

西藏浪卡子金矿床同位素地球化学特征*

龙训荣, 郑明华, 彭 静, 刘德秀

(成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059)

浪卡子金矿床地处西藏羊卓雍错西侧, 然巴-勒金康桑东侧。近年来, 该区被认为是西藏寻找岩金矿的一个有潜力的远景区, 本文通过对浪卡子金矿床 Pb、H、O、C 同位素组成特征的研究, 探讨成矿物质的来源、成矿溶液的性质等, 为矿床的成因研究提供理论依据。

1 矿床地质背景

浪卡子金矿床位于喜马拉雅板片的北缘, 扎达-仲巴板片南缘, 羊卓雍错-哲石错复式向斜西端, 区内出露地层主要为中生界, 包括三叠系、侏罗系及白垩系, 占研究区面积的 80% 左右; 其次为前震旦纪变质岩系、二叠系碳酸盐岩及第四系。矿体主要产于三叠系上统涅如组 (T_3n)。

区内褶皱和断裂发育。其中, 褶皱构造有然巴-雄曲背斜、勒金康桑背斜、羊卓雍错复式向斜、坐母弄-卡惹拉复式向斜、撒坐松复式向斜、措补拉复式向斜等; 断裂构造十分发育, 按断裂构造展布方向, 大致可划分为两组: 北西西向断裂带和北北东向断裂带, 区内石英脉(群)及金矿(化)体均受这两组断裂裂隙系统的控制。其中, 北西西向的甲当-然巴深大断裂带控制了该区地层和岩浆岩的展布, 断裂带中糜棱岩发育, 主要有超基性、基性糜棱岩、长英质糜棱岩、碳酸盐质糜棱岩, 带内石英脉发育, 蚀变强烈, 超基性岩蛇纹石化。

2 矿化特征

矿体赋存于三叠系上统涅如组 (T_3n) 深灰色薄层状中-细粒长石石英杂砂岩与灰黑色砂质板岩、千枚岩不等厚互层所构成的复理石建造中, 受地层和构造破碎带的严格控制。矿化以贫硫化物的石英细脉形式产出为特征, 其矿石中金属矿物少见, 多为星点状或团块状嵌于石英脉中, 在显微镜下可观察到自然金、黄铁矿、黄铜矿、锡石、砷黝铜矿、针铁矿等, 未见方铅矿等含铅矿物; 非金属矿物以石英、方解石为主。围岩蚀变主要为硅化、绢云母化、碳酸盐化, 金矿化与石英脉及硅化关系密切。

3 同位素组成特征

3.1 铅同位素组成

鉴于矿石中未见方铅矿等含铅矿物, 本文仅对该矿区不同阶段的含矿石英脉(矿石)及花岗斑岩、闪长岩等岩石的微量铅进行了测定(8 件), 结果表明, 矿石铅和岩石铅的同位素变化范围较小。矿石铅的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为 18.24~18.42, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为 15.51~15.72, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值为 38.24~38.64, 其变化率分别为 0.99%、1.35%、1.05%。在铅同位素组成卡农三角形图解(地质部宜昌地质矿产研究所, 1979)中, 投点均落于正常铅范围内, 说明矿石铅和岩石铅具正常铅的性质。

*本文得到矿物学、岩石学、矿床学国家重点(培育)学科(编号: SZD0407)的资助

第一作者简介 龙训荣, 男, 1967 年生, 副教授, 硕士, 主要从事矿床学及矿床地球化学研究。Email: longxunrong@cdut.cn

计算矿石铅源区特征值可知, U/Pb 为 9.29~9.67, Th/Pb 为 37.11~38.88, Th/U 为 3.84~3.99, 反映该矿床具有造山带铅的特征。由矿石铅和岩石铅的模式年龄(H.H法)计算可知, 矿石铅模式年龄变化范围较大, 为 81.52~326.26 Ma, 其中, <100 Ma 的样品有 2 件, 100~200 Ma 的有 1 件, >250 Ma 的有 3 件; 闪长岩模式年龄为 254.69 Ma, 花岗斑岩模式年龄为 184.40 Ma, 说明矿石铅来源于不同时代的地层或岩石。在铅同位素演化动力模式图(底图据 Doe et al., 1974)中投点, 投点大部分落在造山带铅演化曲线附近, 个别靠近上地壳铅演化曲线。将该矿床矿石铅和岩石铅的测定结果投影在铅同位素组成 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 环境判别图解(底图据 Doe et al., 1979)中, 投影点均落在成熟岛弧铅范围内。

