

佛子岭岩群中的晋宁期深成岩带及其构造含意

马文璞¹⁾ 王关玉²⁾ 王果胜¹⁾

1) 中国地质大学,北京,100083; 2)北京大学地质学系,100871

内容提要 在北淮阳带东段,原卢镇关岩群小溪河组火山—深成杂岩是最主要的岩浆活动带。作者们在追索北秦岭加里东期岛弧东延的过程中,对该火山—深成岩带北部四个侵入佛子岭岩群的变形花岗岩测定了单颗粒锆石 U-Pb 年龄,所得结果为 744 ± 9 Ma 和 665 ± 39 Ma, 属震旦纪, 讨论了由此测定结果产生的佛子岭岩群的时代和对比、大别地块的构造归属以及晋宁期的构造环境和演化顺序等问题。

关键词 佛子岭岩群 晋宁期变形花岗岩 北淮阳带东段

90年代后期秦岭一大别造山带研究的一个重要进展是证实了北秦岭带中加里东期弧系的存在。它们从周至以南的黑河火山弧(Xue et al., 1996)经丹凤弧(张成立等,1996)、豫西二郎坪群(刘国惠等,1993)和桐柏的彭家寨岛弧带(Kroner et al., 1993)、向东一直延伸到豫东南的光山马畈(杨坤光等,1998)。这个弧系的活动时限从 >487 Ma 到 397 Ma(相当于早奥陶到早泥盆世), 空间配置和构造极性显示主洋盆沿商丹缝合带、二郎坪群代表当时弧后盆地、面向南的华北陆块南部活动大陆边缘体系的一部分。进一步向东追索这个早古生代岛弧对于确定北淮阳带东段的构造格局及其与造山带西段的对比显然具有重要意义。

安徽境内北淮阳构造带前造山期的地层由佛子岭群和卢镇关群构成,它们对于填补大别山因超高压变质岩剥露而缺失的上覆数十千米岩石-地层柱、再造印支期大陆拼合前的演化历史十分重要。在这两个地层单位中,新一轮1:50000区调已证实卢镇关群60%以上实际上是变质变形岩体,表壳岩成包体状零散分布其中,因而已被解体(张鹏,1992)并被一些作者认为是构造混杂体(杜建国等,2000)。由细陆源碎屑岩组成、变质成绿片岩相的佛子岭群便成为仅有的完整表壳岩地质体。但是从1964年(杨志坚,1964;郑文武,1964)以来,近半个世纪中对它的时代认识始终存在分歧。根据佛子岭群上部变质复理石层位与沿走向向西的南湾组的对比,近十年来占优

势的看法认为属早、中古生代(刘贻灿等,1998)。笔者在金寨、苏仙石幅1:50000区调中也曾持类似的观点。由于佛子岭群本身除检出被认为是震旦纪的微古植物外(安徽区域地质志,1987),迄今未发现可靠的大生物化石组合残留;与毗邻地层的关系或为构造接触,逆冲到石炭系或侏罗纪红层之上,而与下伏卢镇关群仙人冲组大理岩以韧性断裂相隔;或者被远为年轻的晚中生代火山-沉积盆地不整合覆盖。这样,测定侵入佛子岭群岩体的年龄就成为约束其时代的一种有效手段。

为了获得上述两方面问题的答案,笔者选择了分布在佛子岭群中的一些变形花岗岩作了锆石 U-Pb 年龄测定。出乎设想之外的是,所得结果全部是晋宁期,这就对本区基础地质研究提出了新问题。在对岩体的侵入接触关系和年龄测定作必要的论证后,本文侧重讨论上述新情况对佛子岭群的时代和对比、大别地块的构造亲缘以及本区新元古代可能的构造环境的含意。

1 区域地质背景

金寨、霍山地区的变形岩体本身长条状,并明显成带分布(图1),其中东部的诸岩体全部是从原卢镇关群小溪河组中解体出来的,岩性以片麻状花岗岩为主,黑云(角闪)二长片麻岩类为次。自西向东分别是龙门冲以东的猴子尖、复览山和霍山县以南的牛角冲岩体。最东面是规模更大、位于毛坦厂以东

注:本文为国家自然科学基金(编号 49902017)资助项目的成果。

收稿日期:2000-08-10,改回日期:2001-01-14;责任编辑:郝梓国。

作者简介:马文璞,1930年生,1956年于北京地质学院普查专业毕业,1962年于中国科学院地质研究所研究生毕业,此后在北京大学从事地质教育工作,现任中国地质大学(北京)教授,主要从事中国和世界区域地质教学和科研。通讯地址,100083,北京学院路,中国地质大学。

