

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.06.02

引用格式: 胡二红, 康建飞, 胡宇超, 等. 内蒙古北山地区微波山稀有金属矿化带的特征及意义[J]. 中国地质调查, 2023, 10(6): 13-24. (Hu E H, Kang J F, Hu Y C, et al. Characteristics and implication of Weiboshan rare metal mineralization belt in Beishan area of Inner Mongolia [J]. Geological Survey of China, 2023, 10(6): 13-24.)

内蒙古北山地区微波山稀有金属矿化带的特征及意义

胡二红^{1,2}, 康建飞^{1,2*}, 胡宇超³, 孙浩¹, 厚勇¹, 苏斌³

(1. 内蒙古第八地质矿产勘查开发有限责任公司, 内蒙古 乌海 016000; 2. 中国地质大学(北京) 地球科学与资源学院, 北京 100083; 3. 内蒙古云帆地质环境技术服务有限责任公司, 内蒙古 乌海 016000)

摘要: 稀有金属是我国重要的战略性矿产资源, 在国民经济建设和国防科技等领域具有广泛的应用空间。近年来, 通过地质调查、高精度磁法及土壤地球化学测量等综合找矿方法, 在内蒙古北山地区的微波山稀有金属矿区新发现了3条规模较大的铷钽钽矿化带。对微波山铷钽钽矿化带的地质特征及成因进行了初步分析, 结合实地勘查, 认为矿化带主要分布于钠长石-白云母花岗岩伟晶岩脉群内, 矿化带长800~3200 m, 宽5~30 m, 走向为NW向, 分析显示Ta₂O₅品位为0.0036%~0.0210%, Nb₂O₅品位为0.0094%~0.0170%, Rb₂O品位为0.046%~0.210%, 具有中大型成矿远景特征。微波山稀有金属矿化带是在内蒙古北山地区首次发现的花岗伟晶岩型稀有金属矿化带, 勘探工作指示北山成矿带具有良好的稀有金属资源潜力, 对区域找矿具有指导意义, 应加强系统勘查和进一步的研究工作。

关键词: 花岗伟晶岩; 稀有金属矿化带; 微波山地区; 北山地区

中图分类号: P618.6

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2023)06-0013-12

0 引言

北山成矿带位于华北板块、塔里木板块和哈萨克斯坦板块的交汇地带, 受3个板块多次俯冲、碰撞、裂解和对接作用, 以及板内构造-岩浆作用的影响, 北山成矿带发生了多期次的成矿作用^[1-11], 是我国西北地区内生金属矿床的主要资源基地之一^[12-14]。近年来, 地质大调查项目和大量矿产勘查项目的实施使得北山地区在矿产地质调查方面取得了较大突破, 在北山地区的内蒙古境内发现了黑山咀南金多金属矿^[15-16]、盘陀山-鹰嘴红山地区的钨矿^[17-19]、三道明水铜矿及多个有成矿潜力

的多金属矿化线索^[20], 表明该区具有良好的找矿潜力。

2017—2019年, 内蒙古第八地质矿产勘查开发有限责任公司完成了内蒙古自治区额济纳旗平台山1:5万区域矿产地质调查工作, 通过查证1:5万土壤地球化学、地质草测等综合方法, 初步圈定了微波山铷钽钽多金属成矿远景区^[21-22], 查明区内发育岩脉数量达千余条的花岗伟晶岩脉群, 脉体具不同程度的铷钽钽矿化现象, 显示出较大的找矿潜力。研究区正在开展“内蒙古自治区额济纳旗微波山稀有稀土多金属矿普查”项目, 在前期成果的基础上, 通过进一步的勘查工作, 新发现并初步圈定了规模较大的3条铷钽钽矿化带和1条钨矿化带, 并有望取得更大突破。微波山稀有金属矿化带是

收稿日期: 2023-04-22; 修订日期: 2023-11-06。

基金项目: 内蒙古自治区地质勘查基金“内蒙古自治区额济纳旗平台山等二幅1:5万区域矿产地质调查(编号: NMKD2016-06)”和“内蒙古自治区额济纳旗微波山稀有稀土多金属矿普查(编号: 20-1-KC01)”项目联合资助。

第一作者简介: 胡二红(1986—), 男, 工程师, 主要从事区域矿产地质调查工作。Email: nmhuerhong@126.com。

* 通信作者简介: 康建飞(1985—), 男, 高级工程师, 主要从事区域矿产地质调查工作。Email: 309659867@qq.com。

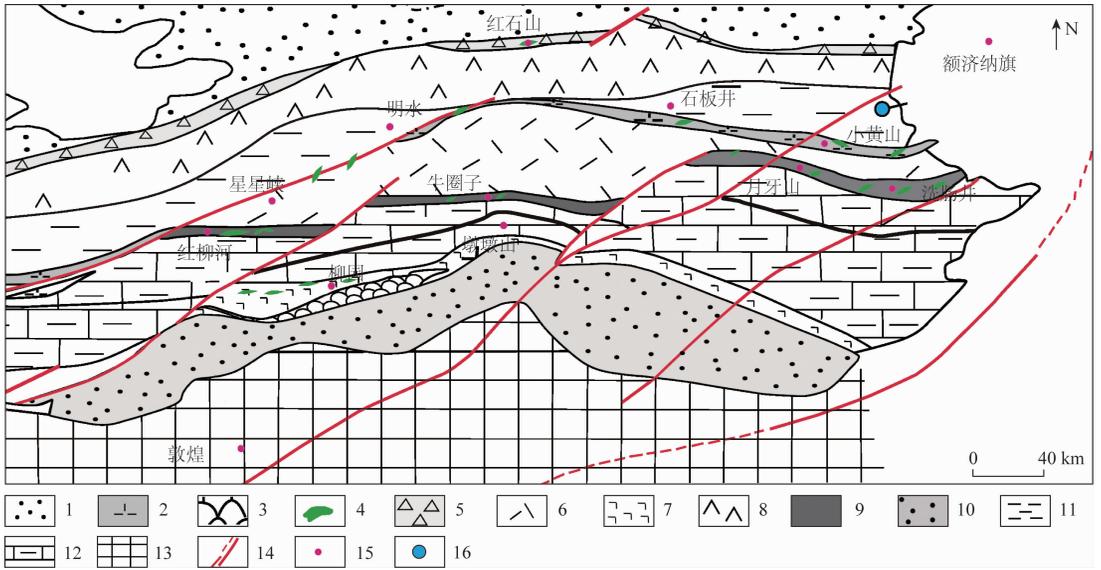
首次在内蒙古北山地区发现的花岗伟晶岩型稀有金属矿化带,本文对微波山钨铌钽矿化带的地质特征及矿床成因进行了初步分析,旨在为研究区的进一步勘查工作提供依据,同时为在北山成矿带寻找三稀矿床提供借鉴和指导。

1 地质背景

北山成矿带地处中亚造山带南缘,位于塔里木板块、哈萨克斯坦板块和华北板块之间的交汇地带,是天山造山带的东延部分^[23]。由逆冲断层所连接的多个岛弧和蛇绿混杂岩组成,并以4条蛇绿岩带为界,由北向南被划分为5个岛弧构造单元^[13-14],分别为雀儿山岛弧、黑鹰山—早山岛弧、公婆泉岛弧、双鹰山—花牛山岛弧、石板山岛弧(图1)。北山成矿带从寒武纪至二叠纪经历了

长期的俯冲-拼贴造山过程,是典型的增生型造山带^[14, 24-28]。

微波山稀有多金属矿区位于内蒙古自治区额济纳旗达来呼布镇以西约130 km处,大地构造位置位于北山造山带东段早山岛弧东部(图1),内蒙古境内的北山地区从中太古界到新生界的各时代地层均有发育,其中以奥陶系、石炭系、二叠系及中生代-新生代覆盖物的分布最为广泛,而泥盆系分布相对局限。侵入岩分布广泛,主要以酸性、中酸性花岗岩类为主,可划分为早古生代、晚古生代和三叠纪3个侵入期,不同时代的侵入体均显示出受(基底)构造控制的带状分布特征,构造-岩浆的耦合作用为成矿提供了物质和能量条件^[16]。同时,近年来的找矿勘查显示,各类脉岩的成矿作用也需要得到重视,尤其是花岗伟晶岩脉内的稀有、稀土元素成矿。



