

东北亚地区贵金属资源与供需现状^{*}

柴璐, 鲍庆中, 周永恒, 李霄

(中国地质调查局沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034)

摘要:我国贵金属需求稳居世界前列, 贵金属供给受到资源的约束将逐年趋紧, 为满足我国贵金属资源可持续利用, 通过对东北亚地区俄罗斯、蒙古、中国东北地区、朝鲜、韩国和日本等国家和地区金、银、铂族金属资源概况和供需现状进行分析和研究, 提出将俄罗斯远东地区、蒙古作为“走出去”的重点区域, 建立境外贵金属资源生产供应基地和资源储备基地等建议。

关键词:东北亚地区; 贵金属资源; 资源概况; 供需现状

中图分类号:TD863 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-0076(2017)03-0112-07

DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2017.03.021

Resources and Supply & Demand Situation of Precious Metal in Northeastern Asia Area

CHAI Lu, BAO Qingzhong, ZHOU Yongheng, LI Xiao

(Shenyang Center of Geological Survey, Shenyang 110034, China)

Abstract: Precious metals demand of China ranks the forefront of the world, but the precious metal supply is gradually tightened by resource constraints. In order to meet the sustainable utilization of precious metal, the resources survey and supply & demand situation of gold, silver, platinum metals in Russia, Mongolia, Northeastern China, North Korea, South Korea and Japan of Northeastern Asia were analyzed and studied. As a result, Russian Far East and Mongolia were selected as key areas of “going out”, and some suggestions about establishing overseas supply base and resources reserve base of precious metals were also present.

Key words: Northeastern Asia area; precious metal; resources; supply and demand situation

东北亚地区包括重要的中俄蒙经济走廊带, 是“丝绸之路经济带”东段的重要节点, 包括中国东北地区及毗邻的俄罗斯、蒙古、朝鲜、韩国、日本共六个国家和地区, 东北亚是全球经济中举足轻重、经济发展最为活跃的区域之一, 也是矿产资源十分丰富但开发程度不高的少数区域之一^[1]。区内矿产资源多集中在俄罗斯、蒙古、中国东北地区和朝鲜。

贵金属包括金(Au)、银(Ag)和铂族金属, 铂族金属又称铂族元素, 包括铂(Pt)、钯(Pd)、钌(Ru)、铑(Rh)、铱(Ir)、钌(Ru)、铑(Rh)六种金属元素。根据其特

点可作为国际储备、饰品、币章等, 是创造外汇收入的主要商品, 同时也具备良好的收藏价值^[2], 根据其物理化学特点还可用于工业和高新技术产业, 在经济与社会生活中的用途十分广泛。其资源珍稀、价格昂贵, 受到世界各国的广泛关注, 是矿业勘查开发的热点之一。贵金属勘查投资一直雄踞固体矿产勘查投资榜首, 根据中国地质调查局发布的数据, 2015年黄金勘查预算总计为39.4亿美元, 占全球预算总量的45%, 虽然受到金价大跌等因素使勘查

^{*} 收稿日期: 2016-09-26

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(12120115066301); 中国地质调查局地质调查项目(121201007000150005)

作者简介:柴璐(1981-), 女, 吉林通化人, 高级工程师, 硕士, 主要从事东北亚地区地质矿产综合研究工作。

投资减少,但仍是固体矿产勘查投资中最有吸引力的^[3]。

我国贵金属需求稳居世界前列,贵金属供给受到资源的约束将逐年趋紧,东北亚地区贵金属资源丰富且开发程度较低(图1),俄罗斯和蒙古国与我国东北地区山水相连,可作为我国东北老工业基地乃至全国的贵金属资源储备基地。

