

大别山东南麓宿松群铷—锶年龄及其构造意义的探讨

桑宝梁 陈跃志 邵桂清^①

(安徽省地质科学研究所)

提要 本文根据对宿松群变质岩的宏观地质调查,结合室内岩石与矿物的镜下鉴定,测定全岩及单矿物Rb-Sr等时线年龄数据,认为该变质岩系曾经过二次变质与变形作用。第一次是加里东期褶皱及变质作用,形成绿帘角闪岩相,其时限为470~448Ma;第二次是印支期,表现为岩石片理化、塑性变形、推复构造及退变质作用,形成低绿片岩相,其时限为231~211Ma。

前言

大别山东南麓是指皖西南宿松—太湖地区而言(图1)。该区发育一套以含磷岩系为特征的沉积—火山沉积岩系,以往将这套装含磷岩系称为宿松群,归属元古界^②。

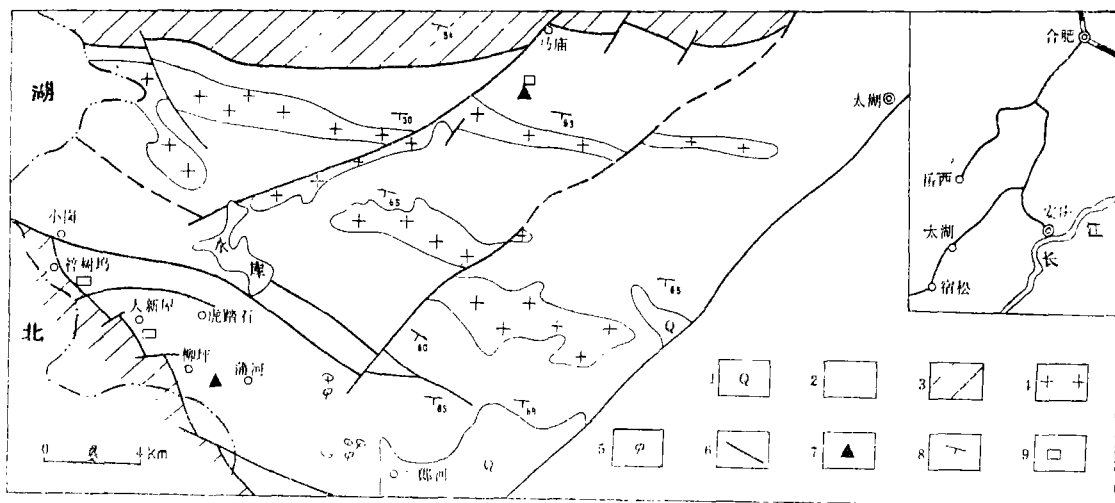


图1 宿松太湖一带地质略图(据311队略加修改)

- 1 第四系 2 宿松群 3 大别山群 4 花岗岩 5 蛇纹岩 6 断裂 7 采样地点
8 地质产状 9 多硅白云母出露地点

Fig. 1. Sketch map of the Susong-Taihu area.

- 1-Quaternary; 2-Susong Group; 3-Dabie Group; 4-Granites; 5-Serpentinite;
6-Fault; 7-Location of samples; 8-Strike and dip; 9-Phengite.

^① 参加部分野外工作的有营俊龙、刘尚华、李家荣、赵连吉、胡家亮等。

^② 湖北区调队, 1975, 1:20万黄陂幅区调资料。

1970年安徽区调队在宿松地区填制1:20万太湖幅时,将宿松群统称为二郎河组。太湖马庙地区划为大别山群桥岭组。1982年,311地质队对该区进行了详细研究^①,将变质地层自下而上分为大新屋组、柳坪组、虎踏石组和蒲河组,总厚度在4265m以上。大新屋组的岩石主要为砾岩、石英岩、云母片岩;柳坪组下部主要为磷灰岩夹白云石英片岩及含石墨白云石英片岩,上部以二云斜长片麻岩为主,间夹黑云角闪斜长片麻岩;虎踏石组以云母斜长片麻岩、斜长角闪岩夹多层浅粒岩为特征,局部地段为含石墨白云石英片岩夹不稳定的锰、磷矿层;蒲河组以厚层白云斜长片麻岩、帘石角闪岩、角闪斜长片麻岩为主,局部夹少量白云石英片岩。他们认为宿松群代表一次较大的海浸—海退沉积旋回。

