

## 中国钼矿资源供需预测

张照志<sup>1,2)</sup>, 王贤伟<sup>2,3)</sup>, 张剑锋<sup>2,3)</sup>, 江光宇<sup>2,3)</sup>, 范青东<sup>4)</sup>

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037;

2) 中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 北京 100037;

3) 中国地质大学(北京), 北京 100083; 4) 中国环境文化促进会, 北京 100011

**摘要:** 本文在对我国钼矿成矿地质条件、资源储量、开发利用现状、产业与市场进行分析的基础上, 分析了我国钼矿资源的特点及产业发展趋势。利用矿产品部门消费法和回归分析法, 对我国 2020 年、2025 年和 2030 年钼矿资源性产品的需求量(金属量, 下同)和产量(能)进行了预测。预测结果表明: 2020 年、2025 年和 2030 年我国钼矿消费量分别为: 8.26~8.3 万吨、8.77~9.0 万吨、9.22~9.5 万吨; 产量(能)分别为: 12 万吨、10 万吨和 9.5 万吨。研究表明: 我国钼矿资源储量大, 以斑岩型矿床为主, 品位低(0.056%), 高品位( $Mo \geq 0.12\%$ )的保有资源储量占比不足 1/5, 单矿石可选性好; 在一段时间内仍将维持供大于求的格局, 钼精矿产能利用率持续降低。为此, 本文提出通过实施严格控制钼矿开采总量、提高环保准入门槛, 以及去产能化等对策建议, 解决我国钼矿资源产业中存在的问题。本文研究结论对我国钼矿资源产业可持续发展战略制定等具有重要的参考价值。

**关键词:** 中国; 钼矿资源; 供需形势; 供需预测

中图分类号: P618.65; F205 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2017.01.11

## The Prediction of Molybdenum Mineral Demand and Supply in China

ZHANG Zhao-zhi<sup>1,2)</sup>, WANG Xian-wei<sup>2,3)</sup>, ZHANG Jian-feng<sup>2,3)</sup>, JIANG Guang-yu<sup>2,3)</sup>, FAN Qing-dong<sup>4)</sup>

1) MLR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Resource Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;

2) Research Center for Strategy of Global Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;

3) China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083;

4) China Environmental Culture Promotion Association, Beijing 100011

**Abstract:** In this paper, the authors analyzed the characteristics and development trend of China's molybdenum resources in the light of the geological conditions of molybdenum mineralization, resources and reserves, development and utilization status, industry, and market. Minerals sector consumption and regression analysis were used to predict China's 2020, 2025 and 2030 demand for and supply of molybdenum resource products (output). Forecast results for China's molybdenum consumptions in 2020, 2025, 2030 are 8.26~8.3 ten thousand tons, 8.77~9.0 ten thousand tons and 9.22~9.5 ten thousand tons respectively, and the outputs are 12 ten thousand tons, 10 ten thousand tons and 9.5 ten thousand tons respectively. Researches indicate considerable reserves of molybdenum ore resources in China, dominated by porphyry deposits characterized by lower grade (0.056%), with the high grade ( $Mo \geq 0.12\%$ ) reserves of the resources accounting for less than 1/5; nevertheless, washability of single ore is good. The pattern of supply exceeding demand will remain for some time, and molybdenum concentrate capacity utilization will continue to decrease. Therefore, through the implementation of strict control of molybdenum mining and raising of environmental access threshold as well as the control of the production capacity and some other measures, the problems in China's molybdenum mineral resources industry might be solved. The conclusions put forward by the authors have important reference value for the formulation of

本文由国家国际科技合作专项“矿产资源需求预测和可供性分析技术研究”项目(编号: 2014DFG22170)资助。

收稿日期: 2016-03-20; 改回日期: 2016-04-28。责任编辑: 魏乐军。

第一作者简介: 张照志, 男, 1967 年生。博士生, 研究员。主要从事矿产资源经济方面研究。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街 26 号。电话: 010-68999656。E-mail: zhangzhaozhi@sina.com。

万方数据

sustainable development strategy of China's molybdenum resources industry.

**Key words:** China; molybdenum; supply and demand; demand forecasting

长期以来,钼矿为我国的优势矿种之一,也是国家实施保护性开采的特定矿种。多年来,我国钼矿资源性产品的产量和消费量均居世界首位,2014年我国钼矿(金属量)13.2万吨,约占世界的64.35%;消费量7.5万吨,占世界消费总量的1/3以上。钼矿资源产业在我国经济社会发展中发挥了重要的作用,也在世界市场上占据重要地位。

钼矿资源性产品主要应用于冶金、化工等领域。2014年中国钼矿资源的消费结构为:建筑工程钢37%,不锈钢22%,合金工具钢及高速钢9%,铸铁和铸钢7%,超合金钢4%;钼化工15%;超级合金、电子产品、钼金属制品6%。钼矿产品的79%主要以氧化钼铁产品消费于钢铁行业(图1)。

## 1 研究现状

目前,国内学者对钼矿的研究主要针对地质矿产、勘查开发等方面,如黄凡和陈毓川等(2011)对中国钼矿主要矿集区及其资源潜力方面进行研究,划分出17个钼矿集区,对钼矿资源潜力进行了分析,提出了钼矿找矿方向。罗铭玖等(1991)对我国钼矿地质、开发利用现状进行了研究。

徐乐(2015)对我国钼资源产业现状及可持续发展,以及钼矿供需关系等进行了研究,提出实施合理开采政策等若干对策建议。总体看,在众多钼矿相关文献中,针对钼矿供需形势分析预测方面的研究较少,特别是对我国钼矿未来20年供需预测的学术研究成果鲜见。

