

doi:10.12097/j.issn.1671-2552.2022.01.014

# 莫桑比克矿产资源特征及投资环境

董津蒙<sup>1,2</sup>, 任军平<sup>1\*</sup>, 孙宏伟<sup>1</sup>, 古阿雷<sup>1</sup>, 张津瑞<sup>1,3</sup>, 王杰<sup>1</sup>, 左立波<sup>1</sup>, 彭丽娜<sup>1</sup>DONG Jinmeng<sup>1,2</sup>, REN Junping<sup>1\*</sup>, SUN Hongwei<sup>1</sup>, GU Alei<sup>1</sup>, ZHANG Jinrui<sup>1,3</sup>, WANG Jie<sup>1</sup>, ZUO Libo<sup>1</sup>, PENG Lina<sup>1</sup>

1. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170;

2. 中国地质大学(北京), 北京 100083;

3. 中钢集团天津地质研究所, 天津 300181

1. *Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China;*2. *China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China;*3. *Sinosteel Tianjin Geological Academy Co., Ltd, Tianjin 300181, China*

**摘要:**莫桑比克位于非洲东南部,是加强“一带一路”矿业产能合作的重要国家。在研究莫桑比克矿产资源分布特征、重要矿山开发现状的基础上,从政局稳定性、营商环境等方面对中资企业赴莫开展矿业投资的前景进行了分析。结合优势矿种分布、重要矿山开发现状、投资环境等因素,莫桑比克的优势资源油气主要分布于森托奥-鲁伍玛-赞比西-马普托成矿带的鲁伍玛盆地和莫桑比克盆地,煤主要位于森托奥-赞比西成矿带,钛、锆集中于森托奥-鲁伍玛-赞比西-马普托成矿带滨海地区,金主要分布于尼亚萨-安格尼亚-津巴布韦成矿带及津巴布韦-森托奥-巴鲁埃成矿带,石墨主要分布于莫桑比克成矿带安夸贝等地区,钽、铌主要分布于莫桑比克成矿带南部上利戈尼亚地区。研究表明,莫桑比克矿产资源十分丰富,尤其是石油、天然气、煤、钽铌矿、重砂矿(钛、锆)等资源在全球占有重要地位且产地相对集中。虽然存在基础设施落后、基础地质资料缺乏、司法程序冗长等不利因素,但投资者可先从资源丰富、开发基础较好的重砂矿(钛、锆)和金矿入手,瞄准机会投资开发潜力较大的石油、石墨、钽铌等矿种。同时,加强与莫桑比克本土矿业企业开展国际产能合作,带动当地社会经济发展,共同打造绿色低碳发展模式。

**关键词:**矿产资源; 矿山开发; 矿业评述; 投资环境; 莫桑比克; 矿产勘查工程

**中图分类号:** P618    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1671-2552(2022)01-0184-12

**Dong J M, Ren J P, Sun H W, Gu A L, Zhang J R, Wang J, Zuo L B, Peng L N. Mineral resources and investment environment in Mozambique. *Geological Bulletin of China*, 2022, 41(1): 184-195**

**Abstract:** Mozambique, located in the southeast of Africa, is a vital country to strengthen the "One Belt And One Road" mining production capacity cooperation. Based on the study of the distribution of mineral resources and development status of important mines in Mozambique, the prospect of Chinese enterprises' mining investment in Mozambique is analyzed from the aspects of political stability and business environment. Mozambique's dominant oil and gas resources are mainly distributed in the Luvuma and Mozambique basins in the Sentoo-Rovuma-Zambezi-Maputo metallogenic belt, coal mainly in the Sentoo-Zambezi metallogenic belt, titanium-zirconium in the coastal area of the Sentoo-Rovuma-Zambezi-Maputo metallogenic belt, gold mainly in Niassa-Angónia-Zimbabwe metallogenic belt and Zimbabwe-Sentoo-Baruhe metallogenic belt, graphite in the Ancuabe and other areas of the Mozambique metallogenic belt, and tantalum and niobium in the Alto Ligonha area in the southern part of the Mozambique metallogenic belt.

**收稿日期:** 2021-11-17; **修订日期:** 2021-12-20

**资助项目:** 中国地质调查局项目《莫桑比克-坦桑尼亚钽铌锆钛矿资源调查》(编号: DD20201150)、《南部非洲国际合作地质调查》(编号: DD20221801) 和国家重点研发计划《环太平洋和非洲成矿域战略性矿产信息及成矿规律》(编号: 2021YFC2901804)

**作者简介:** 董津蒙(1996-), 男, 在读硕士生, 矿产普查与勘探专业。E-mail: 1806488664@qq.com

\* **通信作者:** 任军平(1980-), 男, 硕士, 正高级工程师, 从事地质矿产勘查与研究。E-mail: rjp2333@126.com

Mozambique is rich in mineral resources, especially oil, natural gas, coal, tantalum-niobium and heavy sand ore (titanium-zirconium) occupy an important position in the world. Although there are some unfavorable factors, such as backward infrastructure, lack of basic geological data and lengthy judicial procedures, it is believed that investors can start with heavy sand ore (titanium zirconium) and gold deposits with abundant resources and a good development basis; then targeting opportunities to invest in the development of petroleum, graphite, niobium tantalum and other minerals with greater potential; and at the same time, strengthen the international production capacity cooperation with local enterprises in Mozambique, promote local social and economic development, and jointly create a green and low-carbon development model.

**Key words:** mineral resources; mine development; mining review; investment environment; Mozambique; mineral exploration engineering

莫桑比克是南部非洲内陆国家重要的出海口和区域性交通走廊,是“二十一世纪海上丝绸之路”在非洲南部的延伸。近年,随着基础设施建设的加快、投资环境的不断改善和对外合作需求的不断扩大,莫桑比克矿业得到迅猛发展,社会经济不断进步,成为同期非洲发展最快的国家之一。

2016年,中莫两国确立全面战略合作伙伴关系,莫桑比克成为中国对非开展国际产能合作、能源合作和农业合作的重点国家,也是“一带一路”倡议在非洲的重要合作国<sup>[1]</sup>。莫桑比克自然资源丰富,尤其是石油、天然气、煤、重砂矿(钛锆)、钽铌矿等矿产在全球占有重要地位,并且与中国的矿产资源需求形成优势互补。目前,中国在莫累计投资超过80亿美元,是莫桑比克最大投资来源国、主要贸易伙伴、基础设施项目最主要的融资方和重要的建设者。在油气方面,中国石油天然气集团公司是莫北部4区块天然气第三大投资商,计划于2022年每年生产 $340 \times 10^4$  t液化天然气;在重砂矿方面,中国在莫主要矿企每年合计产能超百万吨;在石墨方面,莫最大年产精质石墨 $15 \times 10^4$  t,主要出口中国。截止2021年,前三季度中莫双边贸易额同比增长60.16%<sup>[2]</sup>。

本文介绍了莫桑比克主要矿产资源分布特征、地质工作程度及重要矿山的开发现状,结合现有储量信息等资料,从资源禀赋、政局稳定性、营商环境、劳工政策等方面分析了投资的有利因素和不利因素,可为中资企业在莫桑比克开展矿业投资提供重要参考。中资企业应抓住中莫两国经贸关系最有利的时机,共建合作平台,共享合作成果,构建更加紧密的中非命运共同体<sup>[1]</sup>。

## 1 社会及自然地理

莫桑比克的地理坐标大致为南纬 $10^\circ \sim 27^\circ$ 、东经 $30^\circ \sim 40^\circ$ ,其东部、东南部为隶属印度洋的莫桑比

克海峡,与马达加斯加隔海相望;北邻坦桑尼亚、马拉维和赞比亚;西邻津巴布韦、南非和斯威士兰,国土面积约 $80 \times 10^4$  km<sup>2</sup>。莫桑比克的南北跨度约2000 km,国界线全长4571 km,北部边界约600 km,南部边界约50 km,海岸线全长2630 km。莫桑比克的高原及中高山地约占陆地面积的50%,位于南部的莱邦博(Lebombo)山脉海拔为500~800 m,南北向延伸约900 km。莫桑比克的沿海平原约占国土面积的37%,大部分地区地势平坦,偶见高度达100 m的沙丘,南部多被第四系沉积物覆盖<sup>[3]</sup>。全国主要的经济城市包括马普托市、贝拉市、楠普拉市等。莫桑比克以赞比西河为界,细分为2个主要的气候区:北部地区处于热带季风气候区,受来自印度洋暖湿气流的影响,常年高温多雨;南部地区受印度洋季风和极地洋流的共同作用,有明显的干湿季节。