太湖马庙地区,近年来通过1:5万区域地质调查,已有资料表明,该区变质地层与宿松地区宿松群中上部层位相当。

长期以来,对于宿松群的时代归属,上部是否存在火山岩以及与大别山群接触关系等问题,看法不一。因此,宿松群含磷岩系的变质时代及地质构造特征的研究,对追溯区域地质构造发展历史至关重要,同时对指导找矿亦具实际意义。为此,我们对宿松群变质岩系进行野外地质调查以及室内岩石学、微量元素及铷同位素研究。本文就该区Rb-Sr年龄测定结果对扬子板块北缘的构造地质作一探讨。

一、地质特征

宿松群呈北西西向展布。西南侧以断层与混合岩和片麻岩(大别山群)相接触,底部见有砾岩而引起讨论^②,北侧太湖马庙一带,据地球物理资料,推测为一大断裂(即太湖—大悟大断裂)^③。野外观测表明,南侧宿松群主要以大面积发育的片理构造和岩石碎裂结构为特征,片理走向为88°~116°左右。北侧沿断裂出露片麻状花岗岩及花岗质片麻岩与宿松群接触而掩盖了地表断裂特征。

宿松群变质岩系以石英片岩为主,其中夹有片麻岩、大理岩以及绿帘钠长角闪片岩,下部含有石墨片岩及磷矿层。宿松群片岩经原岩恢复为粉砂岩、长石砂岩或硬砂岩,其中夹有中基性—中酸性火山岩及火山碎屑岩^④。桑隆康等^⑤认为宿松群为一套沉积—火山沉积岩系,曾遭受两次变质作用,主期为绿帘角闪岩相变质作用,后又迭加绿片岩相退变质作用,从岩石学角度论证了多期变质作用的存在。我们的研究表明,宿松群变质岩系具有动力变质作用的特征。

(一) 碎裂岩组构造

挤压片理发育,以宿松群底部及马庙一带为甚,以白云母组成的发育片理,镜下以鳞片变晶结构为主,柱粒状矿物(石英、磷灰石、锆石、绿帘石)呈定向拉长穿切长石、石英,拉伸线理方向平行于片理,以及透镜状挤压片理,残碎斑晶剪破裂等,石英波状消光普遍,还可见到因石英和长石晶格扭曲产生的不均匀消光现象。

① 闵华亮等,1982,大别山东南麓宿松群的划分及对比。安徽地质科技第2期

② 姚至公等,1983,武当山—桐柏山—大别山区划报告(资料)

③ 桑宝梁、陈跃志、邵桂清、韩魁,1985,大别山区地质年代学研究(资料)

④ 桑隆康、游振东,1985,宿松群变质岩系岩石学及磷矿成因(资料)

(二) 退化变质矿物组合

研究表明,伴随剪切作用而发生退变质作用,通常是在较低的温度、压力条件下^②,它是由高温向低温转化的产物。宿松群变质岩石常见低级变质矿物组合,包有较高级变质矿物组合的残余。镜下常见:普通角闪石退变为黑云母;黑云母退变为绿泥石;斜长石退变为钠长石+石英+帘石以及白(绢)云母组合,且双晶消失,石榴石退变为绿帘石、绿泥石以及碳酸盐组合等现象。退变矿物通常粒度较细,由构造压应力产生的白云母,组成的片理构造非常发育,这些白云母经费氏台测定, $2V(-)=0^{\circ}\sim 15^{\circ}$,应属多硅白云母,其分布范围如图1所示。

(三) 宿松群底部变质砾岩问题

宿松群底部出露的变质砾岩,长期以来是一个悬而未决的问题。目前对其成因认识有几种:一种意见认为^①,变质砾岩属底砾岩中滨岸砾岩,是沉积间断的重要标志。另一种意见^②是砾岩成分以脉石英为主,伟晶质微斜长石石英质次之,应为混合岩化过程中的顺层注入形成的假砾岩,不整合面并不存在。根据作者观察,有以下特征:

(1) 变质砾岩分布特征:

从柳坪一小岗一带,沿北西走向断续见有变质砾岩分布,其砾石成分主要来自上、下盘,石英岩来自上盘宿松群,经过压碎被后期长英质脉胶结,石英抗风化较强突出在外,大小不一,一般为几毫米至十几厘米,常见压扁、拉长或磨圆。来自下盘的花岗质片麻岩或片麻状花岗岩、片岩等,因抗风化弱,保存不好,被长英质岩所胶结,而难以分辨,但在砾岩标本磨光面上可以清楚的看到被拉长的片麻岩及花岗质岩以及石英被拉长排列,且具变晶糜棱结构。镜下尚可见到石英砾与基质中石英呈镶嵌结构,局部界线模糊不清,且两者都具有强烈波状消光,说明已发生重结晶作用。

(2) 砾石形态特征

在野外可以见到各种形状砾石,普遍见有拉长变形砾石及“S”形构造砾石(由石英组成),嵌于片理化的云母片岩中;或呈透镜状,常见胶结物有绿泥石、绢云母、电气石、长石等,这些拉长砾石有些可能是构造作用的结果。

(3) 变质砾岩下部有一层云母(蛭石)片岩,厚约0.3~1.5m,经镜下观察,可能是构造挤压形成的片理化产物。

如上所述,我们认为,宿松群底部变质砾岩,可能原为沉积作用所形成,而后期又遭受构造挤压作用的叠加,同时伴有热液交代作用,因而使原有沉积面貌被改造。宿松群复于混合片麻岩之上,可能是构造推覆作用的结果。

宿松群大面积碎裂变质及片理化,显然是由于构造运动所引起。通过铷-锶年龄测定,将进一步讨论这一问题。

二、铷锶年龄测定结果

铷锶样品采自宿松群中上部虎踏石组的中基性火山沉积岩系中。一组采自沿宿松柳

① 桑隆康、游振东,1985,宿松群变质岩系岩石学及磷矿成因资料。

② 齐润章等,1979,关于大别山群几个问题的探讨。华东地质矿产专辑第三期。

坪—蒲河公路旁共五个样, 并从一个全岩样品中分离出两个单矿物样; 另一组采自太湖马庙附近的麻石沟中共六个样品。样品由北京铀矿地质研究所作 Rb-Sr 同位素及 K-Ar 法分析。Rb-Sr 年龄测定是用德制 MAT-260 质谱仪测定的, 锶的分析采用富集 ^{84}Sr 的锶盐作稀释剂, 经强酸性阳离子交换树脂分离铷和锶。测定结果见表1、图2—a、b, 钾氩法是利用氩同位素稀释法测定, 测定结果如表2。

表1 宿松群 Rb-Sr 分析数据

Table 1 Data of the Rb-Sr Analysis of the Susong Group

样号	地点	岩性	测定对象	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Rd-21	太湖马庙地区	绿帘钠长角闪片岩	全岩	63.0	282.7	0.633	0.7124
Rd-22		石榴钠长二云片岩	"	127.2	193.6	1.868	0.7183
Rd-24		黑云绿帘钠长片岩	"	40.2	455.3	0.251	0.7114
Rd-25		云母二长片岩	"	91.8	72.2	3.623	0.7346
Rd-27		斜长角闪绿帘片岩	"	20.9	716.9	0.083	0.7087
Rd-28		云母二长片麻岩	"	123.7	688.3	0.511	0.7114
Rd-14	宿松虎踏石地区	钠长绿帘角闪岩	全岩	12.0	366.3	0.093	0.7083
Rd-15		白云斜长片岩	"	68.4	95.6	2.035	0.7211
Rd-16		绿帘钠长片岩	"	29.4	359.1	0.233	0.7087
Rd-19		云母钠长片麻岩	"	97.2	240.8	1.147	0.7148
"		"	斜长石	8.3	65.2	0.362	0.7099
"		"	白云母	240.9	192.5	3.559	0.7209
Rd-20		白云石英片岩	全岩	46.0	523.0	0.250	0.7105

