

宁芜和庐枞地区钠长石化的钠质来源新探^①

胡文璋 胡受奚

(南京大学地球科学系)

提 要 目前普遍认为,宁芜型铁、硫矿床中的钠长石化的钠质来源与周冲村组膏岩层有关。本文的研究对此提出了质疑,认为膏岩层中缺乏钠源基础,而从新的角度提出了钠质主要来源于当时火山洼地中高盐卤水的观点。认为是富钠卤水参与了火山活动引起的热对流循环,才形成了显著的蚀变与矿化。文章从矿化蚀变与火山洼地的空间关系、洼地中水化学性质以及 H—O、Rb—Sr 和 S 同位素特征等诸方面对这一观点作了论述。

关键词 钠长石化 钠质来源 火山洼地 高盐卤水 同位素 宁芜和庐枞地区

1 问题的提出

碱质交代作用是一种重要成矿作用机制,历来为广大矿床工作者所重视。越来越多的资料表明,无论含矿溶液的最终沉淀方式如何(有的在地下发生充填交代而沉淀,有的喷出地表而沉积),碱质交代都是成矿物质被带出、迁移和富集的最重要作用过程(胡受奚,1982, Barnes, 1979)。就长江中下游地区中生代火山岩盆地中诸多铁、硫矿床来说,钠质交代(钠长石化)是其成矿作用的最重要环节。这已为大量地质事实和实验研究所证实(胡受奚,1977;张荣华,1974,李九玲等,1979)。但是,关于钠质来源问题却远没有解决。七十年代以前,大都认为与岩浆本身的结晶分异作用有关。七十年代末,蔡本俊等^②提出钠质来源于中三叠统周冲村组膏岩层的观点,受到普遍重视,目前已为大多数学者所接受。

但是,无论钠质来源于岩浆自身分异的观点,还是来源于膏岩层的观点,都解释不了这样一个基本事实:即钠化蚀变与铁、硫矿化在空间分布上的极不均一性。从火山岩浆作用方面来说,在长江中下游十几个火山岩盆地中,形成重要工业矿床者仅有宁芜、庐枞和大冶等少数盆地;在每个盆地中,次火山岩侵入体多达几十至上百个,而形成一定规模矿化蚀变者只有几至十几个,也是少数。显然,广泛的火山岩浆活动与个别的矿化蚀变是不协调的。从膏岩层方面来说,在整个长江中下游地区,中三叠统含膏层序是普遍发育的,按理说凡穿过膏岩层的岩体

^① 博士后科学基金资助。

^② 蔡本俊,长江中下游内生铁铜矿床与蒸发岩的关系。山西地质科技,(3)1979。

都应有钠化蚀变与矿化,但事实并非如此。至于各岩体之间在蚀变与矿化强度上的差别就更大了。因此,矿化蚀变肯定还受其它因素控制,钠质交代还可能另有新源。这正是本文所探讨解决的问题。

2 对膏岩层作为钠质来源的质疑

因为目前人们倾向于认为钠质交代与中三叠统周冲村组膏岩层有关,所以有必要对此作进一步分析。钠质来源于膏岩层一说主要立足于两方面依据,一是认为膏岩层序中含有钠盐(主要指 NaCl),因而谓之“膏盐层”;二是硫同位素研究结果表明,矿化与膏岩层有物源联系。关于第二方面留在后文讨论,在此主要分析一下膏岩层序中的钠源物质基础。

2.1 区内膏盐层中无石盐分布

迄今为止,整个下扬子地区(包括湖北、安徽和江苏等省)尚未在中三叠统中发现任何厚度的石盐层,甚至连含镁硫酸盐矿物也未见到。表明离石盐沉积还有一定距离。虽然在中、上扬子区四川盆地局部见有石盐薄层,但那里卤水演化程度远高于下扬子区,早已在膏岩层中发现大量杂卤石($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$),并形成工业矿床。而且汲卤熬盐的历史已达数千年。这与下扬子区的情况是不同的。从岩相古地理环境演化来看,中三叠世海退是由本区向西南(经四川)古印度洋和东部古太平洋两个方向退出的,隆起较早,不是区域沉积中心,聚盐条件较差。另从含膏岩系地球化学指标看,形成石盐沉积的可能性也不大。这已为十几年来的大量地质勘探工作所证实。因此,本文称该区的含膏层序为膏岩层,而不称“膏盐层”,以便名符其实,并避免混淆。

