

庐枞盆地中生代岩浆岩岩石地球化学特征及 大地构造环境*

邓江洪¹, 杨晓勇¹, 池月余², 吴文龙², 余良范³, 张千明²

(1 中国科学技术大学地球和空间科学学院, 安徽 合肥 230026; 2 安徽省地质矿产勘查局 327 地质队, 安徽 合肥 230011; 3 安徽省国土资源厅地质调查中心, 安徽 合肥 230001)

长江中游岩浆岩带主要由 3 个系列岩浆岩组成: ① 高钾钙碱性系列, 发育在以铜陵、安庆地区为代表的隆起区(常印佛等, 1991); ② 橄榄安粗岩系列, 发育在以庐枞、宁芜地区为代表断陷火山岩盆地内(任启江等, 1991; 王德滋等, 1996); ③ A 型花岗岩类(碱性侵入岩和花岗岩), 沿长江断裂分布, 隆起区和断陷区均有出露(邢凤鸣等, 1999)。庐枞盆地地处长江中下游地区, 位于扬子板块北缘, 其西北侧为华北板块。庐枞盆地西北侧以 NNE 向的罗河—裴岗—练潭断裂为界, 东南侧紧邻 NEE 向的沿江大断裂, 构成一个长约 56 km, 宽约 24 km, 面积约 1 032 km² 的“基底坳陷型”火山盆地, 西侧紧临庐断裂。处于太平洋板块向欧亚板块俯冲所影响的范围之内, 是我国长江中下游铜、金成矿带一个重要的矿集区(常印佛等, 1991)。盆地内晚中生代岩浆作用强烈, 形成了一套由龙门院组、砖桥组、双庙组和浮山组构成的橄榄安粗质火山岩和大量 A 型花岗岩类(安徽省区域地质调查队, 1987)。

运用元素地球化学研究方法, 对区域成岩成矿环境进行了科学的判别, 获得巴家滩岩体形成于岛弧环境; 后期黄梅尖正长岩体属于 A 型花岗岩, 板块俯冲后侧松弛所进入一个张性的构造环境。

1 地背景及研究样品

庐枞盆地内火山岩系可划分为四个喷溢堆积旋回, 即龙门院旋回、砖桥旋回、双庙旋回和浮山旋回, 分别对应于龙门院组、砖桥组、双庙组和浮山组火山岩地层; 每个火山旋回都是由爆发相开始, 此后溢流相逐渐增多, 最后以火山沉积相结束, 喷发方式由裂隙—中心式向典型的中心式喷发演化(安徽省区域地质调查队, 1987)。

龙门院旋回火山岩主要沿庐枞盆地边缘分布, 在东北部很少有发育, 在东部主要分布于大青山—马鞍山—龙王尖一带, 在南部主要分布于枞阳县金鸡旦、官桥、拔茅山南坡、团山湾和大许庄等地, 在中部主要分布于庐江县龙门院、枞阳县中岗一带。砖桥旋回火山岩主要分布在庐枞盆地内圈, 在盆地中部广泛分布, 在盆地北部分布较少, 在盆地东部汪家冲—塘猫尖—茅岭一带有分布, 在南部黄公山—杀虎台地区发育砖桥组第一段。双庙旋回火山岩在庐枞盆地南部主要分布于枞阳县五里拐—大铜山一带, 在盆地中部主要分布于庐江县双庙、黄山寨及枞阳县牡丹尖、柳峰山、过旗山等地, 在盆地东部和北部不发育。浮山旋回火山岩在庐枞盆地南部主要分布于枞阳县将军山—太公山一带, 在盆地中部主要分布于龙城山、浮山、柳峰山和七家山等地, 在盆地东部不发育。

根据安徽省区域地质志资料(1987): 庐枞盆地龙门院组火山岩地层直接与下伏罗岭组呈轻微角度不整合接触, 厚度和岩性组合较稳定, 以角闪粗安岩为明显的岩组标志。龙门院组自下而上可分为 3 个喷发—沉(堆)积韵律层, 分属上、下 2 段。下段(第一韵律层)主要为紫色玄武粗安质厚层火山角砾岩、角闪粗安岩。上段(第二韵律层)主要为中细斑角闪粗安岩、角砾熔岩、凝灰熔岩、灰色薄层沉积凝灰岩; 上段(第三韵律层)主要为黄褐色中斑角闪玄武粗安岩、灰紫色厚层晶屑凝灰岩。

