

青藏高原那日尼亚地区新近纪查保玛组 火山岩岩石地球化学特征

湛守智¹, 宋忠宝², 陈海福³, 李连松¹, 贾宗勇¹

(1. 青海省第五地质矿产勘查院, 青海 西宁 810012; 2. 西安地质调查中心, 陕西 西安 710054;
3. 青海省地质矿产开发局, 青海 西宁 810010)

摘要: 那日尼亚地区铅锌矿主要位于新近纪火山岩中, 成矿的层控型明显, 查保玛组火山岩是最主要的含矿层位之一。对地球化学特征研究表明, 该组火山岩为一套钙碱性-碱性系列的中酸性岩石组合, 以富碱高钾含量为特征。稀土配分模式高度分异, 轻重稀土元素分馏明显。 δEu 为 0.73~0.97, 无明显负 Eu 异常。微量元素的配分模式近似一致, 相对于原始地幔, 富集大离子亲石元素 (K、Ba、Rb、Sr) 和 Th、U 等活泼的不相容元素, 而 Zr、Ti、Ta、P 等高场强元素则相对亏损。Rb/Sr 为 0.07~0.27, Rb/Sr 值为 0.07~0.27, 显示壳幔混合特点。岩石可能源于 EM II 型富集地幔含金云母的地幔橄榄岩的部分熔融, 经过分离结晶的岩浆房富钾岩浆沿构造薄弱部位上侵, 与地壳物质发生混合形成混合岩浆, 在地壳浅部就位。微量元素中具有高的铅锌背景值, 为成矿提供主要物质来源。在 R1-R2 构造判别图解上, 样品主要落入碰撞后伸展和后碰撞环境。结合区域构造背景分析, 该套火山岩形成于陆内伸展构造背景。

关键词: 查保玛组火山岩; 地球化学; 那日尼亚; 青藏高原

中图分类号: P595 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-6248(2013)01-0103-07

Volcanic Rock Geochemistry of Neogene Check Baoma Formation in Nariniya Area, Qinghai-Tibetan Plateau

ZHAN Shou-zhi¹, SONG Zhong-bao², CHEN Hai-fu³, LI Lian-song¹, JIA Zong-yong¹

(1. *The Fifth of Geology and Mineral Resources Exploration Institute in Qinghai Province, Xining 810012, China*; 2. *Xi'an Center of Geological Survey CGS, Xi'an 710054, China*; 3. *Qinghai Bureau of Geology and Mineral Resources, Xining 810012, China*)

Abstract: Nariniya Pb-Zn deposits is located mainly in the Neogene volcanic rock, with obvious metallogenic layer control type. Zhabaoma group volcanic rock is one of the main ore-bearing horizons. The geochemical characteristics of the Nariniya group volcanic rocks were researched in this work. The result shows that the volcanic rock is a set of calcium alkaline-alkaline series of acidic rock assemblages with a rich alkali high potassium content. Rare earth distribution pattern is different, the light and heavy rare earth element distilled obviously. δEu is between 0.73 and 0.97, and there is no obvious negative europium anomaly. Trace element distribution mode is approximately consistent, for the original mantle, big ion lithophile elements (K, Ba, Rb, Sr) and Th, U etc lively incompatible elements are enriched and Zr, Ti, Ta, P high field strength elements are relatively less. Rb/Sr is 0.07-0.27, Rb/Sr ratio is 0.07-0.27, which shows the crust-mantle mixing characteristics. The rock may be from EM II type enrichment mantle gold

收稿日期: 2012-06-25; 修回日期: 2012-11-08

基金项目: 地质大调查“青海省岩浆岩的时空分布与成矿作用研究”项目(科〔2011〕02-46-02)

作者简介: 湛守智(1973-), 男, 工程师, 主要从事矿产勘查研究。E-mail: 563798794@qq.com

bearing mica mantle peridotite of partial melting, crystallization after the separation of the magma chamber rich potassium magma along the tectonic weak part in invasion, and crustal material produce mixed form mixed magma in the earth's crust shallow in place. Trace elements have high lead and zinc background value, for providing main ore-forming material sources. In the R1, R2 structure discrimination diagrams, sample mainly fall into the impact after the stretch and after collision environment. In the R1, R2 structure discrimination diagrams, sample mainly fall into the impact after the stretch and after collision environment grams, sample mainly fall into the impact after the stretch and after collision environment.