2.2 膏岩层本身贫钠质

有人认为含膏地层中钠质比较丰富,实际并非如此。表 1 列出了南京石膏矿部分测试资料,表 2(A)是作者分析结果。从表中数据可知,膏岩层中 K、Na 含量都很低,其中 Na 含量平均只有 0.06% 左右。还不如一般泥质岩中的吸附量高。这也是可以理解的,因为含膏层序主要是钙与部分镁的硫酸盐和碳酸盐类组成,不存在 K、Na 的类质同象载体,仅能以吸附和包裹体的形式混入很少一部分。因此,膏岩层中钠质是贫乏的。

表 1 周冲村组硬石膏岩中主要碱金属离子含量(%)

Table 1 Contents of alkaline metals in anhydrites of Zhouchongcun Formation (%)

含量 % 元素	样号	全 Z66	全 Z82	全 Z181	全 Z182	全 Z183	全 Z187	全 Z235	全 Z242	全 Z307	平均
Na		0.07	0.07	0.04	0.05	0.02	0.03	0.05	0.04	0.08	0.05
K		0.06	0.05	0.06	0.13	0.07	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06
Mg		1.89	2.51	2.05	2.28	1.76	1.07	0.78	2.44	0.96	1.75
Ca		27.89	26.81	27.29	27.09	27.85	22.21	28.79	27.04	28.43	27.04

(据南京硬石膏矿资料)

表 2 原始膏岩层及热变质膏岩层中 K、Na 含量对比表(%)

Table 2 Correlation of K and Na contents in anhydrites and hydro-altered ones.

A. 原始膏岩层					B. 热变质膏岩层				
样号	岩性	K	Na	平均 (Na)	样号	岩性	K	Na	平均 (Na)
Zx-8	灰色硬石膏岩	0.08	0.056	0.047	N ₃ -1	白色硬石膏岩	<0.000	0.034	0.035
Zx-38	条带状硬石膏岩	0.15	0.048		N ₃ -2	白色硬石膏岩	<0.000	0.036	
Zx-49	条带状硬石膏岩	0.21	0.042		N ₈ -39	白色硬石膏岩	0.028	0.035	
ZE-1	灰黑色硬石膏岩	0.16	0.044		N ₈ -40	灰白色白云质硬石膏	0.069	0.045	0.054
Zx-11	白云质硬石膏岩	0.12	0.080	N ₈ -42	灰白色白云质硬石膏	0.10	0.069		
Zx-28	白云质硬石膏岩	0.26	0.086	N ₈ -43(A)	灰白色白云质硬石膏	0.092	0.050		
Zx-34	硬石膏质白云岩	0.50	0.085	N ₈ -43(B)	灰白色硬石膏白云岩	0.13	0.050		
Zx-43	白云质硬石膏岩	0.43	0.071	0.081	N ₈ -46	浅灰色结晶灰岩	0.12	0.069	0.067
Zx-21	泥质白云岩	1.55	0.130		N ₂ -2	钙泥灰细砂岩	0.84	0.077	
Zx-22	纹泥白云岩	0.21	0.086		N ₂ -9	含云母细砂岩	0.45	0.055	

2.3 热变质过程中膏岩内钠含量的变化

有人认为,膏岩层中的钠在岩浆热液作用下会很容易迁移出来。为了探讨这一过程,作者在宁芜南段年陡岩体附近,在距岩体几十至一百米左右的 CK₈₅₀₃孔和 ZK₈₀₈孔中,采集了若干已遭受了热变质的硬石膏岩样品进行分析。结果表明,与未变质的原始硬石膏岩相比,Na 含量仅降低约 1/4,即只有少部分钠质迁移出来(表 2B)。看来理论分析与实际情况出入较大。实际上,即便膏岩层中不足 0.1% 的 Na 全部迁移出来,若形成 5 千万吨的铁矿床,要有约 0.5 立方公里钠长石岩形成,需要厚 200 米的膏岩层约 200 平方公里。显然是不合实际的。

由上可知,下扬子地区含膏地层中不存在钠质来源的物质基础,膏岩层中微量钠的移出十分有限,不可能成为钠长石化之主要物源。即使岩体能同位吞蚀较大规模的膏岩层,形成一定的钠化与矿化,也是有限的。当然,膏岩层可以为岩浆热液提供大量 Ca、Mg 和 S 等物质,对成矿作用的贡献仍是不可忽视。

3 从矿床时空分布看外部控矿因素

既然岩浆本身和膏岩层都不是钠质的主要来源,那么就有一种可能,即钠质来源于地表水体或浅层地下水。区内重要矿化蚀变的时空分布,确实反映了受当时水盆地发育状况控制的特点。

2.1 矿化蚀变的时控性

区内重要矿化蚀变主要发育在两个时期。一是第一火山喷发旋回与第二火山旋回之间的火山作用间歇期,绝大部分硫铁矿成于此期;二是第二和第三火山旋回之间的间歇期,大部分铁矿床成于此期。这两个时期都是火口湖或含水火山构造洼地发育期,沉积有几十至上百米的水下沉积夹层。特别是第一火山旋回间歇期,沉降中心地区的沉积夹层厚达二~三百米。绝大

