广东莲花山断裂带动力变质成矿作用新认识*

汪礼明¹⁾, 王军¹⁾, 王核²⁾, 卜安³⁾, 郭锐¹⁾, 王涌泉¹⁾, 朱沛云³⁾

1) 广东省有色金属地质局, 广州, 510080; 2) 中国科学院广州地球化学研究所, 广州, 510640;

3) 广东省有色金属地质局九三一队, 广东汕头, 515047

关键词: 莲花山; 整装勘查; 锡铜成矿作用; 动力变质

广东莲花山断裂带是广东省内已知的最重要的锡、铜多金属成矿带。其南西段是莲花山国家级锡铜多金属整装勘查区, 区内共分布有北山嶂—九龙嶂、棉洋—双华、五指嶂—锅子嶂、梅陇—鲛门—观音山 4 个动力变质带, 动力变质带是本区内重要含矿及控矿构造。本文在野外地质调查、构造专项地质填图的基础上, 通过对新发现的具有大型找矿前景的金坑铜锡多金属矿床的解剖, 从矿区宏观地质特征、矿床的成矿温度、压力、成矿物质来源及成矿年龄等方面进行分析, 认为矿床的成矿物质来源于侏罗纪火山岩; 矿床的成矿作用主要与动力变质作用密切相关, 为动力变质热液改造矿床; 由此推测广泛分布于 4 个动力变质带中的诸多中、小型锡铜多金属矿床、地表矿化带(点)和化探异常的深部具有重要找矿潜力, 具有大型矿床找矿前景。通过对本区的进一步工作, 广东莲花山断裂带有望成为华南地区乃至全国重要的锡铜多金属成矿带。

1 莲花山断裂带的地质特征及矿产分布

广东莲花山断裂带位于惠阳—梅县新华夏构造带内, 北起大埔, 南及深圳, 全长 360 公里, 呈北东近 45° 展布, 是我国东南沿海的一条著名的深大断裂带, 两侧分别为五华—深圳断裂、大埔—海丰断裂。此外还发育一系列与之近于直交的北西向断层(黄玉昆等, 1990)。断裂构造活动导致大规模中生代花岗岩的侵入及强烈火山活动, 酸性火山熔岩沿断裂带方向展布, 受区域动力变质作用, 糜棱

岩化、片理化、混合岩化及压碎岩等十分发育(古润平等, 2009)。莲花山断裂带本身是巨大的热动力变质构造带, 糜棱岩化带、片理化带和层间构造十分发育, 其中北山嶂—九龙嶂、棉洋—双华、五指嶂—锅子嶂、梅陇—鲛门—观音山动热变质带, 是该地区最为重要的控矿和储矿构造。区内主要发育中生代及新生代地层, 分布颇广, 侏罗系上、下统是区内铜、锡多金属矿床的主要含矿层位。岩浆活动频繁, 喷出岩是本区上侏罗统高基坪群最主要的组成岩石, 其岩性以酸性熔岩及其一套火山碎屑岩为主; 侵入岩以燕山期侵入岩为主, 分布广泛。本次研究表明, 金坑矿区细粒花岗岩呈灰白色, 细粒花岗岩结构, 矿物成分主要为钾长石(35%)、斜长石(28%)、石英(28%)、黑云母(4%)、绿泥石(2%), 岩体中部分裂隙, 被后期热液石英充填。

莲花山断裂带为广东省最重要的成矿带之一, 区内矿床(点)密集分布, 类型复杂, 已发现中-大型矿床 1 处, 中型矿床 6 处, 小型矿床 12 处, 矿点 30 多处。已发现 12 种矿产, 已探明的有 6 个矿种。以 Cu、Sn、Pb、Zn、Ag 为主, Au、Fe、Ti、S 次之。有色及贵金属矿产品种 9 种, 分布广泛, 以金坑、长埔、吉水门、梅陇、塌山较为集中, 大多数为多金属矿床, 伴有多种元素。通过厘定本区北山嶂—九龙嶂、棉洋—双华、五指嶂—锅子嶂、梅陇—鲛门—观音山 4 个动力变质带的展布与上述主要矿床的相互关系, 笔者认为上述 4 个动力变质带无论是在空间上, 还是在时间上都与这一系列铜、锡多金属矿床有着密切的关系, 已经发现或探明的铜、锡多金属矿床的分布主要在上述动力变质带以内。