## 2 地质背景

莫桑比克自太古宙以来经历了长期复杂的块体拼贴和造山作用,主要构造单元包括太古宙—古元古代陆核、中元古代活动带、泛非造山带—莫桑比克带、莫桑比克断陷带、卡鲁(Karoo)地堑—断陷盆地、中生代—新生代沉积盆地及东非大裂谷带。莫桑比克太古宙—古元古代构造单元出露范围不大,主要分布于津巴布韦克拉通东部边缘地区及马尼卡构造带。太古宙克拉通主要由花岗岩、片麻岩、花岗片麻岩杂岩体、绿岩组成<sup>[3-4]</sup>,区域内金、铁矿发育,其中金矿化受断裂和褶皱构造控制。中—新元古代构造单元主要分布于造山活动强烈的地区,可分为2个主要构造带:①伊鲁米德(Irumide)构造带(1300 Ma),该构造带延伸至莫桑比克西北部,区域变质程度由南向北和由西向东具有逐渐增强的特征<sup>[3-7]</sup>,其在津巴布韦克拉通边缘发生了构造再活化,形成不对称的狭窄盆地,区域内煤、铜、铁等矿产广泛发育;②莫桑比克构造带,是莫桑比

克境内主要的造山带,以断裂构造发育、变质活动强烈(发育麻粒岩相、混合岩相和高级片麻岩相)、花岗岩岩浆活动广泛发育为主要特征<sup>[3-4]</sup>,区域内金、铜、重砂矿(钛锆)、石墨、钽铌等矿产发育。古生代—新生代沉积物覆盖了莫桑比克南部和东北部沿海地区,区域内主要形成石油、天然气、煤、重砂矿(钛锆)等矿产。Marques等<sup>[8]</sup>将莫桑比克划分为3个成矿省,6个成矿带,分别为尼亚萨—津巴布韦成矿省、莫桑比克成矿省及鲁伍玛—赞比西—马普托成矿省,以及尼亚萨—安格尼亚—津巴布韦成矿带、津巴布韦—森托奥—巴鲁埃成矿带、巴洛克—乌南戈成矿带、莫桑比克成矿带、森托奥—赞比西成矿带和森托奥—鲁伍玛—赞比西—马普托成矿带。

### 3 矿业管理机构

莫桑比克矿产资源和能源部负责莫桑比克的矿产资源和矿业管理。其下属单位包括国家地质矿山理事会(National Directorate of Geology and Mines, NDGM)、国家矿山研究所(Instituto Nacional de Minas, INAMI)、国家石油研究所(Instituto Nacional de Petróleo, INP)、国家能源局(Direcção Nacional de Energia, DNE)等<sup>[9]</sup>。

莫桑比克国家地质矿山理事会主要负责制定和修改国家矿业政策,准备更新、增补和修订矿产行业立法的议案,管理地质和矿产资源数据库。

莫桑比克国家矿山研究所成立于2015年10月,是新矿业法(2014)中指定的唯一法定管理机构,原国家地质理事会(National Directorate of Geology, NDG)负责的地质调查和原国家矿山理事会(National Directorate of Mines, NDM)负责的矿业许可证管理、矿业活动监管一并归其管理。油气资源和核能源不在其管辖范围。国家矿山研究所是采矿活动的监管机构,负责公共和私营部门参与矿产品及其衍生产品的研究、勘探、加工和进出口的指导。国家矿山研究所下设多个部门和实验室,总人数约150人<sup>[9-10]</sup>。主要包括地质调查、采矿许可、采矿技术与矿山环境治理、实验室分析测试的职能。

国家石油研究所和国家能源局主要管理石油和天然气能源矿产。矿产品进出口由国家矿山研究所和国家地质矿山理事会协同管理。莫桑比克其他政府机构也管理矿产行业,包括成立于1988年的采矿发展基金会,它主要从权利金中提取部分收

入帮助小矿山开发。

## 4 工作基础与矿业开发

### 4.1 工作基础

莫桑比克的地质图件编制工作始于20世纪50年代,莫桑比克地质服务部(República de Serviços de Geologia de Moçambique, RSGM)向国家地质和地下土壤防治局(Direcção Nacional de Geologia e Defesa de Sub-solo, DNGDS)过渡完成,并与英国A Hunting、法国BRGM、意大利Aquafer等国际组织启动了多项地球科学合作计划,为莫桑比克更新了全国地质资料,最终出版了覆盖全国的1:25万地质图、1:100万地质矿产图和部分成矿潜力区1:50万地质图。在马尼卡(Manica)等重点地区完成了31幅1:5万地质图。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,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 $15.7 \times 10^4$  km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<sup>[10]</sup>。莫桑比克的矿种主要包括石油、天然气、煤、铁、重砂矿物(钛锆)、铜、铝土矿、金、钽铌矿、铍、锂、石墨等(图1)。目前,除钛、锆、金、煤等资源外,其他资源的开发程度较低<sup>[11]</sup>。

### 4.2 矿业开发现状

为了吸引外资,莫桑比克政府颁布了一系列法律法规,投入大量资金用于矿产调查、绘制大比例尺地质图等工作,力求吸引外资到莫桑比克从事矿产资源勘查与开发。随着莫桑比克矿业投资环境的不断改善,大量国际矿业企业进入莫桑比克从事矿产勘查与开发工作。美国、意大利、中国、法国、韩国、葡萄牙、加拿大、日本、印度等国的石油企业正在莫桑比克北部鲁伍马(Rovuma)盆地陆上和近海区域开展石油及天然气勘探与开发。

#### 4.2.1 油气资源

莫桑比克是非洲重要的天然气生产国之一,含烃构造最早发现于其滨海地区,特别是北部的鲁伍马盆地和南部的莫桑比克盆地。鲁伍马盆地占地面积约 $7.1 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,海域面积约为 $3.66 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,水深0~2500 m,其中42%的面积位于水深500 m

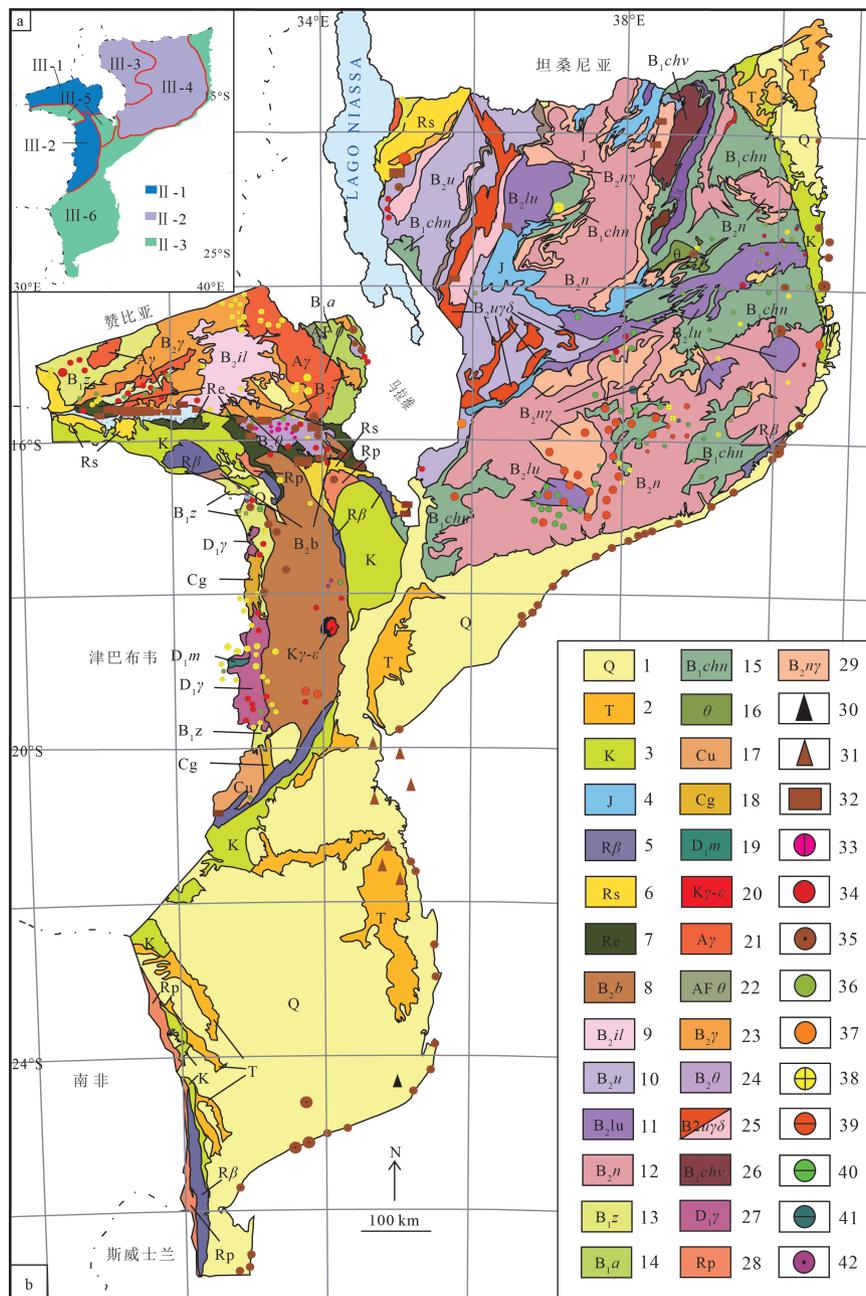


图 1 莫桑比克构造分区图(a)和莫桑比克地质矿产图(b, 据参考文献[8]修改)