部分硫铁矿体赋存其中,具明显时控及层控特点。也就是说,矿化蚀变的发生与外部水盆地的发育是同时的,一致的。

2.2 矿床空间分布受“火山洼地”制约

从平面上看,区内矿床具有成“群”分布的特点。在宁芜盆地集中于三个地区,即北部梅山矿区,中部凹山—向山矿区和南部钟姑矿区(图 1A)。其中钟姑地区矿床已被证明为三叠纪矿源层被叠加改造形成(阮惠础等,1982),在此不予涉及。其余两矿区都处于晚侏罗世火山洼地之中,而且凹山(向山)和梅山都是当时火口湖沉积中心,即“洼中洼”(孙化东,1984)^①。沉积—火山沉积岩达上百米。向山有硬石膏沉积、梅山见碳酸盐岩夹层。在庐枞盆地,主要矿床集中在两个地区,即黄屯—何家小岭矿区和罗河—大鲍庄矿区。它们也都就位于盆地中最重的火山构造洼地中(图 1B)。任启江等(1990)^② 研究表明,小岭地区在转桥旋回中期曾是一个沉陷较深的火山口湖。作者对罗河—大鲍庄地区研究发现,该区火口湖沉积更为发育,并有硬石膏层形成,是整个盆地的沉降中心。其他火山机构如七家山地区和庐枞南端,都未形成稳定的构造洼地,矿化蚀变远不如上述两矿区。

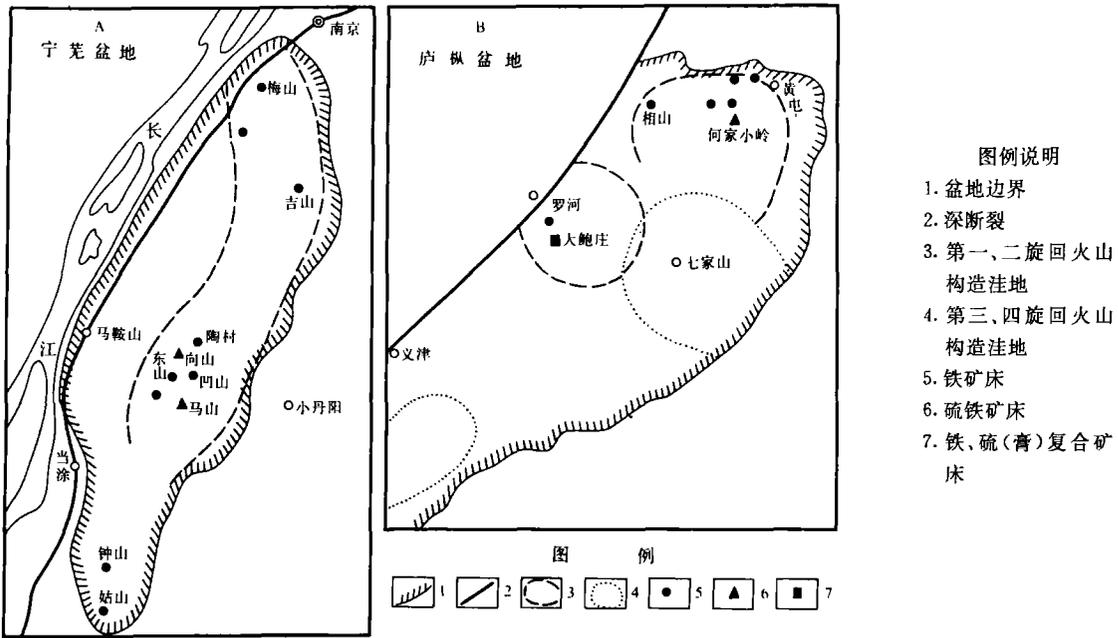


图 1 宁芜和庐枞地区主要矿床与火山洼地的空间关系

Fig. 1 Distribution of main ore deposits and their relation to locations of volcanic depressions in Ningwu-Luzong Area.

