

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2022.03.04

引用格式: 周芳春,陈虎,李鹏,等. 幕阜山地区稀有金属矿勘查工作进展及成矿预测[J]. 中国地质调查,2022,9(3): 32-39. (Zhou F C, Chen H, Li P, et al. Exploration progress and metallogenic prediction of rare metal deposits in Mufushan area[J]. Geological Survey of China, 2022, 9(3): 32-39.)

幕阜山地区稀有金属矿勘查工作进展及成矿预测

周芳春¹, 陈虎¹, 李鹏², 胡小芳¹, 陈阡然¹, 柳清琦¹

(1. 湖南省地质灾害调查监测所, 湖南长沙 410100; 2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037)

摘要: 幕阜山岩体的内、外接触带伟晶岩密集分布, 具有较好的稀有金属矿成矿地质条件和找矿潜力。为了进一步研究幕阜山地区稀有金属矿的赋存特征、成矿规律及矿产资源找矿潜力, 指导下一步勘查工作, 系统梳理了幕阜山地区稀有金属矿勘查工作进展, 将湖南境内的幕阜山地区划分为5个成矿远景区, 评价了各成矿远景区的找矿潜力, 进一步探讨了该地区的找矿方向。幕阜山地区的锂铌钽铍矿资源主要集中在幕阜山岩体西南缘的仁里—传梓源与上大洲—南江桥成矿远景区; 预测 Ta_2O_5 潜在资源量约 40 000 t, Nb_2O_5 潜在资源量约 49 000 t, Li_2O 潜在资源量约 320 000 t, BeO 潜在资源量约 48 000 t。可对幕阜山地区稀有金属找矿勘查和研究起到指导作用。

关键词: 稀有金属伟晶岩; 勘查进展; 成矿预测; 幕阜山地区; 湖南省

中图分类号: P631; P618

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2022)03-0032-08

0 引言

幕阜山地区位于江南隆起岩浆构造成矿带, 是我国重要的稀有金属矿集区^[1-2], 多期次岩浆活动叠加导致晚期岩浆高度富集挥发, 稀有金属较富集, 为幕阜山地区白垩纪稀有金属成矿提供了基础^[3-4]。自20世纪60年代开始, 各地勘单位在幕阜山西南缘的临湘—岳阳—平江地区开展了铌钽铍矿勘查工作^[4-12], 发现了传梓源中型铌钽铍锂矿床, 提交的控制资源量+推断资源储量中 Nb_2O_5 为 807.79 t, Ta_2O_5 为 508.05 t, Li_2O 为 11 276.13 t, BeO 为 3 254.1 t^[12]。近年来, 位于幕阜山岩体西南缘的仁里矿区铌钽矿找矿取得了重大突破。截至2021年12月, 矿床探获 Ta_2O_5 推断资源量 4 042 t, Nb_2O_5 推断资源量 4 666 t; Ta_2O_5 潜在资源量 6 238 t, Nb_2O_5 潜在资源量 7 528 t^[4]。仁里超大型铌钽矿的发

现, 加快了幕阜山岩体西南缘稀有金属矿的勘查工作进展, 掀起了华南地区, 尤其是幕阜山地区稀有金属找矿勘查与理论研究工作的新高潮。

为了进一步阐明幕阜山地区稀有金属矿的成矿地质条件及成矿规律, 进行靶区优选, 确定下一步找矿方向, 本文总结了前人的勘查工作进展, 论述了幕阜山地区伟晶岩的成矿地质特征、稀有金属含矿性及分布特征, 划定了成矿远景区, 并对成矿远景区进行了成矿预测, 确定了下一步找矿工作思路, 对幕阜山地区稀有金属矿找矿勘查和研究具有一定的指导意义。

1 地质背景

湘赣边区的基本构造格架是由EW向的武陵—雪峰造山带和华南加里东造山带组成的拼合褶皱基底, 与NNE向构造岩浆带和盆岭山链之间呈立交桥式横跨叠加。经历了中生代古特提斯陆