本文以全国钼矿资源利用现状(国情)调查、全国钼矿资源保障程度论证资料等为基础,通过对我国钼矿资源、产量、消费量、贸易、市场等方面的研究,分析我国钼矿资源产业的发展现状,利用部门消费法等预测方法,对我国中国钼矿资源供需形

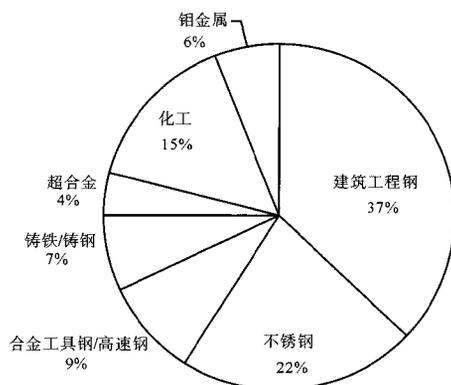


图1 2014年中国钼矿产品消费结构

Fig. 1 The molybdenum ore products consumption structure in China, 2014

万方数据

势进行了预测,提出了严格限制独立钼矿开采,控制总量、去产能化等对策建议。对策建议对我国钼矿资源产业可持续发展战略的制定具有重要的参考价值。

本文的数据来源主要有:中国海关统计年鉴(2005—2011年,国家海关总署)、中国有色金属工业年鉴、世界金属统计年鉴、英国地质调查局(1924—2013年)、美国地质调查局(2001—2014年)、英国商品研究所、安泰科等相关数据及我国钼矿山实地调研数据。

## 2 我国钼矿资源概况

### 2.1 成矿地质特征

中国钼矿成矿具有明显的分带性和成矿专属性。我国钼矿区主要赋存于东部、西南部和西北部3大成矿域内。按照成矿地质条件、岩浆岩和地质构造等控矿因素,在3大成矿域的基础上,又划分为得尔布干、大兴安岭、小兴安岭—张广才岭、胶东—辽东、冀北—辽西、东秦岭—大别山、长江中下游、赣北—浙西、南岭、东南沿海、“三江”、祁连山和北天山13个钼成矿带(罗铭玖等1991;中国有色金属工业协会专家委员会,2013)。

中国钼矿床类型有斑岩型、矽卡岩型、热液脉型和沉积型4种斑岩型矿床以大中型为主,品位偏低(0.0494%)。矽卡岩型矿床大中小型均有,品位中等(0.0661%)。热液脉型矿床以中小型为主,品位较高(0.0767%)。沉积型矿床以中小型为主,品位高(0.1717%)。我国钼矿床以前两种矿床为主,钼矿累计查明资源储量占比分别为60.56%和26.70%,保有资源储量占比分别为62.76%和26.12%。

我国钼矿呈现大中型矿区少、小型多的特征。截至2014年末,全国赋存钼矿保有资源储量的矿区有504个,其中大型63个,占比12.50%;中型100个,占比19.84%,大中型矿区占比近1/3;小型341个,占比67.66%。

我国斑岩型钼矿具有埋藏浅,易采易选的特点,多与铁、铜、铼、铀、钨、锡等矿产伴生,矿石以辉钼矿为主,品位较低(0.0494%),选矿成本低,综合利用价值大,比较优势明显。

### 2.2 资源分布及质量

我国钼矿资源丰富,分布广泛。截至2014年末,我国钼矿保有资源储量2825.96万吨,基础储量836.55万吨(储量128.30万吨),资源量1989.41万吨(国土资源部,2009~2014)。查明资源储量分布于河南、内蒙古、黑龙江、安徽、吉林、西藏、陕西等

28个省区市。主要集中在河南(20.02%, 占全国保有资源储量的比例, 下同)、内蒙古(17.91%)、黑龙江(10.12%)、安徽(9.46%)、吉林(8.71%)、西藏(5.35%)、陕西(4.62%)、贵州(3.1%)、河北(2.78%)、广东(2.75%)和江西(2%)等11省区, 合计占全国的86.82%(图2)。

相较于2009年, 截至2014年末, 中国钼矿资源储量分布格局发生了重大变化, 主要体现在各省区保有资源储量数量与占比。

安徽省保有资源储量由第23位升至第4位(安徽省国土资源厅, 2011), 由占全国保有资源储量的0.03%攀升至9.46%。黑龙江省由第9位升至第3位(黑龙江国土资源厅, 2011), 占比由3.19%升至10.12%。内蒙古地区由第4位升至第2位(内蒙古自治区国土资源厅, 2011), 占比由7.27%升至17.91%。河南省(河南省国土资源厅, 2011), 虽位居第一, 但占比由27.95%降为20.02%。吉林省由第2位降为第5位(吉林省国土资源厅, 2011), 由11.38%降为8.71%。西藏地区由第3位降至第6位, 由9.35%降为5.35%。河北省由第7位降为第9位, 由5.18%降为2.78%。

2009—2014年, 中国钼矿已查明保有资源储量增长明显。钼矿保有资源储量增长较为明显, 6年间净增量1570.16万吨, 增幅高达125%, 增长一倍多。2014年与上年同比资源储量增加205.73万吨, 增幅7.9%。

截至2014年末, 全国钼矿已占用保有资源储量1271.68万吨, 约占全国保有资源储量的45%, 未占用保有资源储量1557.28万吨, 约占全国保有资源储量的55%。其中已占用保有资源储量赋存于河南、内蒙古、陕西、江西和吉林等25个省区市。前10省区市占全国已占用保有资源储量的比例高达93.33%, 其他15省区市占比不足7%。未占用保有资源储量赋存于河南、西藏、吉林、广东、山东、河北等28个省区市的360个矿区内。河南等排名前10的省区未占用保有资源储量占全国总量的86.81%(中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 2012)。

