

# 非洲某国萤石矿资源开发状况调研及开发建议

史 会

江西省赣地矿产资源集团有限公司 江西南昌 330100

**摘 要：**萤石，又称氟石，是氟化学工业的基本原料，其产品普遍用于航天、航空、制冷、医药、农药、防腐、灭火、电子、电力、机械和原子能等范围，已被多国列为关键性矿产资源。近几年，我国由萤石矿和萤石精粉出口国转变为进口国，开采难度和环保压力与日俱增。非洲多国萤石资源丰富，急需将资源变现以发展本国经济，加快现代化步伐。我国找矿、采矿和选冶技术成熟，可以进行优势互补，为提高采矿的科学性、选冶的高效性、环保的有效性，提供参考。

**关键词：**萤石矿；矿权；矿山开采；地质勘查

## 引言

萤石矿是一种富含氟元素的非金属矿产资源，主要用于冶金、化工、建材、光学等领域，自2018年以来，随着新能源、新材料产业的快速发展，尤其是氟化工产业对萤石需求的增长，全球萤石产量呈增长趋势，我国是全球萤石资源最大的消费国，约占全球总消费量60%。全球萤石资源分布不均，主要集中在几个资源大国，如中国、墨西哥、南非等。我国萤石资源丰富，储量排名全球第二，占比约为19%，是世界上萤石原材料和以萤石为基础材料的最主要原料国和初级产品供应国。据海关数据显示，我国在2024年1-6月按重量计氟化钙含量>97%的萤石进口量为0.8万吨，80%都进口自非洲赞比亚，14.13%来自墨西哥，其次有少量来自蒙古及尼日利亚等国家，进口均价为408.6美元/吨。未来我国仍需从国外进口大量萤石资源，了解非洲的萤石资源情况并进行分析，为企业发展和保障资源供应具有重要的意义<sup>[1]</sup>。

为此，笔者在非洲莫桑比克和赞比亚开展了萤石矿调查工作，并对萤石矿的开采、选冶、贸易现状进行了仔细调研，现以非洲赞比亚为例，对合理利用有限的萤石矿资源开发进行了分析和思考。

## 一、调研对象国家简介

赞比亚共和国（简称“赞比亚”）地处非洲中南部内陆，无出海口，周围与8个国家接壤，国土面积75.26万平方公里，人口约两千万。赞比亚属热带草原气候，温和凉爽，年平均气温在18℃-20℃之间，经济主要包括农业、工矿业和服务业，其中以铜开采和冶炼为主体的矿业是国民经济的主要支柱之一。赞比亚基础设施落后，

公路是赞比亚的主要运输方式，承担货运总量的83.4%。赞比亚实行自由和以市场为导向的开放型经济，推行经济多元化政策，取消了外汇管制，鼓励农业、矿业、制造业和旅游业等行业共同发展，并取得积极成效<sup>[2]</sup>。

## 二、萤石矿产资源情况

### （一）萤石矿分布特征

赞比亚萤石矿主要位于南方省卡里巴湖地区，主要分布在由两个正断层所限的前寒武纪片麻岩中，萤石、长石和紫水晶呈脉状共生。经调查，赞比亚有4个萤石矿床（点），总资源量约为610万吨，品位84%（Mambwe1992，Sliwa 1988）。但仅南方省Sianyolo萤石矿成规模，其可采储量为167万吨，品位85%（142万吨），且伴生元素含量低：As<5ppm、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><150ppm。

#### 1.Sianyolo萤石矿

矿床位于中赞比西河谷，马扎布卡东南约80km处。脉状的白色-绿色萤石赋存在黑云母角闪石片麻岩、含云母石英岩和加丹加系的钙硅酸盐中，主矿脉长1.5km，宽2.7m，伴随一些宽达6m的短脉，整个矿带侧翼为糜棱岩带，整体走向为NE-SW向。矿化作用可能发生在Karoo裂谷期，盆地流体淋滤基底岩石，并萃取云母中的氟元素。

#### 2.Siavonga和Bunga山矿点

位于赞比亚与津巴布韦交界附近，卡里巴湖北岸，可能为Karoo期形成（Mambwe 1992）。Siavonga萤石矿点位于Siavonga海港西部约2.4km处，由长150米，宽约0.5m的不整合矿脉组成，主要分布在片岩和片麻岩中。在Siavonga西侧的Bunga山地区，在Karoo群地层的断层中见萤石和黄铁矿，断层宽1-2m，但其数量和质量知之

甚少,预测50万吨,品位50%。

### 3. Banzi山附近矿点

Banzi山位于Kafue阶地南侧边缘,孟泽北西侧约50km处,在Karoo地层和加丹加变沉积岩接触带处的硅质破碎带中含有斑状萤石、方解石、黄铁矿和石英,推测为Karoo期,该萤石矿点位于Lochinvar保护区。

