

DOI: 10.12401/j.nwg.2022032

试论中非矿业合作的机遇与挑战

朱清^{1,2}, 顾本杰^{1,3,*}, 邹谢华^{1,2}, 古阿雷^{1,4}, 邢凯^{1,2}

(1. 中国地质调查局国际矿业研究中心, 北京 100037; 2. 中国矿业报社, 北京 100037; 3. 中国地质大学(武汉) 资源学院, 湖北 武汉 430074; 4. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170)

摘要: 非洲成矿地质条件优越, 优质成矿带富集; 资源禀赋优良, 分布集中度高, 易于开发, 且开发潜力巨大; 矿业在绝大多数非洲国家的发展中占据重要的地位。此外, 非洲还是中国重要的海外矿业合作伙伴, 中非矿业贸易合作优势互补, 有广阔的合作前景和市场潜力。笔者归纳中非矿业合作的 3 个阶段, 指出中非矿业合作从小到大, 大有可为, 并逐步形成了外交、政策和金融 3 大保障机制。通过梳理 42 个中非矿业合作项目典型案例, 总结了经验和教训, 分析了当前中资矿企投资非洲面临的机遇和挑战, 提出基于构建中非矿业命运共同体背景下的矿业合作建议: ① 加快推进中非矿业命运共同体建设, 构建矿业市场大循环。② 强化矿业金融合作。③ 积极协助非洲矿业治理, 促进非洲矿业高质量发展。

关键词: 中非合作; 矿业投资; 命运共同体; 矿业治理

中图分类号: F062.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2023)01-0174-12

On the Opportunities and Challenges of China–Africa Mining Cooperation

ZHU Qing^{1,2}, GU Benjie^{1,3,*}, ZOU Xiehua^{1,2}, GU Alei^{1,4}, XING Kai^{1,2}

(1. International Mining Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China; 2. China Mining News, Beijing 100037, China; 3. School of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 4. Tianjin Center of China Geological Survey, Tianjin 300170, China)

Abstract: Africa has superior metallogenic geological conditions, rich in high-quality metallogenic belts. Africa also has excellent resource endowments, high distribution concentration, low development difficulty, and huge development potential. Mining plays an important role in the development of most African countries. In addition, Africa is also an important overseas mining partner of China. China–Africa mining trade cooperation has complementary advantages and has broad cooperation prospects and market potential. This paper summarizes the three stages of China–Africa mining cooperation, and points out that China–Africa mining cooperation has great potential from small to large, and has gradually formed three guarantee mechanisms of foreign affairs, policy and finance. By sorting out 42 typical cases of China–Africa mining cooperation projects, this paper summed up experience and lessons, analyzed the current opportunities and challenges faced by Chinese-funded mining companies investing in Africa, and put forward suggestions on mining cooperation based on the context of building China–Africa mining community with a shared future: First, Accelerate the construction of China–

收稿日期: 2022-09-21; 修回日期: 2022-10-17; 责任编辑: 吕鹏瑞

基金项目: 中国地质调查局项目“全球矿业大数据挖掘集成与智能决策服务平台建设”(DD20201118), “战略性矿产资源市场跟踪与矿业大数据分析”(DD20211403), “地质调查成果多维度传播与推广”(DD20190482)联合资助。

作者简介: 朱清(1983–), 男, 博士, 研究员, 研究方向为资源产业经济。E-mail: zhuq@mail.cgs.gov.cn。

* 通讯作者: 顾本杰(1998–), 男, 硕士在读, 研究方向为资源产业经济。E-mail: 514543811@qq.com。

Africa mining community with a shared future and build a large mining market cycle. Second, strengthen mining financial cooperation. Third, actively assist African mining governance and promote high-quality development of African mining.

Keywords: China-Africa cooperation; mining investment; community of destiny; mining governance

非洲是世界第二大洲,有54个国家和地区,人口占全球的17%,市场潜力巨大。当前非洲正处于工业化发展的初期阶段,未来10年GDP增速有望保持在5%以上,超过全球平均水平,是中国产能合作最重要的区域之一。40年来,中非矿业合作由小到大,快速发展,经验与教训并存,机遇和挑战同在。坚持中非命运共同体理念,矿业合作将大有可为。笔者梳理非洲资源禀赋、中非矿业历程及其经验教训,分析了当前中资矿企投资非洲面临的机遇和挑战,以期为中非矿业合作可持续发展提供参考。

1 非洲成矿地质背景及资源禀赋

1.1 非洲成矿地质条件优越

非洲大陆经历了漫长的地质演化时期,根据目前已获得最古老的岩石样本,非洲大陆地质年代可追溯至36.6亿年(Kröner et al., 2019)。非洲大陆的地质历史涵盖了现已识别的4个主要超大陆的聚合与裂解事件时期,从而经历了与之相关的成矿作用高峰期(陈喜峰等, 2022),形成了丰富的矿产资源和众多的矿床类型(图1)(任军平等, 2021)。

3.8~2.5 Ga期间,布什维尔杂岩体和津巴布韦大岩墙产出了非洲绝大部分的铬。在塞拉利昂、利比里亚、几内亚和科特迪瓦的太古宙花岗绿岩带中多数有金、铁等多种类的矿化,特别是金、锰、金刚石、铁,还有小但具有经济意义的硫化物矿化(包括伟晶岩内的铅、铜、锑、银、镍、钴、锂、锡、铌等)。非洲太古宙克拉通形成伴随大量的Au、Cr、Ni、PGE等产出,为后续成矿作用提供了重要的物质基础(陈喜峰等, 2022)。

2.5~1.75 Ga期间,非洲南部大部分地区已经趋于稳定和刚性,形成了广泛的大陆沉积盆地,浅海相沉积(砂岩和石灰岩)首次大量堆积,世界级的金、铀、锰、铁、铜、锌和萤石等矿产蕴藏在早期南非盆地之内。这一时期,中部非洲和西部非洲经历造山运动,形成了主要的山脉,并伴生了金、金刚石、锰和铀等矿产,如加纳的金、金刚石和锰等矿产,加蓬的富铀、

富锰矿等矿产(陈喜峰等, 2022)。

经过漫长的地质演化,非洲大陆形成了众多大型成矿带与矿集区,包括中非层控型铜钴矿带(赞比亚和刚果金)(任军平等, 2013a; 孙凯等, 2022a);南非威特沃特斯兰德盆地的金-铀矿集区(王杰等, 2014; 任军平等, 2015; 宫红良, 2022);加纳、刚果金、塞拉利昂和坦桑尼亚的造山型金矿集区(任军平等, 2013b; 孙宏伟等, 2018);西非几内亚-利比里亚等国的BIF型铁矿石集中区(郑瀚等, 2019);南非卡拉哈里BIF型锰-铁矿集区(孙凯等, 2022b);南非金伯利、纳米比亚、博茨瓦纳、安哥拉的钻石富集区;喀麦隆、几内亚、几内亚比绍铝土矿集区(陈喜峰等, 2021);南非布什维尔杂岩体的铬、钒、铂族元素矿集区(吕林素等, 2011);津巴布韦大岩墙铬和铂矿集区(刘军等, 2014; 孙凯等, 2019);南非、莫桑比克、塞拉利昂和喀麦隆发育的钛铁矿、金红石、含锆重砂矿集中区(宋国明, 2012; 肖晓林等, 2014; 张振芳等, 2021);纳米比亚和尼日尔的铀矿集区(傅成铭等, 2006; 刘增洁, 2010);以及摩洛哥磷酸盐矿集区等(陈喜峰等, 2022)。

