



莫桑比克钛锆砂矿资源开发现状及投资环境分析

任军平¹, 王 杰¹, 古阿雷¹, 左立波¹, 孙宏伟¹, 戴朝成², 许康康¹, 唐文龙¹,
彭丽娜¹, 汪翡翠¹, 邢 仕³, 刘子江³

1. 中国地质调查局 天津地质调查中心, 天津 300170; 2. 东华理工大学地球科学学院, 江西 南昌 330013;
3. 河北省地质矿产局第五地质大队, 河北 唐山 063000

摘 要: 通过对莫桑比克社会、自然地理及地质矿产概况的梳理, 基本掌握了中资及其他企业对钛锆砂矿资源掌控及开发现状。同时, 从中莫经贸互动、中莫地调机构的合作基础、外商投资概况和投资条件等方面对莫桑比克矿业投资环境进行分析。研究认为莫桑比克钛锆砂矿资源丰富, 投资环境较好, 中资企业介入良好。应继续加强中莫交流与合作, 服务于“一带一路”建设。

关键词: 钛锆砂矿; 资源开发; 投资环境; 莫桑比克

DEVELOPMENT STATUS AND INVESTMENT ENVIRONMENT OF THE ILMENITE-ZIRCON RESOURCES IN MOZAMBIQUE

REN Jun-ping¹, WANG Jie¹, GU A-lei¹, ZUO Li-bo¹, SUN Hong-wei¹, DAI Chao-cheng², XU Kang-kang¹,
TANG Wen-long¹, PENG Li-na¹, WANG Fei-cui¹, XING Shi³, LIU Zi-jiang³

1. Tianjin Center of China Geological Survey, Tianjin 300170, China; 2. School of Geosciences, East China Institute of Technology, Nanchang 330013, China; 3. No. 5 Geological Team, Hebei Bureau of Geology and Mineral Resources, Tangshan 063000, Hebei Province, China

Abstract: By summarizing the general situation of society, physical geography, geology and mineral resources in the Republic of Mozambique, the paper introduces the development status of ilmenite-zircon placer by Chinese-invested and other enterprises, and analyzes the investment environment from the aspects of economic-trade interaction, cooperation foundation of geological survey organizations between China and Mozambique, foreign investment situation and investment conditions. The results show that Mozambique is rich in resources of ilmenite-zircon placer, with favorable investment environment and good involvement of Chinese enterprises. It is suggested that the two countries continue to strengthen exchanges and cooperation to serve “The Belt and Road” construction.

Key words: ilmenite-zircon placer; resource development; investment environment; Mozambique

随着世界经济的全球化发展, 矿产资源消费进入全球配置时期, 拥有丰富矿产资源的南部非洲(赤道以南非洲)进而成为各国关注的地区^[1-14]。王安建等^①认

为中国未来资源短缺的基本国情不变, 2/3 以上的矿产长期对外依存, 预计 2030 年中国钛的对外依存度约为 30%, 锆的对外依存度超过 90%。目前全球的钛和

收稿日期: 2020-03-17; 修回日期: 2020-07-03. 编辑: 张哲.

基金项目: 中国地质调查局项目“莫桑比克-坦桑尼亚钽铌钛锆砂矿资源调查”(DD20201150), “非洲中南部重要矿床地质背景、成矿作用和找矿潜力研究”(1212011220910), 商务部技术援外项目“援赞比亚东北地区航空物探和地质地球化学综合填图”([2015]352).

作者简介: 任军平(1980—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事地质矿产勘查与研究, 通信地址 天津市河东区大直沽八号路 4 号, E-mail/rjp2333@126.com

①王安建, 等. 矿产资源保障程度研究报告. 中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 2016.

锆矿资源主要分布于澳大利亚、南非、印度、莫桑比克、美国、中国、印度尼西亚、肯尼亚和塞拉利昂等国家^[15-17]。因此,有必要多方位收集已与中国建立全面战略合作伙伴关系的莫桑比克资料,并对其境内的钛锆砂矿资源开发现状及投资环境进行分析,推动中莫在地学领域的深入合作。

1 需求现状

1.1 钛

金属钛作为重要战略资源,被称为“现代金属”“太空金属”和“战略金属”,是支撑现代工业和尖端科技发展的金属原料^[17-18]。钛矿主要用来生产钛白粉(TiO₂)、金属钛(海绵钛)、含钛钢及焊条涂料,主要应用于化工和航空航天等领域(图1)。中国对高端钛材的需求呈逐年快速增长的趋势。中国是世界上最大的钛矿买家。2018年全球钛矿的产量约为746.40×10⁴t。据中国海关统计,2018年中国进口钛矿资源283.38×10⁴t,占全球总产量的37.97%,主要从莫桑比克(22.75%)、肯尼亚(18.23%)、印度(16.77%)和越南(8.07%)等国进口。

