

西藏东缘玉龙斑岩铜矿带含矿岩体时代及斑岩铜金矿床形成研究*

The age of ore-bearing porphyries in the Yulong copper belt and the formation process of porphyry Cu (Au) deposits

梁华英¹, 孙卫东¹, 喻亨祥², 谢应雯¹, 莫济海¹, 张玉泉¹

(1 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2 桂林工学院, 广西 桂林 541004)

LAING HuaYing¹, SUN WeiDong¹, YU HengXiang², XIE YingWen¹, MO JiHai¹ and ZHANG YuQuan¹

(1 Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 2 Department of Resources and Environmental Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China)

摘 要 西藏东缘玉龙斑岩铜矿带是中国最大的新生代斑岩铜矿带。玉龙斑岩铜矿床位于红河—哀牢山断裂带北延, 主要由 5 个含矿斑岩体组成, 从 NW 往 SE 依次为玉龙、扎拉尕、莽总、多霞松多及马拉松多。玉龙斑岩铜矿带含矿斑岩体锆石 LA-ICP-MS U-Th-Pb 年龄表明含矿斑岩体形成时代在 41.2~36.9 Ma 之间, 含矿斑岩形成时代从 NW 往 SE 逐渐减少。含矿斑岩活动时代和红河—哀牢山及其北延的走滑断裂活动时代一致。含矿斑岩体年龄变化特征及微量元素特征表明含矿斑岩体形成受走滑俯冲构造控制。含矿斑岩体锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值较高, 表明含矿岩浆为高氧化性岩浆。岩浆阶段岩浆中的硫多为氧化硫, 而成矿时则为还原硫占优势的还原环境, 因此, 岩浆演化晚期斑岩铜金矿床成矿系统从氧化硫占优势的氧化环境还原成还原硫占优势的还原环境, 为斑岩铜金矿床形成提供充足的硫源, 在成矿中起着关键作用。

关键词 斑岩铜矿床; 岩浆岩; 西藏

斑岩铜矿床主要发育于洋壳俯冲构造环境及陆陆碰撞造山带。人们对俯冲构造环境的斑岩铜矿床开展了大量工作, 而对陆陆碰撞构造环境的斑岩铜矿床则相对工作不多。近年来, 侯增谦博士主持的国家重要基础研究项目(973)对中国陆陆碰撞环境的斑岩铜矿床开展了大量的工作(侯增谦等, 2003), 提高了人们对陆陆碰撞环境斑岩铜矿床形成机制的认识。中国陆陆碰撞环境斑岩铜矿床主要发育在西藏高原, 目前发现 2 条斑岩铜矿带, 一为冈底斯斑岩铜矿带, 另一为玉龙铜矿带。冈底斯斑岩铜矿带含矿岩体锆石年龄多在 13~17 Ma 之间(林武等, 2004, 莫济海等, 2006, 侯增谦等, 2004, 典晓明等, 2001, 李光明等, 2003), 形成于碰撞期后的构造环境。玉龙斑岩铜矿带是中国最大斑岩铜矿带, 自发现后引起人们的广泛关注, 国内多个单位对玉龙斑岩铜矿带开展了研究。但目前对玉龙斑岩铜矿床含矿岩体形成时代、构造环境及岩浆源区等都有不少争论。本文用锆石 LA-ICP-MS U-Th-Pb 法系统分析玉龙斑岩铜矿床含矿岩体形成时代。玉龙含矿斑岩体锆石 U-Th-Pb 年龄表明玉龙矿带含矿斑岩体形成时代从北西往南东逐渐降低。含矿岩体锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 值大于非矿岩体锆石的值。

*本文得到国家自然科学基金项目(40472049)及西部矿业西藏资源投资公司研究项目资助
第一作者简介: 梁华英, 男, 博士, 研究员, 主要从事矿床地球化学研究。

1 地质简介

玉龙斑岩铜矿带位于藏东喜马拉雅成矿带北缘。喜马拉雅成矿带和沿红河—哀牢山断及其北延断裂分布的新生代富钾碱性岩体紧密共生(张玉泉等, 2000; 王江海等, 2001)。玉龙铜矿带东侧为贡觉盆地及字杂断裂, 西侧为妥坝—芒康断裂(图 1)。玉龙斑岩铜矿带长约 300 公里, 宽 15~30 km, 由 5 个主要赋矿岩体及一系列矿化点组成。玉龙斑岩铜矿带 5 个主要赋矿岩体分布在长约 50 km 的区域内, 从北西往南东依次为玉龙、扎拉杂、芒总、多霞松多及马拉松多, 其中玉龙铜矿为超大型, 马拉松多为大型, 其余 3 个为中型铜矿床。主要含矿岩体多以小岩株的形式侵入三叠纪沙岩及灰岩中, 出露面积介于 $0.1\sim 7\text{ km}^2$ 之间。侯增谦等(2003)、唐仁鲤等(1995)、马鸿文(1985)和梁华英等(2006)已对玉龙含矿斑岩体作了详细的描述。