从矿化蚀变与岩体的空间关系来看,钠化与矿化也并非发育在岩体顶部,大部分偏于岩体一侧(图 2)。如宁芜中段凹山、南山、东山、陶村和向山等矿床,矿化蚀变偏于岩体西北侧发育,而这里正是火口湖沉积中心区。在大鲍庄矿床中,矿体也偏于北侧火口湖区分布。

① 孙化东,向山铁硫矿床火山—化学岩的沉积特征和矿床形成条件初析。皖东南地质(科技情报), (3)1984。

② 任启江等,安徽庐枞中生代火山岩区铜、金、硫矿床成矿预测(科研报告),1990。

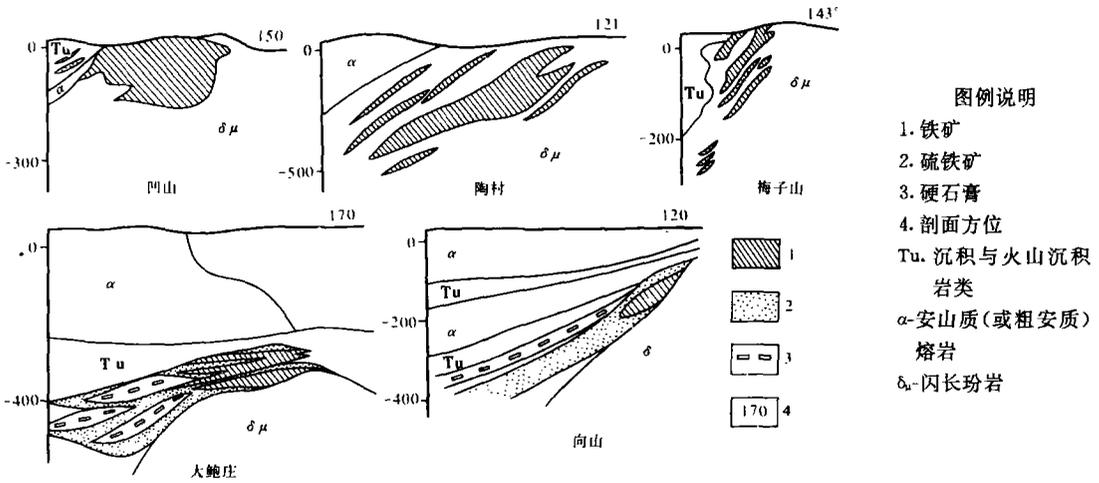


图 2 宁芜和庐枞地区部分矿床中矿化与岩体之空间关系

Fig. 2 Relationship between locations of mineralizations and intrusive bodies in some ore deposits.

显然,无论在平面上还是在剖面上,矿床的分布与具体矿化与蚀变部位,都表现出与火口湖或火山构造洼地的密切关系。说明盆地中区域性含水洼地对矿化蚀变具有重要控制作用。直观地显示了这些含水洼地是成矿流体的重要来源。

4 火山构造洼地中水体的性质

4.1 封闭的盆地环境与干旱的气候条件

宁芜和庐枞盆地均为断陷型构造盆地,四周为深大断裂所限制,并有基底地层抬升出露。内部为厚达上千米的火山岩系。具备良好的封闭条件。为可溶性盐类物质在其中的汇集提供了前提。其构造格局和环境特征与中国东部诸多中新生代陆相蒸发岩盆地完全一致。

自晚侏罗世至早白垩世,发育一全球性印欧干旱带,本区是该干旱带的东延部分,无论是植物孢粉组合特点还是沉积建造性质都有明显反映。

4.2 盐类沉积

从区域上看,晚侏罗至早白垩世为成盐期。除了较广泛的陆相碳酸盐类沉积外,苏北丰沛、睢宁一带有较多硬石膏层形成。

在宁芜和庐枞地区火山岩系内及其上下,已发现有三个层位发育硬石膏沉积。其一产于火山岩系底部,见于庐枞盆地东北部罗岭组顶部地层中。分布较局限,最厚可达几十米;其二赋存在第一、二火山旋回间歇期形成的火山沉积夹层中,即向山硬石膏矿和大鲍庄硬石膏矿的产出层位;其三产于火山岩系第一盖层中,即宁芜地区浦口组和庐枞地区杨湾组中。三层硬石膏的客观存在,无可辩驳地表明,该区的火山作用发生在干旱蒸发盆地中,并几度有卤水洼地形成,在局部形成盐类沉积。

4.3 地球化学盐度系数

硬石膏中 Sr 含量及 Sr/Ca 比值具有一定盐度意义(高建华等,1982^①;Sonnenfeld, 1984)。随盆地中卤水浓度升高, Sr 及 Sr/Ca 比增大。对向山硬石膏分析表明,层状硬石膏含 Sr 为 0.11~1.03%, 平均 0.48%, 而热液脉状硬石膏含 Sr 仅 0.054%。在向山南 ZK₁₄₁₀ 孔剖面中, Sr · 10²/Ca 比值自下而上不断升高, 最后又降低(图 3)。反映了盆地中水体盐度不断浓缩, 最后又淡化的过程。