1. 雀儿山岛弧; 2. 石板井—小黄山蛇绿混杂岩带; 3. 枕状玄武岩; 4. 超基性岩; 5. 红石山蛇绿混杂岩带; 6. 公婆泉岛弧; 7. 柳园蛇绿混杂岩带; 8. 黑鹰山岛弧; 9. 红柳河—牛圈子—月牙山—洗肠井蛇绿混杂岩带; 10. 石板山岛弧; 11. 早山岛弧; 12. 双鹰山—花牛山岛弧; 13. 敦煌山地块; 14. 实测及推测断层; 15. 地名; 16. 研究区位置

图1 北山造山带构造略图(据文献[13, 29-30]修改)

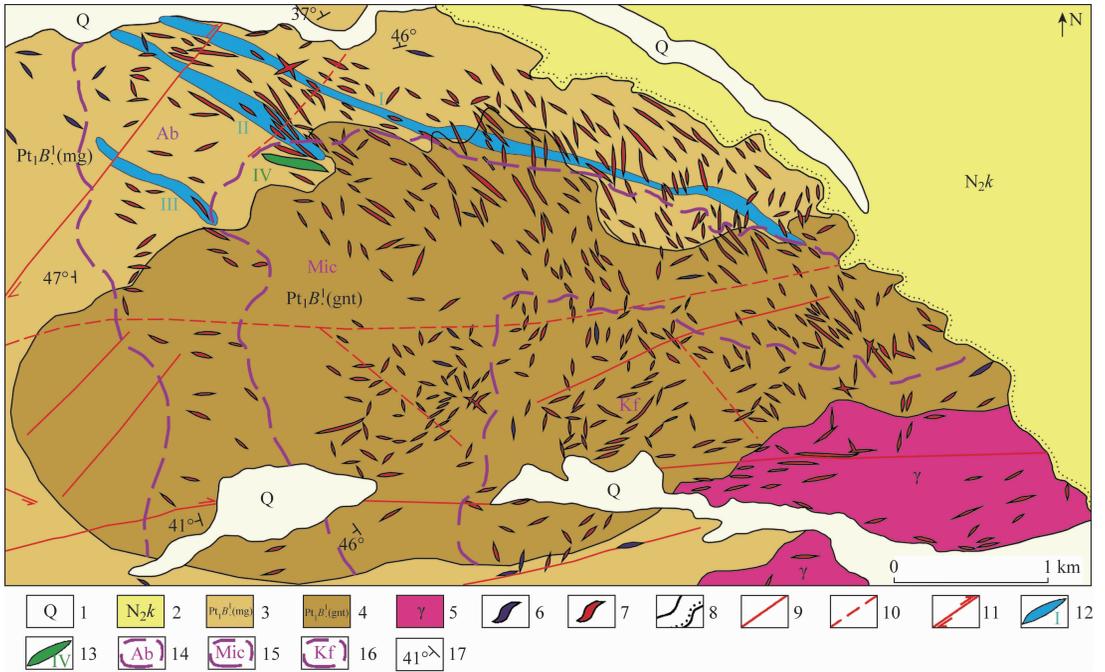
Fig.1 Tectonic sketch of Beishan orogenic belt(modified by references[13, 29-30])

2 矿床地质特征

2.1 地层与构造特征

微波山稀有多金属矿区出露的地层较为简单,主要为古元古界北山岩群第一岩组(Pt_1B^1)、新近系苦泉组(N_2k)及第四系(Q)(图2)。区域上NWW—近EW向的构造控制了区内地层展布、岩

浆侵位与内生金属成矿关系密切,区内构造极为发育,其中EW向和NWW向的断层为主要储矿构造,NE向和NW向的断层为成矿后构造。依据矿区古元古界北山岩群(Pt_1B)宏观上发育放射状裂隙、地层产状在西侧呈半环状分布,以及花岗伟晶岩脉具有环状分布规律等特征,矿区内可能存在岩浆热穹隆构造。矿区内岩浆岩以花岗伟晶岩脉为主,其次为细粒花岗杂岩与石英脉。



1. 第四系; 2. 新近系上统苦泉组; 3. 古元古界北山岩群第一岩组混合岩化片麻岩; 4. 古元古界北山岩群第一岩组变粒岩; 5. 碱性花岗杂岩; 6. 石英脉; 7. 花岗伟晶岩脉; 8. 整合界线/角度不整合界线; 9. 实测断层; 10. 推测断层; 11. 实测平移断层; 12. 稀有金属矿化带及编号; 13. 钨矿化带及编号; 14. 钠长石-白云母花岗伟晶岩带; 15. 微斜长石文象花岗伟晶岩带; 16. 钾长石文象花岗伟晶岩带; 17. 产状

图2 微波山稀有金属矿区地质简图

Fig.2 Geological sketch of Weiboshan rare metal mineralization zone

矿区内大范围分布了千余条花岗伟晶岩脉,与稀有金属成矿关系密切,多数规模较大(图3(a)),以大颗粒、巨晶斜长石(图3(b))、钠长石、钾长石、大片径白云母等矿物为特征,岩脉侵入古元古界北山岩群混合岩化片麻岩(图3(c))、变粒岩及角闪斜长片麻岩等变质岩内。按其分布规律、矿物组合等特点,将其分为钾长石文象花岗伟晶岩、微斜长石文象花岗伟晶岩及钠长石-白云母花岗伟晶岩。矿区内其他花岗伟晶岩脉大多内部分带结构不明显,多

数脉体中矿物颗粒大小、矿物成分变化不显著,仅在个别钠长石-白云母花岗伟晶岩中可见不对称分带现象,从内到外依次为石英核(暗黑色石英块)、黑色电气石带(石英中夹杂长柱状黑色电气石,局部晶型较好)、钠长石-白云母带(以大颗粒钠长石化斜长石、大片白云母为特征)、文象花岗伟晶岩带(长石石英表现为文象结构)、边缘带(细粒含石榴石花岗岩)(图3(d),图4),地球化学分析显示,矿化主要集中于钠长石-白云母带内。



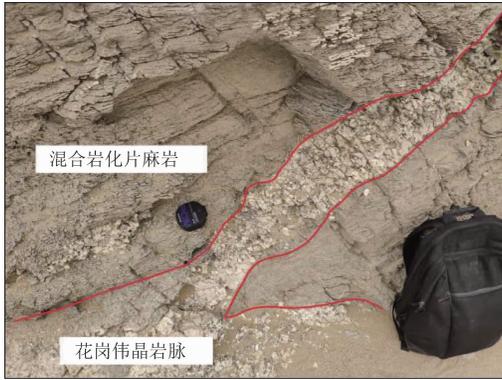
(a) 大规模花岗伟晶脉体



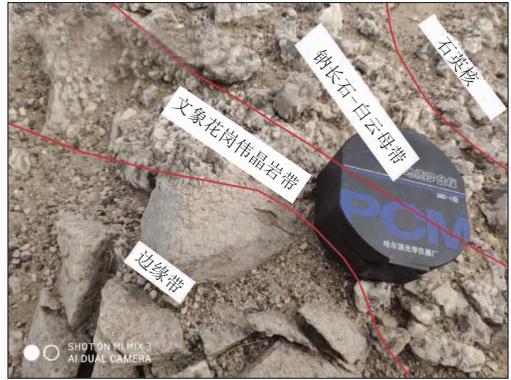
(b) 花岗伟晶岩特征

图3-1 微波山稀有金属矿化带花岗伟晶岩照片

Fig.3-1 Photos of granite pegmatite in Weiboshan rare metal mineralization belt



(c) 花岗伟晶岩侵入北山岩群



(d) 花岗伟晶岩分带特征

图 3-2 微波山稀有金属矿化带花岗伟晶岩照片

Fig. 3-2 Photos of granite pegmatite in Weiboshan rare metal mineralization belt

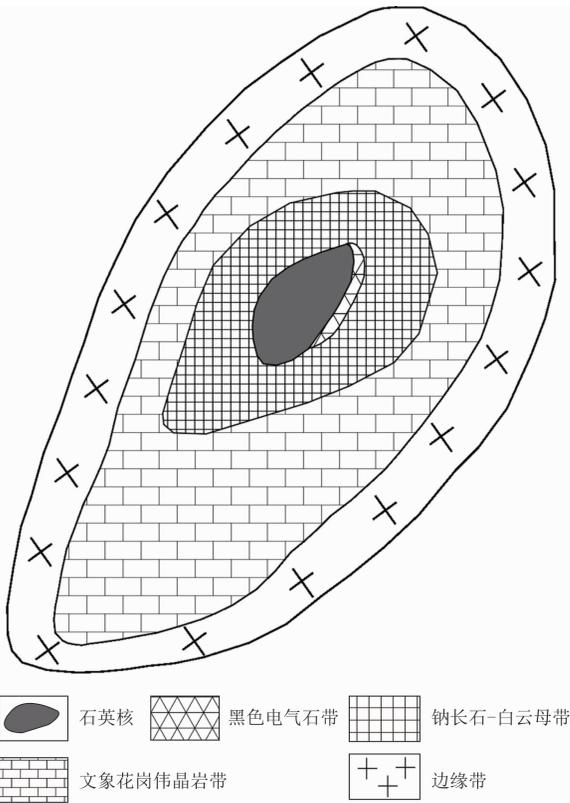


图 4 微波山稀有金属矿化带含铷钽钽花岗伟晶岩内部分带模式

Fig. 4 Internal zoning structures of Rb - Nb - Ta granite pegmatite in Weiboshan rare metal mineralization belt