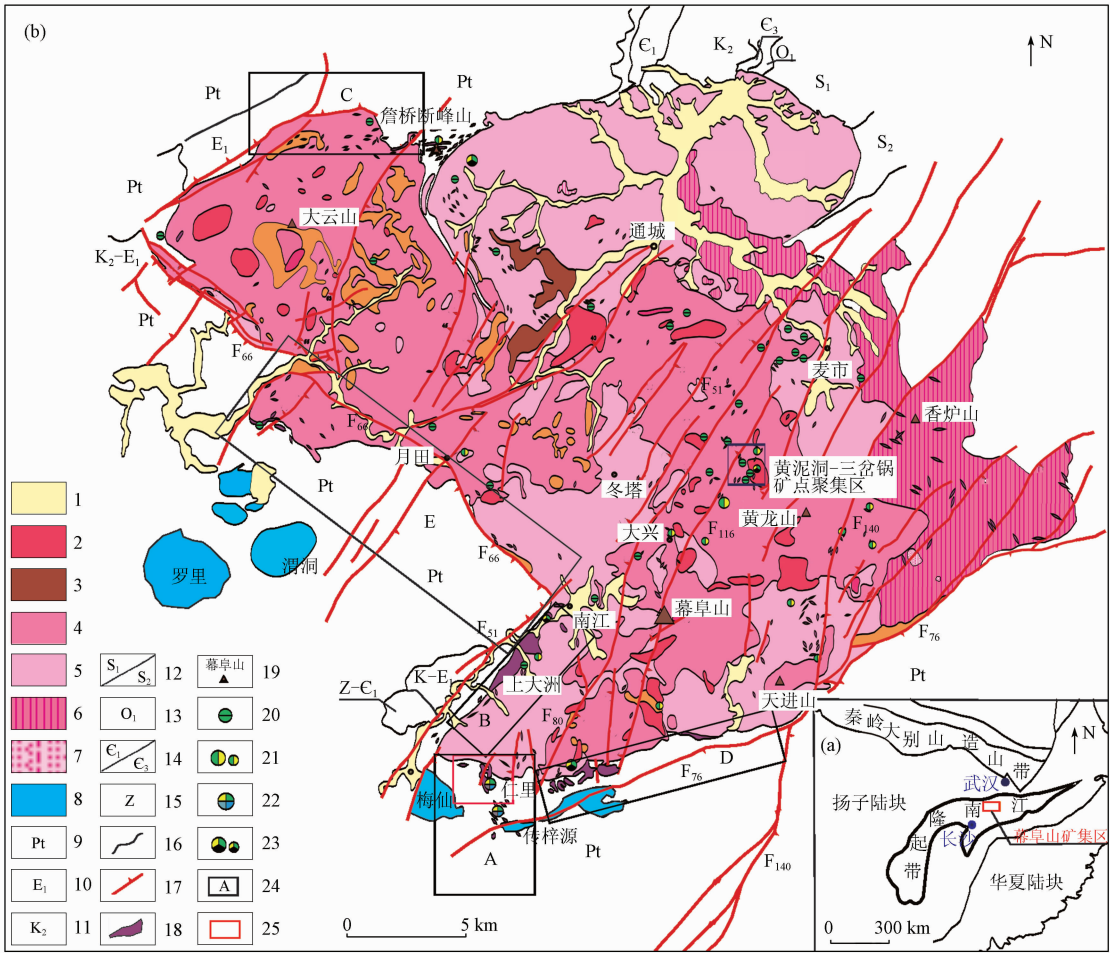
收稿日期: 2021-05-27; 修订日期: 2022-03-03。

基金项目: 湖南省科技厅“湖南省锂铌钽等稀有金属资源高效勘查与开发(编号: 2019SK2261)”、湖南省自然资源厅“湖南省平江县仁里矿区铌钽多金属矿普查(编号: 20120370, 20140350, 20150351, 20170331, 20200803)”“湖南省铌钽锂矿成矿规律及找矿方向研究(编号: 2018-02)”、科技部“锂、铍等战略性金属矿产资源成矿规律与预测评价(编号: 2019YFC0605200)”“石榴石对稀有金属伟晶岩岩浆-热液演化过程的指示: 以湘北仁里矿床为例(编号: 42002109)”项目联合资助。

第一作者简介: 周芳春(1967—), 男, 高级工程师, 主要从事稀有金属勘查、稀有金属成矿规律研究与评价工作。Email: 578486016@qq.com。

缘增生造山-陆陆碰撞造山、晚三叠世的滨太平洋系陆壳俯冲、侏罗纪的陆内汇聚走滑造山、白垩纪-古近纪的陆内离散走滑造山以及现代隆升等过程,其动力学机制先后受控于古亚洲南北两大巨型板块的汇聚,以及太平洋板块向西的俯冲和北

移;湘赣边区的S型花岗岩受陆内陆壳俯冲作用和汇聚走滑作用控制^[13]。湘东地区自晚三叠世以来的陆内造山作用形成了NNE向走滑断裂系统,该走滑断裂系统经历了从汇聚走滑向离散走滑的重大构造转换(图1)^[14]。



1. 第四系; 2. 燕山晚期第四次侵入体; 3. 燕山晚期第三次侵入体; 4. 燕山晚期第二次侵入体; 5. 燕山晚期第一次侵入体; 6. 燕山早期第二次侵入体; 7. 燕山早期第一次侵入体; 8. 新元古代侵入体; 9. 新元古界冷家溪群; 10. 古近系; 11. 上白垩统; 12. 下/上志留统; 13. 下奥陶统; 14. 下/上寒武统; 15. 震旦系; 16. 地层界线; 17. 断层及编号; 18. 伟晶岩; 19. 地名及地理要素; 20. 铍矿点; 21. 铍钨矿床/矿点; 22. 钨钨矿床/矿点; 23. 钨钨矿床/矿点; 24. 成矿远景区及编号; 25. 仁里矿床。

图1 幕阜山稀有金属矿集区大地构造位置(a)及矿产地质简图(b)^[3,15]

Fig.1 Geotectonic location (a) and mineral geological map (b) of the Mufushan rare metal ore concentration area^[3,15]

幕阜山地区在大地构造上位于扬子陆块与华夏陆块的交接部位,江南隆起带中段的幕阜山-九岭构造岩浆带(图1(a))。幕阜山岩体形成于后碰撞环境,为印支主碰撞期后应力松弛阶段地壳伸展、减压快速隆升背景下地壳部分熔融的产物^[16-18],形成于后造山陆内拉张减薄的构造环境^[19]。幕阜山稀有金属矿集区形成的动力学机制可能是古太平洋板块向西俯冲-北移与陆内岩石圈拆沉-软流圈地幔上

涌共同作用的结果^[19]。区内从中元古界到新界界均有出露,主要以新元古代冷家溪群板岩为主(图1)。区内主要发育NE向、NW向构造,多为压扭性断裂。区内岩浆活动频繁,北部为燕山期侵入体,西南部为新元古代侵入体(图1(b))。

