

岩石·矿物

南秦岭旬阳志留系热水沉积钠长石岩地质地球化学特征

刘淑文¹, 王涛², 曾荣¹, 薛春纪³, 唐永忠⁴

(1. 长安大学资源学院地质系, 西安 710054; 2. 西北有色地质勘查局地勘院, 西安 710054;
3. 中国地质大学地学院, 北京 100083; 4. 陕西地质调查研究院, 西安 725007)

摘要 热水沉积钠长石岩在南秦岭上古生界中颇具特点, 与南秦岭众多的大型超大型铅锌矿成矿关系密切。最近, 在南秦岭旬阳下古生界铅锌矿集区内的志留系梅子垭组地层中首次识别出一条近东西方向延伸长达 10 余千米的钠长石沉积岩带, 与地层整合产出, 渐变过渡, 厚层块状、条带状、角砾状构造, 均粒微-细晶结构、内碎屑结构; 矿物成分以石英和钠长石为主, 铁白云石、镁电气石常见; 化学组成以富含 SiO_2 、 Al_2O_3 及 Na_2O 为特征; 富 Fe、Mn, 贫 Co、Ni、Cu 等微量元素; 稀土元素配分曲线与围岩类似, 但总量较围岩偏低。钠长石岩中锆石形态、图像及 SHRIMP-U-Pb 测年结果反映锆石为热液上升过程中捕获的基底及下伏地层柱中的碎屑锆石。结合该区下古生界属于扬子北缘被动陆缘裂谷环境, 认为该钠长石岩属于热水沉积成因。

关键词 热水沉积 钠长石岩 南秦岭 旬阳盆地 志留系

中图分类号 P512.2; P632 **文献标识码** A **文章编号** 0495-5331(2008)03-040-07

Sedex 型矿床是世界铅锌储量的主要来源, 经常伴有热水沉积岩是它们的重要特点之一。过去 20 年人们对于中国南秦岭泥盆系分布区内重要铅锌矿床的研究中, 热水沉积钠长石岩对认识南秦岭泥盆纪热水沉积矿床形成方式和明确找矿方向发挥了重要作用^[1-9], 对于南秦岭钠长石岩的研究除热水沉积认识外, 存在岩浆成因和后生热液交代^[10]等不同认识。利用全岩 Rb-Sr 法获得该地区钠长石岩的形成年龄为古生代中期^[3, 10], 可以肯定钠长石岩是南秦岭古生代重要地质过程的表现。但对于南秦岭下古生界钠长石岩发育情况知之甚少。对产于旬阳盆地下古生界志留系梅子垭组内的钠长石岩的认识经历了 20 世纪 80 年代的中酸性岩脉-长英质斑岩及钠长板岩等认识, 直到 2002 年在长沙-棕溪-蜀河-白河小双-黄石板一带发现东西方向延伸长达近百公里的钠长石岩、钠长石角砾岩带^[11], 并发现产于其上部的黄石板、任家沟、江坡等铅锌矿^[12], 区内钠长石岩的成因及与铅锌矿的关系^[13]才引起勘查者的重视。目前对该成矿远景区的控矿因

素和找矿勘查方向均存在争议^[12-15]。探讨钠长石岩的成因, 对揭示南秦岭早古生代的盆地构造演化及成岩成矿过程, 确定区域找矿方向都具有重要意义。

1 钠长石岩产出的地质环境

1.1 区域构造演化

钠长石岩产于秦岭微板块东部的旬阳盆地内(图 1)。发育在扬子地台北部被动大陆边缘的旬阳古生代沉积盆地, 接受了从寒武系至二叠系基本连续的海相页岩、碎屑岩和碳酸盐岩等水成沉积岩系和热水沉积岩系, 沉积建造属次稳定型, 沉积盆地具裂谷-裂陷性质^[3, 16]。中晚元古代裂谷火山岩系组成的过渡型基底, 对区内古生代盆地的形成和演化产生重要影响。下古生界与震旦系沉积连续, 发育炭硅质(页)岩和火山凝灰岩层, 伸展背景下的火山活动及海底热水沉积较明显, 沉降中心呈东西向的带状展布在南部的安康-双河一线。泥盆纪开始, 继续发展的伸展构造背景下, 扬子北缘进一步裂解, 古地理格局发生了重大改变, 随着沉降中心的北移

[收稿日期] 2007-06-18; [修订日期] 2007-10-22。

[基金项目] 中国地质调查局综合研究项目(编号: 200310200040)和教育部分优秀青年教师计划项目联合资助。

陕西地质矿产局第一地质队. 陕西省黄石板铅锌矿区普查地质报告, 1988。

[第一作者简介] 刘淑文(1964 年—), 女, 2006 年毕业于长安大学, 获博士学位, 副教授, 现主要从事矿床地球化学和矿产勘查方面的教学与研究工作。

(原早古生代安康—双河沉降中心出现相对上升,北侧的柞水—山阳一线出现带状沉降中心),旬阳一带发生不均沉降,由南向北自西向东,古地势由低变高,形成向西缓倾“铲式”裂陷盆地,接受泥盆纪连续浅水沉积。石炭纪—二叠纪,盆地沉积范围进一步萎缩。中生代,华北板块与扬子板块碰撞,受南北向强烈挤压作用,古生代海盆水体自东向西退去,先后结束沉积,成矿作用进入另一个重要时期。

