

西藏班公湖-怒江缝合带西段特提斯洋晚二叠世 (Ca. 252Ma) 洋内俯冲的地球化学和年代学证据*

韦少港¹⁾, 宋扬²⁾, 唐菊兴²⁾

1) 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京, 100083; 2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037

关键词: 多龙蛇绿岩; 班公湖-怒江特提斯洋; 洋内俯冲; 晚二叠世; 西藏

多龙蛇绿混杂岩是班公湖-怒江蛇绿岩带的重要组成部分, 位于西藏阿里地区改则县北西约 120 km 的多龙矿集区内, 大地构造位置处于班公湖-怒江缝合带中西段, 南羌塘板块南缘。多龙蛇绿混杂岩主要分布在多龙矿区中部及东北部。矿区中部蛇绿岩主要由辉长岩、辉绿(玢)岩、枕状玄武岩、气孔杏仁状玄武岩、玄武质岩屑凝灰岩及硅质岩等组成, 东西向延伸约 35 km, 南北宽 3~7 km, 出露面积约 180 km²; 该蛇绿岩残片的组成单元(包括基性岩单元以及硅质岩单元等)多被构造肢解, 整体表现为不规则透镜体, 以构造岩片的形式断续分布于侏罗系次深海陆棚-盆地斜坡复陆碎屑岩-类复理石建造内的断层带中, 构成典型的网结状构造。矿区东北部蛇绿岩主要由含铁斜方辉石橄榄蛇纹岩、玻基玄武岩、碳酸盐化角闪辉长岩、微纹层状硅质岩等组成, 该蛇绿混杂岩带沿北西-南东向断裂展布, 延伸约 12 km, 宽 1~3 km, 出露面积约 30 km²; 该蛇绿岩残片组成单元(包括超基性岩单元、基性岩单元以及硅质岩单元等)均呈构造岩片的形式产出在三叠系灰岩地层内的断层带中。

本文研究集中于多龙矿区中部蛇绿岩的辉绿岩及辉绿玢岩。辉绿岩呈绿色、灰绿色, 块状构造, 辉绿结构, 主要矿物为单斜辉石(30%~35%)、斜长石(55%~65%)和少量钛磁铁矿(2%~5%); 单斜辉石为自形-半自形粒状, 粒径为 1~3 mm, 局部被透闪石或阳起石交代为假象, 呈假象产出; 斜长石呈自形-半自形板条状, 粒径为 2~5 mm, 杂乱分布, 构成三角架状, 内充填

它形粒状单斜辉石; 斜长石多被黝帘石、绿泥石交代, 呈假象产出, 少量残留。辉绿玢岩呈绿色、灰绿色, 块状构造, 斑状结构, 斑晶呈散状分布, 主要为单斜辉石和斜长石; 单斜辉石斑晶(5%~10%), 呈它形-半自形, 粒径为 0.2~1.0 mm, 个别可见熔蚀边, 普遍发育裂隙, 正交的辉石式解理清晰, 无环带, 但个别辉石发育双晶; 斜长石斑晶(10%~15%), 呈它形-半自形晶, 粒径为 0.5~2.0 mm, 发育聚变双晶和正环带结构, 普遍被绿帘石、黝帘石交代; 基质(75%~85%)具有典型辉绿结构, 长条状斜长石自形程度较好, 呈自形-半自形, 发育绢云母、绿泥石蚀变, 杂乱分布, 构成三角架状, 辉石充填斜长石颗粒之间。

1 地球化学特征

本文获得的多龙蛇纹岩烧失量(LOI)在 1.57%~5.23%之间, 说明蛇纹岩可能受到后期蚀变的影响; 扣除烧失量归一化后重新计算氧化物含量, SiO₂ 含量为 49.91%~59.26%, 略高于 N-MORB 的 48.77% (Sun and McDonough, 1989), Na₂O 含量为 0.33%~5.05%, K₂O 含量为 0.01%~0.75%, CaO 含量为 6.20%~14.29%, TiO₂ 含量为 1.15%~1.60%, 全铁 TFe₂O₃ 含量为 9.45%~14.59%, P₂O₅ 含量为 0.05%~0.15%; 表现出高 Al₂O₃ 含量(12.86%~17.17%)和高 TiO₂ 含量(0.71%~1.60%), 以及低 MgO 含量(3.71%~8.56%)和低 Mg[#]值(36.84~63.14)特征。考虑到岩石样品遭受后期蚀变作用, 对 K、Na 等碱金属元素丰度产生影响, 本文采用不活泼元素(Zr、Ti、Y、Nb、Th、Co 等)进行岩石类型判别和成因的探讨。本文蛇绿岩样品在 Zr/TiO₂-Nb/Y 图解上均落入玄武