2.2 矿化带特征

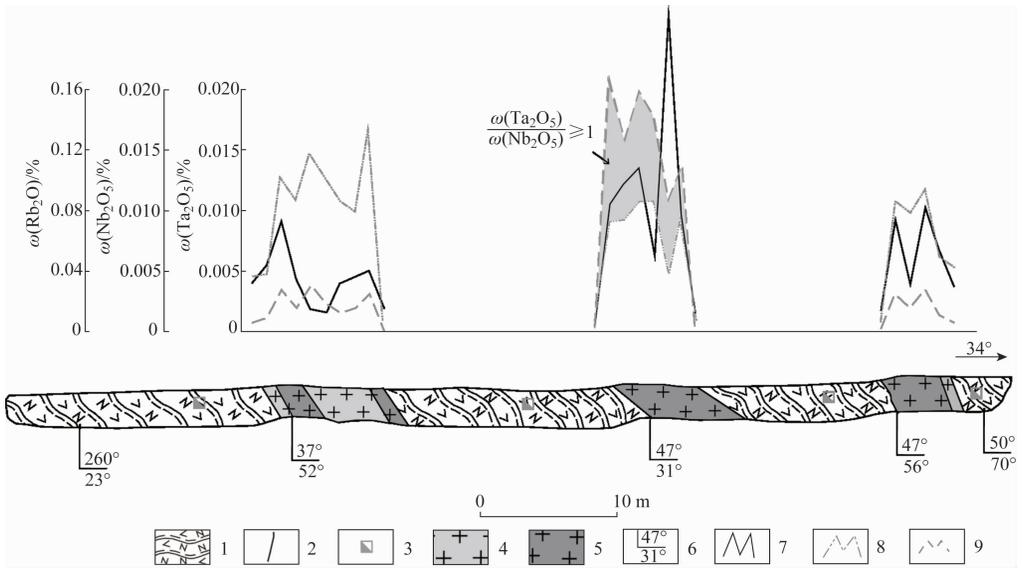
矿区花岗伟晶岩脉发育,呈现不同程度的稀有金属矿化,初步圈定了 3 条较大规模的铷钽钽矿化带,即 I 号矿化带、II 号矿化带、III 号矿化带以及 1 条钨矿化带(编号 IV)(图 2,表 1)。其中 I 号矿化带赋矿母岩为钠长石化花岗伟晶岩脉,脉体基本与矿化带走向一致,宽 1~9 m,长 30~150 m,众多花岗伟晶岩脉平行产出,频率为每百米 3~10 条。岩脉空间形态复杂,常见膨大收缩、分支复合及尖灭再现现象。近矿围岩为角闪斜长岩、花岗质片麻岩、混合眼球片麻岩等。

II 号矿化带赋矿母岩为钠长石化花岗伟晶岩脉,白云母含量较多,脉体基本与矿化带走向一致,宽 1~6 m,长 20~120 m,大量花岗伟晶岩脉平行产出,频率为每百米 2~5 条,空间形态较为复杂,具膨大收缩、分支复合及尖灭再现现象。近矿围岩为角闪斜长岩、花岗质片麻岩等。该矿化带施工的第 3 条探槽(TC3)控制的矿体在品位 $\omega(\text{Ta}_2\text{O}_5)/\omega(\text{Nb}_2\text{O}_5) \geq 1$ 的标准下发现长 120 m,宽 6 m 的钽钽矿体, Ta_2O_5 品位 0.100%~0.210%,平均品位 0.016%, Nb_2O_5 品位 0.009%~0.011%,平均品位 0.009%, Rb_2O 品位 0.100%~0.210%,平均品位 0.110%(图 5),表现出较大的找矿潜力。

表 1 微波山稀有金属矿化带特征

Tab. 1 Characteristic of in Weiboshan rare metal mineralization belt

矿化带编号	矿化带规模		产状			含矿岩石品位/%		
	长度/m	宽度/m	走向	倾向	倾角/(°)	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Rb ₂ O
I 号矿化带	3 200	50~300	NWW	东北	40°~70°	0.002 9~0.010	0.012 0~0.017	0.047~0.16
II 号矿化带	1 300	30~180	NWW	东北	30°~60°	0.003 6~0.021	0.009 4~0.013	0.046~0.21
III 号矿化带	800	5~120	NWW	东北	30°~60°	0.003 9~0.011	0.008 7~0.011	0.056~0.12



1. 角闪斜长片麻岩; 2. 岩性界线; 3. 褐铁矿化; 4. 铷钽矿化体; 5. 铷钽矿体; 6. 产状; 7. Rb₂O 含量; 8. Nb₂O₅ 含量; 9. Ta₂O₅ 含量

图 5 TC3 探槽钽铷矿品位分布

Fig. 5 Grade distribution of Ta - Nb - Rb ores in TC3 trench

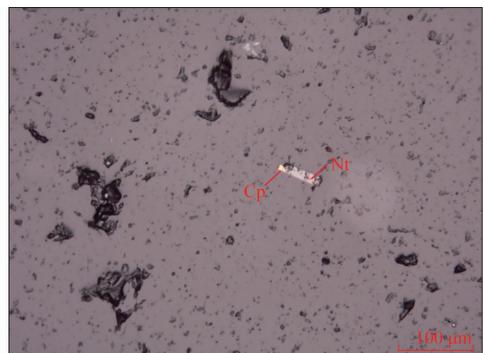
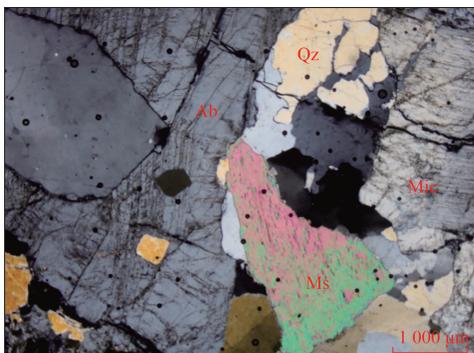
Ⅲ号矿化带赋矿母岩为强钠长石化的花岗伟晶岩脉,脉体走向与矿化带走向基本一致,局部扭转为 NE 向,宽 2~30 m,长 40~100 m,频率为每百米 1~5 条,膨大收缩、分支复合现象十分显著。围岩为角闪斜长岩、混合眼球片麻岩等。

矿区内还发现了钨矿化带(编号Ⅳ),规模一般,另除 Rb、Nb、Ta、W 已发现工业矿体外,区内 U、Mo、Bi、Sn 元素的矿化信息也十分显著,通过进一步工作有望发现新的不同矿种矿体。

2.3 含矿岩石特征

含矿岩石为钠长石化、白云母化文象花岗伟晶岩脉。金属矿物为黑钨矿、铌钽铁矿、黄铜矿及褐铁矿。脉石矿物主要为石英、斜长石、钠长石、微斜长石,白云母、黑云母、电气石等。

其中,与成矿有关的白云母呈灰白色,略带金黄色,片状结构,大多为鳞片状,局部呈大片状,局部富集;电气石为暗绿色、四面体长柱状结构,玻璃光泽,多为半自行柱状,仅在局部发育;微斜长石为灰红、略带灰黄,半自形—它形长柱状、粒状,为伟晶结构,镜下可见明显的条纹特征(图 6(a));钠长石为灰白色、白色、灰黄色,半自形—它形长柱状、粒状,为伟晶结构,呈巨晶特征,矿物表面具乳滴—裂纹状(图 6(a));石英主要为烟灰色、少见灰白色,它形粒状,主要沿长石裂隙生长,局部结晶较好,呈大方块状和瘤状,基本沿着伟晶岩脉中心向两侧分布,具多色特征(图 6(a));铌钽铁矿可分类为铌铁矿和钽铁矿,主要呈板柱状分布于硅酸盐矿物中(图 6(b));黄铜矿与铌钽铁矿伴生,主要呈粒状分布于硅酸盐矿物中(图 6(b))。



