



# 全球关键矿产市场 亟待实现供需平衡与供应多元化

编者按

近年来,随着全球能源体系电气化程度的加深,铜、锂、镍、钴、石墨与稀土等关键矿产的重要性日益提升。国际能源署(IEA)近期发布《全球关键矿产展望2025》报告表示,目前关键矿产市场仍存在供大于求、价格回落现象。但长远来看,亟待解决的是关键矿产供应链集中问题。本期专题对全球关键矿产市场供需情况进行分析与预测,并结合关税政策、人工智能等热点话题,一窥全球关键矿产市场格局的变化。

本版文字由本报记者 王钰杰 提供

视觉中国 供图

延伸阅读

## 关税和经济不确定性将影响美国矿产市场

目前,美国对精炼镍产品和电池级硫酸锰的需求完全依赖进口,其国内生产的石墨不到需求的5%,精炼钴与稀土元素不到需求的25%。因此美国关键矿产高度依赖进口,其中许多关键矿产目前都免征关税。铜、锂、镍、钴、锰、天然石墨、硅、稀土元素和石油焦都被宣布免征关税,在大多数情况下,这种豁免包括从矿石到精炼金属和硫酸盐的所有形式的进口。2025年4月,美国启动了对关键矿产征收关税必要性的调查,如果调查发现进口加工过的关键矿产(包括衍生产品)会损害国家安全,可能征收特定关税。

尽管关税的直接影响暂时有限,但关键矿产市场仍可能受到两方面因素的冲击:一是更广泛的经济不确定性,二是可能削弱美国消费者对电动汽车和电池需求的相关政策。目前,

我国生产的电池约占全球电池产量的80%,如果对我国制造电池所需的矿产施加关税,美国电池价格将上涨,制造成本上升,锂、镍、钴和石墨等的需求将下降。同时,2024年,在美国部署的锂离子电池存储单元中,超过90%来自中国。这类电池几乎全部是磷酸铁锂电池,而其他任何地方都无法实现大规模生产。

随着美国新关税政策的实施,如果磷酸铁锂电池的价格受到关税影响而上涨,那么美国相关公用事业的成本将提高,相关设施的部署也将被迫推迟甚至取消。此外,如果铜的需求随电池需求下降,那么针对新铜矿的投资也将受到阻碍或被迫推迟,进而影响到建筑业与工业设备。这也可能导致中国电池和能源技术产品转向欧洲和东南亚等其他市场。

## 制度缺憾阻碍深海矿产开发

全球对镍、钴、铜等关键矿产的需求持续攀升,加之陆地资源存在供应地域集中的风险,使得深海矿产资源开发日益受到关注。这些蕴藏在200米以深海底的矿藏不仅储量丰富,其金属品位也普遍高于陆地矿床。然而深海矿产开发面临一个根本性问题,即大多数深海矿产资源位于国家管辖范围外的国际海域。

根据1982年《联合国海洋法公约》及1994年关于执行该公约的协定,国际海底管理局被赋予管理这些区域矿产资源开发的职责。作为公约缔约方共同建立的专门机构,国际海底管理局具体负责组织并管控区域内的一切矿产资源活动。截至目前,国际海底管理局已签发30余份深海矿藏的勘探合同,覆盖海域面积超过150万平方公里,合同持有者包括国家机构、国有企业和私营公司三方主体。

尽管勘探工作取得显著进展,积累了丰富的地质与环境基础数据,但商业开采尚未启动。国际海底管理局目前正在制定管理这些资源开采的条例,这些条例将成为《采矿法》的一部分,统筹解决环境保护、利益分配、责任认定、合规监管等核心问题,其立法进程直接关系到深海采矿的商业化前景。

截至2025年4月,已有32个国家支持禁止、暂停或预防性暂停深海采矿,其理由是缺乏强有力的监管框架,以及对深海采矿的环境影响缺乏足够的科学认识。当前,国际海底管理局仍

面临多个有待解决的关键问题,具体包括:财务条款和特许权使用费制度的协议尚未达成;深海采矿可能造成环境损害缺乏明确定义和评估方法;相关法律法规的遵守和执行机制尚未建立;环境标准与准则的最终版本仍未确定。

