

文章编号: 1004-4051(2024)07-0059-10

DOI: 10.12075/j.issn.1004-4051.20240639

全球铝土矿资源分布特征、勘查开发格局及展望

陈喜峰

(中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037)

摘要: 铝用途非常广泛,是关乎中国经济社会快速发展的重要基础性原材料之一。全球铝土矿资源丰富,但大部分储量和产量高度集中于少数国家;中国铝土矿储量虽居世界前列,但世界占比仅为 2.37%;中国是全球最大的铝土矿消费国,而国内铝土矿产量远不及需求,绝大部分依赖进口,对外依存度较高。为保障铝土矿资源的安全稳定供应,开展全球铝土矿资源的分布特征和勘查开发格局研究,对中国有效布局境外优质铝土矿资源的勘查开发合作和矿业投资具有重要意义。研究结果表明:①全球 80% 以上的铝土矿储量集中于几内亚、澳大利亚、巴西等 9 个国家;②亚洲和中国是全球大型-超大型铝土矿床数量最多的地区和国家;③拉丁美洲铝土矿勘查开发程度相对较高,大洋洲、非洲勘查开发程度相对较低;④近十年全球勘查新发现的重要铝土矿床主要分布在澳大利亚和几内亚;⑤全球铝土矿勘查热点国家主要为澳大利亚、几内亚和喀麦隆,全球铝土矿勘查增量也主要来自这三个国家;⑥澳大利亚、几内亚、中国等三国为全球贡献了 70% 的铝土矿年产量,全球前十大铝土矿矿业公司贡献了近 40% 的铝土矿年产量;⑦几内亚、澳大利亚、印度尼西亚等三国是全球主要的铝土矿出口国,中国是全球最大的铝土矿进口国;⑧全球铝土矿矿业并购较少,且高度集中于澳大利亚、牙买加两国。展望未来,全球铝土矿勘查找矿潜力和开发潜力巨大,全球铝土矿产量与需求量可能会持续上升,中国将持续为世界最大的铝土矿、原铝、精炼铝消费国。

关键词: 铝土矿资源; 分布特征; 勘查开发; 格局; 全球

中图分类号: TD15; P618.45; F407.1; F416.1 **文献标识码:** A

Distribution characteristics and exploration & development pattern of global bauxite resources and its prospect

CHEN Xifeng

(Development Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China)

Abstract: Aluminum is widely used in many fields, and is one of the important basic raw materials related to the rapid development of China's economy and society. Global bauxite resources are rich, but the global reserves and production of bauxite are distributed in a few countries. The bauxite reserve of China is ranked in the top position in the world, but the share in the world is only 2.37%. At present, China is the largest consumer of bauxite in the world. The production of bauxite is much less than the demand in China. China imports a lot of bauxite every year, and has a high degree of dependence on import from other countries. The research on the distribution characteristics and exploration &

收稿日期: 2024-04-25 责任编辑: 聂虹

基金项目: 中国地质调查局项目“战略性矿产资源政策与投资环境评价”资助(编号: DD20211404)

作者简介: 陈喜峰(1979—),男,汉族,山东聊城人,博士,正高级工程师,主要从事矿床学与矿产资源战略研究, E-mail: chen6100117@126.com.

引用格式: 陈喜峰. 全球铝土矿资源分布特征、勘查开发格局及展望[J]. 中国矿业, 2024, 33(7): 59-68.

CHEN Xifeng. Distribution characteristics and exploration & development pattern of global bauxite resources and its prospect[J]. China Mining Magazine, 2024, 33(7): 59-68.

development pattern of global bauxite resources has great significance for the effective layout of exploration & development cooperation and mining investment of overseas high-quality bauxite resources. The research results show that ①more than 80% of bauxite reserves are distributed in 9 countries such as Guinea, Australia and Brazil in the world. ②Asia and China have the largest number of large-super large bauxite deposits in the world. ③The degree of exploration and development of bauxite is relatively high in Latin America, and is relatively low in Oceania and Africa in the world. ④The newly discovered bauxite deposits by exploration are distributed in Australia and Guinea. ⑤Australia, Guinea and Cameroon are the hotspot countries of global bauxite exploration in the world, and also are the major countries with the increase of reserves and resources of bauxite. ⑥The 70% of annual bauxite production in the world is distributed in Guinea, Australia and Indonesia. The largest top 10 companies of bauxite exploration & development produced the 40% of annual bauxite production. ⑦Guinea, Australia and Indonesia are the major exporters of bauxite in the world. China is the largest importers of bauxite. ⑧The mergers and acquisitions of bauxite are few, and highly concentrated in Australia and Jamaica. Looking forward to the future, the exploration prospecting potential and development potential of bauxite is huge. The production and demand of bauxite will continue to rise in the world. China will continue to be the largest consumer of bauxite, aluminum and refined aluminum in the world.

Keywords: bauxite resource; distribution characteristic; exploration & development; pattern; global

铝是世界上仅次于钢铁的第二重要金属, 具有许多的优良性能, 广泛应用于制造业、航空航天、电线电缆工业、无线电工业、包装、化学、光学仪器、医疗器械、涂料、冶金、低温装置材料等领域, 是新时代中国式现代化建设所需的重要的基础性原料之一。

世界铝土矿资源丰富, 但储量和产量高度集中于几内亚、澳大利亚、越南、巴西、印度尼西亚、印度、俄罗斯等少数国家; 生产主要集中于美国铝业公司(Alcoa Corp.)、力拓集团(Rio Tinto)、必和必拓公司(BHP)、南 32 有限公司(South32 Ltd.)、俄罗斯铝业联合公司(United Co. RUSAL Plc)、海德鲁公司(Norsk Hydro ASA)、澳大利亚铝业公司(Alumina Ltd.)、中国中铝集团(Aluminum Corp. of China Ltd.)等少数矿业公司^[1-3]。中国是全球铝土矿资源大国, 但铝土矿储量世界占比有限, 且铝土矿品质总体不佳, 在全球铝土矿产业链中扮演着最大需求者和最大消费者的角色, 多年来持续成为全球最大的铝土矿进口国和最大的铝土矿、氧化铝、原铝和精炼铝消费国, 铝土矿对外依存度持续攀升^[4-9], 达 65% 以上。如何有效勘查开发利用境外铝土矿资源具有重要现实意义。因此, 开展全球铝土矿资源分布特征和勘查开发格局研究, 对中国积极布局境外优质铝土矿资源的勘查开发和矿业投资等具有重要意义。