(a) 含矿岩石正交偏光镜下照片

(b) 含矿岩石反光镜下照片

Mic. 微斜长石; Qz. 石英; Ms. 白云母; Ab. 钠长石; Ni. 铌钽铁矿; Cp. 黄铜矿

图 6 微波山稀有金属矿化带矿物特征照片

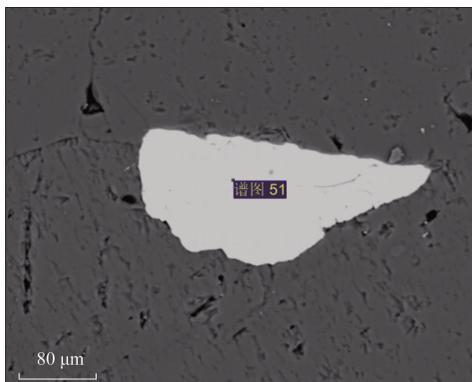
Fig. 6 Mineral characteristics photos of Weiboshan rare metal mineralization belt

含矿伟晶岩的主要结构为文象结构、伟晶结构、粗粒结构、不等粒结构、自形一半自形结构、交代结构,主要构造为块状构造。

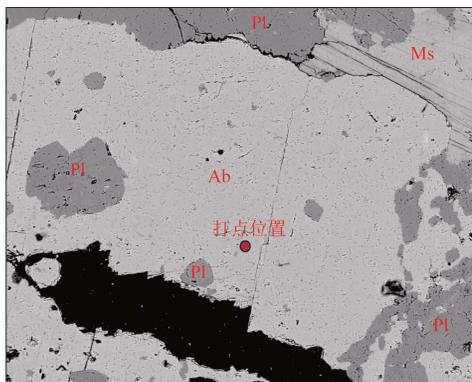
2.4 铷钽铌赋存特征

微波山稀有金属矿化带的铷钽铌矿化信息显著,成矿潜力较大,为了更好的评价铷钽铌矿物在含矿岩石中的赋存状态,本文开展了岩矿鉴定及电子探针测试分析工作。

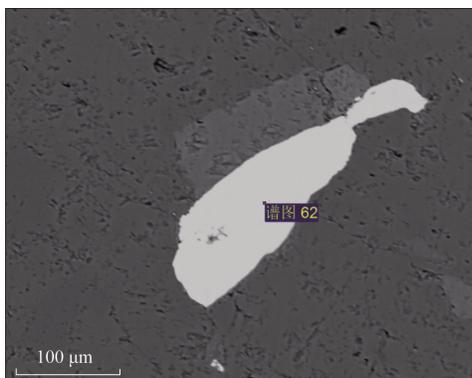
通过岩矿鉴定、电子探针分析,发现含铷钽铌矿物主要为铷(钽)铁矿和钽(铷)铁矿。铷(钽)铁矿主要为半自形—它形粒柱状,粒径为 0.04 ~ 0.50 mm,背散射图像多呈亮白色(图 7 (a)),铷(钽)铁矿主要赋存于钠长石、微斜长石的裂隙内(图 7 (b))。钽(铷)铁矿主要为它形粒柱状,粒径为 0.02 ~ 0.15 mm,背散射图像多呈亮白色(图 7 (c)),钽(铷)铁矿主要赋存于钠长石、微斜长石的裂隙内(图 7 (d))。



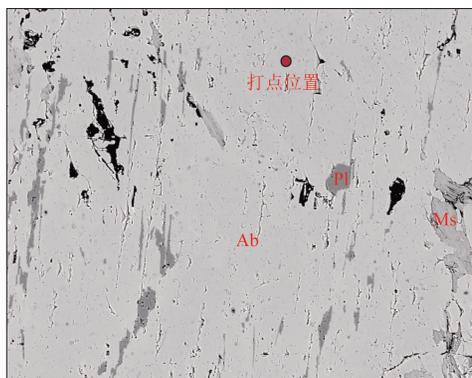
(a) 铷(钽)铁矿背散射图像



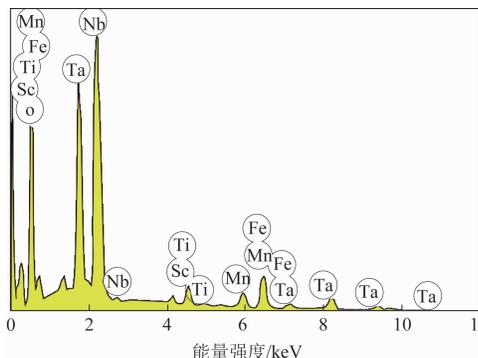
(b) 铷(钽)铁矿打点位置



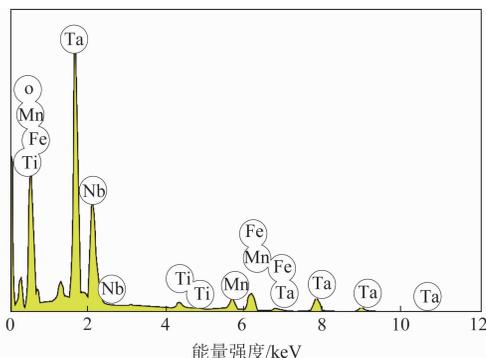
(c) 钽(铷)铁矿背散射图像



(d) 钽(铷)铁矿打点位置



(e) 铷(钽)铁矿能谱图(谱图 51)



(f) 钽(铷)铁矿能谱图(谱图 62)

Pl. 斜长石; Ab. 钠长石化微斜长石; Ms. 白云母

图 7 微波山稀有金属矿化带背散射图像与能谱图

Fig. 7 Backscatter and energy spectrum images of Weiboshan rare metal mineralization belt

从图7(e)和图7(f)的能谱图可以看出,铌钽矿物主要赋存于铌(钽)铁矿、钽(铌)铁矿中。Rb主要赋存于微斜长石和白云母中,Nb分布范围较广,斜长石、微斜石及白云母中均有分布,而Ta主要与微斜长石有关,少量白云母中也含Ta₂O₅。

综合电子探针和化学分析结果,可以认为Rb主要赋存于微斜长石和白云母中,Nb钽主要赋存于铌(钽)铁矿中,铌(钽)铁矿主要与钠长石、微斜长石有关。

3 矿床成因及找矿潜力

微波山稀有金属矿化带位于塔里木—华北板块北缘的铌成矿带西部^[31],北山成矿带早山地块东缘,矿(化)体赋存在花岗伟晶岩内,属于典型的花岗伟晶岩型稀有金属矿化带。

从区域成矿特征来看,微波山稀有金属矿的形成与北山成矿带的演化有着密切联系,从三叠纪开始,北山成矿带处于陆内构造—岩浆活动阶段。苗来成等^[31]认为北山地区在中生代三叠纪为碰撞—碰撞后构造环境,发育大规模剪切带、强烈的岩浆活动及伴生的金属成矿作用,之后转变为板内伸展环境,并表现为岩浆活动与成矿作用对先期成矿的叠加改造、再富集等^[32]。

研究区内产出千余条花岗伟晶岩脉,单脉规模大小不一,成群成带集中分布。钠长石化、白云母化、钾长石化等蚀变显著,伴随硅化、云英岩化等交代蚀变。按其分布规律、矿物组合等特点,可分为钾长石文象花岗伟晶岩带、微斜长石文象花岗伟晶岩带及钠长石—白云母花岗伟晶岩带,采样分析显示铌钽矿化主要集中于钠长石—白云母带内,目前圈定了3条规模较大的铌钽矿化带以及1条钨矿化带。分析显示铌钽矿化与钠长石化、白云母化蚀变特征密切相关,矿物成分单一,铌、钽主要为铌(钽)铁矿、钽(铌)铁矿等独立的铌钽矿物,铷主要与碱性长石、白云母关系密切。矿产调查显示,研究区花岗伟晶岩主要表现为高钾钙碱性伟晶岩特征,该类型花岗质岩浆演化到后期,经热液叠加作用,使得成矿元素逐渐活化富集成现有的微波山含铷铌钽花岗伟晶岩脉,局部富集成矿,该花岗伟晶岩类型的形成类似于柴达木盆地北缘生格钽钨矿与湘东北梓沅源稀有金属矿,均形成于区域岩浆分异演化的晚期阶段,由近热液体系中的