### 4. Hippo Mine附近矿点

位于中央省蒙布瓦西北约50km,毗邻西北省省界, Hippo Mine附近。囊状的绿色和紫色萤石矿化点分布在花岗片麻岩中的石英晶簇上,可能与Hook花岗岩体的交代作用有关,该矿点位于kafue保护区。此外,在kafue保护区北东侧,有一萤石矿点,仅在区域地质资料有记载。

## (二) 矿权分布情况

截至目前,在赞比亚南方省锡亚翁加地区共有萤石矿权64宗,其中大型探矿权26宗,小型探矿权19宗,大型采矿权1宗,小型采矿权7宗,手工开采权11宗。

## (三) 开发利用现状

通过对赞比亚锡亚翁加地区萤石矿的调查发现,当前赞比亚大中型萤石矿占比很低,开发利用还未形成规模,大部分矿权都以采代探的方式进行开发,开采规模小,不规范开采或破坏性开采,资源利用率低,开采技术和装备水平落后,采富弃贫、偷采、盗采、超限开采等行为使得大量的萤石资源被浪费,并造成一定程度的环境污染和生态破坏<sup>[1]</sup>。现在生产的矿山,全部为露天开采,绝大部分通过手选高品位萤石块矿,人工破碎至合适规格大小运回国内销售,低品位萤石矿直接丢弃,造成很大的资源浪费,据估计高品位块矿利用率只有20-30%。

目前赞比亚有且仅有一家合资萤石浮选厂,选厂两个萤石矿权,露天开采,现场已形成一高差达数十米的高陡边坡,矿山在开采前在不同标高采用穿脉进行勘探,矿脉宽度在6米左右,石英型萤石平均品位30-40%。由于管理以及采矿方法不当,矿山露天开采混入过多围岩,贫化率高,致使该选矿厂入选品位仅为23%。

浮选厂位于距离采场10公里处,日处理量为500吨,该浮选厂选址毗邻赞比西河,生产用水抽取赞比西河水,用电为矿山铺设的专用线路,采场备有一个350千伏安的变压器,供水、供电及交通条件较为优越。选矿流程与国内萤石浮选厂相同,采场露天开采的原矿经过鄂破后由汽车运输至选厂,经皮带运输机进入球磨机磨矿,采用高堰式螺旋分级机进行分级及脱泥,矿浆进入搅拌槽加入药剂,药剂采用传统的油酸作为捕收剂,水玻璃

做抑制剂,经扫选、粗选及精选后,精矿泵入浓浆机,经圆盘真空过滤机脱水,湿粉经晒场和烘干设备,烘干后成品为 $\text{CaF}_2 \geq 97\%$ 萤石干粉,装入吨袋由公路运输至南非德班港再海运至国内销售。尾矿脱水干堆在选厂侧面堆场,目前尾矿 $\text{CaF}_2$ 品位在5%左右,选矿回收率仅为82.5%。

## (四) 矿产品贸易情况

根据海关数据显示,2019年起,赞比亚成为我国萤石矿进口的新产地,由2019年的四千多吨增长到今年上半年的一万五千多吨。通过中国海关数据及调查赞比亚当地萤石矿企业,赞比亚主要是以高品位块矿销售为主,萤石精粉为辅。据现场调查,目前在卡里巴湖北部地区开采萤石块矿的主要为中国人,开采矿权有中国企业自有矿权,也有中国企业租赁当地人矿权进行开采的<sup>[4]</sup>。

## 三、矿业政策和法规

### (一) 矿业权设置

根据赞比亚2015年的《矿业与矿产开发法》第十三条,赞比亚的矿权许可证包括探矿权证、采矿权证、矿物加工许可证、矿物交易执照、矿物进口执照、矿物出口执照、淘金证书共七种许可证照。

### (二) 税收政策

#### 1. 税收政策

赞比亚矿业部门严厉打击避税行为,矿业部从各大矿区采集矿石样本用以防止矿业公司通过谎报矿石品级避税。这意味着,该国矿业部门将不再接受由出口商自己提交的样品。赞比亚计税系统对每种金属的计价基数十年来没有变过,不论上涨或下跌,现场取样抽检,取含量前三的金属进行计价。

#### 2. 税率

1) 采矿业企业所得税税率:  $30\% + (15\% - 0.12/C)$ ,  $C = \text{应税收入与营业总额之比}$ 。

2) 增值税率: 16%。

3) 关税税率: 出口关税 10%。

4) 矿产资源税率: 除铜以外的贱金属、能源或工业矿产为 5%。

5) 财产转移税率: 对矿产加工和其他采矿相关许可证的转让征收税率为 10%。

### (三) 贸易政策

赞比亚实行自由贸易政策,但对矿石或矿产品的出口存在前置审批程序。根据《矿业和矿产开发法》第106条的规定,没有政府当局的许可,任何人都不能通过赞比亚出口或进口任何矿物质、矿石或矿产品,应当以法

