

甘肃北山大山头南基性-超基性杂岩体地球化学特征及构造背景探讨

王磊, 杨建国, 王小红, 叶美芳, 全守村, 齐琦

西安地质研究所, 国土资源部岩浆作用成矿与找矿重点实验室, 西安, 710054

北山地区位于中亚造山带南缘, 总体属塔里木板块东北边缘, 属东天山成矿带的组成部分。研究区位于甘肃北山中带西段, 大山头-黑山-碱泉子断裂北侧, 区内发育有玉石山、大山头、大泉东、大山头南、营毛沱北、拾金滩、黑山北、黑山、怪石山等十余处岩体。其中, 黑山岩体已经证实为含矿岩体, 矿床规模已达大型。怪石山、大山头、大山头南、拾金滩、大泉东经调查发现均存在铜镍矿化, 其中大山头、大山头南杂岩体经勘查均圈出多条铜镍矿体, 显示本区具有良好的铜镍成矿潜力。大山头南岩体与黑山岩体为同一构造成矿带上, 距黑山铜镍矿大约 40km, 是否与黑山含矿岩体具有相同的构造岩浆事件, 其铜镍矿化特征与构造背景是否相同等一系列问题亟待解决。

1 大山头南杂岩体特征

大山头南基性-超基性杂岩体呈近东西向带(脉)状展布, 长约 2.5km, 南北宽约 0.3km。其中岩相分异复杂, 岩石类型主要有: 纯橄岩、单斜辉橄岩、方辉辉橄岩、二辉橄橄岩、橄橄二辉岩、橄橄苏长辉长岩、辉长岩。其中纯橄岩分布于岩体中部和南部, 几乎全部蚀变为蛇纹岩。在纯橄岩两侧出露二辉橄橄岩、方辉辉橄岩、单斜辉橄岩等岩相; 橄橄二辉岩通常呈脉状分布于杂岩体中; 橄橄苏长辉长岩相在整个杂岩体出露范围内均有出露, 通常呈串珠状分布, 以球状风化为主要特征, 单个岩相分布面积较小。岩石中常见有自形-半自形中-细粒结构、嵌晶结构、反应边结构及辉长结构, 具典型的镁铁-超镁铁质深成岩结构特征。大山头南基性-超基性杂岩体全岩铜镍矿化, 其中基性程度较高

的方辉橄橄岩、单辉橄橄岩铜镍含量相对较高。地表褐铁矿化强烈, 局部可见孔雀石化。原生金属矿物为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、黄铁矿及少量尖晶石。

2 岩石地球化学特征

2.1 主量元素

大山头南杂岩体采集了 5 件样品进行了分析。岩石类型依次为单辉橄橄岩、二辉橄橄岩、方辉橄橄岩、辉长岩、二辉岩。橄橄岩的 SiO_2 含量介于 37.29%和 41.66%之间, 属于超基性岩类, M/F 值介于 3.44~5.47, 属铁质超基性岩。与黑山、黄山等岩体相近, 有利于镍铜矿床的形成; 其余两件样品的 SiO_2 含量分别为 46.77%和 50.02%, 为基性岩类, M/F 值分别为 2.77 和 3.01, M/F 值相对橄橄岩类样品明显降低。 $\text{MgO}/\text{FeO}^{\text{T}}$ 的值介于 1.6~3.1 之间, 属于铁质镁铁-超镁铁岩。高的 FeO^{T} 含量往往代表了低氧逸度环境, 有利于铜镍硫化物富集。

2.2 微量、稀土元素

大山头南岩体样品的过渡金属元素含量变化较大。一般来说, 部分熔融程度越大, 岩浆中 Ni/Cu 比值越大 (Garuti et al., 1997), 大山头南岩体中 Ni/Cu 比值介于 4~42, 平均为 18, Ni/Cu 比值低于原始地幔的值 (71.4), 与超镁铁质岩浆形成的硫化物矿床的 Ni/Cu 比值 (>7) (Leshner et al., 1984) 相符, 说明它们的母岩浆可能为地幔中等熔融程度形成的玄武质岩浆。

稀土元素总量较低, LREE/HREE 为 3.03~4.11, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 和 $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}}$ 分别介于 2.01~3.49 和 1.78~2.84 之间, 轻重稀土发生了明显

注: 本文为国土资源大调查项目(项目编号 12120113046700:)资助成果。

收稿日期: 2015-02-01; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 王磊, 男, 1985 年生, 硕士, 助理研究员, 矿物学、岩石学、矿床学专业。Email: tleiwang@163.com。

的分馏,富集轻稀土元素,具板内环境岩浆岩稀土配分特征。除辉长岩样品外, Eu 具有弱负异常 ($Eu/Eu^*=0.76\sim 0.97$),样品的 δCe 值的变化范围为 0.97~1.06 之间。在微量元素原始地幔标准化图解上,总体上富集 Rb、Ba、Th、U、Ta,相对亏损 Nb、P、Hf、Zr、Y、Ti,这些地球化学特征明显与 OIB 不同,与典型的岛弧火山岩以及阿拉斯加型杂岩体具有相似性,表明其源区可能为受俯冲事件改造过的交代地幔。尤其亏损 Nb 元素, Nb 的亏损是大陆拉斑玄武岩普遍的特征,这可能是陆壳混染作用的结果 (Arndt and Christensen, 1992)。