稀有金属聚集成矿^[33-34]。

综上所述,研究区花岗伟晶岩规模大,矿化信息显著,成矿环境十分适宜寻找花岗伟晶岩型铷铌钽多金属矿床,进一步野外勘查及深部验证有望取得更大的找矿突破。

4 找矿意义

铷、铌、钽等稀有元素矿产是国家战略性矿产资源^[35-37],并被列入关键矿产之中^[38-42]。我国与铷、铌、钽有关的花岗伟晶岩稀有金属矿主要发育在新疆阿尔泰成矿带、松潘—甘孜成矿带、江南成矿带、南岭成矿带、滇西—藏南成矿带等^[29,43]。近年来的研究显示,塔里木—华北板块北缘铌成矿带的成矿作用主要发生在晚古生代和三叠纪两个岩浆活动时期^[29]。新疆阿尔泰稀有金属成矿作用分为4期:奥陶纪—早志留世(476~436 Ma)、晚泥盆世(约370 Ma)、二叠纪(296~258 Ma)以及三叠纪—侏罗纪(250~151 Ma),其中三叠纪—侏罗纪为主要成矿期^[44-45]。俄罗斯的阿尔泰稀有金属矿形成于晚三叠世和早侏罗世^[46]。东天山—北山内生金属成矿事件主要发生在晚石炭世—早二叠世和三叠纪^[23,30,47-60],以镜儿泉和国宝山为代表的稀有金属矿床主要形成于三叠纪^[61-63]。北山成矿带经历了前寒武纪陆块基底形成、古生代洋—陆演化、中生代板内构造演化3个大的构造阶段,在三叠纪以后进入了板内伸展阶段^[64]。苗来成等^[31]认为三叠纪是北山地区最后一次大规模岩浆活动与金属成矿期,其发育范围、规模和强度远超原先的认识,同时中生代形成的矿产也具备相对较好的保存条件。刘瑞钦等通过独居石微区原位U—Pb定年方法获得了加权平均年龄(144.92±0.2) Ma(待发表),显示花岗伟晶岩群的成岩成矿发生在早白垩世,与丘志力等^[65]在内蒙古巴尔哲碱性花岗岩型REE—Nb—Be矿床中获得的含矿岩体的锆石U—Pb年龄(122.7±1.8) Ma属同一时期^[65],指示中亚造山带最后一期稀有金属成矿事件可能持续到了早白垩世,但还需进一步的研究和验证。

东天山—北山成矿带稀有金属矿床目前的相关报道较少,已知与稀有金属成矿相关的成岩成矿均发生在石炭纪—二叠纪及三叠纪^[61-63,66-67],且基本为碱性花岗岩型矿床,仅镜儿泉为花岗伟晶岩

型矿床。近年来,北山地区与中生代碱性花岗岩有关的三稀矿床找矿工作相对薄弱,内蒙古境内主要分布有东七一山钨锡钼铷多金属矿^[68]和灰石山铌钽矿^[21]等;甘肃境内主要分布有国宝山等数十个钼矿床^[69];新疆境内主要以镜儿泉伟晶岩型稀有金属矿^[61, 70]等为代表。微波山稀有金属矿化带是在内蒙古北山地区首次发现的花岗伟晶岩型钽铌铷矿,显示内蒙古北山稀有金属矿床除碱性岩系列以外,还发育花岗伟晶岩型稀有金属矿,且微波山大面积花岗伟晶岩脉的发育也预示该类型具有一定的成矿强度和规模,指示北山成矿带具有良好的稀有金属资源潜力,该矿化带的发现对北山区域找矿具有一定的启示和指导意义,应加强系统勘查和进一步研究工作。

5 结论

(1)内蒙古北山地区的微波山稀有金属矿区在近年来新发现了3条规模较大的钽铌铷矿化带,矿化带长800~3200m,宽5~30m,走向为NWW向,分析结果显示Ta₂O₅品位为0.0036%~0.021%,Nb₂O₅品位为0.0094%~0.011%,Rb₂O品位为0.046%~0.210%,具有中—大型成矿远景特征,进一步野外勘查及深部验证有望取得更大的找矿突破。

(2)微波山稀有金属矿化带属于典型的花岗伟晶岩型矿化带,通过岩矿鉴定、电子探针分析,发现钽铌矿物主要赋存于钽(钼)铁矿、钽(铌)铁矿中,钽铁矿主要与钠长石、微斜长石有关。铷主要赋存于微斜长石和白云母中。

(3)微波山稀有金属矿化带是内蒙古北山地区首次发现的花岗伟晶岩型钽铌铷矿,显示内蒙古北山地区发育有花岗伟晶岩型系列稀有金属矿。北山成矿带的成矿时空演化过程指示区内具有良好的稀有金属资源潜力,该矿化带的发现对北山地区区域找矿具有一定的启示和指导意义。

致谢:内蒙古第八地质矿产勘查开发有限责任公司微波山稀有稀土多金属矿普查项目组成员在长期的野外地质调查期间给予了支持和帮助,在成文过程中何世明工程师、张浩浩工程师及审稿人对本文提出了诸多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢!

参考文献(References):

- [1] Su B X, Qin K Z, Sakyi P A, et al. U - Pb ages and Hf - O isotopes of zircons from Late Paleozoic mafic - ultramafic units in the southern central Asian Orogenic belt: Tectonic implications and evidence for an Early - Permian mantle plume[J]. *Gondwana Research*, 2011, 20(2/3): 516 - 531.
- [2] Windley B F, Alexeiev D, Xiao W J, et al. Tectonic models for accretion of the central Asian Orogenic Belt[J]. *Journal of the Geological Society*, 2007, 164(1): 31 - 47.
- [3] Wang Q, Wyman D A, Zhao Z H, et al. Petrogenesis of Carboniferous adakites and Nb - enriched arc basalts in the Alataw area, northern Tianshan Range (Western China): Implications for Phanerozoic crustal growth in the Central Asia orogenic belt[J]. *Chemical Geology*, 2007, 236(1/2): 42 - 64.
- [4] Xiao W J, Windley B F, Huang B C, et al. End - Permian to mid - Triassic termination of the accretionary processes of the southern Altaids: implications for the geodynamic evolution, Phanerozoic continental growth, and metallogeny of Central Asia[J]. *International Journal of Earth Sciences*, 2009, 98(6): 1189 - 1217.
- [5] Xiao W J, Windley B F, Allen M B, et al. Paleozoic multiple accretionary and collisional tectonics of the Chinese Tianshan orogenic collage[J]. *Gondwana Research*, 2013, 23(4): 1316 - 1341.
- [6] Song D F, Xiao W J, Han C M, et al. Progressive accretionary tectonics of the Beishan orogenic collage, southern Altaids: Insights from zircon U - Pb and Hf isotopic data of high - grade complexes[J]. *Precambrian Research*, 2013, 227: 368 - 388.
- [7] Song D F, Xiao W J, Han C M, et al. Geochronological and geochemical study of gneiss - schist complexes and associated granitoids, Beishan Orogen, southern Altaids[J]. *International Geology Review*, 2013, 55(14): 1705 - 1727.
- [8] Song D F, Xiao W J, Han C M, et al. Provenance of metasedimentary rocks from the Beishan orogenic collage, southern Altaids: constraints from detrital zircon U - Pb and Hf isotopic data[J]. *Gondwana Research*, 2013, 24(3/4): 1127 - 1151.
- [9] 丁建华, 邢树文, 肖克炎, 等. 东天山—北山 Cu - Ni - Au - Pb - Zn 成矿带主要成矿地质特征及潜力分析[J]. *地质学报*, 2016, 90(7): 1392 - 1412.
Ding J H, Xing S W, Xiao K Y, et al. Geological characteristics and resource potential analysis of the Dongtianshan - Beishan Cu - Ni - Au - Pb - Zn metallogenic belts[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2016, 90(7): 1392 - 1412.
- [10] 陈海东, 高勇, 何国强, 等. 内蒙古北山地区三个井辉长岩 LA - ICP - MS 锆石 U - Pb 年龄及地球化学特征[J]. *中国地质调查*, 2020, 7(1): 53 - 59.
Chen H D, Gao Y, He G Q, et al. LA - ICP - MS zircon U - Pb ages and geochemical characteristics of Sangejing gabbro in Beishan area of Inner Mongolia[J]. *Geological Survey of China*, 2020, 7(1): 53 - 59.

