

东秦岭地球化学分区与构造格局

张本仁, 张宏飞, 韩吟文

(中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

秦岭和大别为同一造山带的不同段落, 大别地段碰撞后的隆升剥蚀程度明显大于东秦岭。前者已剥蚀至造山带的深部截面, 显生宙地层较少保存, 这是大别构造格局认识难以统一的重要原因之一, 而东秦岭只剥蚀到造山带的中深截面, 古生代的地质记录保存得较全, 区域主要构造单元划分争论较少。因此, 开展大别与东秦岭地质构造的对比, 应是解决大别构造格局的一条重要途径。为了便于对比, 下面将对东秦岭壳幔地球化学分区和演化及其对构造格局的约束作一简要介绍。

1 东秦岭壳和幔地球化学分区

1.1 地壳增生趋势

秦岭四个构造单元的壳源岩石(沉积岩和花岗岩)钨模式年龄频数直方图揭示:华北陆块地壳主体形成于太古宙与古元古代;扬子陆块地壳主体形成于 0.8Ga 前的元古宙, 但存在新太古代陆壳基底;南秦岭地壳和北秦岭地壳主体均形成于 0.8Ga 前的元古宙, 但不同的是南秦岭具有新太古代陆壳基底, 而北秦岭则缺少。

1.2 前寒武纪玄武岩地幔源区的性质和演化

华北陆块南缘与整个华北陆块一致, 即太古宙与古元古代的漫长历史中地幔源区的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 一直相对稳定于 $+2.9 \sim +2.2$, 或者 $+3$ 左右;扬子北缘和南秦岭地幔源区由新太古代至中元古代中期 $\epsilon_{Nd}(t)$ 一直沿着或平行亏损地幔演化线增长, 自中元古代晚期 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值向减小方向发展, 但仍保持在 $+5 \sim +4$ 水平;然而, 北秦岭玄武岩地幔源区的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值则在整个元古宙期间保持在 $7.3 \sim +6.3$ 的范围, 表明具较强的亏损特征。

1.3 前寒武纪玄武岩地幔源区的化学组成特征

以玄武岩的强不相容元素对和化学性质相似元素对比值示踪为主, 参照元素含量规律, 揭示了四个构造单元玄武岩地幔源区的化学特征。结果表明:华北南缘元古宙玄武岩地幔源区具有相对富 Fe、Mg、Mo 和高 Zr/Hf 比值的特征, 而扬子北缘、南秦岭和北秦岭地幔源区一致显示相对富 Cu、Nb、Sc、Li、Rb、Be 及高 Nb/Ta、Ba/Sr、Ba/La 和 Nb/La 比值, 只是北秦岭地幔源区具有全区中最高的 Ca 和 Sc 含量及最高的 Sc/Th、Ba/La、Th/La 和 Yb/Hf 比值。这种源区地幔化学特征的主要差异基本可由新太古代保持到近代。

1.4 Pb 同位素填图

通过中生代花岗岩长石、前寒武纪基底岩石和中、新生代玄武岩 Pb 同位素组成数据对比, 证明了扬子陆块北缘、南秦岭和北秦岭壳、幔一致具有较华北陆块南缘壳、幔明显富放射成因铅的 Pb 同位素组成。其中南秦岭与扬子北缘西段较东段(以东经约 108° 为界)的岩石更富于放

射成因铅。北秦岭各类基底岩石、蛇绿岩和新元古代和早古生代花岗岩长石一致显示较华北及扬子 and 南秦岭东段更富放射成因铅的特征, 并同扬子 and 南秦岭西段石的 Pb 同位素比值基本相似。

以上四点一致表明, 区域最明确最重要的一级地球化学界面位于北秦岭与华北陆块间的地质分界处, 区域二级地球化学界面才是商-丹主缝合带。

2 东秦岭的构造格局

东秦岭的构造格局主体是由新元古代至印支期主造山运动奠定的, 后受到中生代构造的强烈叠加改造。依据上述区域壳幔地球化学分区可以看出, 尽管各块体的构造性质和构造归属可以随时间发生变化, 但其壳幔仍能长期稳定地保持其原有地球化学特征, 据之可以追索块体的原来归属及尔后的构造变迁。