2.3 地壳混染

大洋玄武岩的研究发现,洋中脊玄武岩(MORB)和洋岛玄武岩(OIB)的 Nb/U 比值高而均一 (47 ± 10) (Hofmann et al, 1988),大陆地壳的 Nb/U 值约 9.7 (Campbell, 1993),而大山头南岩体 Nb/U 比值介于 2.78~16.38,平均为 8.21,其中四件样品的 Nb/U 比值接近于 9.7,说明受大陆地壳同化混染严重;典型地幔的 $Ce/Pb=25\pm 5$,而地壳的 $Ce/Pb<15$ (Furman et al, 2004)。大山头南岩体的 Ce/Pb 比值为 0.01~1.61,平均值为 0.72,也暗示受地壳同化混染严重。由此可以认为,大山头南岩体在侵位过程中受到强烈的地壳物质混染。

参 考 文 献 / References

- 李舳,王涛,童英,王彦斌,洪大卫,欧阳志侠. 2011. 北山辉铜山泥盆纪钾长花岗岩锆石 U-Pb 年龄、成因及构造意义[J]. 岩石学报, 27 (10): 3055~3070.
- 毛启贵,肖文交,韩春明,孙敏,袁超,张继恩,敖松坚,李继亮. 2009. 北山柳园地区中志留世埃达克质花岗岩类及其地质意义. 岩石学报, 26 (2): 584~896.
- 闫海卿,赵焕强,丁瑞颖,米世好,王强,贺宝林,范模春,任建梅. 2012. 甘肃北山大山头基性杂岩体 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义 [J]. 西北地质, 45(4): 216~228.
- 杨合群,李英,李文明,杨建国,赵国斌,孙南一,王小红,谭文娟. 2008. 北山成矿构造背景概论[J]. 西北地质, 41(1): 22~27.
- 赵泽辉,郭召杰,王毅. 2007. 甘肃北山柳园地区花岗岩类的年代学、地球化学特征及构造意义[J]. 岩石学报, 23 (8): 1847~1860.
- 左国朝,李茂松,何国琦. 1996. 甘蒙北山地区早古生代岩石圈形成与演化[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1~120.
- Arndt N T and Christensen U. 1992. The role of lithospheric mantle in continental flood volcanism: Thermal and geochemical constraints.

3 构造环境讨论

北山地区在古生代主要经历 3 个构造演化阶段: 震旦纪-奥陶纪为古陆裂解及洋盆扩张阶段; 志留纪-泥盆纪为板块俯冲及碰撞造山阶段; 石炭纪-二叠纪为陆内裂谷阶段 (左国朝等, 1996; 杨合群等, 2008)。大山头南杂岩体辉长岩年龄为 $374\pm 3Ma$, 这一时期介于碰撞造山向后期裂谷伸展转换阶段。结合岩体岩石化学特征及该地区还出露大量的同时代花岗岩类, 推测大山头南岩体可能与这些花岗岩类具有相同的成岩背景, 前人对这些花岗岩类进行了较详细的研究 (赵泽辉等, 2007; 毛启贵等, 2009; 李舳等, 2011; 闫海卿等, 2012), 认为这些花岗岩类都是后碰撞构造背景下的岩浆产物, 形成可能与俯冲板片的断离有关。结合大山头南岩体的岩石地球化学特征及该地区构造背景演化, 推测大山头南岩体的形成可能与俯冲板片拆离, 软流圈地幔上涌有关。其形成模式可概述为: 泥盆纪早期, 俯冲板片由于拆离剥落, 促使软流圈物质上涌, 上涌导致岩石圈地幔进一步伸展拉伸, 形成软流圈物质上升的通道。软流圈地幔熔融的岩浆在沿通道上升过程中与岩石圈地幔以及上覆年轻地壳相互作用, 形成一系列岩浆, 这其中就包括基性-超基性杂岩。

- Geophysical Resource, 97:10967~10981
- Campbell I H and Griffiths R W. 1993. The evolution of mantle's chemical structure. *Lithos*, 30:389~399
- Furman T, Bryce, J G, Karson, J and Lotti A. 2004. East African Rift System plume structure: Insights from quaternary mafic lavas of Turkana, Kenya: *Journal of Petrology*, 45:1069~1088.
- Garuti G, Fershtater G, Bea F, Montero P, Pushkarev E V, Zaccarini F. 1997. Platinum-group elements as petrological indications in mafic-ultramafic complexes of the central and southern Urals: preliminary results. *Tectonophysics*, 276:181~194.
- Hofmann, A. W. 1988. Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental crust, and oceanic crust. *Earth and Planetary Science Letters* 90: 297~314.
- Leshner C M, Arndt N T, Groves D I. 1984. Genesis of komatiite associated nickel sulfide deposits at Kambalda, Western Australia: A distal volcanic model. In: Buchanan D L, Jone M J (eds). *Sulfide deposits in mafic and ultramafic rocks*. Institute of Mineralogy Metallurgy London, 70~80.