硫同位素组成也可反映盆地水体盐度及浓缩趋势, 因为硫同位素具有显著的蒸发分馏效应(H·尼耳森, 1972)。以向山地区为例, 硬石膏的 δ³⁴S 值由深部至浅部不断升高, 最后又有所降低(图 4)。与 Sr · 10²/Ca 比值变化趋势相同。另据张荣华(1982)报导, 罗河铁、硫矿床含膏层段中, 硬石膏 δ³⁴S 由深至浅从 16‰ 增至 19‰。大鲍庄矿床则由深部的 14.68‰ 升高至浅部的 19~20‰。都反映了类似的卤水演化趋势。

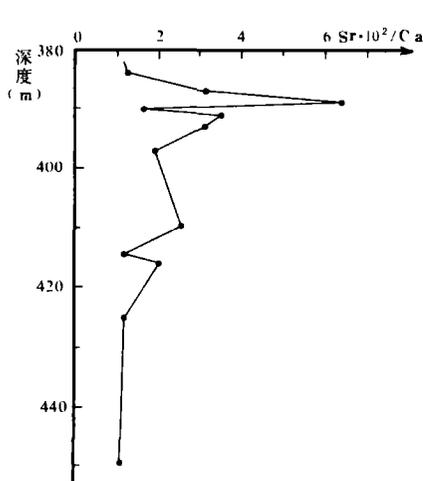


图 3 向山南硫铁(膏)矿 ZK₁₄₁₀ 钻孔中

Sr · 10²/Ca 值在纵向上的演化

Fig. 3 Vertical distribution of Sr · 10²/Ca ratios in the drill No. 1410 of Xiangshan'an pyrite (anhydrite) deposit.

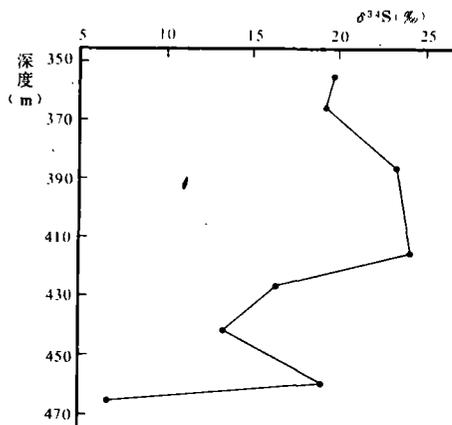


图 4 向山南矿床中硬石膏硫同位素对深度的变化。

Fig. 4 Evolution of S-isotopes of anhydrites to depth in Xiangshan'an pyrite deposit.

由上可知,在晚侏罗至早白垩世时期,宁芜和庐枞盆地一方面作为火山岩盆地存在,另一方面作为蒸发岩盆地演化,并在火山作用间歇期,在一些较大的火山构造洼地中,汇集浓缩了高盐度卤水,并在局部形成硬石膏沉积。由于这些高盐卤水洼地与火山岩浆作用同时并存,因此不可避免地对它们产生影响,并制约着它们的蚀变与矿化作用。即便火山岩浆作用稍晚发生,这些洼地中松散沉积物内丰富的孔隙卤水也会产生类似的影响。这与早已固结的中三叠统周冲村组膏岩层的作用是不同的。

① 高建华,赵德钧,山东大汶口盆地下第三系含盐段微量元素地球化学特征,1982。

5 地球化学研究

5.1 矿物包裹体特征

据魏家秀(1984)对罗河铁矿硬石膏和磁铁矿中包裹体研究资料,成矿溶液含盐度很高,变化在8.01~21.10%之间。其主要成分为NaCl,并见有石盐子矿物。因而推测有含盐卤水存在。中科院地化所研究表明(1987),梅山和向山地区矿物包体中可见石盐子矿物,但钟姑地区未见。据卢冰(1988)^①和作者对宁芜地区磁铁矿、磷灰石和石英中包体液相成分测定,也具较高含盐度。并且 SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 等含量较高,表现出与地表卤水相联系的水化学性质。

5.2 硫同位素组成

大量分析表明,本区黄铁矿硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 多为较高正值(图5),因此许多人认为硫来源于周冲村组膏岩层。并以此作为钠来源于膏岩层的间接依据。