*注: 本文为中国地质调查局广东莲花山断裂带整装勘查区关键基础地质研究(编号: 科[2014]04-025-049)、找矿预测与技术应用示范项目(编号: 科[2015]02-09-01-049)和广东省找矿突破战略行动专项(编号: 2015-109008-0025)的成果。

收稿日期: 2016-07-10; 改回日期: 2016-09-20; 责任编辑: 费红彩。 Doi: 10.16509/j.georeview.2016.s1.044

作者简介: 汪礼明, 男, 1963 年生。博士研究生, 教授级高工。Email: zhangsangeologist@sina.com。通讯作者: 赵小明, 男, 1968 年生。教授, 岩石学专业。Email: zhaoxmgeologist@sohu.com。

2 动力变质与成矿作用新认识

动力变质作用为本区的成矿元素活化—迁移—富集提供了必要的动力、热液和空间。前人通过对本区锡元素地球化学场分析认为,早期塑性变形的花岗糜棱岩中含量小于 15×10^{-6} ,晚期脆性破碎带岩石中为 $20 \times 10^{-6} \sim 25 \times 10^{-6}$,而在火山质糜棱岩中含量可达 $300 \times 10^{-6} \sim 1500 \times 10^{-6}$,因此脆性、韧性变形即动力变质作用对锡、铜等元素的富集成矿极为有利。

本次研究通过 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测得金坑矿区细粒花岗岩年龄为 140 Ma,矿床辉钼矿的 Re-Os 同位素年龄为 139 Ma。野外露头和钻孔中可见大规模糜棱岩化带及片理化带,呈 NE 向展布,区域上表现为左旋构造应力,矿床围岩地层以及细粒花岗岩体等均卷入了该期韧性剪切变形,因此本期韧性变形即动力变质作用发生在成岩作用之后且直接引发了本区的成矿作用。北山嶂—九龙嶂、棉洋—双华、五指嶂—锅子嶂、梅陇—鲛门—观音山是莲花山断裂带沿线一系列呈 NE 向展布的动力变质带,本身伴生了层间滑动断层及其伴生的节理、裂隙等,这些构造体在应力释放后滑脱,可形成相当规模的容矿空间;其次动力变质作用形成的糜棱面理和片理也是与成矿活动密切相关的运移、沉淀场所;此外经动力变质而变形碎裂的矿物,如石榴石旋转碎斑,金属矿物沿其颗粒裂隙及颗粒边缘压力薄弱部位沉淀富集。因此动力变质作用形成的构造,为矿液的运移、沉淀及富集提供了通道和空间,在上述 4 个动力变质带内形成了一系列动力变质成因的锡、铜多金属矿床。

通过对金坑矿区的细粒花岗岩进行主微量元素的 K_2O-SiO_2 图、A/CNK-A/NK 图、REE 配分图和微量元素蛛网图的分析表明,矿区岩体具有高硅富碱特点,属于弱过铝质高钾钙碱性系列;稀土元素配分表现为平坦的“V”字型,轻、重稀土分异不明显,负 Eu 异常显著;强烈富集 Rb、Th、U、K、Pb 大离子亲石元素和放射性元素,强烈亏损 Ba、Sr、Ti、P、Eu、Nb、Ta 等元素。这一系列特征表明金坑矿区的细粒花岗岩具有壳源特征,且属于高分异演化花岗岩,为成矿活动提供有利的成矿物质来源和热源,从而使得热液从岩体中活化、萃取了成矿元素,并在后期的动力热变质过程中,在断层、韧性剪切带、片理、面理及裂隙聚集沉淀。