- [11] 刘强,赵志雄,贾元琴,等. 内蒙古北山小黑山辉长岩 LA - ICP - MS 锆石 U - Pb 年龄及地球化学特征[J]. 中国地质调查,2019,6(1):41 - 47.
Liu Q,Zhao Z X,Jia Y Q, et al. Geochemical characteristics and LA - ICP - MS zircon U - Pb age of the gabbro in Xiaoheshan of Beishan area, Inner Mongolia [J]. Geological Survey of China, 2019,6(1):41 - 47.
- [12] Xiao W J, Huang B C, Han C M, et al. A review of the western part of the Altaids; A key to understanding the architecture of accretionary orogens [J]. *Gondwana Research*, 2010, 18 (2 - 3): 253 - 273.
- [13] Xiao W J, Mao Q G, Windley B F, et al. Paleozoic multiple accretionary and collisional processes of the Beishan orogenic collage [J]. *American Journal of Science*, 2010, 310 (10): 1553 - 1594.
- [14] 丁嘉鑫,韩春明,肖文交,等. 北山造山带花牛山岛弧东段钨矿床成矿时代和成矿动力学过程[J]. 岩石学报, 2015, 31(2):594 - 616.
Ding J X, Han C M, Xiao W J, et al. Geochemistry and U - Pb geochronology of tungsten deposit of Huaniushan island arc in the Beishan Orogenic Belt, and its geodynamic background [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2015, 31 (2): 594 - 616.
- [15] 张善明,贺中银,韩志敏,等. 北山内蒙新发现的黑山咀南金多金属矿带地质特征及找矿潜力[J]. 地质与勘探, 2018, 54(5):890 - 901.
Zhang S M, He Z Y, Han Z M, et al. Geological characteristics and prospecting potential of newly discovered gold - polymetallic ore belts in South Heishanju, Beishan, Inner Mongolia [J]. *Geology and Exploration*, 2018, 54 (5): 890 - 901.
- [16] 张善明,王根厚,赵士宝,等. 北山内蒙新发现的黑山咀金多金属矿区四级构造系统及其控矿规律研究[J]. 大地构造与成矿学, 2020, 44(3):367 - 384.
Zhang S M, Wang G H, Zhao S B, et al. Four - level ore - controlling structural system in the newly discovered Heishanju gold polymetallic Orefield, Beishan, Inner Mongolia [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2020, 44 (3): 367 - 384.
- [17] 赵国斌,李文明,杨合群,等. 内蒙北山国庆钨矿床成矿特征与成因探讨[J]. 矿床地质, 2010, 29(S1):341 - 342.
Zhao G B, Li W M, Yang H Q, et al. Metallogenic characteristics and ore genesis of Guoqing tungsten deposit, Beishan, Inner Mongolia [J]. *Mineral Deposits*, 2010, 29 (S1): 341 - 342.
- [18] 赵国斌,李文明,杨合群,等. 内蒙盘陀山含钨花岗岩体地质地球化学特征及成因讨论[J]. 地质与勘探, 2011, 47(5):828 - 836.
Zhao G B, Li W M, Yang H Q, et al. Geological and geochemical characteristics of the Pantuoshan Tungsten - bearing granite mass in Inner Mongolia and its genesis [J]. *Geology and Exploration*, 2011, 47 (5): 828 - 836.
- [19] 赵国斌,李文明,杨合群,等. 内蒙古北山盘陀山钨矿床成矿特征及找矿标志[J]. 大地构造与成矿学, 2013, 37(2):235 - 241.
Zhao G B, Li W M, Yang H Q, et al. Metallogenic characteristics and prospecting indicators of the Pantuoshan Tungsten Deposit, Inner Mongolia, China [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2013, 37 (2): 235 - 241.
- [20] 郝智慧,胡二红,张善明,等. 内蒙古额济纳旗半岛山金锑矿区地质特征及成矿潜力[J]. 中国地质调查, 2022, 9(1):41 - 53.
Hao Z H, Hu E H, Zhang S M, et al. Geological characteristics and metallogenic potential of Bandaoshan gold - antimony ore area in Ejina Banner of Inner Mongolia [J]. *Geological Survey of China*, 2022, 9 (1): 41 - 53.
- [21] 胡二红. 内蒙古北山微波山地区土壤地球化学特征及成矿预测[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2018:1 - 86.
Hu E H. Soil Geochemical Characteristics and Metallogenic Prognosis in Weiboshan Area of Beishan District, Inner Mongolia [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2018: 1 - 86.
- [22] 胡二红,张善明,贺中银,等. 内蒙古额济纳旗微波山地区土壤地球化学特征及找矿潜力[J]. 现代地质, 2020, 34(6):1303 - 1317.
Hu E H, Zhang S M, He Z Y, et al. Soil geochemical characteristics and metallogenic potential in Weibo mountain area of Ejina Banner, Inner Mongolia [J]. *Geoscience*, 2020, 34 (6): 1303 - 1317.
- [23] 吕新彪,朱江,曹晓峰,等. 北山南部柳园地区古生代一早中生代大陆地壳增生过程中的岩浆活动与成矿效应[J]. 地质科技情报, 2012, 31(5):119 - 127, 135.
Lü X B, Zhu J, Cao X F, et al. Magmatism and its metallogenic effects during the Paleozoic - Triassic continental crustal construction in the Liuyuan Area, South Beishan, NW China [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2012, 31 (5): 119 - 127, 135.
- [24] Ao S J, Xiao W J, Han C M, et al. Cambrian to Early Silurian ophiolite and accretionary processes in the Beishan collage, NW China: Implications for the architecture of the Southern Altaids [J]. *Geological Magazine*, 2012, 149 (4): 606 - 625.
- [25] Song D F, Xiao W J, Windley B F, et al. A Paleozoic Japan - type subduction - accretion system in the Beishan orogenic collage, southern Central Asian Orogenic Belt [J]. *Lithos*, 2015, 224 - 225:195 - 213.
- [26] 宋东方,肖文交,韩春明,等. 北山中部增生造山过程:构造变形和⁴⁰Ar - ³⁹Ar 年代学制约[J]. 岩石学报, 2018, 34(7):2087 - 2098.
Song D F, Xiao W J, Han C M, et al. Accretionary processes of the central segment of Beishan: Constraints from structural deformation and ⁴⁰Ar - ³⁹Ar geochronology [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2018, 34 (7): 2087 - 2098.
- [27] Tian Z H, Xiao W J, Windley B F, et al. Structure, age, and tectonic development of the Huoshishan - Niujanzi ophiolitic mélange, Beishan, southernmost Altaids [J]. *Gondwana Research*, 2014, 25 (2): 820 - 841.

[28] Ding J X, Han C M, Xiao W J, et al. Geochronology, geochemistry and Sr - Nd isotopes of the granitic rocks associated with tungsten deposits in Beishan district, NW China, Central Asian Orogenic Belt; Petrogenesis, metallogenic and tectonic implications [J]. *Ore Geology Reviews*, 2017, 89: 441 - 462.

[29] 李建康, 李鹏, 王登红, 等. 中国铌钽矿成矿规律 [J]. *科学通报*, 2019, 64 (15): 1545 - 1566.
Li J K, Li P, Wang D H, et al. A review of niobium and tantalum metallogenic regularity in China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2019, 64 (15): 1545 - 1566.

[30] 毛景文, 王登红. 花岗岩有关稀有金属矿床研究新进展 [J]. *矿床地质*, 1997, 16 (2): 189 - 192.
Mao J W, Wang D H. New advances in the study of granite - related rare metal deposits [J]. *Mineral Deposits*, 1997, 16 (2): 189 - 192.

[31] 苗来成, 朱明帅, 张福勤. 北山地区中生代岩浆活动与成矿构造背景分析 [J]. *中国地质*, 2014, 41 (4): 1190 - 1204.
Miao L C, Zhu M S, Zhang F Q. Tectonic setting of Mesozoic magmatism and associated metallogenesis in Beishan area [J]. *Geology in China*, 2014, 41 (4): 1190 - 1204.