1 全球铝土矿分布特征

1.1 储量分布特征

全球铝土矿资源丰富, 储量为 300 亿 t, 按照 2023 年铝土矿产量 4 亿 t 计算, 储采比为 75 a^[10](表 1)。根据成矿基岩类型, 全球铝土矿矿床类型大致可以

划分为红土型和岩溶型两大类, 其中, 红土型铝土矿储量约占全球的 86%, 岩溶型铝土矿储量约占全球的 14%^[11]。

表 1 全球主要国家(地区)铝土矿储量
Table 1 Bauxite reserves of major countries(regions) in the world

| 国家(地区) | 储量/亿 t | 储量世界占比/% |
|--------|--------|----------|
| 几内亚 | 74.00 | 24.67 |
| 越南 | 58.00 | 19.33 |
| 澳大利亚 | 35.00 | 11.67 |
| 巴西 | 27.00 | 9.00 |
| 牙买加 | 20.00 | 6.67 |
| 印度尼西亚 | 10.00 | 3.33 |
| 中国 | 7.10 | 2.37 |
| 印度 | 6.50 | 2.17 |
| 俄罗斯 | 4.80 | 1.60 |
| 沙特阿拉伯 | 1.80 | 0.60 |
| 哈萨克斯坦 | 1.60 | 0.53 |
| 土耳其 | 0.63 | 0.21 |
| 美国 | 0.20 | 0.07 |
| 其他国家 | 53.37 | 17.78 |
| 世界合计 | 300.00 | 100.00 |

资料来源: 文献 [10]。

从大洲看, 亚洲是全球铝土矿储量最丰富的大洲, 储量占全球的近 30.00%; 其次为非洲, 储量占全球的近 25.00%; 再次为大洋洲, 储量占全球的 11.67%。此外, 拉丁美洲铝土矿资源也较丰富。相较于其他大洲, 北美洲、欧洲铝土矿资源相对较少^[10]。

从国家和地区看, 全球铝土矿储量主要集中分

布在几内亚、越南、澳大利亚、巴西、牙买加、印度尼西亚、中国、印度、俄罗斯等9个主要的铝土矿资源国,储量合计占全球的80.80%;其中,几内亚是全球铝土矿储量最丰富的国家,占全球的24.67%;其次是越南,储量占全球的19.33%;再次是澳大利亚,储量占全球的11.67%(表1)。此外,沙特阿拉伯、哈萨克斯坦、土耳其、喀麦隆、马里、加纳等国家的铝土矿资源也较丰富^[1-2]。

从铝土矿资源量(本文中所有资源量均不含储量,下同)国家分布看,几内亚、印度尼西亚、中国是全球铝土矿资源量最丰富的国家,这三个国家铝土矿资源量合计占全球铝土矿资源量的70.84%,其中,几内亚是全球铝土矿资源量最丰富的国家,占全球铝土矿资源量的47.06%^[12]。

1.2 大型-超大型铝土矿床分布特征

根据不完全统计,目前,全球已知铝土矿床(点)约248个,其中,大型-超大型(储量>2000万t)铝土矿床约44个,占17.74%;超大型(储量>1亿t)有8个,占3.23%。澳大利亚的韦帕(Weipa)铝土矿是全球储量规模最大的铝土矿床,储量达10.22亿t;其次为几内亚的桑加雷迪铝土矿床,储量约为3.50亿t,该矿床也是全球铝土矿资源量规模最大的铝土矿床,资源量达66.96亿t^[13]。

从大洲看,亚洲是全球大型-超大型铝土矿床数量最多的大洲,有25个,占全球的56.82%,主要分布在中国,印度、印度尼西亚、哈萨克斯坦、沙特阿拉伯也有分布;大洋洲有7个,占全球的15.91%,全部分布在澳大利亚;南美洲有6个,占全球的13.64%,主要分布在巴西、圭亚那;非洲有4个,占全球的9.09%,主要分布在几内亚、喀麦隆、塞拉利昂;其他大洲有2个。

从国别看,中国是全球大型-超大型铝土矿床数量最多的国家,有15个,占全球大型-超大型铝土矿床总数的34.09%,值得注意的是,中国虽然是全球大型-超大型铝土矿床数量最多的国家,但铝土矿储量仅列全球第七位。澳大利亚是大型-超大型铝土矿床数量排名全球第二位的国家,有7个,占全球大型-超大型铝土矿床总数的15.91%;尽管该国大型-超大型铝土矿床数量不及中国大型-超大型铝土矿床数量的一半,但其储量居全球第三位,是中国的近五倍。巴西是全球大型-超大型铝土矿床数量排名第三位的国家,有4个。除上述三国外,其余国家大型-超大型铝土矿床数量均为3个以下^[13]。

从铝土矿资源量看,澳大利亚、几内亚、巴西、几内亚比绍、印度、印度尼西亚、牙买加、哈萨克斯

坦、老挝、马拉维、菲律宾、俄罗斯、塞拉利昂、苏里南、坦桑尼亚、越南等国家分布有很多铝土矿资源量规模巨大的铝土矿床,尤其是澳大利亚和几内亚,分别有15个和14个铝土矿资源量超过2000万t的铝土矿床。

1.3 主要成矿大地构造环境和成矿区(带)时空分布特征

铝土矿的形成主要受成矿大地构造、成母岩、地形地貌、古气候、水文地质及古地理环境等因素的影响。构造运动及成矿构造环境,不仅决定了铝土矿的产出位置和延展方向,有时也控制了铝土矿体的厚度,并影响铝土矿的保存条件。在构造隆升地区铝土矿易受剥蚀破坏,沉降地区铝土矿则被掩埋,只有在微弱沉降的条件下,铝土矿才能被覆盖而保存起来。通常情况下,有利于大型铝土矿床形成的构造环境为垂直构造运动处于相对稳定的地区,如稳定的地台区。通过研究大型-超大型铝土矿床的分布后发现,其与五个主要类型的构造单元有关,分别为古地台的边缘、地台的活动边缘、年轻地台的岩溶型岩石区、岛弧和显生宙褶皱带。上述构造单元中以稳定地台区最重要。