岩浆作用也记录了扬子北缘古生代伸展过程。早古生代岩浆活动表现为紫阳—岚皋地区大量的碱性岩浆侵入^[17],在武当陆块形成顺层侵入的基性侵入岩群(锆石 U - Pb 年龄 401 ~ 407Ma^[18]),在勉略构造带内出现中生代蛇绿岩和岛弧火山岩^[19],在紫阳—平利志留系中,发育一套沉积—碱性火山熔岩(粗面岩建造)。它们指示古生代曾经历边缘伸展过程,地幔岩浆上涌和地幔柱活动是明显的。

1.2 区域地层

旬阳盆地主要出露中下志留统、中泥盆统一套

滨浅海相浅变质的细碎屑岩及碳酸盐岩沉积建造,钠长石岩产于下志留统梅子垭组地层中(图 1)。下志留统梅子垭组与下伏奥陶系连续沉积,由一套灰到深灰色粉砂千枚岩、含碳绢云千枚岩夹灰绿色凝灰质变砂岩、细砂岩条带组成,局部见灰黑色薄—厚层硅质岩、含碳硅质板岩,属于半封闭局限海盆—次深海沉积;目前在这套地层内发现包括麻坪、甘溪、韩氏沟、黄石板等小型矿床/点在的许多铅锌矿床(图 1)。中志留统双河镇组与下伏梅子垭组整合接触,主要由灰—深灰色绢云千枚岩、灰黄—灰绿色粉砂质绢云千枚岩、深灰色中—厚层生物碎屑灰岩以及少量石英细砂岩和泥质粉砂岩组成,是该区重要的(泗人沟、关子沟、南沙沟)铅锌矿产出层位(图 1);泥盆系下统由下部的砂砾岩、砂岩、粉砂岩和上部的白云岩、白云质灰岩组成,公馆、青铜沟等汞锑矿床产在上部白云岩和白云质灰岩中;中统主要是泥灰岩、泥晶灰岩夹石英砂岩;上统岩性主要是砂质灰岩。

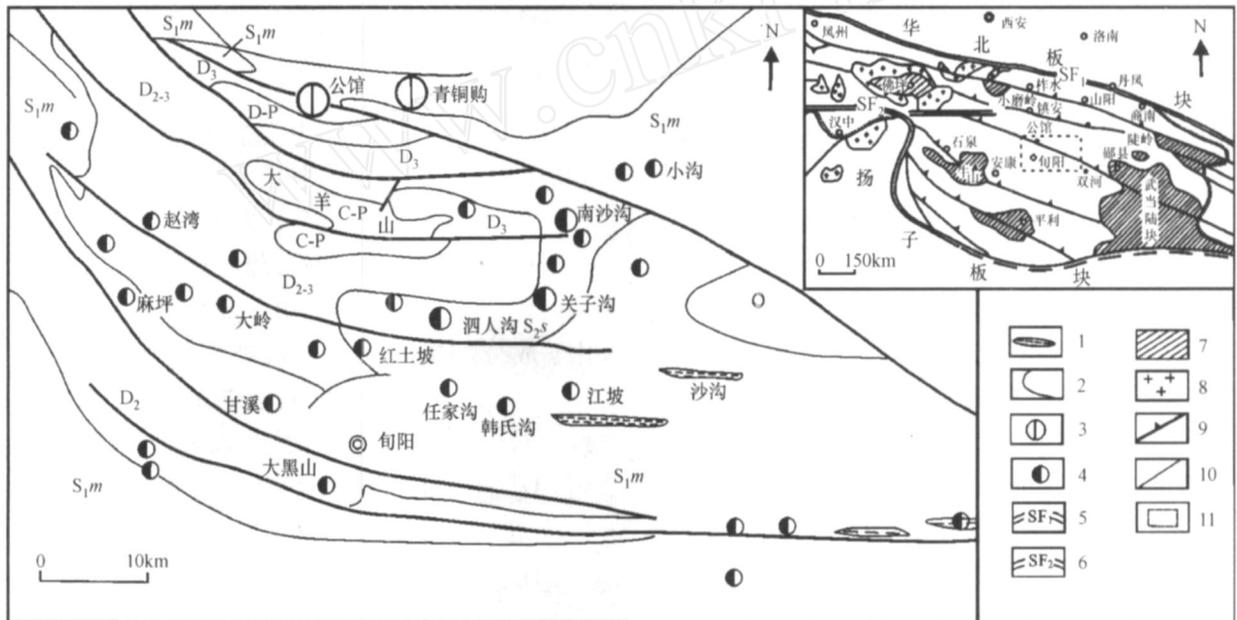


图 1 扬子陆块北缘旬阳盆地的位置及地质矿产简图(据宋小文等,2003 和张国伟等,2001 资料编制)