[32] 杜玉良, 殷先明, 冯治汉, 等. 北山地区中生代构造 - 岩浆活动与成矿 [J]. *西北地质*, 2009, 42 (2): 48 - 54.
Du Y L, Yin X M, Feng Z H, et al. Mesozoic structural - magmatic activities and mineralization in Beishan region [J]. *Northwestern Geology*, 2009, 42 (2): 48 - 54.

[33] 吕晓强. 柴北缘格勒地区花岗伟晶岩型铌钽矿成因及成矿潜力评价 [D]. 西安: 长安大学, 2012: 1 - 62.
Lv X Q. Genesis and an Evaluation for Granite - Pegmatite Type Columbotantalite Ore - forming Potential in the Northern Margin of the Qaidam Basin, Qinghai, P. R. China [D]. Xi'an: Chang'an University, 2012: 1 - 62.

[34] 李鹏, 刘翔, 李建康, 等. 湘东北仁里一传梓源矿床 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 metallogenic age [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2019, 93 (6): 1374 - 1391.

[35] 王登红, 王瑞江, 李建康, 等. 我国三稀矿产资源的基本特征与研究现状 [J]. *矿床地质*, 2012, 31 (S1): 41 - 42.
Wang D H, Wang R J, Li J K, et al. Basic characteristics and research status of rare resources, rare earth and rarely scattered resources mineral resources in China [J]. *Mineral Deposits*, 2012, 31 (S1): 41 - 42.

[36] 王登红, 王瑞江, 李建康, 等. 中国三稀矿产资源战略调查研究进展综述 [J]. *中国地质*, 2013, 40 (2): 361 - 370.
Wang D H, Wang R J, Li J K, et al. The progress in the strategic research and survey of rare earth, rare metal and rare - scattered elements mineral resources [J]. *Geology in China*, 2013, 40 (2): 361 - 370.

[37] 王登红, 王瑞江, 孙艳, 等. 我国三稀 (稀有稀土稀散) 矿产资源调查研究成果综述 [J]. *地球学报*, 2016, 37 (5): 569 - 580.
Wang D H, Wang R J, Sun Y, et al. A review of achievements in the three - type rare mineral resources (rare resources, rare earth and rarely scattered resources) survey in China [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2016, 37 (5): 569 - 580.

[38] Gulley A L, Nassar N T, Xun S A. China, the United States, and competition for resources that enable emerging technologies [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2018, 115 (16): 4111 - 4115.

[39] 翟明国, 吴福元, 胡瑞忠, 等. 战略性关键金属矿产资源: 现状与问题 [J]. *中国科学基金*, 2019, 33 (2): 106 - 111.
Zhai M G, Wu F Y, Hu R Z, et al. Critical metal mineral resources: Current research status and scientific issues [J]. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2019, 33 (2): 106 - 111.

[40] 蒋少涌, 温汉捷, 许成, 等. 关键金属元素的多圈层循环与富集机理: 主要科学问题及未来研究方向 [J]. *中国科学基金*, 2019, 33 (2): 112 - 118.
Jiang S Y, Wen H J, Xu C, et al. Earth sphere cycling and enrichment mechanism of critical metals: major scientific issues for future research [J]. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2019, 33 (2): 112 - 118.

[41] 毛景文, 杨宗喜, 谢桂青, 等. 关键矿产——国际动向与思考 [J]. *矿床地质*, 2019, 38 (4): 689 - 698.
Mao J W, Yang Z X, Xie G Q, et al. Critical minerals: International trends and thinking [J]. *Mineral Deposits*, 2019, 38 (4): 689 - 698.

[42] 候增谦, 陈骏, 翟明国. 战略性关键矿产研究现状与科学前沿 [J]. *科学通报*, 2020, 65 (33): 3651 - 3652.
Hou Z Q, Chen J, Zhai M G. Current status and frontiers of research on critical mineral resources [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2020, 65 (33): 3651 - 3652.

[43] 孙艳, 王登红, 王成辉, 等. 我国铷矿成矿规律、新进展和找矿方向 [J]. *地质学报*, 2019, 93 (6): 1231 - 1244.
Sun Y, Wang D H, Wang C H, et al. Metallogenic regularity, new prospecting and guide direction of rubidium deposits in China [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2019, 93 (6): 1231 - 1244.

[44] 杨富全, 张忠利, 王蕊, 等. 新疆阿尔泰稀有金属矿地质特征及成矿作用 [J]. *大地构造与成矿学*, 2018, 42 (6): 1010 - 1026.
Yang F Q, Zhang Z L, Wang R, et al. Geological characteristics and metallogenesis of rare metal deposits in Altay, Xinjiang [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2018, 42 (6): 1010 - 1026.

[45] 杨富全, 张志欣, 刘国仁, 等. 新疆中亚造山带三叠纪矿床地质特征、时空分布及找矿方向 [J]. *矿床地质*, 2020, 39 (2): 197 - 214.
Yang F Q, Zhang Z X, Liu G R, et al. A review of geological characteristics and time - space distribution as well as prospecting direction of Triassic deposits in Central Asian Orogenic Belt, Xin-

- jiang[J]. *Mineral Deposits*, 2020, 39(2): 197–214.
- [46] 韩宝福. 中俄阿尔泰山中生代花岗岩与稀有金属矿床的初步对比分析[J]. *岩石学报*, 2008, 24(4): 655–660.
- Han B F. A preliminary comparison of Mesozoic granitoids and rare metal deposits in Chinese and Russian Altai Mountains[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2008, 24(4): 655–660.
- [47] 陈衍景, 富士谷, 吴德华, 等. 新疆北部金矿化与碰撞造山作用的耦合及金等矿床的分布规律[J]. *黄金地质*, 1995, 1(3): 8–16.
- Chen Y J, Fu S G, Wu D H, et al. The coupling of the gold mineralization with the collisional orogenesis and the distribution of gold deposits, Northern Xinjiang[J]. *Gold Geology*, 1995, 1(3): 8–16.
- [48] 毛景文, 杨建民, 韩春明, 等. 东天山铜金多金属矿床成矿系统和成矿地球动力学模型[J]. *地球科学—中国地质大学学报*, 2002, 27(4): 413–424.
- Mao J W, Yang J M, Han C M, et al. Metallogenic systems of polymetallic copper and gold deposits and related metallogenic geodynamic model in eastern Tianshan, Xinjiang[J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 2002, 27(4): 413–424.
- [49] 韩春明, 毛景文, 杨建民, 等. 东天山晚古生代内生金属矿床类型和成矿作用的动力学演化规律[J]. *地质学报*, 2002, 76(2): 222–234.
- Han C M, Mao J W, Yang J M, et al. Types of Late Palaeozoic endogenous metal deposits and related geodynamical evolution in the East Tianshan[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2002, 76(2): 222–234.
- [50] 陈富文, 李华芹, 陈毓川, 等. 东天山土屋—延东斑岩铜矿田成岩时代精确测定及其地质意义[J]. *地质学报*, 2005, 79(2): 256–261.
- Chen F W, Li H Q, Chen Y C, et al. Zircon SHRIMP U–Pb dating and its geological significance of mineralization in Tuwu–Yandong porphyry copper mine, East Tianshan Mountain[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2005, 79(2): 256–261.
- [51] Zhang L C, Xiao W J, Qin K Z, et al. Re–Os isotopic dating of molybdenite and pyrite in the Baishan Mo–Re deposit, eastern Tianshan, NW China, and its geological significance[J]. *Mineralium Deposita*, 2005, 39(8): 960–969.
- [52] 李华芹, 陈富文, 李锦轶, 等. 再论东天山白山铼钼矿区成岩成矿时代[J]. *地质通报*, 2006, 25(8): 916–922.
- Li H Q, Chen F W, Li J Y, et al. Age of mineralization and host rocks in the Baishan rhenium–molybdenum district, East Tianshan, Xinjiang, China; Revisited[J]. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(8): 916–922.
- [53] 彭振安, 李红红, 张诗启, 等. 内蒙古北山地区小狐狸山钼矿成矿岩体地球化学特征研究[J]. *地质与勘探*, 2010, 46(2): 291–298.
- Peng Z A, Li H H, Zhang S Q, et al. Geochemical characteristics of Mo–mineralized granite in the Xiaohulishan deposit, Beishan area, Inner Mongolia[J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(2): 291–298.
- [54] 彭振安, 李红红, 屈文俊, 等. 内蒙古北山地区小狐狸山钼矿床辉钼矿 Re–Os 同位素年龄及其地质意义[J]. *矿床地质*, 2010, 29(3): 510–516.
- Peng Z A, Li H H, Qu W J, et al. Molybdenite Re–Os age of Xiaohulishan molybdenum deposit in Beishan area, Inner Mongolia[J]. *Mineral Deposits*, 2010, 29(3): 510–516.
- [55] Zhu J, Lü X B, Chen C, et al. U–Pb and Re–Os ages of the huaheitan molybdenum deposit, NW China[J]. *Resource Geology*, 2013, 63(3): 330–336. [56] Sun H S, Li H, Danišik M, et al. U–Pb and Re–Os geochronology and geochemistry of the Donggebi Mo deposit, Eastern Tianshan, NW China: Insights into mineralization and tectonic setting[J]. *Ore Geology Reviews*, 2017, 86: 584–599.
- [57] Wu Y S, Wang P, Yang Y F, et al. Ore geology and fluid inclusion study of the Donggebi giant porphyry Mo deposit, Eastern Tianshan, NW China[J]. *Geological Journal*, 2014, 49(6): 559–573.
- [58] Wu Y S, Chen Y J, Zhou K F. Mo deposits in Northwest China: Geology, geochemistry, geochronology and tectonic setting[J]. *Ore Geology Reviews*, 2017, 81: 641–671.
- [59] Zhang D Y, Zhou T F, Yuan F, et al. Petrogenesis and mineralization potential of a granite porphyry intrusion beneath the Baishan Mo deposit, Eastern Tianshan, NW China[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2015, 113: 254–265.
- [60] 叶龙翔, 张达玉, 周涛发, 等. 新疆觉罗塔格地区东戈壁钼矿床花岗岩斑岩的成因研究[J]. *矿床地质*, 2017, 36(2): 429–448.
- Ye L X, Zhang D Y, Zhou T F, et al. Petrogenesis of mineralized granite porphyry in Donggebi Mo deposit, Jueluotage area, Xinjiang[J]. *Mineral Deposits*, 2017, 36(2): 429–448.
- [61] 凤永刚, 梁婷, 雷如雄, 等. 稀有金属伟晶岩过度冷却与侵位之关系——基于野外地质观察及年代学的思考[J]. *地球科学与环境学报*, 2021, 43(1): 100–106.
- Feng Y G, Liang T, Lei R X, et al. Relationship between undercooling and emplacement of rare–element pegmatites – thinking based on field observations and pegmatite geochronology[J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2021, 43(1): 100–116.
- [62] 贺昕宇. 中天山东段国宝山三叠纪高铷天河石花岗岩年代学及岩石地球化学研究[J]. *矿产勘查*, 2019, 10(12): 2899–2905.
- He X Y. Geochronology and geochemistry of Triassic high Rb amazonite granite from Guobaoshan in eastern segment of the middle Tianshan[J]. *Mineral Exploration*, 2019, 10(12): 2899–2905.
- [63] Chen B Y, Wu C Z, Brzozowski M J, et al. Geochronology and tectonic setting of the giant Guobaoshan Rb deposit, Central Tianshan, NW China[J]. *Ore Geology Reviews*, 2022, 141: 104636.
- [64] 辛后田, 牛文超, 田健, 等. 内蒙古北山造山带时空结构与古亚洲洋演化[J]. *地质通报*, 2020, 39(9): 1297–1316.
- Xin H T, Niu W C, Tian J, et al. Spatio–temporal structure of Beishan orogenic belt and evolution of Paleo–Asian Ocean, Inner