从成矿大地构造环境看,铝土矿在成矿大地构造环境中的分布也具有一定的规律性,其中,红土型铝土矿96%分布于地台区,岩溶型铝土矿92%分布于造山带。目前,在南美克拉通、西非克拉通和澳大利亚古陆等稳定地区的中-新生代红土风化壳中形成了独特的红土型铝土矿床,如桑加雷迪、韦帕、戈夫(Gove)等;岩溶型铝土矿以产于中国华北地台基底之上的豫西-山西铝土矿成矿带为代表^[14]。

从成矿区(带)看,全球自西向东形成3个大的红土型铝土矿带:①西部矿带,展布于牙买加、委内瑞拉、圭亚那、苏里南和巴西等国家,由圣安娜、特隆贝塔斯、洛斯皮基瓜奥斯、圭亚那海岸平原等地区的铝土矿床组成;②中部矿带,展布于非洲西南部的几内亚、加纳和喀麦隆等国家,产有桑加雷迪、尼纳欣等典型铝土矿床;③东部矿带,展布于亚洲与大洋洲邻接地带的印度、越南、印度尼西亚和澳大利亚等国家,产有韦帕、达令山、西加里曼丹等典型铝土矿床。

1.4 主要矿床类型与成矿时代时空分布特征

目前,尽管关于铝土矿床类型的划分还存在争议,但大多数学者认为,全球铝土矿大致可划分为红土型和岩溶型两大类,从已知矿床(点)的数量和储量两方面看,以红土型为主。

从成矿时代看,全球红土型铝土矿成矿时代较

为集中,绝大部分形成于新生代;岩溶型铝土矿成矿时代跨度相对较大,主要形成于古生代、中生代及新生代^[2,15-17]。

从空间分布看,全球红土型铝土矿主要产于赤道附近的新生代红土风化壳中,分布于赤道两侧南纬30°至北纬30°之间的热带地区、亚热带地区,这一特定纬度区域的气候条件极有利于红土型铝土矿的形成,在这一区域内产有许多大型优质铝土矿床,如圭亚那、几内亚、澳大利亚、巴西、印度等国的红土型铝土矿床。从分布地区看,全球已知红土型铝土矿集中分布在非洲西部、大洋洲、东南亚、南美洲及加勒比海地区。从产出地理环境看,绝大多数已知红土型铝土矿分布于大陆边缘的沿海平原、台地、中低高地和大洋岛屿上,而内陆红土型铝土矿很少;中国、希腊、越南北部等是全球岩溶型铝土矿的集中分布区^[1,18]。

2 勘查开发格局

2.1 勘查开发程度呈“拉丁美洲相对较高,大洋洲、非洲相对较低”格局

根据不完全统计,截至2023年末,全球勘查开发状态清晰的铝土矿项目约236个,其中,处于草根勘查、勘查、预可行性研究、可行性研究、矿山建设、

生产和闭坑等阶段的占比分别为13.14%、8.05%、25.42%、4.66%、2.54%、41.95%和4.24%,处于草根勘查和勘查等前期阶段的占比合计为21.19%,处于矿山建设、生产、闭坑等后期阶段的占比合计为48.73%^[19]。总体上看,全球铝土矿勘查开发程度较高。

从大洲看,欧洲勘查开发程度较高,处于生产阶段的铝土矿山占73.71%,处于闭坑阶段的占15.79%,但相较于其他大洲,欧洲铝土矿床(点)较少;其次为拉丁美洲,处于矿山建设、生产和闭坑等后期阶段的合计占73.33%,处于草根勘查和勘查等前期阶段的占6.67%;再次为亚洲,处于矿山建设、生产和闭坑等后期阶段的合计占58.07%,处于草根勘查和勘查等前期阶段的占11.83%。大洋洲、非洲、北美洲的铝土矿勘查开发程度相对较低(表2)^[19]。

从国家看,在全球9个主要铝土矿勘查开发国家中,俄罗斯、印度、中国的铝土矿勘查开发程度较高,处于生产阶段的矿山分别占73.40%、72.00%和69.70%;而储量居世界前三位的几内亚、越南、澳大利亚铝土矿勘查开发程度总体较低(表3)。

2.2 勘查新发现重要铝土矿床主要分布在澳大利亚和几内亚

根据不完全统计,2014—2023年,全球勘查新发

表2 全球各大洲铝土矿勘查开发程度对比

Table 2 Degree of exploration & development of bauxite of each continent in the world

| 勘查开发阶段 | 单位: % | | | | | |
|--------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 北美洲(不含墨西哥) | 大洋洲 | 非洲 | 拉丁美洲 | 亚洲 | 欧洲 |
| 草根勘查 | 42.00 | 28.84 | 13.16 | 6.67 | 7.53 | 0 |
| 勘查 | 25.00 | 17.31 | 13.17 | 0 | 4.30 | 10.50 |
| 预可行性研究 | 18.00 | 30.77 | 39.47 | 10.00 | 26.87 | 0 |
| 可行性研究 | 0 | 5.77 | 5.26 | 10.00 | 3.23 | 0 |
| 矿山建设 | 0 | 3.85 | 5.26 | 3.33 | 1.08 | 0 |
| 生产 | 15.00 | 13.46 | 21.05 | 56.67 | 54.84 | 73.71 |
| 闭坑 | 0 | 0 | 2.63 | 13.33 | 2.15 | 15.79 |

资料来源:文献[13]。

表3 全球主要国家铝土矿勘查开发程度

Table 3 Degree of exploration & development of bauxite of major countries in the world

| 勘查开发阶段 | 单位: % | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 澳大利亚 | 中国 | 印度 | 几内亚 | 巴西 | 俄罗斯 | 印度尼西亚 | 越南 | 牙买加 |
| 草根勘查 | 29.17 | 0 | 0 | 9.09 | 14.29 | 13.20 | 25.00 | 0 | 0 |
| 勘查 | 14.58 | 0 | 0 | 4.55 | 0 | 9.60 | 0 | 0 | 0 |
| 预可行性研究 | 33.33 | 30.30 | 16.00 | 45.45 | 14.28 | 0 | 50.00 | 60.00 | 0 |
| 可行性研究 | 4.17 | 0 | 4.00 | 4.55 | 7.14 | 3.80 | 0 | 20.00 | 20.00 |
| 矿山建设 | 4.17 | 0 | 4.00 | 9.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 生产 | 14.58 | 69.70 | 72.00 | 27.27 | 64.29 | 73.40 | 25.00 | 20.00 | 80.00 |
| 闭坑 | 0 | 0 | 4.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