*注: 本文为国土资源部公益性行业专项“斑岩-浅成低温热液成矿系统研究及勘查评价示范”项目(编号: 201511017)资助的成果。

收稿日期: 2016-07-10; 改回日期: 2016-09-20; 责任编辑: 刘志强。 Doi: 10.16509/j.georeview.2016.s1.094

作者简介: 韦少港, 男, 壮族, 1989 年生。博士, 矿产普查与勘探专业。Email: 634719227@qq.com。

安山岩区域(图略), 在 Th-Co 图解中落入钙碱性玄武岩系列或拉斑玄武岩系列(图略)。

球粒陨石标准化稀土元素配分图解中(图 1a), 多龙蛇纹岩球粒陨石标准化曲线为平坦型, 少量样品表现出轻稀土显示有轻微亏损; 总体上, 两组蛇纹岩具有相似的稀土配分型式, 各样品 REE 配分型式近似相互平行, 只有位置的高低, 显示其稀土分异程度相当, 多龙蛇纹岩均来自同一源区。稀土元素总量在 $23.27 \times 10^{-6} \sim 58.95 \times 10^{-6}$ 之间, LREE/HREE 变化较大, 介于 1.14~1.99 之间; $(La/Yb)_N$ 为 0.56~1.30, 反映轻重稀土发生不同程度分馏作用; δEu 为 0.83~1.35, 具弱的负异常至弱的正异常的特点。两组蛇绿岩稀土元素平坦型配分曲线类似于亏损型洋中脊玄武岩(N-MORB)和岛弧拉斑玄武岩(IAT)的 LREE 亏损型分布型式, 区别于板内玄武岩(WPB)、洋岛玄武岩(OIB)及富集型洋中脊玄武岩(E-MORB)稀土分布型式(Condie et al., 1989; Sun and McDonough, 1989)。Condie et al.(1989)指出 IAT 和 N-MORB 的 Ta、Nb 丰度分别不大于 0.7×10^{-6} 和 12×10^{-6} , $Nb/La < 1$, $Hf/Ta > 5$, $La/Ta > 15$, $Ti/Y < 350$; WPB、OIB 和 E-MORB 则正好相反; 而多龙蛇绿岩的 Ta 丰度 ($0.05 \times 10^{-6} \sim 0.47 \times 10^{-6}$) 和 Nb 丰度 ($0.72 \times 10^{-6} \sim 2.88 \times 10^{-6}$) 较低, Nb/La 比值为 0.42~0.61, Hf/Ta 比值为 9.79~25.60, La/Ta 比值为 14.75~34.00, Ti/Y 比值为 225~295; 表明本区蛇绿岩成因、环境与 WPB、OIB、E-MORB 岩石构造环境无关, 类似于岛弧玄武岩或 N-MORB 的形成环境。原始地幔标准化微量元素蛛网图(图 1b)显示, 多龙蛇纹岩配分曲线型式为近平坦型分布型式, 尤其是曲线的后半部 Nd-Lu 段。多龙蛇绿岩以富集 K、Rb、Sr、Ba、Pb 等大离子亲石元素, 亏损 Nb、Ta、Ti 等高场强元素为特点, 反应岛弧火山岩的组分, 与典型的大洋中脊有明显区别。因为岛弧区普遍发生洋壳和沉积物向岩石圈深部的再循环, 正常岛弧火山岩通常出现显著的 Nb、Ta、Ti 负异常, 而大洋中脊之玄武岩往往不出现 Nb、Ta 的亏损(Pearce and Deng, 1983)。

2 锆石 U-Pb 年龄

本文对矿区中部蛇绿岩的辉绿玢岩样品(2015DL26)进行锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年, 锆石多数在 50~150 mm 之间, 多为柱状, 长宽比为

1:1~4:1 之间。锆石大部分为自形晶, 内部结构均匀, 阴极发光照片显示岩浆结构发育, 具备典型振荡环带(图 1c); 用 LA-ICP-MS 完成了 50 粒锆石的 U-Pb 定年, 将远离谐和线的 14 个测点予以剔除。本文获得辉绿玢岩锆石的 Pb 含量为 $9.8 \times 10^{-6} \sim 36.3 \times 10^{-6}$, 平均值为 345.36×10^{-6} ; U 含量为 $228 \times 10^{-6} \sim 824 \times 10^{-6}$, 平均值为 440×10^{-6} ; Th 含量为 $68 \times 10^{-6} \sim 492 \times 10^{-6}$, 平均值为 256×10^{-6} ; Th/U 值变化于 0.34~0.77 之间, 平均值为 0.6, 大于 0.1, 且 Th 和 U 之间具有明显的正相关性, 属典型的岩浆锆石特征(Hoskin and Schaltegger, 2003)。单颗粒锆石的年龄变化于 $249.1 \pm 4.3 \sim 255.1 \pm 5.5$ Ma 之间, 锆石的谐和图和加权平均给出的年龄为 252.1 ± 1.5 Ma (MSWD = 0.09, $n=33$), 认为可代表辉绿玢岩的结晶年龄。此外分析中有三粒结构晶形不同的锆石(点 2015DL26-12、2015DL26-43 及 2015DL26-47)年龄分别为 266.4 ± 4.0 Ma、 294.5 ± 6.2 Ma 及 295.6 ± 4.7 Ma, 应为继承性锆石年龄, 代表辉绿玢岩成岩前的岩浆热事件。

