

江南隆起带东段皖赣相邻区燕山期的地球动力学背景 与多金属成矿作用

周涛发¹ 袁峰¹ 侯明金² 杜建国² 范裕¹ 朱光¹ 岳书仓¹

(1) 合肥工业大学资源与环境工程学院, 合肥 230009; (2) 安徽省地质调查院, 合肥 230001

1. 成矿系列与流体成矿系统

江南隆起带东段皖赣相邻区(图1)作为扬子基底隆起(郭令智等, 1995; 舒良树等, 1995)的一部分, 其北部为下扬子台坳, 为一燕山期的火山-侵入岩带和一系列中新世火山-断陷盆地, 发育有重要的铁、铜、金成矿带(常印佛等, 1991), 其南侧是包括元古宙基底、古生代-中三叠世沉积盖层和中新世陆棚沉积的华南加里东褶皱区(程裕淇等, 1994; 张德会, 1998), 发育赣南钨、锡、铋、钼、稀土、铀、稀有金属成矿带, 其东为东南沿海构造-岩浆成矿域, 发育有东南沿海铜、金、铅、锌、金、银、多金属成矿带, 总体上, 上述三个成矿带的典型成矿元素在研究区(皖赣相邻区)都有出现(图1), 研究区表现出较明显的过渡带特征, 为一重要的铜、金成矿区, 金属矿产资源丰富, 发育有多个大型和超大型金属矿床(图1), 其中已查明的4个大型铜矿床约占我国铜储量17.5%(江西银山铜铅锌金银矿床, 1996), 大型岩金矿床一处, 中型银矿床、钼矿床多处, 但金属矿床基本集中于赣东北的德兴-乐平一带, 即所称的乐-德成矿带, 研究区安徽境内虽矿化类型众多, 矿点、矿化点广泛分布, 但矿床规模小, 工业价值十分有限。

根据矿床地质地球化学特征和成矿地质背景综合分析, 将研究区的多金属矿床成矿系列分为以下4个成矿系列和若干亚系列: (1) 与基底变质岩系有关的剪切带型金(银)矿床成矿系列; (2) 与(幔源)中酸性岩浆活动有关的金、铜、多金属成矿系列; (3) 与(壳源)酸性岩浆活动有关的多金属成矿系列, 该系列又分为元古界浅变质岩地区金矿床和发育于震旦系及古生界盖层中的钨、锡、钼、铋、铜、铅、锌等多金属矿床2个成矿亚系列; (4) 与基性-超基性岩浆岩有关的铬铁矿矿床成矿系列。

研究区的流体成矿系统可划分为3大类(周涛发等, 2003): (1) 与韧性剪切作用有关的复合流体成矿系统(系统1), 成矿流体早期主要为变质水, 后期为大气降水和岩浆水的混合; (2) 与幔源岩浆活动有关的深源流体成矿系统(系统2), 成矿流体与多期多阶段的岩浆活动有关, 早期主要为岩浆水, 后期为岩浆水和大气降水的混合; (3) 与壳源(构造-)岩浆活动有关的混合流体成矿系统(系统3), 包括2个亚系统, 产于浅变质岩区断裂破碎带中的金矿床(系统3-1)流体为大气降水和岩浆水的混合, 产于岩体周围震旦系和早古生代地层中的多金属矿床的成矿流体(系统3-2)主要为大气降水和部分岩浆水的混合。上述成矿流体系统中, 与韧性剪切作用有关的复合流体成矿系统(系统1)在皖南地区较发育, 在赣东北地区非常发育; 与幔源岩浆活动有关的深源流体成矿系统(系统2)在赣东北地区非常发育, 在皖南地区不发育; 老地层区与壳源(构造-)岩浆活动有关的混合流体成矿系统(系统3-1)以及沉积