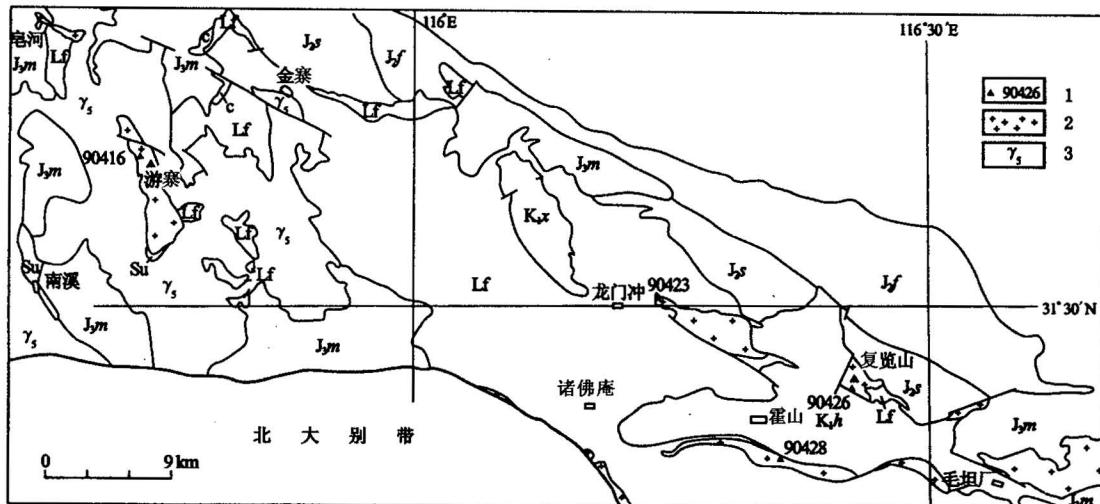


图1 佛子岭群中的变形深成岩和同位素年龄测定的取样位置

Fig. 1 Intruded deformed-plutons in Foziling Group and the samples location for isotopic age determination

1—同位素年龄样的位置及其编号；2—变形岩体；3—晚中生代花岗岩类； K_1h —黑石渡组砂砾岩； K_1x —响洪甸组碱性火山岩； J_3m —毛坦厂组安山质火山岩和火山沉积岩； J_2f —凤凰台组砾岩； J_2s —三尖铺组交错层砂岩夹砾岩；C—石炭纪含煤岩系；Lf—佛子岭群和卢镇关群中的表壳岩；Su—苏家河群

1—The location and the number of the samples; 2—deformed pluton; 3—late Mesozoic granitic pluton; K_1h —Heishidu Formation; tuffic sandstone and conglomerates; K_1x —Xianghongdian Formation; alkalic volcanic rock series; J_3m —Maochang Formation; Andesitic volcanic rock and volcano-sedimentary rocks; J_2f —Fenghuangtai Formation; pebble conglomerates; J_2s —Sanjianpu Formation; cross-bedding sandstone intercalated with conglomerates; C—Carboniferous coal-bearing sequence; Lf—Foziling Group and the supracrustal rocks of Luzhenguan Group; Su—Sujiuhe Group

的和龙寨岩基。猴子尖岩体为片麻状黑云母花岗岩，侵入佛子岭群的诸佛庵和潘家岭岩组中；向东的复览山片麻状二长花岗岩实际上是一飞来峰，连同部分潘家岭组围岩南、北缘分别推掩在早白垩世赭色泥岩和侏罗纪砂岩之上。南面的牛角冲岩体为片麻状二云花岗岩，侵入八道尖组。它和复览山岩体都含有石榴石，提示变质已达角闪岩相。应该指出，上述近东西向岩体带只是同类型变形深成岩的北部分支，向东南在从磨子潭到桐城东西长约50km的范围内集中连片分布着被称为五河片麻岩套的大量钾长片麻岩、角闪二长片麻岩和辉石斜长角闪片麻岩类。在原小溪河组命名剖面还发育着镁铁质的片麻状辉长岩和二辉橄榄岩(张鹏, 1992)。

图1西部的变形岩体呈北西向分布，包括南面的游寨片麻状钾长花岗岩和皂河以北的北楼糜棱岩化细粒钾长变粒岩。前者在1:200000商城幅中标示成 γ_2 ，四周都被晚中生代岩体包围；后者是苏仙石幅1:50000区调时从晚中生代花岗岩中解体出来的，南部侵入仙人冲组。沿走向继续向西北延伸，这个岩带几乎可完美地连到商城三里坪飞来峰，后者的南断片也是变形岩体，在上石桥幅1:50000地质图说明

书^①中把它称为三洞盖片麻状钾长花岗岩。因此包括游寨岩体在内的西部岩带有可能是被后期岩浆活动破坏了的异地体群，笔者将另文论述。所有上述变形岩体都以大范围内岩性均一、内部含规模不等的片岩类捕捞体为特征。

在上述岩体与佛子岭群地层的接触部位，多数情况下两者之间界面平整，岩体的片麻理与围岩片理产状近于一致，既未见到岩枝穿插和明显的接触变质现象，也缺乏侵蚀间断和其他古风化形迹，提示它们共同经历了后期变形。可靠的侵入接触关系仅见于大毛岭冲东沟小水库的左岸，那里猴子尖岩体北缘的粒度向边部变细，围岩诸佛庵组细粒黑云母石英片岩中有大量花岗岩脉顺片理贯穿，有些地方两者间还可以看出有小交角，提示产状的一致是后来变形协调化的结果。在已出版的1:50000响洪甸和霍山县等幅地质图上，上述岩体也都标绘成侵入接触关系；岩体中的佛子岭群片岩捕捞体是侵入接触关系的另一佐证。

^① 河南区域地质调查队六分队. 1995. 上石桥幅1:50000地质图说明书(H-50E 001006).

