

格陵兰矿业合作前景广阔

宋国明

(国土资源部信息中心, 北京 100812)

摘要: 格陵兰地处北极, 矿产资源丰富, 特别是石油、天然气、铁、锌、钼、铜、稀土等矿产的勘查开发投资潜力巨大, 是世界上最大的未开发地区之一。随着全球气候逐渐变暖, 矿业开发的条件日益趋好, 加之2009年格陵兰岛实行自治后, 格陵兰政府采取积极吸引国际资本投资该岛矿业的政策, 受到业内人士越来越多的关注。本文对格陵兰的矿产资源、矿产勘查开发现状及一些合作项目进行了概略的介绍, 仅供参考。

关键词: 格陵兰 矿产资源 矿业管理 投资合作

一、基本情况

格陵兰岛是世界最大岛, 位于北美洲的东北部, 北冰洋和大西洋之间, 全岛面积为216.6万平方公里(2008年1月), 从北部的皮里地到南端的法韦尔角相距2574公里, 最宽处约有1290公里。海岸线全长约4.4万公里。人口为5.63万(2007年)。格陵兰人占(因纽特人和欧洲裔格陵兰人) 87%, 丹麦人和其他人占13%。全岛行政区划分为东格陵兰、西格陵兰和北格陵兰3部分。首府努克(Nuuk, 又名戈特霍布(Godthab))。

1814年, 丹麦获得格陵兰岛的主权。1979年丹麦政府允许格陵兰人自治, 并通过了“格陵兰自治条例”。2008年11月, 格陵兰岛就自治问题举行全民公决, 获得四分之三民众的支持。格陵兰岛的自治地位从2009年6月21日起生效。格陵兰岛实行自治后, 政府接过了原本由丹麦王国拥有的天然气资源管理权、司法和警察权, 并拥有部分外交事务权, 丹麦王国在格陵兰的防务和外交事务上拥有最终决定权。格陵兰语成为官方语言。在政治体制上, 格陵兰岛属于北欧国家, 政治体制稳定, 法律体系完善。

格陵兰全岛五分之四的面积在北极圈内。格陵兰

年平均温度低于零度, 夏季温度也很少超过10℃, 该岛北端历史最低气温为零下70℃。格陵兰岛无冰地区的面积不到总面积的20%, 其中北海岸和东海岸的大部分地区, 几乎是人迹罕至的严寒荒原。有人居住的区域约为15万平方公里, 主要分布在西海岸南部地区。该岛南北纵深辽阔, 地区间气候存在重大差异, 此外, 位于北极圈内的格陵兰岛出现极地特有的极昼和极夜现象。越接近高纬度, 一年中的极昼和极夜就越长。每到冬季, 便有持续数个月的极夜。该岛地处北冰洋东北部, 是纬度最高的地区, 也是受太阳活动影响最大的地区, 是地球变暖的前线。

二、矿产资源及矿业发展简况

格陵兰岛的矿产资源丰富, 主要包括石油、天然气、铁、铜、锌、铅、钼、稀土、金和金刚石等。其中陆上和近海石油和天然气资源潜力巨大。据美国地质调查局估计, 北极地区的油气资源储量约为900亿桶原油, 1669万亿立方英尺天然气, 440亿桶液态天然气。2008年美国地质调查局一项关于北极海盆的研究估计, 格陵兰沿岸周边3个区块的石油储量可能多达520亿桶石

收稿日期: 2012-12-28

作者简介: 宋国明, 男, 研究员, 主要从事地质矿产研究。

油当量(其中包括天然气),赶上了北海油田在过去40年中的产油总量。这项研究吸引了包括埃克森莫比尔和英荷壳牌在内的各大石油巨头的关注。

格陵兰固体矿产资源也非常丰富,特别是铁、铅、铜、锌、金、镍、稀土等矿产具有较高的经济价值。早在1957年,丹麦的一位核物理学家就来到过纳尔萨特,考察这里的铀矿储藏量。此后几十年来丹麦政府一直在积累资料,完善并丰富格陵兰的矿产分布图。20世纪70年代勘探出的铀、铜和钼矿前景看好,1989年又发现了特大型金矿。之后又陆续发现了金刚石、铁、铅、锌、稀土等矿产,但包括石油、天然气、金和金刚石在内的资源都埋藏在北极圈厚厚的冰层下面,气候和生态方面的顾虑严重地限制了矿产资源的开采。20世纪末期一些私营公司进行过开矿活动,却半途夭折,原因是气候恶劣,开采成本过高。当然,也有另外的原因,丹麦统治时期,对格陵兰岛保持“重环境轻发展”的态度。20世纪80年代,曾有美国、加拿大和欧洲的公司想要发展格陵兰岛的矿业,被丹麦政府阻止。

