

东秦岭“武关岩群”斜长角闪岩 Sm-Nd 同位素年龄及其地质意义

裴先治 李厚民 李国光 张维吉 王全庆

(西安地质学院区调所 西安 710054)

李志昌

(地矿部宜昌地质矿产研究所 宜昌 443003)

提 要 东秦岭商丹断裂带南侧的“武关岩群”是从原泥盆系刘岭群北侧解体出来的变质沉积—火山岩系。已获得该构造岩石地层单位中斜长角闪岩(变质基性火山岩)Sm-Nd 同位素等时线年龄为 $(1\,382 \pm 30)$ Ma, 钕同位素初始比值 $I_{Nd} = 0.511\,186 \pm 1(2\sigma)$, $\epsilon_{Nd}(T) = +6.51$ 。表明武关岩群”变质岩系主体形成时代为中元古代, 这一结果必将导致人们重新认识秦岭造山带的构造发展演化过程。

关键词 Sm-Nd 同位素年龄 中元古代 斜长角闪岩 “武关岩群”

东秦岭商丹断裂带南侧发育一套呈北西西向狭长带状展布的中级变质沉积—火山岩系。通过近年 1:5 万区域地质填图发现, 该变质岩系在岩石组合、原岩建造及变形变质特征上与北侧的丹凤群和南侧的刘岭群显著不同, 并以大型韧性剪切变形带相隔, 其大地构造属性、时代归属的确定对阐明秦岭造山带元古宙的构造体制及构造演化具有重要意义。

该变质岩系分布于商丹断裂带以南、鱼咀韧性剪切带以北的狭长地带, 呈北西西向延伸(图 1), 与区域构造线方向一致。鉴于该套中级变质岩系在组成、时代上与北侧丹凤岩群和南侧刘岭群显著不同, 属于独立的层状无序的构造岩石地层单位, 将其从原刘岭群北部解体出来, 暂定为“武关岩群”。该单位最早由秦岭区测队进行 1:20 万商南幅区测时命名为芦院沟组, 时代置于早元古代; 在 60—80 年代, 专题研究和 1:20 万商南幅修测时将该地层划归泥盆系刘岭群青石垭组或上泥盆统下东沟组, 研究区范围内缺乏详细的研究和时代依据。于在平等^[1,2]将该单位的西延部分从原刘岭群中解体出来, 称为“商丹缝合带沉积岩系”, 并依据区域对比将其时代置于古生代, 认为其形成环境与北秦岭活动大陆边缘有关。

笔者根据野外地质填图和综合研究, 认为该变质岩系与新元古界丹凤岩群、古生界刘岭群在组成、原岩建造、形成时代上显著不同。在岩石学、岩石地球化学特征研究基础上, 对“武关岩群”中斜长角闪岩(变质基性火山岩)全岩 Sm-Nd 同位素年龄结果进行报道, 并讨论其时代信息及地质意义。

本文于 1995 年 7 月 25 日收到。

作者简介: 裴先治, 男, 1963 年生, 副教授, 已发表《东秦岭松树沟蛇绿岩的形成环境探讨》等论文。

1 地质概况

商南—丹凤地区“武关岩群”自北而南由以下几套岩石组合组成:(1) a 岩段:紧临商丹断裂带南侧展布,主要为含十字石榴二云母石英片岩、绿帘方解二云母石英片岩、二(黑)云母石英片岩夹较多的含黄铁矿大理岩、方柱石大理岩、片状石英大理岩等;(2) b 岩段:灰白色细粒