Key words: Zhabaoma group volcanic rocks; geochemical; Nariniya; Qinghai-Tibet plateau

1 前言

青海省位于我国西部腹地,地处青藏高原东北部,地跨古亚洲和特提斯-喜马拉雅两大成矿域,分布有祁连山、柴北缘、东昆仑和西南三江北段等重要成矿带,西南三江北段是青海省重要的铅锌矿和斑岩型铜钼矿成矿带(宋忠宝等,2009)。有关斑岩型铜钼矿的成矿已有报道(郭贵恩等,2010;杨志明等,2008;王召林等,2008;宋忠宝等,2011;2012),不同学者对有关斑岩及矿床进行了较为深入的岩石学、岩石化学和同位素年代学研究,获得了一些重要的研究成果(陈建平等,2008;白云等,2007;宋忠宝等,2011;2012);那日尼亚位于雁石坪燕山期铁、铅、锌、铜、煤、水晶成矿带北缘,是“三江”成矿带的北延部分,是青海重要的有色金属成矿区。具有良好的找矿前景,但地质工作程度相对较低。近年来,青海第五地质勘查院在该区发现了纳保扎陇、那日尼亚萨保、欧乌铅锌矿。随着青藏铁路的贯通,该区的矿产资源开发条件逐渐成熟。而随着那日尼亚萨保、欧乌铅矿等矿床(点)工作程度的提高,对该区的矿产普查工作也起到了积极的推动作用,特别是在新近纪火山岩中的铅锌矿的发现。因此,对其火山岩研究也就日显重要。笔者仅对那日尼亚新近纪火山岩中的铅锌矿进行研究。

2 区域地质背景

那日尼亚大地构造位置位于沱沱河-觉悟果断裂以南、温泉断裂以北,该区分属西金乌兰湖-金沙江地层区,出露地层为古近纪-新近纪沱沱河组、查保玛组,其中查保玛组尤其发育。

本区经历了活动大陆边缘造山及陆内造山活

动,区域上地层遭受了广泛的褶皱。最古老的褶皱构造见于早二叠世火山岛弧带及羌塘地块古陆缘造山带,由完整或不完整的复式褶皱组成,断裂构造以北西-南东及近东西向的逆冲断层为主体,规模大者往往组成造山带及湖盆的边界,并具明显的控岩控矿作用。其次为北北东或北北西向断层,该方向的断层规模大小不一。

岩浆活动比较强烈,规模较大,以喷出岩粗面岩类为主。

断裂以北西向或北北西向为主,次为北东向,其二者交汇处是成矿有利部位。

区内1:20万布格重力异常等值线图看出,测区地处一东部稀疏、西部致密的重力等值线梯级带,由东至西布格重力值逐渐减小,反映出东西向地质体存在密度的差异。

区内1:50万航磁异常表现为南正北负的航磁异常:北部一带分布有负磁异常,该异常西面未封闭,面积不大、梯度较缓,异常幅值约-35 nT,异常总体走向近东西向;南部有60余nT的正磁异常分布,该异常西面未封闭,面积、梯度较大、最大幅值约52 nT,异常总体走向近东西向。异常区发育有北西向断裂及规模不等的基性-酸性岩浆岩侵入体,并分布有二叠纪、晚三叠世及喜山期火山岩。因此,航磁异常总体反映了本区区域性构造、岩浆活动的存在,也间接指明测区具备岩浆、热液活动等作用下多金属成矿的可能。

区内1:5万高精度磁测,在火山岩区具规模大,强度大,反映出火山岩区的磁场特征,地面磁异常检查结果,异常多与火山岩或侵入体及多金属矿化相关,表明航磁异常与区域成矿环境有一定的联系。

那日尼亚地区属铅、锌、银多金属I级找矿远景区,区域水系异常以Zn、Pb、Ag为主元素,特

征组合为 Zn、Pb、Cd、As，伴有 Mn、Hg、La、Sr、U、Be 等元素的低缓异常，Zn、Pb、Cd 异常浓集中心完全吻合。特征组合中各元素异常套合紧密，呈近东西向带状展布，与主体构造线展布一致。

目前，发现的那日尼亚萨保、欧乌铅锌（银）矿等矿床（点）主要位于中新近纪查保玛组火山岩内，矿床受蚀变破碎带控制，但层控型十分明显。该地层中 Zn、Pb、Ag 明显偏高，与矿床（点）中主要成矿元素一致，表明该火山岩地层是区内矿床的主要矿源层。那日尼亚的萨保山峰一带查保玛组火山岩以碱性火山岩为主的岩层中发育的网脉状铅锌银矿化，蚀变主要为高岭土化、钾化、绢云母化和硅化。蚀变矿化受北西向断裂构造控制，但沿断裂走向追索和探槽揭露，蚀变矿化明显减弱，同时蚀变矿化表现为面型分布，吉林大学的研究者^①认为该矿化蚀变特征为斑岩型铅锌银矿床浅部的特征。独立的斑岩型铅锌银矿在全球范围内分布很少，需要进一步的工程揭露和室内研究工作。区内存在浅成低温热液型-斑岩型铅锌银矿床的成矿和找矿（形成时代新，保存条件优越）潜力。