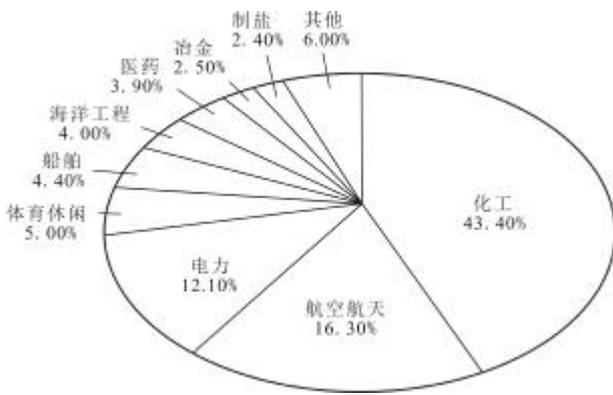


图1 钛资源应用领域
(据文献[17])

Fig. 1 Proportion of titanium resources by application fields
(From Reference [17])

1.2 锆

金属锆具有高熔点(1852℃)、高沸点(4370℃)、无毒环保、耐腐蚀等优异性能,被广泛应用于现代陶瓷、化工和精密铸造等领域^[16](图2)。锆与锆产品也被称为“21世纪最具潜力的产品”及“原子能时代第一号金属”^[19]。2016年中国已将锆矿列为国家24种战略性矿产之一^[20]。目前,中国锆资源在航空航天、核反

应堆及原子能领域的消费占比逐年增高^[16]。中国是全球最大的锆资源消费国^[21]。2018年全球锆矿的产量约为147.70×10⁴t。据中国海关统计,2018年中国的锆矿资源进口量为93.40×10⁴t,占全球总产量的63.24%,主要从南非(27.71%)、澳大利亚(26.62%)、莫桑比克(11.72%)和美国(6.54%)等国进口。

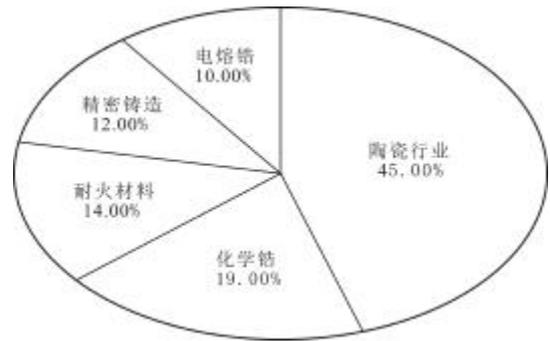


图2 锆资源应用领域
(据文献[16])

Fig. 2 Proportion of zirconium resources by application fields
(From Reference [16])

2 社会及自然地理概况

莫桑比克(英文全称 The Republic of Mozambique)位于非洲东南部,国土面积79.94×10⁴km²,总人口3050万人(2018年),主要民族为马库阿-洛姆埃族(占总人口约40%)。官方语言为葡萄牙语,50%的人信奉基督教。全国包括10个省(含1个直辖市)。首都为马普托市,人口约110万,是其政治、经济、文化中心和交通枢纽,也是非洲最繁忙的港口之一。全国主要的经济城市还包括马托拉、贝拉和楠普拉。

莫桑比克南邻南非和斯威士兰,西邻津巴布韦、赞比亚、马拉维,北邻坦桑尼亚,东濒印度洋,与马达加斯加隔莫桑比克海峡相望,国界线全长4571km,海岸线长2630km。高原和山地占全国面积约60%,其余为平原。地势从西北至东南大致分为3级台阶:西北部为高原山地,海拔500~1000m,其中宾加(Binga)山2436m(全国最高点);中部为台地,海拔200~500m;东南部沿海为平原,平均海拔100m,是非洲最大平原之一。3条主要河流是鲁伍马(Ruvuma)河、赞比西(Zambezi)河和林波波(Limpopo)河,均从东部入印度洋。此外,受亚热带及热带季风气候影响(如飓风及暴风雨),雨季

时缺少水利设施的河流易发生自然灾害。马拉维湖(莫桑比克称尼亚萨湖)是莫桑比克与马拉维之间的界湖。莫桑比克属热带草原气候,全年分为两季:5~9月为旱季(凉干季),南部和北部平均气温分别为18.3℃和20.0℃;10月至次年4月为雨季(暖湿季),南部和北部平均气温分别为26.7℃和29.4℃。

3 地质矿产概况

莫桑比克地质填图工作始于1892年的私人公司非正式填图,1928年和1977年分别成立的莫桑比克地质服务与矿山局和莫桑比克国家地质理事会均开展了相关工作^①。20世纪70年代以来,莫桑比克国家地质理事会与英国、保加利亚、意大利、苏联、法国、芬兰、挪威、南非等国的地质调查机构以及联合国开发计划署、世界银行、北欧发展基金、非洲开发银行等相关机构合作完成莫桑比克全国1:25万地质填图,在重点的马尼卡(Manica)等地区完成了31幅1:5万地质填图。同时,莫桑比克国家地质理事会与南非地球科学委员会等机构合作完成莫桑比克境内约2/3面积的航磁和航放(Th,U和K)调查工作,发布了一系列1:25万航测图件。2002~2003年由北欧发展基金支持完成莫桑比克西南部 15.7×10^4 km²测线的航空重力测量。莫桑比克北部基岩裸露区也完成了不同比例尺的地球化学测量工作,覆盖莫桑比克约1/2的国土面积^①。