- Mongolia[J]. Geological Bulletin of China, 2020, 39(9): 1297 - 1316.
- [65] 丘志力, 梁冬云, 王艳芬, 等. 巴尔哲碱性花岗岩铅石稀土微量元素、U - Pb 年龄及其成岩成矿指示[J]. 岩石学报, 2014, 30(6): 1757 - 1768.
- Qiu Z L, Liang D Y, Wang Y F, et al. Zircon REE, trace element characteristics and U - Pb chronology in the Baerzhe alkaline granite: implications to the petrological genesis and mineralization[J]. Acta Petrologica Sinica, 2014, 30(6): 1757 - 1768.
- [66] 陈郑辉, 王登红, 龚羽飞, 等. 新疆哈密镜儿泉伟晶岩型稀有金属矿床 $40\text{Ar} - 39\text{Ar}$ 年龄及其地质意义[J]. 矿床地质, 2006, 25(4): 470 - 476.
- Chen Z H, Wang D H, Gong Y F, et al. $40\text{Ar} - 39\text{Ar}$ isotope dating of muscovite from Jingerquan pegmatite rare metal deposit in Hami, Xinjiang, and its geological significance[J]. Mineral Deposits, 2006, 25(4): 470 - 476.
- [67] 王继春, 王竞繁, 许永旺, 等. 小狐狸山钨多金属 - 稀有金属矿床的地质意义[J]. 金属矿山, 2011(4): 101 - 103.
- Wang J C, Wang J F, Xu Y W, et al. The geological significance of Xiaohulishan molybdenum Polymetallic - rare metal deposit[J]. Metal Mine, 2011(4): 101 - 103.
- [68] 张善明, 王庭院, 张华, 等. 内蒙古东七 - 一山钨锡多金属矿成矿特征与控矿因素分析[J]. 地质与勘探, 2014, 50(6): 1038 - 1049.
- Zhang S M, Wang T Y, Zhang H, et al. Ore - controlling factors and geological features of the W - Sn polymetallic ore deposits in East Qiyishan, Inner Mongolia[J]. Geology and Exploration, 2014, 50(6): 1038 - 1049.
- [69] 周会武, 李通国, 张有奎, 等. 甘肃省稀有金属矿产特征与成矿规律初探[J]. 矿床地质, 2015, 34(5): 1030 - 1045.
- Zhou H W, Li T G, Zhang Y K, et al. A preliminary study of characteristics and metallogenic regularity of rare metal mineral resources in Gansu Province[J]. Mineral Deposits, 2015, 34(5): 1030 - 1045.
- [70] 姚佛军, 徐兴旺, 杨建民, 等. 戈壁浅覆盖区花岗岩中锂铍伟晶岩的 ASTER 遥感识别技术——以新疆镜儿泉地区为例[J]. 矿床地质, 2020, 39(4): 686 - 696.
- Yao F J, Xu X W, Yang J M, et al. A technology for identifying Li - Be pegmatite using ASTER remote sensing data in granite of Gobi shallow - covered area: A case study of recognition and prediction of Li - Be pegmatite in Jingerquan, Xinjiang[J]. Mineral Deposits, 2020, 39(4): 686 - 696.

Characteristics and implication of Weiboshan rare metal mineralization belt in Beishan area of Inner Mongolia

HU Erhong^{1,2}, KANG Jianfei^{1,2}, HU Yuchao³, SUN Hao¹, HOU Yong¹, SU Bin³

(1. Inner Mongolia No. 8 Geological and Mineral Exploration and Development Co., Ltd., Inner Mongolia Wuhai 016000, China; 2. School of Earth Science and Resources, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China; 3. Inner Mongolia Yunfan Geological Environment Technology Service Co., Ltd., Inner Mongolia Wuhai 016000, China)

Abstract: Rare metal is important strategic mineral resource in China, and it has a wide application space in the fields of national economic construction, national defense science and technology. In recent years, three large - scale Rb - Nb - Ta rare metal mineralization belts have been newly discovered in Beishan Weiboshan rare metal mineralization belt zone in Beishan area of Inner Mongolia through geological survey, high - precision ground magnetic survey and soil geochemical survey methods. On the basis of preliminary investigation on geological characteristics and genesis of Weiboshan tantalum niobium rubidium mineralization belt, the researchers in this paper identified that the mineralization belts were in the albite and muscovite granite pegmatite vein group, with a length of 800 ~ 3 200 m, a width of 5 ~ 30 m and NWW strike. The grade of Ta_2O_5 is 0.003 6% ~ 0.021 0%, and the grade of Nb_2O_5 is 0.009 4% ~ 0.011 0%. Besides, the Rb_2O grade is 0.046% ~ 0.210%, indicating a medium - large metallogenic prospect. Weiboshan rare metal mineralization belt is the first discovered rare metal mineralization belt of granite pegmatite type in Beishan area of Inner Mongolia, and the prospecting work shows that Beishan mineralization belt has good rare metal resource potential, which has guiding significance for regional prospecting. And the systematic exploration and further research should be strengthened.

Keywords: granite pegmatite; rare metal mineralization belt; Weiboshan area; Beishan area

(责任编辑: 魏昊明)