

21-26

p 618.215

浙江武义萤石矿田控矿构造地球化学特征

张寿庭 徐旃章

(成都理工学院地质系·成都·610059)

以浙江武义萤石矿田为例, 对此类浅成低温热液矿床的控矿构造地球化学特征, 进行了初步研究与探讨; 进一步揭示了萤石矿成矿物质组分的分配、迁移、分散、富集特征与控矿构造之间的内在联系。

关键词 控矿断裂 构造地球化学 萤石矿 武义

1 概述

断裂构造与成矿有着极密切的内在联系, 对控矿断裂构造地球化学特征的研究, 已成为国内外学者高度重视的热门课题。

浙江武义萤石矿久负盛名, 素有“萤石之乡”美称。该矿田地处太平洋西岸的构造岩浆岩带, 环太平洋成矿外带。该区萤石矿床(点)星罗棋布, 达200余处^[1]。其成矿地质条件相似, 成矿特征一致, 矿床成因类型相同, 属浅成低温热液裂隙充填型脉状萤石矿。

武义萤石矿田各萤石矿床(体)均无例外地受断裂构造控制。区域内不同规模和级别的断裂构造分别决定着矿液的运移、充填和矿体的赋存、产出, 控制着区域萤石矿带、次级萤石矿田和工业萤石矿床(体)的空间展布规律(图1)。

2 成矿元素的构造地球化学特征

萤石矿沿NE—NNE、NW—NNW、EW、SN等多方向的断裂产出, 但众多的研究资料表明^[2-4], 萤石矿主要受压—压扭性断裂的控制(图2), 并且这些断裂多属成矿前发育、成矿期再活动明显的断裂; 这客观地取决于萤石矿成矿物质组分的性质特征——也即成矿元素F、Ca的构造地球化学行为。由于

成矿元素F、Ca等均属活性较大的元素组

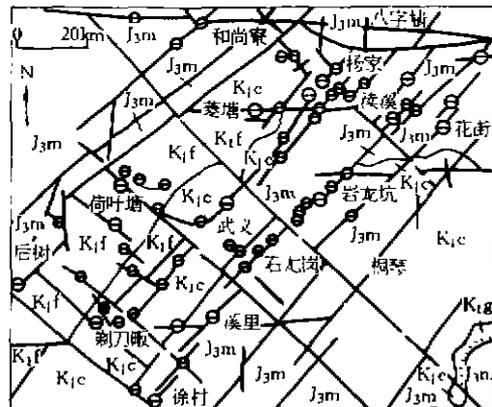


图1 武义萤石矿田地质略图

K_{1f}—下白垩统方岩组; K_{1c}—下白垩统朝川组;
K_{1g}—下白垩统馆头组; J_{3m}—上侏罗统磨石山群
1—萤石矿床(点); 2—断裂

分, 在控矿断裂多期活动的过程中, 不但可逐步加剧岩石的破碎程度、扩展了破碎带的赋矿构造空间, 而且在近地表浅部这种压—压扭性断裂又保持了控矿构造的相对封闭条件, 一定程度上避免和阻止了含矿热液上升运移过程中F、Ca等活性组分的逸散和流失; 使该类性质特征的断裂成为本区萤石矿成矿最为有利的控矿构造; 这一事实, 在浙江省区域萤石矿的构造控矿规律中也得以充分的揭示(表1)。

本文1997年4月收到, 张自芳编辑。

表1 浙江省萤石矿控矿断裂力学性质演变特征与成矿关系

构造类型		矿床规模						成矿机率	
		特大型	大型	中型	小型	矿点	矿化点	个数	%
复合叠加型断裂	压—压扭	8	16	100	89	126	16	355	49.10
	压扭—扭, 压—扭	5	8	8	71	67	9	168	23.24
非复合叠加型断裂	压性					8	24	32	4.42
	压扭性			3	2	70	34	109	15.08
	张扭性					13	16	29	4.01
	扭性					12	18	30	4.15
合计		13	24	111	162	296	117	723	100

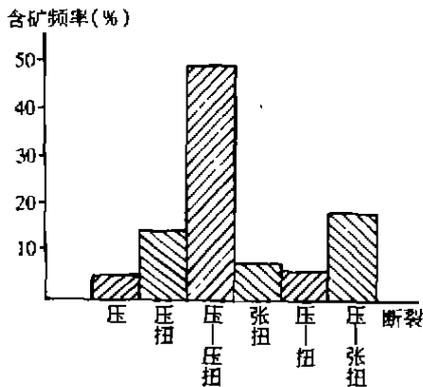


图2 区域萤石矿控矿断裂力学性质与含矿频率 (据浙江省第三地质大队资料)

