钦杭成矿带东段中生代陆相火山沉积-热液叠改成矿系列*

张雪辉[1]，骆学全[1]，郭维民[1]，孙建东[1]，张 华[1]，张春茂[2]

（1 南京地质调查中心，江苏 南京 210016；2 成都理工大学，四川 成都 610059）

钦杭成矿带东段西起江西萍乡，东至浙江绍兴，是受钦杭结合带控制的一条重要的铜、金、铅锌、铀等多金属成矿带。该成矿带主要成矿系列包括与燕山期Ⅰ型中酸性岩浆活动有关的铜钼金银铅锌钨矿床成矿系列、与燕山期 S 型酸性岩浆活动有关的钨锡银铅锌铀钍矿床成矿系列、中晚元古代海相火山沉积-叠改型铜金铅锌矿床成矿系列、晚古生代海相热水喷流沉积-叠改型铜硫钨铁钴铅锌矿床成矿系列和韧性剪切带型金矿床成矿系列（杨明桂等，2004；朱庆安等，2009）。

由于以往发现的火山喷发-沉积作用形成的矿床规模小，研究程度较低。加之常受到后期火山、次火山热液叠加改造较强，往往忽视了前期火山喷发-沉积成矿作用的贡献。冷水坑银铅锌矿床中层状矿体、江西盛源 60 大型铀矿床等的发现，为系统研究火山沉积-热液叠改成矿作用及其成矿系列提供了难得的窗口，也显示了该类矿床巨大的找矿潜力。

1 中生代陆相火山沉积-热液叠改成矿作用

中生代陆相火山喷发平静期，火山洼地常接受火山湖相沉积，形成碳酸盐岩、硅质岩、火山沉积岩。该时期虽然无强烈爆溢、爆发作用，但部分火山洼地火山喷气、热泉作用依然强烈，可能携带大量成矿物质进入盆地，形成层状的含矿（Fe、Mn、Pn、Zn、Ag、U）火山沉积岩层（孙坑、冷水坑下鲍），个别可形成工业矿体（盛源 60 铀矿）。

火山喷发-沉积岩层由于岩性多变，各类岩石渗透性、化学活动性不同，往往成为含矿火山-次火山热液良好的运移通道和隔挡层，而该套岩系中普遍富含钙质，能降低成矿流体的酸度，利于矿质的沉淀。此外，由于各分层物理性质不同，受外界应力作用，常常会发生层间滑动破碎，更便于对前期同生沉积矿化进行叠加改造。

张万良（2000）指出盛源 60 铀矿经历火山喷发沉积和火山期后热液两期成矿作用，分别形成 U-胶磷矿型矿体和 U-萤石型矿体。前者为矿床主体，呈层状、似层状、透镜状，产状与地层一致，含矿地层为鹅湖岭组凝灰质砂岩、粉砂岩、沉凝灰岩，铀多以类质同象、少数吸附形式赋存胶磷矿中，含铀胶磷矿含大量凝灰质（胶磷矿常胶结石英、长石晶屑），胶磷矿裂纹被凝灰质充填，铀-磷矿石呈胶状、块状、条带状构造，可见含铀胶磷矿沿凝灰质砂岩微层理分布，沉积球粒状菱铁矿与含铀胶磷矿共生。这期矿化与含矿地层的形成时代相一致（表 1），大量地质证据显示火山喷发沉积成矿作用的存在，而且形成了工业铀矿体。而 U-萤石型矿体呈脉状仅局部产出，叠加于前期 U-胶磷矿型矿体之上。

孙坑铅锌矿被认为在晚侏罗世西山头期火山洼地湖相火山喷气、喷流作用形成矿源层，而后次火山岩侵入带来的热液和矿质，使已沉积的成矿物质富集叠加（朱庆安等，2009）。该矿床铅锌矿体分布受一定沉积环境控制，产于火山洼地中心部位，主要以似层状、透镜状、扁豆状矿体产于西山头组凝灰质砂岩、粉砂岩、沉凝灰岩中，矿体与围岩整合接触，并具多层性。个别地段有脉状矿体产出（浙江省第十一地质大队，1993）铅同位素来源单一，单阶段模式年龄为 125 Ma，接近火山岩成岩年龄（胡永和，1990）。上述特征能够说明存在火山喷发（喷流）沉积成矿作用，而钾长花岗斑岩对层状含铅锌矽卡岩和脉状铅锌矿化的控制（朱庆安等，2009）则是矿床叠改成矿作用的显示。