玉龙含矿斑岩体可分为早期石英二长斑岩及晚期正长花岗斑岩, 扎拉杂主要由早期二长花岗斑岩及晚期正长花岗斑岩组成, 芒总及多霞松多主要由早期正长花岗斑岩及晚期碱性长石花岗斑岩组成, 而马拉松多早期及晚期都是由碱性长石花岗斑岩组成(张玉泉等, 1998)。

2 含矿斑岩体锆石 U-Pb 年龄

玉龙斑岩铜矿带含矿岩体锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄在澳大利亚国立大学地球科学研究院 ICP-MS 实验室完成。含矿岩体年龄见图 2, 由图可见玉龙含矿岩体锆石年龄为 $(41.2\pm 0.2)\text{ Ma}$, $\text{MSWD}=1.06$; 扎拉杂为 $(38.5\pm 0.2)\text{ Ma}$, $\text{MSWD}=1.04$; 芒总为 $(37.6\pm 0.2)\text{ Ma}$, $\text{MSWD}=1.40$; 多霞松多为 $(37.5\pm 0.2)\text{ Ma}$, $\text{MSWD}=1.49$, 马拉松多为 $(36.9\pm 0.2)\text{ Ma}$, $\text{MSWD}=1.25$ 。

玉龙含矿斑岩体锆石年龄在 $41.2\sim 36.9\text{ Ma}$ 之间, 含矿斑岩岩浆活动期限为 4.3 Ma 。玉龙斑岩铜矿带含矿斑岩年龄从北西往南东逐渐降低。

玉龙与扎拉杂含矿斑岩年龄之差为 $(2.7\pm 0.2)\text{ Ma}$, 扎拉杂与芒总年龄之差为 $(0.9\pm 0.2)\text{ Ma}$, 多霞松多与芒总的年龄基本相同, 多霞松多与马拉松多年龄之差为 $(0.5\pm 0.2)\text{ Ma}$ 。因