幕阜山岩体内、外接触带脉岩发育,主要为伟晶岩脉,石英脉主要发育于NE向断裂及其次级断裂中,云母片岩地层中石英脉较不发育。伟晶岩主

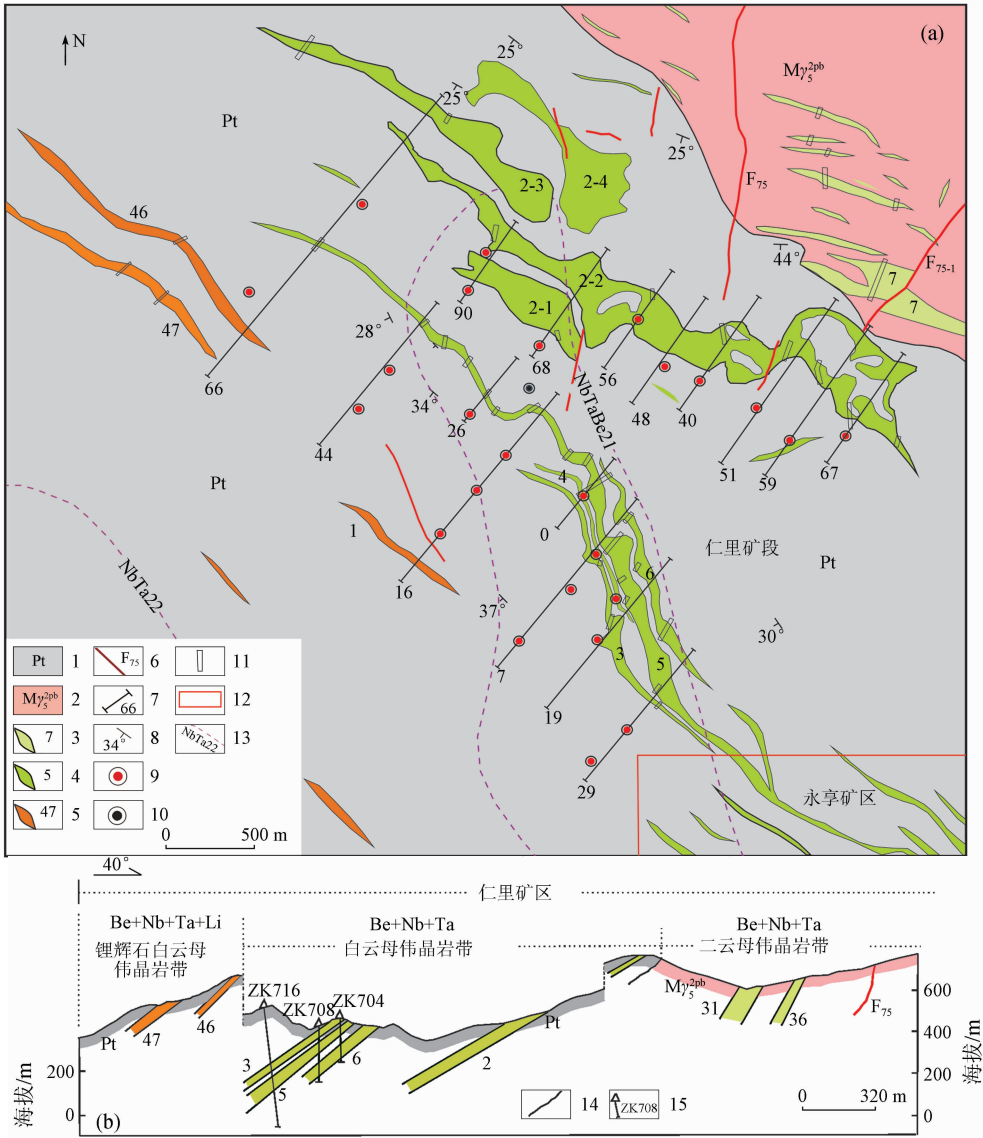
要围绕燕山期幕阜山岩体的内、外接触带分布,稀有金属伟晶岩主要分布于幕阜山岩体西南缘和北部詹桥—断峰山地区的外接触带,具有良好的稀有金属成矿地质条件。幕阜山地区赋存了丰富的铌钽铍锂矿产资源,主要分布于岩体西南缘,仁里地区为该区域稀有金属矿化浓集中心^[15,20]。

幕阜山地区具有较好的伟晶岩与稀有金属矿化的演化序列,仁里矿田自岩体内向南西方向,伟晶岩由黑云母伟晶岩向二云母伟晶岩、白云母钠长石伟晶岩、含锂云母白云母钠长石伟晶岩以及锂辉石白云母钠长石伟晶岩演化,稀有金属矿化由 Be、Be + Nb、Be + Nb + Ta、Be + Nb、Be + Nb + Ta + Li、Be + Nb 向 Be + Nb + Ta + Li + Cs 演化^[3,17,21]。

2 主要矿床地质特征

2.1 仁里矿床

仁里矿床位于幕阜山岩体西南缘内、外接触带,区内总计分布伟晶岩脉 140 条,脉体长度超过 100 m。岩体内接触带发育伟晶岩 95 条,主要类型为二云母伟晶岩,局部地段为白云母钠长石伟晶岩,已发现铌钽铍矿脉 7 条,脉体长 150 ~ 670 m,厚 1.73 ~ 6.72 m, Nb₂O₅ 品位为 0.002% ~ 0.076%, Ta₂O₅ 品位为 0.009% ~ 0.067%^[4]。在岩体外接触带发现伟晶岩 45 条,主要为白云母钠长石伟晶岩或锂辉石白云母钠长石伟晶岩,已发现铌钽铍锂矿脉 7 条(图 2),脉体长 413 ~ 2 937 m,厚 0.87 ~ 7.29 m,



1. 冷家溪群片岩; 2. 燕山早期片麻状粗中粒斑状黑云母二长花岗岩; 3. 二云母伟晶岩及编号; 4. 白云母钠长石伟晶岩及编号; 5. 锂辉石白云母钠长石伟晶岩及编号; 6. 构造及编号; 7. 勘查线及编号; 8. 产状; 9. 见矿钻孔; 10. 无矿钻孔; 11. 槽探; 12. 矿权边界; 13. 重砂晕及编号; 14. 岩性边界; 15. 钻孔及编号。