3 查保玛组火山岩岩相学特征

查保玛组火山岩主要围绕萨保广泛分布，火山岩多呈帽状、桌状、城墙状的平顶山、方桌山、长条山等熔岩台地地貌。其山基由斑状熔岩和细粒熔岩构成，地势较缓，风化较强，有少量的草皮。山体上部由黑色气孔状熔岩组成，地势非常陡，山顶极为平坦，巨大的熔岩碎块杂乱堆积。由于山体隆升、风化剥蚀作用，大小不一的黑色气孔状熔岩碎块从山顶滑塌、滑落、滚落，遍布山坡，并在山角形成冲积扇。

岩石主要以粗面质火山岩、粗面安山质火山岩、安山质火山岩为主，其次有英安质和流纹质火山岩。石英含量变化较大，一般为 5%~30%，主要为 5%~10%，以富钾矿物（钾长石、黑云母）为特征。岩相上，爆发相和喷溢相交替出现，早期

以爆发相为主，晚期主要为喷溢相。

4 查保玛组火山岩岩石地球化学特征

4.1 主量元素

查保玛组火山岩的岩石化学特征（表 1）。SiO₂ 含量为 61.44%~74.88%，平均为 64.84%，从酸性岩到中性岩均发育，以中性岩为主。在 Na₂O+K₂O-SiO₂ 图解上（图 1），样点分别落入粗面岩、粗面安山岩、安山岩、英安岩和流纹岩区。在 Na₂O+K₂O-MgO-FeO_t 图解（图 2）中，数据点均落入钙碱性区域。岩石 Na₂O+K₂O 介于 4.11%~9.86%，总体含碱高。Na₂O/K₂O 值绝大多数为 0.31~0.84，只有含霓辉石流纹岩中 Na₂O/K₂O 值为 6.21，岩石中总体 Na₂O<K₂O，具有高钾特征。在硅-碱图上（图 3），3 个样点落于碱性岩区，其他落于亚碱性岩区。里特曼指数 σ<1.8 的 1 个样，岩性为含霓辉石流纹岩；介于 1.8~3.3 的 1 个样，岩性为粗面英安岩；其他样品的里特曼指数 σ 介于 3.3~9；总之岩石中碱性和钙碱性岩系均发育，但以含碱量特别是 K 含量高为特征。在 ACNK-ANK 图解（图 4）上，样品点主要落入准铝质区域，个别落入过铝质区域。

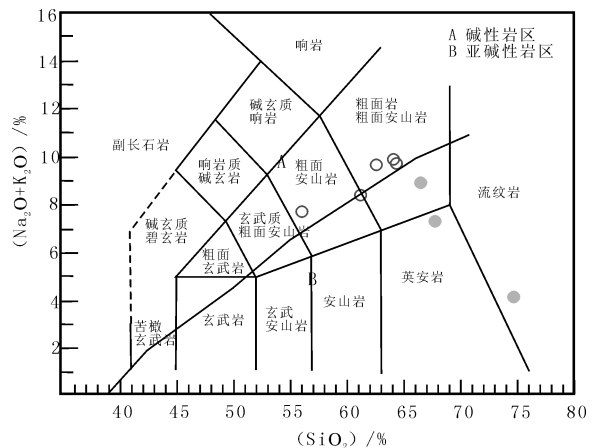


图 1 Na₂O+K₂O-SiO₂ 图解

Fig. 1 Na₂O + K₂O - SiO₂ diagram

① 吉林大学·青海柴达木周缘找矿问题研究（阶段性成果报告）. 2010~2012.

表 1 查保玛组火山岩类型及岩石化学特征表
Tab. 1 Chabaoma formation volcanic rock types and rock chemical characteristics

