

华南云开变质地体基底与成矿*

Basement and Its Mineralization of Yunkai Metamorphic Block, South China

周永章 张 恩 陈炳辉 杨小强 杨海生

(中山大学地球科学系, 广东 广州 510275)

Zhou Yongzhang, Zhang En, Chen Binghui, Yang Xiaoqiang, Yang Haisheng

(Department of Earth Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, Guangzhou, China)

摘 要 文章讨论了华南云开地区变质地体基底的地质地球化学特征, 并阐述了矿床的类型与分布。

关键词 云开地区 变质基底 成矿

云开地体是华南地区重要的金属矿床产地之一。它的大地构造位置属于加里东褶皱带, 东西两侧分别为北东向展布的广东吴川—四会大断裂带和广西岑溪—博白大断裂带所限。地体内广泛分布基底变质岩系。本文着重介绍它的基底演化及其成矿作用的关系。

1 基底地质特征

云开地体基底地层主要包括高州杂岩、云开群、震旦系和部分早古生界。其中, 高州杂岩是云开地区最古老的地层单位, 原岩为基性-超基性岩和泥砂质沉积岩, 形成于岛弧环境的弧间或弧后盆地, 岩石经历了中高级变质作用和不同程度的混合岩化作用(周汉文, 1995)。云开群环绕高州杂岩分布, 两者呈断层接触, 普遍遭受高绿片岩相-绿帘角闪岩相变质作用, 形成于陆缘裂谷至弧盆体系之过渡地带的构造环境(丘元禧等, 1996)。震旦系与云开群平行不整合接触, 底部常以石英岩、含砾石英砂岩平行不整合于沙湾坪组之上。

在震旦系的顶部与寒武系的交接处, 普遍发育一套特征的层状沉积硅质岩, 属于典型的古海洋热水沉积建造, 表明震旦纪末期存在一个广泛的海洋热水沉积事件(周永章等, 1996)。早古生界发育不完整, 主要是一套由浅变质砂岩-粉砂岩-板岩组成的海相类复理石碎屑岩建造。志留系末期, 云开地体整体褶皱隆起, 云开基底形成。泥盆系及以后地层角度不整合覆盖其上, 成为盖层。

云开地区基底岩石经历了多期变质作用。变质作用以区域变质和区域混合岩化作用为主, 局部叠加不同时代热接触变质作用和断裂变质作用。

区域变质作用包括麻粒岩相、角闪岩相、绿片岩相变质作用三种类型。麻粒岩相变质作用出现于高州的云炉圩—龙修一带, 主要影响高州杂岩。角闪岩相变质作用主要见于北流六麻、六靖及高州, 在云浮大紺山、广宁石涧地区也有出露。绿片岩相-绿帘角闪岩相变质作用涉及到云开基底的所有地层, 是多期变质作用的产物, 有些变质岩中还保留原始沉积结构。

区域混合岩化作用从晋宁期开始, 一直持续到加里东期。高州杂岩中的混合岩主要形成于晋宁期。加里东期混合岩化作用在空间上多以某一岩体为中心呈环状分布、由中心向外混合岩化作用逐渐减弱为特征。这一中心一般为加里东期深熔型黑云母花岗岩, 在云开大山腹地呈多中心特征。

*本文得到国家科技部 973 项目 (G1999043200), 教育部骨干教师、优秀青年教师资助计划 (教人司 2001-39), 博士点基金 (2000099815), 国家自然科学基金 (40073010), 广东省自然科学基金 (940409) 资助

第一作者简介 周永章, 1963 年生, 博士生导师。

在粤西河台金矿田外围的诗洞—伍和一石涧地区,可以清楚观察到混合岩与正常变质岩具渐变过渡接触关系。从西北到东南依次发育均质混合岩、条痕混合岩、条带状混合岩、片麻岩和混合岩化片岩。它们形成于开放的变质体系中,主要通过主要化学成分的准原地调整而成,其中的部分浅成体来自深部地层 (Zhou et al., 1995)。

