

浙江平水铜矿细碧角斑岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄及其地质意义*

陈辉^{1,2)}, 吕志成^{1,2)}, 庞振山^{1,2)}, 吕志成^{1,2)}, 薛建玲^{1,2)}, 姚磊^{1,2)},
甄世民^{1,2)}, 陶文^{1,2)}

1) 中国地质调查局发展研究中心, 北京, 100037; 2) 国土资源部矿产勘查技术指导中心, 北京, 100020

关键词: 锆石年龄; 细碧角斑岩; 平水铜矿; 浙江

浙江平水铜矿位于钦杭成矿带北东段浙西北地区, 钦杭成矿带大致自西南端的广西钦州湾、经湘东和赣中延伸到东北端浙江杭州湾, 在这条长约 2000 km 的古板块结合带上, 已探明的大、中型矿床达 400 余处, 其中包括德兴、银山、金山、永平、东乡、芙蓉、黄沙坪、柿竹园、芙蓉、锡矿山、水口山、黄沙坪、东坡、佛子冲等大型—超大型金属矿床(田)(杨明桂 等, 2009; 毛景文等, 2011)。浙西北地区也位于成矿地质条件优越的钦杭成矿带北东段, 但是, 区内目前仅发现了中型的平水铜矿、小型的建德铜矿和小型的璜山金矿等; 浙西北地区矿化异常和矿化点非常发育, 具有进一步寻找大型矿床的潜力。平水铜矿已连续开采了 30 余年, 前人对平水铜矿在地质特征、成矿流体、矿床成因及成岩成矿年代学等方面已经进行了大量、详细的研究(Chen 等, 2015), 但主要集中在矿床成因和成矿模式等方面; 而在某些方面研究依旧薄弱, 制约区域找矿, 如: 与成矿关系密切的细碧角斑岩的成岩时代以及成矿构造背景等方面仍没有最终确定。因此, 本文选择浙西北地区的平水铜矿, 对其细碧角斑岩采用精确的 LA-ICPMS 锆石 U-Pb 法进行年代学制约, 揭示浙西北地区平水组细碧角斑岩的成岩时代, 为找矿勘查提供依据。

1 地质概况

研究区位于钦杭成矿带北东段的绍兴平水地区。出露地层主要为中新元古界双溪坞群平水组,

主要岩性为细碧角斑岩系, 局部夹晶屑凝灰岩、泥质硅质岩、砂岩等。本文选择矿体直接顶底板的平水组细碧岩和角斑岩作为研究对象。细碧岩: 主要呈斑状结构, 矿物成分主要是钠更长石(70%~80%)和辉石(10%~15%)为主, 可见少量铁矿和蚀变矿物, 斑晶成分主要为辉石, 镜下未见橄榄石及其蚀变假象, 绿帘石、绿泥石和辉石常充填于由长柱状钠更长石组成的格架空隙中。细碧岩样品普遍发生了绢云母化和绿泥石化。角斑岩: 多呈灰绿色, 斑状结构, 基质霏细结构或显微花岗结构; 斑晶含量占 15%~25%, 多以石英与斜长石为主, 铁镁质矿物含量较少, 未见钾长石。斑晶石英多呈熔蚀或淬冷特征, 一些颗粒具波状消光, 斑晶斜长石(0.5~1.3 mm)多为宽板状(长宽比 1:3 左右), 镜下聚片双晶发育, 部分受到蚀变影响。基质主要由长石和石英组成, 含少量钛铁矿, 粒度 0.01~0.1 mm。所有样品均发育不同程度的片理化构造, 同时受到后期轻微的绿泥石化、绿帘石化以及碳酸盐化改造。

2 测定结果

LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年的样品为细碧岩和角斑岩。锆石阴极发光图像(CL)显示, 锆石颗粒长度为 100~150 μm , 具有典型的岩浆锆石震荡环带。锆石具有 U 含量 101×10^{-6} ~ 1529×10^{-6} , Th 含量 78×10^{-6} ~ 3676×10^{-6} , Th/U 比值为 0.42~2.28。Th/U 比值与典型的岩浆锆石一致, 明显高于 Th/U 比值小于 0.1 的变质成因的锆石。CL 图像也表现出典型的岩浆生长韵律环带结构。利用 Ludwig Isoplot V.206 进行了谐和曲线和加权平均年龄的投影和计

*注: 本文为国土资源公益性行业科研专项(编号: 201411024)和中国地质调查局全国重要矿集区找矿预测项目(编号: 121201004000150015)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.s1.045