目前,这一切似乎正在发生改变。矿业开发活动正在悄然升温。实际早有美国专家指出,当全球气候变暖令巨大的冰层开始融化的时候,开采格陵兰的天然资源将变得更加容易。近年来的全球变暖现象已经使国际矿业投资商的目光转向了这一正在慢慢消融的巨大冰雪处女地。许多敢于尝鲜的投资者已经纷纷进入这一地区。1990年关闭的1座名为“黑天使”的铅锌矿山于2012年申请重新开采,因为冰雪融化后,矿山开采环境出现了转机。截至2011年3月底,共有36家境外的初级矿业公司在岛上开展矿产勘查。从2002年开始,格陵兰政府发放的勘探许可证数量连年增长,据2012年的资料,到2011年底已经发放矿业权证达到142个。2011年各家公司共投资了1亿美元用于勘探活动,其中有七八家公司正在申请矿井建设许可证,包括金矿、铁、锌矿和稀土矿。这里每平方公里矿产勘查投资强度,现在与加拿大、澳大利亚持平。有些矿床已进入预可行性研究和可行性研究阶段。其中有几个已经在做开采的准备。

三、主要矿产资源勘查开发现状

1. 铁

铁矿是目前格陵兰最有可能大规模开采的矿产之一。其中受到国际矿业投资者最多关注的是伊苏华(Isua)铁矿项目。其所有者是伦敦矿业公司。伊苏华(Isua)铁矿在伦敦矿业公司取得经营权之前曾吸引了许多大公司的关注。该铁矿于1965年由丹麦人发现,曾先后为马科纳公司(Macona)和力拓公司所拥有。2005年,伦敦矿业取得了ISUA项目的探矿权,目前伦敦矿业公司已经对铁矿进行了勘查和可行性研究。铁矿类型为产于绿岩带的BIF型,含矿带长40公里。目前只勘查了其中的2公里,矿体厚180~440米,形态构造简单。矿体南北两端为冰层覆盖,均未封闭;勘查深度200~250米,矿体向深部未控制。在上述勘查范围内,按澳大利亚矿产储量联合委员会标准(JORC)估算,铁矿石资源量为9.51亿吨,含铁37%。该矿体的厚度从地下180米到440米。伦敦矿业公司2011年完成了另外7000~8000米的金刚石钻孔试验,以提高它的储量估值。2011年3月,伦敦矿业公司以1%的项目生产量作为从Angle Pacific集团筹措了3000万美元的回报,并用此资金进行可行性研究。矿山可露天开采,计划年产1500万吨铁矿石。伊苏华(Isua)铁矿属于易选矿石,可以选出含铁70.2%的优质铁精矿,回收率88%。公司最初设想采用磁性分离加上浮选工艺,生产出铁含量为70.2%的鼓风炉所用的铁精矿,用管线将精矿料浆从工厂运到浮选装料码头。该项目的可行性研究表明,公司从2012年末开始建设到2015年完工需要花费20亿美元。

2. 铅锌

格陵兰目前最重要的铅锌矿开发项目是黑天使铅锌矿山(Black Angel),其经营者是英国天使矿业公司(Angel Mining)。矿区许可证面积259平方公里。该矿山是1990年关闭的。在1973~1990年间该矿共生产1200万吨矿石。2005年英国天使矿业公司宣布重新启动该矿山。在2005年7、8月间公司就已经完成了现场的调查研究工作,调查指出该区域有金属矿300万吨,这其中包括已准备开采的34.7万吨矿以及将来计划开采的16

万吨。目前该公司正在继续扩大该地区的勘探工作。

澳大利亚的Ironbark Zinc有限公司,在格陵兰岛北部的Citronen铅锌矿进行勘查,目前探明的矿石储量为5020万吨,矿石品位为4.2%锌、0.5%铅;推测储量5150万吨,矿石品位为3.8%锌、0.6%铅。2011年10月, Ironbark Zinc 有限公司已与Glencore International AG (LON:GLEN)签订了一项5000万美元的融资安排。这笔交易将使Ironbark获得大笔资金去竞逐收购机会。Ironbark目前正致力于将Citronen铅锌矿项目推进至生产阶段。