1.2 非洲矿产资源禀赋优良、潜力巨大

非洲矿产资源种类多、储量大,是全球最重要的矿产资源供应地之一。非洲矿产资源具有分布集中的特点,大型和高品位的矿床较多,便于开发利用。按矿种大致可分为5个大类:能源矿产、大宗固体矿产、贵金属矿产、战略性新兴产业和非金属矿产(非能源类)。从矿种数量来看,目前世界上已探明的150余种地下矿产资源在非洲都有储藏,其中至少有17种矿产储量居世界首位:如铂、锰、铬、铌等金属矿物储量约占世界总储量的80%,黄金、钻石等矿藏占世界总储量的一半以上(陈喜峰等, 2021; 任军平等, 2021)。非洲矿产资源总价值约占全球的23%,但现有矿业产值仅占全球的9%左右,开发强度低,是资源开发潜力最大的大洲(王秋舒等, 2019)。

根据BP公司发布的《世界能源统计年鉴2020》数据,非洲“煤油气”三大能源类矿产储量占全球比重均为7%左右,且主要集中分布在少数几个国家,如非洲近90%的煤炭分布在南非;90%的天然气分布在

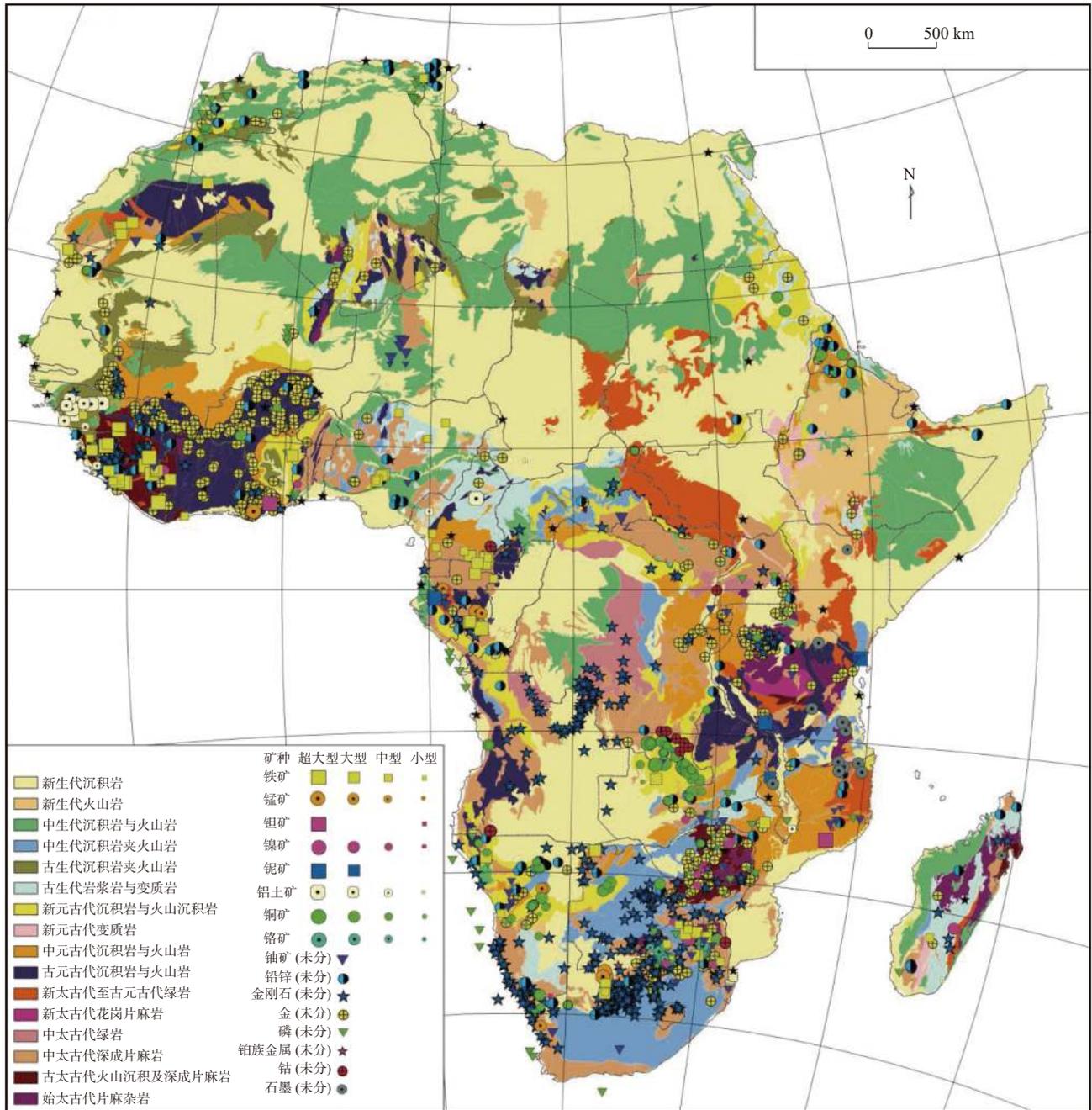


图1 非洲主要矿产地理分布简图(据任军平等, 2021)

Fig. 1 A simplified map of the geographical distribution of major minerals in Africa

尼日利亚、阿尔及利亚、莫桑比克、埃及和利比亚五国; 84%的石油分布在利比亚、尼日利亚、阿尔及利亚和安哥拉四国。

非洲大宗固体矿产在全球居于重要地位, 其中铝、锰、铬等资源量位居世界第一; 非洲铁矿石资源量占全球的15%, 且99%分布在70个中大型以上规模的矿床(赵宏军等, 2018); 铜资源量占全球比重为9.5%, 其中85%以上分布在刚果(金)和赞比亚; 铝土矿探明

储量占全球总储量的33.6%, 位居世界第一, 其中90%以上分布在几内亚(陈喜峰等, 2021); 锰矿和铬矿资源量占全球比重分别为68%和59%, 均为世界第一, 其中70%的锰矿和80%的铬矿分布在南非(栾卓然等, 2021; 孙宏伟等, 2022)。

非洲贵金属资源丰富, 主要集中分布在南非。据标普数据, 非洲铂族金属储量占全球比重超90%, 主要分布在南非和津巴布韦, 其中南非是世界最大的铂

族金属资源国(王丰翔等, 2021); 非洲黄金储量占全球比重为 17%, 南非还是世界第一大金资源国, 拥有非洲 40% 的金。金和铂族金属也是非洲固体矿产勘查投资最多的矿种。

非洲锂钴镍等战略性新兴矿产资源丰富。非洲已探明锂矿约 80% 分布于刚果(金)和马里; 钴资源量占全球比重为 55%, 矿床规模大、品位高, 90% 分布在中非铜钴矿带; 镍资源量占全球比重为 14%, 南非是非洲第一大镍资源国, 占非洲镍资源量的 54%; 铀金属资源集中于津巴布韦和纳米比亚, 位居全球储量的第二、第三名, 两国储量合计占全球比重为 42.9%。