| 序号 | 样品编号 | 岩性 | 氧化物含量 $\omega(B)/10^{-2}$ | | | | | | | | | | | | | | 特征值 | | |
|----|---------|----------|---------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|----------|----------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MnO | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | H ₂ O ⁺ | LOS | Σ | σ | Na ₂ O+K ₂ O | Na ₂ O/K ₂ O |
| 1 | PM11GS2 | 碱长粗面岩 | 62.82 | 0.57 | 13.57 | 1.83 | 2.15 | 0.06 | 3.37 | 1.22 | 3.41 | 6.25 | 0.47 | 3.36 | 99.08 | 4.71 | 9.66 | 0.55 | |
| 2 | PM12GS3 | 含石榴子石粗面岩 | 67.93 | 0.48 | 12.84 | 3.67 | 1.2 | 0.11 | 2.07 | 1.42 | 3.23 | 4.06 | 0.36 | 1.96 | 99.33 | 2.13 | 7.29 | 0.80 | |
| 3 | PM16GS1 | 火山角砾岩 | 56.28 | 0.4 | 12.37 | 2.01 | 1.03 | 0.17 | 9.65 | 0.64 | 2.95 | 4.75 | 0.27 | 8.89 | 99.41 | 4.46 | 7.7 | 0.62 | |
| 4 | PM16GS2 | 粗面岩 | 66.65 | 0.44 | 15.03 | 2.22 | 1.08 | 0.03 | 2.13 | 0.73 | 3.56 | 5.34 | 0.27 | 1.85 | 99.33 | 3.34 | 8.9 | 0.66 | |
| 5 | PM17GS2 | 含霓辉石粗面岩 | 74.88 | 0.49 | 11.72 | 1.24 | 2.88 | 0.02 | 0.45 | 1.59 | 3.54 | 0.57 | 0.09 | 2.16 | 99.63 | 0.52 | 4.11 | 6.21 | |
| 6 | PM18GS2 | 粗面岩 | 61.44 | 0.45 | 14.08 | 1.46 | 2.06 | 0.10 | 5.18 | 2.16 | 3.84 | 4.56 | 0.33 | 3.62 | 99.28 | 3.83 | 8.4 | 0.84 | |
| 7 | PM9GS1 | 粗面岩 | 64.48 | 0.69 | 13.18 | 2.34 | 1.1 | 0.04 | 2.59 | 3.07 | 2.69 | 6.99 | 0.54 | 1.16 | 0.69 | 99.56 | 4.36 | 9.68 | 0.38 |
| 8 | PM10GS1 | 粗面岩 | 64.24 | 0.70 | 13.25 | 2.38 | 1.1 | 0.04 | 2.51 | 2.99 | 2.33 | 7.53 | 0.54 | 1.12 | 0.8 | 99.53 | 4.58 | 9.86 | 0.31 |

表 2 查保玛组火山岩稀土元素特征表
Tab. 2 Volcanic REE elements characteristics of Chabaoma formation

| 序号 | 样品编号 | 岩性 | 氧化物含量 $\omega(B)/10^{-2}$ | | | | | | | | | | | | | | 特征值 | | | | | |
|----|---------|----------|---------------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------------|-------------|------|-------|------------|
| | | | La | Ce | Pr | Nd | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Y | Σ REE | δ Eu | LREE | HRREE | LREE/HRREE |
| 1 | PM11XT2 | 碱长粗面岩 | 69.2 | 130 | 16.5 | 59.2 | 9.49 | 2.7 | 7.01 | 0.79 | 3.42 | 0.57 | 1.54 | 0.23 | 1.5 | 0.2 | 16.3 | 318.65 | 0.24 | 287 | 32 | 8.9 |
| 2 | PM12XT3 | 含石榴子石粗面岩 | 70.3 | 134 | 16.4 | 58.1 | 8.78 | 2.39 | 6.47 | 0.72 | 3.04 | 0.5 | 1.36 | 0.21 | 1.35 | 0.2 | 13.8 | 317.62 | 0.23 | 289 | 28 | 10.3 |
| 3 | PM16XT1 | 火山角砾岩 | 71 | 114 | 14.6 | 50.3 | 7.54 | 1.91 | 5.83 | 0.65 | 2.90 | 0.51 | 1.41 | 0.22 | 1.47 | 0.21 | 14.7 | 287.25 | 0.21 | 259 | 28 | 9.3 |
| 4 | PM16XT2 | 粗面岩 | 63.3 | 115 | 14.2 | 49.2 | 7.47 | 2.17 | 5.60 | 0.60 | 2.42 | 0.40 | 1.07 | 0.16 | 1.02 | 0.14 | 11 | 273.75 | 0.25 | 251 | 22 | 11.4 |
| 5 | PM17XT2 | 含霓辉石粗面岩 | 23.2 | 44.9 | 5.56 | 19.8 | 3.43 | 0.76 | 2.79 | 0.38 | 2.06 | 0.42 | 1.22 | 0.22 | 1.49 | 0.22 | 10.5 | 116.95 | 0.19 | 97 | 19 | 5.1 |
| 6 | PM18XT2 | 粗面岩 | 68.2 | 125 | 15.8 | 55.7 | 8.71 | 2.28 | 6.70 | 0.79 | 3.52 | 0.61 | 1.69 | 0.28 | 1.76 | 0.25 | 18.1 | 309.39 | 0.22 | 275 | 34 | 8.1 |
| 7 | PM9XT1 | 粗面岩 | 62.6 | 116 | 13.62 | 49.37 | 8.25 | 2.03 | 5.56 | 0.72 | 3.17 | 0.63 | 1.52 | 0.24 | 1.34 | 0.21 | 15.21 | 281 | 0.22 | 251 | 29 | 8.7 |
| 8 | PM10XT1 | 粗面岩 | 58.8 | 106 | 13.00 | 46.57 | 7.43 | 1.94 | 5.47 | 0.68 | 3.06 | 0.61 | 1.46 | 0.22 | 1.33 | 0.21 | 14.63 | 261.3 | 0.22 | 233 | 28 | 8.3 |