莫桑比克整体上位于东非新元古代莫桑比克带中,其北部为太古宙坦桑尼亚克拉通和古元古代的班韦卢地块,西部为太古宙津巴布韦克拉通,西南部为太古宙的卡普瓦尔克拉通。莫桑比克带是新元古代东、西冈瓦纳古陆碰撞形成超大陆时的缝合带,自非洲东北部延伸至莫桑比克南部地区^[22]。

莫桑比克境内的前寒武纪和显生宙岩石地层分别约占其2/3和1/3的面积。前寒武纪岩石地层主要由太古宙到新元古代的火成岩和变质岩组成,主要分布于莫桑比克北部和西部;显生宙岩石地层包括卡鲁(Karoo)超群、白垩纪、古近纪、新近纪地层及第四纪沉积物,主要分布于莫桑比克东南部及沿海地区(图3)。

莫桑比克矿产资源丰富,主要包括钛、锆、金、钽、铌、铜、铁、金刚石及各类宝石(海蓝宝石、蓝线石、电气

石、石榴子石、铀绿柱石等)、硅藻土、石墨、煤、天然气、石油和铀^[22],多数矿产的储量都进行过初步评估^[23]。目前,在莫桑比克的矿业活动主要包括中国石油集团与莫桑比克国家石油公司开展的油气相关的合作,力拓集团在莫桑比克西北部太特地区的煤炭开采,爱尔兰肯梅尔资源公司在楠普拉莫马地区的钛锆砂矿开采,济南域潇集团有限公司投资的钛锆砂矿和石墨矿及安徽省外经建设(集团)有限公司投资的希布托钛锆砂矿等。

4 钛锆砂矿资源开发现状

莫桑比克的钛锆砂矿主要产于东部沿海省份,矿床类型以红土型钛锆砂矿和滨海型钛锆砂矿为主。钛锆砂矿主要由前寒武纪富含钛铁矿、锆英石、金红石等重矿物的岩石在自然条件下风化、破碎、搬运和富集形成,具有易采、易选、生产成本低、伴生矿物种类多、综合利用价值大等优点。其中,红土型钛锆砂矿含有18%~20%的泥质成分,属于古三角洲环境^[22],主要分布于鲁伍马盆地及莫桑比克盆地第四纪地层中。滨海型钛锆砂矿是在红土型钛锆砂矿经过河流继续搬运到古海岸线附近,经风浪的长期淘洗形成。笔者利用莫桑比克东海岸1:25万遥感解译成果圈定了滨海型钛锆砂矿的范围(图3),其矿物成分以含钛铁矿、锆英石、金红石、独居石等白色粉粒—细粒石英砂为主,局部含少量黏土层。

目前,莫桑比克以钛锆砂矿登记的矿业权有109个,涉及33家矿业公司,其中中资企业近10家。在莫桑比克主要从事钛锆砂矿生产的企业共4家(矿区均在距海岸线10 km范围内),其中两家中资企业分别是济南域潇集团有限公司和海域(莫桑比克)矿业有限公司;其他两家分别是肯梅尔资源公司(Kenmare Resources PLC)和萨凡纳资源公司(Savannah Resources PLC)。2019年,济南域潇集团有限公司和海域(莫桑比克)矿业有限公司分别生产钛锆砂矿约 60×10^4 t和 10×10^4 t;肯梅尔资源公司生产钛锆砂矿约 100×10^4 t。预计2020年两家中资企业和其他两家企业钛锆砂矿的总产能分别约为 110×10^4 t和 150×10^4 t。中资企业主要开采滨海型钛锆砂矿,品位约1%,一般

①连长云,等. 应对全球化:全球矿产资源信息系统数据库建设(之七)——非洲卷:利比里亚、莫桑比克、纳米比亚. 中国地质调查局发展研究中心境外矿产资源战略研究室,2007.