Fig. 1 Tectonic map(a) and geological map showing mineral resources(b) of Mozambique

a 图: II-1—尼亚萨—津巴布韦成矿省; II-2—莫桑比克成矿省; II-3—鲁伍玛—赞比西—马普托成矿省; III-1—尼亚萨—安格尼亚—津巴布韦成矿带; III-2—津巴布韦—森托奥—巴鲁埃成矿带; III-3—巴洛克—乌南戈成矿带; III-4—莫桑比克成矿带; III-5—森托奥—赞比西成矿带; III-6—森托奥—鲁伍玛—赞比西—马普托成矿带。b 图: 1—第四系; 2—三叠系; 3—白垩系; 4—侏罗系灰色云母灰岩、红色砾岩; 5—卡鲁超群玄武岩; 6—下卡鲁 Beaufort 组砾岩和砂岩; 7—下卡鲁 Ecca 组砾岩、砂岩和页岩、产煤层; 8—Bárué 杂岩: 片麻岩、混合岩、麻粒岩、大理石层、石英岩; 9—Luia 组片麻岩、麻粒岩、混合岩、正片麻岩、大理石层; 10—Unango 组片麻岩、麻粒岩、花岗岩、正长岩; 11—Lurium 超群麻粒岩、麻粒状霞石岩、锰白云石、细砾岩; 12—Nampula 超群片麻岩和花岗二长岩、钠长石和奥长花岗岩混合岩; 13—Zãmbuê 组片麻岩和副片麻岩, 含石英岩、大理岩; 14—Angónia 群高品位花岗质片麻岩, 含微量麻粒岩、镁铁质片麻岩和浅色正片麻岩、石英岩、铁闪锌矿、蛇纹岩、霞石片麻岩和石墨化合物; 15—Nipiode 超群云母片岩、白云母、石英岩和砾岩; 16—Anortositos; 17—Umkondo 组石英岩、页岩、泥质岩、安山岩; 18—Grazi 组云母石英岩 (Formação 的边界) 糜棱岩和石英片麻岩 (Formação 的 Nhazónia 组); 19—Formação 的 Macequece 组玄武岩、科马提岩、滑石岩和绿柱石、橄榄岩和蛇纹岩; 20—花岗岩、正长岩和二长岩、霞石正长岩; 21—花岗岩和“后-Fingoe”正长岩和二长花岗岩; 22—Atchiza 杂岩体: 橄榄岩、蛇纹岩、闪长岩; 23—花岗闪长岩和二长花岗岩“pré-Fingoe”; 24—太特 (Tete) 杂岩体: 辉长岩、斜长岩、辉石岩; 25—花岗岩类: 正长岩、二长岩 (Formação 的 Cuamba 组); 26—辉长岩; 27—花岗片麻岩; 28—卡鲁系流纹岩 (Karoo rhyolite); 29—花岗岩, 硅化花岗岩; 30—石油; 31—天然气; 32—煤矿; 33—铀矿; 34—铁矿; 35—钛矿; 36—铜矿; 37—铝土矿; 38—金矿; 39—铌钽矿; 40—铍矿; 41—锂矿; 42—锰矿

的近海。盆地主要由第四系沉积物组成,油气成藏地质条件优越,油气资源丰富,潜力巨大,已获得一系列重大天然气发现。莫桑比克盆地位于莫桑比克海岸平原的中部和南部,并延伸至大陆架和大陆坡,属于裂谷层系,面积约  $57 \times 10^4 \text{ km}^2$ <sup>[3, 12-13]</sup>。该盆地位于森托奥-鲁伍玛-赞比西-马普托成矿带,基底面积约  $29 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,基本由火山岩构成。白垩系和古近系—新近系页岩、砂质泥岩、泥灰岩和石灰岩为主要储层,目前已发现潘达(Pande)气田、泰马尼(Temane)气田和布吉(Búzi)气田。莫桑比克石油勘探开采区块面积达  $7.58 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,其中陆上区块约  $4.39 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,大陆架区块约  $0.33 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,深海区块约  $2.86 \times 10^4 \text{ km}^2$ <sup>[12, 14-16]</sup>。

潘达和泰马尼是优质天然气田,其中潘达气田的储量预计超过  $539 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,泰马尼气田约为  $280 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,布吉气田约为  $2.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。南非沙索(Sasol)公司拥有潘达和泰马尼天然气项目70%的权益,莫桑比克国家石油天然气公司和世界银行的国际金融公司分别拥有25%和5%的权益<sup>[17]</sup>。莫桑比克科洛尔(Coral)项目位于鲁伍马盆地第4区块(Area 4, Rovuma Basin),是2016—2018年全球唯一进行最终投资决策(Final Investment Decision, FID)的大型浮式液化天然气(FLNG)项目,气田深超过2000 m。科洛尔项目预计凝析油证实和概算储量  $239 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,天然气证实和概算储量  $1341 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。根据项目规划,2022年投产,2023年达产,天然气产能达  $340 \times 10^4 \text{ t/a}$ <sup>[14]</sup>。在最终投资决策前,科洛尔项目与英国石油公司(BP)于2016年10月签订了LNG长期供销协议<sup>[14]</sup>。

2018年,莫桑比克天然气产量约为  $49.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,与2017年基本持平。2019年9月底,平均日产天然气  $1333.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ (推算2019年产量约为  $48.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ )<sup>[12, 16]</sup>。

目前,莫桑比克天然气证实和概算可采储量达  $4.24 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,位居非洲第二,占非洲地区总可采储量的16.3%。鲁伍马盆地第4区块(意大利埃尼公司)储量约  $2.0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ;第1区块(法国Total SA公司)储量约  $2.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ;莫桑比克盆地陆上区块储量约  $0.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (南非沙索公司)<sup>[12]</sup>。

#### 4.2.2 煤

莫桑比克有勘探和开发潜力的6个含煤盆地分别为莫阿提兹(Moatize)—民约瓦(Minjova)盆地、轮

湖(Lunhu)—马尼安巴(Maniamba)盆地、卢瓜(Luagua)盆地、鹿岛(Luchimua)盆地、申巴(Chemba)盆地和伊思平盖伯(Espunggabera)盆地。其中,莫桑比克西北部太特省的莫阿提兹(Moatize)—民约瓦(Minjova)盆地拥有世界上最大的未开发煤田之一<sup>[18]</sup>。煤主要位于尼亚萨—安格尼亚—津巴布韦成矿带和巴洛克—乌南戈成矿带。

根据美国地质调查局统计<sup>[19]</sup>,莫桑比克煤资源量超过  $320 \times 10^8 \text{ t}$ ,其中太特(Tete)省的莫阿提兹地区煤资源最丰富,已探明的煤储量达  $20 \times 10^8 \text{ t}$ ,开采周期可达35 a<sup>[8, 20-21]</sup>。莫阿提兹煤田的煤层赋存于1000 m厚的卡鲁(Karoo)层序下部,包括晚石炭世—二叠纪维兹(Vuzi)组和莫阿提兹组<sup>[22]</sup>。

莫阿提兹盆地为NW—SE向地堑,楔入中元古代太特地堑中,发育太特岩体、维兹组和莫阿提兹组。太特岩体主要由辉长岩、斜长岩和少量辉石岩组成,近水平状产出,东西长逾150 km,南北宽约60 km,地表出露面积约6000 km<sup>2</sup><sup>[23]</sup>。莫阿提兹组厚度达900 m,是迄今为止盆地中厚度最大的地层之一。在莫阿提兹盆地的梅康兹(Mecondezi)次级盆地中共发现6个煤层,其中Sousa Pinto煤层位于维兹组,而Chipanga、Bananeiras、Intermedia、Grande Falesia和Andre五个煤层均位于莫阿提兹组。Grande Falesia煤层厚度达250 m,是最厚的煤层之一。然而,该煤层的煤质较差,煤灰分约占30%<sup>[22]</sup>。