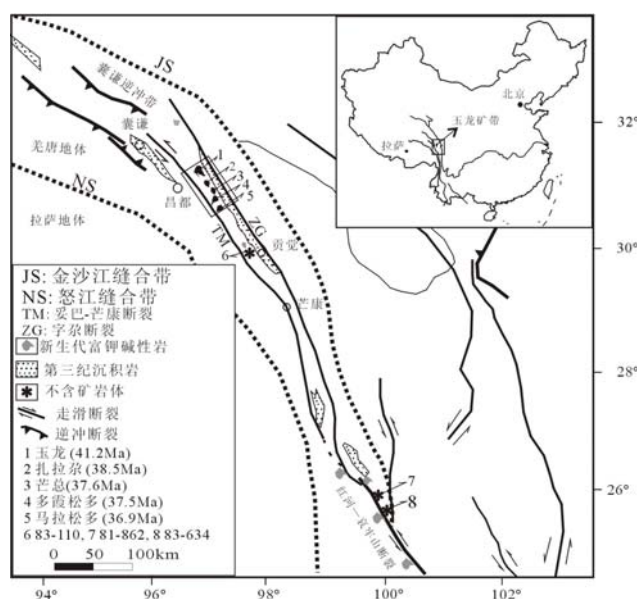


图 1 玉龙斑岩铜矿带地质简图

据唐仁鲤(1995)、侯增谦等(2003)资料整理

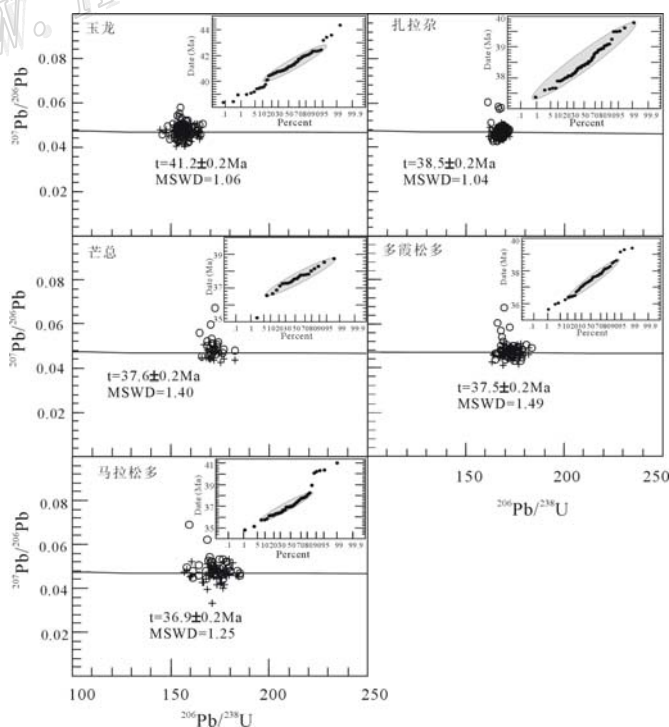


图 2 玉龙斑岩铜矿带主要含矿岩体锆石 U-Pb 年龄

内插为累积概率统计图, 其中阴影部分为主群年龄

此, 玉龙铜矿带在 (41.2 ± 0.2) Ma 至 (36.9 ± 0.2) Ma 之间至少经历了 4 期次岩浆活动及相关的成矿活动。

玉龙矿带含矿斑岩体及非矿斑岩体锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值不同, 含矿岩体 Ce^{4+}/Ce^{3+} 变化较大并具有较高的平均值 (大于 200), 而非矿岩体的 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值变化较小并具较低的平均值 (小于 120)。含矿岩体与非矿岩体锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值特征见图 3。玉龙斑岩铜矿带含矿与非含矿岩体锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值变化特征明显不同, 因此, 据锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值及其变化特征可区分喜马拉雅成矿带含矿与非含矿岩体。

3 玉龙斑岩铜矿带构造模型

玉龙含矿斑岩体形成时代由北东往南西逐渐降低 (图 1、图 2)。玉龙斑岩铜矿带主要含矿岩体由北西往南东 Ba/Th、Ce/Th 逐渐降低, 而 U/Zr、 $K_2O/(K_2O+Na_2O)$ 则逐渐增高 (图 4), 这一变化特征和俯冲带由早到晚岩体的微量元素变化特征相似。玉龙斑岩铜矿床含矿岩体微量元素及同位素特征表明其具交代富集地幔特征 (侯增谦等, 2003, 张玉泉等, 1998)。玉龙斑岩铜矿带主要含矿岩体锆石年龄变化特征及微量元素变化特征可用板块由北往南俯冲解释, 一些学者用此构造模型解释藏北火山活动。但玉龙矿带含矿岩体形成时代大于藏北一带火山活动时代。

由于印度板块与欧亚板块碰撞, 在红河-哀牢山产生大规模的走滑断裂, 错距超过 700 km。王江海等 (2001) 提出藏东及沿红河-哀牢山断裂带分布的碱性富钾岩体主要是由于走滑构造活动产生的局部俯冲作用形成的。据玉龙矿带岩体年龄由北西往南东逐渐变小, 微量元素比值特征及结合岩体形成时的构造背景, 我们认为玉龙矿带含矿岩体主要是由于走滑断裂产生的局部俯冲作用, 把下地壳物质带入地幔并发生部分熔融作用形成的, 其构造模型见图 5。