非洲的非能源类非金属矿产分布集中同样很高。在肥料矿产方面, 非洲磷矿储量占全球比重为 84%, 其中 90% 以上分布于摩洛哥及西撒哈拉地区, 同时探明资源量储量高度集中于大型及以上规模的 15 个矿床内; 钾盐矿产主要集中分布在 3 个成矿区, 资源潜力较大, 但开发利用程度较低。在其他非金属矿产方面, 据标普数据, 非洲金刚石储量占全球比重为 38%, 分布广泛但主要集中在中南部地区, 博茨瓦纳、刚果(金)、南非和安哥拉四国储量占非洲的 86%。

2 非洲矿业发展历程及其特点

2.1 非洲矿业开发阶段及其贡献

非洲的矿业开发可以追溯到工业革命后的 19 世纪末期, 根据其不同时期的特点大致可分为以下 3 阶段。

殖民地时代(1884~1952 年): 主要是柏林会议到独立浪潮前。19 世纪中后期, 已完成或正在进行工业革命的西方国家为获取大量的工业原料和广阔产品市场, 从非洲沿海向内陆, 加紧了侵略, 掀起了瓜分非洲的狂潮。这一时期, 非洲大量矿产资源遭到掠夺, 长期被殖民宗主国把控。保护矿产等国有资源不受外部势力掠夺逐渐成为非洲人民的普遍共识。

独立浪潮时代(1952~1990 年): 开始的标志是 1952 年非洲独立, 直至 1990 年纳米比亚独立, 标志着非洲所有国家完成独立。非洲各国出台了大量限制外资的政策和条款, 矿业政策普遍具有保护主义色彩。这些政策虽然导致外资的流出致使非洲矿业发展缓慢, 但是起到了限制外部势力掠夺非洲矿产资源的作用, 提升了本土资源权益。

后独立时代(1990 年至今): 20 世纪 90 年代, 为走

出经济衰退, 非洲国家逐步开放矿业政策, 各国新矿业法不断出台, 矿业政策总体呈现放开态势——支持外资和矿业企业发展。各国新矿业法的推出, 吸引了大量国际资本和国内私营资本的进入, 有力的推动了非洲矿业的发展。20 世纪 90 年代中期以后, 非洲矿业的勘探、新建矿山及矿产生产都有大幅增加, 非洲经济实现了增长速度快、通货膨胀率低的“一高一低”发展态势。部分非洲国家政策导向调整频繁, 南非等少数国家资源保护主义频频抬头。

矿业是很多非洲国家的支柱产业, 其矿业部门的产值及占 GDP 比例都排在全国前列。矿业行业为非洲国家提供税收, 吸纳就业, 提高交通、水电等基础设施水平, 加快了现代化建设的进程。2019 年, 非洲矿业产值(由于没有矿业行业产值增加值的数据, 故使用矿业产值替代)占 GDP 的比例超过 10% 的国家有 14 个(图 2), 其中 GDP 排名非洲前十的有阿尔及利亚(21.3%)和安哥拉(33.3%)2 个国家; 排名前二十的还有利比亚(49%)、刚果(金)(33.5%)、喀麦隆(42.3%)、赞比亚(16.9%)和津巴布韦(11.4%)(任军平等, 2021)。矿业还是很多非洲国家最重要的创汇部门, 其矿产品出口额占总出口额的一半以上。据世界银行数据, 2020 年非洲矿产品出口额占商品总出口额的比例超过 30% 的有 6 个国家(图 3), 其中 GDP 排名前二十的有南非(31.4%)、刚果(金)(74.2%)和津巴布韦(44.8%)3 国。

2.2 非洲矿业不均衡开发明显受资源禀赋和经济发展影响

受历史、自然地理、经济和社会发展、制度等多方面因素的影响和限制, 非洲不同国家的矿产资源勘查和开发程度不尽相同。

从区域来看, 表现为开发程度与资源禀赋水平呈正相关关系, 资源禀赋优质的区域往往优先开发。西部和中南部非洲的地质勘查程度和矿产开发程度相对较高。据标普数据, 勘查资金投入方面, 2021 年非洲地区勘查资金投入排名前十的国家中, 西部和西南部非洲国家独占六席, 包括马里、布基纳法索、加纳、科特迪瓦、纳米比亚和几内亚, 6 国矿业资金投入总额为 5.48 亿美元, 占非洲总勘查资金投入的 50%; 南部非洲排名前五的国家刚果(金)、南非、博茨瓦纳、赞比亚和津巴布韦 2021 年勘探资金投入总额为 3.15 亿美元, 占非洲总勘查资金投入的 28.8%。

从国别来看, 按国民经济对矿业的依赖程度

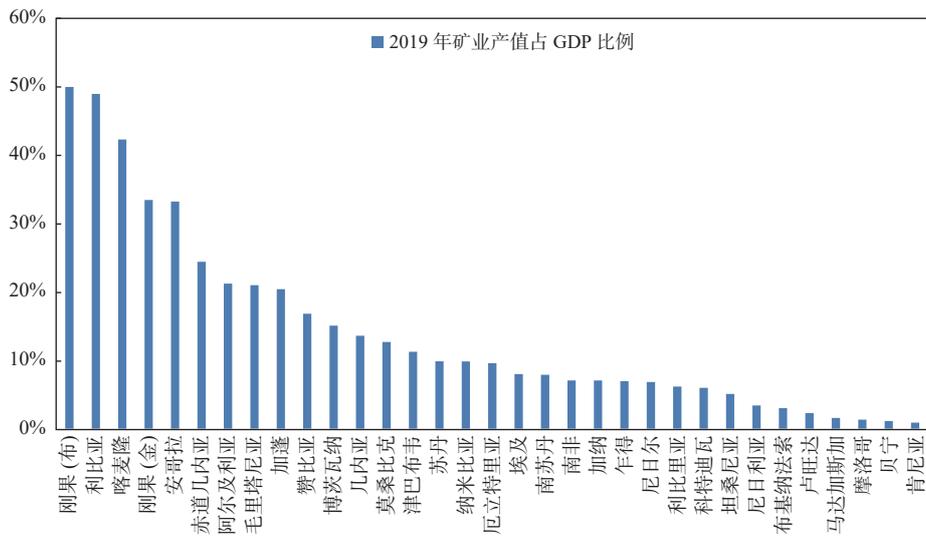


图2 部分非洲国家2019年矿业产值占GDP比例

Fig. 2 Mining output value to GDP ratio of some African countries in 2019

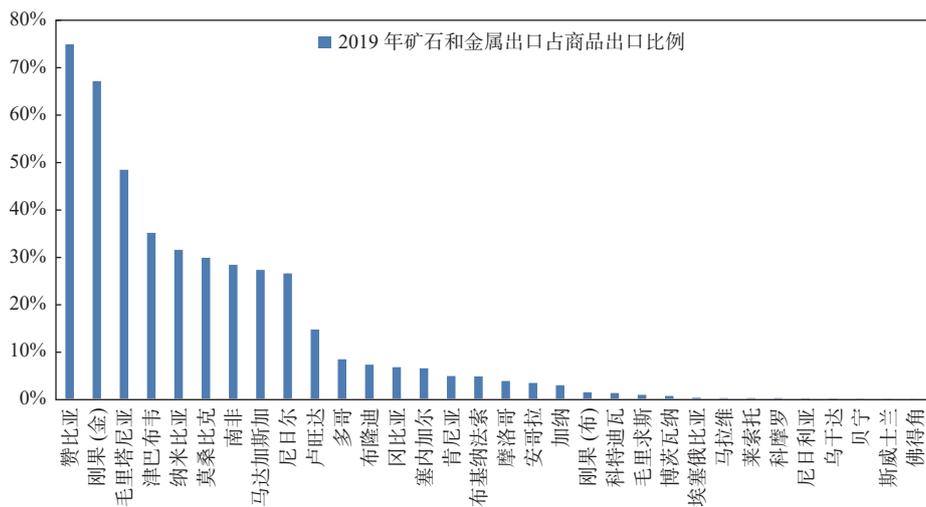


图3 部分非洲国家2019年矿石和金属出口占商品总出口的比例

Fig. 3 Selected African countries' ore and metal exports as a share of total merchandise exports in 2019

