

印度尼西亚东西爪哇斑岩-浅成低温 成矿作用差异性研究

吴承泉¹, 张正伟^{1*}, Mega Fatiman Rosana³, 舒巧¹,
徐进鸿^{1,2}, 李溪遥^{1,2}, 靳子茹^{1,2}

(1. 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081;
2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 印度尼西亚 Padjadjaran 大学地质学院)

印尼爪哇地块位于印澳板块与欧亚板块的俯冲带上。印澳板块在中生代开始向北俯冲, 消滅在欧亚板块之下, 形成的汇聚板块边缘在始新世开始发生岩浆活动(Katili, 1975; Hamilton, 1979), 形成北起苏门答腊, 经过爪哇、巴厘, 一直延伸到印度尼西亚东部的巽他-班达弧岩浆带。

爪哇地块位于巽他弧岩浆带的东段, 始新世以来形成了一系列由南向北年龄逐渐变轻的弧岩浆带, 产生大量钙碱性岩浆岩(Bemmelen, 1970; Soeria-Atmadja et al., 1994)。与之对应, 在弧岩浆带上发育了多期斑岩-浅成低温金(银)铜成矿系统, 典型矿床包括了 Cibaliung 金(银)矿床、Pongkor 金银矿床、Ciemas 金矿床、Tumpangpitu (Tujuh Bukit) 金矿床等(Wu et al., 2015; Zhang et al., 2015; Zheng et al., 2017)。爪哇地块上火山活动频繁, 显示板块俯冲作用一直延续至今, 与之相关的成矿作用也一直持续(Setijadji et al., 2006)。

爪哇地块的斑岩-浅成低温成矿作用存在明显的空间差异。西爪哇主要产出低硫型浅成低温矿床(Zhang et al., 2015; Li et al., 2019; Wu et al., 2019); 而东爪哇则以斑岩型矿床的产出为特征(Yuningsih et al., 2014; Maryono et al., 2018)。

西爪哇的低硫型浅成低温矿床主要集中在西爪哇的 Bayah 穹隆中(Milési et al., 1999)。Bayah 穹隆长宽大致为 80 × 40 km, 主要出露晚中新世到上新世流纹质到安山质火山岩, K-Ar 年龄显示这些火山岩的年龄为 14-2 Ma (Milési et al., 1999)。产出的矿床主要集中在上新世至更新世 (1.7 to 2.05 Ma), 典型矿床包括 Cirotan, Cikotok, Cipanglesseran, Pongkor, Ciawitali 和 Cikidang(Basuki et al., 1994)。此外, 在西爪哇南部还产出一些斑岩和浅成低温热液型金(银)矿床。包括了低硫型的 Cibaliung 金银矿, 高硫型的 Cijulang 金矿, 高硫型矿化覆盖到低硫型矿化的 Arinem 金银矿床和斑岩-浅成低温热液型的 Ciemas 金矿床(Zhang et al., 2015)。这些矿化多与渐新世到中中新世的 Jampang 组 (23-11.6 Ma) 有关(Yuningsih et al., 2012)。

东爪哇及其以东则以产出斑岩型矿床为特征, 典型矿床包括 Tumpangpitu、Malang、Trenggalek 和 Selogiri 矿床(Harrison et al., 2018; Maryono et al., 2018)。其中 Tumpangpitu 斑岩矿床 Au、Cu 资源量分别达到 855 t 和 865 Mt (Harrison et al., 2018; Maryono et al., 2018)。在东爪哇及其以东形成了东起 Hu'u 矿床, 向西包括 Sumbawa 岛的 Elang 和 BatuHijau 矿床, Lombok 岛的 Selodong/Brambang 矿床, 最西至东爪哇 Tumpangpitu 矿床的巨型斑岩成矿带(Maryono et al., 2018)。高硫型矿床多与斑岩型矿床伴生, 在东爪哇以东产出的高硫型浅成低温矿床包括松巴哇岛的 Empang、Sane/Rinti、Pangulir、Ladam/Elang、Sabalong、Pelangan 矿床和 Lombok 岛上的 Mencangah 矿床(Maryono et al., 2018)。在空间上形成了东爪哇-松巴哇的斑岩-浅成低温成矿系统。

从区域构造背景来看, 斑岩-浅成低温热液成矿作用的元素组合空间分带与巽他古陆 (Sundaland) 的分布范围密切相关, 其中西爪哇弧岩浆岩带的陆壳基底是巽他古陆(Setijadji et al., 2006), 而在东爪哇地区主要是始新世以来的新生地壳(Maryono et al., 2018)。陆壳基底组分的贡献很可能制约了这些矿床的成矿作用过程和金属元素组合。

我们的研究显示, 西爪哇 Ciemas 斑岩-浅成低温矿区出露的中中新世 (~17Ma) 火山岩的 Hf 同位素组成非常均一, $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 平均值为 -11.15 ± 0.39 ; 二阶段模式年龄 ($T_{\text{DM}2}$) 也非常相近, 峰值为 1500-1650 Ma。这表

基金项目: 国家自然科学基金项目 (批准号: Nos.41573039; U1603245; 41503051; U181240004), 中国科学院西部之光项目和贵州省科技计划项目(No. [2018] 1171)