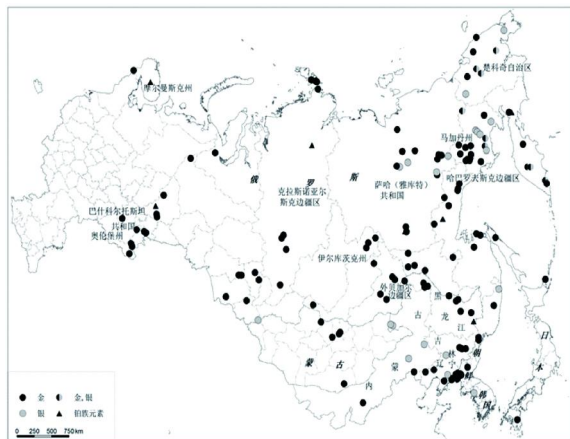


图1 东北亚地区大型贵金属矿床分布图
(注:资料来源[4][5])

1 俄罗斯

俄罗斯贵金属资源丰富,铂族金属和金的储量分列世界第二、第三位,且主要分布于与我国东北毗邻的俄罗斯远东和西伯利亚地区,勘查开发潜力较大。俄罗斯同时是贵金属生产大国,黄金和铂族金属产量居世界前列。

1.1 金矿

俄罗斯黄金资源非常丰富,2013 年黄金储量 5 000 t 以上,仅次于澳大利亚和南非,居世界第三位,占世界黄金总储量的 9.3%^[3]。其中 59% 的金储量集中在原生金矿床,27% 的金储量在复合金矿床,14% 的金储量在砂金矿中^[6],金的品位:原生矿石 4.5 ~ 5.5 g/t,砂矿 0.7 ~ 10 g/m³。截止 2012 年,俄罗斯各类金矿床共计 5 970 个,其中原生矿床占 4.5%,复合矿床占 2.4%,砂金矿占 93.1%^[7]。俄罗斯东部地区是金矿床的主要产地,约 90% 的金或伴生金矿床集中在西伯利亚和远东地区,当地金矿主要为原生金矿和砂金矿两种^[8]。近年来,金矿储量增长,金储量主要分布在伊尔库茨克州、马加丹州、克拉斯诺亚尔斯克边疆区和萨哈(雅库特)共和

国等地(图2),其中伊尔库茨克州的超大型矿床苏霍伊罗格是俄罗斯最大的金矿床,储量约占俄罗斯的 16%,此外还有马加丹州的纳塔尔京矿床、克拉斯诺雅尔斯克边疆区的布拉戈达特矿床和楚科奇自治区的库波尔矿床等^[9,10]。金的预测远景储量主要分布在贝加尔-维季姆地区、上扬斯克-科雷马地区、阿尔泰-萨彦地区、勘察加地区及乌拉尔地区^[6]。

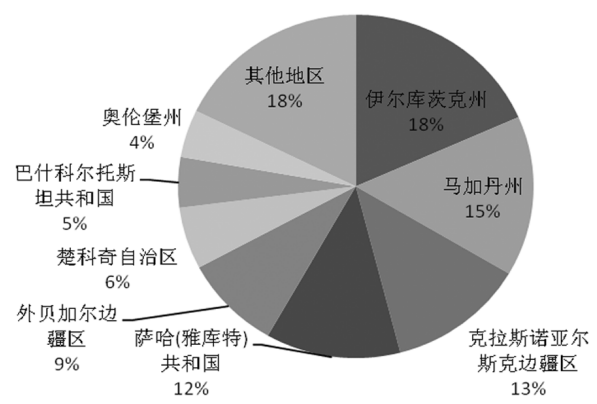


图2 俄罗斯金矿资源储量分布图(注:资料来源[6])

2014 年俄罗斯黄金矿山产量 247 t,比 2013 年增加 17 t,居世界第三位,占世界总产量的 8.26% (图3)^[11],从 2007 之后呈逐年上升趋势。正在开采的矿床中原生金矿床 78 个、复合金矿床 49 个,砂金矿 1 430 个,采自原生金矿床和复合金矿床的产量远超过采自砂金矿的产量,其中金矿床产量占总产量的 75%,砂金矿产量占 25%。近年来,由于超大型金矿床(苏霍伊罗格、纳塔尔京)的开采,俄罗斯金产量大大增加^[9,10]。俄罗斯金矿开采企业达 40 余个,主要有柏木斯卡亚、阿尔丹采矿联合企业股份有限公司,托诺达股份有限公司等^[6]。

