

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2021.04.006

青海省冷湖行委俄博梁地区稀有稀土元素 地球化学特征及找矿潜力分析

赵娟¹, 马正婷¹, 柴云¹, 魏丽琼¹, 贾研慧², 乔建峰², 马瑛²

(1. 青海省地质调查局, 青海 西宁 810008; 2. 青海省第五地质矿产勘查院, 青海 西宁 810003)

摘要:基于前人开展的1:5万水系沉积物测量工作,在俄博梁地区开展了水系沉积物副样稀有稀土元素优选测试,根据1:5万水系沉积物样品副样稀有稀土元素优选测试及前人研究成果,对俄博梁地区稀有稀土元素地球化学特征及找矿潜力进行了分析,为区内稀有稀土矿产勘查提供了依据和思路。

关键词:俄博梁;稀有稀土;地球化学特征;找矿潜力

中图分类号:P632

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2021)04-0082-06

Geochemical Characteristics and Prospecting Potential of Rare Rare-earth Element in Eboliang Area, Lenghu, Qinghai Province

ZHAO Juan¹, MA Zhengting¹, CHAI Yun¹, WEI liqiong¹, JIA Yanhui², QIAO Jianfeng², MA Ying²

(1. Qinghai Geological Survey, Xining 810008, Qinghai, China; 2. Qinghai No. 5
Geological Mineral Exploration Institute, Xining 810003, Qinghai, China)

Abstract: Based on previous research of 1 : 50 000 stream sediment survey, this paper carried out the selection of the rare rare-earth elements selection test in accessory samples of stream sediment and analyzed the geochemical characteristics and the prospecting potential in Eboliang area. It may provide basis and thinking for mineral exploration of rare rare-earth elements in this area.

Keywords: Eboliang; rare rare-earth element; geochemical characteristics; prospecting potential

俄博梁地区地处柴达木盆地西北边缘,大地构造单元属柴北缘结合带滩间山岩浆弧,为早古生代柴北缘洋盆向北俯冲,奠基于全吉地块南缘的一个岩浆弧带。处于柴北缘成矿带俄博梁成矿亚带,是青海省内金、铜、钨、稀有、稀土金属的成矿有利地区,具有形成各类金、铜、稀有、稀土多金属矿床的潜力。以往对镧、铈、铈、铈、铈、铈等稀有稀土元素找

矿不够重视(秦震,1995;徐新文,2009;陆顺富等,2014;赵来社等,2015;王盘喜等,2015;金谋顺等,2019)。近20年来,随着科技的快速发展,稀有稀土元素的用途更加广泛,并成为战略性矿产资源(贺金良,2004)。近年来区内通过开展区域化探工作,圈定了交通社西北AS₂₈²⁸Sr(NbMoYZr)区域化探异常,在此基础上通过开展异常查证和找矿工作,发现