位于赞比西河南部穆拉兹(Muarazi)—恩孔德资(Ncondezi)地区的煤资源也十分引人注目,在100 m以浅的范围内,查明煤储量达  $2 \times 10^8 \text{ t}$ ,估算资源潜力可达  $30 \times 10^8 \text{ t}$ ,且其周边交通、电力等基础设施较好,相比赞比西河西北部其他地区更具开发优势<sup>[20-21]</sup>。

太特省的莫阿提兹盆地和穆坎哈(Mucanha)—维兹次级盆地,预计每年可创造15亿美元的收入,仅煤炭一项就占该国矿产品出口额的61%,使莫桑比克成为仅次于南非的非洲第二大煤炭出口国<sup>[18, 22]</sup>。预计2025年莫桑比克的焦煤产量将占全球的25%<sup>②</sup>。莫桑比克政府已经向太特的40家煤企业颁发了煤炭勘探和生产许可证。其中,最大的采矿权由Vale和Rio Tinto持有,较小的采矿权由Talbot-Nippon Group和Jindal Steel持有<sup>[18]</sup>。

#### 4.2.3 钛/锆砂矿

莫桑比克的钛锆砂矿主要分布于东部沿海省

份,矿床类型以红土型和滨海型为主。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,以及综合利用价值大等优点。其中,红土型钛锆砂矿含 18%~20% 的泥质成分,属于古三角洲环境,主要分布于鲁伍马盆地及莫桑比克盆地第四系中,位于莫桑比克成矿带和森托奥-鲁伍玛-赞比西-马普托成矿带。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<sup>[24-26]</sup>③。Lächelt<sup>[3-4]</sup>指出,莫桑比克砂矿的储量约为  $1.2 \times 10^8$  t。总之,重砂矿集中出现在整个莫桑比克东海岸。当重砂矿物含量超过 2% 时,其厚度在 1~8 m 之间变化,但也存在厚度超过 20 m (局部可达 40 m) 或希布托 (Chiburo) (加扎省) 沉积达 70 m 的情况。重矿物的产地通常被认为是莫桑比克北部的下更新统 (厚度可达 40 m<sup>[27]</sup>), 以及变质岩和岩浆岩,特别是基性侵入岩、碱性岩和伟晶岩。资源量见表 1。

目前,中资企业主要开采滨海型钛锆砂矿,品位约 1%,一般开采深度小于海平面以下 9 m; 外资企业主要开采红土型钛锆砂矿,品位为 3.5%~4.2%<sup>[24]</sup>。2019 年,海域 (莫桑比克) 矿业有限公司生产钛锆砂矿约  $10 \times 10^4$  t; 至 2021 年 11 月底,济南域潇集团有限公司在莫桑比克钛锆砂矿开采回运已超  $10 \times 10^6$  t。从事钛锆砂矿生产的外资企业主要为肯梅尔资源公司和萨凡纳资源公司。肯梅尔资源公司拥有钛铁矿资源量  $1.5 \times 10^8$  t,设计年产钛锆

矿约  $120 \times 10^4$  t<sup>[28]</sup>; 萨凡纳资源公司拥有钛锆砂矿资源量约  $1.72 \times 10^8$  t,设计年产钛铁矿约  $46 \times 10^4$  t<sup>[29]</sup>。

#### 4.2.4 铝土矿

莫桑比克铝土矿均形成于海拔 1200 m 以上,降水多、蒸发量少的地区,如太特省、尼亚萨省和马尼卡省,且与碱性岩有关,属于风化壳型,位于尼亚萨-安格尼亚-津巴布韦成矿带和森托奥-赞比西成矿带。目前,只有马尼卡省的塞拉莫尼亚格尼 (Serra Moriangane) 铝土矿被开采,储量  $71.8 \times 10^4$  t,资源量  $180 \times 10^4$  t<sup>[3,30]</sup>,年产量  $9 \times 10^4$  t,主要出口到津巴布韦。另外,位于马尼卡省萨努塔 (Snuta) 山地区的铝土矿床由几个独立的矿体组成,矿石赋存在地表及以下约 1 m 的覆盖层中,覆盖层包括铝土矿和长石,上覆高岭石层。铝土矿是由辉长岩与片麻岩接触带的正长岩风化形成的,可能还与绿岩或花岗岩片麻岩杂岩有关<sup>[3]</sup>。在矿床的北部和西南部可见滑石片岩、绿泥片岩和岩屑。矿体下伏辉长岩、闪长岩侵入体、镁铁质火山岩等。根据矿床的成因和地质环境,其物质组成-矿体形态可能不同,一般矿体长 100~500 m,宽 25~150 m,厚度可达 20 m。

虽然莫桑比克铝土矿产量不高,但属于原铝生产大国,在非洲居于前列。其产品主要产自马普托莫扎尔 (Mozal) 铝厂,经营者为莫桑比克铝业 (Mozambique Aluminum SARL,必和必拓占股 47%), 铝厂的原料主要是从澳大利亚进口的氧化铝<sup>④</sup>。

#### 4.2.5 铜

莫桑比克铜矿床主要沿赞比西流域分布,有齐都 (Chidúè) 铜矿床、马潘达 (Panda-Uncue) 铜矿床和马科隆 (Monte Cónua) 铜矿床,主要位于尼亚萨-安格尼亚-津巴布韦成矿带和津巴布韦-森托奥-巴鲁埃成矿带。

齐都铜矿床是层控矿床,位于齐都山东部,距富安昆戈 (Fuancungo) 地区太特市北部 60 km。共发现 5 个矿化体,部分矿体长度达 900 m,厚 0.2~30.2 m。推测资源量为  $2.77 \times 10^4$  t,铜品位为 1.5%,金品位为 0.5 g/t<sup>[3-4]</sup>。该矿推测资源量为  $588 \times 10^4$  t,铜品位为 1.72%,金品位为 0.5 g/t<sup>[3]</sup>①。

马潘达铜矿床位于赞比西河附近,是层控矿床,离太特市直线距离约 65 km。矿区由一系列芬戈组 (Fíngoè) 的蚀变型钙质片岩组成,呈不对称向斜褶皱状,向北倾斜,褶皱西翼倾角  $60^\circ \sim 70^\circ$ ,东翼倾角  $20^\circ \sim 30^\circ$ ,在褶皱边缘发现了 3 条层状含铜矿化层:

表 1 莫桑比克海岸带钛锆矿资源量汇总<sup>[24-25]</sup>①

Table 1 Summary of titanium and zirconium mineral resources of Mozambique offshore

矿床名称	类型	10 <sup>4</sup> t			
		TiO <sub>2</sub> 资源量	金红石中 TiO <sub>2</sub> 资源量	ZrO <sub>2</sub> 资源量	独居石 资源量
莫马 (Moma)	超大型	15 000	300	1000	17
希布托 (Chiburo)	超大型	2 250	—	—	—
莫贝兹 (Moebase)	大型	104	8.65	4.99	—
拓扑托 (Tupuuto)	中型	12.35	1.13	0.717	—
马西卡尼 (Maxecane)	中型	100	—	—	—
帕迪 (LagoaPati)	中型	100	—	—	—
多格 (Ldugo)	中型	65	4	6	—

注:“—”代表未查到相应数据

第1矿化层真厚度为1.28 m,位于钙质片岩的接触带上;第2矿化层在片岩中真厚约0.9 m,主要由孔雀石、赤铜矿和方解石组成;第3矿化层真厚度约0.6 m,主要由浸染状孔雀石、方解石脉和赤铜矿组成<sup>①</sup>。

马科隆铜矿床含铜富集区位于赞比西河的右侧边缘附近,离太特市约70 km。矿区主要由一系列芬戈组钙质片岩组成,沿NW—SE向成层排列,倾向南或南西,倾角30°~70°<sup>[9]</sup>。矿化程度较低,主要由黄铜矿和孔雀石组成<sup>[3-4]</sup>。

1965—1966年Rand Mines(南非)、1968—1975年Lonrho(英国)、1978—1990年Empresa Nacional de Minas(莫桑比克)、1989—1990年联合国开发计划署(开发计划署地质勘探)等组织和机构均在莫桑比克的Mundonguara(Baobab资源集团)铜矿床开展过勘探或开发工作。矿化体沿EW向分布在1 km范围内,共计10个矿体,其中6个在不同时期进行了开采。按平均厚度2.9 m计算的矿石储量为123 000 t,铜品位为2.36%。经济可采的矿石量为325 200 t,铜和金品位分别为3.10%和0.58 g/t<sup>[3]</sup>。