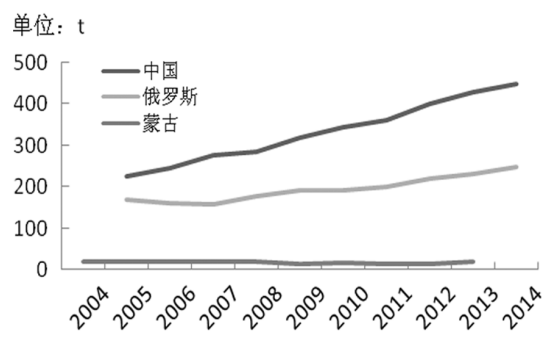


图3 中、俄、蒙黄金矿山产量图
(注:中、俄数据来源:美国地质调查局“Mineral Commodity Summaries 2007—2016”,蒙古数据来源:世界黄金协会)

1.2 银矿

俄罗斯银矿资源丰富,银矿资源主要有两类矿床:原生银矿床和含银的复合矿床。76%的银储量集中于复合(含铜、铅、锌、金、镍等)矿床中,仅24%的银储量赋存在原生银矿中,且集中分布在西伯利亚(占全俄总量的45.6%)及远东地区(占全俄总量的31.7%)^[9,10]。俄罗斯已探明银矿床277个,70%的银储量和70%的开采量都集中在12个主体矿床中,如杜卡特、伦内矿床(马加丹州)、乌多坎含铜综合砂岩型矿床、布格达因斑岩型铜铅矿床(外贝加尔边疆区)、奥泽尔多金属矿床(布里亚特共和国)等。银储量主要分布在马加丹(22%)、外贝加尔边疆区(13%)和布里亚特共和国(10%)等地。银的预测远景储量主要分布在远东地区的上扬斯克-科雷马地区、鄂霍茨克-楚科奇地区^[2,6]。

2014年俄罗斯银的矿山产量1 412 t,居世界第七位,是世界主要产银国^[11](图4)。目前有103个矿床开采银,复合矿床的产量占57%,远东地区是银的主产区^[6],其中位于马加丹州的杜卡特银矿山2012年产量达439.42 t^[3],居第一位,其次为哈巴罗夫斯克边疆区。计划在2025年全俄银产量达2 000 t^[9,10]。俄罗斯也是世界白银的主要出口国。

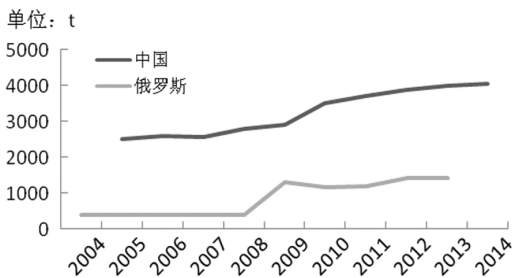


图4 中、俄银矿山产量图

(注:中国数据来源:美国地质调查局“Mineral Commodity Summaries 2007-2016”,俄罗斯数据来源:世界矿产资源年评)

1.3 铂族金属

2013年俄罗斯铂族金属储量1 100 t,其中铂的储量和开采量仅次于南非,居世界第二位,钯的储量居世界第一位,南非、俄罗斯、美国和加拿大铂族金属储量占世界总储量的99%^[3,6]。铂族金属主要来源于砂矿和铜镍硫化物矿床,储量主要分布于克拉斯诺亚尔斯克边疆区,其次分布于俄罗斯西北部的摩尔曼斯克州,远东地区铂族元素矿化在成因上,均与基性-超基性杂岩有关^[4],铂族金属预测远景储

量主要分布在中乌拉尔地区和摩尔曼斯克州^[6]。

截止2011年,俄罗斯共有98个铂族金属矿床,产量主要来源于诺里尔斯克铜镍硫化物矿床。2014年俄罗斯铂矿山产量23 t,居世界第二位,钯矿山产量83 t,居世界第一位^[11](图5)。俄罗斯铂族金属开采的主要公司为诺里尔斯克镍业公司,为世界第四大铂族金属生产商^[3]。