收稿日期:2020-12-20;修回日期:2021-06-02

基金项目:青海省地质勘查基金项目“柴达木盆地周缘1:5万水系沉积物样品二次开发利用—稀有稀土元素优选测试及成矿预测”(2016020050kc012)。

作者简介:赵娟(1969-),女,硕士,高级工程师,主要从事地球化学勘查工作。E-mail: 1097272239@qq.com。

了交通社西北山铌钽矿床,区域成矿地质条件优越。笔者旨在通过对俄博梁地区成矿地质背景、稀有稀土元素地球化学特征及找矿潜力进行分析,为区内稀有稀土矿产勘查提供依据。

1 地质背景

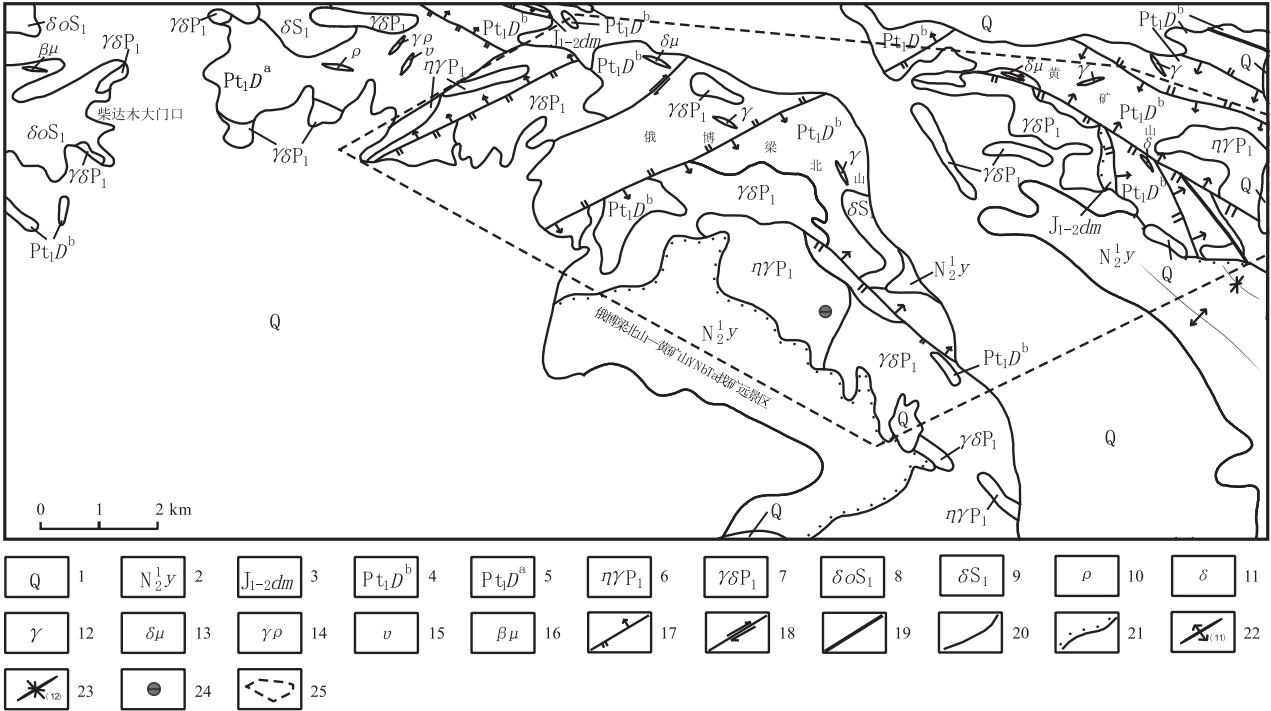
1.1 地层

俄博梁地区主体处于柴北缘地层区,出露地层由老到新依次为古元古代达肯大坂岩群、早一中侏罗世大煤沟组、上新世油砂山组及第四系(图 1)。古元古代达肯大坂岩群主要由一套遭受不同程度混合岩化的以黑云斜长片麻岩、云母石英片岩和角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩为主要岩性的云英质、长英质、角闪质等片岩和片麻岩组成,夹石英岩、变粒岩、大理岩等,是区内稀有稀土成矿的赋矿地层(马炳德等,2018),冷湖行委交通社西北山铌钽矿床产于该

群大理岩组。
1.2 构造
俄博梁地区处于阿尔金左行走滑构造带内,以断裂构造为主,少量发育褶皱构造。断裂构造走向上表现为近东西向、北西向和北东—北北东向,其中北东向断裂系统规模宏大,以高角度压性冲断层为主,并具多期活动性,对区内地层、侵入岩和矿产的形成与分布有控制作用。区内主要断裂为野马滩—白石头沟、阿克提山大沟—红水沟、俄博梁北山断裂等主干断裂,以及主干断裂所派生的次级断裂。区内已发现的交通社西北山铌钽矿床主要受北东东向和北西向断裂复合作用产生的近南北向断裂控制。褶皱构造除黄石山南北向斜发育在第三系上油砂山组中,其余均在下元古界达肯大坂群断层中。

1.3 岩浆岩

俄博梁地区处于柴北缘构造岩浆岩带内,区内侵入岩、岩脉均有发育。



1. 第四系;2. 上新统油砂山组;3. 早一中侏罗世大煤沟组;4. 古元古代达肯大坂岩群大理岩组;5. 古元古代达肯大坂岩群片麻岩组;6. 早二叠世二长花岗岩;7. 早二叠世花岗闪岩;8. 早志留世英云闪岩;9. 早志留世闪长岩;10. 伟晶岩脉;11. 闪长岩脉;12. 花岗岩脉;13. 闪长玢岩脉;14. 花岗伟晶岩脉;15. 辉长岩脉;16. 辉绿玢岩脉;17. 逆断层;18. 平移断层;19. 性质不明断层;20. 地质界线;21. 不整合界线;22. 背形构造;23. 向形构造;24. 交通社西北山铌钽矿床;25. 俄博梁北山-黄矿山找矿远景区