2.1 扬子和华北原来应为两个独立发展的古陆块

鉴于扬子和华北在地壳增生历史和地幔性质演化方面的明显差异及壳幔化学和 Pb 同位素组成上的长期稳定不同, 它们原来应为两个独立发展的陆块, 或不同大陆的裂解部分。因而, 秦岭造山带应为不同陆块之间会聚碰撞带, 而非同一陆块的裂解和再拼合。

2.2 南秦岭的原属扬子板块

南秦岭在壳幔演化历史及化学和 Pb 同位素组成方面均与扬子陆块一致, 并同扬子陆块一样具有新太古代陆壳基底, 因此应属于扬子板块的组成部分, 只在晚古生代勉略洋盆打开后才成为独立活动的微板块。据此可以认为勉略洋盆应是扬子板块内部裂开类型。

2.3 北秦岭新元古代前属于扬子板块的证据

(1) 北秦岭的壳、幔化学和 Pb 同位素组成基本类似扬子, 而同华北明显不同, 并以区域一级地球化学界面与华北陆块分隔。(2) 北秦岭地壳主要形成于 0.8Ga 前的元古宙, 也同扬子 and 南秦岭相同, 差别只在于北秦岭缺少新太古代陆壳基底。(3) 北秦岭最老基底秦岭群主体为副片麻岩, 对其原始不成熟碎屑岩进行物源的地球化学鉴别, 证明由双模式碱性岩套的基性和酸性两端元岩石提供碎屑物质, 而与秦岭两侧扬子的崆岭群和华北的太华群、登封群无关。这表明北秦岭极可能是在扬子板块洋壳洋岛基础上发展形成的微陆块。(4) 秦岭群的变拉斑玄武岩具有与松树沟蛇绿岩片中 $E-MORB$ 和一般洋岛玄武岩完全可对比的化学和同位素组成, 也能支持北秦岭前身为洋岛的观点。(5) 由于北秦岭的洋岛前身, 表明其最初基底由地幔柱源岩浆岩构成, 其后地幔柱源岩浆于整个元古宙期间不断加入地壳。这既能较好的地解释上面指出的北秦岭壳幔化学组成的特殊性 & 高放射成因铅的 Pb 同位素特征, 又能说明北秦岭缺新太古代陆壳基底的原因。(6) 古一中元古代裂谷构造体制统治着秦岭地区, 在北秦岭与扬子 and 南秦岭之间在新元古代前不存在分割板块的界面。

2.4 商丹洋盆属于扬子板块内部打开类型

勉略洋盆位于扬子与南秦岭之间, 为确定的扬子内部裂开类型。松树沟和勉略蛇绿岩中 $N-MORB$ 型岩石在特征元素比值 (Ba/Sr 、 Ba/La 、 Nb/Ta 、 Yb/Hf 、 Zr/Zr^* 、 Ti/Zr 、 Ti/V 等) 和 Pb 、 Nd 同位素组成方面存在着相互可对比性, 而且特征元素比值和 Pb 同位素比值均较华北地幔明显偏高, 证明了商丹古洋壳同勉略古洋壳一样也应属于扬子板块内部裂解形成的类型, 而与华北陆块地幔发展无关。这点同样可以支持北秦岭于新元古代前应是扬子板块的组成部分。当商丹洋盆于新元古代形成后, 北秦岭就转化成为华北板块的大陆边缘构造单元, 商丹断裂带则成为扬子和华北板块的缝合带。