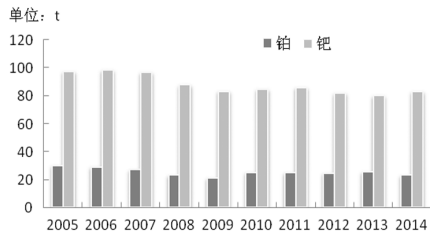


图5 俄罗斯铂、钯矿山产量图

(注:数据来源:美国地质调查局“Mineral Commodity Summaries 2007-2016”)

2 蒙古国

蒙古国金和银资源比较丰富,金矿在全国范围内广泛分布,相对集中,银矿集中分布在东北部和西北部,大型以上的金、银矿床不多,但开发潜力大。近十年来,蒙古金和银找矿勘查与矿山开发获得了较大发展。

2.1 金矿

金矿是蒙古国的优势矿种,资源较丰富,产地很多,已发现金矿产地300多处,已知的小型及以上规模矿床70多处,金矿类型有脉金矿、砂金矿和斑岩型金矿,总储量约3 100 t^[12]。主要集中在蒙古国中北部和西部,包括肯特矿带、额尔登特-巴彦格尔矿带、巴彦红格尔矿带。重要矿床有肯特金矿带内的纳林陶勒戈伊(Narantogoi)矿床,额尔登特-巴彦戈伊矿带内的扎马尔(Zaamar)、博若(Boroo)、额仁(Ereen)和塔布(Tavt)矿床等^[13]。蒙古金矿资源量集中在以下几个矿床中,岩金矿床:塔威特(金资源量40 t,品位7 g/t)、查干查希尔(金资源量55 t,品位10~20 g/t)、扎尔马(金资源量17 t,品位7~30 g/t)、博若(金资源量30 t,品位4~5 g/t)、额仁(金资源量6.4 t,品位1~11.6 g/t)、奥隆-奥沃特(金资源量75 t,品位3.2 g/t),砂金矿床:胡木勒(资源量41.3 t,品位0.469 g/m³),伴生和共生矿床:额尔登特铜-钼矿(伴生金资源量114.75 t,品位0.05

g/t)、查干苏布尔加铜-钼矿(伴生金资源量 26 t,品位 0.5~2 g/t)、欧玉陶勒盖铜-金矿(共生金资源量 518 t,品位 0.7 g/t)等^[12]。

根据世界黄金协会发布的统计数据,2013 年蒙古国黄金产量 17.8 t,比 2012 年产量增长 5 t(图 3)。主要产金区位于中央省扎玛尔地区(乌兰巴托西北 280 km)和色尔格林县(乌兰巴托东南 70~100 km),以及距乌兰巴托 700 多 km 的保办脉金矿、塔布特脉金矿、布木巴特脉金矿等^[13]。由加拿大世纪(Centerra)矿业公司勘查开发的博若金矿,2012 年金产量达到 2.2 t,占同年蒙古国黄金总产量的 17.2%。

2.2 银矿

蒙古国已探明银矿总储量 13 769 t,其中以银为主的矿床储量 6 965 t,铜钼矿床中伴生的银储量 4 508 t,铅锌矿床中伴生的银储量 2 296 t^[13],主要分布在东方省东北部、阿尔泰山脉巴彦乌列盖省北部。与金伴生的银矿主要为浅成热液型、矽卡岩型或花岗岩型;与铅、锌伴生的银矿多为浅成热液型。蒙古大型银矿有阿斯加特(Asgat,品位 100~450 g/t),中型银矿有孟根温都尔(Mongon Ondor,品位 160~256 g/t)和 Tolbo nuur^[4]。

3 中国

我国贵金属资源分布广泛,黄金和白银的储量和产量在世界上具有重要地位,黄金产量居世界第一,白银产量居世界前列,同时为世界黄金、白银消费第一大国。我国铂族金属资源严重短缺,需求主要靠进口满足。