律规定的方式向主管机构申请许可，并依法缴纳进出口该类产品所需的费用。

经向矿业部主管机构咨询，赞比亚矿产品进出口贸易必须要办理矿产品进出口许可证方可开展，申请矿产品进出口许可证的公司需有下列三证之一：1. 矿山开采证（Mining Licence）；2. 矿产品加工证（Mineral Processing Licence）；3. 矿产品贸易许可证（Mineral Trading Permit，简称MTP），申请矿产品贸易许可证（MTP）的公司最少由当地人持股5%。

#### （四）环境影响评估法规

除服务行业外，其他行业大多数投资项目需获得赞比亚环境管理局（ZEMA）的批准。根据赞比亚政府2011年颁布的《环境保护和污染控制法》（EPPCA）的规定，项目实施之前需要向ZEMA提交一份环境项目摘要（EPB）或环境影响报告（EIS），并取得ZEMA签署的批准函。

投资者在申请投资许可证之前，需要制定《项目环境管理计划》，申领“三废”排放许可证。环保局根据投资项目对环境的影响大小，核发不同级别的许可证（一般分为三等）。目前收费标准为每个许可证200–600美元/年。

#### 四、萤石资源合理有效开发的思考与建议

萤石由于资源稀缺性及在信息技术、新能源、高端制造等领域有广泛应用，具有不可替代的战略地位，被誉为“第二稀土”。欧美等发达国家将萤石列入重点保障的关键性矿种，也已被我国列入“战略性矿产目录”。我国萤石资源丰富，但由于长期高强度开采，中国萤石产量长期超过全球产量的50%，目前储采比仅有11.3，远低于全球平均水平，且矿山品位越来越低，开采成本越来越高，同时由于中国政策持续收紧，预计国内未来萤石整体供应增加有限。受到新能源等下游氟化工细分领域需求的拉动，预计未来较长一段时间萤石供应持续偏紧，近年来萤石进口量越来越大，萤石价格存在较强支撑。

海外拥有丰富的萤石资源，但受制于采选技术以及开采条件的限制，尚未形成长期稳定的萤石资源供给，这给海外尤其是非洲萤石资源开发提供了难得的机遇。

#### （一）赞比亚萤石资源丰富，成矿潜力巨大，但勘查程度低

赞比亚拥有丰富的萤石资源，在近期调研的卡里巴湖北部地区，发现大量正在露天开采的萤石矿床（点），萤石禀赋好，品位较高。但近年来萤石矿采掘业发展迅

猛，特别是今年上半年已经成为我国最重要的萤石矿进口来源地。由于非洲氟化工相关产业欠缺，加上前些年萤石价格低，萤石资源未引起重视。造成萤石矿勘查工作程度极低，基本未开展勘查工作，萤石资源不明，给后续投资决策带来了阻碍。资源开发企业可以适当投资找矿资金，摸清资源底数，科学规划开采方式。

#### （二）目前萤石矿开发粗放，未形成萤石选冶产业，应提高资源利用效率

近年来由于萤石精粉价格高涨，吸引了越来越多的投资者参与到萤石资源的开发中，目前非洲萤石矿的开采绝大多数以露天开采及手工选矿为主，作为赞比亚热液脉状萤石矿，矿脉宽度不大，露天开采受剥采比的限制，采矿深度有限，大量的萤石矿资源不能开采出来；选矿采用手工选取高品位（ $\text{CaF}_2 \geq 85\%$ ）的萤石块矿，短期可以带来很好的经济效益，但产量有限，大部分低品位的萤石矿资源被丢弃，资源浪费严重。目前在卡里巴湖区域仅有一家萤石浮选厂，且产量较低，建议建选厂外购废石进行冶炼的方式，提高萤石的利用率，提高资源的价值<sup>[5]</sup>。

#### （三）受非洲自然条件限制，应选择适当地方建设选厂，开发资源

鉴于赞比亚卡里巴湖北部区域拥有丰富的萤石矿资源，且具备相对完备的萤石选矿必需的稀缺区位优势。建议在进一步查明资源的基础上，收购萤石矿权，选择合适的场地建设萤石浮选厂，抢占萤石浮选加工建设先机。从目前的调研情况看，萤石浮选国内销售干粉是有相当利润的，先期可考虑低价收购周边手选块矿后抛弃的大量低品位萤石矿石，待目前这轮露天挖掘高品位块矿浪潮过后再考虑收购其它萤石矿权。

#### 参考文献

- [1] 《全球矿业发展报告2023》[R]. 国际矿业协会，2023
- [2] 张丹仙，亢建华，黄红军，等. 萤石资源开发利用现状与战略意义[J]. 过程工程学报，2023，23（1）：14.
- [3] 肖文工，吴迪，王洪岭，等. 某白钨加温浮选尾矿回收萤石试验研究[J]. 矿冶工程，2023，43（1）：80–83.
- [4] 高永璋. 基于我国战略性矿产萤石及磷矿的氟资源供应形势研究及建议[J]. 中国矿业，2024，33（10）：44–53.
- [5] 刘秋颖. 中国萤石资源供需形势分析及对策建议[J]. 矿产勘查，2023，14（10）：1798–1804.