表 3 查保玛组微量元素表
Tab. 3 Chabaoma formation trace elements characteristics

| 样品编号 | Cu | Pb | Zn | Cr | Ni | Co | Cs | W | Sr | Rb | Ba | Mo | Ta | Au | Zr | Hf | U | Th |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|
| PM11y2 | 21.6 | 137 | 119 | 70.7 | 52.8 | 9.08 | 4.6 | 4.7 | 1680 | 223 | 3590 | 3.3 | 1.0 | 1.5 | 356 | 9.7 | 7.2 | 34 |
| PM12y3 | 24.4 | 42.2 | 58.1 | 74.0 | 61.3 | 16.0 | 8.6 | 4.6 | 1480 | 104 | 2220 | 1.4 | 0.9 | 0.8 | 216 | 5.5 | 3.4 | 30 |
| PM16y1 | 14.8 | 849 | 137 | 48.6 | 33.0 | 7.61 | 23.8 | 7.5 | 1460 | 240 | 2370 | 1.7 | 0.8 | 3.74 | 251 | 6.8 | 6.5 | 30 |
| PM16y2 | 12.6 | 258 | 90.0 | 55.8 | 31.9 | 5.12 | 16.3 | 3.6 | 1330 | 184 | 2280 | 1.1 | 1.0 | 0.7 | 278 | 7.8 | 6.0 | 30 |
| PM17y2 | 16.2 | 114 | 45.9 | 45.9 | 21.9 | 8.12 | 1.62 | 1.5 | 88.6 | 23.6 | 70.4 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 195 | 5.3 | 1.5 | 8.0 |
| PM18y2 | 16.7 | 43.6 | 47.4 | 83.7 | 50.0 | 10.6 | 6.83 | 2.7 | 1600 | 110 | 2060 | 1.1 | 1.1 | 1.4 | 268 | 6.8 | 11.7 | 30 |