砖桥组火山岩地层可分为上、中、下 3 段。下段: 以粗安质角砾岩、沉积凝灰岩为主, 于下伏龙门院组呈喷发不整合接触, 可进一步划分为 3 个韵律层: 第一韵律层: 主要为灰黑色角砾岩、沉积凝灰岩、晶屑凝灰岩、沉积凝灰岩; 第二韵律层: 主要为浅紫红色角砾熔岩、沉积角砾凝灰岩、凝灰角砾岩、角砾晶屑凝灰岩; 第三韵律层: 主要为灰绿色粗安岩、角砾凝灰岩、晶屑凝灰岩、沉积凝灰岩、紫灰色凝灰质粉砂岩。中段: 以沉积凝灰岩、凝灰质砂岩、页岩为主, 具韵律层状构造, 夹粗安岩。上段: 以辉石粗安岩为主, 亦见有角砾凝灰岩、凝灰岩、沉积凝灰岩。

双庙组火山岩地层与下伏砖桥组呈不整合接触, 以粗面玄武质火山岩、粗安质火山岩、粗面质火山岩为主, 从下到上可分为 3 段。下段: 主要为紫红色粉砂岩(含钙质结核)、凝灰质粉砂岩、凝灰角砾岩、集块岩; 中段: 主要为灰色粗面玄武岩、紫红色凝灰质粉砂岩、含角砾粗面玄武岩、粗面玄武质角砾熔岩、粗面岩、局部夹橄榄粗面玄武岩; 上段: 主要为灰黑色粗面玄武岩、玄武粗安岩、夹凝灰质粉砂岩。

浮山组火山岩地层与下伏双庙组呈不整合接触, 以粗面质火山岩为主, 按岩性可以分为两段。下段: 主要为粗面质熔结凝灰岩、凝灰角砾岩; 上段: 主要为粗面岩。

区内 A 型花岗岩类岩体主要分布于盆地东南缘, 从安庆的大龙山岩体, 经枞阳县的城山岩体到黄梅尖岩体, 作 NE 方向

*本研究受到中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-YW-15)和国家自然科学基金项目(No. 90814008)资助
通讯作者 杨晓勇, 男, 1964 年生, 博士, 教授, 矿床地球化学专业。Email: xyyang555@163.com

延伸,另有少量A型花岗岩类岩体散布于盆地中,如矾山镇和巴家滩等岩体。主要岩石类型是石英正长(斑)岩和正长(斑)岩,次为石英二长(斑)岩、辉石二长(斑)岩和碱长花岗岩,地表出露面积共约277 km²,其中石英正长岩和正长岩出露面积最广,超过265 km²,辉石二长岩主要见于巴家滩,出露面积约4 km²,石英正长(斑)岩和碱长花岗岩出露很少(出露面积均小于1 km²)(安徽省地质局三一七地质队,1969)。这些岩体大都是复式岩体,其内产有一些同源岩石包体,与上覆中生代火山岩地层呈侵入接触关系(章邦桐等,1988;任启江等,1991;郑永飞等,1997)。

本文研究的样品主要为双庙组橄榄安粗岩系列,同时对区内的二长岩和A型花岗岩作为研究对象。

经显微镜鉴定,双庙组中段(玄武质)粗面安山岩:岩石呈灰黑色,块状构造,交织结构。主要矿物为斜长石和辉石。巴家滩辉石二长岩:呈灰色,半自形中粗粒状结构,块状构造。主要由碱性长石(35%~40%)、斜长石(35%~40%)、辉石(10%~15%)和黑云母(2%~3%)组成。黄梅尖A型花岗岩:为浅肉红色,似斑状结构,块状构造,斑晶占50%以上,以碱性长石、斜长石、黑云母为主。

2 岩石地球化学特征

2.1 主量元素

该区双庙组火山岩的SiO₂含量中等偏高,变化范围48.38%~58.75%,平均值55.49%;巴家滩侵入岩体为49.04%~54.89%,平均值53.01%;黄梅尖侵入岩体为64.5%~70.21%,平均值65.20%。

该区岩石均表现富碱富钾特征,富Al,贫Ti,高Fe₂O₃。

在TAS图解中,该区绝大部分岩石都落在碱性系列范围内,双庙组火山岩主要为玄武粗安岩和粗面安山岩,少数为粗面安山岩,巴家滩侵入岩主要位于二长闪长岩和二长岩的区域内,黄梅尖侵入岩则更显酸性,分布在正长岩和花岗岩的区域内。硅钾图又显示该区绝大部分都落在钾玄岩(橄榄安粗岩)系列范围内。