C - P—石炭系—二叠系;D - P—泥盆系—二叠系;D₃—上泥盆统;D₂—中泥盆统;S_{2s}—中志留统双河镇组;S_{1m}—下志留统梅子垭组;O—奥陶系;1—钠长石岩;2—地层界线;3—汞锑矿床;4—铅锌矿床;5—商丹构造带;6—勉略构造带;7—前寒武纪基底陆块;8—中生代花岗岩;9—区域断裂;10—矿区断裂;11—重点工作地区

海盆内古生界呈现出以大羊山复式背斜为代表的主体褶皱构造,褶皱轴近东西向展布,断裂构造呈弧形近东西走向,更多体现出造山期构造形迹。海盆沉积充填仅发生很弱的低级绿片岩相变质,单斜岩层

和板岩地层普遍,是认识下古生界中成岩成矿作用地球化学的较理想地区。区内未见岩浆岩体出露。

旬阳盆地有公馆和青铜沟两个特大型汞锑矿床,新近评价勘探了志留系中下统两个铅锌成矿层

陕西省地矿局区域地质调查队. 1:20万紫阳幅修测报告, 1989.

位,储量不断增加,矿床/点不断被发现(图1),使旬阳古生界盆地成为新的铅锌矿集区^[12-15]。

2 钠长石岩沉积学和岩石学

钠长石岩产在秦岭微板块东部的旬阳盆地内梅子垭组中下部一套深海含碳细碎屑岩中。在旬阳盆地棕溪、关口、黄石板矿区有典型发育。西起旬阳棕溪一带,向东一直断续延伸至白河县黄石板一带,长达10余千米,厚几十厘米至80m不等,剖面上呈厚层状与围岩整合产出,同步变形,局部有穿层的现象。规模较小的钠长石岩呈扁豆状,沿走向方向岩性和岩相变化强烈,常为正常地层的泥质岩石、粉砂质岩石所取代,并与之为过渡关系。地表露头上由于其与围岩岩性差异较大,相对厚层、浅色、高能干、弱变形等鲜明特殊性使它与围岩明显不同,地表露头均表现为正地形。

区内钠长石岩依据产状主要可以划分为两种类型:层状、层块状微晶石英钠长石岩;钠长石角砾岩。

层状、层块状钠长石岩 新鲜面为浅肉红色,风化后为灰白色,厚层块状构造为主,其次为层纹条带状构造,均粒微晶-细晶结构为主,棕溪一带有细晶-中粗晶结构钠长石岩产出。主要由钠长石和少量石英、方解石、铁白云石、电气石、黑云母、绢云母、绿帘石、金红石等组成。该钠长石的矿物组合、均粒微晶结构、层纹条带状构造等特点均可与南秦岭中泥盆世典型热水沉积钠长石岩对比。

钠长石角砾岩 具明显的角砾状构造,角砾以微晶钠长石岩为主,含少量的围岩角砾,角砾大小不一,一般为5mm×10mm~10mm×30mm,无分选,无磨圆。钠长石岩角砾的成分、结构构造与块状钠长

石基本一致,风化后为灰白色。依据胶结物及结构构造的差异,将钠长石角砾岩分为两种岩石类型:黑云母钠长石角砾岩和铁碳酸盐钠长石角砾岩。

黑云母钠长石角砾岩的角砾形态为竹叶状、椭圆状,定向性明显,与区域岩石片理、层理方向一致,胶结物以黑云母为主,少量的蛭石及绿泥石,定向性明显,风化面显灰黑色。而铁碳酸盐钠长石角砾岩的角砾形态为棱角状,无定向,胶结物为含铁碳酸盐以及少量石英和黑云母,风化后呈褐黄色。铁碳酸盐钠长石角砾岩可与南秦岭山阳-柞水盆地中泥盆世的钠长石角砾岩^[3,20]对比,推测为一种热水喷发-沉积作用形成的同生角砾岩。而黑云母钠长石角砾岩为该区特有的一种岩石类型,微晶钠长石岩角砾定向性明显,具“内碎屑结构”的特点,推测热水沉积的钠长石岩在没有完全固结状态,由于海底动荡,热水活动,被打碎,经过近距离的搬运,形成定向性明显的同生沉积角砾岩,填隙物黑云母则可能是由正常沉积的泥质岩石在一种较高的热背景环境下发生海底同生热蚀变所致。