(图2),可以分为3个层次。①刚果(布)、利比亚、喀麦隆、刚果(金)和安哥拉等国家,其矿业产值占GDP比重超过30%,国民经济对矿业依赖程度极高。②赤道几内亚、阿尔及利亚、赞比亚、几内亚和津巴布韦等国家,其矿业产值占GDP比例低于30%但高于10%,国民经济对矿业依赖程度较高。③其他国家,其矿业产值占GDP比例低于10%,国民经济对矿业依赖程度较低(任军平等,2021)。

从非洲成矿规律来看,部分国家国民经济对矿业依赖程度低,很有可能是地质勘查工作程度低的表现,其矿产资源禀赋虽然不比刚果(金)等国家,实则同样具有较大的开发空间,如马达加斯加、中非和乍得等

国由于仅对第四系覆盖较浅且基岩大面积出露的很小一部分地区做了较为详细的地质勘查和研究工作,而对第四系覆盖较厚地区基本未作基础勘查和物化探工作,导致其矿产资源开发程度和矿业产业发展程度都较低。近年来,非洲国家纷纷推动矿业发展,加大资源勘查和开发力度,矿业开发具有很大的潜力。

3 中非矿业合作发展历程及其成效

3.1 中非矿业合作发展历程

相较于贸易和援助,中非投资合作在改革开放之后才逐步展开,起步相对较晚。根据中国对非洲投资

规模和投资政策的发展变化,中资矿企投资非洲大体可以分为摸索起步、稳步推进和快速发展3个阶段。

3.1.1 摸索起步阶段(1978~2000年)

1978年,中国开始实施改革开放战略,中非经贸合作关系由单一的政府间官方援助向互利合作方向发展。1979年后中国对外投资政策逐步放宽,提出“出国办企业”,首次把发展对外投资作为国家政策;1999年中国出台《关于鼓励企业开展境外带料加工装配业务的意见》,进一步扩大出口。这一时期,中国与非洲国家间建立了友好紧密的双边合作关系,为中资矿业企业投资非洲提供了基础和条件。中非合作在坚持“平等互利、讲求实效、形式多样、共同发展”的经济合作四项原则的基础上摸索起步,逐步开始探索中非矿业合作的保障机制。以美苏冷战为节点,这一时期,可分为2个十年。①1979~1990年,中国在非洲共投资102个项目,投资总额5119万美元(刘乃亚等,2008),投资对象国主要集中在埃及、加纳、刚果(金)等与中国关系密切的国家。冷战结束后,中国积极推动中非合作方式多样化和合作主体多元化,扩大对非投资,并出台多项举措推动对非投资的发展。②1991~2000年,中国对非洲投资规模明显扩大,投资了一些规模较大、影响深远的项目,其中具有代表性的项目有中石油苏丹项目、中钢南非ASA铬矿项目、中国有色赞比亚谦比希铜矿项目等。截至2000年底,对非洲投资项目累计499个,双方协议投资总额达9.9亿美元,其中,中方协议投资额6.8亿美元(刘乃亚等,2008)。

3.1.2 稳步推进阶段(2000~2012年)

2000年,中国正式提出“走出去”,在金融、保险、外汇、财税、人才、法律、信息服务、出入境管理等方面健全对境外投资的服务体系,逐渐完善对中非矿业合作的保障,外交、政策、金融“三位一体”的保障机制初步成型。2000年中非合作论坛成立,成为中非集体对话与多边合作机制实施的平台;2006年,中非合作论坛北京峰会上,双方决定建立和发展政治上平等互信、经济上合作共赢、文化上交流互鉴的中非新型战略伙伴关系。中国先后在项目审批、境外投资核准权限、境外投资管理办法、对外投资外汇管制、非洲投资专项支持和非洲矿业投资政策等方面出台了多项政策鼓励中资企业“走出去”。例如,2006年发布《中国对非洲政策文件》,强调加强中非在资源领域的信息交流与合作,鼓励和支持有实力的中国企业

按照互惠互利、共同发展的原则,采取多样化的合作方式与非洲国家共同开发和合理利用资源。

随着中国对外直接投资连续多年快速增长,中资矿业企业对非洲投资额快速增加(赵琪等,2016),截至2011年底,中国对非采矿业投资额占对非总投资额的31%。2004~2012年,中国矿业企业对非洲投资项目数达466个,共涉及非洲国家41个,投资项目主要集中在赞比亚、刚果(金)和津巴布韦等国,这一时期典型的投资项目有中国有色集团赞比亚卢安夏铜矿项目、中石油尼日利亚项目、中广核纳米比亚湖山铀矿项目、中钢南非萨曼可铬矿项目等。

3.1.3 高质量发展阶段(2013年至今)

2013年,提出共建“一带一路”倡议,以政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通为主要内容。同年,就对非合作上中国提出“真、实、亲、诚”的方针,并创造性地提出义利相兼、以义为先的义利观,作为中国与非洲外交的基本理念和基本指导原则(张颖,2018)。2015年中非合作论坛约翰内斯堡峰会上增资中非发展基金50亿美元并设立中非产能合作基金,该基金通过以股权为主的多种投融资方式,服务于非洲的“三网一化”建设,主要投资于非洲地区能源矿产、高新技术、基础设施和制造业等领域。中资企业对非洲投资外交、政策、金融“三位一体”的保障机制得到发展并逐步成型。

据标普项目库数据统计,截至目前中资企业在非洲共有155个矿业项目,这一时期典型的大型投资项目有紫金矿业刚果(金)科卢韦齐铜钴矿项目、紫金矿业刚果(金)卡莫阿铜矿项目和中铝几内亚博法铝土矿项目等。

3.2 中非是重要的矿业贸易伙伴,优势互补、合作潜力巨大

经过40多年的发展,中国与非洲国家已成为重要的矿业贸易伙伴,双方优势互补,合作潜力巨大。在能源矿产方面,非洲向中国出口大量的能源矿产。据联合国贸易数据库统计:2020年中国进口原油的14%(安哥拉7.9%)、天然气的8%(尼日利亚7%)、65%铀矿(全部来自纳米比亚)来自非洲,非洲总出口量38%的原油、4%的天然气的0.7%的煤炭和42%的铀矿流向中国,中非煤炭贸易比重较小。