2 钨石 U-Pb 年龄测定

对游寨、猴子尖、复览山和牛角冲四个变形花岗岩作了单颗粒钨石 U-Pb 年龄测定。取样位置及编号见图1。样品的分析流程参照 Krogh(1993), U-Pb 含量用同位素稀释法测定, 同位素比值分析由 MAT-261 质谱仪完成。铅同位素比值已对质量分馏作了校正, 误差以 2σ 表示。数据处理和年龄计算应用 Ludwin(1997) 提供的程式。测试结果分别见表1 和图2~4。

复览山岩体的90426样采自岩体南部冷水冲小水库溢洪道, 为粗粒石榴石二长片麻岩。钨石浅黄色透明, 长柱状晶形, 晶棱清晰, 自形程度好, 长宽比2~4。测定的4个点中, 一个点位于一致曲线上; 另两个点也十分靠近一致曲线。第4个点相对偏离(图2)。鉴于 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 的误差较大, 取第二个点的表面年龄 $t_{(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})} = 744\text{ Ma}$ 或其余三个点的平均表面年龄 $t_{(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})} = 734 \pm 9\text{ Ma}$, 代表原岩岩浆成因钨石的结晶年龄。

牛角冲岩体的90428二云花岗片麻岩样采自钱店以南公路附近的小采石场。棕黄色的钨石呈四方双锥晶形, 透明, 长宽比为2。测定的4个点中有3个点落在一致曲线上或其附近, 只有一个点稍微偏离。这4个点的平均表面年龄 $t_{(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})} = 665 \pm 45\text{ Ma}$,

见图3上方。

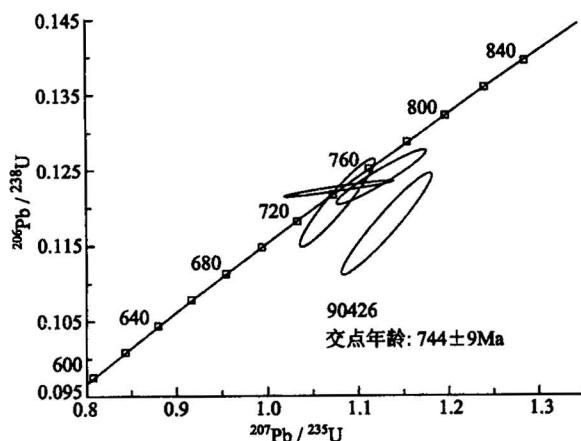


图2 复览山岩体90426样品中钨石 U-Pb 年龄的谐和线图

Fig. 2 The U-Pb isochron of zircon for sample 90426 in Fulanshan intrusive

猴子尖岩体的90423样采自祠堂院子东南一正在开采的小采场, 为红色粗粒黑云母片麻状花岗岩。钨石也呈四方双锥形, 但颜色为紫色, 长宽比约为2, 透明度差, 晶棱圆化有熔蚀迹象。4个测点都落在一致曲线的右下侧(图3下方), 提示有明显的铅丢失。对它们拟合所得的直线其截距为负值(-0.0049 ± 0.0063), 因而其上交点年龄 $582 \pm 52\text{ Ma}$ 偏低。4个

表1 花岗岩样品的同位素原子比值和表面年龄

Table 1 The atomic ratio of Uranium and Lead isotop and surface age

样品序号	同位素原子比值				表面年龄值(Ma)		
	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
90416	402	0.16389(14)	0.022996(9)	0.051691(10)	154	146	272
90416	192	0.27923(11)	0.030607(8)	0.066165(2.4)	250	194	812
90416	954	0.48987(4.3)	0.041669(3.6)	0.085263(2.4)	405	263	1322
90416	114	0.61106(11)	0.049477(8)	0.089573(6.4)	484	311	1416
90423	1677	0.38572(2.8)	0.044838(2.0)	0.062392(1.8)	332	283	688
90423	938	0.41962(1.4)	0.048480(1.0)	0.062777(0.9)	357	305	701
90423	982	0.43272(2.8)	0.050717(2.0)	0.061884(1.8)	365	319	670
90423	189	0.53093(2.7)	0.064308(1.4)	0.059879(2.2)	432	401	599
90426	501	1.0778(3.3)	0.12059(4.0)	0.064823(3.8)	742	734	769
90426	1322	1.0789(4.7)	0.12242(0.7)	0.063922(4.3)	743	744	739
90426	121	1.1262(3.6)	0.12388(2.4)	0.065932(2.6)	766	753	804
90426	404	1.1322(3.7)	0.11771(4.8)	0.069764(4.6)	769	717	921
90428	131	0.87553(5.4)	0.10539(3.6)	0.060251(4.0)	639	646	612
90428	117	0.89226(4.9)	0.10567(3.2)	0.061241(3.6)	648	648	648
90428	186	0.90178(3.5)	0.10539(2.5)	0.062571(2.4)	653	646	676
90428	268	0.93858(2.6)	0.10738(1.9)	0.063394(1.8)	672	658	721