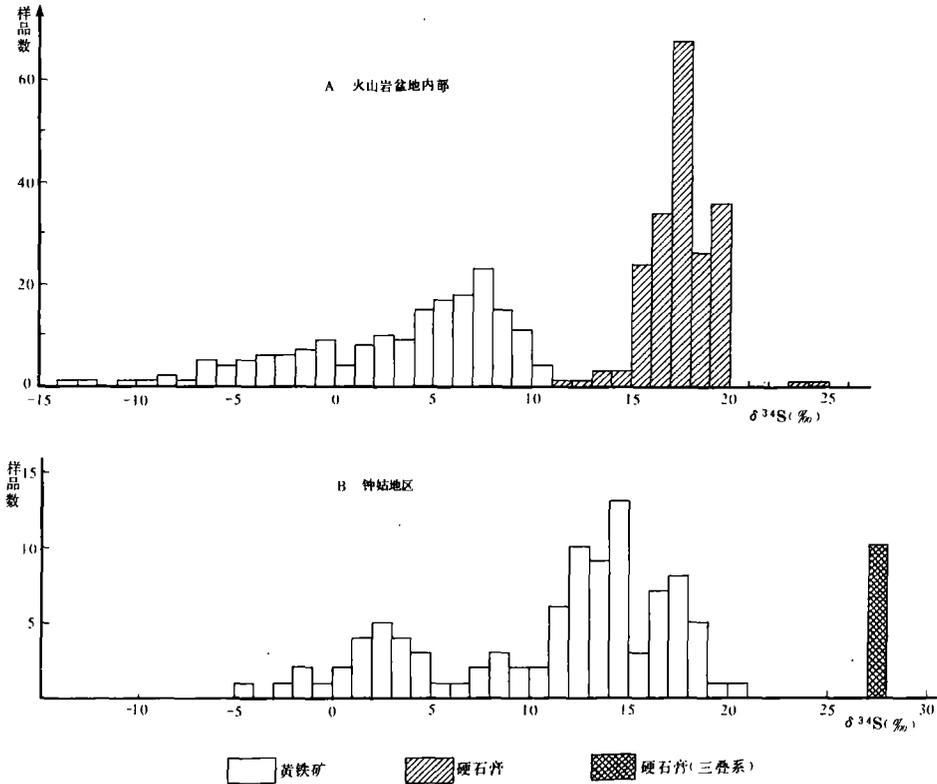


图5 宁芜和庐枞地区盆地内部与外围矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 对比图

(据中科院地化所,1987;巫全淮,1983及作者资料绘制)

Fig. 5 Sulfur isotope compositions of pyrite and anhydrite from deposits in and out of the Ningwu and Luzong Basins.

① 卢冰,宁芜式铁矿床的成矿模式及形成机理。南京大学硕士论文,1988。

但实际情况并非如此简单。对比一下盆地内部与盆地外围矿床中的硫同位素资料可以看出,两者存在明显差别(图 5A、B):a. 总硫同位素组成不同。盆地内部矿床中 $\delta^{34}\text{S}$ 的主要分布范围是 -7% 至 $+20\%$; 盆地外围是 -2% 至 $+28\%$ 。表明它们具有不同的硫源;b. 黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 分布特征不同,盆地内部基本为单峰偏正态分布,平均值在 4% 左右;盆地外围为双峰分布,平均值约 13% 。根据地质产状,盆地外围矿床(主要指钟姑地区)中黄铁矿硫源主要来自中三叠统膏岩层,对应于其较高的 $\delta^{34}\text{S}$ 峰值。其低的峰值可能是岩浆硫的反映;c. 虽然两类矿床中总硫的 $\delta^{34}\text{S}$ 不同,但黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 与硬石膏 $\delta^{34}\text{S}$ 间的差值相近,约为 10% 。与前人研究的黄铁矿与硬石膏之间硫同位素动力分馏效应是相符的(H. Ohmoto et al, 1979)。说明盆地外围矿床硫源与周冲村膏岩层有关,盆地内部矿床硫源与火山岩系中硬石膏同源,即都主要来自当时地表卤水。论证了硫的来源,也就间接地论证了钠的来源,两者是相通的。因此,盆地内部大多数矿床中的钠化蚀变与火山洼地中的地表卤水或地表附近孔隙卤水有关。

5.3 氢—氧同位素

作者在向山与罗河—大鲍庄矿区采集了部分石英单矿物,作了氢—氧同位素测定与换算,结果见表 3 和图 6。从图 6 可以看出,成矿溶液 H—O 同位素组成在大气降水线附近,表明地表水体或近地表之地下水是含矿流体的主要来源。从凹山铁矿中石英的氧同位素资料看(表 3),也靠近大气降水线。

5.4 铷—锶同位素

根据前人资料(吴利仁等,1982;中科院地化所,1987;任启江等,1990^①),庐枞地区次火山岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比为 $0.7043\sim 0.7059$,与上地幔初始值很接近。但作者对区内部分矿床中 Rb—Sr 同位素组成的研究发现,一般都高于岩体的初始值,有的高出很多(表 4)。如向山和凹山矿床中部分磷灰石 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值高达 0.716 至 0.717 。罗河—大鲍庄矿区磷灰石 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值平均为 0.708032 。与粗安岩的初始值 0.7043 相差明显。