此外,格陵兰岛西北部Maarmorilik的铅锌矿也计划在2012年投产。

3. 金

位于格陵兰岛南部的Nalunaq矿山是前格陵兰正在开发的重要金矿之一。2009年英国天使矿业公司(Angel Mining)从Crew金公司购买了该矿山。2004~2008年间,Crew公司从该矿山生产了30.8万盎司金。矿石主要运往加拿大的纽芬兰加工。2010年底天使矿业公司宣布可在Nalunaq矿山加工金矿石,该矿山的特征是进行地下氰化物浸出,2011年5月首次实现了金锭的浇注。2012年达产后年产量可达710公斤。

加拿大的Nuukfjord 金矿业公司(Nuukfjord Gold Mining Ltd.)目前正在格陵兰岛南部勘探金矿。该公司持有1500平方公里面积的排他勘探许可证(Vagar)。2010年公司宣布在矿区内发现了含金花岗岩,金矿石品位达到7.5克/吨。此后进一步勘探,发现矿石品位最高达到1013克/吨。

此外,在格陵兰岛东部的Skargarden地区有一个金和铂矿正在进行勘探。

4. 钼

位于格陵兰东部的Malmbjerg钼矿项目是目前世界上未开发的最大的钼矿之一,该项目是2007年加拿大Quadra矿业公司(Quadra Mining Ltd)接管国际钼公司时获得的。该矿过去曾由其他公司研究过,包括Amax采矿公司和国际钼公司都曾考虑采用露天方式开采,计划年产10400吨钼。Quadra矿业公司接手后进行了一系列前期

准备工作,原计划在2012年开采,耗资约50亿挪威币。Quadra公司需和其他投资者提供资金来开采这座大型钼矿。2011年11月,由于价格下跌,加拿大Quadra矿业公司宣布推迟在格陵兰岛东部的一座钼矿的开采。

5. 稀土

格林兰稀土资源丰富,主要分布在格陵兰岛的南部地区,其中位于格陵兰南部Narsaq镇附近的Kvanefjeld项目是该地开发最快的稀土项目。目前的经营者是在澳大利亚上市的公司——格陵兰矿产和能源公司。目前该项目已快速增长成为世界上最大的稀土-铀矿产资源之一,2012年的预可行性研究表明其拥有长久、活性高、有效生产率高、成本低的铀和稀土元素,蕴含的资源包括1033万吨稀土氧化物(包括37万吨重稀土氧化物和84万吨氧化钍)、5.75亿磅 U_3O_8 以及225万吨铀。

该公司已经确认了一个简单经济的、通过富集和常压浸出的开采稀土氧化物的方案。其技术团队已经改进了常压过滤阶段的工艺流程,以分离纯净的稀土氧化物和铀。重要的是,该分离过程是一个清洁生产的简化的流程,从而提高了整个产品的回收利用率并且降低了成本。

目前在格陵兰进行稀土矿产勘查和开发的公司还有:加拿大的哈德孙资源公司(Hudson Resources Inc.),目前正在勘探Sarfartoq稀土元素项目(哈德孙资源公司持有100%权益),2011年报告已初步完成的推测资源量是1410万吨,矿石品位是1.5% TRE043-101标准, 采大样含 TR_2O_3 3.60%、 Nb_2O_5 36%、 U_3O_8 1.1%、 Ta_2O_5 0.70%,稀土系列中最有价值的Nd、Eu 含量高;总部位于澳大利亚的坦伯里兹矿业公司,在格陵兰南部经营坦伯里兹(TANBREEZ)稀土项目;格陵兰矿业公司(The Greenland mining company)旗下的努纳矿产公司(NunaMinerals A/S),2010年宣布在其Qeqertaasaq和Tikiusaaq两个许可证地区发现有稀土元素存在。

6. 石油和天然气

格陵兰岛政府几十年来一直在寻找石油。20世纪70年代钻探了5口井却一无所获,2000年的第六口井又重蹈覆辙。但现在不同了,2010年9月英国的凯恩斯公

司宣布他们在格陵兰钻探的试验井中有一口在掘进到砂层时发现了天然气,这表明下面确有石油。后来该公司对其获准开采的区域进行总体分析,估计蕴藏着数十亿桶的原油资源。美国地质调查局的数据表明,格陵兰岛和加拿大之间海床中的石油储量达到了170亿桶。这个巨大岛屿的东海岸资源可能更加丰富。据估计,格陵兰海底岩石中的原油资源可能比北海更加丰富,后者几十年来一直是英国、荷兰和挪威等多国的重要经济支柱。