3.1 金矿

我国金矿分布广泛,储量相对集中,2013 年我国金储量约 1 900 t,位居世界第九位,占世界总储量的 14.2%^[3],吉林、黑龙江和辽宁 2014 年金储量分别占全国总量的 4.95%、4.62% 和 2.53%。我国金矿分为岩金、砂金、伴生金矿,吉林省金矿主要分布于桦甸、安图、集安、珲春、临江等地,有夹皮沟金矿、二道甸子金矿、小西南岔金矿和珲春河砂金矿等;黑龙江省岩金矿主要分布在伊春、黑河、七台河、牡丹江、佳木斯等地,有团结沟、老柞山、东风山、争光等大中型矿山,砂金主要集中于黑河、大兴安岭地区,伴生金资源较丰富,主要分布在多宝山铜矿和铜

山铜矿;辽宁省岩金矿山相对集中分布于丹东、抚顺、阜新、朝阳等地,主要有五龙金矿、四道沟金矿和排山楼金矿等,砂金储量较小,且品位低,伴生金集中在抚顺红透山铜矿;内蒙古东部主要有敖汉旗金厂沟梁金矿等。

我国黄金继续呈现供需两旺的局面,据美国地质调查局统计数据,2014 年我国金矿产量 450 t^[11](图 3),连续 9 年位居世界第一,同时也是黄金消费大国,2013 年黄金消费达 1 176.4 t,较 2012 年增长 41.36%,超过印度,位居世界第一位,同年供需缺口达 748 t,我国黄金主要用于首饰加工、金条、金币和工业用金等^[3]。黄金供需缺口主要通过进口和黄金再生回收弥补。

3.2 银矿

我国银矿资源较丰富,2013 年我国银储量约 4.3 万 t,居世界第五位,占世界总储量的 8.3%^[3]。独立银矿床少,中、小型和共(伴)生银矿床多。东北地区银矿资源主要分布在内蒙古东部,主要有内蒙古额仁陶勒盖银矿、查干布拉根银铅锌矿、拜仁达坝银铅锌矿、辽宁省高家堡子银矿和吉林省山门银矿,黑龙江银矿多以伴生矿存在。

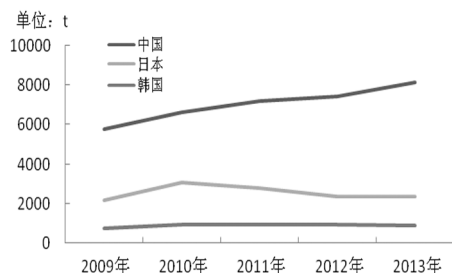


图6 中、日、韩白银制造业消费量图(注:资料来源[3])

近十年我国银产量呈逐年上升趋势,2014 年我国银的矿山产量 4 060 t,占世界总产量的 15.15%^[11](图 4)。2013 年再生银供应量 936 t,仅次于美国居世界第二位。中国是白银第一消费大国,2013 年白银制造业消费量 8 163 t,较 2012 年增长 9.7%(图 6),主要用于工业用银、首饰、银币、银器等。中国是白银的主要出口国,同时也进口白银产品^[3]。

3.3 铂族金属

截止 2012 年,我国查明铂族金属产地 42 处,查明资源储量 374.05 t^[14],主要探明储量以伴生形式

赋存于甘肃省金川铜镍矿中。资源品位低,除金川矿床已规模开采外,大部分矿山还未开发。东北地区铂族金属矿床主要有黑龙江省鸡东县的五星铂钯矿,为规模中型的铜镍型铂钯矿床。

我国铂的矿山产量每年约 1.5 t,钯的矿山产量不足 1 t^[14]。我国是世界上最大的铂族金属消费国^[15],2013 年铂、钯消费量分别为 73.1 t 和 64.9 t,接近于十年前的两倍^[16](图 7),铂族金属主要消费领域为首饰(44%)和汽车(37%)^[15],需求主要靠进口和再生回收满足。

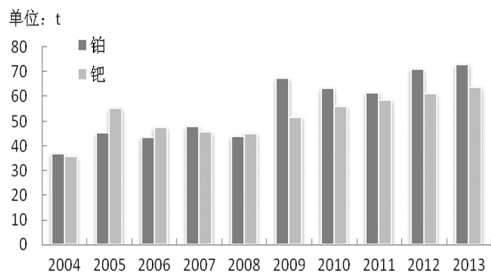


图7 中国铂、钯消费量图(注:数据来源[16])