Spooner (1976)研究块状硫化物矿床时发现,新鲜玄武岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比在 0.7030 附近,而受不同程度蚀变的玄武质枕状熔岩和岩墙的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值,却从上述初始比变化至 0.7067 。他认为这是热水对流循环过程中,海水中 Sr 同位素对原岩产生混染所致。本区的情况也是如此,即地表卤水中 Sr 同位素在对流循环中改变了原始物源区的同位素组成。间接表明了

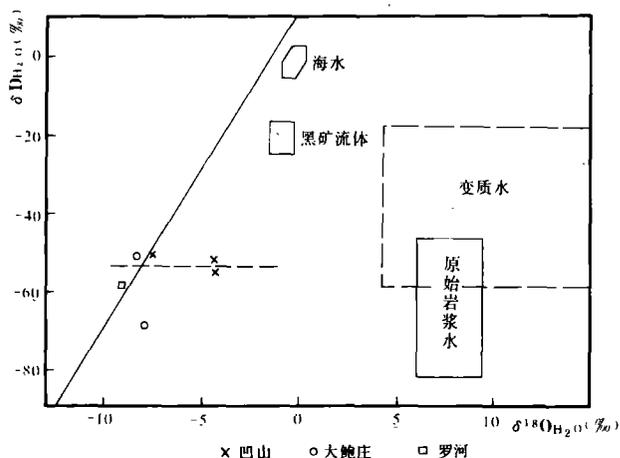


图 6 宁芜和庐枞地区部分矿床的 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 图解

Fig. 6 Plot of δD of fluid inclusions vs. calculated $\delta^{18}\text{O}$ values of hydrothermal fluids in some ore deposits.

① 任启江等,同前文脚注,1990。

成矿热液流体来自地表卤水。

表 3 宁芜和庐枞地区部分矿床中石英氢—氧同位素组成

Table 3 H-O isotopes of quartzes from some ore deposits in Ningwu-Luzong Area.

样号	测试矿物	$\delta^{18}\text{O}_q/\text{SMOW}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{SMOW}$	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{SMOW}$	均一温度(°C)	爆裂温度(°C)
向山 1412-14	石英	8.881	-11.095①		90	90~100
向山 1412-18	石英	8.561	-8.22①	-51.642		110~140
向山 1410-57	石英	11.189	-7.86①	-64.323		100
何家小岭-14	石英	12.895	-4.134①	-55.607		125
罗河 124-9	石英	12.780	-4.25①	-51.764		120~140
罗河 161-18	石英	8.316	-7.66①	-50.353		130
大鲍庄 616-25	石英	8.561				
大鲍庄 554-5	石英	9.470	-9.06①	-58.739		105~120
凹山 2-3	石英	9.40	-5.52②		175	
凹山 2-6	石英	5.86	-7.80②		195	
凹山 2-12	石英	8.51				
凹山 2-19	石英	7.38	-4.57②			220-260
凹山 2-20	石英	6.79	-2.19②			280-360
凹山 2-21	石英	8.31				

①据 $1000\ln\alpha = 3.09 \times 10^6 T^{-2} - 3.29$ (L. P Knath 和 S. Epstein, 1976) 计算。

②据 $1000\ln\alpha = 3.55 \times 10^6 T^{-2} - 2.57$ (shiro et al, 1972) 计算。

表 4 宁芜和庐枞地区部分矿床中磷灰石的 Rb—Sr 同位素组成

Table 4 Rb-Sr isotope compositions of apatites from some iron-sulfur deposits of Ningwu-Luzong Area.

样品号	岩性	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb/Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}^*$	误差
向山 1404-57	磷灰石	6.49	612.87	0.0106	0.03064	0.716499	0.00001
凹山 2-10	伟晶磷灰石	9.39	506.79	0.0185	0.05369	0.717380	0.00007
凹山-13	细粒磷灰石	2.03	545.28	0.0037	0.01074	0.707892	0.00007
罗河 32-24	磷灰石	6.44	846.14	0.0076	0.02202	0.708451	0.00006
罗河 98-23	磷灰石	8.01	1201.50	0.0067	0.01901	0.707615	0.00007
罗河 602-22	磷灰石	11.24	1812.17	0.0067	0.01794	0.707868	0.00008
大鲍庄 554-22	磷灰石	28.74	1251.68	0.0230	0.06642	0.708193	0.00007
矾山-008	磷灰石	27.176	432.547	0.063	0.182	0.706234	0.000047

(南京大学现代分析中心测试)

