。由于行业增加值数据的可得性,这里选取的是贵金属消费结构及行业增加值数据时点为 2014 年。用 2014 年的经济贡献程度数据代替 2015 年的经济贡献程度。

参 考 文 献

- [1] National Research Council. Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy. The National Academies Press, 2008 [EB/OL] (2008) [2017-08-01]. <https://www.nap.edu/catalog/12034/minerals-critical-minerals-and-the-us-economy>.
- [2] 唐金荣, 杨宗喜, 周平, 施俊法. 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.
- [3] 陈毓川. 建立我国战略性矿产资源储备制度和体系 [J]. 国土资源, 2002 (1): 20~21.
- [4] 张新安. 国外矿产资源储备历史及现状 [J]. 国土资源情报, 2002 (1): 1~12.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [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] U.S. Department of Energy (DOE). Critical Materials Strategy; Washington, DC, 2010 [EB/OL]. <http://energy.gov/sites/prod/files/edg/news/documents/criticalmaterialsstrategy.pdf>.
- [9] European Commission. Critical Raw Materials for the EU. Tech. rep., European Commission (Enterprise and Industry), Brussels, Belgium. 2010. [EB/OL] [2017-08-01]. <http://www.euromines.org/files/what-we-do/sustainable-development-issues/2010-report-critical-raw-materials-eu.pdf>
- [10] European Commission. Report on Critical Raw Materials for the EU. Tech. rep., European Commission (Enterprise and Industry), Brussels, Belgium. 2014. [EB/OL] [2017-08-01]. http://www.catalysiscluster.eu/wp/wp-content/uploads/2015/05/2014_Critical-raw-materials-for-the-EU-2014.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] Graedel T E, Barr R, Chandler C, et al. Methodology of Metal Criticality Determination [J]. Environ. Sci. Technol., 2012, 46 (2): 1063~1070.

Major Precious Metal Resources Utilization and Criticality Assessment in China

Mao Jia¹ Li Pengyuan^{1,2} Zhou Ping¹

(1. Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China;

2. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

[Abstract] Precious metal resources have industrial attributes and financial attributes, not only influence the development of the social economy, but also play an important role for the country's financial security and national defense security. With the development of the Chinese economy, the demand for mineral resources is sharply increasing. China is the largest precious metals consumer in the world. In the research, we learn from the European Union criticality methodology, and assess criticality of precious metal resources (Au, Ag, Pt, Pd) from two assessment components: economic importance and supply risk. Then we get the criticality matrix for the precious metals. Within the methodology, in the economic importance dimension, the four precious metals economic importance value from high to low is Au, Ag, Pt, Pd; in the supply risk dimension, the supply risk value from high to low is Ag, Pd, Pt, Au.

[Key words] precious metal; supply risk; criticality; critical matrix; supply risk; resource utilization
(责任编辑: 史琳)