4 朝鲜

朝鲜最主要的金属矿产资源有金、银、铜、钨、钼、铅、铝、镁、锌、铁矿等,朝鲜自古以来就有“产金国”之称,且金常与银、铜等矿共生。朝鲜金矿资源十分丰富,主要集中于狼林成矿区狼林群内,仅平安北道一带就有数千条含金石英,有大型、超大型金矿床 10 处,如造岳、天山、大淦洞、宣川金矿等。平安南道成矿区以金银有色金属为主,如成兴金银铜矿床、笏洞和遂安金银铅锌矿床等^[4,17]。资料显示朝鲜金的可采矿量 1 000 ~ 2 000 t,银的可采矿量 3 000 ~ 5 000 t。朝鲜银的产量比较稳定,2013 年银的矿山产量 26 t^[3]。

5 韩国

韩国矿产资源种类多但储量少,金、银、铅、锌、铁、钨、钛、钼、锡、铋等是主要产出的金属矿产。位于首尔 SSE 约 200 km 处,是韩国盛产贵金属的区域之一,有 30 多个金(银)矿山,黄鹤山金矿是该区著名的金矿,Bupyoung 银矿是大型矿床^[18]。

自 2009 年以来黄金需求持续增长,2013 年精炼黄金进口量 15.5 t,较 2012 年增加 2.9 t,韩国制造业和电子产品产业的发展增加了对金矿石的需求

量^[19]。韩国白银制造业消费量居世界前十,2013 年消费量 891 t(图 6),再生银供应量 261 t^[3]。

6 日本

日本矿产资源种类多但储量极不丰富,金、银矿山产量较低,金、银和铂族金属缺口均较大。

6.1 金矿

日本的金矿资源贫乏,最大的金矿床为菱刈金矿,位于日本九州南部鹿儿岛县境内,是八十年代发现的世界级金矿床之一。菱刈金矿床为浅成低温热液型金矿床。菱刈金矿床由本矿、山田、山神矿床组成。探获金储量 250 ~ 260 t,其中本矿床金储量 150 t 以上,品位 80 g/t;山田矿床金储量约 50 t,品位 20 ~ 25 g/t;山神矿床金储量 50 余 t,品位约 70 g/t^[20]。

菱刈金矿自 1985 年开始开采以来,年产量 7 ~ 10 t,至 2008 年产量达到 165 t。2013 年日本生产黄金 9.4 t,主要来源于进口矿石、废料回收、其他来源和国内矿床,所占比例约为 65%、15%、15% 和 5%^[21]。随着日本经济的迅速发展,黄金需求量也大量增加,根据世界黄金协会统计报告,2013 年日本实物黄金需求量年增 223% 至 21.3 t,其中,黄金首饰需求量达 17.6 t,金币、金条等需求量达 3.7 t。由于日本黄金资源非常匮乏,需要大量从国际市场进口。

6.2 银矿

日本历史上比较著名的银矿有石见银矿,位于日本山阴地区岛根县,已于上世纪 20 年代闭坑。其他矿床有丰羽 Ag - Pb - Zn 矿等,位于北海道札幌市西南 43 km,矿床为浅成热液裂隙充填矿床,含银矿物主要为辉银矿和自然银。

日本银产量主要由再生银构成,2013 年日本银矿山产量 15 t,再生银产量 622 t,占总产量的 97.6%,再生银主要来源于家用电器、半导体等电子器件、感光材料、催化剂和银饰回收。日本是全球主要的白银消费国和进口国,2013 年日本白银制造业消费量 2 373 t(图 5),居世界第四,需大量进口白银^[3]。

6.3 铂族资源

日本是世界主要的铂族金属消费国,由于经济危机和日本大地震的影响,近几年铂族金属消费量

有所下降^[15]。铂的消费领域主要是汽车尾气催化剂和首饰,钯的消费领域主要是汽车尾气催化剂、牙医和电子。2013年,日本铂、钯消费量分别为29 t和40 t(图8)^[16],需大量从国际市场进口。