在这些悬而未决的问题中,核心争议聚焦于在法规尚未商定的情况下,采矿申请的法律地位应当如何认定。这一争议自2021年瑞鲁援引《联合国海洋法公约》“两年规则”条款后更显紧迫。根据该条款规定,国际海底管理局必须依据现行公约条款及任何临时通过的规则来审议开采申请,即便最终规章尚未确定。值得注意的是,国际海底管理局理事会当前决定,在完整监管框架出台前禁止商业开发,这实际上与《联合国海洋法公约》的约束性条款存在冲突。

近日,瑞鲁海洋资源公司宣布将在瑞鲁政府的担保下,向国际海底管理局提交商业开采申请。与此同时,美国TMC金属公司基于美国非《联合国海洋法公约》缔约国的情况,已依据美国国内法启动海底采矿许可申请程序。因此,将于下个月召开的国际海底管理局会议的成果至关重要。如果成员国能就开发规章草案的关键要素达成一致,国际海底管理局就可以着手建立监管框架,为评估未来的申请提供法律依据。否则,理事会将需要决定是否以及如何在没有完整规则的情况下审议开发申请。

## 人工智能进一步发掘地质勘探潜力

赞比亚的明贡巴铜矿床是世界上最大的铜矿床之一。该铜矿蕴藏量约为900万吨,品位为3.6%,约为普通铜矿床平均品位的七倍。该铜矿床最初发现于20世纪70年代,当时计划作为赞比亚卢班贝铜矿带的延伸部分。依靠高品位矿体,该地区铜矿的商业开采已经持续了一个多世纪,但该矿床矿体深度位于地下约1-2公里处,相对较深,导致成本高昂,给开采带来了挑战。2022年,专门从事人工智能(AI)驱动矿产勘探研究的美国企业KoBold收购了明贡巴项目的部分股份,并开始尝试将机器学习等方法应用于该矿床的勘探和开发。2024年,KoBold开始运用该矿床的遗留数据集,包括地震勘测和历史钻芯记录等来训练其AI模型。

在AI模型的建议下,成本高昂的高密度勘探正逐步减少,勘测工作更多集中在能够获得最有用数据的区域。这就使地质学家能够改进对该矿

产蕴藏量的估算,并最大限度降低成本 and 环境影响。同时,通过对地球物理、高光谱和钻探等方面数据进行集中训练,AI模型可以对已开采矿区进行重新评估,以发现传统勘探方法无法发现的新资源。此外,AI模型还被用于优化冶金工作流程,降低能耗,提高回收率。通过分析加工厂的实时传感器数据,AI系统可以动态调整温度、试剂用量和研磨粒度等参数,最大限度地提高效率,减少浪费,降低矿体深度对开采的影响。

不过,目前大多数人工智能模型都是利用现有数据,针对特定地质进行训练,这限制了它们在未勘探地区发现新资源的能力。KoBold表示,人工智能将成为地质学家与相关勘探人员的有力助手,在充分挖掘已发现矿床潜力方面发挥最大作用,该公司将进一步改进其AI模型,为更多关键矿产提供勘探开采服务。

编者按

近年来,随着全球能源体系电气化程度的加深,铜、锂、镍、钴、石墨与稀土等关键矿产的重要性日益提升。国际能源署(IEA)近期发布《全球关键矿产展望2025》报告表示,目前关键矿产市场仍存在供大于求、价格回落现象。但长远来看,亟待解决的是关键矿产供应链集中问题。本期专题对全球关键矿产市场供需情况进行分析与预测,并结合关税政策、人工智能等热点话题,一窥全球关键矿产市场格局的变化。

本版文字由本报记者 王钰杰 提供

2024年,全球关键矿产需求有所增长,其中锂需求增长近30%,保持了2023年的强劲增势,超过21世纪前十年10%的年增长率。此外,镍、钴、石墨和稀土需求增长了6%~8%;铜需求增长了3%。