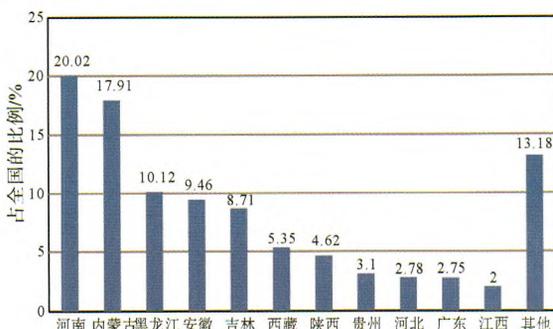


图2 2014年中国钼矿保有资源储量省区占比及排名  
Fig. 2 Molybdenum resource reserves proportions and ranking in various provinces or regions in China, 2014

万方数据

根据我国钼矿已查明保有资源储量品位-吨位图, 对钼矿保有资源储量的质量进行了探索研究(图3)。

1)  $Mo \geq 0.12\%$  的保有资源储量 260 万吨, 占全国 1 429.28 万吨的 18.19%。这部分钼矿资源储量相对较富, 但占比不高。

2)  $Mo \geq 0.08\%$  的保有资源储量 640 万吨, 占全国的 44.78%, 即达到钼矿坑采工业品位上限的资源储量不足总量的一半。反映了中国钼矿品位较低这一地质规律。主要原因是, 中国以斑岩型钼矿床为主, 该类矿床的品位偏低(0.0494%), 拉低了全国钼矿保有资源储量的平均品位。

3)  $Mo \geq 0.06\%$  的保有资源储量 980 万吨, 占比 68.57%。

4)  $Mo \geq 0.03\%$  的保有资源储量 1310 万吨, 占比 91.65%。

### 2.3 中国钼矿资源在全球的地位

中国是全球最大的钼矿资源国, 根据美国地质调查局数据显示。截至2014年末, 中国钼矿储量(金属量, 下同)占全球的39.09%, 居世界第一位, 美国

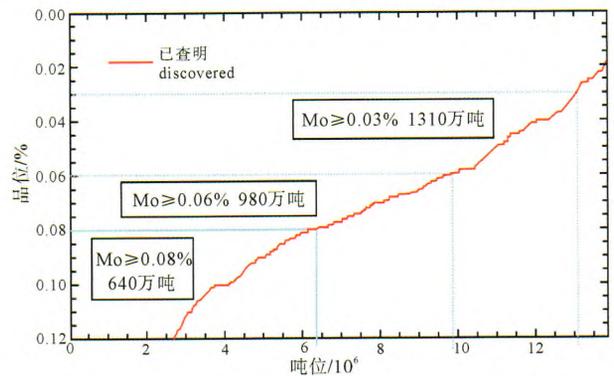


图3 钼矿已查明保有资源储量品位-吨位图  
Fig. 3 Grade-tonnage map of molybdenum resource reserves

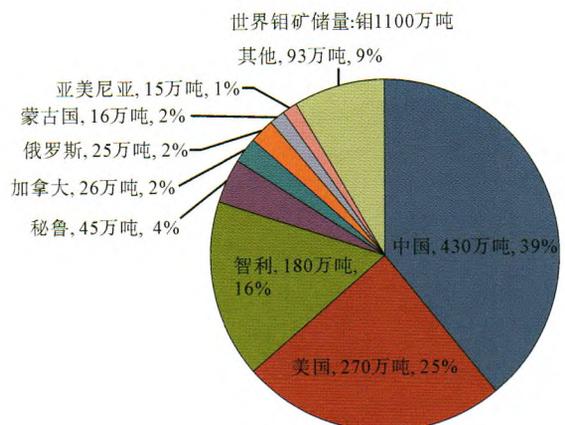


图4 截至2014年末世界主要国家钼矿资源储量及占比  
(数据来源: USGS, 2014)

Fig. 4 Molybdenum resource reserves and molybdenum proportions of major countries in the world, 2015  
(source: USGS, 2014)

是世界第二大钼资源国,占全球的 24.55%,两国合计占全球的 63.64%。2014 年全球钼矿储量前 6 位的国家为:中国 430 万吨,占世界总储量的 39.09%;美国 270 万吨(24.55%);智利 180 万吨(16.36%);秘鲁 45 万吨(4.09%);加拿大 26 万吨(2.36%);俄罗斯 25 万吨(2.27%),合计占比 88.73%(图 4)。

### 3 我国钼资源需求预测

#### 3.1 钼消费历史与现状

自 2002 年以来,随着中国钢铁产量的增长,以及钼在化工行业和金属制品行业消费量的增加,钼消费量保持增长态势。2013 年中国不锈钢产量超过 1800 万吨,钼消费量 7.40 万吨,2014 年为 7.5 万吨(图 5)。

#### 3.2 钼矿消费量预测

##### (1)钼矿部门消费法预测

中国的钼消费领域主要集中在钢铁行业,消费占钼总消费量的 79%,其中不锈钢、高速工具钢及合金结构钢用钼量较大,占比超过 30%。钢铁的产量与钼金属的消费量有很好的相关关系。钼金属消费量与粗钢产量同步增长(图 6)。

2010 年我国粗钢产量从 6.37 亿吨,到 2014 年达 8.22 亿吨,总体呈上升趋势。2015 年近 8.04 亿吨,较去年同比下降 2.2%。根据国务院发布的国发〔2016〕6 号《关于钢铁行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》,从 2016 年开始,用 5 年时间再压减粗钢产能