4 斑岩型铜金矿床形成分析

斑岩型铜金矿床受岩浆氧性高低控制。这主要是因为氧化性较高的岩浆有利于斑岩型铜金矿床的形成。岩浆演化过程中, 如果岩浆氧逸度较高, 岩浆中

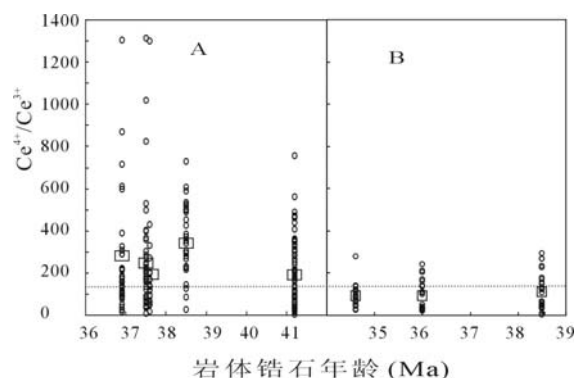


图 3 含矿岩体与非矿岩体锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值特征

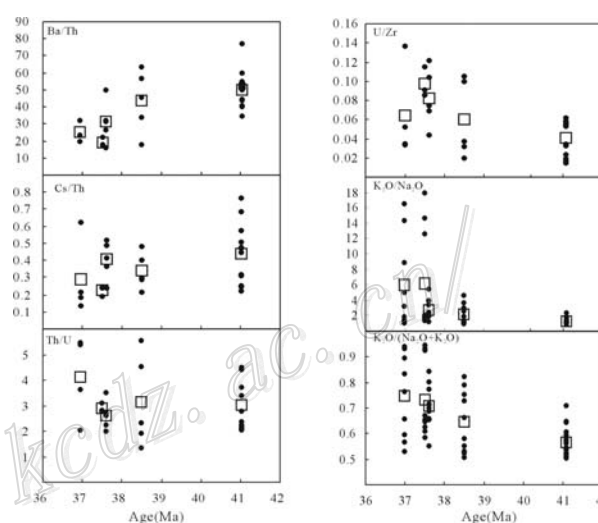


图 4 玉龙矿带含矿岩体微量元素比值与年龄关系

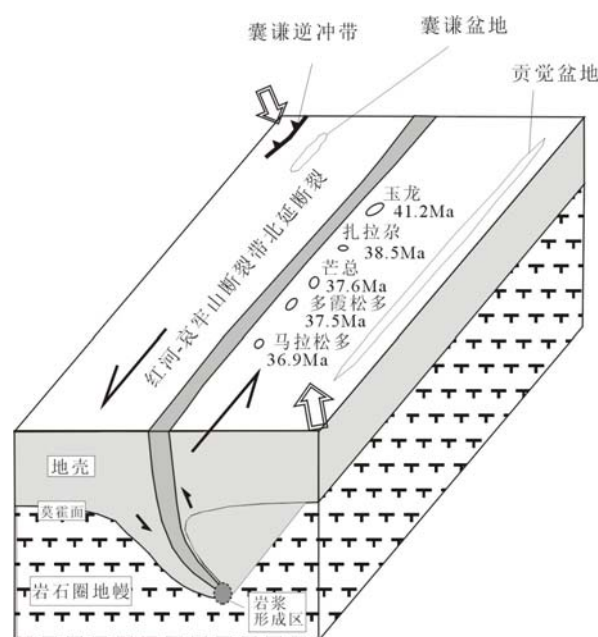


图 5 玉龙铜矿带含矿斑岩形成构造模型

的硫多以氧化硫的形成存在, 氧化硫在岩浆中溶解度较高, 在岩浆演化过程中不易达硫饱和, 岩浆中成矿元素可在岩浆演化过程中富集, 有利于矿床形成。如果岩浆的氧逸度较低, 岩浆中的硫主要以还原态的形式存在, 还原硫在岩浆中溶解度较低, 在岩浆中易达硫饱和, 在岩浆演化过程中硫化物结晶析出, 不利于矿床的形成。

玉龙斑岩铜矿含矿岩体锆石 Ce^{4+}/Ce^{3+} 比值大于非含矿岩体进一步表明含矿岩体岩浆处于高氧逸度环境。斑岩铜金矿床金属元素主要以硫化物结晶析出, 而斑岩中的硫多来源于岩浆岩。因此, 含矿斑岩岩浆在岩浆演化晚期至成矿早期发生的氧化还原反应或去气作用, 使斑岩成矿系统中的硫从氧化态转为还原态, 为成矿提供充足的硫源, 在成矿中起着关键的作用。

主要参考文献

- 侯增谦, 高永丰, 孟祥金, 曲晓明, 黄卫. 2004. 西藏冈底斯中新世斑岩铜矿带, 埃达克质斑岩成因与构造控制[J]. 岩石学报, 20(2): 205~218.
- 李光明, 芮宗瑶. 2004. 西藏冈底斯成矿带斑岩铜矿的成岩成矿年龄[J]. 大地构造与成矿学, 28(2): 165~170.
- 林武等, 梁华英, 张玉泉. 2004. 冈底斯铜矿带冲江含矿斑岩的岩石化学及锆石 SHRIMP 年龄特征[J]. 地球化学, 33 (6): 585~592.
- 马鸿文. 1990. 西藏玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿[M]. 北京: 中国地质大学出版社.
- 曲晓明, 侯增谦, 黄卫. 2001. 冈底斯斑岩铜矿(化)带: 西藏第二条“玉龙”铜矿带[J]. 矿床地质, 20(4): 355~366.
- 唐仁鲤, 罗怀松, 等. 1995. 西藏玉龙铜(钼)矿带地质[M]. 北京: 地质出版社.
- 张玉泉, 等. 1998. 钾玄岩系列: 藏东玉龙铜矿带含矿斑岩 Sr、Nd、Pb 同位素组成[J]. 地质科学, 33: 359~366.
- Hou Z Q, Ma H W, Zaw K. 2003. The Himalayan porphyry copper belt: Product of large-scale strike-slip faulting in eastern Tibet[J]. Econ. Geol., 98: 125~145.
- Liang H Y, Campbell I H, Allen C, et al. 2006. Zircon Ce^{4+}/Ce^{3+} ratios and ages for the Yulong ore-bearing porphyries in eastern Tibet[J]. Mineralium Deposita, 41: 152~159.
- Wang J H, Yin A, Harrison T M, et al. 2001. A tectonic model for Cenozoic igneous activities in the eastern Indo-Asian collision zone[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 188: 123~133.