矿石、围岩的稀土元素球粒陨石标准化分布图显示,大部分矿石的球粒陨石标准化分布与细粒花岗岩相似,因此金坑矿区成矿物质主要来源于细粒花岗岩。S 同位素测试表明, $\delta^{34}S_{V-CDT}$ 值呈塔式分布,且主要集中在 $-1\% \sim +4\%$,显示矿石中硫来源比较单一,为幔源硫。在 Rb-(Y+Nb)构造环境判别图上,金坑矿区样品均落入后碰撞花岗岩区域,表明该岩体应形成于古太平洋板块向欧亚大陆俯冲作用有关的陆内造山后的区域伸展地球动力学背景(徐先兵等, 2009; 毛景文等, 2004; 周新民等, 2007),具有活动大陆边缘向后造山伸展环境转变的特征,这与粤东地区乃至整个华南地区在晚侏罗世—早白垩世的构造体制从挤压向伸展转变的构造背景相吻合(胡瑞忠等, 2007),而以金坑矿区为代表的粤东地区锡铜铅锌多金属成矿作用主要发生在早白垩世(139 Ma),这与华南地区中生代以来大规模多金属成矿作用发生的主要时期也是一致的。

3 动力变质成因找矿成果、找矿预测及意义

自找矿突破战略行动开展以来,以动力变质成因的锡、铜矿为重点,仅马山和崆角区段矿体金属量 Cu、Sn、Pb、Zn、Ag 均已具中型规模,其他两个区段尚未开始评价,有望达大型规模;长埔矿区金属量 Sn 已经达中型;厚婆坳矿区金属量 Ag 已达大型,Pb、Zn、Sn 已达中型,全区具有大型规模。

按照金坑矿区动力变质成矿的找矿模式,结合地表化探异常和已有勘查资料,圈定了金坑矿区马山、崆角毗邻区段、黄竹嶂区段、淘锡湖矿区深部以及塘尾—葫芦等远景区。笔者根据近年来莲花山断裂带沿线的找矿成果总结分析得出,动力变质成矿作用在本区的地质找矿中从理论上更进一步丰富了锡、铜多金属矿床成矿模式,开阔了本区找矿预测的方法思维;从地质找矿实践中丰富了前人单一的构造找矿模式,重新认识了区内矿床的成矿地质条件和成矿规律,首次提出了莲花山断裂带具有动力变质成因的锡、铜多金属矿巨大找矿潜力的新观点。莲花山断裂带沿线分布的北山嶂—九龙嶂、棉洋—双华、五指嶂—锅子嶂、梅陇—鲛门—观音山 4 个动力变质带具有与金坑矿区一致的成矿地质条件和化探异常,显示了重要的找矿潜力,通过对本区的进一步工作,该地区有望成为华南地区乃至

全国重要的锡铜多金属成矿带。

参 考 文 献 / References

- 古润平, 卜安, 陈少青. 2009. 广东省揭西金坑铜锡铅锌矿区矿床地质特征与远景预测. 资源调查与环境, 109~114.
- 胡瑞忠, 毕献武等. 2007. 华南地区中生代以来岩石圈伸展及其与铀成矿关系研究的若干问题. 矿床地质, 26: 139~152.
- 黄玉昆, 张珂. 1990. 广东莲花山断裂带的新构造运动特征. 华南地震, 25~34.
- 毛景文, 谢桂青, 李晓峰, 张长青, 梅燕雄. 2004. 华南地区中生代大规模成矿作用与岩石圈多阶段伸展. 地学前缘 (中国地质大学, 北京), 11: 45~55.
- 徐先兵, 张岳桥, 贾东, 舒良树, 王瑞瑞. 2009. 华南早中生代大地构造

过程. 中国地质, 36: 573~593.

周新民, 陈培荣, 徐夕生. 2007. 南岭地区晚中生代花岗岩成因与岩石圈动力学演化. 科学出版社, 北京.

WANG Liming, WANG Jun, WANG He, BU An, GUO Rui, WANG Yongquan, ZHU Peiyun: New Understanding of Dynamometamorphism Mineralization of the Faulting Zone in Lianhuashan of Guangdong Province

Keywords: Lianhuashan; Integrated exploration; Sn-Cu mineralization; Dynamometamorphism