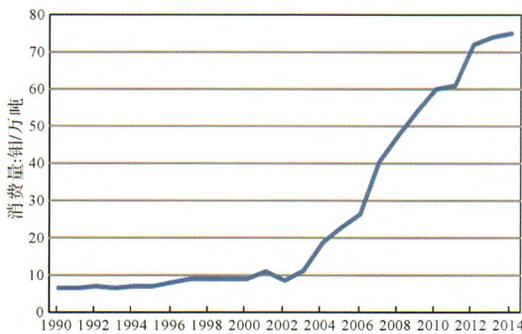


图 5 1990—2014 年中国钼消费量变化  
Fig. 5 The amount change of molybdenum consumption in China, 1990—2014

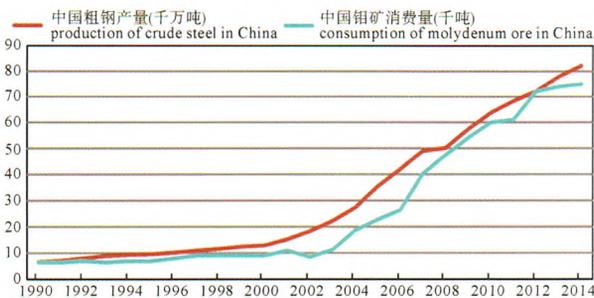


图 6 1990—2014 中国钼金属消费量和粗钢产量变化  
Fig. 6 Molybdenum consumption and crude steel production change in China, 1990—2014

1~1.5 亿吨。结合目前钢铁行业发展形势,进行预测。

若未来 5 年减产 1 亿吨,则 2020 年粗钢产量将达到 7.04 亿吨,年均降幅 2.6%,以此预测 2025 年与 2030 年粗钢产量分别为 6.16 亿吨、5.40 亿吨。若未来 5 年减产 1.5 亿吨,则 2020 年粗钢产量将达到 6.54 亿吨,年均降幅 4.0%,以此预测 2025 年与 2030 年粗钢产量分别为 5.32 亿吨、4.33 亿吨。预测结果为:我国粗钢产量在 2020 年、2025 年、2030 年、将分别达到 6.54~7.04(均值 6.79)亿吨、5.32~6.16(均值 5.74)亿吨和 4.33~5.40(均值 4.87)亿吨。

考虑到未来 15 年我国经济发展新常态钢铁行业供给侧改革以及就业等方面的因素,综合分析预测:2020 年、2025 年、2030 年我国粗钢产量分别为 6.8 亿吨、5.7 亿吨、4.9 亿吨。

通过回归分析得出回归方程(图 7):

$$y=0.000002x^4-0.000672x^3+0.063409x^2-1.176713x+13.538738$$

式中,  $y$  为钼消费量(单位:千吨),  $x$  为粗钢产量(单位:千万吨)。

通过预测,2020 年、2025 年、2030 年钼消费量分别为:8.26 万吨、8.77 万吨、9.22 万吨。

##### (2)回归分析法预测

依据 1990—2014 年中国钼消费量历史数据变化趋势,利用回归分析法,预测出中国 2020 年、2025 年和 2030 年钼消费量(图 8)。

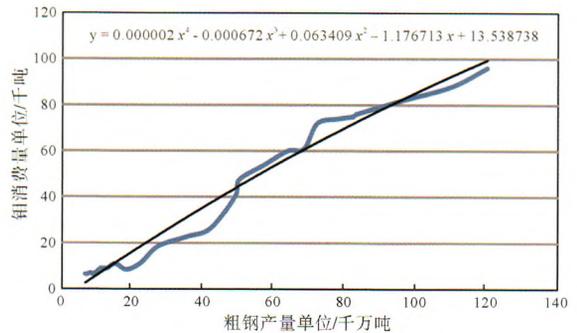


图 7 中国粗钢产量与钼消费量相关关系  
Fig. 7 The crude steel production in relation to consumption of molybdenum in China

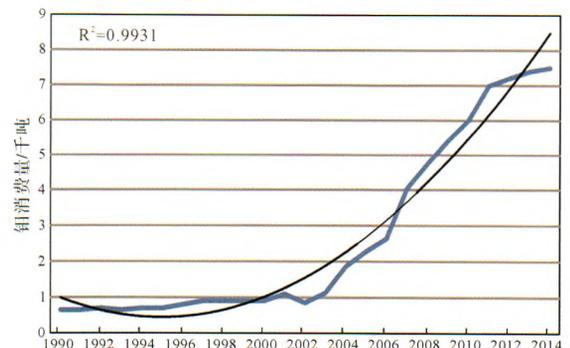


图 8 中国钼消费量回归分析  
Fig. 8 Molybdenum consumption regression analysis in China

通过回归分析得出回归方程:

$$y = -2E-06x^6 + 0.0207x^5 - 104.26x^4 + 279761x^3 - 4E+08x^2 + 3E+11x - 1E+14$$

式中,  $y$  为钼消费量(单位: 千吨),  $x$  为年份。

通过预测我国 2020 年、2025 年、2030 年钼消费量分别为: 8.30 万吨、9.00 万吨、9.5 万吨。

综上, 在考虑中国经济社会发展新常态, 以及中国每吨钢铁中钼含量等因素, 预测中国 2020 年、2025 年、2030 年钼消费量区间分别为: 8.26~8.3 万吨(均值 8.28 万吨)、8.77~9.0 万吨(均值 8.89 万吨)、9.22~9.5 万吨(均值 9.36 万吨)。