云开基底在形成过程中花岗岩岩浆活动强烈,形成前加里东期、加里东期、海西-印支期、燕山期等不同期次的花岗岩。前加里东期形成的花岗岩包括信宜英云闪长质-花岗闪长质-二长花岗质片麻岩、高州大田顶花岗岩等。加里东期花岗岩是云开地体中最为发育的一期花岗岩,主要分布于云开大山的腹地复式背斜的轴部,岩体展布方向、片麻状构造与区域构造线一致,与围岩呈侵入突变接触,接触变质及岩相分带明显,代表性岩体有大王山、圭岗、石牛头、诗洞、凤村广宁花岗岩等。海西-印支期花岗岩主要沿罗定—广宁断裂带及其邻侧分布。燕山期花岗岩岩浆活动强烈,除有中性酸性岩浆喷出活动外,以花岗岩侵入为主,形成塘蓬花岗岩以及英桥花岗岩等。

2 基底演化格架

越来越多的证据表明,云开地区存在早元古宙-太古宙的基底 (周汉文, 1995)。在早-中元古代,高州杂岩形成。其包含的基性火山岩几乎没有轻重稀土的分馏,稀土总量低,弱的 Eu 异常和显著的 Gd 负异常,REE 图谱与岛弧拉斑玄武岩相似,与正常洋中脊玄武岩相差较大。

在中-晚元古代演化阶段,高州杂岩经历又一次变质改造,云开群形成。云开群是一套陆源碎屑岩和火山岩组合,属于次深海浊流相沉积。它在晋宁晚期,经历了一次强烈的热—构造事件,导致区域变质作用和混合岩化作用。

云开地区在加里东期完成了由活动区向稳定区的转化,云开基底形成。震旦系及寒武系变质相以绿片岩相为主,与奥陶系呈角度不整合接触。部分地区奥陶系和志留系发生绿片岩相变质作用。云开隆起大量同构造花岗岩的结晶年龄集中在 3 个区间: 390~440 Ma、440~460 Ma、450~500 Ma,分别与郁南运动和广西运动的时代相当,混合岩的同位素年龄数据集中在 4~5 亿年。

云开地块基底形成后,经历了海西-印支期和燕山期两期改造。在海西-印支期改造阶段,断裂变质作用发育,伴随地层混合岩化、重熔型和同熔型花岗岩的形成。基底经受了一次较强烈的韧性-脆韧性再造,形成了诸如河台、石灰坪等韧性剪切带和罗定分界一带的逆冲推覆构造 (丘元禧等, 1996)。在燕山期改造阶段,花岗岩浆活动活跃,基底主要经受了脆性改造,并在基底的边缘和内部形成了一系列的脆性断层,制约了中生代盆地形成。

3 基底的区域地球化学背景

与地壳丰度值相比,云开基底加里东构造层 (包括高州杂岩、云开群、寒武系) 的亲铁元素 Ni、Co、Cr 等总体偏低,而大部分亲石元素 Rb、Ta、Nb、Zr、Th、Sc、Ba、Be 显示富集特征或与地壳克拉克值接近。Sr 的分布较特殊,其含量低于正常期望值。与贵金属经常伴生的元素 As、Zn、Pb 在地层中总体显示出富集。

在震旦系地层中夹杂的层状沉积硅质岩及其变质石英岩中大部分微量元素的含量远远低于地壳丰度,但作为热水沉积的诊断元素 Ba、As 的含量明显高于地壳丰度值 (周永章等, 1994)。

混合岩和加里东期同构造花岗岩 (地壳改造花岗岩) 的微量元素组成特征明显地由两种因素控制: 源岩的地球化学组成和熔融过程中元素的演化历程。与基底变质及其原岩相比,混合岩和同构造花岗岩的亲铁元素的含量降低,而高场强元素 Nb、Ta 的含量则明显增高,其它元素与基底变质岩石的相似 (彭少梅等, 1995)。对位于云开地块基底东北段的粤西诗洞—伍和一石涧—河台地区的变质岩和混合岩研究表明 (Zhou et al., 1995), 变质程度较高的岩石比变质程度低的岩石相比,多数微量元素显示出贫化

特征, 这主要归因于变质热场中, 杂质微量元素倾向于从高温区域向低温区域迁移。

总体上, 前寒武系和寒武系地层中 Au、Ag 的含量较高, 明显高于地壳克拉克值。这与前寒武-寒武系中具多期次的热水沉积建造、基性—超基性海底火山喷发、含泥质碳质碎屑沉积建造可能有关(周永章等, 1996; 王鹤年等, 1991)。基底变质岩中, 从浅变质岩、片麻岩和片岩、到混合岩, 随着变质程度的增加, 岩石中 Au、Ag 的含量趋于降低。基底岩石 Au、Ag 含量在区域上存在差异。在东部高要清远地区, 金含量较高, Au/Ag 比大, 而在西部桂东南地区则相反。