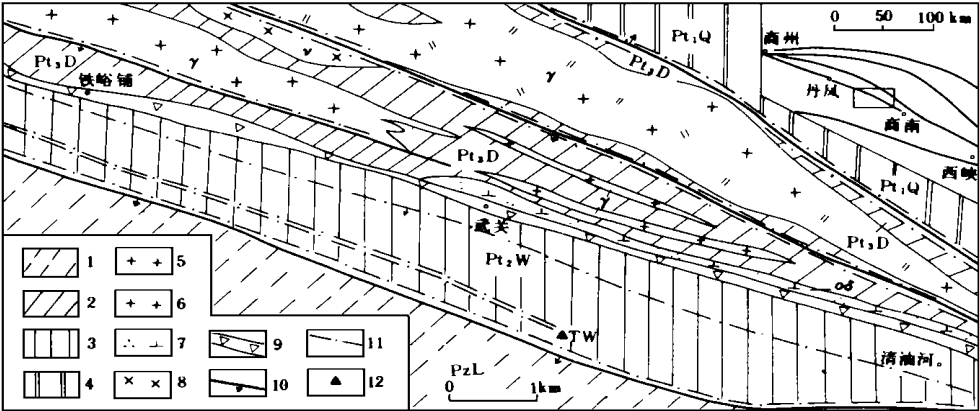


图 1 东秦岭丹凤武关地区地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of the Wuguan area, Danfeng, East Qinling
1—古生界刘岭群;2—新元古界丹凤岩群;3—中元古界“武关岩群”;4—古元古界秦岭岩群;5—晚古生代黑云母花岗岩;6—晚古生代早期黑云母二长花岗岩;7—早古生代变石英闪长岩;8—早古生代变质辉长岩;9—断层破碎带;10—区域断裂;11—韧性剪切带;12—同位素年龄采样点

透闪透辉大理岩为主夹少量石英岩、黑云母石英片岩,构成复式背形构造核部;(3) c 岩段:含石榴黑云母长英质片岩、黑云母石英片岩夹少量薄层大理岩、斜长角闪片岩等,韧性变形强烈,多已变为构造片岩;(4) d 岩段:以斜长角闪片岩为主体,夹有少量含石榴黑云长英质片岩及薄层大理岩;(5) e 岩段:以眼球状黑云长英质(变晶)糜棱岩、黑云长英质(变晶)糜棱岩为主体,构成与刘岭群之间的构造边界。其原岩建造主体为泥岩夹灰岩→陆源碎屑岩夹灰岩→基性火山岩沉积建造,反映了大陆地壳拉张裂陷构造环境。内部构造变形十分强烈,伴有强烈的面理置换,北西西向韧性剪切带发育,各岩性段间多呈构造接触,构成岩片叠置体,变质达低角闪岩相。

测定年龄的斜长角闪岩采自丹凤县武关 鱼咀—桥耳沟一带的 d 岩段中。岩石呈黑绿色,细粒柱粒状变晶结构,片状构造。主要矿物为角闪石(60%~65%)、斜长石(25%~40%),含少量黑云母、绿帘石、石英、方解石等。野外地质、岩相学、岩石化学、微量元素和稀土元素地球化学特征表明,原岩为基性火山岩。其代表性岩石化学成分见表 1,成分特征与大陆拉斑玄武岩十分相近。稀土元素总量较高, $\Sigma\text{REE}=174.48\times10^{-6}\sim215.91\times10^{-6}$, $\text{LREE}/\text{HREE}=5.88\sim6.46$,基本无 Eu 异常, $\delta\text{Eu}=1.01\sim1.07$, $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}}=2.41\sim2.94$, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}=5.97\sim8.82$,稀土元素分配型式呈右倾的轻稀土富集型,与典型板内拉斑玄武岩的稀土组成较接近。

表 1 “武关岩群”斜长角闪岩化学成分

Table 1 Chemical composition of amphibolites of the “Wuguan Group Complex”

样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂	Σ
1401/1	49.34	2.59	13.89	3.27	9.82	0.20	5.89	9.76	2.46	0.91	0.06	0.38	0.19	99.65
1401/3	49.70	2.81	12.55	5.04	8.89	0.23	6.10	8.22	3.46	1.12	0.11	0.44	0.03	99.36
1426/1	49.78	3.10	12.64	5.32	8.44	0.17	5.55	8.50	3.08	1.34	0.55	0.18	0.26	99.75
1426/2	49.94	2.53	12.91	5.49	9.62	0.17	5.98	6.64	4.27	0.64	0.25	0.10	0.12	99.69
1426/4	49.38	2.58	12.87	4.60	10.35	0.14	5.68	6.22	2.66	2.92	0.02	0.94	0.26	99.72