目前格陵兰油气项目已经吸引了大批国际石油公司。勘查和开发活动主要集中在西部海上,截至2011年9月底,格陵兰政府已给11家公司发出了17个开发西海岸地区的勘探许可证,其中包括许多大型国际石油公司,如壳牌、康菲、埃克森-美孚、雪佛龙、挪威国家石油、法国燃气苏伊士集团,以及丹麦的马士基石油等。2010年政府批准了在西部海域巴芬湾(Baffin Bay)的7个新的石油勘探许可证,加上以前批准的总数已经达到20个。2012年将在格陵兰岛东北海域发证。

四、矿业管理和矿业立法

在格陵兰岛勘查开发石油和矿山的和管理和服务,由工业和矿产资源部长领导下的格陵兰矿产石油局(BMP)负责。格陵兰矿产石油局于1998年成立,目前的主要职能包括:负责格陵兰与矿产和石油勘查与开发有关的矿业权的发放工作,以及依法管理各矿业权的执行情况。该局下设4个处:矿业权管理处(License Department)、工程和审查处(Department of Engineering and Inspection)、地质处(Department of Geology)、分析和控制处(Department of Analysis and Control Functions)。全局共有29人(2012年资料)。部门较小,管理服务功能集中,有利于投资矿产勘查开发。

格陵兰矿产资源勘查开发管理的法律依据是2009年12月7日格陵兰议会通过的矿产资源法(The Mineral Resources Act),2010年1月1日正式生效。矿业法规定了矿业权类型,主要包括踏勘许可证、勘探许可证、特别勘探许可证、开采许可证。格陵兰矿产石油

局已公布了简明易行的矿业权申请和管理办法、环境评估报告指南、社区评估报告指南等。规定由设在丹麦奥尔胡斯大学的国家环境研究所研究和编制有关报告。以上报告均由格陵兰矿产石油局审批管理。与矿产勘查开发有关的各类申请和批准手续,都可以在格陵兰矿产石油局内实行一站式服务,可使用丹麦、格陵兰和英语3种语言办理相关事宜。

目前,格陵兰岛尽管实现了自治,但国民收入主要是渔业和狩猎业,经济上每年都接受丹麦政府提供的约34亿丹麦克朗(约合6.2亿美元)补贴,用于当地居民的福利开销,格陵兰居民和丹麦人一样享受全民医疗保健服务。然而,由于欧洲各国的债务危机愈演愈烈,丹麦政府暂缓支付部分补贴,格陵兰方面也预计今后的补贴会日益缩水。为最终摆脱对丹麦的经济依赖,格陵兰政府将目光投向了本地巨大的未开发的矿产资源,希望通过矿产资源开发获得各种收益,使自己在经济上得以自立。那么,也有可能在今后数年里,格陵兰岛将成为世界上第一个因全球温室效应加剧而产生的主权国家。格陵兰一位著名工会领导人维图斯·奎约吉斯索克说:“我们的一个目标就是争取独立。”正因为如此,格陵兰矿业管理部门将面向全球引资矿产勘查和开发作为其当前的一项重要工作。在最近两年的澳大利亚佩斯、加拿大(PDAC)和中国等地举行的国际矿业大会上,格陵兰矿产石油局积极设立了展位,开展格陵兰日活动,介绍格陵兰岛的成矿条件和矿业投资环境,并推介矿业项目。格陵兰矿产石油局更看好中国市场。他们在2011年和2012年的中国国际矿业大会上均设立了展台,举办格陵兰矿业项目推介活动。

五、2012年推介的合作项目

格陵兰政府继在2011年中国矿业大会上举办了格陵兰投资论坛之后,在2012中国国际矿业大会的国家项目推介论坛上再次举办了格陵兰投资论坛。格陵兰工业与矿产资源部副部长约恩·斯科夫·尼尔森(Jorn Skov Nielsen)亲自主持论坛。尼尔森作格陵兰主题会议开幕致辞,对格陵兰的基本情况作了概略介绍。之