资料来源:文献[13]。

现重要铝土矿床(储量或资源量大于1 000万t,下同)约14个,新增铝土矿储量2.20亿t,新增铝土矿资源量23.85亿t^[13]。

从大洲看,2014年以来,全球勘查新发现重要铝土矿床主要分布在亚洲、大洋洲和非洲,其中,亚洲新发现最多,有6个,占42.86%,新增铝土矿储量1.24亿t,新增铝土矿资源量约4.80亿t;其次为大洋洲,新发现5个,占35.71%,全部分布在澳大利亚,新增铝土矿储量0.96亿t,新增铝土矿资源量约8.40亿t;

非洲新发现3个,全部分布在几内亚,新增铝土矿资源量约10.65亿t^[13]。

从国家看,2014年以来,全球勘查新发现的重要铝土矿床主要分布在澳大利亚、几内亚、中国、印度、菲律宾、沙特阿拉伯等国家,其中,澳大利亚新发现5个,几内亚新发现3个,其余国家新发现数量均少于3个。澳大利亚的铝土山(Bauxite Hills)铝土矿是近十年来全球勘查新发现的规模最大的铝土矿床,铝土矿储量8 950.00万t,资源量3 500.00万t(表4)^[13]。

表4 2014—2023年全球勘查新发现主要铝土矿床

Table 4 Newly discovered bauxite deposits by exploration in the world from 2014 to 2023

| 矿床名称 | 国家 | 所属大洲 | 储量/万t | 资源量/万t |
|--------------------|-------|------|----------|-----------|
| 奥鲁昆(Aurukun) | 澳大利亚 | 大洋洲 | | 43 000.00 |
| 铝土山(Bauxite Hills) | 澳大利亚 | 大洋洲 | 8 950.00 | 3 500.00 |
| 达令山(Darling Range) | 澳大利亚 | 大洋洲 | | 30 870.00 |
| 五月皇后(May Queen) | 澳大利亚 | 大洋洲 | | 5 489.44 |
| 厄克特(Urquhart) | 澳大利亚 | 大洋洲 | 653.20 | 1 146.80 |
| 文山(Wenshan) | 中国 | 亚洲 | 152.00 | 1 703.00 |
| 高瓦尔(Gaoual) | 几内亚 | 非洲 | | 10 145.50 |
| 莱卢马(Lelouma) | 几内亚 | 非洲 | | 90 000.00 |
| 沃拉(Woula) | 几内亚 | 非洲 | | 6 400.00 |
| 博登吉(Pottangi) | 印度 | 亚洲 | 7 500.00 | |
| 艾姆皮(AMPI) | 菲律宾 | 亚洲 | | 5 898.80 |
| 博安里(BARI) | 菲律宾 | 亚洲 | | 5 990.50 |
| 阿兹·扎比拉(Az Zabirah) | 沙特阿拉伯 | 亚洲 | 1 525.00 | 27 535.00 |

注:表中资源量不包括储量。资料来源:文献[13]。

2.3 勘查热点国家主要为澳大利亚、几内亚和喀麦隆

从钻孔数量看,与其他金属矿产相比,铝土矿是全球固体矿产中钻孔数量相对较少的矿种。根据不完全统计,2014—2023年,全球铝土矿勘查钻孔数量合计仅1 202个,年均约120个^[13];2015年钻孔数量为近十年的年度峰值,达729个,其次为2019年的232个,其余年度均未超过50个。

从大洲看,根据不完全统计,2014—2023年,全球铝土矿钻探工作主要集中于大洋洲和非洲,其中,大洋洲钻孔921个,占总数量的76.62%;其次为非洲,钻孔269个,占总数量的22.38%;其他大洲合计占1%。

从国家看,2014—2023年,开展铝土矿钻探工作的国家主要有澳大利亚、喀麦隆、几内亚、塞内加尔、加拿大、美国、马达加斯加、博茨瓦纳等,其中,澳大利亚是投入钻探工作最多的国家,钻孔数量全球占比为76.62%,是全球铝土矿勘查钻探投资的热点国家;其次为喀麦隆,全球占比为18.80%;几内亚和塞内加尔是继澳大利亚、喀麦隆之后钻孔数量相对较多的国家,全球占比分别为1.75%和1.66%。

综上所述,从钻孔数量看,2014—2023年,全球铝土矿勘查的热点国家为大洋洲的澳大利亚和非洲的喀麦隆、几内亚、塞内加尔。

2.4 全球铝土矿勘查增量主要来自三个国家

2014年以来,一些国家的铝土矿总量(储量+资源量,下同)呈增长状态,也有一些国家的铝土矿总量呈减少趋势。铝土矿总量增长明显的国家有澳大利亚、巴西、喀麦隆、中国、菲律宾、沙特阿拉伯、俄罗斯、印度等,增长量合计为26.83亿t;铝土矿总量明显减少的国家有牙买加、圭亚那、印度尼西亚、几内亚等,减少量合计为10.12亿t。总体上看,2014年以来全球铝土矿总量呈净增长趋势,净增长量为16.71亿t^[13]。

近十年,全球铝土矿总量增量主要来自澳大利亚、巴西和喀麦隆,其中,澳大利亚是全球增量最多的国家,为9.10亿t;其次为巴西和喀麦隆,增量分别为7.53亿t和4.77亿t;中国增量为2.06亿t,其余国家增量不足2亿t。

从矿山看,2014—2023年,全球勘查新增铝土矿

总量超过1 000万t的铝土矿山约有31座,这31座矿山勘查新增铝土矿总量58.32亿t,主要分布在几内亚、巴西、喀麦隆、澳大利亚、沙特阿拉伯、中国、印度尼西亚、印度、俄罗斯、菲律宾等10个国家;其中,澳大利亚最多,有8座,其次为中国和几内亚。在上述31座矿山中,勘查新增铝土矿超过1亿t的矿山有11座,主要分布在几内亚、巴西、喀麦隆、澳大利亚、沙特阿拉伯、中国等国家。几内亚的桑加雷迪(Sangaredi)是近十年全球勘查新增铝土矿总量最多的矿山,增量达10.81亿t,也是全球唯一铝土矿总量增量超过10亿t的矿山;其他增量超过5亿t的铝土矿山有几内亚的莱卢马(Lelouma)和巴西的居鲁提(Juruti),增量分别为9亿t和6.62亿t;其余8座矿山铝土矿增量在1亿~5亿t之间^[13]。