将钼金属量折算成钼精矿(Mo 45%), 则 2020 年、2025 年、2030 年钼精矿需求量分别为: 18.4 万吨、19.8 万吨和 20.8 万吨。

按照中国钼矿石平均选矿回收率按照 81%, 钼平均入选品位 0.11% 计算, 则 2020 年、2025 年和 2030 年入选钼矿石需求量分别为: 2.06 亿吨、2.22 亿吨和 2.34 亿吨。

按照中国钼矿山平均开采回采率 85% 计算, 2020 年、2025 年和 2030 年中国钼矿石需求量分别为: 2.43 亿吨、2.61 亿吨和 2.75 亿吨(表 1)。

## 4 我国钼资源供应分析

### 4.1 钼精矿产量

2013 年, 中国钼精矿(Mo 45%)产量约 27.17 万吨, 与 2012 年的 26.86 万吨相比, 略微有所增加。中国钼精矿产量从 1949 年的数吨增加到 2010 年的 21 万吨, 经历了 3 个发展阶段(图 9)。

1) 启动阶段(1949—1978 年)。钼精矿产量由 1949 年的 1 t 缓慢增至 8 352 t, 增幅较缓慢, 与改革开放前中国经济增速慢, 资源消耗少的发展阶段相对应。

2) 发展阶段(1978—2004 年)。钼精矿产量由 8 000 余吨增至 8.5 万吨, 尽管其中有起伏, 产量增至原来的近 10 倍。1981 年产量超过 1 万吨, 1985 年超过 2 万吨, 1992 年产量达到 4.36 万吨, 1997 年产量

超过 7.4 万吨。这一阶段钼精矿产量总体呈中速增长态势。与中国改革开放后, 经济逐步恢复, 资源消耗逐渐增加有关。

3) 快速增长阶段(2004 至今)。进入 21 世纪, 中国经济进入快速发展阶段。特别是中国钢铁工业的发展, 钼消费需求的增加, 带动了钼精矿产量的快速增长。2004 年中国钼精矿产量 8.54 万余吨, 2006 年超过 10 万吨大关后飞速增长, 2008 年产量高达 18.06 万吨, 2011 年超过 20 万吨, 产量达到 22.96 万吨。2014 年我国钼精矿产量达到 29.22 万吨, 同比增加 7.5%(中国有色金属工业协会, 2014)。

近年来, 中国钼精矿产量下降的主要原因是钼价下跌, 国内大多中小型钼选矿企业停产所致。钼精矿的生产主要集中在河南、陕西等 16 个省区。2013 年河南省钼精矿产量超过 10.9 万吨, 占全国总产量的 40.0%。河南、陕西和内蒙古 3 省区为钼矿主产地, 其钼精矿产量占全国的近 70%。

### 4.2 钼矿产品贸易

#### (1) 钼矿产品进出口

钼矿为中国的优势矿产, 进口主要以氧化钼及其精矿为主, 出口主流产品主要是氧化钼和钼铁。

除 2009 年个别年份外, 1995—2013 年间, 中国钼矿产品基本上处于出口量大于进口量的状态(彭如清, 2003)。2009 年受国际市场需求疲软、高额出口关税以及国际市场上针对钼产品的贸易保护抬头等多重不利因素影响, 中国钼矿产品出口量继续大幅下降, 降至 1.53 万吨, 2013 年又降至 1.43 万吨(图 10)。

2010—2012 年, 中国钼产品进口量明显下滑, 年均降幅 38.67%; 钼矿产品出口量下滑, 年均降幅 17.13%, 主要原因是国内外价差较 2009 年大幅下降, 钼矿产品进口已经不存在利润空间, 且中国钼供应一直过剩, 没有内在动力进口国外钼矿产品。

2013 年中国钼产品进出口总量为: 2.98 万吨,

表 1 中国钼矿产品 2020 年、2025 年和 2030 年需求量预测结果(单位: 万吨)

Table 1 2020, 2025 and 2030 demand forecasts of molybdenum minerals in China

| 年份          | 2020 年 | 2025 年 | 2030 年 | 参数                  |
|-------------|--------|--------|--------|---------------------|
| 钼需求量        | 8.28   | 8.89   | 9.36   |                     |
| 钢铁钼需求量      | 10.48  | 11.25  | 11.85  | 占比 79%              |
| 钼精矿(Mo 45%) | 18.4   | 19.8   | 20.8   |                     |
| 钼矿石         | 22.7   | 24.4   | 25.7   | 选矿回收率 81%           |
| 入选原矿石量      | 20 600 | 22 200 | 23 400 | 入选品位 0.11%          |
| 矿山原矿石量      | 24 300 | 26 100 | 27 500 | 开采回采率(地下与露天矿山均值)85% |

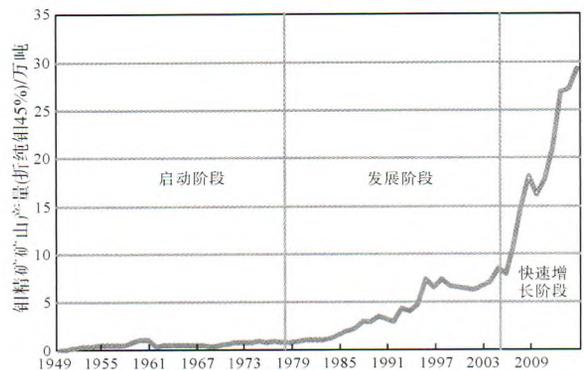


图 9 1949—2014 年中国钼精产量(Mo 45%) (数据来源: 中国有色金属工业协会, 2014)

Fig. 9 The molybdenum mine production in 1949—2014 (Mo 45%), China (source: China Nonferrous Metals Industry Association, 2014)