3 钠长石岩组成矿物特征

钠长石岩中的石英为微晶粒状结构,粒度0.01~0.05mm,与钠长石平衡共生,含量约15%。钠长石呈微晶半自形-自形,无磨圆,粒度0.01~0.05mm,多不显双晶结构,部分具有钠长石律和卡-钠复合律双晶,在岩石中含量约70%~75%。其化学成分的电子探针分析结果如表1所示。以 Na_{2}O 、 $\text{Al}_{2}\text{O}_{3}$ 、 SiO_{2} 为主,其余成分均小于1%, Na_{2}O 高达11.48%。化学分子式可以表示为: $\text{Na}_{0.89}\text{Al}_{1.34}\text{Si}_{1.77}\text{O}_{8.00}$ 。与银洞子泥盆系钠长石岩中的钠长石成分接近(化学分子式可以表示为: $\text{Na}_{0.85}\text{Al}_{1.11}\text{Si}_{1.92}\text{O}_{8.00}$ ^[31])。

表1 钠长石岩中几种矿物的电子探针分析结果

地点	矿物名称												B / %
		Na_2O	K_2O	TiO_2	MgO	FeO	CaO	Al_2O_3	Cr_2O_3	MnO	SiO_2	NiO	Total
旬阳志留系	钠长石	11.48	0.05	0.07	0.03	0.05	0.13	18.83	0.05	0.02	68.79	0.14	99.55
银洞子泥盆系 ^[31]	钠长石	9.71	0.09	0.05	0.19	0.21	0.39	21.43		0.03	66.27		98.34
旬阳志留系	铁白云石	0.03	0.01	0.05	18.33	2.44	30.96	0.04	0.08	0.06	0.04	0.07	52.01
银洞子泥盆系 ^[31]	铁白云石	0.04	0	0.03	17.8	6.08	29.76	0.05		0.23	0.03		54.02
旬阳志留系	镁电气石 9点平均	2.79	0.01	2.71	8.89	6.59	0.40	22.92	0.63	0.03	36.06	0.04	80.97
银洞子泥盆系 ^[31]	镁电气石	3.72	3.14	1.01	8.24	6.67	0.04	18.93		0	46.11		87.86

注:测试单位:长安大学成矿作用及其动力学国土资源部开放研究实验室。

钠长石岩中的铁白云石呈半自形 - 自形菱面体, 粒度 0.02 ~ 0.08mm, 星散状分布在岩石内, 含量约 5%。其化学组成以 CaO、MgO 以及 CO₂ 为主, 其次为 FeO, 含量为 2.44%, 其余成分均小于 1%。加拿大 Selwyn 盆地 Tom 喷气 - 铅锌层状矿体南部及底部喷气热液通道中发育的呈脉状铁白云石认为是海底喷气热液活动的产物^[21]。旬阳盆地正常沉积岩中未见铁白云石, 钠长石岩中的铁白云石呈单个晶体星状分布, 可能是海底热液活动初期造成的一种局部高温高盐度环境中的一种特别的自生矿物。其形成过程中, 海水提供了 Mg, 热液活动带来了 Fe, 海底局部的热水沉积环境使 Fe 代替 Mg, 即铁白云石指示了海盆局部曾出现过热卤水沉积环境。与银洞子泥盆系与菱铁矿岩、磁铁绿泥石岩相伴生的似碧玉钠长石岩中的铁白云石相比, FeO 含量明显偏低 (表 1)。

镁电气石在钠长石岩内常见, 自形 - 半自形针状、柱状晶体, 均匀分布在岩石中。粒度细小, 0.005 ~ 0.05mm, 与微晶石英、钠长石、铁白云石等镶嵌共

生。淡黄 - 暗黄褐色, 表现出富镁特征, 电子探针分析结果见表 1 和表 2。旬阳盆地钠长石岩中镁电气石含量可达 3% ~ 5%, 局部最高可达 8%, 其化学成分及比值和大厂锡矿中电气石岩、银洞子含矿层中的似碧玉层纹钠长石中的电气石样品接近。在大厂锡矿中电气石岩被认为是喷气 - 热液沉积成因。镁电气石富含挥发组分 B 和水, 所以多与气成作用有关, 多产于伟晶岩及气成热液矿中, 变质岩和变质矿床中亦有产出。加拿大 Sullivan 矿床是目前世界上已知的最富 B 的 SEDEX 型块状硫化物矿床^[22]。热水沉积块状硫化物矿床中电气石 FeO / (FeO + MgO) 比值平均小于 0.5^[25], 以富镁为特征。与花岗岩岩浆活动有关的矿床及夕卡岩中的电气石通常富铁。旬阳棕溪钠长石岩 9 个点的的结果中仅有一个样品点的 FeO / (FeO + MgO) 比值为 0.62, 其余均小于 0.5。此外 Na₂O / (Na₂O + CaO) 为 0.76 ~ 0.97, 与大厂锡矿中电气石岩 (0.46 ~ 0.97)、银洞子含矿层中的似碧玉岩中的电气石 (0.91 ~ 0.989) 以及块状硫化物矿床中电气石样品 (0.31 ~ 0.91) 接近。