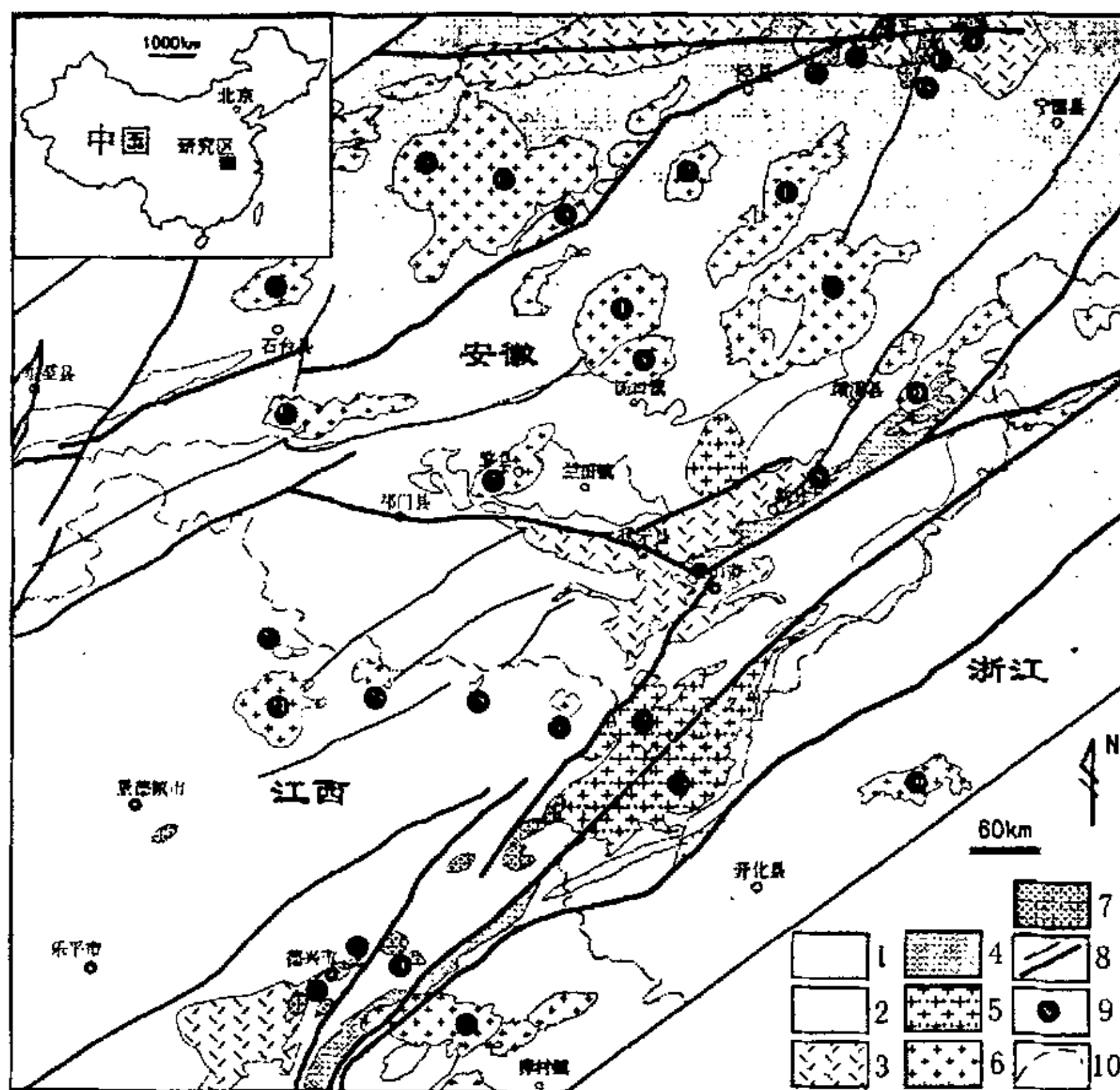


图1 江南隆起带东段皖赣相邻区地质略图

1-基底, 2-盖层, 3-火山岩盆地, 4-基性、超基性岩, 5-晋宁期花岗岩, 6-燕山期花岗岩, 7-燕山期斑岩, 8-主干及次级断裂, 9-岩体编号, 10-省界。主要岩体对应编号: 1 榔桥, 2 姚村, 3 狮子林, 4 太平, 5 黄山, 6 旌德, 7 黟县, 8 歙县, 9 伏岭, 10 青阳, 11 九华山, 12 谭山, 13 仙霞, 14 溪口, 15 大李村, 16 奎坑, 17 安子山, 18 马石, 19 莫干山, 20 铜厂, 21 银山, 22 富家坞, 23 大茅山, 24 鹅湖, 25 蒙山, 26 周坊, 27 周田, 28 新建, 29 灵山, 30 莲花山。

盖层区与壳源(构造-)岩浆活动有关的混合流体成矿系统(系统3-2)在皖南地区发育,在赣东北地区不甚发育。流体成矿系统的差异造成了江南隆起带上分别发育不同的矿床系列。在赣东北地区形成超大型剪切带型金(银)矿床、超大型斑岩型铜、金矿床和铜、铅、锌、银、金矿床,在皖南地区则形成小型剪切带型金(银)矿床、小型热液型金矿床、小型热液型铅、锌、银多金属矿床和中、小型斑岩型钼、钨矿床等。

2. 成矿作用的地球动力学背景

江南隆起带的成矿作用与该区的区域成矿地质条件、深部地质作用过程密切相关,涉及壳-幔作用、基底组成及含矿性、岩浆活动、成矿流体来源、构造作用等诸多控制成矿作用过程与成矿潜力的因素。

研究区跨越九岭、障公山和怀玉等三个亚构造区。印支-燕山早期以来,该带成为陆内造山带,其中发育了一系列近东西向、向北逆冲的逆冲-推覆构造,稍后叠加上北东向和北西向