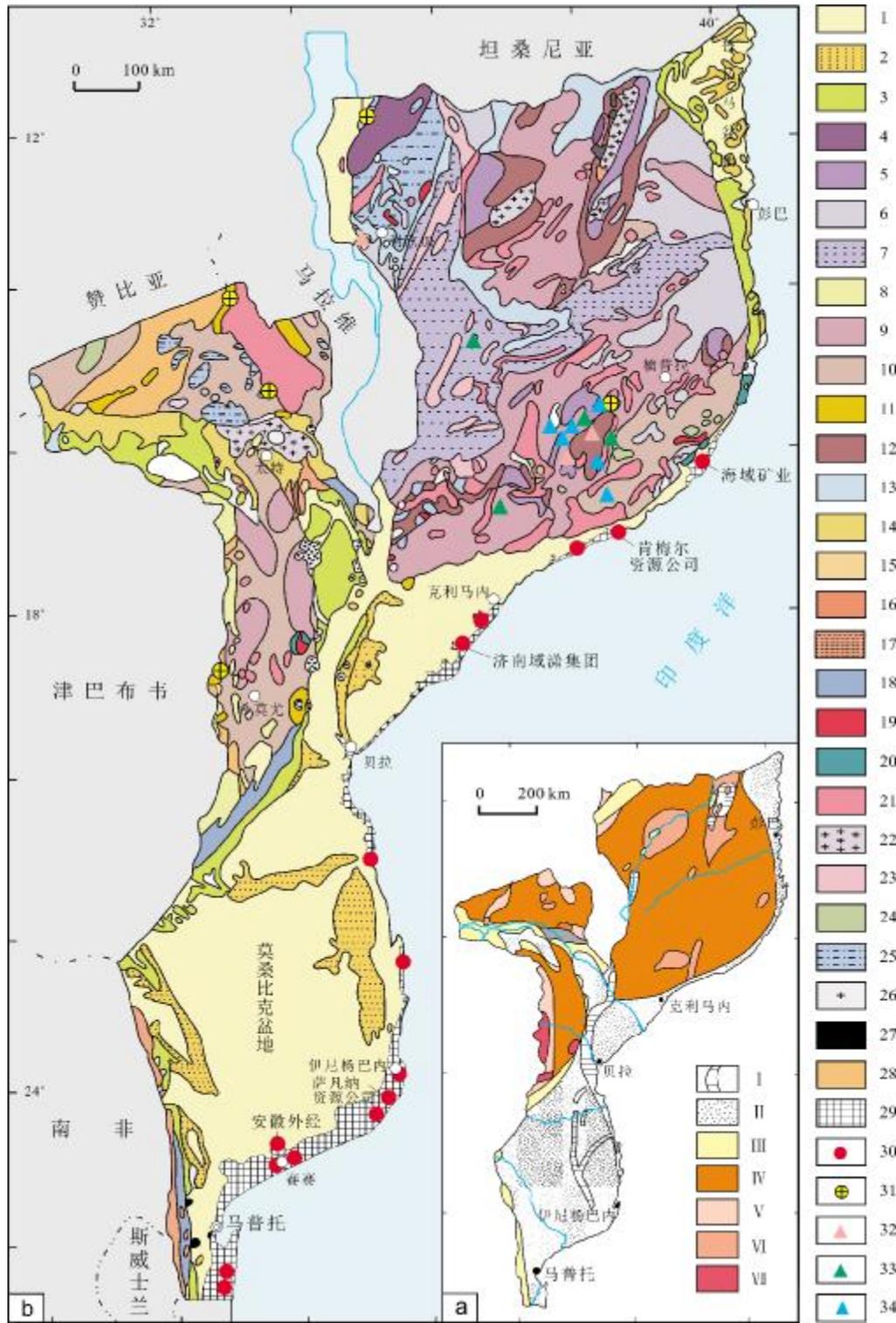


图3 莫桑比克构造带划分及地质矿产简图

Fig. 3 Tectonic, geological and mineral map of Mozambique

a—构造带划分(据文献[22]修改)(division of tectonic zones, modified from Reference [22]); b—地质矿产图(据文献[22-23]修改)(geology and minerals, modified from References [22-23]); I—东非大裂谷活动带(East African Rift Valley active belt); II—中-新生代沉积盆地(Meso-Cenozoic sedimentary basin); III—中生代卡鲁断陷盆地(Mesozoic Karoo fault basin); IV—新元古代莫桑比克带(Neoproterozoic Mozambique belt); V—中元古代赞比亚活动带(Mesoproterozoic Zambezia active belt); VI—中元古代莫桑比克糜棱岩带(Mesoproterozoic Mozambique mylonite belt); VII—太古宙

津巴布韦克拉通(Archean Zimbabwe craton); 1—第四系(Quaternary); 2—古近系-新近系(Paleogene-Neogene); 3—白垩系(Cretaceous); 4—卡鲁超群(Karoo Supergroup); 5—Lúrio 超群推覆体和飞来峰(nappe and klippe of the Lúrio Supergroup); 6—Chiure 超群片麻岩(gneiss of Chiure Supergroup); 7—Lúrio 超群麻粒岩和紫苏花岗岩(granulite and charnockite of Lúrio Supergroup); 8—Umkondo, Gairezi 和 Rushinga 群变质岩(未细分)(metamorphic rocks of Umkondo, Gairezi and Rushinga groups); 9—Nampula超群和 Bárue 杂岩体中的混合岩、混合岩片麻岩和同造山花岗岩类(migmatite, migmatitic gneiss and synorogenic granitoid of Nampula Supergroup and Bárue complex); 10—Nampula 超群和 Barue 杂岩体中的浅色片麻岩、细晶岩、高级片麻岩和麻粒岩(leucogneiss, aplite, high-grade gneiss and granulite of Nampula Supergroup and Bárue complex); 11—太古宙绿岩带及太古宙-古元古代条带状含铁建造(Archean greenstone belt and Archean-Paleoproterozoic BIF); 12—糜棱岩(mylonite); 13—外来糜棱岩(allochthon mylonite); 14—断裂带中的糜棱岩带(mylonite belt in fault zone); 15—白垩纪凝灰岩(Cretaceous tuff); 16—白垩纪粗面岩(Cretaceous trachyte); 17—卡鲁系流纹岩(Karoo rhyolite); 18—卡鲁系玄武岩(Karoo basalt); 19—中-新生代花岗岩质侵入体(Meso-Cenozoic granitic intrusion); 20—中-新生代闪长质侵入体(Meso-Cenozoic dioritic intrusion); 21—元古宙酸性侵入体(Proterozoic acid intrusion); 22—元古宙环形岩体(Proterozoic ring rock mass); 23—元古宙正长岩或二长岩(Proterozoic syenite/monzonite); 24—元古宙变质花岗质侵入体(Proterozoic metamorphic granitic intrusion); 25—元古宙基性-超基性岩(Proterozoic basic-ultrabasic rock); 26—碱性-碳酸岩侵入体(alkaline-carbonatite intrusion); 27—基性-超基性侵入体(ultrabasic-basic intrusion); 28—太古宙花岗岩片麻杂岩体(Archean granite-gneiss complex); 29—钛锆成矿带(Ti-Zr metallogenic belt); 30—钛锆砂矿床(Ti-Zr placer); 31—金矿床(Au deposit); 32—钽-铌矿床(Ta-Nb deposit); 33—锂矿床(Li deposit); 34—铍矿床(Be deposit)