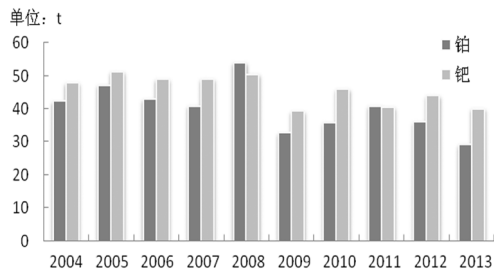


图8 日本铂、钯消费量图(注:数据来源[16])

7 结论与建议

7.1 贵金属资源概况与供需现状

东北亚地区贵金属资源丰富,金矿资源主要集中在俄罗斯、中国东北地区、蒙古国和朝鲜,俄罗斯黄金储量位列世界第三,主要分布于远东和西伯利亚地区;银矿资源主要集中在俄罗斯、蒙古国和中国东北地区,俄罗斯远东地区是该国银的主产区;铂族金属主要分布于俄罗斯,铂的储量仅次于南非,居世界第二,钯的储量居世界第一。

我国贵金属产量和消费量在世界上占有重要地位,黄金产量居世界第一,白银产量居世界前列,同时为世界黄金、白银消费第一大国。黄金供需缺口较大,主要通过进口和黄金再生回收弥补,我国是世界白银的主要出口国,同时也进口白银产品,铂族金属资源严重短缺,需求主要靠进口满足。俄罗斯是贵金属生产大国,黄金矿山产量居世界第三,银矿山产量居世界前列,是世界主要的产银国也是世界白银的主要出口国,铂矿山产量居世界第二,钯矿山产量居世界第一。朝鲜和蒙古金、银资源丰富,但产量不高;韩国和日本是贵金属的消费国,两国由于资源短缺,需从国际市场进口贵金属资源。

7.2 贵金属资源勘查开发合作建议

7.2.1 发挥东北亚地区资源优势和东北老工业基地地缘优势,加强与东北亚国家矿业合作

俄罗斯远东地区、蒙古和朝鲜贵金属资源丰富,与我国东北地区边境相邻,在经济上互补性强。俄

罗斯制定的“2025年前远东和贝加尔地区经济社会发展战略”和《俄罗斯远东和贝加尔地区社会经济发展国家规划》认为,远东和贝加尔地区具有其他地区无与伦比的优势,首先是资源优势,其次是得天独厚的地理位置,有利于开展国际经济合作,并指出应不断加强与中国合作。我国应抓住俄罗斯东部开发的机遇,努力实现与振兴东北地区战略的对接。矿业是蒙古国经济发展的重要支柱产业之一,近几年修订了矿业立法和管理工作的,制定了一系列有关外商投资矿业的优惠政策,降低了矿业开发税、取消了暴利税,为矿业投资提供有利的条件。东北地区是中国参与俄罗斯东部地区和蒙古经济合作的前沿与主要力量,具有地理优势且市场巨大、资金和技术力量雄厚,为我国矿业企业参与国际市场竞争提供条件。应将俄罗斯远东、西伯利亚地区和蒙古国作为“走出去”的重点区域,建立境外贵金属资源生产供应基地和资源储备基地,鼓励矿业企业到境外资源远景区域勘查开发、鼓励开展地质科学技术交流合作和跨境地区成矿地质背景与成矿规律对比研究合作等。

7.2.2 围绕国家“一带一路”战略,加快境外贵金属资源远景区域基础设施建设和技术输出

“中俄蒙经济走廊带”是国家“一带一路”战略的重要组成部分,将加强中俄蒙铁路、公路等互联互通建设,推进通关和运输便利化,促进过境运输合作^[22]。目前俄罗斯东部地区、蒙古贵金属资源的开发普遍受到交通等基础设施落后的制约,应在贵金属资源远景区域,如俄罗斯东西伯利亚地区伊尔库茨克州、布里亚特共和国、外贝加尔边疆区和远东地区哈巴罗夫斯克边疆区、马加丹州、楚科奇自治区、勘察加边疆区和中俄蒙接壤的阿尔泰地区等地,加快交通、供电、供水等基础设施的建设。蒙古国矿业开发缺少技术支持,俄罗斯东部的发展也需要中国的投资、技术和劳动力,因此应对外输出我国成熟的“采、选、冶”技术,提高金、银资源开发利用效率。