同比降低了 5.27%；进出口总额 5.43 亿美元，同比降低 28.67%。

钼精矿进口量为 2630 吨，同比增长了 2.2 倍，主要是因为国外副产钼的成本较国内原生钼成本低，导致售价较低，使国内钼加工企业增加进口产品以降低生产成本(徐爱华, 2014)。2013 年中国钼的出口量小于钼的进口量，由钼的净出口国转化变成了钼的净进口国。

#### (2) 钼精矿价格

2004—2014 年，中国钼精矿价格先涨后降的态势，2004 年钼精矿均价 2 634 元/t，2005 年飙升至 5 336 元/t，增幅 102.58%。之后一路下降，至 2009 年下降至本阶段最低点 1 895 元/t，同比减幅 46.83%。后又缓幅上涨至 2011 年的 2 063 元/t 后掉头向下(图 11)。

2010 年全球钼供应过剩虽较 2009 年有所缓解，但仍高达 1.37 万吨，钼生产过剩进一步加剧，而钼精矿均价 2 019 元/t。2011 年钼精矿均价 2 063 元/t。2012 年受欧债危机拖累，钼需求下滑，钼精矿价格较上年下降 20.41%，仅为 1 642 元/t。2013 年和 2014 年钼精矿均价分别为 1 524 元/t 和 1 354 元/t。

### 4.3 钼矿资源供应能力分析

#### (1) 产量与消费量变化

中国钼矿产品产量一直大于消费量，矿山钼产能过剩。产能利用率从 2009 年的 73.7% 至 2014 年的 73.0%，除 2013 年外产能利用一直较低，维持在



图 10 中国钼矿产品进出口量  
(资料来源: 中国海关总署, 2014)

Fig. 10 The import and export volume of molybdenum minerals in China (source: General Administration of Customs of China, 2014)

73% 左右，矿山钼供大于求的矛盾日趋突出(表 2)。

1990—2014 年中国钼矿产品产量(折钼金属量)大于消费量，1990 年产量与消费量的差值 0.83 万吨，到 1995 年升至 2.60 万吨。2010 年后产消差值逐渐增大，到 2014 年上升至历史最高值 5.7 万吨(图 12)。

长期来看，伴生矿供给受限于储量和地质条件难以大量增加，海外原生矿由于钼价低迷、项目延期，国内原生矿受制于钼矿开采总量控制政策等的限制，冶炼产能由于环保与和准入门槛提高对供给造成不利影响，因此，钼矿长期供给增长潜力有限。未来很长一段时间产量将维持在 12 万吨(金属量)左右，2020 年、2025 年和 2030 年分别为 12 万吨、10 万吨和 9.5 万吨。预测中国 2020 年、2025 年、2030 年钼消费量分别为：8.28 万吨、8.89 万吨、

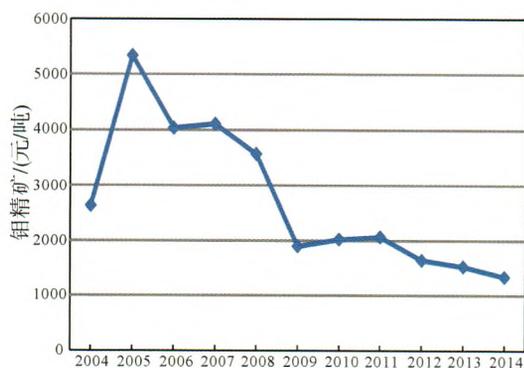


图 11 2004—2014 年中国钼精矿年均价变化  
(资料来源: 中国有色金属工业年鉴, 2014)

Fig. 11 2004—2014 average price changes of molybdenum concentrate in China (source: China Nonferrous Metals Industry Association, 2014)

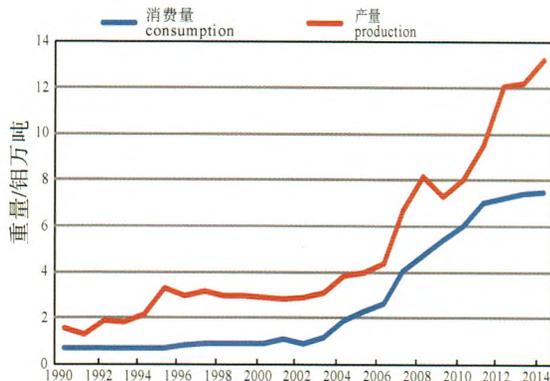


图 12 1990—2014 年中国钼矿产量变化(折钼金属量)  
(数据来源: 中国有色金属协会, 2014)

Fig. 12 The molybdenum mine production change in 1990—2014 in China (molybdenum concentrate)  
(source: Nonferrous Metals Association, 2014)

表 2 2007—2014 年中国钼精矿产能及其利用率

Table 2 The molybdenum concentrate production capacity and utilization in 2007—2014 in China

| 年份          | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 钼精矿产能/(t/a) | 9.44   | 10.33  | 10.99  | 11.25  | 12.10  | 12.70  | 13.00  | 13.7   |
| 钼精矿产量/万吨    | 6.63   | 8.13   | 7.30   | 8.00   | 8.70   | 9.17   | 12.00  | 10     |
| 产能利用率/%     | 70.3   | 78.7   | 73.7   | 71.1   | 71.9   | 72.2   | 92.3   | 73.0   |