图 2 仁里矿段地质(a)及剖面(b)简图^[8,14-15]

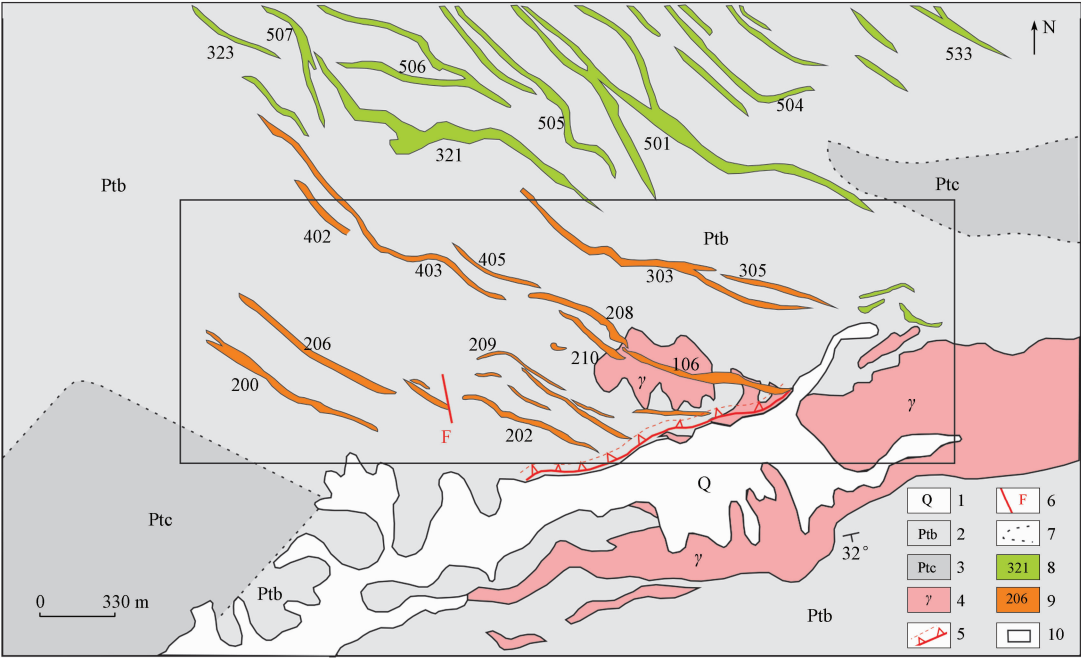
Fig. 2 Geological (a) and profile sketch (b) of Renli ore section^[8,14-15]

Li₂O 品位为0.120%~3.423%,Nb₂O₅品位为0.004%~0.591%,Ta₂O₅品位为0.004%~0.561%,Rb₂O 品位为0.004%~0.180%^[4]。

5号矿脉是仁里矿床最重要的钽铌矿脉(体)之一,走向NW,矿脉长4040m(矿区内长2650m),其钽铌资源量占仁里矿段总资源量的69.2%。矿脉由5-1号、5-2号和5-3号矿体组成,其中5-2号矿体长2520m,控制斜深83~746m;平均厚度2.64m,Ta₂O₅平均品位为0.046%,Nb₂O₅平均品位为0.053%,Rb₂O平均品位为0.05%^[4]。

2.2 传梓源矿床

传梓源矿床位于仁里矿区西南部,矿区分布伟晶岩脉54条,其中矿脉32条。北部主要为白云母钠长石伟晶岩,南部主要为锂辉石白云母钠长石伟晶岩(图3)。脉组长1000~1700m,主单脉长400~1200m,最大厚度可达25.39m,延深小于250m。传梓源矿床锂铌钽铍等稀有金属矿主要集中在106号、204号、206号、301号、208号、116号、202号等7条矿脉中,其中106号和206号矿脉的主要特征如下。



1. 第四系; 2. 冷家溪群二云母片岩; 3. 冷家溪群千枚岩; 4. 片麻状中细粒黑云母花岗岩; 5. 含角砾的断层破碎带; 6. 实测不明断层; 7. 地层界线; 8. 白云母钠长石伟晶岩脉; 9. 锂辉石白云母钠长石伟晶岩脉; 10. 矿区范围。

图3 传梓源矿区地质简图^[12]
Fig.3 Geological sketch of Chuanziyuan mining area^[12]

(1)106号矿脉在地表由一系列近EW走向、近平行排列的伟晶岩脉体组成,穿插于传梓源岩株内,其中主脉长400m,宽6.6m。脉体倾向30°~45°,倾角大于60°,向下脉体延伸有变大趋势,呈“弓形”产出。脉体分带较清晰,中心为锂辉石白云母钠长石伟晶岩带,两侧为白云母钠长石伟晶岩带。脉体各带均含铌钽矿,矿化较稳定、均匀。矿脉由3个矿体组成,矿体中BeO品位为0.020%~0.041%,Nb₂O₅品位为0.0092%~0.0107%,Ta₂O₅品位为0.0068%~0.0080%,Li₂O品位为0.049%~0.466%^[12]。

(2)206号矿脉位于矿区西部云母片岩中,由7

条NW走向近平行排列的脉体组成,呈“S”形弯曲状、支脉状,后期构造切穿脉体,导致脉体错位移,深部多呈分枝状。脉体分带较清晰,中心为锂辉石白云母钠长石伟晶岩带,两侧为白云母钠长石伟晶岩带。脉体走向294°~314°,倾向南西,倾角47°~85°,脉长100~500m,脉宽0.60~25.00m,3条主脉延深超过250m。其中,最大的脉体长500m,宽5.0~25.0m,倾角60°~80°,延伸超过250m,由9个矿体组成。矿体中BeO品位为0.035%~0.056%,Nb₂O₅品位为0.0086%~0.0169%,Ta₂O₅品位为0.0058%~0.0106%^[12],Li₂O品位为0.023%~2.114%^[12,21]。