表 2 南秦岭钠长石岩中电气石电子探针分析结果

样品来源	样品数	FeO	MgO	B / %	
				FeO / (FeO + MgO)	Na ₂ O / (Na ₂ O + CaO)
旬阳棕溪钠长石岩	9	2.24 ~ 9.69	8.44 ~ 10.66	0.17 ~ 0.62	0.76 ~ 0.97
桐木沟铅矿床 ^[20]	1	7.26	7.9	0.48	
双王金矿床钠长石岩 ^[23]	1	1.85 ~ 10.45	7.03 ~ 9.94	0.17 ~ 0.60	
银洞子银铅矿床似碧玉层纹钠长岩 ^[3]	1	6.67	8.24	0.45	
银洞子含矿层似碧玉岩 ^[3]	3	0.55 ~ 0.58	7.73 ~ 8.24	0.065 ~ 0.07	0.91 ~ 0.989
大厂锡矿床 ^[24]	11	0.45 ~ 0.91	7.71 ~ 10.05	0.02 ~ 0.37	0.46 ~ 0.97
块状硫化物矿床 ^[25]	30	0.68 ~ 5.09	6.65 ~ 12.38	0.06 ~ 0.40	0.31 ~ 0.91

测试单位: 长安大学成矿作用及其动力学国土资源部开放研究实验室。

4 钠长石岩地球化学特征

4.1 岩石化学

钠长石岩的化学成分 (表 3) 主要以 SiO₂、Al₂O₃ 及 Na₂O 为主, 其次为 CaO、MgO。该组成表现为 Na₂O 的显著富集, 代表陆源组分的 K₂O 含量明显低于正常沉积岩, Fe₂O₃ 明显低而 FeO 含量相对增高, 以及 FeO / Fe₂O₃ 比值大于 1 等特征。与钠长石矿物以及南秦岭柞水 - 山阳盆地、凤太盆地以及西成盆地的典型热水沉积钠长石岩成份相近。该区的钠长石岩为不纯的钠长石岩或钠长石角砾岩, 除钠长石、石英外, 还含有一定量的自生碳酸盐矿物, 如白云石、铁白云石、铁方解石等, 导致了细粒钠

长石岩中富含一定的 CaO、MgO。也不排除局部钠长石岩受碳酸盐化影响的结果。此外, 钠长石角砾岩中的胶结物可能主要为正常的水成沉积物的热蚀变产物, 如绿泥石、黑云母等矿物, 导致了 FeO 含量的相对增高。

4.2 Fe、Mn、Co、Ni、Cu 关系

黄石板钠长石岩与地壳克拉克值相比, Cu、Ni、Co 等亏损明显。根据 Bostrom^[26] 提出的热液沉积物与水成沉积物的元素组成, 在 Fe、Mn、(Cu + Co + Ni) × 10 三角图上 (图 2) 有明显的集中区, 该区钠长石岩类的投影点均落在热液沉积区内。原因是热液沉积物沉积速率较快, 没有时间与海水充分作用而富集 Co、Ni、Cu 等微量元素。

表 3 南秦岭旬阳盆地钠长石岩主元素及部分微量元素组成

样品号	样品性质	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	P ₂ O ₅	TiO ₂	MnO	LOI [*]	Fe ₂ O ₃	FeO	S	Cu	Co	Ni
BH-4	钠长石岩角砾	58.14	11.64	6.70	0.14	4.03	6.55	0.18	0.60	0.06	9.59	0.22	1.44	10.3	10.6	7.50	7.50
BH-5	细粒钠长石岩	58.72	10.96	6.42	0.01	4.16	6.89	0.22	0.57	0.05	9.85	0.28	1.13	14.2	3.88	6.30	6.30
B-12	细粒钠长石岩	59.35	12.67	7.18	0.16	3.70	6.03	0.12	0.64	0.04	8.57	0.25	1.10	9.01	1.31	11.0	11.0
B-24	钠长石岩角砾	53.37	11.04	5.41	0.62	6.00	8.48	0.17	0.50	0.03	11.28	0.75	1.98	15.1	5.51	61.4	61.4
B-13	绿泥钠长石角砾岩	63.05	18.15	9.14	0.32	2.08	0.31	0.09	0.79	0.02	1.31	1.59	2.51	34.7	13.6	31.2	31.2
B-15	黑云钠长石角砾岩	67.30	15.28	6.87	1.65	2.94	0.35	0.12	0.87	0.03	0.70	0.81	2.42	8.15	11.8	41.1	41.1
	平均值	59.99	13.29	6.95	0.48	3.82	4.77	0.15	0.66	0.04	6.88	0.65	1.76		15.24	7.78	26.4
柞水-山阳盆地 ^[3]	钠长石角砾岩	56.6	14.69	7.78	0.37	4.80	7.79	0.07	0.55	0.05		1.80	1.19				
凤太盆地 ^[3]	钠长石岩类	62.66	17.62	7.12	1.72	1.72	2.46	0.16	0.66	0.03		0.9	0.95				
西成盆地 ^[3]	黄铁矿钠长石岩	59.76	15.04	6.48	1.02	0.48	0.43	0.10	0.19	0.04		0.08	1.00	13.26			