开采深度小于海平面以下 9 m; 其他企业主要开采红土型钛锆砂矿, 品位为 3.5%~4.2%。在莫桑比克最大的生产企业——肯梅尔资源公司拥有钛铁矿资源量 1.5×10^8 t, 锆英石资源量 1000×10^4 t, 金红石资源量 300×10^4 t, 还有约 17×10^4 t 的独居石, 设计年产钛锆矿约 120×10^4 t^[24]。萨凡纳资源公司拥有钛锆砂矿资源量约 1.72×10^8 t, 设计年产钛铁矿约 46×10^4 t, 锆英石等非磁性矿物约 12×10^4 t^[25]。济南域潇集团有限公司钛锆砂矿的储量约 1×10^8 t, 品位为 3.5%~6.5%。安徽省外经建设(集团)有限公司希布托钛锆砂矿以 6% 的边界品位圈定的钛锆砂矿资源量约为 8.78×10^8 t^①。此外, 江苏省有色金属华东地质勘查局新能源公司、四川地圣矿业有限公司和江西省全球矿业有限公司等中资企业也在莫桑比克开展了不同程度的矿产勘查工作。综合以上资料获得的莫桑比克资源量远大于美国地质调查局近年来发布的全球钛铁矿资源储量(以 TiO_2 计算约为 817 Mt)及锆矿资源储量(以 ZrO_2 计算约为 62 Mt)之和^[16, 26]。

莫桑比克矿产资源丰富, 整体勘查程度仍然较低, 缺乏大比例尺地质调查。随着外资的不断进入及采矿技术的提升, 钛锆砂矿资源量及储量还有较大的提升空间。由此可见, 莫桑比克有望成为中国未来钛锆矿资源主要进口基地。

5 投资环境分析

5.1 中莫经贸互动

1975 年 6 月 25 日中国与莫桑比克建交以来, 两国关系发展顺利, 莫桑比克与中国传统友好^②, 是中国在非洲重要合作伙伴和“一带一路”的自然延伸。中莫两国签有贸易协定、投资保护协定和文化协定等合作文件。2001 年, 中莫成立经贸联委会。截至 2017 年, 中国企业在莫桑比克累计投资近 70 亿美元, 涉及基础设施、农业、通信、矿产资源开发、房地产和商贸物流等行业的中资企业近百家。2016 年以来中国连续多年成为莫桑比克第一大投资来源国^[27]。

近年来中莫两国交流互动频繁。2015 年 12 月, 中非合作论坛约翰内斯堡峰会召开期间, 中莫两国元首就深化在油气工业、矿业、加工制造业、农业、基础设施建设和运营、投融资等领域的互利合作深入交换了意见^[28]。2016 年 5 月, 莫桑比克总统访华期间, 两国领导人宣布将中莫关系提升为全面战略合作伙伴关系, 两国政府有关部门签署了《关于开展产能合作的框架协议》和《关于开展经贸合作区建设的谅解备忘录》等重要双边文件。莫桑比克成为中国在非洲开展产能合作和经贸合作区建设的重点国家^[29]。2017 年 5 月, 莫桑比克受邀参加“一带一路”国际合作高峰论坛。2018 年 9 月, 中非合作论坛北京峰会通过了《中非合作论

① 蒋昭耀, 等. 莫桑比克希布托钛锆重砂矿区勘查地质报告. 安徽外经集团鼎盛矿业股份公司, 2019.

② 刘晓光. 对外投资合作国别(地区)指南之莫桑比克. 商务部国际贸易经济合作研究院, 中国驻莫桑比克大使馆经济商务参赞处及商务部对外投资和经济合作司, 2018.