中非大宗固体矿产贸易上下游互补。非洲向中国出口了大量的金属矿产,向中国进口金属冶炼产品。据联合国贸易数据库统计:2020年,非洲向中国出口

的铝土矿占中国进口总量的47%(几内亚35%)、铁矿石占5.3%(南非4.5%)、铬矿占85%(南非50%)、钛矿占54%(莫桑比克31%)和锰矿占70%(南非49%);同时非洲向中国进口钢铁、铝材分别占非洲进口量的31%、60%。

中国是非洲重要贵金属矿产贸易伙伴,部分非洲国家贵金属矿石出口到中国占非洲出口全球比重很大,但占中国进口不到1%。随着非洲贵金属投资的持续扩大,将来增长空间很大。

非洲是中国重要的战略新兴矿产贸易伙伴。据联合国贸易数据库统计:2020年中国进口钴矿的98%(几乎全部来自刚果(金))、钽铌矿的76%(安哥拉40%)来自非洲。此外,在肥料矿产方面,中国虽然是磷矿丰富的国家,但也向非洲进口部分优质磷矿。预计2035年中国从非洲进口矿产资源量将上升到25%,矿业合作潜力巨大。

4 非洲矿业投资项目的经验与教训

笔者梳理了42个中资投资非洲矿业项目的案例,总结分析其经验教训(表1)。其中,已经投资成功案例24个,典型的有紫金矿业刚果(金)科卢韦齐铜钴矿项目、华刚矿业刚果(金)铜钴矿项目和中广核纳米比亚湖山铀矿项目等;未能取得成功的案例5个,典型的有山东钢铁塞拉利昂唐克里里铁矿项目和金川集团赞比亚穆纳利镍矿项目;项目是否成功尚需进一步观察的有13个。

4.1 经验

(1)国别选择上,注重“地利”。非洲投资成功的项目,多数位于与中国外交关系较好的国家,如刚果(金)、南非、尼日利亚和赞比亚等。矿业投资与东道国经济发展总体目标一致,注重开展战略层次的合作,得到双方政府的大力支持,典型项目有中广核纳米比亚湖山铀矿项目和华刚矿业刚果(金)铜钴矿项目等。

(2)项目进入时机上,注重“天时”。成功项目投资多选择在双边关系突飞猛进的时期。在“一带一路”倡议与非盟《2063年议程》衔接的背景下,非洲矿业项目投资,既是中资矿企的机遇,又能促进双边关系发展。如2005年中尼两国建立战略伙伴关系后,于2006年开始的中石油尼日利亚项目;2015年国家领导人到访刚果(金)后,紫金矿业刚果(金)科卢韦齐

铜钴矿项目快速推进。

(3)项目经营上,注重“人和”。矿业企业高度重视企业社会责任履行,积极缴纳政府税收,促进当地经济发展,项目建设和运营注意采用先进技术降低污染,保护当地环境,带动当地就业和相关产业的发展,树立良好的社会形象,获得当地政府和社区大力支持。典型项目有中铝几内亚博法铝土矿项目和中化尼日利亚丹格特炼油厂项目等。

(4)形成了3种代表性的矿业投资模式。①境外经贸合作区模式,如赞比亚中国有色工业园等,该模式已成为中国企业“走出去”的重要模式(黄梅波等,2012)。境外经贸合作区为中国企业进入非洲提供了便利,降低海外投资风险;为非洲东道国改善了基础设施,延伸了产业链,促进了当地经济均衡发展。②安哥拉模式,主要特点是“资源-贷款-基础设施建设/产能合作”一体化开发,肇始于安哥拉石油投资合作(汪峰,2015),拉动经济增长,优化中国石油供给结构,实现了中安双赢,后在刚果(金)、苏丹等国矿业合作中得到应用。③苏丹模式,主要特点是以油气产量分成合同为基础,中资企业负责油气产业链上下游一体化投资开发,发展非洲国家资源加工产业,提升非洲作为原材料基地的附加值,推进非洲工业化。

4.2 教训

(1)对国际政治和投资国政策变化的预案不足。在中美博弈背景下,美国和欧洲等原非洲宗主国加强对非洲的影响,非洲部分国家成为地缘政治斗争区域,同时部分非洲国家民族主义和资源保护主义抬头,矿业相关政策法律经常变动。如中石油利比亚项目,由于2011年美国发动利比亚战争的爆发导致项目重大挫折。如洛阳钼业收购刚果(金)Tenke Fungurume铜钴矿项目,政府突然修订新采矿法增加税收,造成企业生产成本大幅抬升,叠加国际铜钴价格低迷导致其短期无法盈利。

(2)对投资国治理结构和文化差异应对不足。绝大多数非洲国家与中国在政治体制上区别很大,语言、文化习俗和宗教信仰也相距甚远。非洲大量国家曾是被殖民过的国家,受西方治理体系影响,存在弱政府、大社会的情况,基层和社会组织的权利很大。非洲的工会通常采用游行抗议、罢工等方式和政府达成协议,影响力非常大。非洲各国的NGO组织既受政府影响,也与西方国家联系密切,是西方国家在非洲培植并构建影响力和话语权的重要手段,如山东钢铁

表1 部分中非矿业合作项目详细情况

Tab. 1 Details of some China-Africa mining cooperation projects

序号	项目名称	国家	中方企业	储量和资源量	权益	矿种	项目状态	遭遇的风险	成功或失败的原因
1	谦比希铜矿	赞比亚	中国有色矿业集团	铜储量500万t, 平均品位为2.2%	85%	铜	成功	2011年10月由于公开反对中国投资的总统候选人萨塔当选总统, 谦比希铜矿发生了为期两周的大罢工事件	当选后萨塔对中国投资的态度由反对变为支持, 并委派赞比亚矿业部长斯穆萨出面调停罢工。
2	卢安夏铜矿	赞比亚	中国有色矿业集团	保有地质资源量含铜金属257万t, 含钴金属10万t	80%	铜	成功	政策变动风险: 赞比亚不同党派之间的意见分歧和政党更迭, 导致政策不断变化; 金融风险: 赞比亚商业银行贷款利率较高, 货币汇率不稳定; 人力资源风险: 赞比亚当地员工技能水平达不到公司需要; 跨文化经营风险, 企业进入初期不被当地社区接受	长期深耕海外, 国际化程度高; 国际化视野, 专业管理团队; 技术革新, 展现先进技术; 多措并举, 积极应对各类风险; 积极对抗疫情, 实施优惠政策
3	科卢韦齐铜钴矿	刚果(金)	紫金矿业	铜169万t, 品位为2.88%; 钴4.8万t, 品位为0.08%	72%	铜、钴	成功	项目进行顺利, 未遭遇明显风险	紧跟国家部署, 投身“一带一路”建设; 矿山建设迅速, 树立海外项目建设典范; 积极履行社会责任, 促进当地业化发展
4	华刚矿业刚果(金)铜钴矿	刚果(金)	中国中铁股份有限公司、中国电力建设集团有限公司	控制矿石量2.5亿t, 铜品位为3.47%, 钴品位为0.215%, 铜金属量868万t, 钴金属量54万t。	41.72%、25.28%	铜、钴	成功	项目进行顺利, 未遭遇明显风险	领导层适时转变观念, 创新建设思路; 全面优化建设方案, 快速推进项目建设; 多元化融资渠道, 保障项目顺利启动; 积极履行社会责任, 得到当地政府和社区支持
5	湖山铀矿	纳米比亚	中国广东核电集团	28.6万t U ₃ O ₈ ,	54%	铀	成功	项目进行顺利, 未遭遇明显风险	重视革新新技术, 严格缴纳税收获赞方政策支持; 积极履行社会责任, 获得当地政府和社区支持
6	博法铝土矿	几内亚	中铝	保有可开发资源量约17.5亿t	85%	铝	成功	项目进行顺利, 未遭遇明显风险	高度重视企业社会责任履行, 获得当地政府和社区大力支持; 项目建设和运营注意采用先进技术降低污染, 保护当地环境; 项目带动当地就业和服务业发展
7	丹格特炼油厂	尼日利亚	中国化学工程股份有限公司、中化第十三建设有限公司			承包工程	预计2022Q4投产	项目进行顺利, 未遭遇明显风险	注重当地经济发展, 得到政府和居民支持; 项目选址位置优越, 极大助力项目运营