测试单位:中国地质科学院矿产资源研究所;主元素为%,其中,Cu、Co、Ni为 10⁻⁶;LOI^{*}:烧失量,包括 CO₂,H₂O⁺,H₂O⁻等。

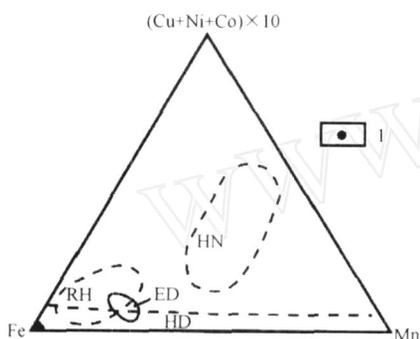


图 2 Fe - Mn - (Cu + Ni + Co) × 10图解 (据 K Bostrom, 1983)

- 1 - 旬阳盆地钠长石岩; HN - 水成沉积物区;
- HD - 热液沉积物区; RH - 红海热液沉积物区;
- ED - 东太平洋中脊热液沉积物区

4.3 稀土元素地球化学

旬阳志留系中钠长石岩及水成沉积岩的稀土元素配分模式参见图 3。稀土元素的分析结果表明,钠长石岩的稀土元素总量 (153.78 × 10⁻⁶) 较围岩 (211.66 × 10⁻⁶) 偏低,但钠长石岩的稀土配分曲线与围岩地层沉积岩的稀土特征基本一致,均与北美页岩相似,属轻稀土富集型,表明热液中的稀土元素可能来自下渗海水及其所流经的地层柱,进一步证明了钠长石岩的热液沉积成因。

4.4 SHR MP测定钠长石岩中的锆石 U - Pb 年龄

钠长石岩中的锆石含量少,多为浑圆状,碎屑特征明显。挑选钠长石岩中的锆石单矿物数十颗,在

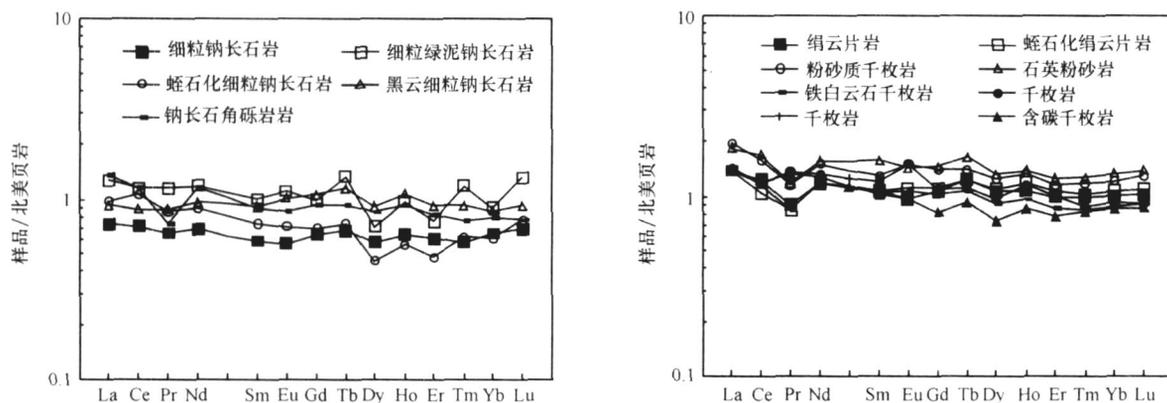


图 3 旬阳盆地志留系钠长石岩及正常沉积地层的 REE配分模式

中国地质科学院地质研究所北京离子探针中心的 SHR MP 型离子探针仪器上进行了 U - Pb 测年。锆石透射光及阴极发光图像显示锆石为热水流经基底及地层时捕获的碎屑锆石。挑选其中不同类型的 15 颗锆石进行 SHR MP 测年,结果显示年龄变化范围大,均在 800 Ma 以上,缺乏早古生代的锆石年龄。这一方面说明早古生代该地区岩浆活动不发育,另一方面也说明了该钠长石岩非岩浆成因。进一步证明钠长石岩属热水沉积成因。