分析单位:地矿部西安综合岩矿测试中心

2 Sm-Nd 同位素测定方法与结果

(1) 测定方法:分析流程由李志昌^[3]作了报道。质谱分析是在装有可调接收系统的 MAT-261 型质谱计上进行的,用 La Jalla Nd₂O₃ 监控仪器工作状态。Nd 同位素比值测定标准化值为 ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd=0.7 219。在测定本批样品期间实测 Nd₂O₃ 标样 La Jalla、中国科学院地质研究所 Nd₂O₃ 标样 ZB298 的 ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 分别为 0.511 849±15(2σ)和 0.511 128±7(2σ),测定玄武岩标样 BCR-1 的 Sm=3.023μg/g, Nd=10.121μg/g, ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd=0.512 738±14(2σ)。全实验流程空白本底为 Nd;86pg。等时线年龄计算采用 York 的双误差回归法计算,所给 ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 比值误差为 2σ, ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd 精度为±0.1%,等时线年龄误差为 1σ,年龄计算的衰变常数 λ(¹⁴⁷Sm)=6.54×10⁻¹² a⁻¹。ε_{Nd}(T)值参照球粒陨石数据计算,采用参数为 (¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd)_{CHUR}=0.1 967, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{CHUR}=0.512 638;模式年龄 T_{DM}参照亏损地幔源计算,采用参数为(¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd)_{DM}=0.2 138, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{DM}=0.51 315。

(2)测定结果:斜长角闪岩全岩Sm-Nd同位素分析结果见表2。由表2可见,样品的

表 2 “武关岩群”斜长角闪岩 Sm-Nd 同位素年龄分析结果

Table 2 Sm-Nd ages of amphibolites of the “Wuguan Group Complex”

序号	样品号	Sm (μg/g)	Nd μg/g	Sm/Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd(±2σ)	I _{Nd} (1382Ma)	ε _{Nd} (T) (1382Ma)	T _{DM} (Ma)
1	1401/1	7.033	31.458	0.224	0.135 19	0.512 412±9	0.511 185	6.51	1431
2	1401/3	7.974	34.906	0.228	0.138 15	0.512 440±13	0.511 186	6.53	1430
3	1426/1	7.272	34.888	0.222	0.133 94	0.512 403±17	0.511 187	6.55	1425
4	1426/2	7.072	30.682	0.231	0.139 38	0.512 451±10	0.511 180	6.43	1431
5	1426/4	7.572	32.696	0.232	0.140 05	0.512 458±4	0.511 187	6.54	1430

测试者:地矿部宜昌地质矿产研究所同位素实验室李志昌

Sm/Nd 比值变化为 0.222~0.232。它们构成了一条相关性很好的等时线(图 2),相关系数 0.9 993,等时线年龄 T=(1 382±30) Ma, ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 初始比值 I_{Nd}=0.511 186±1(2σ),ε_{Nd}(T)=+6.51,5 件样品的模式年龄为 1 425~1 431 Ma,平均 T_{DM}=1 429 Ma,反映原岩大约是在 1 430 Ma 前脱离亏损地幔源的。等时线年龄符合同源、同期和封闭体系条件^[4],其 Nd