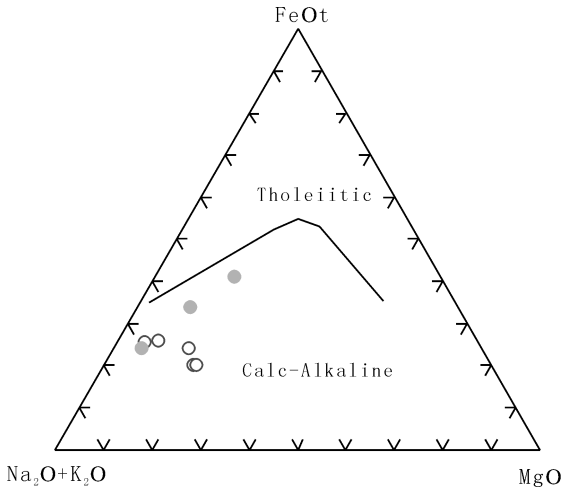


图 2 Na₂O+K₂O-MgO-FeOt 图解

Fig. 2 Na₂O + K₂O - MgO - FeOt diagram

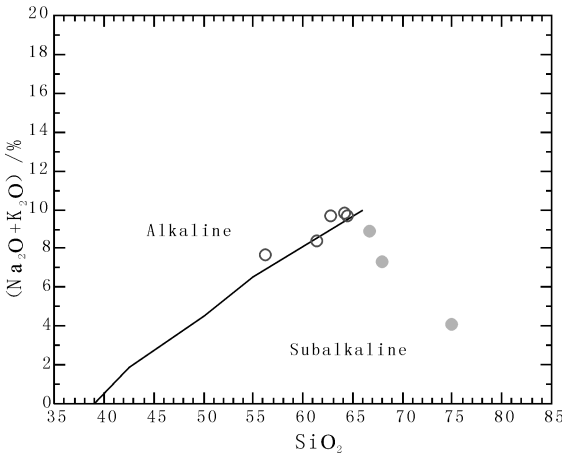


图 3 硅-碱图

Fig. 3 Silicon - base map

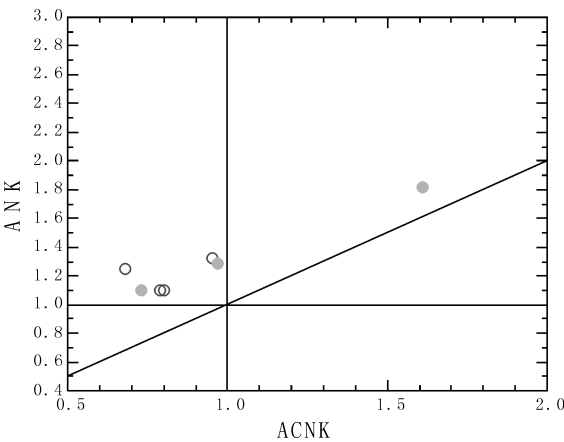


图 4 ACNK-ANK 图解

Fig. 4 ACNK - ANK diagram

4.2 微量元素

从表 2 中看, ΣREE 介于 318.65%~116.95%, 平均为 270.74, 岩石稀土总量较高。LREE 总量介于 97~289, 而 HREE 为 19~34, LREE/HREE 介于 5.1~11.4, 说明岩石中轻稀土具有明显的富集特征。 δEu 值介于 0.25~0.19, 说明岩石中 Eu 具有亏损。

稀土总量 $\Sigma\text{REE} = 116.95 \times 10^{-6} \sim 318.65 \times 10^{-6}$, 平均为 270.74×10^{-6} , 在稀土配分模式图上曲线近一致, 亦显示出同源岩浆演化的特点(图 5)。配分曲线为明显右倾, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 为 10.50~41.84, 稀土配分模式高度分异, LREE 强烈富集和 HREE 极度亏损 ($(\text{La}/\text{Yb})_N = 16.55 \sim 68.99$), 低的 HREE 含量 ($\text{Yb} \leq 1.76 \times 10^{-6}$, $\text{Y} \leq 18.1 \times 10^{-6}$), 轻重稀土元素分馏明显。 δEu 为 0.73~0.97, 平均为 0.89, 无明显 Eu 负异常, 部分样品有轻微正异常, 暗示石榴子石或石榴子石+角闪石可能是部分熔融的残留相, 局部可能有斜长石的分离结晶现象。 $\text{Sr} = 88.6 \times 10^{-6} \sim 1660 \times 10^{-6}$, 平均为 1269.8; $\text{Y} = 10.5 \times 10^{-6} \sim 18.1 \times 10^{-6}$, 平均为 14.28×10^{-6} ; $\text{Yb} = 1.02 \times 10^{-6} \sim 1.76 \times 10^{-6}$, 平均为 1.41×10^{-6} ; 显示高 Sr 低 Y、Yb 的特点。

岩石原始地幔标准化微量元素蛛网图显示(图 6), 微量元素的配分模式近似一致。相对于原始地

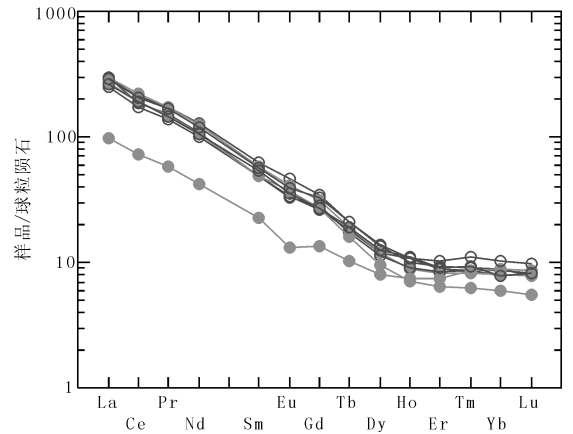


图 5 稀土配分模式图

Fig. 5 Rare earth partition ideograph

幔, 富集大离子亲石元素(K、Ba、Rb、Sr)和 Th、U 等活泼的不相容元素, 而 Zr、Ti、Ta、P 等高场强元素则相对亏损。Rb/Sr 为 0.07~0.27, 平均为 0.14。