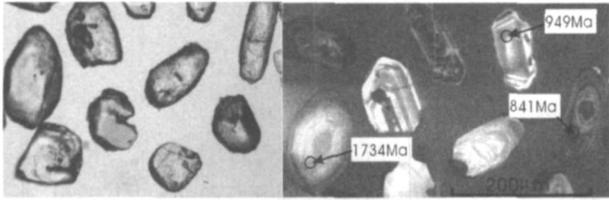


图 4 旬阳盆地钠长石岩中的锆石透射光、阴极发光图像及 SHR MP 实测 U - Pb 年龄

5 结论

钠长石岩是南秦岭古生代重要地质过程的表现。对认识南秦岭泥盆纪热水沉积矿床形成方式和明确找矿方向中发挥了重要作用。但对于南秦岭下古生界钠长石岩发育情况知之甚少。在南秦岭旬阳下古生界铅锌矿集区内的志留系梅子垭组地层中首次识别出的钠长石沉积岩带,其产状、矿物组合、化学成分及岩石组合与围岩差异明显,但可与南秦岭泥盆系钠长岩进行类比。主要特征如下:

旬阳下古生界志留系梅子垭组地层中的钠长石岩与地层整合产出,渐变过渡,厚层块状、条带状、角砾状构造,均粒微 - 细晶结构、内碎屑结构;矿物成分以半自形 - 自形石英和钠长石为主,铁白云石、镁电气石常见;化学组成以富含 SiO_2 、 Al_2O_3 及 Na_2O 为特征;富 Fe、Mn,贫 Co、Ni、Cu 等微量元素,在 Fe - Mn - (Cu + Ni + Co) 图上,落入热水沉积成因区;稀土元素配分曲线与围岩类似,但总量较围岩偏低。钠长石岩中锆石形态、图像及 ShimpU - Pb 测年结果指示锆石为热液上升过程中捕获的基底及下伏地层柱中的碎屑锆石。

结合该区下古生界属于扬子北缘被动陆缘裂谷沉积体系,碳质硅质页岩、火山凝灰岩和热水沉积硫化物岩发育,伸展背景下的海底火山、热水沉积较明显的特点,认为这里下古生界钠长石岩应属于热水沉积成因,即海水沿同生断裂向下渗透,被加热并和

基底富钠质岩石(基底武当群、耀岭河群为一套富钠质的浅变质沉积火山岩系)以及所流经的地层柱发生面型淋滤,经热液通道喷发出海底形成层块状、层纹状钠长石岩。钠长石角砾岩则是热水沉积层块状、层纹状钠长石岩在没有完全固结状态,由于海底动荡被打碎而形成的同生沉积角砾岩。

[参考文献]

- [1] 张复新. 秦岭泥盆系中与铅锌矿化有关的喷流岩的识别与找矿[J]. 地质与勘探, 1989, 25(5): 11 - 16
- [2] 祁思敬, 李英, 隗合明, 等. 秦岭热水沉积型铅锌(铜)矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1993, 80 - 120.
- [3] 薛春纪. 秦岭泥盆纪热水沉积[M]. 西安: 西安地图出版社, 1997, 85 - 122.
- [4] 祁思敬, 李英. 中国北方超大型热水沉积硫化物矿床成矿模式[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1997, 16(3): 155 - 158.
- [5] 张复新, 魏宽义, 等. 南秦岭微细浸染型金矿床地质与找矿[M]. 西安: 西北大学出版社, 1997, 1 - 98.
- [6] 祁思敬, 李英. 南秦岭晚古生代海底喷气 - 沉积成矿系统[J]. 地质前缘, 1999, 6(1): 171 - 179.
- [7] 薛春纪, 祁思敬, 郑明华, 等. 热水沉积研究及相关科学问题[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2000, 19(3): 155 - 163.
- [8] 方维萱, 卢纪英. 陕西银洞子一大西沟菱铁银多金属矿床热水沉积岩相特征及成因[J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 437 - 438.
- [9] 梁华英, 王秀璋, 程景平. 陕西双王钠长石岩特征及金矿床形成期次分析[J]. 大地构造与成矿学, 2000, 24(4): 350 - 356.
- [10] 李勇, 苏春乾, 刘继庆. 东秦岭造山带钠长岩的特征、成因及时代[J]. 岩石矿物学杂志, 1999, 18(2): 122 - 127.
- [11] 刘淑文, 薛春纪, 李强等. 秦岭旬阳盆地古生界钠长石岩岩石学和地球化学特征[J]. 中国地质, 2005, 32(3): 424 - 433.
- [12] 宋小文, 侯满堂, 朱经祥, 等. 陕西旬阳地区志留系铅锌矿集区特征及其成因初探[J]. 陕西地质, 2003, 21(1): 1 - 9.
- [13] 薛春纪, 刘淑文, 冯永忠, 等. 南秦岭旬阳盆地古生界热水沉积成矿地球化学[J]. 地质通报, 2005, 24(10 - 11): 927 - 934.
- [14] 刘淑文, 薛春纪, 曾荣等. 南秦岭志留系铅锌矿床中硅质岩岩石学及地球化学[J]. 矿床地质, 2005, 24(5): 490 - 500.
- [15] 朱华平, 张德全. 陕西南秦岭志留系中铅锌矿床地质地球化学特征研究[J]. 地质找矿论丛, 2004, 19(2): 76 - 82.
- [16] 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 501 - 580.
- [17] 黄月华, 任有祥, 夏林圻, 等. 北大巴山早古生代双模式火山岩套: 以高滩辉绿岩和高坪粗面岩为例[J]. 岩石学报, 1992, 8(3): 243 - 256.
- [18] 胡健民, 赵国春, 孟庆任, 等. 武当地块基性侵入岩群的地质特征与构造意义[J]. 岩石学报, 2003, 19(4): 601 - 611.
- [19] 赖绍聪, 张国伟, 杨永成, 等. 南秦岭勉县 - 略阳结合带蛇绿岩和岛弧火山岩地球化学及其大地构造意义[J]. 地球化学, 1998, 27(3): 283 - 293.
- [20] 马国良, 祁思敬, 薛春纪. 陕西桐木沟锌矿床钠质喷气岩的岩石学及地球化学特征[J]. 矿物岩石, 1993b, 13(3).
- [21] Ansdell K M, Nesbitt B E, Longstaffe F J A fluid inclusion and