注: 表中括号为相对误差。测试单位: 国土资源部同位素地质年代实验室, 分析者: 张宗清、杨淳、张巧大。

点的表面年龄 $t_{(207\text{Pb}/206\text{Pb})}$ 则较为接近, 表明铅丢失发生在近期, 其平均年龄 $665 \pm 39\text{Ma}$ (2σ) 与 90428 的平均表面年龄在误差范围内一致。考虑到 90428 和 90423 样锆石具有相同的晶形, 两个岩体空间上相近, 所以将全部 8 个数据点拟合成一直线, 获得上交点年龄 $665 \pm 45\text{Ma}$ (2σ) 和下交点 $5 \pm 68\text{Ma}$ (2σ)。8 个数据的平均表面年龄 $t_{(207\text{Pb}/206\text{Pb})} = 664 \pm 28\text{Ma}$ (2σ)。上交点年龄代表锆石的结晶年龄。

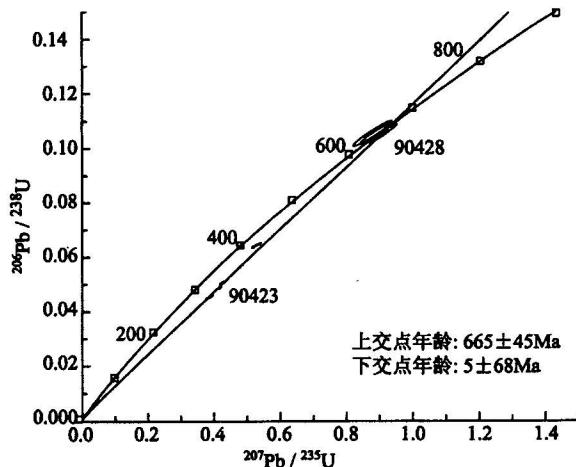


图3 牛角冲和猴子尖岩体90428和90423样品中
锆石U-Pb年龄的谐和线图

Fig. 3 The U-Pb isochron of zircon for sample 90428
and 90423 in Nujiaochong and Houzijian intrusive

游寨岩体的 90416 粗粒黑云母片麻状花岗岩采自游寨沟中部, 长柱状锆石无色透明, 自形程度好, 长宽比 $4 \sim 5$ 。测定的 4 个点均落在一致曲线的右下侧 (图 4), 提示有大量铅丢失。对这 4 个点拟合所得曲线的下交点年龄 $144 \pm 27\text{Ma}$ (2σ) 反映了晚中生代岩浆侵位导致的同位素体系重组。这与地表地质情况完全一致。上交点年龄 $1958 \pm 220\text{Ma}$ (2σ) 误差较大, 不具特定的地质意义, 可能提供了古老源区的信息。

因此, 除游寨岩体外, 其余三个岩体的年龄分别为 744Ma 、 664Ma 和 665Ma , 都属震旦纪。这一测定结果不仅与前人北楼片麻状花岗岩的 785^{+29}_{-30}Ma 锆石 U-Pb 年龄 (杜建国等, 1997) 接近, 也与磨子潭、晓天地区原小溪河组变形变质岩体 U-Pb 不一致曲线的下交点年龄 $801 \sim 707\text{Ma}$ (张鹏, 1999), 以及北大别带花岗质片麻岩的 $775.8 \sim 627\text{Ma}$ (江来利等, 2000) 位于同一时限, 提示它们为同期, 甚至可能同一地域的岩浆活动产物。

3 讨论

晚晋宁期深成岩带在北淮阳构造带的出现不仅对大别造山带的基础地质提出新问题, 也对近 20 年来逐步形成的某些主流看法提出了挑战。现摘其重要者讨论如下:

3.1 佛子岭岩群的时代和区域对比

按照上述年龄测定, 佛子岭岩群应老于侵入其中的震旦纪变形花岗岩, 即其时代不是一般认为的泥盆纪或早古生代, 而是震旦纪或更老。这里一个明显矛盾是: 提出佛子岭群时代上限为早、中泥盆世的主要依据是它与含该时代微古植物化石的南湾组 (为中、晚泥盆世) (高联达, 1991) 的对比。本文作者根据在豫皖边界两侧对两者沿走向的追索也认为它们的变质复理石特征形迹是相似的。如果这两个方面的依据都能成立, 跨时过长 (Pt₃-D) 的佛子岭群就应象信阳群一样解体 (刘志刚等, 1992), 而从现有资料看, 相对最合适解体层位应是黄龙岗岩组。这不仅因为该岩组很大一部分是构造片岩, 可以沿走向整个尖灭; 而且还因为该岩组以下的祥云寨岩组石英岩与以上的变质复理石在沉积性质上有明显差别。但是由于上述猴子尖、牛角冲和复览山岩体的围岩分别是佛子岭群中、上部的诸佛庵、八道尖和潘家岭岩组, 提示侵入层位涉及整个岩群, 从而否定了上述解体方案。这些情况表明, 还需重新审视佛子岭岩群上部变质复理石的层序划分和复原变形前的分布状态。

与此相联系, 新测定结果使佛子岭岩群沿走向与以西信阳群、刘岭群对比的传统观点受到质疑。信阳群现已被解体成下部龟山岩组和上部南湾组, 按照刘志刚等 (1992) 和牛宝贵等 (1994) 发表的专题研究成果, 前者为经受了角闪岩相变质的钙碱性火山岩和硬砂岩组合, 峰期变质年龄 401Ma , 代表早古生代含蛇绿岩残片的构造混杂体和南侧的弧前火山岩系; 南湾组则被认为是中、上泥盆世的沉积。佛子岭岩群中迄今还未发现或有任何人提出过含有火山产物。张鹏 (1999) 根据佛子岭群不含角闪质岩石以及变形变质程度较强, 提出它不能与信阳群对比。

3.2 大别地块的构造亲缘关系

大别地块的基底老到新太古代—早元古代, 它是裂解自扬子或华北陆块, 还是独立的微陆是长期争论的问题。近年来一系列的新进展倾向于说明它的扬子亲缘关系, 主要证据包括: 南大别超高压变质带内的浅变质岩中含有震旦纪的微古植物化石及相

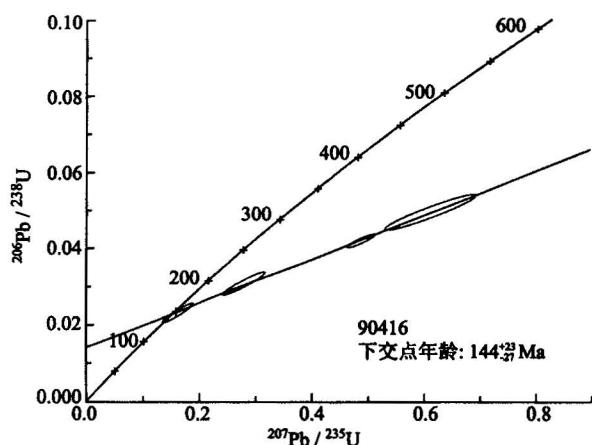


图4 游寨岩体90416样品中锆石
U-Pb年龄的谐和线图

Fig. 4 The U-Pb isochron of zircon for sample 90416
in Youzhai intrusive

应的802~745Ma锆石U-Pb和全岩Sm-Nd年龄(汤家富等,1995;董树文等,1996);胡克等(1996)对鲁南晋宁期强烈构造-岩浆活动资料的归纳,特别是山东莒南震旦纪棚石河组低绿片岩相碎屑岩系不整合在原胶南岩群锆石年龄为830Ma的片麻状二长花岗岩之上(张增奇等,1994)的事实。本文上述新元古代岩浆活动为此增添了新的佐证。我国南北大陆新元古代阶段的发展历史存在重大差别:扬子陆块经四堡运动克拉通化后,在1000~800Ma的晋宁阶段曾经历板溪、神农架等群的褶皱变形和变质、耀岭河群不整合在武当群之上所指示的构造事件(胡健明等,1995)以及其后沿其北部大陆边缘的大规模裂解(夏林圻等,1996);华北陆块在同一时期构造上则是相对稳定的(万天丰,2001)。胡克等(1996)把晋宁运动归于华北地台南缘,依据的是与胶北与辽南,而不是地台主体部分的对比,唐克东等早在1995年就把上述地区称之为渤海地台,认为其生物区系和南方有关、“从古元古代到中生代初都是与华北地台分开活动的独立陆块”(唐克东等,1995)。

大别地块构造归属的确定提示造山主缝合带的位置应在它以北的北淮阳带中而不是在它的南面,事实上Hacker等(1998)就是用追索扬子北缘800~700Ma数据与中朝南缘490~395Ma数据空间分布范围的思路来指导找寻主缝合带的位置的。