测试单位: 北京铀矿地质研究所

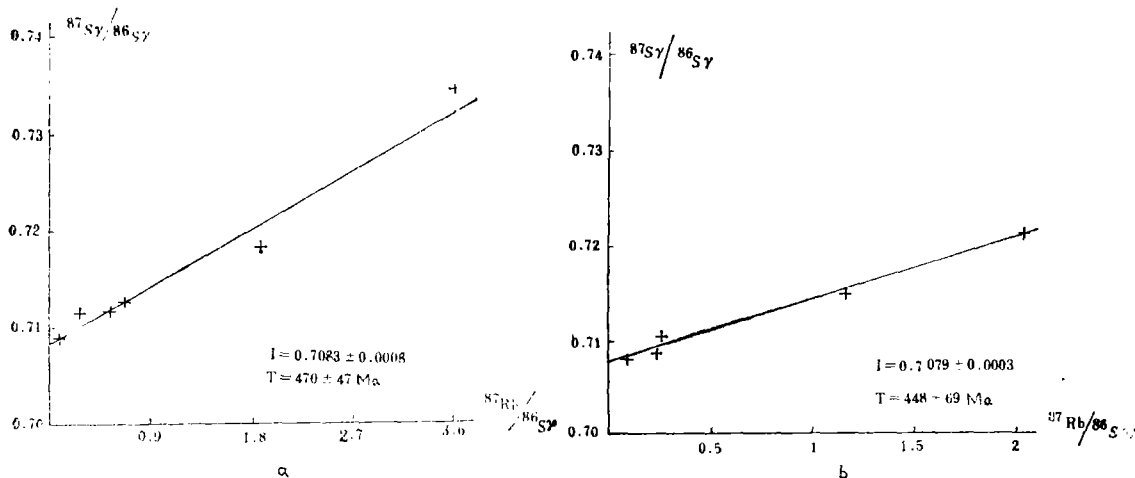


图2 宿松群全岩 Rb-Sr 等时线

a—太湖马庙地区 b—宿松虎踏石地区

Fig. 2. Whole-rock Rb-Sr isochron diagram of the Susong Group.

从表1、图2可知,太湖马庙地区Rb-Sr全岩等时线年龄为 $470 \pm 47\text{Ma}$,初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值为 0.7083 ± 0.008 ;宿松虎踏石地区Rb-Sr全岩等时线年龄为 $448 \pm 69\text{Ma}$,初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值为 0.7079 ± 0.009 。上述两条等时线相关系数均为0.99 ($\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11}$),都反映了加里东运动的记时。

从虎踏石云母斜长片麻岩(Rd 19)全岩和斜长石、多硅白云母矿物组成一条Rb-Sr全岩—矿物等时线,获得后期变质作用年龄为 $231 \pm 48\text{Ma}$ (图3),与单矿物多硅白云母K-Ar法所获平均年龄值 211Ma 相接近(表2),这些都反映了印支运动的记时。

表2 钾—氩法同位素年龄测定结果

Table 2 Results of K-Ar Isotopic Age Determination

样号	采样地点	岩性	测定对象	测定方法	K(%)	^{40}Ar (10^{-6}g/g)	$^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$	大气氩(%)	测定年龄值 (m.y.)
Rd-19	宿松群虎踏石组	云母钠长片麻岩	白云母	稀释法	7.68	0.1195 0.1242	0.01276 0.01330	~ 8.3	206.4 214.7

测定者:北京铀矿地质研究所四室

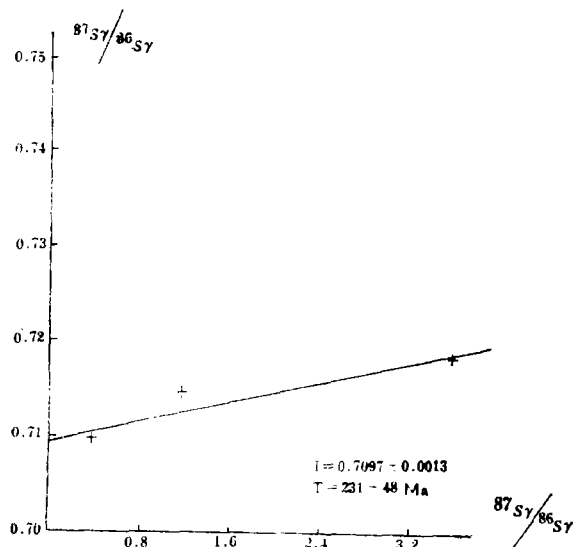


图3 宿松群全岩—矿物 Rb-Sr等时线

Fig. 3. Whole rock-mineral Rb-Sr isochron diagram of the Susong Group.