- stable isotopic study of the Tom Ba - Pb - Zn deposit, Yukon Territory, Canada[J]. *Economic Geology*, 1989, 84: 841 - 856
- [22] 蒋少涌. 加拿大 Sullivan超大型 Pb - Zn - Ag矿床中几个指示成矿环境的特征矿物研究 [J]. *高校地质学报*, 2000, 6(2): 173 - 177.
- [23] 炎金才. 秦岭泥盆系热水沉积岩中主要矿物标型特征 [J]. *矿物学报*, 1995, 15(3) 318 - 323.
- [24] 韩发, R W 哈钦森. 大厂锡多金属矿床热液喷气沉积成因证据——含矿建造和热液沉积岩 [J]. *矿床地质*, 1989, 8(2): 25 - 37.
- [25] Taylor B E and Stack J S. Tourmalines from Appalachian—Caledonian massive sulfide deposits: textural, chemical and isotopic relationship [J]. *Econ Geol*, 1984, 79: 1703 - 1729.
- [26] Bostrom K. Genesis of ferromanganese deposits - diagnostic criteria for recent and old deposits [A]. In: Rona P A ed. *Hydrothermal Processes at Seafloors Spreading Centers* [C]. New York: Plenum Press, 1983, 473 - 483.

GEOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF SILURIAN HYDROTHERMAL SEDIMENTARY ALBITITE IN THE XUNYANG BASIN, SOUTHERN QINLING

LU Shu-wen¹, WANG Tao², ZENG Rong¹, XUE Chun-ji³, TANG Yong-zhong⁴

(1. *Department of Geology, College of Resources, Chang'an University, Xi'an 710054;*

2. *Institute of Geology and Exploration, Northwest Bureau of Geology and Exploration for Nonferrous Metals, Xi'an 710054;*

3. *College of Geosciences, China University of Geology, Beijing 100083; 4. Shaanxi Geological Survey, Xi'an 710054)*

Abstract: Hydrothermal sedimentary albitite in the upper Paleozoic is closely related with many large and superlarge Pb - Zn deposits in the south Qinling orogenic belt. Recently, a nearly E - W striking over 10 km long albitite zone has been recognized for the first time in the lower Silurian Meiziya Formation in a lower Paleozoic Pb - Zn ore concentration region of Xunyang area, southern Qinling. The albitite zone shows a conformable contacting and gradational relationship with the country rocks, and exists as thick-bedded and massive, banded, or brecciated structures, and fine to very fine equigranular and intraclastic textures. Albitite is composed primarily of albite (70% ~ 75% ±) and quartz (15% ±), and dravite and ankerite occur quite often. Chemically composition of albitite is rich in SiO₂, Al₂O₃, and Na₂O, and also rich in the Fe and Mn, poor in Co, Ni and Cu. REE of albitite are lower than those of country rocks, but their chondrite normalized REE distribution patterns are quite similar. Shapes, cathodoluminescence photos and SHRIMP U - Pb dating of zircons from albitite indicate a complicated origin of clastic zircons captured from the basement and lower Paleozoic sediments by the uplifting hotwater. All the geological and geochemical characteristics of albitite prove that, combining with the fact that its lower Paleozoic belongs to a passive continental margin rift environment on the northern margin of the Yangtze plate, the lower Paleozoic albitite is of hydrothermal sedimentary origin.

Key words: hydrothermal sedimentation, albitite, south Qinling, Xunyang basin, Silurian