后共有5位嘉宾作了关于格陵兰矿业勘探及开采的发展方面的报告,包括介绍相关企业在格陵兰的项目及运作方式。嘉宾们为参会者带来了以下合作项目。

1. 伊苏华(Isua)铁矿项目

伊苏华铁矿是目前格陵兰最有可能大规模开采的项目之一,受到国际矿业投资者高度关注。伦敦矿业公司拥有该铁矿项目100%的权益。据公司2012年11月的最新资料,该公司已完成对格陵兰岛Isua铁矿项目的可行性研究。发现铁矿石资源量约11亿吨,可控制矿石量为3亿吨。2012年公司已经提交了采矿许可证申请,目前矿山设计也已经完成。预计矿山投资后可产1500万吨矿(70%的铁粉)。

2. IOCG型矿床勘查与发现

中国地质科学院矿产资源研究所研究室主任聂凤军介绍了该单位在格陵兰岛的找矿勘查情况,重点分析了格陵兰岛IOCG型矿床(铁氧化物铜金矿床)地质背景及找矿潜力。格陵兰岛中南部,为太古宙的基底和再造太古宙基底,年龄37亿年,成矿条件有利。主要矿床类型有BIF型铁矿、绿岩型金矿、SEDEX型和MVT型多金属矿、硫化铜镍矿。格陵兰岛还有寻找IOCG型矿床的大量矿化线索。特别是高品位、与火成碳酸岩有关的铈钽稀土铀矿的发现,引起了矿业界的高度关注。格陵兰岛矿产勘查工作程度很低,探矿权登记面积很小,找矿潜力和回旋余地很大。目前已经发现IOCG型矿化分布9处。如在中南部进行了岩矿分析和地球化学调查,下一步是地质填图。该单位有信心在不远的将来找到大的IOCG型矿床。

3. 坦伯里兹(Tanbreez)稀土项目

格陵兰坦伯里兹稀土项目为坦伯里兹矿业公司所有,号称是世界上最大的重稀土矿之一,约有10亿吨矿石(据展会得到的资料)。该矿床中还含有相当比例的氧化锆、铈钽及不存在铀和钍问题的轻稀土。此外矿床中还含有铪和钇。目前已经完成环境影响评价工作。该项目位于格陵兰南部,靠近Qaqortoq和Narsaq两座城镇和国际机场所在的Narsarsuaq。受湾流的影响,该地区处于大片的无冰区。矿体出露面积7公里×3公里,可露天开采。

4. 艾凡那资源开发有限公司的铅、锌、铜、镍乖矿产的合作项目

艾凡那资源开发有限公司总监尼克罗斯介绍了艾凡那资源公司在格陵兰的勘查找矿工作。该公司2006年创立,一直在格陵兰进行矿产资源的普查和勘探工作,其中以贱金属、特殊金属(包括稀土元素)为探勘重心。目前已经发现多处潜在的矿床,主要是铅、锌、铜、镍。其中位于中南沿海的坎格鲁素克(kangerluarsuk)铅-锌矿计划到2013年开采。该矿位于黑天使铅锌矿脉以北20公里,许可证面积120平方公里,为喷流管形矿床。该矿已产出1100万吨铅锌矿石,品位为13%。该地区的1:10000比例尺的详细填图已经完成。公司已经为开采做好了准备,并已经投入300万美元。其他项目包括:位于西格陵兰的Disko-Nuussuaq镍-铀-铂族金属项目;位于格陵兰最北部的哈根福得(Hagen Fjord)铜找矿项目,许可证面积4500平方公里,层控地层发现的铜矿化现象可追踪100~200米;位于格陵兰西部中心地区的克里特(Karrat)稀土矿项目,带有稀土元素的岩石可追踪10公里以上。

六、展望

格陵兰拥有非常丰富的矿产资源。随着全球气候变暖的趋势进一步延续,将会有更多地区可供矿产勘查,有更多的新矿床将被发现,开采条件也会逐渐变好。由于政府的大力支持,将会有更多的国际矿业资本进入格陵兰矿业领域。铁、铜、铅、锌、镍、金、稀土等矿产将陆续得到开发,但其中最为热门的还是石油和天然气。美国地质调查局预计格陵兰岛可能成为世界上最大的未开采油田之一,能源开采将改变格陵兰岛的历史。仍隶属丹麦的格陵兰目前每年还需要丹麦约6亿多美元的补贴,相当于全年收入的三分之一。如果凯恩能源公司在所在地区成功开采,则周边地区将很快行动起来。石油税收可以帮助格陵兰摆脱对外部的依赖,为这一地区增加大量就业。然而,并非所有格陵兰居民都相信石油将带来好处。像加拿大部分地区的居民一样,格陵兰岛一些偏远村庄的居民也在担忧