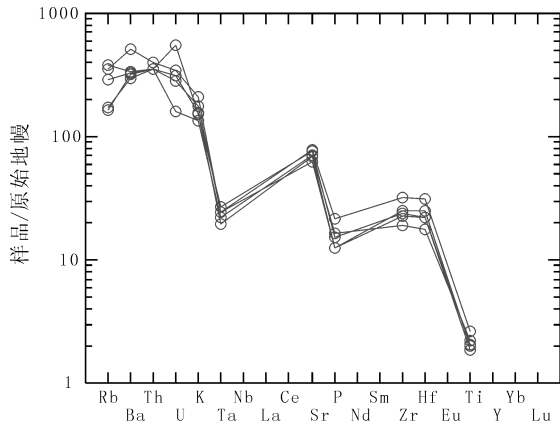


图6 微量元素蛛网图

Fig. 6 Trace elements spider diagram

主要的成矿微量元素中(表3), Pb为 $42.2 \times 10^{-6} \sim 849 \times 10^{-6}$, 平均为 223.7 ; Zn为 $47.4 \times 10^{-6} \sim 137 \times 10^{-6}$, 平均为 94.3×10^{-6} , 查保玛组火山岩具有明显高的Pb、Zn背景值, 特别是Pb。有利于富集形成该类矿产。

5 岩石成因及构造背景

5.1 岩石成因

Rb/Sr 值为 $0.07 \sim 0.27$, 介于上地幔 (0.034) 与地壳 (0.35) 之间 (Taylor and Mclennan), 显示岩石的壳幔混合特点。Ta、Nb 的亏损往往是混入陆壳物质的特征, Ti、P 的亏损可能受到钛铁矿、磷灰石分离结晶的影响。岩石的高 K 特征要求源区有含 K 相的存在。钾质(包括超钾质)岩石源于 EM II 型富集地幔含金云母的地幔橄榄岩的部分熔融, 因为高 K/Na 值可以满足高 K/Na 值熔体的形成 (王建, 2003)。以富 K 为特征的岩浆的形成到最后定位, 可能经历了的 2 个主要过程: 一是富钾的幔源岩浆上升至壳幔过渡带或下地壳聚集形成岩浆房; 二是经过分离结晶的岩浆房富钾岩浆沿构造薄弱部位上侵, 与地壳物质发生混合形成混合岩浆, 在地壳浅部就位, 此过程亦可能伴随着分离结晶。

5.2 构造背景

在 R1-R2 构造判别图解 (图 7) 上, 样品主要落入碰撞后伸展和后碰撞环境。大约为 $40 \sim 55$ Ma 印度板块与欧亚板块发生碰撞。因此, 新生代火山

作用的发生是在两大板块碰撞后的陆内构造演化阶段。新近系以来, 青藏高原隆升最快、升幅最大, 测区内的上升幅度更是达到 5000 km。为了调节大幅度隆升, 容易形成断陷盆地和构造湖盆, 而且在抬升过程中, 块体之间的差异运动有利于地壳拉伸减薄以致形成局部的初始裂谷。这些张性断裂切穿壳层达到上地幔的深度, 导致幔源钾质熔体的生成。测区内雀莫错等新生代构造湖盆, 可能就是初始裂谷作用的遗迹。

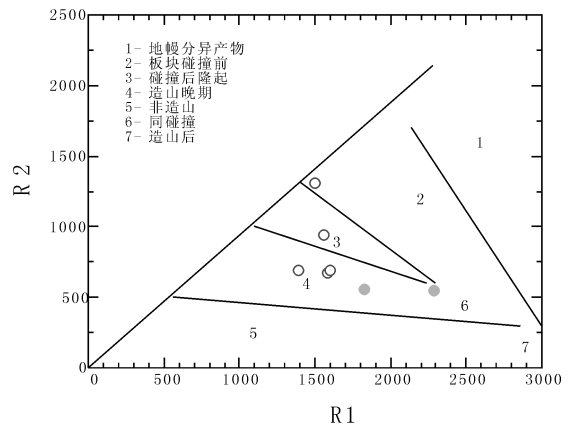


图7 R1-R2 构造判别图

Fig. 7 R1-R2 structure discrimination diagram

测区新近纪中新世的火山活动正是在初始裂谷的环境下, 由于岩石圈张性断裂延伸至地幔的深度, 导致 EM II 型富集地幔部分熔融生成钾质岩浆, 经结晶分异后喷发形成查保玛组火山岩 (郭进京等, 2002; 青海省地质矿产局, 1999; 车自成等, 2002)。

6 结语

(1) 通过对查保玛组火山岩的研究发现, 该组火山岩具有钙碱性火山岩的特征。同时还表现出高钾的特征。稀土曲线中表现出轻微的 Eu 负异常, δEu 值介于 $0.25 \sim 0.19$ 。微量元素中查保玛组火山岩具有较高的铅锌背景值, 有利于富集形成该类矿产, 并对查保玛组火山岩中矿体的形成作合理的推断和解释。