图 1 俄博梁地区地质简图(据习中军等,2016)

Fig. 1 Geological sketch of Eboliang area

区内侵入岩分属加里东期、华力西期 2 个岩浆旋回,以中酸性岩为主,岩体多呈北东向及北西向展布,与区域构造线基本一致。加里东期中酸性侵入岩体主要呈岩株及岩基状产出,侵入岩组合单位主要有:中奥陶世花岗闪长岩、早志留世闪长岩、石英闪长岩,岩体属于钙碱性系列,稀土元素总量不高,为板块碰撞前构造环境下的产物;华力西期酸性侵入岩体呈岩株及岩墙状产出,侵入岩组合单位主要有:早二叠世花岗闪长岩、二长花岗岩;岩石属次铝-过铝质钙碱性系列,稀土元素总量相对较高,为同碰撞期构造环境下的产物。

区内岩脉类型繁多,以中酸性岩脉为主,主要有闪长岩脉、花岗岩脉、花岗伟晶岩脉、伟晶岩脉、辉长岩脉和辉绿玢岩脉。柴达木大门口轻稀土矿化点与伟晶岩脉有关。

2 稀有稀土元素地球化学特征

在“青海省俄博梁一打柴沟地区矿产远景调查”项目测试了 Au、Ag、As、Sb、Cu、Pb、Zn、Cr、Ni、W、Sn、Bi、Mo 13 元素的基础上,“柴达木盆地周缘 1:5 万水系沉积物样品二次开发利用—稀有稀土元素优选测试及成矿预测”项目组抽取其 1:5 万水系沉积物样品副样进行了 La、Y、Li、Nb 稀有稀土元素优选测试。

2.1 丰度特征

稀有稀土元素丰度特征以研究区水系沉积物中平均含量与全省水系沉积物平均含量(资料来源于青海省矿产资源潜力评价项目)比值(K_1)进行讨论,根据 K_1 值的大小将元素分布类型划分为贫乏型或亏损型($K_1 < 0.5$)、低背景型($0.8 > K_1 > 0.5$)、背景型($1.2 > K_1 > 0.8$)和富集型($K_1 > 1.2$)。与全省相比,研究区稀有稀土元素分布特征如下:Li($K_1 = 0.48$)呈亏损性分布,La($K_1 = 0.72$)呈低背景分布,Y($K_1 = 0.9$)、Nb($K_1 = 1.06$)呈背景分布。

2.2 离散特征

稀有稀土元素离散特征以变异系数 CV_1 来衡量,划分为很大起伏型($CV_1 > 1$)、较大起伏型($0.5 < CV_1 < 1$)、中等起伏型($0.2 < CV_1 < 0.5$)和均匀分布型($CV_1 < 0.2$)。研究区稀有稀土元素离散特征如下:La($CV_1 = 0.31$)、Y($CV_1 = 0.43$)、Li

($CV_1 = 0.28$)、Nb($CV_1 = 0.42$)均为中等起伏型。

2.3 元素组合特征

为探讨元素之间组合关系,揭示区内经历的主要地质作用,了解主要地质环境中元素聚合趋势和成因联系,对研究区 1 986 件水系沉积物样品的原 1:5 万水系沉积物测量测试元素数据和测试的稀有稀土元素数据合并的原始数据进行 R 型聚类分析。由图 2 看出,在 $\gamma = 0.04$ 的相关水平上,17 元素分为 2 个大族。第 I 族比较庞大,在 $\gamma = 0.26$ 的相关水平上进一步划分为 2 个亚族, I 1 亚族为 Ag、As、Sb、Mo、W、Au、Bi、Li、Pb 元素组合,反映 Li 元素富集与酸性岩及热液活动元素有关; I 2 亚族为 Cr、Cu、Ni、Zn、La 元素组合,反映 La 元素富集与基性火山岩有关;第 II 族为 Nb、Y 和 Sn 元素组合,反映 Nb、Y 元素富集主要与酸性岩密切相关。