3.3 大别造山带东段晋宁期构造环境和演化历程

983Ma松树沟蛇绿岩的发育表明新元古代时南北秦岭之间已有洋盆存在,这个洋盆是否延伸到大别山东段以及当时的构造环境是新提出的课题。

对同时代岩浆活动性质和演化的研究显然有助于这个问题的解决。困难在于,由于古地磁资料(Zhao et al., 1987; 朱日祥等,1998)和我国南方中三叠世的海退过程都表明秦岭洋是成剪刀状自东向西逐渐闭合的,大别山东段和苏鲁地区是南北大陆最早碰撞、拼接并抬升的地段,剥蚀深度大。因此在本区不能奢求浅部火山-沉积组合大面积暴露,变质地层中带状延伸的变形深成杂岩理所当然应成为关注的首选目标。可是这一方面迄今存在两种截然相反的认识。

安徽境内的北淮阳东段,唯一发育大量火山-深成杂岩的只有卢镇关群下部的原小溪河组,80年代前期一般认为代表新元古代的裂陷槽(杨森楠等,1983),张鹏(1992)根据对当时拥有的55个小溪河组岩石化学数据的分析,提出其中原岩为中、酸性深成岩的都属A型花岗岩,成分与非造山裂谷花岗岩极为接近,碱性玄武岩的稀土元素曲线与东非裂谷的什尤鲁玄武岩几乎重合。1994年王清晨等(Wang et al., 1994)根据岩石化学资料,最先提出北大别的正片麻岩系代表经受了角闪岩相变质的成熟岛弧杂岩。次年翟明国等(Zhai et al., 1995)提出北大别与桐柏山的英云闪长质片麻岩属同一安第斯型岩浆弧,其时代为古生代,由彭家寨带花岗闪长质片麻岩的435Ma锆石年龄代表。

杜建国(1997)等利用上述同一55个岩石化学数据重新投图,得出原小溪河组中解体出来的变质变形岩体是“形成于新元古宙活动陆缘环境的火山弧花岗岩”的相反认识。江来利等(2000)根据新获得的775~627Ma锆石U-Pb年龄,把同一北大别-桐柏岩浆弧根部杂岩的时代改成新元古代。并认为磨子潭-晓天断裂两侧的大别群与卢镇关群“两者岩石组成实际上完全相同”。这样就把北大别与以北原卢镇关群所代表的火山-深成杂岩视为统一的晋宁期岩浆弧。在杨凤清^①所述的长3000km,从柴达木北缘东延至山东南部的新元古代中央造山带花岗岩带中,上述岩浆弧是其东段组成部分。认为它记录了我国南北大陆以及可能的Rodinia超大陆会聚和裂解的历史。

但是上述依据岩石化学资料分析得出的新元古代岩浆弧的判断在两个方面受到挑战:首先由大量钾长花岗岩代表的A型花岗岩的存在[包括钱存超

^① 杨凤清. 2000. 中央造山带新元古代花岗质岩石的大地构造意义. 北京大学中国古陆块构造演化与超大陆旋回专题学术会议论文摘要. 68~69.

等(1999)在南大别超高压变质带中识别出的锆石U-Pb年龄699~629Ma的A型花岗岩],提示当时为拉张构造环境,它与岩浆弧所代表的会聚环境是不相容的。Rowley等(1997)根据对大别超高压带灰色片麻岩的锆石SHRIMP测定;认为当地772.5Ma的双模式岩浆活动是扬子陆块北缘裂陷作用的产物,并把它们极低的 $\delta^{18}\text{O}$ (-5‰)值与华南长安冰期时与裂陷作用伴生的岩浆活动联系起来。其次,扬子地台经四堡造山运动克拉通化后,1000~800Ma的晋宁期遭受大规模裂解,与Rodinia超大陆的演化一致。桐柏一大别和北淮阳带800~650Ma的岩浆活动如果代表岩浆弧,将比扬子地台的相应活动晚两亿年以上。而如果它们代表裂陷事件,则一切将“顺理成章”。所以从区域地质上识别这一时限岩浆活动的性质并准确测定会聚和离散事件的时间和相对顺序是十分重要的。

野外工作期间得到313地质队宋明义所长的帮助,《安徽地质》编辑部袁守诚、姜立富高工协助提供了资料;张宗清研究员和国土资源部同位素地质年代实验室的杨淳、张巧大同志对年龄测试作了有益的讨论;宋鸿林教授和王式光教授对文稿提出了重要修改意见,谨致衷心的感谢。参加部分野外工作的还有刘文灿和Klaus Heppe。