3 勘查工作进展

2011 年,湖南省平江县鸿源矿业有限公司对原传梓源矿区部分地表及坑道工程进行了补充取样分析工作,并估算了 Li_2O 资源量。

2012 年起,湖南省核工业地质局三一一大队、中国地质科学院矿产资源研究所等相关地质单位加大了对幕阜山地区铌钽等稀有金属矿的勘查与研究力度,在湖南省平江县仁里矿区取得了铌钽矿找矿的关键性突破,2018 年被中国地质学会评为“2017 年度全国十大地质找矿成果”之一。截至 2021 年 12 月,仁里矿区探获 Ta_2O_5 推断资源量 4 042 t^[4],其推断资源量与潜在资源总计超过 10 000 t,达到了超大型规模,同时,在矿区西南部发现了规模较大、品位较富的锂矿脉。仁里超大型钽矿床的发现,带动了湘东北地区锂矿、钽铌矿勘查与研究工作的。

2013—2014 年,湖南省核工业地质局三〇一大队对湖南省桃江市簪桥矿区进行了钽铌矿预查工作,2015 年提交了《湖南省临湘市簪桥矿区金钽铌钽多金属矿预查报告》,探获 $(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_5$ 潜在资源量 77.86 t, Rb_2O 潜在资源量 316.99 t^[22]。

2017 年中化地质矿山总局湖南地质勘查院提交了《湖南省平江县梭墩矿区锂铌钽矿预查报告》^[23],共发现花岗伟晶岩脉 22 条,其中含锂矿脉 4 条,铌钽钽矿脉 13 条。

2019 年,湖南省核工业地质局三一一大队完成了湖南省平江县仁里钽铌矿床矿石可选性试验、矿产品综合评价^[24-25]及找矿潜力分析工作^[26]。

自 2022 年 5 月起,湖南省地质灾害调查监测所开始了“湖南省平江县永享矿区硅石、锂、钽矿详查”工作,目前正在开展野外地质工作。

4 成矿远景区划分及成矿预测

根据勘查程度、伟晶岩分布情况、稀有金属矿化特征及找矿前景,本文将湖南境内的幕阜山地区划分为 5 个成矿远景区(图 1),并对各远景区的钽铌钽等稀有金属矿资源潜力进行了预测。

4.1 仁里—传梓源成矿远景区

该区位于幕阜山岩体西南缘舌状体以南,包

括仁里超大型钽铌矿床、传梓源大型锂铌钽矿床、朱子洞锂铌钽矿床、永享硅石钽铌矿区、梭墩锂铌钽矿区以及窄板洞矿钽铌钽矿点(成矿远景区 A,图 1)。相关单位在该成矿远景区已开展了大量的勘查与研究,取得了钽铌矿的找矿突破,找矿前景明朗。预测该区 Ta_2O_5 潜在资源量为 38 000 t, Nb_2O_5 潜在资源量 46 000 t, Li_2O 潜在资源量 320 000 t, BeO 潜在资源量约 45 000 t。

(1)仁里—朱子洞矿区。该区分布伟晶岩 165 条,目前,仅 2、3、5、6 号主矿脉矿体边界沿走向得到了初步控制,矿体边界沿倾向未能控制,主矿体向深部延伸趋势明显,具有较大的找矿潜力。矿区西部高品位锂辉石型锂矿脉(47 号)的发现,为该区域锂矿找矿突破奠定了基础。预测该区 Ta_2O_5 潜在资源量约 30 000 t, Nb_2O_5 潜在资源量约 35 000 t, BeO 潜在资源量约 30 000 t^[4], Li_2O 潜在资源量约 100 000 t。

(2)传梓源矿区(现该矿区范围扩大,改称为永享矿区)。该区伟晶岩为白云母钠长石伟晶岩和锂辉石白云母钠长石伟晶岩,其北部与仁里矿区邻近的地段以钽铌钽矿为主,南部以锂钽矿为主。仁里矿区 5 号主矿脉延伸至该区与 507 号脉相连^[4],在 501 号脉老窿采样分析, Ta_2O_5 品位为 0.024% ~ 0.080%; 该矿区北部仅做了硅石矿评价,南部对钽铌钽矿进行了评价,对锂矿研究程度较低。该区成矿地质条件与仁里矿区相似,具有较大的钽铌钽矿找矿潜力。预测该区 Li_2O 潜在资源量约 200 000 t, BeO 潜在资源量约 10 000 t, Ta_2O_5 潜在资源量约 6 000 t, Nb_2O_5 潜在资源量约 8 000 t。

(3)梭墩—窄板洞矿区。该区已发现了 24 条矿化较好的锂铌钽矿脉,梭墩矿区锂辉石白云母钠长石伟晶岩中 Li_2O 品位为 0.400% ~ 1.444%, $(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_5$ 品位为 0.012% ~ 0.027%, Rb_2O 品位为 0.040% ~ 0.110%; 窄板洞矿点 Li_2O 品位为 0.017% ~ 1.390%, BeO 品位为 0.029% ~ 0.031%, Ta_2O_5 品位为 0.006% ~ 0.035%, Nb_2O_5 品位为 0.008% ~ 0.048%^[8]。预测梭墩—窄板洞地区 Li_2O 潜在资源量约 20 000 t, Ta_2O_5 潜在资源量约 2 000 t, Nb_2O_5 潜在资源量约 3 000 t, BeO 潜在资源量约 5 000 t。