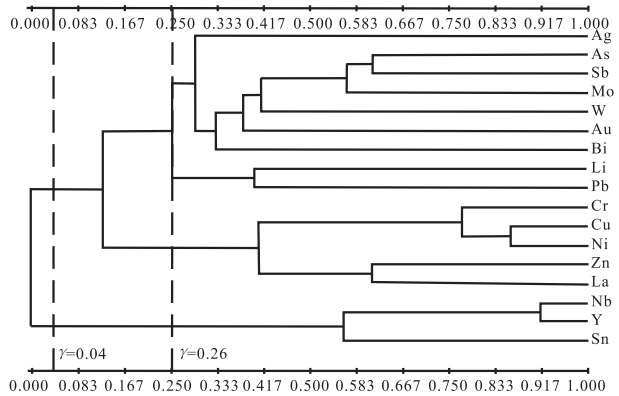


图 2 俄博梁地区聚类谱系图
Fig. 2 Hierarchical diagram of Eboliang area

2.4 典型矿床特征

2.4.1 区域化探综合异常

2010~2012 年,青海省第五地质矿产勘查院通过开展“青海芒崖镇一丁十字路口地区 1:25 万区域化探”项目,圈定交通社西北 AS_{H}^{20} Sr(NbMoYZr)综合异常 1 处。该异常元素组合较为简单,主元素为 Sr,特征组合元素有 Nb、Mo、Y、Zr。Sr、Nb、Y、Zr 异常相互套合,呈不规则椭圆状北北西向展布。Nb 峰值为 17.7×10^{-6} ,均值为 12.8×10^{-6} (表 1、图 3)。

2.4.2 1:5 万水系沉积物稀有稀土组合异常

根据“柴达木盆地周缘 1:5 万水系沉积物样品二次开发利用—稀有稀土元素优选测试及成矿预测”项目,在矿区圈定交通社西 ZH_{H}^{20} LaNbY 组合异常 1 处。该异常主元素为 La,伴生元素 Nb、Y。主元

表 1 交通社西北 $AS_{\text{南}}^{28} \text{Sr}(\text{NbMoYZr})$ 综合异常特征参数表

Tab. 1 $AS_{\text{南}}^{28} \text{Sr}(\text{NbMoYZr})$ comprehensive anomaly characteristic parameters table of Northwest Jiaotongshe

元素	总计数(个)	异常下限(10^{-6})	最大值(10^{-6})	平均值(10^{-6})	面积(km^2)	衬度	异常规模
Sr	10	500	783	609.7	52.6	1.22	64.17
Nb	8	11	17.7	12.8	20.77	1.16	24.09
Mo	3	0.9	1.0	0.97	15.2	1.08	16.42
Y	2	17	19.1	18.8	11	1.11	12.21
Zr	1	130	146	146	2.78	1.12	3.11

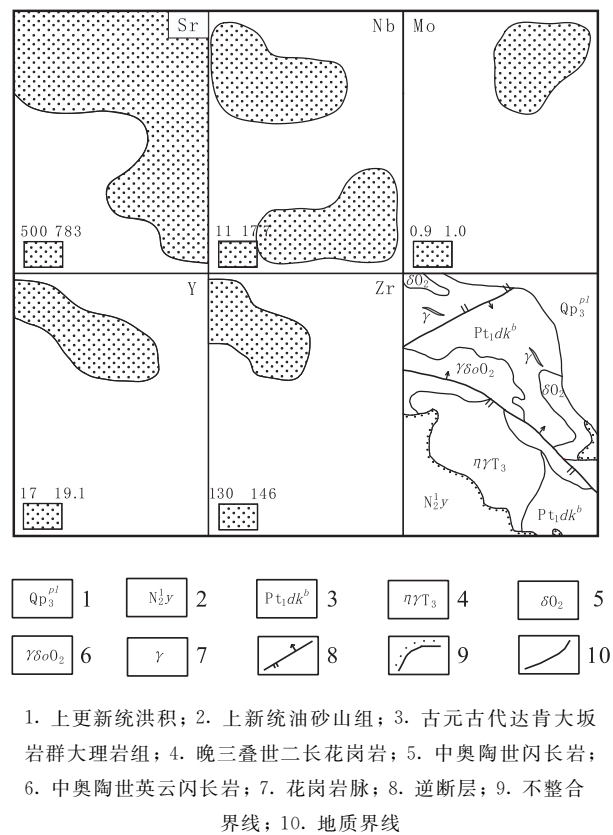


图 3 交通社西北 $AS_{\text{南}}^{28} \text{Sr}(\text{NbMoYZr})$ 综合异常剖析图(据乔建峰等,2017)