续表1

序号	项目名称	国家	中方企业	储量和资源量	权益	矿种	项目状态	遭遇的风险	成功或失败的原因
8	Tenke Fungurume 铜钴矿	刚果(金)	洛阳栾川钼业集团股份有限公司	铜2451.1万t, 品位为2.9%; 钴245.1万t, 品位为0.3%	80%	铜、钴	预计2023年复产	刚果(金)新采矿法出台导致企业生产成本大幅上升, 以及国际钴和铜的价格暴跌等风险的叠加影响	政策变化叠加疫情影响, 风险管控有待加强。对当地局势以及国际铜钴价格把握不充分, 当地政府突然增加税收, 在有收益的情况下, 变为负增长, 加之国际铜钴价格低迷等叠加影响导致无法盈利
9	唐克里里铁矿	塞拉利昂	山东钢铁集团	总资源量为128亿t, 其中直运型赤铁矿(DSO)1.3亿t, 平均品位为58.1%; 红土型矿石11.2亿t, 品位为40%; 磁铁矿115亿t, 平均品位为30.1%	100%	铁	失败, 目前处于关停状态	国际市场风险: 国际铁矿石价格自2014年下半年以来暴跌; 非传统安全风险: 2020年来新冠疫情蔓延带来负面影响; 跨文化经营风险: 企业进入初期不被当地社区接受	不重视风险评估, 多重风险叠加; 且没有可行的风险应对策略; 没有积极履行社会责任
10	穆纳利镍矿	赞比亚	金川集团	镍金属储量约10万t	51%	镍	失败, 目前运营控制权已移交给英国联合镍业有限公司	金融风险: 赞比亚商业银行贷款利率较高, 货币汇率不稳定; 市场经济风险: 金川集团误判了国际市场形势, 投资时机判断失误, 当时国际镍价格不稳定	研判国际市场形势有误, 未能精准把握投资时机; 核心技术创新力度不足, 缺乏国际竞争力; 赞比亚政局不稳, 未建立稳定合作关系

塞拉利昂唐克里里铁矿项目、以及中国有色集团赞比亚谦比希铜矿项目、卢安夏铜矿项目都曾受 NGO 组织影响暂停生产或罢工等情况。

(3) 矿业企业治理水平有待提升。市场调研发现, 国有企业管理较为谨慎, 效率还有提升空间。如中钢南非 ASA 铬矿项目扩建时自有资金不到位, 导致成本上升, 叠加营商环境风险进而产生持续亏损。民营企业资金链管理困难, 流动资金紧张、中长期融资困难、发债成本较高情况较为普遍。如华钰矿业在 2019 和 2020 年面临债务危机, 控股股东部分股权被动减持和司法拍卖, 剩余股份被冻结。

(4) 投资策略上抱团发展不足, 对原宗主国和资源国企业联合不够。中资矿企对外投资历史短, 多数企业对外投资经验不足, 缺乏成熟的海外市场经营和属地化管理能力, 部分存在无序竞争, 削弱了市场竞争能力。反之成功的重大项目, 则较好的团结了绝大多数利益相关者, 如几内亚博法铝土矿项目。

5 非洲矿业投资的机遇与挑战

世界格局总体是东升西降, 现在主导力量尽一切努力保障在国际治理中的地位, 抑制新兴力量的崛起。新冠疫情叠加俄乌战争背景下, 全球化退潮, 传统全球治理体制机制面临重大调整。非洲矿业投资机遇与调整并存。

5.1 机遇

(1) 全球产能转移和非洲工业化现代化需求并存, 非洲经济持续发展趋势未有根本改变。全球第五次产能转移将导致劳动密集型产业向非洲等地区转移, 与非洲工业化现代化需求和经济多元化政策相适应, 加速非洲发展进程。许多非洲国家以工业化推进经济发展, 人口红利开始兑现, 基础设施建设情况逐步改善, 为非洲承接新一轮国际产业转移奠定了基础。

(2) 中非共建“一带一路”, 矿业产业互补性强,

产能合作空间大。非洲是“一带一路”倡议和国际产能合作的重点地区。中国拥有的大量优势产业和富余产能转移需求;非洲拥有丰富的资源资本、人力资本和巨大市场,中非产能合作需求巨大(姚桂梅, 2017)。此外,非洲的工业化欠账决定了其碳排放空间很大,具有很大的工业发展权。全球冶炼产能向非洲转移。中国输出强大的冶炼加工产能,提升非洲工业化水平,降低全球矿业制成品成本,存在很大的多赢空间。

(3)独立大潮以来,西方国家存在退出非洲矿业投资的一股暗流。西方国家矿企避险情绪持续升高。西方矿业公司收缩或退出在非投资可能给中国企业带来并购机会。例如,洛阳钼业从自由港集团收购刚果(金)Tenke Fungurume 铜钴矿,巴里克黄金出售其在赞比亚 Lumwana 铜矿等。

(4)部分国家放松矿业管制以应对经济下行。疫情以来,非洲经济复苏缓慢,多数非洲国家鼓励外资开发矿产资源、发展矿业经济,政策法规相对宽松。例如,津巴布韦、莫桑比克、摩洛哥、尼日利亚等国家政府加大力度鼓励矿业发展和投资,要求矿业公司加快矿业项目开发,以期借助采矿业促进经济增长。

5.2 挑战

(1)疫情以来,非洲经济复苏难以达到预期,社会总体风险和债务风险可能增加。在新冠疫情大流行之前就高企的非洲债务水平受疫情影响急剧上升。撒哈拉以南非洲的公共债务达到近二十年来的最高水平,支付的债务利息占整个非洲地区税收的20%。如去年北非的公共债务占GDP的88%。此外,中国在非洲规模较大的资源类项目,经营风险上升,可持续性不足。

(2)部分国家受地缘政治影响,政策风险加大。全球地缘政治形势的复杂化很可能引发非洲内部的相关连锁反应,这为所有在非洲地区开展经贸合作的国家和企业带来了考验。博茨瓦纳、刚果(金)、纳米比亚和赞比亚4个非洲国家加入美国主导的能源资源管理倡议;美军非洲司令部在赞比亚设立安全办事处等事情均可能会对未来中资投资项目受到影响。