4.2 上大洲—南江桥成矿远景区

上大洲—南江桥成矿远景区位于幕阜山岩体西南缘舌状体以西,为幕阜山地区的伟晶岩密集

区之一(成矿远景区 B,图1)。对该区 10 条规模较大的伟晶岩脉进行了调查,脉长 360 ~ 1 000 m,脉宽 3 ~ 20 m。其中,3 条脉体地表矿化厚度 1 ~ 2 m, Ta_2O_5 品位为 0.008% ~ 0.017%, Nb_2O_5 品位为 0.012% ~ 0.031%^[17]。该区成矿地质条件与仁里矿区类似,具有较好的找矿潜力。预测该区 Ta_2O_5 潜在资源量约 2 000 t, Nb_2O_5 潜在资源量约 3 000 t, BeO 潜在资源量约 3 000 t。

4.3 詹桥成矿远景区

詹桥成矿远景区位于幕阜山岩体北侧,东部紧邻湖北省通城断峰山大型铌钽矿(成矿远景区 C,图1)。初步查明区内分布伟晶岩脉 41 条(岩体内 25 条,岩体外 16 条),发现矿化较好的铌钽矿脉 8 条^[22]。虽然该区尚未取得找矿突破,但仍有一定的找矿前景。

4.4 梅树湾成矿远景区

梅树湾成矿远景区位于幕阜山岩体西南缘舌状体以东,为幕阜山岩体南部伟晶岩密集区之一(成矿远景区 D,图1)。2017 年,湖南省核工业地质局三一一大队对该区进行了立项踏勘,刘翔等^[17]对梅树湾地区开展了野外地质调查,均发现了稀有金属矿化较好的白云母钠长石伟晶岩,具有一定的稀有金属找矿潜力。

4.5 南江桥一月田成矿远景区

南江桥一月田成矿远景区位于幕阜山岩体西南部,湖南省平江县南江桥镇—湖南省岳阳县月田镇之间(成矿远景区 E,图1),该区岩体外接触带未见云母片岩地层。根据构造产状及受幕阜山岩体隆起所影响的变质岩带宽度(约 10 km)^[15],推测该区受 F_{66} 正断层(图1)影响,冷家溪群坪原组板岩地层上推,云母片岩地层下滑,导致板岩地层覆盖于云母片岩地层之上。该区是否存在云母片岩层位,深部是否存在伟晶岩以及伟晶岩的含矿性还需要进一步研究。

综上所述,幕阜山地区可划分为 5 个成矿远景区。其中,仁里—传梓源成矿远景区的勘查与研究程度最高,是目前锂铌钽铍矿勘查和研究的重点地区;上大洲—南江桥成矿远景区的成矿地质条件优越,稀有金属矿化较强,可作为下一步铌钽铍矿勘查工作的优选靶区;詹桥成矿远景区、梅树湾成矿远景区以及南江桥一月田成矿远景区可作为下一步调查评价区。幕阜山地区的锂铌钽铍矿资源

主要集中在西南缘的仁里矿田^[8],预测仁里矿田 Ta_2O_5 潜在资源量约 40.0 kt, Nb_2O_5 潜在资源量约 49.0 kt, Li_2O 潜在资源量约 320.0 kt, BeO 潜在资源量约 48.0 kt。

5 结论

(1)幕阜山地区的仁里—传梓源、上大洲—南江桥、詹桥、梅树湾、南江桥一月田地区分别被划分为 5 个成矿远景区。其中仁里—传梓源成矿远景区为重点勘查和研究区;上大洲—南江桥成矿远景区可作为下一步勘查优选靶区;詹桥成矿远景区、梅树湾成矿远景区及南江桥一月田成矿远景区可作为下一步重点研究区。

(2)幕阜山地区稀有金属资源丰富,具有较好的找矿潜力。锂铌钽铍矿资源主要集中在幕阜山岩体西南缘。预测 Ta_2O_5 潜在资源量约 40 000 t, Nb_2O_5 潜在资源量约 49 000 t, Li_2O 潜在资源量约 320 000 t, BeO 潜在资源量约 48 000 t。

(3)下一步可对仁里矿区 7 线和 16 线开展 1 000 ~ 1 500 m 的科学钻探,探索深部伟晶岩的赋存状态及其含矿性,以及隐伏岩体的赋存位置;重点对仁里西南部锂、铍矿进行研究和评价;永亨矿区北部以铌矿、钽矿、铍矿为重点,南部以锂矿、铍矿为重点进行勘查和研究工作。

参考文献(References):

- [1] 李建康,刘喜方,王登红. 中国锂矿成矿规律概要[J]. 地质学报,2014,88(12):2269-2283.
Li J K, Liu X F, Wang D H. The metallogenetic regularity of lithium deposit in China[J]. Acta Geol Sin, 2014, 88(12): 2269-2283.
- [2] 李鹏,刘翔,李建康,等. 湘东北仁里—传梓源矿床 5 号伟晶岩岩相学、地球化学特征及成矿时代[J]. 地质学报,2019,93(6):1374-1391.
Li P, Liu X, Li J K, et al. Petrographic and geochemical characteristics of Renli - Chuanziyuan No. 5 pegmatite, NE Hunan, and its metallogenetic age[J]. Acta Geol Sin, 2019, 93(6): 1374-1391.
- [3] 李鹏,李建康,裴荣富,等. 幕阜山复式花岗岩体多期次演化与白垩纪稀有金属成矿高峰:年代学依据[J]. 地球科学,2017,42(10):1684-1696.
Li P, Li J K, Pei R F, et al. Multistage magmatic evolution and cretaceous peak metallogenetic epochs of Mufushan composite granite mass: Constrains from geochronological evidence[J]. Earth Sci, 2017, 42(10): 1684-1696.