冷水坑铅锌银矿床下鲍、小源、营林矿段层状矿体均被称为层控叠生型（周建祥，2009；孟祥金等，2008；魏明秀，1997；黄振强，1992），认为首先火山喷气、热水沉积形成铁锰碳酸盐，后经构造破碎形成层间破碎带，次火山热液叠加，充填交

*本文受中国地质调查局项目“萍乡-绍兴结合带铜多金属成矿规律研究”（编号：1212011120846）资助

代形成铅锌银矿体，局部铁锰碳酸盐变质形成磁铁矿。笔者最近对层状矿体中铁锰碳酸盐岩角砾进行 C、O 同位素和稀土元素测试，发现其碳氧同位素组成介于淡水碳酸盐与深部物源岩石之间，C、O 可能主要来自岩浆，部分来源于湖相沉积。铁锰碳酸盐岩角砾的稀土总量较低(7.18～36.08)×10^{-6}，平均 14.87×10^{-6}，正铕异常极为明显，δ Eu 为 2.00～25.24，平均 7.35，这可能与湖底喷流热水活动有关（伊海生，2008）。上述 C、O 同位素和稀土元素特征进一步证实了铁锰碳酸盐岩为火山喷气、热水沉积作用的产物。

表 1 中生代陆相火山沉积−热液叠改型铅锌银铀铁成矿系列简表

矿床式	成矿元素	构造环境	赋矿围岩	侵入岩	成矿时代	矿床成因	代表性矿床	年龄数据来源
盛源式	U	深断裂带火山盆地边缘	晚侏罗世鹅湖岭组凝灰质砂岩、粉砂岩、沉凝灰岩、	燕山晚期花岗斑岩脉	火山沉积成矿期：132～140.6 Ma，火山热液成矿期：105 Ma	火山沉积-火山热液叠改	盛源 60、北坑、施加、南山梗	核工业北京地质研究院，1975；核工业 270 研究所，1988；林详铿，1990
孙坑式	Pb、Zn	温州-临海拗陷带火山盆地	晚侏罗世西山头组凝灰质粉砂岩、泥质灰岩	钾长花岗斑岩岩脉	铅同位素单阶段模式年龄为 125 Ma	火山喷发沉积-热液改造型	孙坑、里金、白溪（铁）	胡永和，1990
冷水坑下鲍式	Ag、Pb、Zn	武夷隆起前缘	晚侏罗世打鼓顶组中酸性火山岩中铁锰碳酸盐角砾岩夹层	次火山花岗斑岩（146.3 Ma）	火山沉积成矿期：155.1～156.0 Ma，次火山热液成矿期：146.3 Ma	火山沉积-次火山热液叠加型	下鲍、小源、营林	笔者另文发表

2 中生代陆相火山沉积-热液叠改成矿系列

杨明桂等（2004）将包括钦杭成矿带江西段在内的江西北部地区金属矿床成矿系列分为成矿系列组合、成矿系列、成矿亚系列、矿床式和矿床五级。除划分出沉积作用、岩浆作用、变质作用分别形成的三大矿床成矿系列组合外，考虑到区内还存在与晋宁期海底火山、晚古生代热水喷流-岩浆热液叠改型铜多金属矿床、中生代陆相火山沉积-热液叠加改造型铀矿床，其成矿作用独特，故单独列出，称为火山、热水沉积-叠改型铜钨金铅锌钴铁铀矿床成矿系列组合。并在该成矿系列组合中设立中生代陆相火山沉积-热水叠改型铀（钍）矿床成矿系列，将盛源 60 矿作为该成矿系列唯一的矿床式。朱庆安等（2009）将孙坑式铅锌矿归入与岩浆作用有关的成矿系列组合中的与燕山期陆缘火山作用有关的金属成矿系列之与燕山期火山喷发-沉积洼地有关的铅锌、磁铁矿成矿亚系列中。鉴于冷水坑下鲍等矿段层状铅锌银矿体严格受控于打鼓顶组上部铁锰碳酸盐角砾岩夹层，主要经历了两期成矿作用，一期为火山喷气-沉积期，形成铁锰碳酸盐矿物及与之相伴的白云石、含水石英、碧玉等，可能含有微量的铅锌银（孟祥金等，2008），另一期为次火山期后热液交代成矿期（铅锌银矿化、磁铁矿矿化）。笔者将冷水坑下鲍式（铁锰）铅锌银矿、盛源式铀矿、孙坑式铅锌铁矿一并列入中生代陆相火山沉积-热液叠改型铅锌银铀铁成矿系列（表 1）中，并采用杨明桂（2004）的划分方案将该成矿系列归入火山、热水沉积-叠改型铜铅锌银铀钨金钴铁矿床成矿系列组合。由此该成矿系列包括 3 个矿床式。

参 考 文 献（略）