参 考 文 献

- 安徽地质局. 安徽区域地质志. 1987. 北京: 地质出版社, 22~23; 36~37.
- 杜建国, 张鹏, 孙先如. 1997. 北淮阳地区晚元古宙花岗岩类岩石地球化学特征及构造背景. 安徽地质, 7(3):1~8.
- 杜建国, 刘文灿, 孙先如等. 2000. 安徽北淮阳构造带基底变质岩的构造归属. 现代地质, 14(4):401~407.
- 董树文, 王小凤, 黄德志. 1996. 大别山超高压变质带内浅变质岩片的发现及其意义. 科学通报, 41(9):815~820.
- 高联达. 1991. 河南信阳群南湾组化石孢子的发现及其地质意义. 中国地质科学院院报, 24:85~99.
- 江来利, 吴维平, 胡礼军等. 2000. 大别山北大别杂岩的大地构造属性. 现代地质, 14:29~46.
- 胡健民, 郭力宇, 宋子新等. 1995. 扬子地块北缘武当山岩群与耀岭河岩群不整合接触的地质意义. 西安地质学院学报, 17(1):22~27.
- 胡克, 姜琦刚, 周建波等. 1996. 华北地台南缘晋宁运动的初步研究. 中国区域地质, 1:31~35.
- 刘国惠, 张寿广, 游振东等. 1993. 秦岭造山带主要变质岩群及变质演化. 北京: 地质出版社, 68~85.
- 刘贻灿, 徐树桐, 江来利等. 1998. 大别山北部的变质复理石推覆体. 中国区域地质, 17(2):156~162.
- 刘志刚, 牛宝贵, 任纪舜. 1992. 信阳群的解体及其大地构造意义.

- 地质论评, 38(4):293~301.
- 牛宝贵, 富云莲, 刘志刚. 1994. 桐柏一大别山主要构造热事件及 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 地质定年研究. 地球学报, 1(2):20~33.
- 钱存超, 路玉林. 1999. 大别山超高压变质带中A型花岗岩确定及成因探讨. 安徽地质, 9(3):165~171.
- 汤家富, 钱存超, 高天山. 1995. 大别山区榴辉岩中浅变质火山一碎屑岩组合的发现及其地质意义. 安徽地质, 5(2):29~36.
- 唐克东, 王荧, 何国琦等. 1995. 中国东北及邻区大陆边缘构造. 地质学报, 69(1):16~30万天丰. 2001. 中朝与扬子板块的鉴别特征. 地质论评, 47(1):57~63.
- 夏林圻, 夏祖春, 徐学文. 1996. 南秦岭中一晚元古代火山岩性质与前寒武纪大陆裂解. 中国科学(D辑), 26(3):237~243.
- 杨坤光, 马昌前, 杨巍然. 1998. 北淮阳马畈加里东岩体的研究及其地质意义. 地球科学, 23(3):236~241.
- 杨森楠, 吴鉴, 杨学忠等. 1983. 大别山前寒武纪构造演化. 地球科学, 3:81~91.
- 杨志坚. 1964. 佛子岭群的地质时代问题. 地质论评, 22(5):327~336.
- 张成立, 于在平, 周鼎武. 1996. 东秦岭商丹带变质玄武岩地球化学特征对丹凤蛇绿岩的限制. 张旗主编: 蛇绿岩与地球动力学研究. 154~157.
- 张鹏. 1992. 北淮阳东段“小溪河组”的解体与构造环境分析. 安徽地质, 2(3):11~19.
- 张鹏. 1999. 北淮阳东段变花岗岩的锆石U-Pb年龄及其地质意义. 安徽地质, 9(2):90~93.
- 张增奇, 迟守祥, 宋志勇等. 1994. 山东胶南岩群重新厘定及棚石河组的建立. 中国区域地质, 4:354~356.
- 郑文武. 1964. 大别山东段佛子岭群的划分和时代问题. 地质论评, 22(5):337~347.
- 朱日祥, 杨振宁, 吴汉宁等. 1998. 中国主要地块显生宙古地磁视极移曲线与地块运动. 中国科学(D辑), 28(增刊):1~16.

References

- Du Jianguo, Zhang Peng, Sun Xianru. 1997. The petrogeochemistry and tectonic setting of the late Proterozoic gneissoid granitoid in the Beihuaiyang area, Anhui. Geology of Anhui, 7(3):1~8.
- Du Jianguo, Liu Wencan, Sun Xianru, et al. 2000. Tectonic attribute of basement metamorphic rocks in Beihuaiyang tectonic belt, Anhui Province. Geoscience, 14(4):401~407.
- Gao Lianda. 1991. New discovery of spores from the Nanwan formation of the Xinyang group, Henwan and its geological significance. Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, 24:85~89.
- Jiang Laili, Wu Weiping, Hu Lijun, et al. 2000. Tectonic setting of the north Dabie mountains. Geoscience, 14:29~46.
- Kroner A, Zhang G W, Sun Y. 1993. Granulites in the Tongbai area, Qinling Belt: geochemistry, Petrology, single zircon geochronology and implications for the tectonic evolution of Eastern Asia. Tectonics, 12:245~255.
- Hacker B R, Ratschbacher L, Webb L, et al. 1998. U/Pb zircon ages constrain the architecture of the ultrahigh-pressure Qinling-Dabie Orogen, China. Earth and Planetary Letters, 161:215~230.