2.5 澳大利亚、几内亚、中国三国贡献70%铝土矿年产量,几内亚产量增长最快

2014年以来,全球铝土矿产量呈持续增长趋势,由2014年的2.56亿t增至2023年的4.00亿t,增量1.44亿t,增幅达56.25%^[10,19-20]。

从大洲看,2014—2023年,亚洲是全球铝土矿产量最多的大洲,全球占比在三分之一以上;大洋洲是全球铝土矿产量第二大洲,但年产量全球占比呈减少趋势,由2014年的30.67%降至2023年的24.50%;非洲是全球第三大铝土矿生产大洲,年产量呈快速增长趋势,全球占比也由2014年的7.91%增至2023年的24.25%。总体上看,近年来,亚洲、大洋洲和非

洲合计贡献了近90%的铝土矿年产量。

从国家看,近年来,铝土矿年产量居全球前十位的国家有澳大利亚、几内亚、中国、巴西、印度、印度尼西亚、牙买加、俄罗斯、沙特阿拉伯和哈萨克斯坦;其中,近五年年产量超过500万t的国家有澳大利亚、几内亚、中国、巴西、印度、印度尼西亚、牙买加、俄罗斯等8个国家。澳大利亚是全球铝土矿年产量最多的国家,产量呈波动性增长趋势,由2014年的7 863.20万t增至2023年的9 800万t,年产量全球占比24.50%~30.67%。近三年,几内亚超过中国成为全球第二大铝土矿生产国,产量全球占比在25%左右;值得注意的是,几内亚是近十年全球铝土矿产量增长最快的国家,由2014年2 028.78万t增至2023年的9 700万t(表5)^[10,19-20]。中国是全球第三大铝土矿生产国,2014—2023年年产量全球占比为18.19%~23.45%。总体上看,近年来,澳大利亚、几内亚、中国贡献了全球70%的铝土矿年产量。

2.6 前十大铝土矿公司贡献了全球近40%的铝土矿产量

目前,全球从事铝土矿生产的主要矿业公司约40家,其中,美国铝业公司(Alcoa Corp.)、力拓集团(Rio Tinto)、必和必拓公司(BHP)、南32有限公司(South32 Ltd.)、俄罗斯铝业联合公司(United Co. RUSAL Plc)、海德鲁公司(Norsk Hydro ASA)、澳大利亚铝业公司(Alumina Ltd.)、中国中铝集团(Aluminum Corp. of China Ltd.)、淡水河谷(Vale S.A.)

表5 2014—2023年全球主要国家(地区)铝土矿产量

Table 5 Production of bauxite of major countries(regions) from 2014 to 2023

单位:矿石/万t

| 国家(地区) | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 澳大利亚 | 7 863.20 | 8 090.93 | 8 351.71 | 8 942.06 | 9 594.76 | 10 554.38 | 10 362.68 | 10 326.64 | 10 266.14 | 9 800.00 |
| 几内亚 | 2 028.78 | 2 090.47 | 3 242.39 | 5 170.16 | 5 957.37 | 7 017.33 | 8 776.62 | 9 062.16 | 9 241.62 | 9 700.00 |
| 中国 | 5 921.24 | 6 078.76 | 6 615.77 | 6 839.30 | 7 075.12 | 7 332.37 | 7 320.00 | 7 500.00 | 7 320.00 | 8 500.00 |
| 巴西 | 3 631.32 | 3 705.70 | 3 924.42 | 3 824.21 | 3 237.70 | 3 193.79 | 3 289.78 | 3 594.96 | 3 232.14 | 3 100.00 |
| 印度 | 2 068.80 | 2 638.30 | 2 421.90 | 2 277.60 | 2 322.88 | 2 230.70 | 2 031.53 | 2 215.22 | 2 137.49 | 2 300.00 |
| 印度尼西亚 | 255.64 | 61.14 | 145.80 | 290.00 | 1 324.32 | 1 659.27 | 2 585.90 | 2 578.10 | 2 204.60 | 2 000.00 |
| 牙买加 | 967.67 | 962.88 | 854.01 | 824.46 | 1 005.82 | 902.23 | 754.61 | 594.96 | 436.47 | 600.00 |
| 俄罗斯 | 558.90 | 539.80 | 543.10 | 552.30 | 565.10 | 664.41 | 664.70 | 653.09 | 553.89 | 580.00 |
| 沙特阿拉伯 | 207.60 | 302.20 | 476.80 | 411.70 | 506.10 | 512.70 | 494.59 | 478.09 | 533.21 | 460.00 |
| 哈萨克斯坦 | 451.56 | 468.30 | 480.13 | 484.61 | 610.42 | 411.84 | 405.78 | 437.01 | 432.00 | 430.00 |
| 越南 | 110.00 | 110.00 | 150.00 | 270.00 | 356.97 | 360.00 | 361.00 | 365.95 | 357.77 | 370.00 |
| 土耳其 | 109.14 | 51.86 | 98.92 | 171.91 | 67.81 | 225.55 | 239.97 | 276.49 | 224.40 | 200.00 |
| 希腊 | 187.60 | 183.13 | 188.00 | 192.71 | 155.94 | 137.91 | 142.86 | 122.70 | 150.00 | 120.00 |
| 世界合计 | 25 636.35 | 27 120.67 | 28 209.67 | 31 219.10 | 33 762.08 | 36 221.18 | 38 168.83 | 38 750.05 | 37 529.46 | 40 000.00 |

资料来源:2014—2022年产量数据来自文献[19]和文献[20],2023年产量数据来自文献[10]。

等9家公司及几内亚政府为全球最重要的铝土矿勘查开发公司和机构,2023年其铝土矿产量约1.50亿t,约占全球的37.97%。2023年,力拓集团(Rio Tinto)的权益铝土矿产量约5250万t,约占全球的13.28%,为全球最大的铝土矿生产公司^[21];中国中铝集团(Aluminum Corp. of China Ltd.)2023年权益铝土矿产量约3042万t,约占全球的7.70%^[21]。