4 矿床形成

云开基底的演化, 伴随矿床的形成。根据形成阶段, 可以有分出基底原始沉积、基底变质形成和基底改造阶段成矿。

基底在初始沉积阶段, 主要处于拉伸的构造环境中, 形成与沉积作用有关的矿床或矿源层。粤西云浮大降坪大型硫铁矿是华南地区最大的硫铁矿床。它赋存于震旦纪大绀山组沉积地层中。在黄铁矿床附近经常发育爆发角砾岩型矿石层、火山凝灰岩及蓝藻化石层。黄铁矿与炭质千枚岩、硅质岩和结晶片岩相间成层, 同步褶皱, 蓝藻化石层和黄铁矿层共生, 矿石具内碎屑结构及同生角砾构造, 硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围为中等正值到中等负值。

高要河台金矿田是云开地区的重要金矿田。对它的研究表明, 它是多阶段地球化学演化过程的产物, 其主要矿源层是震旦纪-寒武纪地层。在矿源层初始形成期间, 古地热系热水沉积作用参与了金等元素的初步富集(周永章, 1993)。

在变质阶段, 元素活化、迁移, 可在特定位置富集, 从而形成变质矿床。代表性矿床包括产于岩石的片理、片麻理及裂隙中的矿床(如金矿床)和因变质流体对残留体交代形成的交代矿床(如铅锌矿床)。在云开地区, 变质金矿床规模通常较小。矿床赋存于基底片麻岩、变粒岩或石英云母片岩变质岩中, 矿体或矿化体本身就是变质岩层, 其产状与围岩的片理、片麻理一致, 与围岩没有明显的界限。围岩蚀变微弱, 有用矿物单一, 自然金不均匀的沿片麻理散布, 或富集于长英质条带中, 伴生少量的毒砂、磁黄铁矿和黄铁矿等。金品位低到中等。见于罗定、化州、广宁一带, 如四轮的金牛、合江金矿, 光宁的旺村, 化州的同志堡等矿点均属于此类型。该类型矿床可以直接由含金沉积岩层经区域变质作用形成, 如金牛矿床; 也可以经变质作用形成后, 又经混合岩化作用产生的富金石英脉叠加而成。

云开基底形成后经历的多期次的构造—岩浆活动, 是主要金银矿床的主要成矿因素。基底改造过程中形成的矿床进一步可以分为蚀变构造岩型、石英脉型、热液叠加蚀变岩型等类型。其中蚀变构造岩型金银矿床是云开地区分布广泛并最有工业价值的一种矿化类型。矿床受断裂带或剪切带控制, 由遭受强烈交代蚀变的角砾岩、碎裂岩、糜棱岩和千枚岩等构造岩组成, 矿化比较均匀, 规模较大。以河台蚀变糜棱岩型金矿床、庞西垌—金山蚀变碎裂岩型银金矿床为代表。

主 要 参 考 文 献

- 彭少梅, 彭松柏, 邵建国. 1994. 云开地块及其周边断裂构造演化的有限应变分析[J]. 广东地质, 9(4): 13~20.
- 丘元禧, 彭少梅, 周永章, 等. 1996. 云开变质地块的地质特征与演化[M]. 广州: 中山大学学报出版社. 1~34.
- 王鹤年, 张景荣, 陆建军, 等. 1991. 粤西金矿床地球化学[M]. 南京: 南京大学出版社. 12~150.
- 周汉文. 1995. 云开隆起基底沿系的岩石学和地球化学研究[D]. 中国地质大学博士论文.
- 周永章. 1993. 广东河台金矿田的地球化学及成矿机理[J]. 广东地质, (2): 61~66.
- 周永章, 刘友梅, 张海华, 等. 1996. 粤西地区震旦纪硅岩建造的热成因属性及古热水活动[J]. 广东地质, 11(3): 47~54.
- 庄文明, 许也熙, 黄宇辉, 等. 1995. 粤西信宜一带花岗岩类中斜长角闪岩的地质特征及时代[J]. 广东地质, 10(2): 51~56.
- Zhou Y Z, Chown E H, Guha J. 1995. Petrology and geochemistry of upper precambrian metamorphic strata in the Shidong-Wuhe-Shijian-Hetai area, Guangdong Province, China[J]. Scientia Geologica Sinica, 4(1): 33~52.