- [4] 周芳春,黄志彪,陈虎,等. 湖南省平江县仁里矿区铌钽多金属矿普查报告[R]. 长沙:湖南省核工业地质局三一一大队,2021.
Zhou F C, Huang Z B, Chen H, et al. Survey Report of Nb – Ta Poymetallic Deposit in Renli Mining Area, Pingjiang County, Hunan Province [R]. Changsha: 311 Brigade of Hunan Nuclear Geological Bureau, 2021.
- [5] 湖南省平江县地质队. 平江县大兴一带绿柱石普查报告[R]. 平江:湖南省平江县地质队,1959.
Hunan Pingjiang County Geological Team. Beryl Survey Report in Daxing Area, Pingjiang County [R]. Pingjiang: Hunan Pingjiang County Geological Team, 1959.
- [6] 湖南省平江县地质队. 平江县大坳绿柱石矿普查报告[R]. 平江:湖南省平江县地质队,1959.
Hunan Pingjiang County Geological Team. Survey report of Daao Beryl Deposit in Pingjiang County [R]. Pingjiang: Hunan Pingjiang County Geological Team, 1959.
- [7] 湖南省平江县地质队. 平江县梅仙公社、钟洞公社普查简报[R]. 平江:湖南省平江县地质队,1959.
Hunan Pingjiang County Geological Team. Geological Survey Bulletin of Meixian – Zhongdong Commune in Pingjiang County [R]. Pingjiang: Hunan Pingjiang County Geological Team, 1959.
- [8] 湖南省岳阳县地质队. 湖南省岳阳县常山伟晶岩矿区勘探报告:浏四洞块段[R]. 岳阳:南省岳阳县地质队,1960.
Hunan Yueyang County Geological Team. Exploration Report of Changshan Pegmatite Mining Area, Yueyang County, Hunan Province: Liusidong Block [R]. Yueyang: Hunan Yueyang County Geological Team, 1960.
- [9] 中南地质局459队. 临湘詹家桥一带伟晶岩含绿柱石等矿物的地质简报[R]. 长沙:中南地质局459队,1954.
459 Brigade of Central South Geological Bureau. Geological Bulletin of Pegmatite Containing Beryl and other Minerals in Zhanjiaqiao Area, Linxiang [R]. Changsha: 459 Brigade of Central South Geological Bureau, 1954.
- [10] 湖南省冶金地质勘探公司235队. 临湘县忠防公社晓峰山花岗伟晶岩绿柱石矿床评价报告书[R]. 邵阳:湖南省冶金地质勘探公司235队,1960.
235 Brigade of Hunan Metallurgical Geological Exploration Comlany. Evaluation Report on Xiaofeng Mountain Granite Pegmatite Beryl Deposit in Zhongfang Commune, Linxiang County [R]. Shaoyang: 235 Brigade of Hunan Metallurgical Geological Exploration Comlany, 1960.
- [11] 湖南省地质局区域测量队. 临湘县白羊公社陈家冲绿柱石、长石、云母、高岭土矿点检查简报[R]. 长沙:湖南省冶金地质勘探公司235队,1960.
Regional Survey Team of Hunan Geological Bureau. Brief Report on the Inspection of Beryl, Feldspar, Mica and Kaolin in Chenjia-chong Baiyang Commune of Linxiang County [R]. Changsha: Regional Survey Team of Hunan Geological Bureau, 1960.
- [12] 湖北省第五地质大队. 湖南省平江县传梓源铌钽矿初勘报告[R]. 武汉:湖北省第五地质大队,1973.
Fifth Geological Brigade of Hubei Province. Preliminary Exploration Report of Chuanziyuan Nb – Ta Mine in Pingjiang County, Hunan Province [R]. Wuhan: Fifth Geological Brigade of Hubei Province, 1973.
- [13] 傅昭仁,李紫金,郑大瑜. 湘赣边区NNE向走滑造山带构造发展样式[J]. 地学前缘,1999,6(4):263–272.
Fu Z R, Li Z J, Zheng D Y. Structural pattern and tectonic evolution of NNE – trending strike – slip orogenic belt in the border region of Hunan – Jiangxi Provinces [J]. Earth Sci Front, 1999, 6(4):263–272.
- [14] 李建威,李先福,李紫金,等. 走滑变形过程中的流体包裹体研究——以湘东地区为例[J]. 大地构造与成矿学,1999,23(3):240–247.
Li J W, Li X F, Li Z J, et al. Fluid inclusions study in the process of strike slip faulting——a case study in eastern Hunan Province [J]. Geotect Metall, 1999, 23(3):240–247.
- [15] 周芳春,李建康,刘翔,等. 湖南仁里铌钽矿床矿体地球化学特征及其成因意义[J]. 地质学报,2019,93(6):1392–1404.
Zhou F C, Li J K, Liu X, et al. Geochemical characteristics and genetic significance of ore bodies in Renli Nb – Ta deposit, Hunan Province [J]. Acta Geol Sin, 2019, 93(6):1392–1404.
- [16] 刘翔,周芳春,黄志彪,等. 湖南平江县仁里超大型伟晶岩型铌钽多金属矿床的发现及其意义[J]. 大地构造与成矿学,2018,42(2):235–243.
Liu X, Zhou F C, Huang Z B, et al. Discovery of Renli superlarge pegmatite – type Nb – Ta polymetallic deposit in Pingjiang, Hunan Province and its significances [J]. Geotect Metall, 2018, 42(2):235–243.
- [17] 刘翔,周芳春,李鹏,等. 湖南仁里稀有金属矿田地质特征、成矿时代及其找矿意义[J]. 矿床地质,2019,38(4):771–791.
Liu X, Zhou F C, Li P, et al. Geological characteristics and metallogenic age of Renli rare metal orefield in Hunan and its prospecting significance [J]. Mineral Deposits, 2019, 38(4):771–791.
- [18] 李彬,邓新,李银敏,等. 湘东丫江桥岩体同位素年代学、地球化学及其构造意义[J]. 华南地质与矿产,2019,35(4):410–422.
Li B, Deng X, Li Y M, et al. Geochemical, geochronological and its tectonic significance of Yajiangqiao granitoid in eastern Hunan Province [J]. Geol Mineral Resour South China, 2019, 35(4):410–422.
- [19] 马铁球,陈俊,郭乐群,等. 湘东北临湘地区钾质煌斑岩⁴⁰Ar – ³⁹Ar定年及其地球化学特征[J]. 中国地质,2010,37(1):56–63.
Ma T Q, Chen J, Guo L Q, et al. ⁴⁰Ar – ³⁹Ar dating and geochemical characteristics of the potassic lamprophyre in Linxiang area, northeastern Hunan [J]. Geol China, 2020, 37(1):56–63.
- [20] 周芳春,刘翔,李建康,等. 湖南仁里超大型稀有金属矿床的成矿特征与成矿模型[J]. 大地构造与成矿学,2019,43(1):77–91.
Zhou F C, Liu X, Li J K, et al. Metallogenic characteristics and prospecting direction of Renli super – large rare metal deposit in