断裂-褶皱构造, 基底岩系相互叠置, 强烈隆升。江南造山带属板内叠置山系(朱光等, 2000)。江南陆内造山带形成于壳-幔相互作用等深部过程、北部华北与扬子地块发生陆-陆碰撞、南部华南地块向北推挤以及随之作用的太平洋板块与欧亚板块相互作用的区域复合动力学背景。江南隆起带与大别-苏鲁造山带的区别可能是江南隆起带为陆内造山带, 大别-苏鲁造山带为陆间造山带。江南隆起带在中生代已经为一近乎刚性的陆块, 而大别-苏鲁造山带为华北和扬子两地块的俯冲、对接和碰撞形成的。当华南地块向北碰撞推挤, 首先在软弱带的大别地区发育俯冲碰撞型陆间造山带, 俯冲碰撞到一定程度时, 则不再能消减来自南部的强大的推挤力, 使得推挤力向后退缩, 从而在江南隆起带发生陆内造山作用, 形成一系列切入中下地壳的逆冲推覆厚皮构造为主要特征的江南中生代叠置山系。区域水平方向的推挤作用, 加上由于江南隆起的南北两侧的岩石圈和地幔上隆对中间产生的挤压作用, 致使江南地块隆起造山。

江南隆起带的深部结构构造表现为明显的平面分区块性、剖面分层性(陈沪生等, 1999)。江南隆起区的皖南地区软流圈、岩石圈地幔、莫霍面等具有明显的埋深大, 厚度大, 上覆地壳厚度大, 为地幔坳陷区, 有如下规律: 地幔坳陷区→热流不易上升侵入下地壳→岩石圈加厚区→地幔盖层厚度大→莫霍面埋深深→下地壳厚度小→低速高导层埋深深→上地壳厚度大→成矿不利部位→对应于现存的成矿零星区, 如皖南一带的众多的矿点和小型矿床, 而没有大规模的成矿集中区。而江南隆起区的德兴地区和北侧的下扬子坳陷都与之相反, 为地幔隆起区, 上覆的地壳厚度薄, 有如下规律: 地幔隆起区→热流上升易侵入下地壳→岩石圈减薄区→地幔盖层薄→莫霍面埋深浅→下地壳厚度大→低速高导层埋深浅→上地壳厚度小→成矿有利部位→对应于现存的大型矿集区, 如铜陵、德兴等有色贵金属大型成矿集中区。莫霍面急剧起伏区, 岩石圈厚 100-80km, 地幔盖层厚<70km, 莫霍面埋深 32-34km 等所对应的地区, 常与大型矿集区有关。