#### 4.2.6 金

莫桑比克金矿主要与太古宙克拉通和元古宙莫桑比克活动带密切相关,主要分布于莫桑比克北部和西部,位于尼亚萨—安格尼亚—津巴布韦成矿带和巴洛克—乌南戈成矿带。据不完全统计,已发现金矿床(点)174个,主要集中于马尼卡省、太特省东北部芬戈群分布区、太特省中部芬戈群分布区、太特杂岩区和利戈尼亚(Ligonha)区等<sup>④</sup>。按金矿床(点)地质特征可以划分为3种类型:条带状含铁石英岩型金矿床、石英脉型金矿床和砂金矿床(包括冲积层型和残积层型)<sup>[31-32]</sup>。

##### (1) 条带状含铁石英岩型金矿

该类矿床分布于马尼卡省西南部的马尼卡市附近和太特省东北部地区<sup>[33]</sup>。马尼卡地区金平均品位3.5 g/t,最高品位可达12.4 g/t<sup>[32]</sup>。太特省东北部的金矿床主要赋存于芬戈群中。该区分布有2条含金铁质石英岩带,金平均品位3.6 g/t,局部高达20 g/t,在齐富木哈滋(Chifumbasi)矿区局部金平均品位可达数百克/吨<sup>[32]</sup><sup>①</sup>。

##### (2) 石英脉型金矿

含金石英脉广泛分布于莫桑比克马尼卡省的马尼卡矿田、太特省的弥撒(Missal)—齐富木哈滋—穆罗罗(Muloero)矿区和卡苏拉(Casula)及楠普拉

省的利戈尼亚地区<sup>[31]</sup>。

马尼卡矿田有含金石英岩脉30余条,矿脉近于直立,长20~400 m,延深150~200 m,厚1~3 m,其中最大含金石英脉瑞泽玛多(Rezendo)长逾1000 m,延深600 m<sup>[31-32]</sup><sup>④</sup>。金品位变化较大,从1~2 g/t至数十克/吨不等,平均品位约为11 g/t<sup>[31-32]</sup>。

弥撒—齐富木哈滋—穆罗罗矿区的含金石英脉赋存于角闪片岩或滑石绿泥片岩中,矿脉数量众多,一般长度为20~30 m,最长可达150 m,钻探控制延伸超过70 m,厚0.4~1.4 m。金平均品位3.5 g/t,最高达30 g/t。片岩中的金品位为0.5~6 g/t<sup>[31-33]</sup>。

卡苏拉地区的含金石英脉大多赋存于角闪岩和花岗岩体内,少数赋存于角闪片岩中。含金石英脉的长度450~1 000 m,延伸70 m,宽0.3~0.2 m。金平均品位3.5 g/t,最高达20 g/t<sup>[31-33]</sup>。

利戈尼亚地区含金石英脉发现于19世纪30年代,著名的纳卡鲁(Nacalue)含金石英脉赋存于云母片岩中,长度大于100 m,厚0.8 m,金品位为0.5~200 g/t<sup>[31]</sup>。

##### (3) 砂金矿

莫桑比克冲积型金矿床比原生矿床分布更广,通常分布于条带状含铁石英岩和石英脉型金矿床的集中区及其周围,最主要的砂金矿分布于莱弗尤河(Lifurive)、鲁恩纳河(Luena)、纳米鲁河(Namilu)及其支流和尼亚萨(Niassa)金矿带。

莱弗尤河及其支流的冲积层分布于马尼卡金矿区附近。在莱弗尤河上游出露长约8000 m、宽约131 m、平均厚度5.3 m的砂金矿层,平均品位0.43 g/m<sup>3</sup>,估计金资源量2300 kg;莱弗尤河的支流因哈姆拉(Inhamucrara)河有40×10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>的冲积层,平均厚度1.49 m,平均品位0.41 g/m<sup>3</sup>,估计金资源量240 kg<sup>[32]</sup>。

鲁恩纳河及其支流的冲积层分布于马卡尼省和太特省。鲁恩纳河上游13 km内的河段,河宽约200 m,冲积层厚0.5~6.6 m,平均厚度为4 m,金平均品位0.7 g/m<sup>3</sup>。鲁恩纳中游,冲积层平均厚2 m,金平均品位4.65 g/m<sup>3</sup><sup>[32]</sup><sup>①</sup>。

纳米鲁河及其支流库米尼(Cocmie)河开采过砂金矿,金品位1.1~1.3 g/m<sup>3</sup>,据2007年报道,生产了1800~2300 kg的砂金<sup>[32]</sup><sup>①</sup>。

尼亚萨金矿带最重要的采矿地点包括Cagurué、Long Bay/Miazini、M'Papa。金发现于0.5~5 m厚的石料和砾岩带,含金量高达30 g/t<sup>[3-4]</sup>。M'Papa金矿是尼亚萨金矿带最重要的冲积金矿之一。根据

当地政府的数据,2003 年的金产量约为每天 500 g,生产区长几百米,宽 30 m<sup>[34]</sup>。

#### 4.2.7 石墨

莫桑比克重要的含石墨区包括安格尼亚 (Angónia) 地区 (太特省)、莫纳波 (Monapo) 飞来峰 (楠普拉省)、安夸贝 (Ancuabe) 地区 (德尔加杜角省)、卢里奥 (Lúrio) 带 (德尔加杜角省)、蒙特普埃兹 (Montepuez) 构造带 (德尔加杜角省) 等地区,位于莫桑比克成矿带。含石墨区域均位于高级变质带 (角闪岩相和麻粒岩相) 和接触变质区中<sup>[3-4]</sup>。

莫桑比克的石墨矿主要产于基底变质岩中,德尔加杜角省和太特省的安格尼亚区是莫桑比克重要的石墨发育区域,产出地层为中元古代早莫桑比克阶。德尔加杜角区域为奇基塔 (Chiquita) (曾用名奇乌雷 (Chiúre)) 超群,主要岩性为斜长角闪片麻岩;安格尼亚区主要岩性为高级片麻岩和石墨片麻岩。德尔加杜角省含石墨云母片岩和片麻岩见于不同的构造杂岩体内,长达数千米,含细-粗粒的石墨,通常含 5%~20% 碳。高品质石墨主要为变质成因,局部富矿与构造活动有关<sup>[3-4]</sup>。

##### (1) 安格尼亚石墨矿床

安格尼亚石墨矿床为大型矿床,含石墨的层位倾向 NE,倾角为 45°。原生石墨产于片麻岩、角闪石辉石片麻岩、含石榴子石片麻岩、大理岩和石英岩中。后生石墨以网状脉和细脉的形式赋存于高岭土风化帽中<sup>[3]</sup>。

区域上,矿区位于一个 NW 向的含矿带,分为 4 个含矿层,赋存 34 个石墨矿体。地表及深部见矿特征为:石墨鳞片 0.05~0.8 cm,矿层厚度 2~30 m,地表延伸几百米至上千米,见矿斜深 6~125 m,品位 3%~20%,大致顺片麻理分布,石墨晶体平直,少数发生弯曲<sup>[3,35]</sup>。

##### (2) 巴拉马 (Balama) 石墨矿床

该矿床位于莫桑比克石墨成矿带上,澳大利亚西拉 (Syrah) 资源有限公司、特里同 (Triton) 矿物有限公司和非洲金属 (Metals of Africa) 公司均在该成矿带开展了石墨资源的勘查与开发工作。其中,西拉资源有限公司持有的巴拉马石墨矿床矿石储量 11 329×10<sup>4</sup> t (品位 16.36%),石墨矿物储量 1 850×

10<sup>4</sup> t。该矿床的石墨矿石资源量 143 200×10<sup>4</sup> t (品位 10%),矿物资源量 14 700×10<sup>4</sup> t。已建成年产 200×10<sup>4</sup> t 矿石、35×10<sup>4</sup> t 石墨的大型石墨矿基地,为露天开采 (低剥采比) 方式,开采保障程度超过 50 a<sup>[36]</sup>。综合分析,矿区整体资源潜力巨大。

##### (3) 安夸贝石墨矿床

特里同矿业公司与中企济南高新控股集团有限公司共同持有安夸贝石墨矿床<sup>[37]</sup>。矿床位于彭巴 (Pemba) - 蒙特普埃斯 (Montepuez) 高速公路以北的彭巴以西地区。安夸贝石墨矿床曾由肯梅尔资源上市公司 PLC 拥有,1994—1999 年运营。石墨集中于奇基塔超群的花岗片麻岩中。石墨层序出露于 4.0 km×(0.4~0.8) km 区域内<sup>[3]</sup>。Afonso 等<sup>[27]</sup> 将该矿床的矿石划分为 3 种类型:原生矿石,厚达 50 m,石墨含量约 4.3%;残积矿石,厚 39 m,石墨含量约 4.43%;崩积矿石,厚达 80 m,石墨含量约 4.65%。

探明矿石量约为 163×10<sup>4</sup> t,其中 23×10<sup>4</sup> t 赋存于残积层和崩积层。预测矿石量可能超过 100×10<sup>4</sup> t。对于整个安夸贝地区,Lächelt<sup>[3]</sup> 评估的石墨储量超过 3500×10<sup>4</sup> t。