- Hu Jianmin, Guo Liyu. 1995. The contract relation of Wudangshang group and the Yaolinghe group in the north margin of Yangzi massif and its significance. *Journal of Xian College of Geology*, 17(1): 22~27.
- Hu Ke, Jiang Qigang, Zhou Jianbo, et al. 1996. The Jinning movement of the southern margin of the north China platform. *Regional Geology of China*, (1): 31~35.
- Liu Yican, Xu Shutong, Jiang Laili, et al. 1998. The meta-flysch nappe in the northern part of the Dabie Mountains. *Regional Geology of China*, 17(2): 156~162.
- Liu Zhigang, Niu Baogui, Ren Jishun. 1992. Disintegration of the Xinyang group and its tectonic implications. *Geological Review*, 38(4): 293~301.
- Niu Baogui, Fu Yunlian, Liu Zhigang. 1994. Main tectonothermal events and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Tongbai-Dabie mts. *Acta Geoscientia Sinica*, 1~2: 20~33.
- Qin Cunchao, Lu Yulin. 1999. The determination and genesis of metamorphosed a type granites of the Dabie ultrahigh pressure belt. *Geology of Anhui*, 9(3): 165~171.
- Rowley D B, Xue F, Turker R D, et al. 1997. Ages of UHP and protolith orthogneiss from eastern Dabie Shan: U/Pb zircon geochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, 151: 191~203.
- Tang Jiafu, Qian Cunchao, Gao Tianshan. 1995. The discovery of Meso-and Epi-metamorphic volcanic-clastic rock bed association in the eclogite belt and its geologic implications, the Dabie Mt. area. *Geology of Anhui*, 5(2): 29~36.
- Tang Kedong, Wang Ying, He Guoqi, et al. 1995. Contineatal-margin structure of northeast China and its adjacent areas. *Acta Geologica Sinica*, 69(1): 16~30.
- Wan Tianfeng. 2001. Distinctive characteristics of Sino-Korean and Yangtze plate. *Geological Review*, 47(1): 57~63.
- Wang Q, Cong B, Zhai M. 1994. A Possible Paleozoic island arc: Petrochemical evidences from North Dabie gneisses. *Annual Report of the Laboratory of Lithosphere Tectonic Evolution, Inst. Geol. Chinese Acad. Sci.*: 31~37.
- Xue F, Lerch M F, Krone A, et al. 1996. Tectonic evolution of the East Qinling mountains, in the Paleozoic: a review and new tectonic model. *Tectonophysics*, 253: 271~284.
- Yang Kunguang, Ma Changqian, Yang Weirang. 1998. The investigation of the Caledonian pluton in Mafan village, Beihuai area and its geologic significance. *Earth Science*, 23(3): 236~241.
- Yang Sennan, Wu Jian, Yang Xuezong, et al. 1983. Precambrian tectonic evalution of Dabieshan. *Earth Science*, 22(3): 81~91.
- Zhai M, Cong B, Zhao Z, et al. 1995. Petrological-tectonic units in the coesite-bearing metamorphic terrain of the Dabie Mountains, central China and their geotectonic implications. *Journal of SE Asian Earth Sciences* 11(3): 1~13.
- Zhang Peng. 1992. The disintegration of "the Xiaoxihe Formation" and its tectonic environment in the eastern Beihuayang. *Geology of Anhui*, 2(3): 11~19.
- Zhang Peng. 1999. The U-Pb age of zircon from metamorphosed granites in the eastern section of Beihuayang and its geological implications. *Geology of Anhui*, 9(3): 90~93.
- Zhang Zenqi, Chi Shouxiang, Song Zhiyong, et al. 1994. Redefinition of the Jiaonan rock group in Shandong and the establishment of the Pengheshi Formation. *Regional Geology of China*, 4: 354~356.
- Zhao X X, Coe R S. 1987. Paleomagnetic constraints on the collision and rotation of North and South China. *Nature*, 324: 141~144.

Jiningian Plutonic Belt in the Foziling Group and Its Tectonic Implication

MA Wenpu¹⁾, WANG Guanyu²⁾, WANG Guosheng¹⁾

1) *China University of Geosciences, Beijing, 100083*

2) *Department of Earth Sciences, Peking University, Beijing, 100871*

Abstreat

The metavolcanic-plutonic complex, which were originally attributed to the Xiaoxihe Formation of the Luzhenguan Group, are most obvious magmatism zone in the eastern section of the north Huaiyang belt in the Dabie orogen. In the process of tracing the eastward extension of the Caledonian arc system in the northern Qinling belt, the authors dated zircon U-Pb ages for four metagranites, situated in the north part of the magmatic zone and intruded into the Foziling Group. The results are 744 ± 9 Ma and 665 ± 39 Ma respectively, all belonging to the Sinian period. The paper also discusses the geological age and correlation of the Foziling Group, the tectonic affinity of the Dabie Block and the tectonic setting and evolutionary sequence of the Jining Age.

Key words: Foziling Group; Jiningian metagranites; eastern section of the north Huaiyang belt