* 由于磷灰石中 Rb/Sr 比极低, 现分析值 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 与其初始值基本一致。

6 讨论

综上所述, 将钠长石化交代作用完全归咎于中三叠统膏岩层是不合适的, 因为膏岩层中没

有提供大量钠源的物质基础。而本文所提供的大量事实表明,成矿流体主要来源于晚侏罗世火山构造洼地中的高盐度卤水,因此,这些卤水中丰富的钠就自然成为钠质交代的主要物源,所以矿化蚀变明显受火山构造洼地所控制,形成了矿化岩体在时空分布上极不均匀的现象。

根据现代热液成矿系统的观察研究,以及对大部分古代热液矿床的重新考察,发现许多矿床是在热卤水对流系统中形成。就本区矿床而言,合理的成矿机制是:在火山岩浆作用间歇期,火山机构或次火山岩体的“热机”效应,形成热水对流循环体系,富含 Na^+ 、 SO_4^{2-} 等离子的地表卤水循环下渗到地下并被加热,与火山岩或次火山岩发生水-岩交换反应,产生钠长石化等碱质交代作用,将铁等金属成矿元素萃取出来,在卤水溶液中富集,最终形成含矿热液,随热水循环向上迁移,在温度、压力等物理化学条件改变情况下,于浅部发生一系列蚀变与矿化,个别地区含矿热液喷出地表沉积成矿,形成各种不同类型、不同规模的铁-硫矿床组合。

参考文献

- 1 胡受奚等,碱交代成矿模式及其成矿机制的理论基础。地质与勘探,(1)1982
- 2 Barnes, H. L., *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. A Wiley-Interscience publication, 1979, 173~277
- 3 胡受奚等,长江中下游成矿带中铁矿矿床的碱质交代作用及有关火成岩的成矿专属性问题,南京大学学报(自然科学版),(2)1977
- 4 张荣华,一个铁矿床的围岩蚀变和成因探讨。地质学报,(1)1974
- 5 李九玲等,闪长玢岩钠长石化的实验研究。地质学报,(1)1979
- 6 阮惠础等,长江中下游中三叠统层状-层控型铁矿床的成因。南京大学学报(自然科学版),(3)1982
- 7 Sonnenfeld, P., *Brines and evaporites*, 1984, 265~273
- 8 尼耳森, H., 硫同位素和蒸发矿床的形成,见《盐矿床地质》(1972)。四川人民出版社,1983
- 9 张荣华等,庐枞火山盆地的矿化蚀变与矿质来源,中国地质科学院矿床地质研究所所刊,(2)1982
- 10 巫全淮等,大鲍庄和罗河铁矿区硫同位素特征及其成因的探讨,矿床地质,(4)1983
- 11 魏家秀,庐枞盆地火山岩矿床流体包裹体研究及矿化蚀变机理,中国科学院地质所所刊,(1)1984
- 12 中国科学院地球化学研究所,宁芜型铁矿床形成机理,地质出版社,1987
- 13 Ohmoto, H., and Rye, R. O., *Isotopes of sulfur and carbon*. In: H. L. Barnes ed., *Geochemistry of hydrothermal deposits*, 1979
- 14 吴利仁等,中国东部中生代火山岩,地质学报,(3)1982

**Na SOURCE OF ALBITIZATION
IN NINGWU-TYPE IRON-SULFUR DEPOSITS OF
NINGWU-LUZONG AREA**

Hu Wenxuan Hu Shouxi

(Department of Earth Sciences, Nanjing University)

Abstract

It is believed that Na source of albitization in Ningwu type iron-sulfur deposits is derived from middle Triassic marine anhydrite beds. This paper considers the point doubtful, because there is not only no halite (NaCl) beds, but also less other form sodium in the anhydrite-bearing sequence. So it is impossible for anhydrite beds to be main Na source of albitization.

Based on studies of many aspects of geology and geochemistry, authors believe that main source of albitization is from high-saline brines in contemporary volcanic depressions. Main evidences are as followings: 1) Alteration (albitization) and mineralizations are mainly located in the depressions or at their margins, and clearly controlled by water-bearing depressions; 2) Under arid-evaporate conditions, the depressions concentrated many brines enriched in sodium, having material base of Na source; 3) H-O isotope composition is near to the atmospheric water line, showing that ore-bearing solutions mainly derived from surface water and/or ground water--Na-rich brines in the depressions. Rb-Sr and S isotope data also support this viewpoint; 4) It has been proved that most ore deposits formed in hot-water circulating system. Similarly, in this area circulating systems caused by caldera and subvolcanic rocks make Na-rich brines permeate downwards and react with volcanic rocks, resulting in a series of alterations (such as albitization) and mineralizations.