2.2 微量元素

双庙组火山岩有相当高的Rb、Sr含量,Rb变化范围77.2×10⁻⁶~254×10⁻⁶,平均值160.89×10⁻⁶,Sr变化范围189×10⁻⁶~1030×10⁻⁶,平均值754.06×10⁻⁶,以及远高于陆壳和地幔的Rb/Sr比值。Cr、Ni的含量低;微量元素球粒陨石标准化蛛网图显示,该组火山岩中Rb、Sr、Ba、Cs、K等大离子亲石元素富集;U、Th、Zr、Hf等高场强元素(HFSE)有显著的正异常,部分样品出现正铈的正异常,实际上已经反映了明显的富Nb特征。

巴家滩岩体及黄梅尖岩体微量元素球粒陨石标准化蜘蛛图解显示出了与双庙组火山岩相似的特征,Rb、Sr、Ba、Cs、K等大离子亲石元素富集。黄梅尖岩体Sr、Ba显著亏损,这是A型花岗岩的典型特征;U、Th、Zr、Hf等高场强元素(HFSE)有显著的正异常。

而该侵入岩体与双庙组火山岩有着完全相同的过渡金属特征,这些微量元素特征充分显示了该区3处岩浆岩具有同源性。

2.3 稀土元素

由稀土元素球粒陨石标准化分布型式图可以看出庐枞地区岩浆岩均具有右倾的特征,这种右倾型轻稀土元素富集,重稀土元素分馏不明显,轻稀土元素部分斜率大于重稀土元素部分的稀土元素分布特征明显不同于一般的幔源岩石(如洋中脊玄武岩)常具有的重稀土元素富集的分布模式,说明其源区并非正常的原始地幔或软流圈亏损地幔,很有可能是岩石圈地幔。

3 构造环境判别

于学元等(1981)首先提出庐枞地区中生代火山岩属橄榄安粗岩系,由于基性岩所占比例较小而中性岩占70%,他命名为安粗岩系,认为富钾、铝的安粗岩浆是上地幔100~175 km深度上,在地幔事件的影响下,由含金云母的石榴石-二辉橄榄岩低度部分熔融(2%~3%)产生的。薛怀民等(1989)最早提出宁芜地区火山岩属橄榄安粗岩系,通过对比认为完全符合Morrison(1980)橄榄安粗岩系的标准。

王德滋等(1991)对橄榄安粗岩系的研究现状做了介绍,说明了橄榄安粗岩系的成因,再一次肯定宁芜、庐枞盆地火山岩属橄榄安粗岩系,并提出“橄榄安粗岩省”的概念,提出了世界上橄榄安粗岩系形成的两种不同的构造环境。

构造环境判别显示:巴家滩岩体形成于岛弧环境。后期黄梅尖正长岩体属于A型花岗岩,且为A1型花岗岩,显示物质来源于地幔,进入一个张性的构造环境,这与岛弧的构造环境也是吻合的;是板块俯冲后侧松弛的结果。双庙组火山岩样品数据分别在微量元素、主要元素、次要元素构造环境判别图中,均显示其集中在火山弧钙碱性玄武岩(CAB)范围内,表明其形成于类似于火山弧的构造环境。该区三种不同类型的岩石均显示出岛弧特征,表明与俯冲带有关。而且双庙玄武粗安岩属于典型的富铈类型,推测属于岛弧环境下的产物(Sajona et al., 1996)。

4 讨论及结论

(1) 庐枞地区中生代早白垩世岩浆岩,属于橄榄安粗岩系列,形成于拉张的火山弧环境,受古太平洋板块向欧亚板块的陆-洋俯冲的控制,并且是洋中脊俯冲,洋壳在岛弧深部的重熔作用产生了相对富铈的双庙玄武粗安岩。

(2) 庐枞地区岩浆岩的源区是由俯冲洋壳脱水产生的富集流体交代上覆岩石圈地幔形成的富集地幔,洋中脊俯冲导致软流圈地幔卸载上涌,是富集地幔发生部分熔融的直接热源。

(3) 燕山晚期庐枞地区处于俯冲洋壳俯冲环境,深部软流圈物质上涌是导致该区多金属(铁、铜、金、银)元素聚集的直接原因,岛弧型的岩浆作用,最终形成几个大型铁矿床(如罗河、泥河铁矿)和很多中小型的铜(金)矿床(如井边铜矿)。

参考文献(略)