2.5 北秦岭和南秦岭两类性质不同的大陆边缘

新元古代到早古生代北秦岭具有活动大陆边缘性质的发展历史。该构造单元中发育着新元古代具有洋内岛弧玄武岩化学特征的丹凤群火山岩, 显示弧后盆地火山岩与沉积岩化学特征的二郎坪群火山—沉积岩系, 具有消减带组分特征的大陆岛弧型和(或)陆缘弧型新元古代富水基性杂岩和早古生代垃圾庙—秦王山苏长—辉长岩, 以及新元古代和早古生代两期侵入秦岭群并具有岛弧长英质岩石化学特征的花岗岩类。这种情况暗示着, 这里曾发生过不止一次洋壳的俯冲消减, 并应经历过洋内岛弧的形成、弧—陆碰撞、弧后盆地形成发展及大陆弧和陆缘弧的发展等阶段。然而, 由于现有丹凤群和二郎坪群同位素年代数据与化石定年的矛盾, 北秦岭和商丹会聚带发生的洋—陆相互作用的细节过程尚未完全理顺, 有待于进一步探讨。

南秦岭新元古代至泥盆纪被动陆缘发展阶段的地球化学特征表现为: 所有的岩浆喷发和侵入活动均与板内裂谷和拉张裂陷构造有关, 表现为岩浆显示碱性和较富于高场强元素, 海相沉积作用基本是在扬子陆块边缘海中进行, 陆源碎屑物质只来自扬子陆块, 并且花岗岩长石的 Pb 同位素比值随时代发生正常的规律增长, 反映被动陆缘地壳的相对稳定状态。

2.6 印支期陆陆碰撞晚期大陆的俯冲叠置

北秦岭晚海西—印支期晚碰撞型花岗岩类, 其长石 Pb 同位素比值低于北秦岭的基底和早古生代及其前的花岗岩长石, 表明这期花岗岩的源区不应是北秦岭的原有基底。在 Pb、Nd、Sr 同位素与特征微量元素组成方面, 此类花岗岩类基本与南秦岭的印支期晚碰撞型花岗岩类及元古宙基底基性岩层(尤其耀岭河群细碧岩)一致, 而明显不同于北秦岭和华北陆块南缘的基底岩层。这证明北秦岭晚碰撞型花岗岩类是以南秦岭基底为源的。因此, 这一结果就为有关印支期碰撞造山期间曾发生扬子陆块北缘(南秦岭)基底俯冲叠置于北秦岭之下的地质推断提供了直接的证据。这是造山带中深截面上的情况, 而在大别造山带深部截面中就显示为陆壳的深俯冲、超高压变质岩的形成与尔后的折返。

3 关于大别与秦岭地质构造对比的几点建议

①思想上要明确大别和东秦岭所代表的分别是造山带的深部与中深截面, 对比时应注意剥蚀深度对地质构造记录的影响。

②东秦岭的商丹断裂带是较为公认的扬子和华北板块的缝合带, 应重视追索其东延至大别通过的部位。这有利于解决大别的构造格局。

③北秦岭是扬子板块裂出微陆块, 新元古代秦岭主洋盆打开后转变为华北板块的大陆边缘构造单元。其早古生代前的幔源和壳源岩石具有全区最高的 Pb 同位素比值, 以及前寒武纪变玄武岩显示全区最高的 Sc/Th、Ba/La、Th/La 和 Yb/Hf 比值。北秦岭不仅存在早古生代岛弧型岩石(苏长辉长岩、火山岩、花岗岩类), 而且还产出新元古代岛弧型基性火山岩和侵入岩及花岗岩类, 这些可作为北秦岭的标志。但需注意: (1) 北秦岭为洋岛基础上发展形成的微陆块, 其延伸可能是有限的(现已证明其在桐柏北侧还存在, 应再向东追索); (2) 北秦岭印支后已逆冲推覆于南秦岭陆壳基底之上, 到大别地区有可能不少记录已被剥蚀。

④加强大别变质杂岩同南秦岭中—下地壳岩层的综合对比。

⑤勉略缝合带的东延问题尚未解决, 在大别地区确定其相当部位应慎重。

⑥铅同位素填图在大别地区的情况是复杂的, 燕山晚期花岗岩和玄武岩的 Pb 同位素组成是明显不同的, 应注意中生代晚期陆内俯冲构造对壳幔岩浆源区的约束或限定。