##### (4) 其他石墨富集区

莫纳波飞来峰:Afonso 等<sup>[27]</sup> 认为,石墨集中于花岗岩和硅铝片麻岩、细长石和含透辉石的斜长片麻岩的接触带。其矿石量约为 400×10<sup>4</sup> t,含量为 9.4% 的石墨,分布于 25 m 深、面积为 5 km<sup>2</sup> 的范围内。

蒙特普埃兹构造带:分布于距离蒙特普埃兹东北方约 20 km 的卢里奥超群卢里奥组的细晶片麻岩、石英岩和长石片岩序列中,在 30 km×2 km 的区域发现多处石墨矿化,含石墨的岩石风化程度高。石墨含量介于 2.5%~17% 之间。铬云母 (Fuchsite) 赋存于蒙特普埃兹附近的碳酸岩序列中<sup>[3]</sup>。

#### 4.2.8 铌钽资源

莫桑比克曾经是世界上最大的钽原料生产国之一,其钽矿品位居世界首位。姆艾尼 (Muiane) 地区在过去因为有大量的钽矿床而引起重点关注,莫桑比克最大的钽矿生产商是 Empresa Alto Ligonha 公司<sup>[38]</sup>。1973—1986 年,钽精矿的年生产量曾高达 108 t (表 2)。

表 2 1973—1986 年莫桑比克钽精矿的生产量<sup>[38]</sup>

Table 2 Production of tantalum concentrates in Mozambique from 1973 to 1986

年份	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
产量/t	85	108	90	84	76	76	64	51	77	50	37	17	10	6

对莫桑比克 28 个矿床的资源量进行了统计,钽资源储量为 8959 t( $Ta_2O_5$ ),其中莫拉(Morraua)、马尔皮诺(Marropino)和姆艾尼 3 个大型—超大型矿床占总资源储量的 91.09% (表 3)<sup>[38]</sup>。

莫拉矿床、马尔皮诺矿床和姆艾尼矿床均属于伟晶岩型矿床,且都在赞比亚省<sup>[38-39]</sup>。其中,莫拉矿床是最大的在产矿山,1957—1979 年共生产钽精矿 1900 t,精矿( $Ta_2O_5$ )平均品位 68.42%;姆艾尼矿床在 1937—1978 年生产钽铁矿 178 t,细晶石 7.3 t,锂云母 1900 t,泡铋矿 16.5 t;1938—1963 年生产工业用绿柱石 839 t,1955—1963 年生产宝石级绿柱石晶体 179 kg<sup>[38]</sup>。莫拉、马尔皮诺和姆艾尼 3 个矿床钽矿( $Ta_2O_5$ )的平均品位分别为  $6.59 \times 10^{-4}$ 、 $2.20 \times 10^{-4}$  和  $7.0 \times 10^{-5}$ ;铌矿( $Nb_2O_5$ )的平均品位分别为  $8.7 \times 10^{-5}$ 、 $1.08 \times 10^{-4}$  和  $1.30 \times 10^{-4}$ <sup>[39]</sup>。

#### (1) 莫拉矿床

莫拉钽铌矿床位于上利戈尼亚(Alto Ligonha)钽铌稀有元素成矿带中部,梅莱拉河(Melela River)河东岸,莫拉山 NW 约 5 km 处,地理坐标为南纬  $16^{\circ}16'13''$ 、东经  $37^{\circ}51'56''$ 。矿床有公路直通,与阿托莫洛魁(Alto Molocue)、吉尔(Gilé)和穆勒瓦拉(Mulevala)市相连,南距马尔皮诺钽铌矿床约 40 km<sup>[3]</sup>。

莫拉钽铌矿床为露天矿床,剥采比为 0.7。在 20 世纪 50 年代末以前,是世界屈指可数的钽精矿供应地。GSMA 报道,比较有经济价值的矿石量达到  $750 \times 10^4$  t,平均氧化钽含量为 0.7 kg/t。

莫拉钽铌矿床为伟晶岩型稀有元素矿床,围岩主要为莫拉组角闪片岩、黑云角闪斜长片麻岩夹绿

泥阳起片岩<sup>[3-4]</sup>,出露的伟晶岩总体长超过 1000 m,宽 800 m,矿床开采深度约 100 m。矿床由 13 条锤状矿体组成,矿体近似水平,最大倾角  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ,走向为  $NW60^{\circ}$ 。主要由钽铁、锰-钽铁和细晶石形式的钽精矿构成<sup>[38]</sup>。出露的伟晶岩可划分为 5 种类型<sup>[40]</sup>:微斜长石型、钠长石-微斜长石-锂辉石( $5\% \sim 10\%$ )型、含锂辉石( $5\% \sim 15\%$ )、锂云母( $5\%$ )和少量铯榴石微斜长石钠长石型、含铯榴石锂辉石-钠长石型和伟晶岩脉中发育的钠长石型(含少量锂辉石和锂云母)。含锂辉石( $5\% \sim 15\%$ )、锂云母( $5\%$ )和少量铯榴石微斜长石钠长石型伟晶岩中钽和铷的矿化程度最好,也是分馏程度最高的一组,其伟晶岩分带良好,其中矿石矿物锂云母、锂辉石、锰钽铁矿、钽铁矿、绿柱石、铋磷铝石等主要产出于钠长石带中<sup>[40]</sup>。该矿床成矿时代为  $480 \pm 2$  Ma<sup>[41]</sup>。

#### (2) 马尔皮诺矿床

马尔皮诺钽铌矿床位于莫桑比克成矿带上利戈尼亚地区元素成矿带南段,莫拉矿床以南 40 km 的纳马卡拉(Namacra)河附近(梅莱拉河流的支流),从莫拉到佩巴内(Pebane)的公路经过该矿床,交通便利。1982—1984 年,Lächelt<sup>[3]</sup>将马尔皮诺—梅莱拉地区先后发现的 67 处伟晶岩划分为 3 种类型:微斜长石型、钠长石-微斜长石型和锂辉石-微斜长石-钠长石型。其中,微斜长石型伟晶岩分带程度较弱,是矿区的主要发育类型,其核心带含块状、棱柱状绿柱石;钠长石-微斜长石型伟晶岩分带明显,钠长石化程度较弱,呈透镜体状产出,倾角较缓;锂辉石-微斜长石-钠长石型伟晶岩是马尔皮诺钽-铌矿床主要的赋矿伟晶岩。

伟晶岩体赋存于莫拉组角闪石岩和绿泥片岩中,长大于 1000 m,宽 80 m,走向 NEE,倾向 SE,倾角  $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ;主体伟晶岩长 550 m,露头宽 250 m,厚约 5 m,延深超过 200 m,伟晶岩倾向 SE,倾角  $20^{\circ}$ 。矿体南缘的伟晶岩最大厚度达 60 m,向东逐渐减薄。

矿区内高岭土化蚀变发育,蚀变深度约 180 m,以往钽铌矿开采主要集中于高岭土化蚀变区。Lächelt<sup>[3]</sup>将马尔皮诺矿床的矿石类型分为 2 类:风化伟晶岩和原生伟晶岩。前者矿石量为  $736 \times 10^4$  t, $Ta_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$  含量分别为 240 g/t 和 118 g/t;后者矿石量为  $1442 \times 10^4$  t, $Ta_2O_5$  和  $Nb_2O_5$  含量分别为 273 g/t 和 104 g/t,合计  $Ta_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$  储量分别为 5542 t 和 2363 t<sup>[38]</sup>。该矿床成矿时代为 465~481

表 3 主要矿床储量<sup>[38]</sup>

Table 3 List of reserves of major mineral deposits

矿物名称	t		
	莫拉	马尔皮诺	姆艾尼
Ta	4156.1	2185.8	1819
Nb	548.5	1074.6	3201
Cs	8644.1	—	5626
Rb	17 946.2	—	—
Li	20 491.9	—	86 394
Be	2115.1	—	464
Bi	—	—	1835
Sn	—	—	1118

注:“—”代表未查到相应数据;储量代表金属氧化物的量

Ma (TIMS)、 $446.6 \pm 4$  Ma (LA-ICP-MS)<sup>[41-42]</sup>。

### (3) 姆艾尼矿床

姆艾尼钽铌矿床位于莫桑比克成矿带上利戈尼亚地区姆艾尼 (Muiane) 居民点附近,在上利戈尼亚市南约 45 km,姆艾尼-楠普拉、姆艾尼-吉尔和姆艾尼-上利戈尼亚等公路经过矿区附近。