作者简介: 陈辉, 男, 1986 年生。博士。Email: cgschenhui@163.com。

算,几乎所有的锆石颗粒样品都投影在谐和曲线上及其附近,表明这些锆石颗粒形成后 U-Pb 同位素体系是封闭的,基本上没有 U 或 Pb 的丢失或加入。

大多数 U-Pb 定年结果集中在谐和线附近。细碧岩 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 $952 \pm 5 \text{ Ma}$ ($n=18$, $\text{MSWD}=0.19$), 角斑岩年龄加权平均值为 $954 \pm 8 \text{ Ma}$ ($n=15$, $\text{MSWD}=0.51$)。结合锆石自形、发育岩浆环带等特点,该年龄被解释成平水组细碧角斑岩的形成年龄。

3 成岩时代

浙西北双溪坞群主要出露于绍兴市平水、富阳章村以及诸暨陈蔡地区西北部。双溪坞群自下而上划分为平水组、北坞组、岩山组和章村组。根据岩石组合差异,可以把双溪坞群火山—沉积岩系划分为早晚两个火山—沉积旋回。早期旋回以绍兴平水组为代表,以细碧—角斑岩为特征。晚期旋回以富阳章村为代表,以英安质凝灰岩、熔结凝灰岩为主,为中酸性陆相火山岩(程海等, 1993)。

双溪坞群的年代学研究随着同位素定年技术的提高在不断进步,已获得的数据有:绍兴平水组有 $890 \sim 970 \text{ Ma}$ (Sm-Nd 法)、 $(978 \pm 44) \text{ Ma}$ (Sm-Nd 法)、 1012 Ma (Sm-Nd 法)、 $(906 \pm 10) \text{ Ma}$ (锆石 U-Pb 法);北坞组有 $(926 \pm 15) \text{ Ma}$ (锆石 U-Pb 法);富阳章村组有 $875 \sim 904 \text{ Ma}$ (TIMS 单颗粒锆石 U-Pb 法)、 $(1154 \pm 122) \text{ Ma}$ (全岩 Sm-Nd 等时线法)、 $(891 \pm 12) \text{ Ma}$ (锆石 U-Pb 法)(Li 等, 2009; Chen 等, 2009)。考虑到定年方法的适用性和可靠性,目前普遍认为北坞组的年龄为 926 Ma ,章村组的年龄为 891 Ma 。平水组的年龄仍存在争议,20 世纪 90 年代以前发表的测年数据跨度太大,可能因测试方法陈旧等原因而精度不够;而 Chen 等(2009)得到的角斑岩的成岩年龄为 906 Ma ,但是其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ U-Pb 年龄不谐和,范围跨度较大,为 $878 \sim 999 \text{ Ma}$;而且 906 Ma 的年龄比上覆北坞组的年龄还年轻,也比侵入其中的桃红岩体和西裘岩体(结晶年龄

$905 \sim 913 \text{ Ma}$) 年轻,这与地质事实不符。本文通过 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年法得到细碧岩的结晶年龄为 $952 \pm 5 \text{ Ma}$,角斑岩的结晶年龄为 $954 \pm 8 \text{ Ma}$,U-Pb 年龄均很谐和,定年方法可靠;而且,大约 950 Ma 的成岩年龄与地质事实相符。因此,通过本文详细的锆石年代学研究,确定双溪坞群平水组细碧角斑岩的成岩年龄为 950 Ma 左右。

4 区域找矿意义

火山成因块状硫化物矿床是硫化物以层状形式形成的矿物聚集体,它主要沉淀于海底或者近海底,在空间上、时间上和成因上与同时代的火山作用密切相关;矿体常与围岩地层整合产出,围岩成岩年龄常代表其成矿年龄;因此平水组细碧角斑岩的成岩年龄可以对平水铜矿成矿年龄进行了一个很好的限定,其成矿年龄应该是在新元古代(950 Ma 左右)。江西弋阳(铁砂街)铜矿同样位于钦杭成矿带北东段,前人研究表明弋阳铜矿是典型的火山成因块状硫化物矿床,其围岩同样为细碧角斑岩,成岩成矿年龄也是新元古代(程海等, 1991)。并且,平水铜矿和弋阳铜矿均是形成于岛弧环境。同时,从全球范围看,火山成因块状硫化物矿床空间上常呈带(区)成群分布,形成总体储量可观的矿田、矿带。因此,平水铜矿成岩年龄的最终确定,为区域找矿,特别是在钦杭成矿带北东段寻找同类矿床提供了重要依据。

CHEN Hui, LÜ Zhicheng, PANG Zhenshan, XUE Jianling, YAO Lei, ZHEN Shimin, TAO Wen: Zircon LA-ICP-MS U-Pb age and Geological Significance of Spillite-Keratophyre in the Pingshui Copper Deposit, Zhejiang Province

Keywords: Zircon age; Spillite-Keratophyre; Pingshui Copper Deposit; Zhejiang Province