Fig. 3 $AS_{\text{南}}^{28} \text{Sr}(\text{NbMoYZr})$ comprehensive anomaly resolution map of Northwest Jiaotongshe

素 La 具有三级浓度分带,La 峰值为 42.90×10^{-6} , Nb 峰值为 37.9×10^{-6} ,异常呈不规则状近东西向展布;各元素套合紧密,异常面积较大,该异常具有 2 个明显的浓集中心,异常西部浓集中心落位于早二叠世二长花岗岩,异常东部浓集中心落位于古元古界达肯达坂岩群大理岩组(图 4、表 2)。

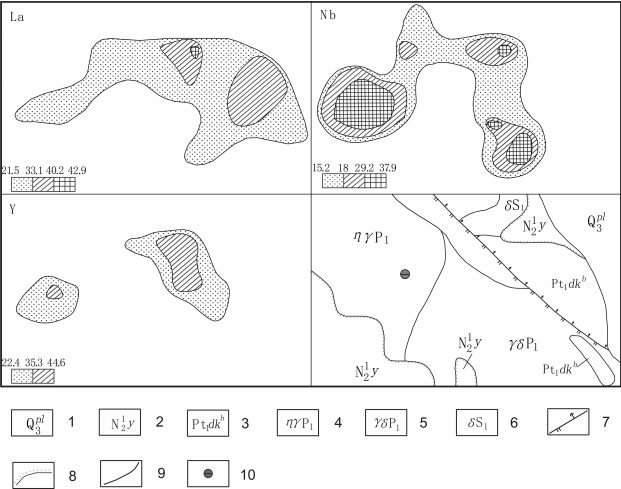


图 4 交通社西 $ZH_{\text{南}}^{20} \text{LaNbY}$ 组合异常剖析图(据赵娟等,2020)

Fig. 4 $ZH_{\text{南}}^{20} \text{LaNbY}$ anomaly resolution map of West Jiaotongshe

表 2 交通社西 $ZH_{\text{南}}^{20} \text{LaNbY}$ 组合异常特征参数表

Tab. 2 $ZH_{\text{南}}^{20} \text{LaNbY}$ anomaly characteristic parameters table of West Jiaotongshe

元素	异常点数 (个)	异常下限 (10^{-6})	峰值 (10^{-6})	1/4 浓幅 分位值(10^{-6})	平均值 (10^{-6})	异常面积 (km^2)	衬度	异常规模	浓度分带
La	39	21.5	42.9	78.6	33.17	8.72	1.54	43.67	外中内
Nb	29	15.2	37.9	34.6	23.30	8.21	1.53	40.84	外中内
Y	16	22.4	44.6	50.7	31.25	3.42	1.40	15.49	外中

2.4.3 矿床地质特征

2015~2018 年,青海省第五地质矿产勘查院通过开展“青海省冷湖行委交通社西北山铌钽矿预查”项目发现冷湖行委交通社西北山铌钽矿床。矿区划分了 4 条矿带,在矿带中累计圈出 16 条矿体。其中,Ⅲ号矿带中大多是铌钽矿体,少数为晶质石墨矿体,矿体呈脉状,长为 1 420~2 640 m,厚为 6.25~13.65 m,稀有矿(Nb_2O_5 、 Ta_2O_5)品位为 $0.016 \times 10^{-2} \sim 0.043 \times 10^{-2}$,轻稀土矿(Ce_2O_3)品位为 $0.08 \times 10^{-2} \sim 0.12 \times 10^{-2}$;严格受断裂构造控制,主体呈北—南走向,倾向西。矿体多赋存于碱长花岗岩附近,碱长花岗岩与成矿关系密切(乔建峰,2018,2019),不仅是重要的赋矿岩体,而且为成矿提供物质、能量、流体等多种条件。矿体围岩主要为金水口岩群花岗片麻岩,赋矿围岩主要为二云母片岩,其次为硅化大理岩。矿石矿物主要为铌铁矿,含量一般为 0.015%~0.043%,局部含少量黄铁矿、褐铁矿、磁铁矿、磷灰石、榍石;脉石矿物主要为角闪石、石英、斜长石、黑云母。矿区内围岩蚀变以矽卡岩化为主,其次为硅化、碳酸盐化和绢云母化(潘鑫,2019)。经资源量估算,铌资源量 4 292 t,伴生钽资源量 200 t。交通社西北山铌钽矿床成因类型为碱长花岗岩型。