应用 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 与 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的相对偏差 $\Delta\beta$ 和 $\Delta\gamma$ 进行成矿元素示踪, 由计算所得, 该金矿床矿石铅和岩石铅的 $\Delta\beta$ 值为 11.7‰~28.0‰, $\Delta\gamma$ 值为 20.5‰~32.3‰。在 $\Delta\beta$ - $\Delta\gamma$ 关系图(底图据朱炳泉等, 1998)中投点, 所测样品的铅同位素组成值投点均落在上地壳与地幔混合俯冲带型铅区域内, 说明成矿物质主要部分来自地壳深部, 与该区的地质背景相吻合。

3.2 氢、氧、碳同位素组成

本文对矿床中大量存在的热液石英脉及其中的流体包裹体进行了氢、氧、碳同位素测定(9件), 矿石中石英的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SiO}_2}$ 值为 +14.275‰~+17.430‰(SMOW); 石英包裹体的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 -52.2‰~-83.2‰(SMOW), CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -13.61‰~+1.14‰(PDB), CH_4 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -28.25‰~-23.94‰(PDB), 根据包裹体测温(均一法), 石英形成温度为 177~301℃。根据石英-水的分馏方程(Clayton et al., 1972)计算得知, 与石英相平衡的热液 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 +2.57‰~+8.86‰(SMOW)。

将数据投影在 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ - $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 图解上, 样品较多地落在原始岩浆水和变质水区域之外, 表明成矿溶液主要为雨水成因的地下水, 但采自成矿主阶段的样品落于岩浆水区域内, 说明了浪卡子金矿床成矿溶液在成矿主阶段混合了一定数量的岩浆水, 并且样品投点偏离雨水线, 即“ $\delta^{18}\text{O}$ 漂移”现象, 反映了雨水与岩石中的氧发生了不同程度的交换。

根据石英包裹体中碳同位素数据计算 CO_2/CH_4 摩尔分数比, 为 75~2 728, 表明成矿溶液中的 C 主要以 CO_2 的形式存在。在矿石中未见石墨, 但可见方解石与石英共生, 根据方解石(CaCO_3)- CO_2 的碳同位素分馏方程(Ohmoto et al., 1979)计算, 可知 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CaCO}_3}$ 值为 -15.63‰~+0.94‰(PDB), 平均值为 -5.55‰, 且集中分布于 -6.33‰~-3.69‰(PDB) 区间内, 该值可近似视为成矿溶液总碳($\delta^{13}\text{C}_{\Sigma\text{C}}$)的同位素组成。根据不同含碳物质的碳同位素组成(Hoefs, 1980), 浪卡子金矿床成矿溶液中的 C 主要来自岩浆热液碳酸盐。

4 结 论

通过分析浪卡子金矿床 Pb、H、O、C 同位素组成特征, 结合其地质背景, 认为浪卡子金矿床成矿过程中, 成矿的物质来源主要来自赋矿地层以外的地质体; 而搬运矿质的介质主要是由大气降水补给的地下水, 但在成矿主阶段有一定量的岩浆期后热液的参与。其形成作用比一般类似地质背景下形成的矿床更为复杂, 有待进一步研究。

参 考 文 献

- 地质部宜昌地质矿产研究所同位素地质研究室. 1979. 铅同位素地质研究的基本问题[M]. 北京: 地质出版社. 80-94.
- 朱炳泉, 李献华, 戴篠谟, 陈毓蔚, 范嗣昆. 1998. 地球科学中同位素体系理论应用——兼论中国大陆壳幔演化[M]. 北京: 科学出版社. 1-330.
- Clayton R N, O'Neil J R and Mayeda T K. 1972. Oxygen isotope exchange between quartz and water[J]. J. Geophys. Res., 77:3057.
- Doe B R and Zartman Z E. 1979. Plumbotectonics, the Phanerozoic[A]. In: Barnes H L, ed. Geochemistry of hydrothermal ore deposits[M]. New York: Wiley. 22-70.
- Doe B R and Stacey J S. 1974. The application of the lead isotopes to the problems of ore genesis and ore prospect evolution: A review[J]. Econ. Geol., 69(6):757-776.
- Hoefs J. 1980. Stable isotope geochemistry[M]. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag.
- Ohmoto H and Rye R O. 1979. Isotopes of sulfur and carbon [A]. In: Barnes H L, ed. Geochemistry of hydrothermal ore deposits[C]. New York: Wiley. 509-567.