上述表明, 萤石矿成矿与控矿构造环境密切相关, 其既需要有良好的矿液运移、矿质聚集的构造空间场所, 又需要在近地表浅部具备这种封闭—半封闭的控矿构造条件。

表2 研区构造变形强度与萤石矿成矿特征变化规律

递变方向	构造变形强度	矿床规模	矿石储量	矿石组构	矿石品位	矿液组分分异 (CaF ₂ /SiO ₂)
北东 ↓ 南西	强 ↓ 弱	大 ↓ 小	大 ↓ 小	条带状、块状、角砾状、似斑 点状 ↓ 块状、条带状 为主	30%~75% ↓ 50%~85%	低 ↓ 高

北段控矿构造变形强度大, 矿床(体)中总体 SiO₂ 组分含量高、CaF₂ 含量较低, 往南 CaF₂ 含量增高、SiO₂ 含量降低。这种矿石品位 (CaF₂ 含量) 沿矿液运移方向渐趋增高的变化规律, 在研区不同矿床单一矿体(带)中也得以明显的揭示。其客观地反映了矿液由相对高温高压构造环境→向低温低压带迁移过程中的组分分异特征, 即成矿物质 CaF₂ 元

3 SiO₂ 和 CaF₂ 分异富集的构造地球

化学特征

武义萤石矿田矿物组分简单, 均以 CaF₂ (萤石) 和 SiO₂ (石英) 为主。尽管萤石矿具同源、同期、同成因类型的特征, 但随着不同地段、不同方向控矿断裂的构造变形强度、力学性质、应力—应变特征的差异, 又相应决定了成矿特征的差异, 尤其是成矿物质组分 SiO₂ 和 CaF₂ 的相对分异富集变化规律。

研究表明^[2,5], NE—NNE 向主干控矿断裂带是本矿田的导—布矿构造系统, 成矿期构造变形强度具北(东)强→南(西)弱的总体变化趋势, 相应决定了矿液由 NE→SW 运移的基本规律和成矿物质组分的时空分异富集演变规律(表2)。

素组分的活动迁移能力较明显地强于 SiO₂ 组分。

随控矿构造部位和构造变形强度的差异而导致萤石成矿中 SiO₂ 和 CaF₂ 组分相对分异富集的规律, 在研究区不仅具有区域性演变, 而且对局部区段乃至单一矿床(体)中均具统一的规律。例如, 矿田中北部的壶山弧为一规模较小的由 NE 向转为 NW 向的压性

一压扭性断裂构成的联合弧,石英、萤石脉直接受控于弧形断裂带及其附近的次级断裂,构成向南凸出的弧形脉带(图3);由于此类

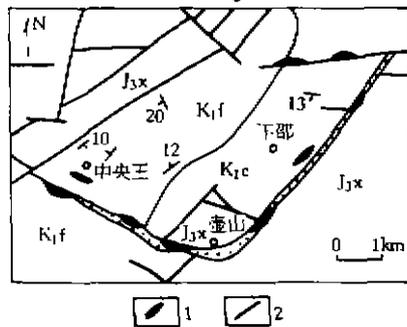


图3 武义盆地壶山一带地质略图

K₁f—下白垩统方岩组;K₁c—下白垩统朝川组;J₃x—上侏罗统西山头组;1—萤石矿体;2—断裂

弧形构造带多为强变形带,而弧顶带的变形强度又大于弧翼段^[6],相应其所控制的成矿特征为:矿脉及其硅质顶盖宽度在弧顶段宽达20余m,向两弧翼递减至4m~5m;矿体埋深在弧顶段较大,向弧翼段变浅;SiO₂组分及SiO₂/CaF₂含量比值在弧顶段高,向弧

翼段明显递减。

另外,在单一矿体(带)中,控矿断裂空间不同部位构造变形特征差异,不但决定了成矿的空间分带性和递变性^[7],而且在矿体纵向和垂向上统一表现为:控矿断裂挤压变形相对强烈的地段,石英脉及矿体中SiO₂组分含量明显增高(图4、图5、表3)。