作者简介: 吴承泉, 男, 博士, 主要从事矿床地球化学研究. E-mail: wuchengquan@mail.gyig.ac.cn

*通讯作者, E-mail: zhangzhengwei@vip.gyig.ac.cn

明西爪哇中中新世弧岩浆作用受到古老陆壳的混染。硫化物的铅同位素组成也很均一,且具有高放射成因铅的特征, $^{206}\text{Pb}/\text{Pb}^{204}$ 、 $^{207}\text{Pb}/\text{Pb}^{204}$ 和 $^{208}\text{Pb}/\text{Pb}^{204}$ 平均值分别为 39.343 ± 0.059 、 15.73 ± 0.015 和 18.854 ± 0.025 ,表明 Ciemas 金矿的成矿物质主要来源于下伏的古老陆壳(Wu et al., 2019)。

爪哇地块地壳性质的差异是斑岩-浅成低温成矿作用差异的控制因素之一。东爪哇由于缺少陆壳混染,其弧岩浆作用呈现出成熟岛弧性质,产出斑岩矿床和其相关的高硫型浅成低温矿床;西爪哇南部中中新世岩浆作用具有轻微陆壳混染,形成部分斑岩和浅成低温矿床;而在西爪哇中部上新世岩浆作用具有明显的陆壳混染,形成了大量低硫型浅成低温矿床。

参 考 文 献:

- Basuki, A., Sumanagara, D.A., Sinambela, D., 1994. The Gunung Pongkor gold-silver deposit, West Java, Indonesia. *Journal of Geochemical Exploration*, 50(1-3): 371-391.
- Bemmelen, R.W., 1970. *The geology of Indonesia*. The Hague: Martinus Nijhoff, pp. 732.
- Hamilton, W.B., 1979. *Tectonics of the Indonesian region*. United States Government Printing Office.
- Harrison, R.L., Maryono, A., Norris, M.S., Rohrlach, B.D., Cooke, D.R., Thompson, J.M., Creaser, R.A., Thiede, D.S., 2018. Geochronology of the Tumpangpitu porphyry Au-Cu-Mo and high-sulfidation epithermal Au-Ag-Cu deposit: Evidence for pre-and postmineralization diatremes in the Tujuh Bukit district, Southeast Java, Indonesia. *Economic Geology*, 113(1): 163-192.
- Katili, J.A., 1975. Volcanism and plate tectonics in the Indonesian island arcs. *Tectonophysics*, 26(3): 165-188.
- Li, X., Zhang, Z., Wu, C., Xu, J., Jin, Z., 2019. Geology and geochemistry of Gunung Subang epithermal gold deposit, Tanggeung, Cianjur, West Java, Indonesia. *Ore Geology Reviews*, 113: 103060.
- Maryono, A., Harrison, R.L., Cooke, D.R., Rompo, I., Hoschke, T.G., 2018. Tectonics and geology of porphyry Cu-Au deposits along the eastern Sunda magmatic arc, Indonesia. *Economic Geology*, 113(1): 7-38.
- Milési, J., Marcoux, E., Sitorus, T., Simandjuntak, M., Leroy, J., Bailly, L., 1999. Pongkor (west Java, Indonesia): a pliocene supergene-enriched epithermal Au-Ag-(Mn) deposit. *Mineralium Deposita*, 34(2): 131-149.
- Setijadji, L.D., Kajino, S., Imai, A., Watanabe, K., 2006. Cenozoic island arc magmatism in Java Island (Sunda Arc, Indonesia): Clues on relationships between geodynamics of volcanic centers and ore mineralization. *Resource Geology*, 56(3): 267-292.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M., Priadi, B., 1994. Tertiary magmatic belts in Java. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 9(1): 13-27.
- Wu, C.-Q., Zhang, Z.-W., Zheng, C.-F., Yao, J.-H., 2015. Mid-Miocene (~ 17 Ma) quartz diorite porphyry in Ciemas, West Java, Indonesia, and its geological significance. *International Geology Review*, 57(9-10): 1294-1304.
- Wu, C., Zhang, Z., Shu, Q., Rosana, M.F., Zheng, C., Xu, J., Li, X., Jin, Z., 2019. The Continental Crust Contributes to Magmatic Hydrothermal Gold Deposit in Ciemas, West Java, Indonesia: Constraints from Hf Isotopes of Zircons and in situ Pb Isotopes of Sulfides. *Ore Geology Reviews*, 112: 10310
- Yuningsih, E.T., Matsueda, H., Rosana, M.F., 2014. Epithermal Gold-Silver Deposits in Western Java, Indonesia: Gold-Silver Selenide-Telluride Mineralization. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(2): 71-81.
- Yuningsih, E.T., Matsueda, H., Setyaraharja, E.P., Rosana, M.F., 2012. The Arinem TeBearing Gold-Silver-Base Metal Deposit, West Java, Indonesia. *Resource Geology*, 62(2): 140-158.
- Zhang, Z., Wu, C., Yang, X., Zheng, C., Yao, J., 2015. The trinity pattern of Au deposits with porphyry, quartz-sulfide vein and structurally-controlled alteration rocks in Ciemas, West Java, Indonesia. *Ore Geology Reviews*, 64: 152-171.
- Zheng, C.-F., Zhang, Z.-W., Wu, C.-Q., Yao, J.-H., 2017. Genesis of the Ciemas Gold Deposit and Relationship with Epithermal Deposits in West Java, Indonesia: Constraints from Fluid Inclusions and Stable Isotopes. *ACTA GEOLOGICA SINICA*, 91(3): 1025-1040.