江南隆起带存在多期岩浆活动, 主要发生在晋宁期和燕山期。燕山期的岩浆活动也可分为早期和晚期(周涛发等, 2004), 皖南地区燕山期侵入岩浆作用发生的时间集中在 120~130Ma 和 130~140Ma 之间, 赣东北地区的时间范围较广, 在 100~180Ma 之间均有分布, 但主要为大于 140 Ma, 且侵入岩浆活动相对集中于 160~180Ma。此外, 赣东北及皖南燕山期火山岩为燕山早期产物, 浙西燕山期火山岩为燕山晚期产物。江南隆起带不同地区燕山期斑岩体、花岗岩体的成岩物质来源明显不同。皖南燕山期花岗岩和斑岩体、浙西燕山期花岗岩及赣东北燕山期花岗岩成岩物质以壳源为主, 其源岩为上溪群千枚岩(或成分类似于上溪群的变质沉积岩), 源岩中夹有一定的幔源物质, 而赣东北燕山期斑岩体为幔源岩浆及其与地壳相互作用的产物, 幔源岩浆的直接参与是赣东北地区燕山期与斑岩有关的多金属矿床发育的重要因素。赣东北地区燕山期斑岩体是一套明显受陆内深断裂控制的同熔型岩浆岩, 属于 M 型与 Hm 型过渡类型或 KCG 型花岗岩(Barbarin, 1999), 为亏损地幔部分熔融形成, 而皖南燕山期花岗岩和斑岩体、浙西及赣东北燕山期花岗岩与陆壳改造系列类似, 为 S 型与 Hs 型过渡类型或 CPG 型的花岗岩。江南隆起带不同地区燕山期侵入岩形成的构造背景不同。赣东北燕山期斑岩体形成时代较早(180Ma-160Ma), 形成的构造环境既有拉张, 又有挤压, 属于由拉张向挤压过

渡的动力学体制,主要受控于与壳幔作用及古断裂活化,拉张应力体制的存在以及古断裂活化使赣东北深大断裂下切至上地幔,使幔源岩浆直接参与到成岩成矿过程中;皖南燕山期花岗岩体和斑岩体、浙西及赣东北燕山期花岗岩形成时代为 160Ma 以后,主要受控于复合动力学机制,整个区域处于挤压环境。

江南隆起带区域上的成矿分带和时空演化可能与壳-幔作用引发的构造-岩浆-流体作用密切相关。赣东北地区正好位于幔凹和幔隆转折带上的幔坡带上,构成了赣东北德兴-银山-金山等大型-超大型矿床的深部背景,壳幔结构特征和演化即地幔隆起对该区的成岩成矿作用构成了重要的制约。皖南地区位于江南隆起带北侧另一东西向延伸的重力低区,对应地幔坳陷区,地壳厚度大于赣东北的德兴-银山-金山地区,两地区的深部背景存在一定的差异。江西德兴-银山-金山等地区位于一 NE 走向的低 T_m ($<1.6\text{Ga}$) 花岗岩带 (Gilder et al, 1999; 陈江峰等, 1998; 周涛发等, 2003, 2004) 上, Sr-Nd 同位素制约表明该区的侵入岩浆作用过程中,曾发生了强烈的壳-幔相互作用和新生幔源物质的加入,中生代低 Nd 模式年龄花岗岩带的存在与赣东北深断裂的空间耦合,可能反映了该区地壳内部 NE 向的断裂带或裂谷带的线性拉张减薄作用引起地幔物质的加入和地壳的局部净增长,壳-幔作用过程与深大断裂的耦合,促使地壳拉张、地幔上涌,壳、幔源区的多次熔融作用引起成矿作用的多次发生和成矿物质的大量聚积。皖南地区则不具备上述特征。因此,深部结构特点和壳-幔作用过程及其引发的岩浆活动的差异可能是造成赣东北和皖南两地区成矿作用差异明显的根本原因。