(3)非洲地区战略新兴矿产投资竞争加剧。非洲国家的镍、钴、锂、铌、稀土等战略性新兴矿产资源丰富,且大都处于勘探开发的初级阶段。世界各国相继签署《巴黎气候协定》,加速了新能源行业的崛起,世界各国也都加快了新能源布局。近年来,以美国为首的西方发达国家不断加大对非洲稀土、钴矿、锂矿项

目的投入,极大加快了非洲战略新兴矿产的勘探开发速度。

(4)矿业行业全球治理水平提升,需要积极适应ESG等新的全球治理规则。国际组织强调将ESG原则融入矿业企业的核心业务中。非洲地区国家由于其弱政府的社会治理结构的独特性,工会和NGO组织拥有很强的话语权和影响力,矿业企业在当地开展项目则要对ESG治理能力提出更高要求。高规格的行业治理要求带来了行业壁垒,为后续进入的企业带来更高成本要求(朱清等, 2022)。

6 未来合作建议

(1)加快推进中非矿业命运共同体建设,构建矿业市场大循环。①坚持命运共同体理念,开展矿业合作。通过项目合作、股权合作、产业链上下游合作和基础设施建设合作等多种方式,寻求与当地企业、国际大型矿业公司共同开发大型项目,实现风险共担,利益共享,构建中非矿业命运共同体,推动非洲矿业经济繁荣。②构建中非矿业市场大循环。充分发挥中非双方分别在矿业产业链的上下游比较优势,构建中非矿业市场全产业链循环,矿业贸易实现原材料和初级产品、中间产品和部分行业终端产品的全覆盖。③延长矿业产业链,建设产业园。不再简单模仿传统大型矿业公司“初级勘探+成熟项目开发”,摒弃其以谋取超额利润为核心的投资开发模式,将矿业投资与冶炼加工、基础设施、商贸物流金融投资有机结合,推进非洲矿业产业园建设,实现矿业产业升级,有效推动非洲工业化进程。

(2)强化矿业金融合作。①充分利用非洲矿业资本市场。借鉴西方经验,在南非等资本市场设立子公司,寻求上市、发债等融资方式,参股当地上市公司,利用当地资本,实现与非洲当地资本融合发展。②加强与非洲发展银行等当地金融机构的合作,推进重大项目融资合作便利化,强化金融保障。③推进矿业投资基金建设。学习日本、韩国经验,考虑矿业长周期、高风险特点,设立在全球推进矿业合作的投资基金。

(3)积极协助非洲矿业治理,促进非洲矿业高质量发展。①积极参与区域行业组织和行业倡议制定。鼓励企业成为行业系列治理标准与规则的制定者,而不是被规制者。推进中国矿业标准输出,逐步提高非洲的矿业科技化水平,促进共同发展。②推进矿业开发嵌入到经济发展和建设中,提高非洲合作项目可持

续性。将矿业项目开发和当地基础设施建设、装备制造、房地产开发、金融投资深度嵌入,将重大项目的当地资源收益转为重大民生投入组成部分,提高项目抗风险能力。③重视企业的本土化经营。满足当地政府的用工需求,重视企业工会建设,加强环境保护和当地 NGO 组织沟通,建设绿色矿山。

参考文献(References):

- 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,2022:3-52.
- 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(06):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(06): 1203-1215.
- 傅成铭.尼日尔铀资源及开发前景[J].西北铀矿地质,2006,32(2):29-35.
- FU Chengming. Niger's Uranium Resources and Their Development Prospects[J]. Uranium Geology in Northwest China, 2006, 32(2): 29-35.
- 宫红良,王春宇.南非威特沃特斯兰德盆地范特斯堡金矿床地质特征及矿床成因[J].世界有色金属,2022,(04):87-89.
- GONG Hongliang, WANG Chunyu. Geological characteristics and genesis of the Ventersburg gold deposit in the Witwatersrand Basin, South Africa[J]. World Nonferrous Metals, 2022, (04): 87-89.
- 黄梅波,唐露萍.中非经贸合作区的建立及其面临的挑战[J].国际经济合作,2012,(06):48-53.
- 刘军,靳淑韵,王玉杰.津巴布韦大岩墙铂族金属矿床概述[J].贵金属,2014,35(03):79-82.
- LIU Jun, JIN Shuyun, WANG Yujie. The Summarization of Platinum Group Metals Deposits in the Great Dyke, Zimbabwe[J]. Precious Metals, 2014, 35(03): 79-82.
- 刘乃亚.中国对非洲投资格局的形成——中国对非洲投资50年回顾[J].商洛学院学报,2008,(01):1-12.
- LIU Naiya. On Formation of Chinese Patterns of Investment to Africa A Retrospect of China's Investment to Africa in 50 years[J]. Journal of Shangluo University, 2008, (01): 1-12.
- 刘增洁.纳米比亚铀资源、生产及供需形势[J].国土资源情报,2010,(08):34-36.
- LIU Zengjie. Uranium Resources, Production, Supply and Demand in Namibia[J]. Land and Resources Information, 2010, (08): 34-36.
- 吕林素,汪云峰,李宏博,等.南非布什维尔德岩浆型Cu-Ni-PGE硫化物矿床成因探讨[J].矿床地质,2011,30(6):1129-1148.
- LÜ Linsu, WANG Yunfeng, LI Hongbo, et al. Discussion on the metallogenesis of Bushveld magmatic Cu-Ni-PGE sulphide deposit in South Africa[J]. Mineral Deposits, 2011, 30(6): 1129-1148.
- 栾卓然,闫领军,陈超,等.非洲锰矿床成矿规律、开发利用与勘查建议[J].地质与勘探,2021,57(06):1216-1228.
- LUAN Zhuoran, YAN Lingjun, CHEN Chao, et al. Metallogenic Regularity, Development and Utilization Status and Suggestions on Exploration of Manganese Resources in Africa[J]. Geology and Exploration, 2021, 57(06): 1216-1228.
- 任军平,王杰,刘晓阳,等.非洲中南部卢弗里安地区Cu-Co矿床研究进展[J].地质科技情报,2013a,32(05):135-145.
- REN Junping, WANG Jie, LIU Xiaoyang, et al. Research Progresses on the Cu-Co Deposits of Lufilian Area in the Mid-Southern Africa[J]. Geological Science and Technology Information, 2013a, 32(05): 135-145.
- 任军平,王杰,刘晓阳,等.坦桑尼亚Nzega绿岩带Golden Pride金矿床研究进展[J].地质调查与研究,2013b,36(01):47-53.
- REN Junping, WANG Jie, LIU Xiaoyang, et al. New Progress on the Golden Pride Gold Deposit Research of Nzega Greenstone Belt in Tanzania[J]. Geological Survey and Research, 2013b, 36(01): 47-53.
- 任军平,许康康,相振群,等.南非维特沃特斯兰德盆地绍斯迪普金矿床地质特征、成矿模式和找矿模型[J].地质通报,2015,34(6):1217-1226.
- REN Junping, XU Kangkang, XIANG Zhenqun, et al. Geological characteristics, metallogenic model and prospecting criteria of the South Deep gold deposit in Witwatersrand Basin, South Africa[J]. Geological Bulletin of China, 2015, 34(6): 1217-1226.
- 任军平,胡鹏,王杰,等.非洲矿业发展概况[J].地质学报,2021,95(4):945-961.
- REN Junping, HU Peng, WANG Jie, et al. Mining development status of Africa[J]. Acta Geologica Sinica, 2021, 95(4): 945-961.
- 宋国明.塞拉利昂金属矿业概览[J].中国金属通报,2012,(11):40-41.
- SONG Guoming. Overview of Sierra Leone's metal mining industry[J]. China Metal Bulletin, 2012, (11): 40-41.
- 孙宏伟,任军平,王杰,等.南部非洲锰矿成矿规律与资源潜力[J].地质通报,2022,41(01):60-71.
- SUN Hongwei, REN Junping, WANG Jie, et al. Metallogenic regularity and resource potential of manganese deposits in southern Africa[J]. Geological Bulletin of China, 2022, 41(01): 60-71.
- 孙宏伟,唐文龙,刘晓阳,等.非洲东南部造山型金矿成矿环境