姆艾尼矿床的主矿体赋存于板状、透镜状的伟晶岩中,长约 1200 m,宽约 100m,走向 NE,倾向 SE,倾角  $20^\circ \sim 25^\circ$ <sup>[3-4, 42]</sup>。主要矿石矿物为钽铁矿、细晶石、锂辉石等。该矿床分为风化矿和原生矿:风化矿石量为  $665.7 \times 10^4$  t,  $Ta_2O_5$  和  $Nb_2O_5$  金属氧化物量分别为 1045 t 和 1046 t;原生矿石量为  $703.1 \times 10^4$  t,  $Ta_2O_5$  和  $Nb_2O_5$  金属氧化物量分别为 272 t 和 856 t,合计的  $Ta_2O_5$  和  $Nb_2O_5$  分别为 1317 t 和 1900 t<sup>[3-4, 43]</sup>。该矿床成矿时代为  $440.5 \pm 0.5$  Ma (TIMS)、 $451.9 \pm 7.4$  Ma (LA-ICP-MS)<sup>[41-42]</sup>。

## 5 矿权分布特征

根据莫桑比克矿业门户网站<sup>[44]</sup> (2021 年 6 月) 发布的莫桑比克矿权资料,莫桑比克现有在册登记矿权区 3692 项,主要集中于莫桑比克北部的楠普拉省、尼亚萨省、赞比亚省,西部的太特省、马尼卡省和东部沿海一带。其中,煤矿 157 项 (占比 4.25%),油气 12 项 (占比 0.32%),铀矿 16 项 (占比 0.43%),铁矿 84 项 (占比 2.27%),锰矿 7 项 (占比 0.18%),锆钛 213 项 (占比 5.77%),铜多金属 267 项 (占比 7.23%),铜矿 12 项 (占比 0.32%),黄金 380 项 (占比 10.29%),钽铌矿 246 项 (占比 6.66%),锂铍矿 19 项 (占比 0.51%),稀土矿 77 项 (占比 2.08%),宝石类矿产 628 项 (占比 17%),石墨矿 113 项 (占比 3.06%),磷酸盐矿 19 项 (占比 0.51%),萤石矿 8 项 (占比 0.21%),建材类 1371 项 (占比 37.13%),矿泉水 41 项 (占比 1.11%),铅矿 3 项,铝土矿 4 项,镍矿 1 项,钴矿 3 项,锡矿 3 项,铂族 3 项,钾盐 1 项。

按矿权性质划分:踏勘权 1826 项,勘探权 1866 项。其中,中资企业踏勘权 131 项,勘探权 54 项;锆钛矿权中勘探权 48 项,踏勘权 165 项。

按矿权状态划分:待审批状态 347 项,对立待决状态 471 项,待定分配状态 161 项,取消状态 439 项,有效期状态 1330 项,已过期状态 267 项,取消申请状态 216 项,待延期状态 61 项,待转让状态 161

项,申请状态 250 项,完全放弃状态 116 项,撤销状态 31 项,待传输状态 3 项。

中资企业主要拥有矿权情况:非洲长城水泥制造有限公司 18 项,非洲长城投资公司 4 项,长城矿业开发公司 1 项,非洲长城房地产开发公司 14 项,域潇矿业 21 项,东岳矿业 2 项,中莫水泥矿业公司 7 项,中国矿业 2 项,大华国际 1 项,德胜矿业 2 项,地圣矿业 4 项,地元矿业 7 项,鼎盛矿业 6 项,海南地质 1 项,海域矿业 9 项,香港珠宝莫桑比克公司 2 项,宏钛矿业 8 项,中莫石油勘探有限公司 19,江苏地质 2 项,江西莫达矿业 7 项,金峰公司 8 项,袁龙格国际投资公司 7 项,南江投资公司 6 项,熊猫资源 3 项,双龙公司 5 项,顺鑫源非洲投资公司 3 项,腾达矿业 5 项,老虎矿业 5 项。

中资企业注册矿权主要涉及矿种包括金、钽铌、锆钛、铜多金属、石墨、宝石、建材等。

## 6 投资环境分析及建议

### 6.1 有利因素

(1) 政治经济较稳定,与地区和国际市场高度一体化。莫桑比克是撒哈拉以南经济增长速度最快的非洲经济体之一,基础设施建设(公路、桥梁、港口、机场、电信、发电和供水系统)逐步改善。

(2) 营商环境较好,土地使用审批较简单。莫桑比克政府鼓励外来投资,先后修订相关法律法规,并专门设立投资和出口促进局,负责受理外国企业来莫桑比克投资及开办公司的“一站式”办公业务。此外,政府鼓励外国企业在中部地区和北部地区投资,并给予投资优惠待遇。

(3) 政府鼓励并支持矿产资源开发。莫桑比克政府已经制定一系列有利于矿产资源开发的计划,包括增加矿物开采产品数量,刺激出口贸易,建立可靠的地质资源数据库,改进工业管理和健康安全机制,出台了有利于私人投资者运作的法律和税制框架等。

(4) 劳动力资源丰富。莫桑比克人口较多,普通劳工供大于求。其经济较落后,社会收入低,劳动力价格便宜且易于培训。

(5) 莫桑比克及其背后消费市场庞大。莫桑比克是南部非洲进出口的窗口,作为南部非洲发展共同体和东部、南部非洲共同市场成员国之一,方便进入拥有 4 亿消费者的大市场。

### 6.2 不利因素

(1) 莫桑比克政局较稳定,纽西就任总统后,除

继续推行既有社会经济政策外,更加注重司法、治安和法律体系建设,但局部冲突和社会动荡时有发生,社会治安较差。

(2)政府部门办事效率低。另外,一些鼓励投资的政策不明确,政策不执行的情况屡见不鲜。

(3)虽然莫桑比克经济较落后,但莫桑比克的生活成本较高,甚至比欧洲或非洲的一些城市还高。

(4)莫桑比克道路、电力等基础设施仍较落后,使矿业勘查与开发活动受限,成本高、难度大。

(5)严苛的劳工签证政策、社会治安、医疗卫生条件欠佳等问题也对企业莫桑比克经营造成影响。另外,莫桑比克劳动力整体素质较低且雇佣本地员工手续繁杂,劳工纠纷时有发生。

(6)莫桑比克是司法程序最冗长的国家之一,一般的商业仲裁需要 1010 d,而企业破产和重组则需要 5 a 时间。在莫桑比克申请商业经营须经过 10 个程序,平均耗时 113 d;注册公司须 17 个审批签章,平均耗时 361 d;合同实施须经过 31 个程序,平均耗时 1010 d。企业在投资项目时,应加强对相关法律的学习和理解,避免被动。

### 6.3 投资建议

(1)莫桑比克重砂矿(钛锆)和金矿资源丰富,开发基础较好,投资者可以先从重砂矿(钛锆)和金矿的勘查和开发入手,瞄准机会投资开发潜力较大的石油、石墨、铌钽等矿种的勘查和开发。

(2)莫桑比克由于生产条件有限,集中于莫桑比克成矿带南部上利戈尼亚地区的钽铌矿床基本都是由当地手工作业方式开采,其实际资源量与现有资料相差较大,投资者值得关注钽铌矿的勘查和开发情况,可以考虑与本土矿业企业合作,利用当地企业的地缘优势,减少投资风险。

(3)明确当地环境保护政策,莫桑比克采用葡萄牙相关市场和商业管理标准,对环境保护设置了较多管制措施。计划赴莫桑比克投资的企业不可低估该国环境保护法律法规的严格程度,应当对相关政策做详细的了解,严格遵守相关管理制度。

(4)截至 2019 年底,中资企业在莫桑比克累计非金融类直接投资 19.97 亿美元,涉及能源、矿业、农渔、基础设施、通信、房地产、商贸物流等行业,在莫桑比克具有一定规模的中资企业近百家。2020 年是中莫两国建交 45 周年,两国经贸关系正处于历史上最紧密的时期,希望更多的中资企业和个人在

中国对非洲“八大行动”、“一带一路”倡议的引领下,到莫桑比克共商合作机遇,共建“中国-非洲地质学合作中心”平台,共享合作成果<sup>[1,45-46]</sup>。

## 7 结论

(1)莫桑比克的成矿地质条件优越,矿产资源丰富,且优势矿产较集中,特别是天然气、煤、钛、锆、金、非金属矿等资源丰富。另外,石油资源潜力巨大。

(2)莫桑比克及其背后消费市场庞大,是南部非洲进出口的窗口,其政局稳定、资源丰富、区位优势明显、经济发展潜力较大。目前,政府努力完善投资政策及法规,改善营商环境。随着莫桑比克经济的稳定发展和自由化水平的不断提高,中莫能源资源领域合作潜力巨大。