三、年龄测定结果的地质解释

上述同位素年龄,反映该区变质岩系同位素封闭温度至今所经历的时间,由于不同矿物对不同衰变子体的封闭温度是不同的,使我们能从同位素演化来讨论地质体的演变。

马庙和虎踏石相距仅20km,所获两组等时线年龄分别为448Ma和470Ma,反映中压绿帘角闪岩相变质作用的年龄,代表加里东褶皱运动的产物,温度约750℃。随后继续上升发生冷却,全岩—矿物等时线年龄值比较接近的一次事件,即在231Ma间发生的一次区域性退变作用,也就是低绿片岩相变质作用,211Ma代表这次退变事件的最低年龄值,其

温度约 $300^{\circ}\sim 350^{\circ}\text{C}$, 这种区域性退变作用的发生, 显然是由于大规模挤压剪切断裂作用所引起, 使岩石大面积发生片理化和碎裂化, 应变集中部位形成强化线理, 是印支运动的结果。

从宿松群岩石的初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值看, 为 $0.7079\sim 0.7083$, 均小于 0.710 , 经研究对比^[3], 认为初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值 $0.704\sim 0.710$, 可能为大陆内部断裂拗陷带或深断裂所在位置, 由此可推断本区属陆内断裂拗陷带。

由于本区经过加里东-印支运动的变质作用, 岩石破碎重结晶作用, 使锶同位素受到大规模平衡作用, 从而使 Rb-Sr 时钟不再指示沉积年龄, 而是反映了沉积以后所经历的地质事件的年龄。从目前所获结果表明其沉积年龄应大于 500Ma , 鉴于迄今尚未见有可利用的同位素年龄数据^①来论证其沉积年龄, 据报导^[1], 以往认为广济一带有震旦系整合覆于红安群(与宿松群相当)之上, 但据实地观测, 认为是断层接触, 因此, 宿松群的沉积时代尚有待于进一步工作后确定。

四、讨 论

如上所述, 大别山东南麓地处扬子板块北缘, 通过宿松群变质岩铷锶同位素年龄测定, 获得全岩等时线年龄为 $448\sim 470\text{Ma}$ 及全岩-矿物等时线年龄为 231Ma , 反映宿松群自加里东运动以来, 经历了褶皱及伴随区域变质作用后, 开始产生挤压构造的退变质作用, 直到 211Ma 左右才趋于稳定。印支运动主要发生于 230Ma 期间, 产生大面积构造片岩、塑性变形砾石, 表明宿松群在此期间曾发生韧性变形作用, 宿松群推覆于大别山群之上, 同时伴有花岗岩侵入活动。

值得指出的是, 扬子板块北缘皖东张八岭-嘉山地区石英角闪岩系, 铷锶等时线年龄为 730Ma , 铀铅年龄 864Ma 。本区南部宿松河塌石英角闪岩系, 铷锶等时线年龄为 $848\pm 73\text{Ma}$ ^[8], 与张八岭相当, 说明都是晚元古宙产物。在这套绿片岩相的浅变质岩系中, 沿嘉山-太湖一线糜棱岩发育。张八岭地区, 据报道^②, 在变质火山岩中见有蓝闪片岩、蓝闪钠长片岩、蓝闪石英片岩、蓝闪绿泥片岩。其典型矿物组合为: 蓝闪石-绿帘石-钠长石-绿泥石-石英-硬玉; 蓝闪石-绿帘石-钠长石-黑硬绿泥石。由此说明张八岭地区确实存在一条蓝片岩带, 是低温高压变质带。