2.7 近十年铝土矿年产量增加100万t以上的矿山有10座

2014—2023年,一些大型铝土矿开发取得重要进展,与2014年产量相比,2023年,年产量增量在100万t以上的铝土矿有10座,主要分布在澳大利亚、沙特阿拉伯、巴西、印度、印度尼西亚等国家;其中,几内亚的博法(Boffa)铝土矿是全球近十年开发进展最大的铝土矿,该矿山于2020年投产,2022年铝土矿产量达1355万t;澳大利亚的韦帕(Weipa)铝土矿是全球近十年开发进展第二大的铝土矿,2014—2023年,该矿山年产量呈持续稳定增长态势,由2014年的2626.60万t增长至2023年的3512.60万t,增加了886万t,目前,该矿山是全球铝土矿年产量最大的矿山。此外,2014—2023年,相继投产的矿山还有几内亚的迪安迪安(Dian Dian)铝土矿和弗里几亚(Friguia)铝土矿等,这些矿山的年产量均在100万t以上^[13]。

2.8 中国和美国二次铝产量领跑全球

二次铝(secondary aluminium)是全球铝消费的重要来源之一,2014年以来,全球二次铝年产量为1571.67万~1748.99万t。中国是全球最大的二次铝生产国,年产量总体呈增长趋势,由2014年的565.00万t增长至2021年的725.04万t,全球占比为35.95%~45.54%。美国是全球第二大二次铝生产国,年产量总体呈减少趋势,已由2014年的363.70万t减少至2021年的329.30万t,全球占比为18.85%~23.14%。总体上看,中国和美国是全球二次铝的主要贡献者,二者年产量合计占全球的60%左右。此外,德国、意大利、印度、日本、韩国、巴西也是全球二次铝的主要生产国,这6个国家二次铝年产量合计占全球的近25%。

2.9 铝土矿贸易呈“以三国出、一国进为主”格局

2014年以来,全球铝土矿贸易总体呈稳定持续增长趋势,已由2014年的6456.31万t增加至2022年的15256万t,增长了1.36倍^[22]。

从全球铝土矿出口看,主要的铝土矿出口国为几内亚、澳大利亚、印度尼西亚、巴西、牙买加等,其中,几内亚是全球最大的铝土矿出口国,2022年出

口量8619.66万t,占其产量的86.20%,占世界出口量的56.50%;其次为澳大利亚、印度尼西亚,2022年出口量分别为3525.38万t和1842.93万t,分别占全球出口量的23.11%和12.08%,上述三国2022年铝土矿出口量合计占世界铝土矿出口总量的91.69%^[22],其余国家合计不足10%。

从全球铝土矿进口看,主要的铝土矿进口国为中国、西班牙、美国、阿联酋、加拿大等,其中,中国是全球最大的铝土矿进口国,2022年进口量为12575.98万t,占全球铝土矿进口总量的82.43%;其次为西班牙和美国,2022年铝土矿进口量分别为410.98万t和379.78万t,占全球铝土矿进口总量的2.69%和2.49%^[22],三国合计占全球的87.61%;其余国家合计占比不足13%。

2.10 精炼铝消费呈“中国及美国领跑全球”格局

2014年以来,全球精炼铝消费总体呈增长趋势,从2014年的5412.24万t增长至2022年的6841.68万t,增长了26.41%^[20]。

从大洲看,2014年以来,亚洲是全球精炼铝的消费中心,年消费量全球占比69.60%~77.79%,尤其是近几年占比在75%以上;其次为欧洲和美洲,年消费量全球占比分别为11.56%~15.04%和9.47%~13.58%;而非洲、大洋洲的精炼铝年消费量全球占比较少。总体上看,亚洲精炼铝年消费量呈持续快速增长趋势,而欧洲、美洲及非洲、大洋洲的精炼铝的消费量相对较少。

从国家看,全球精炼铝的主要消费国为中国、美国、德国、日本、印度、韩国、巴西、土耳其、阿联酋、意大利、俄罗斯、西班牙、法国、印度尼西亚、加拿大等国家,其中,中国是全球最大的精炼铝消费国,且消费量呈快速增长趋势,由2014年的2200.32万t增至2022年的4194.07万t,全球占比也呈增长趋势,由2014年的51.74%增长至2022年的61.30%;其次为美国,年消费量在430万~570万t之间,全球占比由2014年的9.70%降至2022年的7.21%;德国是全球第三大精炼铝消费国,年消费量200万t左右,其他国家年消费量均在200万t以下^[20]。

2.11 矿业并购呈“并购非常有限,且高度集中于澳大利亚、牙买加两国”格局

相对于金、铜等金属矿产,铝土矿矿业并购在并购数量和金额上均非常有限,根据不完全统计(S&P Global Market Intelligence, 2024),2014年以来,全球铝土矿矿业并购仅19宗,交易额约27.72亿美元,其中,矿业公司并购11宗,矿业项目并购8宗。最大的铝土矿矿业公司并购是嘉能可集团(Glencore plc)于2023

年完成对海德鲁公司(Norsk Hydro ASA)位于巴西的北里约矿业公司——北巴西铝业公司(Mineração Rio do Norte S.A. and Alunorte-Alumina do Norte do Brasil S.A.)的收购,交易额11.10亿美元。最大的矿业项目并购是齐力民都鲁有限公司(Press Metal Bintulu Sdn Bhd)公司于2019年对澳大利亚沃斯利(Worsley)矿山的并购,并购额1.83亿美元。总体上看,全球铝土矿矿业并购主要集中在澳大利亚、牙买加^[19]。

3 中国在全球铝土矿勘查开发格局中的地位与作用

从中国铝土矿储量全球地位看,中国铝土矿储量7.10亿t,虽居世界第七位,但世界占比仅为2.37%^[10],储量有限;同时,前文已论及,相对于世界其他主要铝土矿资源国,中国铝土矿勘查开发程度相对较高,但资源品质不佳。