(2) 新近纪查保玛组火山岩具有较高的 Cu、Pd、Zn 背景值, 物化探异常分布较多, 有些地区物化探异常套合紧密, 通过工作, 在萨保地区发现

了2处铅矿点、2处铁锰矿化线索。因此,该火山岩与成矿关系密切,也是找矿预测工作的重点。笔者通过分析查保玛组火山岩的地质特征,很好的解释了该地区的铅锌矿的成矿物质来源和矿体赋存环境,为该地区的地质找矿工作打下了良好的基础。

(3) 沱沱河地区被列为我国首批找矿突破战略行动整装勘查区。该区火山活动强烈,火山岩与铅锌多金属矿化关系密切,通过进一步研究对该区实现找矿突破有重要的现实意义。

参考文献 (References):

- 宋忠宝,杜玉良,李智明,等.青海省矿产资源发育特征概述[J].地球科学与环境学报,2009,33(1),30-33,47.
- Song Zhongbao, Du Yuliang, Li Zhiming, et al. Characteristics of Mineral Resources in Qinghai Province [J]. Journal of Earth Sciences and Environment. 2009, 33 (1), 30-33, 47.
- 郭贵恩,马彦青,王涛,等.纳日贡玛含矿斑岩体形成机制及其成矿模式分析[J].西北地质,2010,43(3):28-35.
- Guo Guien, Ma Yanqing, Wang Tao, et al. The Formation Mechanism and Mineralization Pattern of Ore-bearing Granite-porphyry in Narigongma [J]. Northwestern Geology, 2010, 43 (3): 28-35.
- 杨志明,侯增谦,杨竹森,等.青海纳日贡玛斑岩铜(钼)矿床:岩石成因及构造控制[J].岩石学报,2008,24(3),489-502.
- Yang Zhiming, Hou Zengqian, Yang Zhusen, et al. Genesis of porphyries and tectonic controls on the Narigongma porphyry Mo (Cu) deposit, southern Qinghai [J]. Acta Petrologica Sinica, 2008, 24 (3), 489-502.
- 王召林,杨志明,杨竹森,等.纳日贡玛斑岩铜钼矿床:玉龙铜矿带的北延——来自辉钼矿 Re-Os 同位素年龄的证据[J].岩石学报,2008,24(3):503-510.
- Wang Zhaolin, Yang Zhiming, Yang Zhusen, et al. Narigongma porphyry molybdenite copper deposit, north extension of Yulong copper belt: evidence from the age of Re-Os isotope [J]. Acta Petrologica Sinica, 2008, 24 (3): 503-510.
- 陈建平,唐菊兴,陈勇,等.西南三江北段纳日贡玛铜钼矿床地质特征与成矿模式[J].现代地质,2008,22(1):9-17.
- Chen Jianping, Tang Juxing, Chenyong, et al. Geological Characteristics and Metallogenic Model of the Narigongma Copper-Molybdenum Deposit in the North Part of the Sanjiang Region, Southwest China [J]. Geoscience, 2008, 22 (1): 9-17.
- 白云,唐菊兴,郭文铂,等.纳日贡玛铜(钼)矿床地质特征及成矿作用初探[J].矿业快报,2007,23(4):75-78.
- 宋忠宝,贾群子,陈向阳,等.三江北段纳日贡玛花岗岩闪长斑岩成岩时代的确定及地质意义[J].地球学报,2011,22(02):154-162.
- Song Zhongbao, Jia Qunzi, Chen Xiangyang, et al. The petrogenic age of Narigongma granitic diorite-porphyry in the northern part of the Sanjiang region and its geological implications [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2011, 32 (2): 154-162.
- 宋忠宝,贾群子,张雨莲,等.三江北段纳日贡玛黑云花岗岩斑岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年及其地质意义[J].地质通报,2012,22(0203):9-17.
- 王云山,陈基娘.青海省及邻地区变质地带及变质作用[M].北京:地质出版社,1987.
- Wang Yunshan, Chen Jiniang. Metamorphic zones and metamorphism in Qinghai province and its adjacent areas [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1987.
- 郭进京,张国伟,陆松年,等.中国新元古代大陆拼合与 Rodinia 超大陆[J].高校地质学报,2002,5(2)
- Guo Jinjing, Zhang Guowei, Lu Songnian, et al. Neoproterozoic continental block collage of China and Rodinia Supercontinent [J]. Geological Journal of China Universities, 2002, 5 (2).
- 青海省地质矿产局.青海省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province. Regional geology of Qinghai province [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1991.
- 车自成,刘良,罗金海.中国及邻区区域大地构造学[M].北京:科学出版社,2002.
- Che Zicheng, Liu Liang, Luo Jinhai. China and its adjacent areas [M]. Science Press, Beijing, 2002.