(3)结合优势矿种分布、重要矿山开发现状、投资环境等因素,莫桑比克的优势资源油气主要分布于森托奥-鲁伍玛-赞比西-马普托成矿带的鲁伍玛盆地和莫桑比克盆地,煤主要位于森托奥-赞比西成矿带,钛锆集中于森托奥-鲁伍玛-赞比西-马普托成矿带滨海地区,金主要分布于尼亚萨-安格尼亚-津巴布韦成矿带及津巴布韦-森托奥-巴鲁埃成矿带,石墨主要分布于莫桑比克成矿带安夸贝等地区,钽铌主要分布于莫桑比克成矿带南部上利戈尼亚地区。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国驻莫桑比克共和国大使馆[EB/OL].(2016-05-18)[2021-12-15].<http://mz.chineseembassy.org>.2016.
- [2] 中华人民共和国商务部[EB/OL].(2021-12-01)[2021-12-15].<http://mz.mofcom.gov.cn/>.2021.
- [3] Lächelt S.Geology and mineral resources ofmozambique[M].República de moçambique ministério dos recursos minerais e energia,2004.
- [4] Lächelt S, Winterbach D J, van Heerden J A, et al.Geology and Mineral Resources of Mozambique [M]. National Directorate of Geology, Mozambique,2004: 235-258.
- [5] 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.
- [6] 左立波,任军平,王杰,等.赞比亚班韦卢地块花岗岩地球化学特征、锆石 U-Pb 年龄及 Lu-Hf 同位素组成[J].地质调查与研究,2020,43(1): 30-41.
- [7] 孙宏伟,王杰,任军平,等.中非卢菲里安地区铀矿化特征与资源潜力分析[J].吉林大学学报(地球科学版),2020,50(6): 1660-1674.
- [8] Marques J M, Laechelt S, Ferrara M. Carta DE Jazigos E Ocorr-Encias Minerais (1: 1000000) [M]. Ministério dos Recursos Minerais e Energia, Direção Nacional de Geologia, Maputo, Mozambique and Council for Geoscience, 2000.

- [9] 莫桑比克矿产资源和能源部网站 [EB/OL]. [2021-12-15]. <http://www.mireme.gov.mz/>.
- [10] 邹亮,宛胜.莫桑比克共和国矿产资源勘查开发政策情况[J].地质与矿产:国土资源情报,2013,(6):32-34.
- [11] 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.
- [12] 周天航,刘贵洲.莫桑比克天然气开发渐入佳境[J].中国投资,2019,12(24):52-54.
- [13] Key R M, Smith R A, Smelror M, et al. Revised lithostratigraphy of the Mesozoic-Cenozoic succession of the onshore Rovuma Basin, northern coastal Mozambique[J]. South African Journal of Geology, 2008, (111): 89-108.
- [14] 姚震.莫桑比克液化天然气产业现状与机遇[J].中外能源,2018,23(11):1-7.
- [15] 石奎太,郭增虎,黄卫宁,等.莫桑比克盆地陆上油气潜力分析及多用户勘探对策[J].石油地球物理勘探,2016,(51):77-83.
- [16] 崔志骅,楼章华,朱振宏,等.莫桑比克盆地油气地质特征与勘探前景[J].海洋地质前沿,2016,(6):1-8.
- [17] 梁慧.莫桑比克天然气投资机会多[J].中国石化,2013,6(6):75-75.
- [18] Baruya P, Kessels J. Coal prospects in Botswana, Mozambique, Zambia, Zimbabwe and Namibia[M]. Iea Clean Coal Centre, 2013.
- [19] 美国地质调查局网站 [EB/OL]. (2019) [2021-12-15] <https://www.usgs.gov/>.
- [20] 张方方.民营企业海外资源性投资风险与应对——以中国庆华能源集团有限公司莫桑比克煤矿投资为例[J].国际经济合作,2019,5:112-118.
- [21] 莫桑比克国家统计局网站 [EB/OL]. (2019) [2021-12-15]. <http://www.ine.gov.mz/>.
- [22] Lakshminarayana G. Geology of Barcode type coking coal seams, Mecondezi sub-basin, Moatize Coalfield, Mozambique [J]. International Journal of Coal Geology, 2015, (146): 1-13.
- [23] Vasconcelos L, Chafy A, Xerinda L. Determination of the limit of oxidation in zones of sub-outcropping Chipanga Coal Seam, Moatize Coal Basin, Mozambique[J]. Journal of African Earth Sciences, 2014, 99(2): 554-567.
- [24] 任军平,王杰,古阿雷,等.莫桑比克钛铀砂矿资源开发现状及投资环境分析[J].地质与资源,2021,30(1):45-52.
- [25] 邓宇涛,杨瑞茹,张钊,等.莫桑比克滨海重砂矿地质特征[J].中国煤炭地质,2017,29(12):31-35.
- [26] 李家庆,刘彭江.莫桑比克东南部滨海重砂矿特征及成矿条件[J].现代矿业,2019,606(10):55-57.
- [27] Afonso R S, Marques J M. Recursos Minerais da República de Moçambique[M]. Instituto de Investigação Científica Trópica - Centro de Geologia, Lisboa; Direção Nacional de Geologia, Maputo, 1993.
- [28] 肯梅尔资源公司网站 [EB/OL]. [2021-12-15]. <https://www.kenmareresources.com/our-business/reserves-and-resources>.
- [29] 萨凡纳资源公司网站 [EB/OL]. [2021-12-15]. <http://www.mining-technology.com/projects/mutambajangamo-mineral-sands-project/>.
- [30] USGS. Mineral commodity summaries 2019 [EB/OL]. (2019-05-13) [2021-12-15]. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/zirconium/mcs-2020-zirco.pdf>. 2019.
- [31] 黄建平,叶水泉,夏明飞.莫桑比克金矿类型及地质特征[J].地质学刊,2005,29(1):24-27.
- [32] 邓宇涛,李胜利,王松.莫桑比克马尼卡绿岩带金矿成矿条件和类型分析[J].中国煤炭地质,2015,27(12):26-28.
- [33] 龚德奎,徐强.莫桑比克马尼卡砂金矿床地质特征[J].地质学刊,2013,37(2):248-251.
- [34] Bjerkgard T, Stein H J, Bingen B, et al. The Niassa Gold Belt, northern Mozambique - A segment of a continental-scale Pan-African gold-bearing structure? [J]. Journal of African Earth Sciences, 2009, (53): 45-58.
- [35] 陈超,李太升,王茹.莫桑比克太特省安格尼亚区石墨矿地质特征及找矿标志[J].资源环境与工程,2018,(3):379-381,429.
- [36] 西拉资源公司网站 [EB/OL]. [2021-12-15]. <https://www.syreresources.com.au/>.
- [37] 特里同矿业公司官网 [EB/OL]. [2021-12-15]. <http://tritonminerals.com/projects/upulo-ancuabe-graphite-project/>.
- [38] 商俊伟.莫桑比克钽铌资源概述[J].中国金属通报,2008,(18):33-37.
- [39] 叶水泉,黄建平,夏明飞.莫桑比克阿尔特里哥纳伟晶岩区概貌[J].江苏地质,2006,30(1):10-12.
- [40] Hunting. Geology and Geophysics Ltd [M]. Projecto de Inventariação mineral, Relatório final, ING, Maputo, 1984.
- [41] Melcher F, Graupner T, Sitnikova M, et al. Ein herkunftsnachweis für niob-tantalerze am beispiel Afrikanischer selten-element-pegmatite [J]. Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, 2009, (55): 231-267.
- [42] Melcher F, Graupner T, Gäbler H E. Tantalum - (niobium - tin) mineralisation in African pegmatites and rare metal granites: constraints from Ta - Nb oxide mineralogy, geochemistry and U - Pb geochronology [J]. Ore Geology Reviews, 2015, (64): 667-719.
- [43] USGS: The Mineral Industry of Mozambique in 2015 [EB/OL]. (2015) [2021-12-15]. <https://www.usgs.gov/media/files/mineral-industry-mozambique-2015-pdf>. 2015.
- [44] 莫桑比克矿权门户网站 [EB/OL]. [2021-12-15]. <https://portals.landfolio.com/mozambique/en/>.
- [45] 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]. (2017-05-15) [2021-12-15]. <http://mz.mofcom.gov.cn/article/zxhz/201705/20170502575509.shtml>. 2017.
- [46] 国家国际发展合作署网站 [EB/OL]. (2021-12-02) [2021-12-15]. <https://mp.weixin.qq.com/s/njsctySjs6BuKCjIAKq4w>.
- ① 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,2007.
- ② Raising Mozambique: Development Through Coal. POLICY BRIEFING 56. Governance of Africa's Resources Programme. 2012.
- ③ 莫桑比克希布托钛铀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.
- ④ 莫桑比克对外投资合作国别(地区)指南.2020.