如何应对原油泄漏。尽管2008年有75%的格陵兰人投票支持从丹麦独立,但他们对石油开采是实现独立的最佳方式的看法并不一致。因纽特人北极圈会议主席林格称:“每天晚上我都祈祷他们没有发现石油和天然气,因为这将结束这里的和平与平静。资源开发的利益再多也无法帮助我们获得更多自主权”。不管居民持何态度,也不管是否做好了准备,随着格陵兰岛东北海域新一轮开采许可证的发放,格陵兰岛海底资源开发的时代似乎已经到来。总之,到格陵兰进行矿业勘查和开发合作的前景广阔。

参考资料

[1] Bureau of Minerals and Petroleum, <http://www.bmp.gl/minerals>

[2] Ironbark Zinc Limited (ASX:IBG) 为收购战略注资,执行5千万美元融资安排, <http://www.zikoo.com/news/4o9eilgoy.html>

[3] Report to Inatsisartut on Mineral Resource Activities in Greenland 2011, 2012

[4] NunaMinerals Identifies High Grade Gold Zone in South Greenland <http://cn.reuters.com/article/pressRelease/idUS70639+10-Nov-2010+GNW20101110?symbol=NUNA.CO>

[5] 刘益康, 杨建珍. 格陵兰岛矿产勘查投资条件分析, <http://www.clr.cn/front/read/read.asp?ID=231705>

[6] 王顺昌编译. 到北欧探矿的采矿公司. 世界有色金属, 2012年第3期

[7] 齐守智. 2011中国国际矿业大会的有色看点. 世界有色金属, 2011年12期

[8] 罗宁川. 世界上最大的稀土-铀矿产资源拥有者格陵兰矿产和能源公司迎来新股东, 安泰科宏观经济部

(上接第43页)

能存在志木山岩体的下部隐伏岩体,是进一步找矿的潜力地带。

(三) 矿区北部找矿潜力

在矿区北部安源群逆冲断裂F1的次级断裂带存在寻找断裂-热液型矿床的可能。目前在F1断裂带附近的安源组含炭碎屑岩中已发现了明显的矿化现象。例如2007年测量剖面PM1时,在三叠系内逆冲断裂F1的次级NEE向断裂带中一个光谱样金 $Ag_{275} \times 10^{-6}$,在PM1南侧逆冲断裂F1下盘断层面附近,三叠系含炭泥岩夹煤的碎裂岩中一个光谱样金 $Ag_{400} \times 10^{-6}$;以往在矿区北东附近的大岭下地区钻探局部曾见到过铜品位 $\geq 0.4\%$ 的砂页岩型铜矿;2005年施工的ZK3101钻孔资料显示,在0~446米范围内三家冲段蚀变明显,以绢云母化、红柱石角岩化为主,绿泥石化次之,局部有酸性岩脉产出。层状、细粒浸染状、脉状黄铁矿化较强,细脉状黄铜矿化较普遍,锌矿化较明显,钻孔中下部定量光谱反映钨矿化较强,表明在三叠系成岩之后仍然受到了深源岩浆热液活动的影响,故仍不排除安源组底部

砂砾岩和不整合面以下的上石炭统——下二叠统碳酸盐岩地层与隐伏岩体的接触带具有形成规模较大的砂砾岩型和矽卡岩型铁铜多金属矿体的可能性。

(四) 找矿工作建议

在矿区范围内逆冲断层F1上盘通过钻探工程进一步控制斑岩体的产状,开展深部找矿;在矿区南部外围衡水背斜南东相邻的上栗-湖塘向斜下部追索逆冲断裂F1的断面延伸状况,进而寻找推覆体下盘隐伏岩体及相关矿产。找矿方法可采用物化探、地质综合信息找矿研究;物探方法可选择联合解剖面法、电测深法、折射波地震法;应注意开展对构造、岩石中微量元素含量、岩石蚀变特征在空间上分布变化情况的研究。

参考文献

[1] 覃兆松, 刘金洲等. 江西省上栗市幅1:5万区域地质调查报告. 江西省地质矿产局, 1988年

[2] 李勤林, 李耀鹏, 等. 江西省萍乡市志木山铜多金属矿普查地质报告. 江西省地质矿产勘查开发局, 2009年