坛——北京行动计划(2019—2021 年)》,明确了中非在能源资源领域的合作及中非地学合作中心建设^[30]。目前,中国驻莫桑比克大使馆非常关注和支持在莫桑比克投资的中资企业矿业投资和地学合作项目进展。

5.2 中莫地调机构的合作基础

2016 年,莫桑比克国家矿山理事会 Vladimiro Joao Manhica 先生等参加 2016 年发展中国家地球化学填图与环境地球化学调查技术培训班及中国国际矿业大会期间,提出中莫开展地学合作事宜。2017 年中国地质调查局天津地质调查中心出访莫桑比克,进行了野外考察,并与莫方探讨了相关合作事宜。2019 年 4 月,为进一步落实 2018 年中非合作论坛北京峰会成果,加强中非地学合作中心建设,推动与莫桑比克在地质矿产领域的合作,积极探索境外地质调查精准服务“一带一路”倡议,应莫桑比克矿产资源和能源部邀请,自然资源部、中国地质调查局代表团访问莫桑比克地质矿业机构。中莫双方均表示要加强能源矿产领域的合作,实现互利共赢。同时,中国地质调查局与莫桑比克国家矿山理事会签署了地学合作谅解备忘录^[31]。2019 年 12 月至 2020 年 1 月,天津地质调查中心组织技术团队出访莫桑比克,与莫桑比克矿产资源和能源部下设的莫桑比克国家矿山理事会及国家地质矿山局、蒙德拉内大学建立了联系,从多种途径了解了各部门职责、矿业项目情况、留学生深造及莫桑比克基础地质、资源禀赋、投资环境等多方面信息。莫方各部门均表示全力支撑合作项目的开展。莫桑比克国家地质矿山局提出希望中方帮助其建设国家样品数据库。此次交流,为中莫地学合作项目的开展打下坚实的基础,推动了中非地学合作中心建设。

5.3 外商投资概况

根据莫桑比克投资和出口促进局(APIEX)统计,2011 年以来莫桑比克吸引国外投资快速增长,投资额从每年的几亿美元增长到 2014 年最高的 70 亿美元,投资来源国从十几个增加到 2015 年的 60 多个。据联合国贸发会议(UNCTAD)发布的 2018 年《世界投资报告》,2017 年莫桑比克吸收外资流量为 22.93 亿美元。截至 2017 年底,莫桑比克吸收外资存量为 380.19 亿美元。2017 年莫桑比克直接吸引外商投资项目 159

个,总投资额为 6 亿美元(中国企业投资 2.88 亿美元),排在前五位的国家为中国、毛里求斯、阿联酋、南非和葡萄牙。世界银行发布的《2018 年营商环境报告》显示,莫桑比克的营商便利程度在 190 个经济体中排在第 138 位。根据中国海关统计,2017 年中国向莫桑比克的出口额为 13.07 亿美元,同比下降 0.2%;中国从莫桑比克进口额为 5.27 亿美元,同比增长 10%。2015 年 1 月 1 日以来,莫桑比克 97%的输华商品享受零关税待遇^①。

5.4 投资条件

近年来,莫桑比克政府通过加大基础设施投入,大力发展旅游业,鼓励开发矿产、能源、农林渔业等资源,改善其投资环境。

综合前期资料,莫桑比克吸引外企投资的有利条件有 6 点:1)全国总体社会较为稳定(在德尔加杜角省和索法拉省山区仍然存在反政府武装,2019 年出现枪击事件^[32]);2)地理位置优势明显;3)能源及矿产资源丰富,勘查程度较低;4)经济增长较快,经济发展潜力较大;5)劳动力成本较低;6)积极吸引外资、投资政策较好,出台了与矿业投资相关的法律法规(如 2014 年颁布《矿业法》和 2009 年颁布的《税收优惠条例》)。

投资还需要注意 8 点:1)近年来受国际大宗商品价格低迷、自然灾害、债务问题和货币贬值等因素影响,财政赤字加大,债务问题较严重;2)交通、电力、通信、劳动力和医疗卫生等条件较差;3)对投资的环境保护标准要求高;4)根据投资规模和行业不同,对雇佣当地人员和雇佣外籍劳务人员数量有明确的比例限制;5)严苛的劳工签证政策、政府部门效率及透明度不高,获得施工许可证等效率慢;6)几乎全民信教,各种宗教活动影响生产效率;7)繁琐的司法程序和冗长的等待时间,易让投资企业陷入被动;8)虽然近年来政府加强了打击腐败的力度,但是在其境内工作、机场和港口离境时常发生刁难外国人的事件。

6 结论

本文通过梳理莫桑比克社会及自然地理概况和地质矿产概况,基本掌握了中资及其他企业对钛锆砂矿资源掌控及开发现状。同时,从中莫经贸互动、中莫地

① 刘晓光. 对外投资合作国别(地区)指南之莫桑比克. 商务部国际贸易经济合作研究院, 中国驻莫桑比克大使馆经济商务参赞处及商务部对外投资和经济合作司, 2018.