然而,关键矿产供应增长超过了需求增长。由于筹备时间较短、投资量增加,2020年后的采矿活动增长率明显高于21世纪前十年,其中多数增长来自老牌产矿国,如刚果民主共和国的钴、印尼的镍、我国的天然石墨和锂等。但在锂供应增长过程中,阿根廷和津巴布韦等新兴产矿国也占了较大份额。此外,就精炼材料而言,在我国和印尼等主要生产国加工能力充足的支持下,产量增速超过了原材料供应增速。

受供大于求影响,2024年用于制作电池的矿产价格表现低迷。锂价格2023年以来下跌了80%以上;石墨和钴价格2024年下降了20%,镍价格下降了10%。而锰价格则是个例外,由于澳大利亚和加蓬的供应中断,加上需求增长,2024年下半年明显上涨。铝、铜和锌等基本金属价格2024年出现反弹,并将在2025年继续上涨,原因是主要产区减产和需求前景改善。

此外,由于资源质量下降、筹备时间延长、资本密集度提高,以及新项目开发的复杂性增加,基本金属开采量增速明显低于制作电池的金属。锡价2024年飙升了近20%,2025年前3个月又增长了20%,主要是由于缅甸和印尼等主要生产国供应中断,以及电子和半导体行业需求增加。2025年初,由于刚果民主共和国部分锡矿暂时关闭,锡价进一步飙升。受益于工业需求,特别是太阳能电池板和电子产品需求的增长,白银价格2024年大幅上涨了25%,2025年又增长了10%。

### 关键矿产生产集中化趋势明显

受价格影响,全球关键矿产生产正逐步集中化,特别是精炼金属(一般指通过不同方法得到的纯度极高的金属,如精炼锂纯度为98%~99%,精炼镍纯度为99%)。2020年~2024年,我国是铜和锂的主要精炼国,约占全球供应增长的70%~80%,全球40%以上的铜与70%以上的锂也由中国生产;我国还主导95%以上的电池级石墨和稀土生产。

印尼是镍的主要精炼国,约占供应增长的90%与全球产量的45%。就钴、石墨和稀土而言,几乎所有产量增长都是由我国推动的。2020年~2024年,全球前三大镍生产国的产量占全球总产量的份额从60%上升到80%,钴从80%上升到90%。澳大利亚Lynas公司是目前除我国以外的稀土生产主要参与者,其在马来西亚的业务占2024年全球稀土精炼产量的4%。2024年,

美国在国内和爱沙尼亚的精炼厂生产的稀土占全球精炼产量的1%。

但如果按所有权计算,美国在精炼铜和精炼锂生产过程中的作用要大得多。美国公司拥有精炼铜产量的10%以上,精炼锂产量的近15%;欧洲通过奥鲁比斯和嘉能可等公司拥有全球精炼铜产量的20%;日本则通过引能仕株式会社、三菱材料和住友金属矿业等公司拥有近15%的精炼铜产量。在此分类下,印尼拥有全球镍产量的10%,我国拥有全球精炼镍产量的65%。此外,我国还拥有全球精炼钴产量的逾75%,欧洲则占10%。

无论是按地理位置还是所有权划分,我国都是所有关键矿产的主要供应国,同时也是最大需求国。我国对铜、锂、镍、钴、石墨和磁性稀土的需求占全球总需求的一半以上。2024年,铜和镍是我国需求大于供应的两种精炼矿产。但目前印尼大部分精炼镍都供应我国,而铜仍是目前我国相对短缺的精炼材料,国内产量仅能满足消费量的75%。相比之下,电池级石墨和磁性稀土的供应过剩量最大。

### 铜锂或出现供应缺口

预计在电动汽车和电池技术发展的推动下,全球关键矿产需求将迅速增长。其中,到2040年,锂需求将增长5倍,石墨和镍需求会翻番,钴和稀土需求将增长50%~60%。与此同时,建筑业的发展、电网和工业设备的电气化也将推动铜需求增长,到2040年增幅将达到30%。电动汽车和风电需求增长促进了磁性稀土需求增长,但受磷酸铁锂(LFP)化学技术日益普及的影响,到2040年,钴需求量将仅出现少量增长。