参考文献:

- [1] 宋国明. 东北亚矿产资源的供求与竞争[J]. 国土资源情报, 2003(9): 46-53.
- [2] Бенево́льский Б. И., Варта́нян С. С.. Основные направления освоения и развития минерально-сырьевой

- базы благородных металлов [J]. Разведка и охрана недр, 2013(4): 23 – 27.
- [3] 马建明,王威,尹丽文,等.世界矿产资源年评 2014[M].北京:地质出版社,2014:210 – 239.
- [4] 朱群,刘斌,柴璐,等.东北亚南部地质与矿产 2014[M].北京:地质大学出版社,2014:11 – 37.
- [5] 俄罗斯联邦自然资源部资源开发司,全俄地质科研所.1:500 万俄罗斯联邦矿产图[R].2004.
- [6] 徐晟,王淑玲,张桂平.俄罗斯地质与矿产资源及重要地学文献资料集成 2014[M].北京:地质出版社,2014:45 – 54.
- [7] 王晓民.俄罗斯贵金属矿物原料基地[J].世界有色金属,2010(2):30 – 33.
- [8] 陈良玺,陈正,金玺,等.俄罗斯联邦矿业投资环境分析[J].中国矿业,2013,22(7):37 – 41.
- [9] Михайлов Б. К., Беневольский Б. И., Вартиянь С. С. и др.. Состояние и пути развития МСБ благородных и цветных металлов России [J]. Разведка и охрана недр, 2012(9): 76 – 83.
- [10] Беневольский Б. И., Вартиянь С. С.. Основные направления освоения и развития минерально – сырьевой базы благородных металлов [J]. Разведка и охрана недр, 2013(4): 23 – 28.
- [11] 美国地质调查局 (USGS). Mineral commodity summaries 2016[EB/OL]. (2016 – 01 – 28)[2016 – 07 – 06]. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>. pdf.
- [12] 卢兰英,高鹏,李强.蒙古国金矿资源[J].新疆地质,2008,26(3):314 – 316.
- [13] 陈甲斌.中国及周边国家金银贵金属矿产资源开发现状及潜力分析[J].西部资源,2008(5):11 – 14.
- [14] 李圣船.2014 中国贵金属计[J].中国金属通报,2014(7):8 – 13.
- [15] 张若然,陈其慎,柳群义,等.全球主要铂族金属需求预测及供需形势分析[J].资源科学,2015,37(5):1018 – 1029.
- [16] Johnson Matthey Precious Metals Management. Market data tables[EB/OL]. (2014 – 05 – 01)[2016 – 07 – 06]. <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/market-data-tables>.
- [17] 孙钧.朝鲜北部金属矿产地质特征及其对我国找矿方向的启示[J].矿产与地质,1994,41(8):161 – 168.
- [18] Chil – Sup So, Seong – Taek Yun. Jurassic mesothermal gold mineralization of the Samhwanghak Mine, Youngdong area, Republic of Korea constrains on hydrothermal fluid geochemistry[J]. Economic Geology,1997,92(1):60 – 80.
- [19] 美国地质调查局 (USGS). 2013 Minerals yearbook – republic of korea[EB/OL]. (2015 – 08 – 31)[2016 – 07 – 06]. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2013/myb3-2013-ks.pdf>.
- [20] 黄震.日本菱刈金矿床的发现、勘查过程与启示[J].有色金属矿产与勘查,1994,3(6):360 – 363.
- [21] 美国地质调查局 (USGS). 2013 Minerals Yearbook – Japan [EB/OL]. (2016 – 02 – 28)[2016 – 07 – 06]. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2013/myb3-2013-ja.pdf>.
- [22] 杜尚泽.习近平出席中俄蒙三国元首会晤[N].人民日报,2014 – 09 – 12(1).