从中国铝土矿产量全球地位看,2014年以来,中国一直是世界前三大铝土矿生产国之一,年产量为5 921.24万~8 500.00万t,呈持续增长状态,但仍难满足国内需求,依赖进口,为世界最大的铝土矿进口国。

从中国进口铝土矿来源看,2023年,中国进口铝土矿14 165万t,同比增长12.70%,再创历史新高,对外依存度进一步升高,在65%以上。中国铝土矿进口来源地较为集中,主要来源于几内亚和澳大利亚,2023年,几内亚是中国最大的铝土矿进口来源国,进口量9 929.67万t,占中国进口总量的70.10%,同比增长40.90%^[21]。

从中国氧化铝产量、消费量和产能利用率全球地位看,2023年,全球氧化铝产量和消费量分别为13 909万t和13 947万t,同比增长1.80%和2.00%;中国氧化铝产量和消费量分别为8 227万t和8 317万t,同比增长3.10%和2.80%,占全球产量和消费量的59.10%和59.60%。截至2023年12月底,全球氧化铝产能利用率为75.80%,中国氧化铝产能利用率约为79.60%^[21]。

从中国原铝产量、消费量和产能利用率全球地位看,根据统计,2023年,全球原铝产量和消费量分别为7 068万t和7 027万t,同比增长2.20%和1.00%;中国原铝产量和消费量分别为4 166万t和4 280万t,同比增长3.00%和4.10%,占全球产量和消费量的58.90%和60.90%。截至2023年12月底,全球原铝企业产能利用率约为90.30%;中国原铝企业产能利用率约为94.60%,同比增加3.20%^[21]。

4 展望及对策建议

4.1 展望

从储产比和找矿潜力看,全球铝土矿资源非常丰富,储产比约为75 a^[10],短期内不会出现铝土矿资

源短缺问题。总体上看,作为全球铝土矿资源大洲的非洲、大洋洲的铝土矿勘查开发程度总体较低,具有较好的红土型铝土矿成矿条件,勘查增储潜力大。

从生产趋势看,尽管亚洲、大洋洲是目前全球主要的铝土矿生产地,但可以预见的是,随着铝土矿产量的快速增长,非洲有望在未来几年超过亚洲和大洋洲成为全球最大的铝土矿生产地。

从生产商看,全球铝土矿产量主要集中于美国铝业公司(Alcoa Corp.)、力拓集团(Rio Tinto)、必和必拓公司(BHP)、俄罗斯铝业联合公司(United Co. RUSAL Plc)、海德鲁公司(Norsk Hydro ASA)、澳大利亚铝业公司(Alumina Ltd.)、中国中铝集团(Aluminum Corp. of China Ltd.)等矿业公司的局面短期内不会改变。

从中国视角看,中国虽然是全球主要的铝土矿资源国之一,但对外依存度高达65%以上,作为全球最大的铝土矿进口国和全球最大的铝土矿、氧化铝、精炼铝消费国的态势短期内不会改变。

从国际铝价格看,未来随着中国经济快速发展和世界经济复苏,以及全球新能源汽车产业、光伏光电产业和其他用铝产业发展,全球铝土矿需求量可能会持续增长,国际铝价可能会短期内持续攀升。

4.2 对策建议

4.2.1 加强国内铝土矿资源的勘查与评价

尽管中国铝土矿资源禀赋总体不佳,但也有一定的找矿潜力。在国家实施新一轮找矿突破战略行动的推动下,围绕重点成矿带,加强国内铝土矿资源的勘查与评价力度,有望实现增储上产的新突破。

4.2.2 重视与东南亚国家的铝土矿资源勘查开发合作

东南亚国家是全球重要的铝土矿资源分布区之一,在越南、印度尼西亚、老挝及马来西亚等国家分布有丰富的铝土矿资源,勘查开发和投资的潜力巨大。铝土矿是越南的优势矿种,储量巨大,矿石类型以三水铝矿为主,品质较好,勘查开发程度总体较低,具有较好的勘查找矿前景,但需关注该国的矿业投资环境。印度尼西亚铝土矿资源主要分布在宾坦岛、邦加岛、勿里洞岛、西加里曼丹省和廖内省,矿床类型主要为红土型,矿石品质较高,勘查开发程度较低,目前,只有宾坦岛及周围岛屿上的铝土矿得到开发;由于西加里曼丹地理位置偏远、基础设施不足,导致丰富的铝土矿资源还没得到大规模的开发。需引起注意的是,该国矿业政策多变、存在不确定性。老挝铝土矿资源主要分布在其南部的菠萝芬高原及阿速坡省-色贡省之间的高原地带,矿床类型主要为红土

型, 勘查开发程度较低, 有许多铝土矿产地还没有开展勘查开发工作, 勘查开发潜力较大。

4.2.3 加强非洲铝土矿资源的勘查开发合作

非洲是全球重要的铝土矿资源分布区之一, 蕴藏着极其丰富的铝土矿资源, 主要分布在几内亚、喀麦隆和马里, 在加纳、塞拉利昂、莫桑比克等国也有少量分布; 矿床类型以红土型为主, 矿石品位较高, 富矿较多, 是全球重要的铝土矿投资目标区之一, 目前, 已有多家中国企业在几内亚投资铝土矿资源的勘查开发, 合作前景广阔, 需加强非洲铝土矿资源的勘查开发合作, 实现互利共赢。

4.2.4 关注拉丁美洲铝土矿资源

拉丁美洲铝土矿资源比较丰富, 成矿地质条件优越, 分布有牙买加岛弧、圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾等4个铝土矿勘查开发潜力区, 总体勘查开发程度较低, 勘查找矿潜力较大, 可作为我国企业投资勘查开发境外铝土矿资源的重点关注地区之一。

4.2.5 通过并购、参股联合开发澳大利亚铝土矿资源

澳大利亚铝土矿资源非常丰富, 且勘查开发程度总体较低。目前, 中国与澳大利亚在铝土矿产业的以贸易为主, 需寻找机会加强与该国铝土矿全产业链的一体化合作, 将其作为中国实施全球铝土矿资源战略布局的重要支点之一, 适时采取参股或并购方式从上游到下游积极参与澳大利亚铝土矿全产业链的发展。