- 与资源潜力分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2018, 48(6): 1654–1668.
- SUN Hongwei, TANG Wenlong, LIU Xiaoyang, et al. Metallogenic Environment and Resource Potential of Orogenic Gold Deposit in Southeast Africa[J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2018, 48(6): 1654–1668.
- 孙凯, 赵志丹, 柯珊, 等. 津巴布韦大岩墙层状铬铁矿地球化学特征及地质意义[J]. 地质与勘探, 2019, 55(01): 103–114.
- SUN Kai, ZHAO Zhidan, KE Shan, et al. Geochemistry and Geological Significance of the Stratiform Chromite in the Great Dyke of Zimbabwe[J]. Geology and Exploration, 2019, 55(01): 103–114.
- 孙凯, 张航, 卢宜冠, 等. 中非铜钴成矿带地质特征与找矿前景分析[J]. 中国地质, 2022a, 49(01): 103–120.
- SUN Kai, ZHANG Hang, LU Yiguan, et al. Analysis on geological characteristics and prospecting potential of the Central African Cu-Co metallogenic belt[J]. Geology in China, 2022a, 49(01): 103–120.
- 孙凯, 张起钻, 朱清, 等. 全球锰矿资源特征及供需格局[J]. 矿产勘查, 2022b, 13(04): 371–387.
- SUN Kai, ZHANG Qizuan, ZHU Qing, et al. Global Manganese Resources Characteristics and Supply-Demand Patterns[J]. Mineral Exploration, 2022b, 13(04): 371–387.
- 汪峰. 中国在安哥拉投资开发石油资源的现状及发展策略[J]. 战略决策研究, 2015, 6(01): 14–27.
- WANG Feng. China's Investment in Oil Exploitation in Angola and Its Development Strategy[J]. Journal of Strategy and Decision-Making, 2015, 6(01): 14–27.
- 王丰翔, 黄圣路, 王权, 等. 非洲铂族金属矿产资源禀赋特征、成矿潜力及开发利用[J]. 地质与勘探, 2021, 57(06): 1229–1242.
- WANG Fengxiang, HUANG Shenglu, WANG Quan, et al. Resource Endowment, Metallogenic Potential, Exploitation and Utilization of Platinum-Group Elements Deposits in Africa[J]. Geology and Exploration, 2021, 57(06): 1229–1242.
- 王杰, 任军平, 何胜飞, 等. 南非主要金矿集区研究现状及存在问题[J]. 地质论评, 2014, 60(05): 997–1008.
- WANG Jie, REN Junping, HE Shengfei, et al. Review of Studies on the Gold Deposit-accumulated Area in South Africa[J]. Geological Review, 2014, 60(05): 997–1008.
- 王秋舒, 元春华, 陈其慎, 等. 非洲矿业国际合作新趋势及对策建议[J]. 中国矿业, 2019, 28(12): 57–62.
- WANG Qiushu, YUAN Chunhua, CHEN Qishen, et al. The new trends of international cooperation in African mining industry and suggestions[J]. China Mining Magazine, 2019, 28(12): 57–62.
- 肖晓林, 冯晔, 刘高峰. 莫桑比克安岗尼亚地区钛铁矿床的发现及找矿潜力[J]. 矿产勘查, 2014, 5(06): 920–926.
- XIAO Xiaolin, FENG Ye, LIU Gaofeng, et al. Discovery of the Ilmenite Ore Deposit and Prospecting Potential in Angonia area, Mozambique[J]. Mineral Exploration, 2014, 5(06): 920–926.
- 姚桂梅. “一带一路”建设下的中非产能合作[J]. 当代世界, 2017, (07): 38–41.
- YAO Guimei. China-Africa production capacity cooperation under the construction of “One Belt, One Road” [J]. Contemporary World, 2017, (07): 38–41.
- 张颖. 中国对非外交: 理念与实践[J]. 国际问题研究, 2018, (01): 27–40.
- ZHANG Ying. China's Diplomacy to Africa: Concept and Practice[J]. International Studies, 2018, (01): 27–40.
- 张振芳, 王靓靓, 于瑞, 等. 非洲钴矿资源地质特征及勘查开发[J]. 地质与勘探, 2021, 57(6): 1257–1268.
- ZHANG Zhenfang, WANG Liangliang, YU Rui, et al. Geological Characteristics, Exploration and Development of Zirconium Resources in Africa[J]. Geology and Exploration, 2021, 57(6): 1257–1268.
- 赵琪, 张伟萍, 李颖. 中国对非洲矿业投资现状分析[J]. 资源与产业, 2016, 18(01): 7–12.
- ZHAO Qi, ZHANG Weiping, LI Ying. Actuality of Chinese Capital in Africa's Mining Sector[J]. Resources & Industries, 2016, 18(01): 7–12.
- 赵宏军, 陈秀法, 何学洲, 等. 全球铁矿床主要成因类型特征与重要分布区带研究[J]. 中国地质, 2018, 45(05): 890–919.
- ZHAO Hongjun, CHEN Xiufa, HE Xuezhou, et al. A Study of Genetic Type Characteristics and Important Distribution Zones of Global Iron Deposits[J]. Geology in China, 2018, 45(05): 890–919.
- 郑瀚, 陶晓风. 塞拉利昂洛琴 BIF 型铁矿成因与控矿因素分析[J]. 华东科技, 2019, (2): 0330–0331.
- ZHENG Han, TAO Xiaofeng. Analysis of the Genesis and Controlling Factors of the BIF-type Iron Ore at Lochin, Sierra Leone[J]. East China Science & Technology, 2019, (2): 0330–0331.
- 朱清, 谭卫, 邹谢华, 雷涯邻. 矿业企业 ESG 治理与矿业可持续发展[J]. 中国国土资源经济, 2022, 35(03): 16–21+72.
- ZHU Qing, TAN Wei, ZOU Xiehua. The ESG Governance of Mining Enterprises and Sustainable Development of Mining Industry[J]. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(03): 16–21+72.
- Kröner A, Hoffmann J E, Wong J M, et al. Archean Crystalline Rocks of the Eastern Kaapvaal Craton[M]. Cham: Springer International Publishing, 2019: 1–32.