初始比值 I_{Nd} 、 $\epsilon_{Nd}(T)$ 及模式年龄 (T_{DM}) 彼此相差极小, 表明等时线是有效和合理的^[5]。

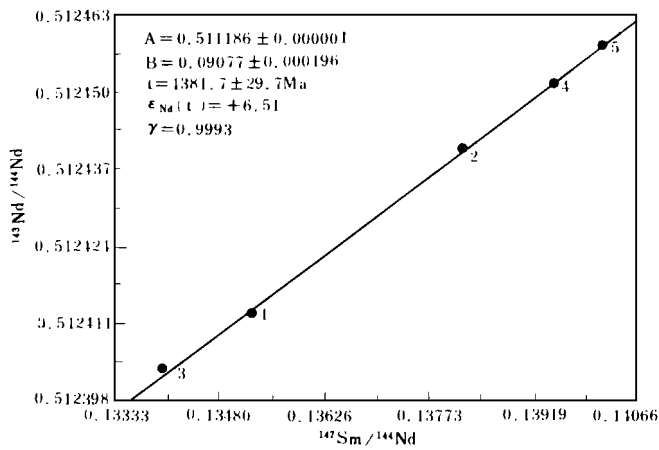


图 2 斜长角闪岩 Sm-Nd 等时线图
Fig. 2 Sm-Nd isochrone plot of amphibolites

3 地质意义讨论

(1)商南—丹凤地区“武关岩群”中斜长角闪岩全岩 Sm-Nd 同位素年龄值($1\,382 \pm 30$) Ma 代表了基性火山岩的形成时代为中元古代,而非古生代,表明商丹断裂带南侧变质岩系中存在着前寒武系的构造岩片。同时也暗示出该地质体南侧与之呈构造接触的“刘岭群”中浅变质岩系也很难与西部山阳地区同一构造带中的泥盆系刘岭群沉积地层相对比,很可能属早古生代地层;现今的商丹断裂带也并非秦岭造山带南北大陆的地缝合线。这一结果必将导致人们重新认识秦岭造山带元古宙和古生代时期的大地构造格局及构造演化过程。

(2)斜长角闪岩的 $\epsilon_{Nd}(T) = +6.51$, 表明其源岩来自于长期亏损的地幔源区,按亏损地幔演化,计算 $1\,382 \text{ Ma}$ 时地幔的 ϵ_{Nd} 值正是 6.5 , 与反映岩石源区特征的等时线初始值完全吻合。

(3)该套中元古代变质岩系在岩石组合、岩石化学、地球化学特征上均与商丹断裂带北侧的新元古代丹凤岩群存在明显差异,表明它们是不同的构造演化阶段、不同构造环境的产物,反映了造山带复杂的构造演化历史。

工作中得到陈克强、高振家、杨振升、杨森楠、熊润清教授的大力支持和关怀,特此致谢。

参 考 文 献

1 于在平,孙勇,张国伟.商丹地区秦岭缝合带弧前沉积楔形体初探.见:张国伟主编.秦岭造山带的形成及其演化.西安:西北大学出版社,1988,75~85.
2 于在平,孙勇,张国伟.秦岭商丹缝合带沉积岩系基本地质特征.见:叶连俊等主编.秦岭造山带学术讨论会论文集.西安:西北大学出版社,1991,78~88.

- 3 李志昌, 万建华, 杜国民. 钐-钕法实验条件研究和地质应用. 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊, 1988, (13): 1~23.
- 4 张宗清. 稀土地球化学和钐-钕年代学的基本原理和应用. 见: 许荣华等著. 稀土地球化学和同位素地质新方法. 北京: 地质出版社, 1985, 93~108.
- 5 陆松年. Sm-Nd 等时线年龄合理性的判别. 中国区域地质, 1994, (2): 148~159.

Sm-Nd AGES AND GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF AMPHIBOLITES OF THE WUGUAN GROUP COMPLEX ON THE SOUTHERN SIDE OF THE SHANGDAN FAULT ZONE IN THE EAST QINLING MOUNTAINS

Pei Xianzhi, Li Houmin, Li Guoguang, Zhang Weiji and Wang Quanqing

(*Regional Geological Survey Institute, Xi'an College of Geology, Xi'an, Shaanxi*)

Li Zhichang

(*Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, MGMR, Yichang, Hubei*)

Abstract The “Wuguan Group Complex” is a metamorphosed sedimentary-volcanic series disintegrated from the north part of the original Devonian Liuling Group. The amphibolites (metabasic volcanic rocks) in this tectono-lithostratigraphic unit have been determined to have a Sm-Nd isochron age of $(1\,382 \pm 30)$ Ma with $I_{Nd} = 0.511\,186 \pm 1(2\sigma)$ and $\epsilon_{Nd}(T) = +6.51$, indicating that the bulk of the metamorphic series of the “Wuguan Group Complex” was formed in the Middle Proterozoic. This result reflects the process of tectonic development and evolution of the Qinling orogenic belt in the Middle Proterozoic.

Key words: Sm-Nd age, Middle Proterozoic, amphibolite, “Wuguan Group Complex”