3 讨论与结论

本区蛇绿岩稀土元素(REE)含量低, 轻稀土元素相对于重稀土元素轻微亏损的特征表明, 其具有与正常大洋中脊玄武岩(N-MORB)及岛弧拉斑玄武岩(IAT)相似的稀土分配模式。另外, 原始地幔标准化微量元素蛛网图显示多龙蛇绿岩中 Nb、Ta、Ti 明显负异常; K、Sr、Rb 和 Ba 含量明显富集, 与俯冲板片交代过的地幔源区相对应, 似乎更接近于 IAT 的特征。岛弧玄武岩通常具有较低的 Zr 含量($< 130 \times 10^{-6}$), Zr/Y 比值(< 4)为特征, 本区蛇绿岩的 Zr 含量= $34.1 \times 10^{-6} \sim 94.1 \times 10^{-6}$, Zr/Y=1.94~3.10, 指示了岛弧的特点(夏林圻等, 2007); Hf/3-Th-Nb/16、2Nb-Zr/4-Y 及 Ta/Hf-Th/Hf 图解(图略)指示了洋内弧环境, 暗示多龙蛇绿岩可能是西藏班公湖-怒江缝合带西段特提斯洋洋内俯冲作用的结果。本文获得多龙蛇绿岩辉绿玢岩的形成年龄为 252.1 ± 1.5 Ma(晚二叠世晚期), 该年龄值略低于羌塘地区戈木日北辉绿岩锆石 SHRIMP 年龄(284 ± 3 Ma, 翟庆国等, 2009), 在误差范围内与班公湖-怒江缝合带西段班公湖地区方辉橄橄榄岩 Re-Os 年龄(254 ± 28 Ma, 黄启帅等, 2012)一致, 本区蛇绿岩形成年龄代表了班公湖-

怒江缝合带西段特提斯洋洋内俯冲的时代, 表明 (Ca 252 Ma) 发生了洋内俯冲作用。
西藏班公湖-怒江缝合带西段特提斯洋晚二叠世

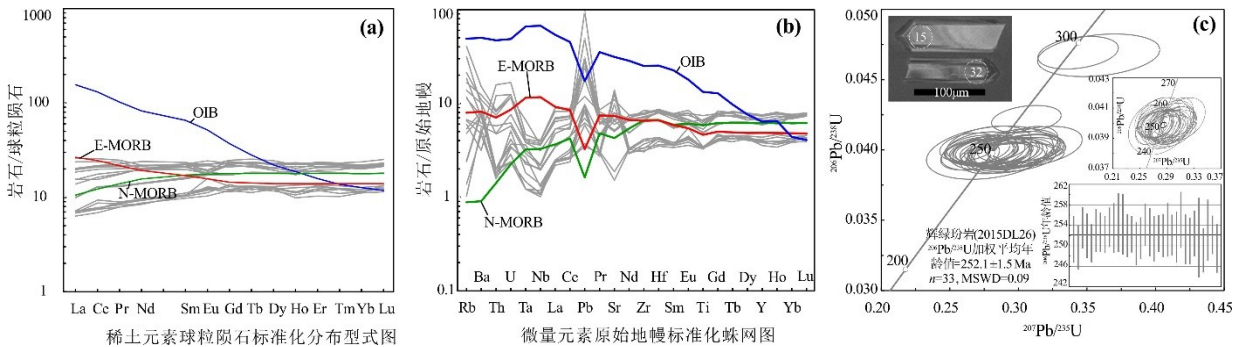


图1 西藏班怒带西段多龙蛇绿岩稀土配分曲线(a)、微量元素比值蛛网图(b)和锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄谱和图(c); (a)及(b)图中标准化数据、OIB、E-MORB 及 N-MORB 数据据 Sun and McDonough(1989)

WEI Shaogang, SONG Yang, TANG Juxing: Geochemistry and Geochronology of Intra-oceanic Subduction of the Bangong-Nujiang Tethyan Ocean during Late Permian (Ca.252 Ma)

Keywords: Duolong Ophiolite; Bangong-Nujiang Tethyan Ocean; Intra-oceanic Subduction; Late Permian; Xizang(Tibet)