3 找矿潜力分析

“柴达木盆地周缘 1:5 万水系沉积物样品二次开发利用—稀有稀土元素优选测试及成矿预测”项目组通过数据处理和图件编制,可知研究区内圈定稀有稀土组合异常为 13 处,为圈定成矿有利地段和找矿远景提供了依据(陆顺富等,2014)。在综合分析研究区成矿地质条件、1:5 万水系沉积物测量稀有稀土组合异常、原项目综合异常、重砂异常、1:5 万高精度磁法资料、典型稀有稀土矿床成矿类型及成矿规律的基础上,划分找矿远景区 1 处。

俄博梁北山—黄矿山找矿远景区:主要出露古元古代达肯大坂岩群及上新世油砂山组,黄矿山南出露小面积早—中侏罗世大煤沟组。岩浆活动较为频繁,出露岩浆岩主要有早二叠世花岗闪长岩和二长花岗岩,俄博梁北山南出露小面积志留纪闪长岩;岩脉较为发育,主要为花岗岩脉。区内发育北东、北西向 2 组断裂构造。远景区内圈定交通社西北 AS_南²⁸

Sr(NbMoYZr)1:25 万区域化探异常 1 处;圈定大俄沟西 $\text{ZH}_{\text{Z}_2}^{11}$ LiNbLaY、大俄沟 $\text{ZH}_{\text{Z}_3}^{12}$ YLiNbLa、大柴沟西山 $\text{ZH}_{\text{Z}_3}^{14}$ YNbLa、大俄沟俄博梁北山西 $\text{ZH}_{\text{Z}_3}^{19}$ YNbLa、交通社西 $\text{ZH}_{\text{南}1}^{20}$ LaNbY 等以 Y、Nb、La、Li 为主元素的稀有稀土组合异常 9 处;圈定 $\text{HS}_{\text{Z}_2}^{22}$ AgAsAuMoNiPbSbWZn、 $\text{HS}_{\text{Z}_3}^{23}$ AgAsAuCrMoNiSb 等以 Ag、As 为主元素的 1:5 万水系沉积物综合异常 4 处;圈定 1:5 万高精度磁异常 7 处,分别为 M5、M6、M7、M8、M9、M10、M11。通过矿产勘查工作,已发现交通社西北山铌钽矿床 1 处。推测该远景区稀有稀土组合异常与古元古代达肯大坂岩群地层、志留纪闪长岩、早二叠世花岗闪长岩和二长花岗岩有关,具有形成花岗岩型 Nb、Ta、Y 稀有稀土矿的潜力。

4 结论

(1)俄博梁地区稀有稀土元素成矿与加里东—华力西期花岗岩和古元古代达肯大坂岩群有关,稀有稀土组合异常受断裂构造控制。

(2)俄博梁地区 Li 呈亏损性分布,La 呈低背景分布,Y、Nb 呈背景分布;La、Y、Li、Nb 均为中等起伏型。

(3)化探异常是找矿的重要标志,是确定找矿靶区的主要依据;1:5 万水系沉积物异常中稀有稀土元素峰值大于 1/4 浓幅分位时,有发现稀有稀土矿床的可能。

(4)俄博梁地区具有形成花岗岩型 Nb、Ta、Y 稀有稀土矿的潜力。

参考文献(References):

- 蔡肖,宋扬,王登红,等. 国外重要铌钽矿床分布规律及成矿地质特征[J]. 矿物学报,2013,33(S2):193-194.
- CAI Xiao, SONG Yang, WANG Denghong, et al. Distribution Regularity and Geological Characteristics of Main Tantalum-niobium Ores Abroad[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2013, 33(S2):193-194.
- 贺金良. 四川攀西地区铌钽矿床成矿地质条件及找矿前景[J]. 四川地质学报, 2004, 24(4):206-211.
- HE Jinliang. Ore-forming Geological Conditions and Prospecting Potential for Nb - Ta Mineral Deposits in Panzhihua - Xichang Region, Sichuan[J]. Acta Geologica Sichuan, 2004, 24(4):206-211.