综合分析表明,研究区仍有较大的成矿远景和资源潜力,但总体看来,相对于皖南地区,赣东北地区燕山期的壳-幔作用强烈和构造作用强烈,幔源物质明显介入成岩成矿作用过程,岩浆活动及热液作用发动时间早、持续时间长,成矿流体系统发育,因而,其成矿作用的规模和强度明显大于皖南地区,具备形成大型和超大型矿床的诸多优越条件,其成矿潜力也明显优于皖南地区。赣东北地区在剪切带型金矿床、斑岩型铜、金矿床和铜铅锌银金矿床方面仍然具有很大的成矿潜力,而皖南地区在剪切带型金矿床、热液型、斑岩型多金属矿床方面具有一定的成矿潜力和找矿前景。

3. 主要结论及存在问题

江南隆起带东段皖赣相邻区燕山期的多金属成矿作用受地球动力学背景的明显制约。深部结构特点和壳-幔作用过程及其引发的岩浆活动的差异导致研究区不同构造分区发育不同类型的成矿流体系统及对应的成矿系列。研究区仍有较大的成矿远景和资源潜力。存在的问题包括燕山期深部结构的反演、壳幔作用的机制与过程、深部过程与各构造分区浅部构造作用的动力学配置及其与成矿作用的耦合关系等,有待深入研究。

主要参考文献:

- [1] 郭令智,等. 江南中、新元古代岛弧的运动学和动力学. 高校地质学报, 1995, 1(2): 1~13
- [2] 舒良树,等. 江南中段板块-地体构造与碰撞造山运动学. 南京: 南京大学出版社, 1995
- [3] 常印佛,等. 长江中下游铜铁矿床. 北京: 地质出版社, 1992

- [4] 程裕淇主编. 中国区域地质概论. 北京:地质出版社, 1994
- [5] 张德会. 乐华-德兴成矿带成矿作用研究的进展、问题及展望. 地质论评, 1998, 44(5):502~510
- [6] 江西银山铜铅锌金银矿床编写组. 江西银山铜铅锌金银矿床. 北京:地质出版社, 1996
- [7] 周涛发, 等. 江南隆起带东段皖赣相邻区的成矿条件与资源潜力对比研究. 自然科学进展, 2003, 13(10):1036~1041
- [8] 朱光, 等. 皖南江南陆内造山带的基本特征与中生代造山过程. 大地构造与成矿学, 2000, 24(2):103~111
- [9] 陈沪生, 等. 1999. 下扬子及邻区岩石圈结构构造特征与油气资源评价. 北京:地质出版社
- [10] 周涛发, 等. 江南隆起带东段皖赣相邻区燕山期花岗岩类的成因及形成的地球动力学背景. 矿物岩石, 2004, 24(3): 65~71
- [11] Gilder S A, et al. Isotopic and paleomagnetic constrains on the Mesozoic tectonic evolution of southern China. J Geophy. Res. 1996, 101:16137~16154
- [12] 陈江峰, 等. 中国东南地壳增长与 Nd 同位素模式年龄, 南京大学学报(自然科学版), 1999, 35(6):649~658
- [13] Castro A. H-type(Hybrid)granitoids: a proposed revision of the granite-type classification and nomenclature. Earth-Science Reviews. 1991, 31:237~253
- [14] Barbarin B. 花岗岩类岩石类型成因及其动力学环境之间关系的述评. 国外地质科技, 1999, (2): 42~53