4.2.6 多元化铝土矿进口源, 保障安全供应

目前, 中国铝土矿对外依存度超过65%, 未来随着需求量的快速增长, 对外依存度可能会持续攀升, 但目前进口源高度集中于几内亚和澳大利亚两国, 存在供应中断风险。因此, 中国应多元化铝土矿进口源, 规避供应风险。

参考文献(References):

- [1] 陈喜峰, 陈秀法, 叶锦华, 等. 东南亚矿产资源概论[M]. 北京: 地质出版社, 2020: 15-467.
- [2] 陈喜峰, 元春华, 陈秀法, 等. 世界矿情·非洲卷[M]. 北京: 地质出版社, 2021: 1-645.
- [3] 世界矿情·亚洲卷编写组. 世界矿情·亚洲卷(第二版)[M]. 北京: 地质出版社, 2023: 3-171.
- [4] 梅燕雄, 裴荣富, 魏然, 等. 关键矿产与能源资源安全[J]. 中国矿业, 2022, 31(11): 1-8.
MEI Yanxiong, PEI Rongfu, WEI Ran, et al. Critical minerals and energy security[J]. China Mining Magazine, 2022, 31(11): 1-8.
- [5] 闫卫东, 胡容波, 林博磊, 等. 2024年全球矿业展望[J]. 中国矿业, 2024, 33(1): 20-29.
YAN Weidong, HU Rongbo, LIN Bolei, et al. Global mining outlook in 2024[J]. China Mining Magazine, 2024, 33(1): 20-29.
- [6] 潘昭帅, 张照志, 张泽南, 等. 中国铝土矿进口来源国国别研究[J]. 中国矿业, 2019, 28(2): 13-17, 24.
PAN Zhaoshuai, ZHANG Zhaozhi, ZHANG Zenan, et al. Analysis of the import source country of the bauxite in China[J]. China Mining Magazine, 2019, 28(2): 13-17, 24.
- [7] 任晓娟, 范凤岩, 柳群义, 等. 中国铝土矿的供应安全评价[J]. 中国矿业, 2019, 28(7): 52-59.
REN Xiaojuan, FAN Fengyan, LIU Qunyi, et al. Supply safety evaluation of bauxite mine in China[J]. China Mining Magazine, 2019, 28(7): 52-59.
- [8] 陈喜峰, 施俊法, 陈秀法, 等. “一带一路”沿线重要固体矿产资源分布特征与潜力分析[J]. 中国矿业, 2017, 26(11): 32-41.
CHEN Xifeng, SHI Junfa, CHEN Xiufa, et al. Distribution characteristic and potential analysis of important solid mineral resources in “Belt and Road” area[J]. China Mining Magazine, 2017, 26(11): 32-41.
- [9] 刘玉林, 程宏伟. 我国铝土矿资源特征及综合利用技术研究进展[J]. 矿产保护与利用, 2022, 42(6): 106-114.
LIU Yulin, CHENG Hongwei. Research progress on characteristics and comprehensive utilization of bauxite resource in China[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2022, 42(6): 106-114.
- [10] U. S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries 2024[R]. 2024: 42-43.
- [11] 张海坤, 胡鹏, 姜军胜, 等. 铝土矿分布特点、主要类型与勘查开发现状[J]. 中国地质, 2021, 48(1): 68-81.
ZHANG Haikun, HU Peng, JIANG Junsheng, et al. Distribution, genetic types and current situation of exploration and development of bauxite resources[J]. Geology in China, 2021, 48(1): 68-81.
- [12] 江思宏, 刘超, 陈雷, 等. 全球矿产资源储量评估报告[R]. 北京: 中国地质调查局全球矿产资源战略研究中心, 2022: 1-92.
- [13] S&P Global Market Intelligence. 2024 Commodities, Screener [EB/OL]. (2024-04-16). <https://www.capitaliq.spglobal.com/web/client?auth=inherit&OktaLogin=true#dashboard/metalsAndMining>.
- [14] 曾威, 王佳营, 李俊建, 等. 华北地区铝土矿成矿规律概要[J]. 华北地质, 2021, 44(3): 25-32.
ZENG Wei, WANG Jiaying, LI Junjian, et al. Summary on metallogenic regularity of bauxite ore deposits in North China[J]. North China Geology, 2021, 44(3): 25-32.
- [15] 陈喜峰, 施俊法, 陈秀法, 等. 非洲铝土矿地质特征、成矿规律与找矿前景研究[J]. 地质与勘探, 2021, 57(6): 1203-1215.
CHEN Xifeng, SHI Junfa, CHEN Xiufa, et al. Geological characteristics, metallogenic regularity and prospecting potential of bauxite deposits in Africa[J]. Geology and Exploration, 2021, 57(6): 1203-1215.
- [16] 徐林刚, 孙莉, 孙凯. 中国铝土矿的成矿规律、关键科学问题与研究方法[J]. 矿床地质, 2023, 42(1): 22-40.
XU Lingang, SUN Li, SUN Kai. Metallogenic regularity, key scientific problems and research methods of bauxite in China[J]. Mineral Deposits, 2023, 42(1): 22-40.
- [17] 余文超, 杜远生, 周锦涛, 等. 中国铝土矿成矿作用的物质来源与深时环境因素: 进展与讨论[J]. 地质学报, 2023, 97(9): 3056-3074.
YU Wenchao, DU Yuansheng, ZHOU Jintao, et al. Provenance and deep-time environmental factors for bauxitization in China: progress

- and discussion[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2023, 97(9): 3056-3074.
- [18] 韦启锋, 农军年, 韦守东, 等. 越南铝土矿地质特征及成因浅析[J]. *矿产与地质*, 2023, 37(3): 501-506.
- WEI Qifeng, NONG Junnian, WEI Shoudong, et al. Geological characteristics and genesis analysis of bauxite deposits in Vietnam[J]. *Mineral Resources and Geology*, 2023, 37(3): 501-506.
- [19] World Bureau of Metal Statistics. *World Metal Statistics Yearbook* 2022[M]. 2022.
- [20] World Bureau of Metal Statistics. *World Metal Statistics Yearbook 2023*[M]. 2023.
- [21] 中国铝业股份有限公司. 中国铝业股份有限公司 2023 年年度报告[R]. 2024: 1-299.
- [22] UN Comtrade. Trade Data[EB/OL]. (2024-04-20). <https://comtrade-plus.un.org/TradeFlow>.