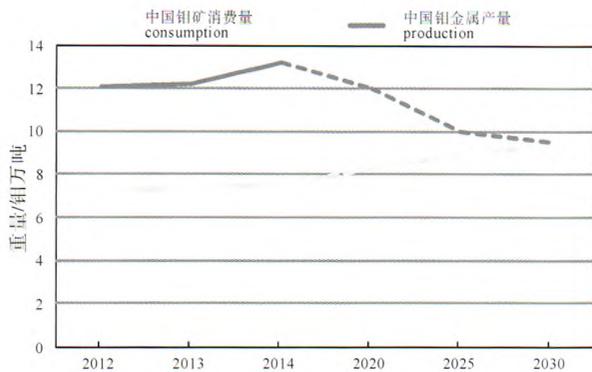


图 13 2015—2030 年中国钼矿产量变化预测

Fig.13 Molybdenum mine production change forecasts of 2015–2030 in China

9.36 万吨, 供大于求的趋势逐渐收窄, 市场逐渐趋于平衡, 钼矿也将逐渐趋于理性, 这将有利于我国钼矿产业可持续发展(图 13)。

### (2) 全国钼矿资源静态保障年限

据 2014 年全国矿产资源储量通报, 若按 2014 年中国钼矿已查明保有资源基础储量 836.55 万吨。按照 2008—2013 年钼精矿(Mo 45%)平均产量 19 万吨计算, 考虑产能增长等因素, 钼精矿取 20 万吨/年, 折合钼金属量 9 万吨计, 则中国钼矿静态保障年限约 92 年。

由上可知, 中国钼矿已查明保有资源储量大, 增幅可观, 静态钼矿资源保障程度为 92 年, 为中国保障程度很高的优势矿种。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1) 中国钼矿床分布较广, 资源储量相对集中。规模大, 多适合于露采, 矿石易采易选, 钼矿石以辉钼矿为主, 可利用性好。中国钼矿以斑岩型为主, 富矿少贫矿多, 品位低, 全国钼矿平均品位 0.056%。资源储量品位主要集中在 0.03%~0.120% 间, Mo $\geq$ 0.08% 的资源储量 640 万吨, 占全国的 44.78%, Mo $\geq$ 0.12% 的高品位钼矿资源储量 260 万吨, 占比仅 18.10%。中国钼矿虽然品位低, 但伴生有益组分多, 如铁、铜、镍、铀、钨、锡等, 综合利用的经济价值较高, 在开发利用时, 分摊了成本, 比较优势大。

(2) 通过部门消费法和回归分析法两种方法预测, 预测出中国 2020 年、2025 年、2030 年钼消费量 8.28 万吨、8.89 万吨、9.36 万吨。而在未来 15 年内钼矿的产量会逐渐下降, 到 2030 年预计下降到 9.5 万吨。需求量逐渐上升, 到 2030 年预计达到 9.36 万吨。之后供需逐渐达到平衡。

(3) 通过对中国钼矿供应情况分析了解到其静态保障年限约为 92 年, 资源保障程度高, 钼矿产品

产量一直大于消费量, 矿山钼产能过剩。

(4) 钼精矿产能利用率持续偏低, 从 2009 年的 73.7% 至 2014 年的 73.0%, 除 2013 年外产能利用一直较低, 维持在 73% 左右, 矿山钼供大于求的矛盾日趋突出。

### 5.2 对策建议

(1) 根据钼矿资源储量新格局, 科学调整钼矿产业布局。建议根据钼矿资源储量省级分布, 钼矿资源产业要向安徽、内蒙古、黑龙江等省区有序转移, 促进中国钼矿资源产业布局科学合理。

(2) 中国矿山钼产能严重过剩, 控制钼矿开采总量势在必行。根据国家主体功能区要求, 实施严格的总量控制措施。如西藏地处高寒地区, 生态环境脆弱, 尽管保有资源储量由 2009 年的 136.28 万吨增至 2014 年 151.19 万吨, 增幅超过 10%, 建议控制钼矿资源开采总量, 保护矿区生态环境。近年来, 我国钼精矿产能利用率持续降低, 严控开采总量, 合理利用与保护钼矿, 应成为钼矿资源管理“新常态”。

(3) 对单一(独立)钼矿和钼多金属矿, 应采取差别化勘查开采政策, 严格限制单一钼找矿勘查活动, 而对于钼多金属矿, 则视与其共伴生矿种的属性而定。针对中国钼矿保有资源储量大, 矿山钼产能严重过剩的现状, 对单一钼矿和钼多金属矿采取差别化找矿勘查与开发利用政策, 限制单一钼找矿勘查开采活动。对于钼与铜、镍等, 以及战略性稀散共伴生矿产, 采取以共伴生矿产确定钼矿的找矿勘查与开采政策。

(4) 拓展钼矿资源应用领域, 加强高附加值产品的研发力度。中国钼矿资源产品结构不合理。钼精矿、氧化钼、钼铁等初级产品的出口量占到总量的 46.08%, 钼化工产品所占比例较小, 只有 23.02%。说明中国钼加工技术相对发达国家滞后, 技术不成熟, 造成中国钼资源消耗大、钼产品成本高、缺乏竞争力、环境污染严重等状况。中国高精尖钼产品的研发、企业自主创新能力和意识、行业整体国际竞争力等方面与发达国家仍存在差距, 影响我国钼产业结构的优化升级。建议转变大量出卖廉价的钼矿资源产品的方式, 大力发展钼深加工和钼化工高附加值的产品。鼓励企业加强对高附加值钼矿产品的研发。

**致谢:** 成文过程中承蒙中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心王安建教授、王高尚研究员的指导, 赵汀副研究员在数据资料方面提供大力支持, 审稿专家提出了宝贵的修改完善意见, 在此一并致谢!

### Acknowledgements:

This study was supported by International S&T

Cooperation Program of China(No. 2014DFG22170).