Hunan Province, China [J]. *Geotect Metall*, 2019, 43(1): 77–91.

[21] 石威科, 周芳春, 刘翔, 等. 湖南仁里矿田锂辉石白云母伟晶岩地质特征及其找矿意义 [J]. *地质学报*, 2020, 94(3): 817–835.

Shi W K, Zhou F C, Liu X, et al. Geological characteristics and the prospecting significance of the spodumene – muscovite pegmatite in the Renli ore – field, Hunan Province [J]. *Acta Geol Sin*, 2020, 94(3): 817–835.

[22] 王先亮, 龙首航, 姚宁, 等. 湖南省临湘市詹桥矿区金铍铌钽多金属矿预查报告 [R]. 长沙: 湖南省核工业地质局三〇一大队, 2015.

Wang X L, Long S H, Yao N, et al. Preliminary Investigation Report of Au – Be Nb Ta Polymetallic Deposit in Zhanqiao Mune District Linxiang City, Hunan Province [R]. Changsha: 301 Brigade of Hunan Nuclear Geological Bureau, 2015.

[23] 中化地质矿山总局湖南地质勘查院. 湖南省平江县梭墩矿区锂铌钽矿预查报告 [R]. 长沙: 中化地质矿山总局湖南地质勘查院, 2017.

Hunan Institute of Geological Exploration, General Administration of Geology and Mine of Sinochem. Preliminary Investigation Report of Li – Nb – Ta Deposit in Suotun Mining Area, Pingjiang County, Hunan Province [R]. Changsha: Hunan Institute of Geological Exploration, General Administration of Geology and Mine of Sinochem, 2017.

[24] 李鹏, 李建康, 张立平, 等. 幕阜山西南缘黄柏山稀有金属伟晶岩密集区的发现及意义 [J]. *矿床地质*, 2019, 38(5): 1069–1076.

Li P, Li J K, Zhang L P, et al. Discovery and significance of Huangbaishan rare metal pegmatite concentration area on southern margin of Mufushan [J]. *Mineral Deposits*, 2019, 38(5): 1069–1076.

[25] 周芳春, 苏俊男, 李建康, 等. 湖南仁里钽铌铍稀有金属矿床综合利用评价 [J]. *矿产保护与利用*, 2020, 40(2): 112–118.

Zhou F C, Su J N, Li J K, et al. Comprehensive utilization evaluation of tantalum – niobium – beryllium rare metal deposits in Renli Deposit, Hunan Province [J]. *Conservat Utilizat Mineral Resour*, 2020, 40(2): 112–118.

[26] 杨世珍, 周芳春, 李建斌, 等. 湖南仁里超大型钽铌矿床工作进展及找矿思路 [J]. *中国地质调查*, 2020, 7(4): 28–36.

Yang S Z, Zhou F C, Li J B, et al. Prospecting ideas and research progress of extra – large Ta – Nb deposit in Renli of Hunan Province [J]. *Geol Surv China*, 2020, 7(4): 28–36.

Exploration progress and metallogenic prediction of rare metal deposits in Mufushan area

ZHOU Fangchun¹, CHEN Hu¹, LI Peng², HU Xiaofang¹, CHEN Qianran¹, LIU Qingqi¹

(1. Hunan Institute of Geological Disaster Investigation and Monitoring, Hunan Changsha 410100, China; 2. MNR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Resource Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: Pegmatites are densely distributed in the inner and outer contact zone of Mufushan batholith, with good metallogenic geological conditions and prospecting potential of rare metal deposits. In order to further study the occurrence characteristics, metallogenic regularity and prospecting potential of rare metals in Mufushan area and further guide the exploration work, the authors in this paper systematically summarizes the rare metal ore exploration achievements in Mufushan area. We divided Mufushan area in Hunan Province into five metallogenic prospective areas and evaluated their prospecting potential. Besides, the prospecting direction in this area is further discussed. Lithium, niobium, tantalum and beryllium ore resources in Mufushan area are mainly concentrated in the metallogenic prospect areas of Renli – Chuanziyuan and Shangdazhou – Nanjiangqiao on the southwestern edge of the Mufushan batholith. The predicted potential Ta₂O₅ resource is 40 000 t, with potential Nb₂O₅ resource of 49 000 t, potential Li₂O resource of 320 000 t, and potential BeO resource of 48 000 t. This work can provide references for exploration and research of rare metal deposits.

Keywords: rare metal pegmatite; exploration progress; metallogenic prediction; Mufushan area; Hunan Province (责任编辑: 魏昊明)