调机构的合作基础、外商投资概况和投资条件等方面对莫桑比克矿业投资环境进行分析。研究认为莫桑比克钛铁矿资源丰富,中资企业介入良好,投资环境较好。在今后工作中,应继续加强与中国驻莫桑比克大使馆、中资企业、莫桑比克地调机构及大学之间的双边或多边交流,实现信息及资料共享。同时,在莫桑比克的中资企业要利用好中国国际矿业大会等中莫地学合作交流平台,积极关注莫桑比克矿业、环保等领域的政策法规,加强安全防范,承担必要的社会责任,更好地服务于“一带一路”建设,推动中非、中莫在地学领域的深入合作。

致谢:感谢中国驻莫桑比克大使馆苏健大使等,安徽省外经建设(集团)有限公司蒋庆德董事长等,济南域潇集团有限公司吴域潇总经理等,海域(莫桑比克)矿业有限公司朱炳德董事长等,四川地圣矿业有限公司李家庆总经理等,江西省全球矿业有限公司刘高峰总经理,亚非集团季炼成总经理,莫桑比克国家矿山理事会 Vladimiro Joao Manhica 副局长等,莫桑比克国家地质矿山局 Elias Xavier Felix Daudi 局长等在调查中给予的支持与帮助;感谢审稿人及济南域潇集团有限公司下属 DH 矿业开发公司宋绍伟总经理和江西省全球矿业有限公司刘高峰总经理在成文过程中提出的宝贵意见。

参考文献(References):

- [1]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,2013,32(5):135-145.
Ren J P, Wang J, Liu X Y, et al. Research progresses on the Cu-Co deposits of Lufilian Area in the Mid-Southern Africa [J]. Geological Science and Technology Information, 2013, 32(5): 135-145.
- [2]张海峰.津巴布韦大岩墙北部红土型镍矿成矿条件及找矿标志[J].地质与资源,2013,22(6):513-517.
Zhang H F. Metallogenic conditions and exploring indicators of the lateritic nickel deposit in the northern Great Dyke of Zimbabwe [J]. Geology and Resources, 2013, 22(6): 513-517.
- [3]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,2013,36(1):47-53.
Ren J P, Wang J, Liu X Y, et al. New progress on the golden pride gold deposit research of Nzega Greenstone Belt in Tanzania [J]. Geological Survey and Research, 2013, 36(1): 47-53.
- [4]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(5):997-1008.
Wang J, Ren J P, He S F, et al. Review of studies on the gold deposit-accumulated area in South Africa [J]. Geological Review, 2014, 60(5): 997-1008.
- [5]赵君,汪月华,许逢明,等.马达加斯加阿巴通德拉扎卡地区钒钛磁铁矿床地质及物化探特征[J].地质与资源,2014,23(2):192-196.
Zhao J, Wang Y H, Xu F M, et al. Geology, geochemistry and geophysics of the Vanadium Titanite-Magnetite deposit in Ambatondrazaka, Madagascar [J]. Geology and Resources, 2014, 23(2): 192-196.
- [6]任军平,左立波,许康康,等.赞比亚北部班韦乌卢地块演化及矿产资源研究现状[J].地质论评,2016,62(4):979-996.
Ren J P, Zuo L B, Xu K K, et al. Geodynamic evolution and mineral resources present research in Bangweulu Block, northern Zambia [J]. Geological Review, 2016, 62(4): 979-996.
- [7]任军平,王杰,古阿雷,等.赞比亚卢弗里安弧地区矿产资源研究现状及找矿潜力分析[J].中国矿业,2017,26(11):139-144.
Ren J P, Wang J, Gu A L, et al. Research on the status and prospecting potential of mineral resources in Lufilian Arc, Zambia [J]. China Mining Magazine, 2017, 26(11): 139-144.
- [8]任军平,王杰,刘晓阳,等.非洲中南部铜多金属矿床研究现状及找矿潜力分析[J].吉林大学学报(地球科学版),2017,47(4):1083-1103.
Ren J P, Wang J, Liu X Y, et al. Research status and prospecting potential of copper polymetallic deposits in Central-South Africa [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2017, 47(4): 1083-1103.
- [9]Ren J P, Wang J, Zuo L B, et al. Zircon U-Pb and biotite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology from the Anzan emerald deposit in Zambia [J]. Ore Geology Reviews, 2017, 91: 612-619.
- [10]邢仕,张金达,任军平,等.非洲中南部伊鲁米德构造带演化及成矿作用探讨[J].地质调查与研究,2018,41(3):176-184,203.
Xing S, Zhang J D, Ren J P, et al. Discussion on the characteristics and mineralization of the Irumide belt in the mid-southern Africa [J]. Geological Survey and Research, 2018, 41(3): 176-184, 203.
- [11]任军平,王杰,左立波,等.赞比亚北部省卡萨马西部石英闪长岩锆石 U-Pb 和 Lu-Hf 同位素及地球化学特征[J].地质学报,2019,93(11):2832-2846.
Ren J P, Wang J, Zuo L B, et al. Zircon U-Pb geochronology, Lu-Hf isotopic compositions and geochemical characteristics of the quartz diorites from western Kasama in northern Zambia [J]. Acta Geologica Sinica, 2019, 93(11): 2832-2846.
- [12]任军平,王杰,孙宏伟,等.赞比亚东北部卡萨马群形成环境:碎屑锆石 U-Pb 年龄与 Hf 同位素的限定[J].中国地质,2019,46(3):575-586.
Ren J P, Wang J, Sun H W, et al. Depositional Environment of the Kasama Group, northeastern Zambia: Evidence from detrital zircon U-Pb-Hf isotopic compositions [J]. Geology in China, 2019, 46(3):