张八岭地区钾氩年龄数据已有 20 个, 而年龄值大多集中于 $210\pm 30\text{Ma}$ ^③, 表明扬子板块北缘在印支期曾产生动力变质作用事件, 并伴有低温高压变质相带, 从而说明本区为一巨型韧性剪切带。根据变质作用推算^[7], 压力可能达到 $5\sim 7$ 千巴, 从深度 5km 以下, 呈现绿片岩相, 温度可达 $350^{\circ}\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。印支期为韧性剪切期。

印支运动的构造作用在中国南部已日益被发现。黄汲清教授指出^[4], 中国南部加里东褶皱带已全部被印支构造作用所触及。研究表明, 扬子板块北缘也存在着类似构造作用。宿松-太湖地区推覆构造作用主要为印支期, 这从全岩-矿物 Rb-Sr 年龄及多硅白云母 K-

① 虽然前人引用过锆石铀铅年龄 1850Ma 等数据, 但最近据测定者陈江峰同志函告作者之一, 建议以不引用为宜。

② 荆延仁、梁万通, 1988, 张八岭蓝片岩带基本特征。全国变质地质学术讨论会文献。

③ 中国科学技术大学 1977 年资料。

Ar年龄的结果,可资佐证。

由大别山往西,南秦岭存在一条滑脱构造带,滑脱作用的时代为210~230Ma⁽⁵⁾,与宿松群所获年龄结果相当。沿此带向东,皖东张八岭亦存在印支期的动力变质作用,并伴随高压变质相带。印支运动使中朝与扬子板块之间发生“强烈褶皱、逆掩,使地壳进一步叠覆、缩短。”(任纪舜,1984)⁽⁶⁾是很明显的。

通过大别山东南麓,宿松群变质岩的岩石结构构造特征以及所提供的 Rb-Sr 年龄和 K-Ar 年龄资料,可以说明,由南秦岭向东,延至大别山东南麓,往东可延至张八岭,整个扬子板块北缘,普遍存在着加里东—印支构造作用。

本文在成文过程中,承黄汲清教授、任纪舜副研究员、李锡之、周作桢高级工程师审阅初稿并提出宝贵意见。同位素年龄测定是由营俊龙、赵溥云、林秀兰完成。工作中得到安徽地矿局311地质队、安徽省地矿局测试中心的帮助。谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 陈志强, 1985, 论大别运动. 地质论评31卷6期。
- [2] 郑亚东、常志忠, 1985, 岩石有限应变测量及韧性剪切带. 地质出版社。
- [3] 营俊龙等, 1983, 岩石锶同位素初始比值的测定及其在地质研究中的应用. 放射性地质第3期。
- [4] 黄汲清, 1984, 中国大地构造特征的新研究. 中国地质科学院院报第9号。
- [5] 许志琴, 1986, 陆内俯冲及滑脱构造——以我国几个山链的地壳变形研究为例. 地质论评32卷第1期。
- [6] 任纪舜, 1984, 印支运动及其在中国大地构造演化中的意义. 中国地质科学院院报第9号。
- [7] 徐嘉炜等, 1984, 郯庐断裂带南段深层次的塑性变形特征及区域应变场. 地震地质6卷4期. 地震出版社。
- [8] 桑宝梁等, 1987, 安徽西南部宿松河塌浅变质石英角闪岩系特征及铷锶年龄. 岩石学报第一期. 科学出版社。

THE Rb-Sr AGES OF METAMORPHIC SERIES OF THE SUSONG GROUP AT THE SOUTHEASTERN FOOT OF THE DABIE MOUNTAINS, ANHUI PROVINCE, AND THEIR TECTONIC SIGNIFICANCE

Sang Baoliang, Chen Yuezhi and Shao Guiqin

Abstract

Isotopic age determination on the Susong Group metamorphic rocks yields Rb-Sr whole-rock isochron ages of 448 Ma and 470 Ma, a Rb-Sr whole rock-mineral isochron age of 231 Ma and a phengite K-Ar age of 210 Ma.

The results show that for the Susong Group folding and metamorphism occurred in the Caledonian movement and that compresso-shear took place in the Indosinian Cycle. The rocks exhibit well-developed schistosity and gravels in fractures are plastically deformed to assume a "S" shape, so the rocks appear to be both ductile and brittle.

Petrological and isotope chronological studies show that the nappe structure of the Susong Group were formed during the Indosinian period.