- 金谋顺,高永宝,李侃,等.伟晶岩型稀有金属矿的遥感找矿方法——以西昆仑大红柳滩地区为例[J].西北地质,2019,52(4):222-231.
- JIN Moushun,GAO Yongbao,LI Kan,et al. Remote Sensing Prospecting Method for Pegmatite Type Rare Metal Deposit——Taking Dahongliutan Area in Western Kunlun for Example[J]. Northwestern Geology, 2019, 52(4): 222-231.
- 陆顺富,曾键年,李锦伟,等.铜陵-池州地区水系沉积物测量地球化学特征及找矿方向[J].物探与化探,2014,38(2):227-232.
- LU Shunfu,ZENG Jiannian,LI Jinwei,et al. Geochemical-characteristics and ore-search targeting in Tongling - Chizhou area of Anhui Province based on stream-sediment survey[J]. Geophysical and Geochemical Exploration,2014,38(2):227-232.
- 马炳德,王英英,潘鑫.青海省牛鼻子梁-盐湖北山地区铜镍稀有稀土矿成矿规律及找矿远景[J].世界有色金属,2018,(08):143-145.
- MA Bingde,WANG Yingying, PAN Xin. Metallogenic regularity and prospecting potential of Cu Ni rare and rare earth ore in Beishan beam and Beishan area, Qinghai Province[J]. World Nonferrous Metal,2018,(08):143-145.
- 潘鑫,乔建峰,杨占凤,等.青海交通社铌钽矿床地质特征及控矿规律[J].矿产勘查,2019,10(08):1792-1800.
- PAN Xin,QIAO Jianfeng,YANG Zhanfeng,et al. Geological characteristics and ore-controlling regularity of Jiaotongshe niobium-tantalum deposit, Qinghai[J]. Mineral Exploration,2019,10(08):1792-1800.
- 乔建峰,柯坤家,李艳军,等.青海交通社矿区碱长花岗岩锆石U-Pb年龄、岩石地球化学特征及成因探讨[J].矿产勘查,2019,10(03):435-444.
- QIAO Jianfeng,KE Kunjia,LI Yanjun,et al. LA-ICP-MS zircon U-Pb age and petrogeochemical characteristics of jiaotongshe area of Qinghai Province and its genesis[J]. Mineral Exploration,2019,10(03):435-444.
- 乔建峰.青海省交通社铌、钽矿矿床地质地球化学特征及成因探讨[D].长春:吉林大学,2018.
- QIAO Jianfeng. Geological and Geochemical Characteristics and Genesis of Jiaotongshe Niobium and Tantalum deposits in Qinghai Province[D]. Changchun: Jilin University,2018.
- 秦震.攀西地区碱性岩类稀有、稀土矿成矿条件及找矿前景[J].四川地质学报,1995,15(2):102-112.
- QIN Zhen. Metallognetic conditions and prospecting perspective for ore deposits of rare metals and REE associated with alkali series in Panzhihua - Xichang region[J]. Acta Geologica Sichuan,1995,15(2):102-112.
- 王盘喜,包民伟.我国钽铌等稀有金属矿概况及找矿启示[J].金属矿山,2015,(06):92-97.
- WANG Panxi, BAO Minwei. General Situation and Prospecting Revelation of Tantalum - Niobium Rare Metal Deposits in China[J]. Metal Mine, 2015,(06):92-97.
- 徐新文.青海省铌钽矿类型、特征及找矿方向[J].西部探矿工程,2009,3:144-149.
- XU Xinwen. Geological Type, Characteristics and Prospecting Direction of the Tantalum-niobium Ores in Qinghai Province [J]. West-china Exploration Engineering, 2009,3:144-149.
- 赵来社,杨复顶,张勇.通化大川地区稀有稀土矿找矿方向研究[J].吉林地质,2015,34(02):71-75.
- ZHAO Laishu,YANG Fuding,ZHANG Yong. Study on the prospective direction of rare metal and rare-earth mine in the Dachuan area of Tonghua City[J]. Jilin Geology, 2015,34(02):71-75.
- 习中军,李国强,尼玛次仁,等.青海省俄博梁一打柴沟地区矿产远景调查报告[R].拉萨:西藏自治区地质矿产勘查开发局第五地质大队,2016.
- 乔建峰,张灵松,潘鑫,等.青海省冷湖行委交通社西北山铌、钽矿预查2016年工作总结及2017年工作安排[R].西宁:青海省第五地质矿产勘查研究院,2017.
- 赵娟,李德彪,柴云,等.柴达木盆地周缘1:5万水系沉积物样品二次开发利用—稀有稀土元素优选测试及成矿预测[R].西宁:青海省地质调查局,2019.