## 参考文献:

- 安徽省国土资源厅. 2011. 安徽省钼矿资源利用现状调查成果汇总报告[R]. 合肥: 安徽省国土资源厅.
- 国土资源部. 2009. 全国矿产资源储量通报[R]. 北京: 国土资源部.
- 国土资源部. 2010. 全国矿产资源储量通报[R]. 北京: 国土资源部.
- 国土资源部. 2011. 全国矿产资源储量通报[R]. 北京: 国土资源部.
- 国土资源部. 2012. 全国矿产资源储量通报[R]. 北京: 国土资源部.
- 国土资源部. 2013. 全国矿产资源储量通报[R]. 北京: 国土资源部.
- 国土资源部. 2014. 中国国土资源统计年鉴[M]. 北京: 地质出版社.
- 河南省国土资源厅. 2011. 河南省钼矿资源利用现状调查成果汇总报告.
- 黑龙江省国土资源厅. 2011. 黑龙江省钼矿资源利用现状调查成果汇总报告[R]. 黑龙江省国土资源厅.
- 黄凡, 陈毓川, 王登红, 袁忠信, 陈邦辉. 2011. 中国钼矿主要矿集区及其资源潜力探讨[J]. 中国地质, 38(5): 1111-1134.
- 吉林省国土资源厅. 2011. 吉林省钼矿资源利用现状调查成果汇总报告.
- 罗铭玖, 张辅民, 董群英. 1991. 中国钼矿床[M]. 郑州: 河南科学技术出版社.
- 内蒙古自治区国土资源厅. 2011. 内蒙古自治区钼矿资源利用现状调查成果汇总报告[R]. 内蒙古: 内蒙古自治区国土资源厅.
- 彭如清. 2003. 1999~2002年中国钼外贸进出口态势[J]. 中国钼业, 27(6): 54-55.
- 徐爱华. 2014. 中国钼产业2013年发展状况[J]. 新材料产业, (3): 49-52.
- 徐乐, 王建平, 余德彪. 2015. 我国钼资源产业现状及可持续发展建议[J]. 资源与产业, 17(3): 32-38.
- 中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心. 2012. 全国矿产资源利用现状调查数据库[DB]. 北京: 中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心.
- 中国海关总署. 2014. 中国国家海关统计年鉴[M]. 北京: 中国海关总署.
- 中国有色金属工业协会委员会. 2013. 中国钼业[M]. 北京: 冶金工业出版社: 189-215.
- 中国有色金属工业协会. 2014. 中国有色金属工业年鉴[R]. 北京: 中国有色金属工业协会.
- Department of Land and Resources of Inner Mongolia Autonomous Region. 2011. Molybdenum resource utilization survey results summary report of Inner Mongolia Autonomous Region[R]. Inner Mongolia: Department of Land and Resources of Inner Mongolia Autonomous Region(in Chinese).
- Department of Land and Resources of Jilin Province. 2011. Molybdenum resource utilization survey results summary report of Jilin province[R]. Changchun: Department of Land and Resources of Jilin Province(in Chinese).
- Department of Land and Resources of Jilin Province. 2011. Molybdenum resource utilization survey results summary report of Heilongjiang province[R]. Department of Land and Resources of Jilin Province(in Chinese).
- General Administration of Customs of China. 2014. China Customs Statistics Yearbook[M]. Beijing: General Administration of Customs of China(in Chinese).
- HUANG Fan, CHEN Yu-chuan, WANG Deng-hong, YUAN Zhong-xin, CHEN Zheng-hui. 2011. A discussion on the major molybdenum ore concentration areas in China and their resource potential[J]. Geology in China, 38(5): 1111-1134(in Chinese with English abstract).
- LUO Ming-jiu, ZHANG Fu-ming, DONG Qun-ying. 1991. Molybdenum Deposits of China[M]. Zhengzhou: Henan Science & Technology Press: 1-425(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources. 2009. National mineral resources and reserves bulletin[R]. Beijing: Ministry of Land and Resources(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources. 2010. National mineral resources and reserves bulletin[R]. Beijing: Ministry of Land and Resources(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources. 2011. National mineral resources and reserves bulletin[R]. Beijing: Ministry of Land and Resources(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources. 2012. National mineral resources and reserves bulletin[R]. Beijing: Ministry of Land and Resources(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources. 2013. National mineral resources and reserves bulletin[R]. Beijing: Ministry of Land and Resources(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources. 2014. China Land & Resources Almanac[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- PENG Ru-qing. 2003. Present state and suggestions of imports and exports of China molybdenum products during 1999~2002[J]. China molybdenum industry, 27(6): 54-55(in Chinese with English abstract).
- Research Center for Strategy of Global Mineral Resource, Chinese Academy of Geological Sciences. 2012. National Mineral Resource Utilization Survey database[DB] (in Chinese).
- XU Ai-hua. 2014. China Molybdenum Industry Development in 2013[J]. New materials industry. (3):49-52(in Chinese).
- XU Le, WANG Jan-ping, YU De-biao. 2015. Industrial situation and suggestions for sustainable development of China's molybdenum resource[J]. Resources & Industries, 17(3): 32-38(in Chinese with English abstract).

## References:

- China Nonferrous Metals Industry Association, the Committee of Experts. 2013. China molybdenum industry[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press: 189-215(in Chinese).
- China Nonferrous Metals Industry Association. 2014. China Nonferrous Metals Industry "fifteen" Development Overview[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press(in Chinese).
- Department of Land and Resources of Anhui Province. 2011. Molybdenum resource utilization survey results summary report of Anhui province[Hefei: Department of Land and Resources of Anhui Province(in Chinese).
- Department of Land and Resources of Henan Province. 2011. Molybdenum resource utilization survey results summary report of Henan province[R]. Zhengzhou: Department of Land and Resources of Henan Province(in Chinese).