要满足全球对关键矿产日益增长的需求,需要对新矿山和精炼厂进行大量投资。预计2025年~2040年,采矿业将需要5000亿美元投资。如果矿产需求增长快于预期,投资需求或将达到6000亿美元。其中铜投资需求最大,达到约3500亿美元。

从地域来看,预计美洲和印尼的投资水平最高,均为1000亿美元。这些国家和地区的投资主要由铜、镍和锂驱动。非洲也将有约500亿美元的投资,主要由铜矿开采驱动。钴投资主要集中在非洲和印尼,投资额约40亿美元。

事实上,产量与需求量将同步增长。近年来,关键矿产的采矿和提炼项目数量逐步增加,预计铜、锂、镍、钴、石墨和磁性稀土的采矿总市值到2040年将增加50%,达到5000亿美元。其中,铜将保持最大份额,但锂增速最快。中美洲与南美洲将成为采矿业市场价值最大的地区,这主要得益于该地区大量的铜矿。产量提升后,大部分关键矿产需求也将得到满足,但铜和锂除外。

## 英国科学家探明特殊锂矿形成机制

美国媒体近日报道,世界上最稀有的锂矿石——羟硼硅钠锂石(又称贾达尔型锂矿石)的形成机制已被英国科学家探明。目前,全球唯一的羟硼硅钠锂石矿床于2004年在塞尔维亚的贾达尔盆地发现。

羟硼硅钠锂石呈白色,是一种同时含有硼和锂的硅酸盐矿物,这意味着其开采可以同时收获硼和锂,其中锂的含量达到7.3%,与锂辉石类似,后者是锂制化学品的主要原料之一。因此,该矿石一直被认为是未来绿

色能源发展的关键之一。

《自然》期刊研究指出,羟硼硅钠锂石的形成需要同时满足三项非常特殊的地质条件。一是碱性尾间湖(即河流进入盆地后无法流出形成的湖泊)、富含锂的火山玻璃(即迅速冷却无法结晶的熔岩)和出现过特定化学变化的黏土矿物。即使满足上述条件,如果环境温度太低或酸性物质过多,这种矿物仍然无法形成。

2017年5月,贾达尔盆地的已探明锂矿

储量达到了1.36亿吨,预计可开采至少50年,可满足欧洲目前90%的锂矿需求。但其开采至今仍未开始。2017年7月,塞尔维亚政府决定启动“贾达尔项目”,于2023年开始开采羟硼硅钠锂石。但由于开采需要使用大量的水及化学物质,将污染耕地和地下水,该项目遭到了地方居民与环保主义者的强烈反对。2022年1月,该项目被塞尔维亚政府宣布取消,至今仍未重启。据分析人士表示,2028年前该项目都不会有重启的可能。

种矿产的需求和供应情况。如果加上私人资金,投资额可增至约1000亿欧元。此外,他还表示,欧盟国家增加国防开支的计划在欧盟制定原材料目标时并未考虑在内,这意味着欧洲将需要更多的矿产,如钒、钛、钼和铬。欧盟对关键矿产的需求甚至高过其对能源或其他原材料的需求,因为虽然欧盟整体需求量不大,但相关矿产的采购往往受到政治因素等多方面的阻碍。

## 欧盟需要百亿欧元以实现2030矿产目标

据路透社近日报道,分析人士表示,欧盟需要建立超过100亿欧元(约合830亿元人民币)的基金以刺激对关键矿产的勘探、开采和回收利用的投资,进而实现其在矿产方面的2030目标。目前,欧盟为绿色转型所需的锂和铜等34种矿产设定了2030年目标,即通过采矿满足10%的关键矿产年需求量,通过回收满足25%的年需求量,并且其中的40%需要在欧洲本土进行加工。同时,单一

第三国供应的矿产品不得超过该矿产品供应总量的65%。但目前欧盟对我国进口的许多关键矿产都超过了这一比例。

欧洲专注于保障原材料供给的机构EIT RawMaterials首席执行官贝恩德·舍费尔表示,欧盟需要在2028年起的下一个七年预算中预留约100亿欧元的资金,以促进采矿和回收。在地缘政治紧张局势加剧之际,欧盟需要这些经费来确定开采哪些矿产并评估每

行业动态