- 575-586.
- [13]吴兴源, 刘晓阳, 任军平, 等. 坦桑尼亚 Panda 山碳酸岩地球化学特征及岩石成因研究进展[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(2): 86-95.
- Wu X Y, Liu X Y, Ren J P, et al. Recent progress of the geochemical and petrogenesis research of the Panda Hill Carbonatite, Tanzania [J]. Geological Survey and Research, 2019, 42(2): 86-95.
- [14]任军平, 王杰, 古阿雷, 等. 赞比亚东北部正长花岗岩的锆石 U-Pb 年龄和 Lu-Hf 同位素特征[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(3): 161-165, 173.
- Ren J P, Wang J, Gu A L, et al. Zircon U-Pb geochronology and Lu-Hf isotopic composition of syenogranite, northeastern Zambia [J]. Geological Survey and Research, 2019, 42(3): 161-165, 173.
- [15]佚名. 世界钛资源储量[EB/OL]. http://www.360doc.com/content/14/0802/09/14794434_398762358.shtml, 2014-04-02.
- [16]孙宏伟, 王杰, 任军平, 等. 全球锆矿资源现状与利用趋势[J]. 矿产保护与利用, 2019, 39(5): 98-105.
- Sun H W, Wang J, Ren J P, et al. Present situation and utilization trend of zirconium resources in the world [J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2019, 39(5): 98-105.
- [17]孙仁斌, 王秋舒, 元春华, 等. 全球钛资源形势分析[J]. 中国矿业, 2019, 28(6): 1-6, 12.
- Sun R B, Wang Q S, Yuan C H, et al. Analysis of global titanium resources situation [J]. China Mining Magazine, 2019, 28(6): 1-6, 12.
- [18]吴景荣, 王建平, 徐昱, 等. 中国钛资源开发利用现状和存在的问题及对策[J]. 矿业研究与开发, 2014, 34(1): 108-112.
- Wu J R, Wang J P, Xu Y, et al. Current situation, problems and countermeasures of titanium resources in China [J]. Mining Research and Development, 2014, 34(1): 108-112.
- [19]刘建章. 国内核动力堆用锆合金的研究动向[J]. 稀有金属材料与工程, 1990, 19(6): 32-35.
- Liu J Z. Research trends of zirconium alloys for nuclear power reactors in China [J]. Rare Metal Materials and Engineering, 1990, 19(6): 32-35. (in Chinese)
- [20]国土资源部. 国土资源部: 我国将 24 种矿产确定为战略性矿产[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-11/30/content_5140509.htm, 2016-11-30.
- [21]薛翻琴, 谭化川, 张艳飞. 全球锆英砂资源供需格局分析[J]. 中国矿业, 2016, 25(8): 47-52.
- Xue F Q, Tan H C, Zhang Y F. The global supply and demand trend of zircon resources [J]. China Mining Magazine, 2016, 25(8): 47-52.
- [22]Lächelt S. The geology and mineral resources of Mozambique [M]. Maputo: República de Moçambique, Monostério dos Recursos Minerais e Energia, Direcção Nacional de Geologia, 2004: 235-258.
- [23]Pinna P, Marteau P, Becq-Giraudon J F, et al. Carta geológica. República popular de moçambique 1:1 000 000 [R]. Maputo: ING, 1987.
- [24]肯梅尔资源公司网站[EB/OL]. <https://www.kenmareresources.com/our-businesses/reserves-and-resources>.
- [25]萨凡纳资源公司网站.<http://www.savannahresources.com/assets/mutamba-jangamo-project/>.
- [26]USGS. Mineral commodity summaries 2019. <https://www.usgs.gov/media/files/mineral-commodity-summaries-2019>, 2019-05-13.
- [27]驻莫桑比克使馆经商处. 中国已成为 2017 年莫桑比克最大的外国投资国[EB/OL]. <http://mz.mofcom.gov.cn/article/jmxw/201709/20170902639789.shtml>, 2017-09-07.
- [28]人民网-人民日报. 习近平分别会见出席中非合作论坛-约翰内斯堡峰会的部分非洲国家领导人[EB/OL]. <http://npc.people.com.cn/n/2015/1204/c14576-27887779.html>, 2015-12-04.
- [29]驻莫桑比克使馆经商处. 共建“一带一路”共享中莫经贸合作成果[EB/OL]. <http://mz.mofcom.gov.cn/article/zxhz/201705/20170502575509.shtml>, 2017-05-15.
- [30]外交部网站. 中非合作论坛——北京行动计划(2019—2021 年)[EB/OL]. http://www.cidca.gov.cn/2018-09/07/c_129949203.htm, 2018-09-05.
- [31]杨添天. 钟自然率团访问莫桑比克和坦桑尼亚加强境外地质矿产合作[EB/OL]. https://www.cgs.gov.cn/xwl/ddyw/201905/t20190510_481670.html, 2019-05-10.
- [32]四海巡者. 莫桑比克 2019 年大选后国内安全局势预判[EB/OL]. http://m.sohu.com/a/351046587_100080233/, 2019-11-01.