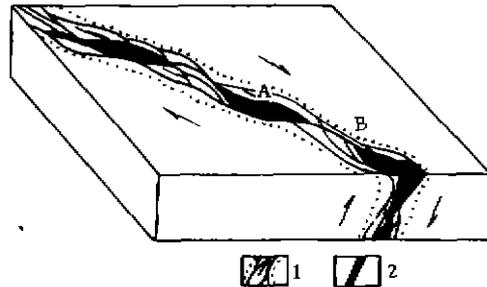


图4 控矿断裂变形特征纵向变化规律

1—成矿前压(压扭)性断裂带;2—成矿期压扭(扭)性再活动产生的构造赋矿空间;A—成矿期局部引张区(低压应力区);B—成矿期局部挤压(压扭)构造紧闭区

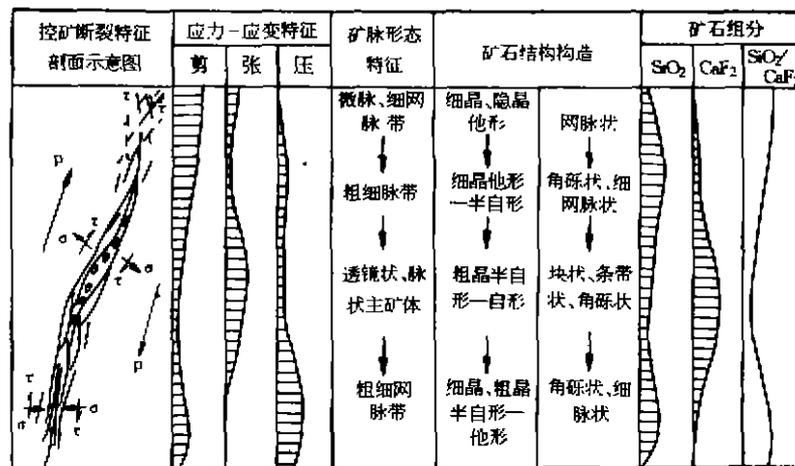


图5 断裂控矿垂向分带变化规律

上述事实表明,控矿构造变形强度、应力—应变特征是决定萤石矿成矿物质组分CaF₂和SiO₂分异富集的重要因素,其中,CaF₂物质组分在相对低压应力—应变区聚集,而SiO₂组分的构造地球化学活动性相对稳定,并在高压应力—应变区相对富集。

4 微量元素构造地球化学特征

矿液的运移趋势总是从高压带→低压带、从地下深部→地表浅部进行的,如前述及,研究区控矿构造变形强度具NE强→SW弱以及矿液迁移自NE→SW的变化规律。

研究表明,研究区各萤石矿床(体)中,微量元素 Mn、Ba、Ti、Pb、Ga、Mo、V、Cu、Y 等。并且,元素组合特征基本一致,主要为 Fe、Al、Mg、在区域上由 NE→SW,上述元素的含量有由

表3 控矿断裂纵向不同部位控矿特征变化规律

构造部位	A	→	B
构造变形特征	成矿期断裂带局部引张区(低应力区)	→	成矿期断裂带局部挤压变形区,相对高压应力区
矿体(脉)发育特征	矿体膨大部位,萤石呈透镜状,主矿体发育;石英、萤石粗一细脉发育于主矿体两侧	→	萤石矿体狭缩部位,萤石、石英呈粗、细一网脉带发育,并以石英脉相对发育为特征
矿石结构	巨形一半自形结构为主	→	他形粒状结构为主
矿石构造	块状、条带状、角砾状为主	→	角砾状、网脉状为主
矿石类型	萤石型、石英-萤石型	→	萤石-石英型
蚀变特征	各类蚀变主要发育于主矿体两侧	→	蚀变及蚀变脉体呈带状发育,并连接两相邻萤石主矿体
矿石品位	高	→	低
SiO ₂ 含量及 SiO ₂ /CaF ₂	低	→	高

* A、B含义见图4

低→高的总体变化规律(表4)。另外,就单一矿带(体)垂深不同部位的矿石,乃至同一主矿体垂深不同部位相对应的萤石单矿物

中,上述微量元素的含量也均具深部低→浅部高的总体变化规律(图6)。

表4 研究区各矿床元素含量变化趋势一览表

演变方向	矿床	Fe (%)	Al (%)	Mg (%)	Ba (10 ⁻⁴)	Mn (10 ⁻⁴)	Ti (10 ⁻³)	Pb (10 ⁻⁵)	Ca (10 ⁻⁵)	Mo (10 ⁻⁶)	V (10 ⁻⁵)	Cu (10 ⁻⁶)	Y (10 ⁻⁴)	元素含量变化趋势
北东 ↓ 南西	六矿体	0.3	0.1	0.1	2.3	1.8	<0.1	1.6	<1	<10	/	10	≤3	低 ↓ 高
	杨家	0.5	0.7	0.12	2.4	2.2	0.2	2.4	<1	<10	1.2	10	≤3	
	东青山	0.55	1.4	0.11	1.5	2.2	0.26	3	<1	<10	1.5	14	≤3	
	塔山下	1.5	2.7	0.1	2.7	2.4	0.25	2.6	<1	12	1.5	13	1	
	冷水坑	1.8	2.8	0.15	3.7	2.8	0.3	3.3	<1	12	2	13	≤3	
	五尾龙	1.85	2.8	0.1	3.7	2.2	0.2	3.5	<1	13	2.6	15	≤3	
	余山头	1.56	3.5	0.17	3.4	2.7	0.5	5.3	<1	15.2	/	14	/	
	溪里	2.0	3.6	0.1	6.3	3.1	0.6	5.2	<2	16.3	/	/	/	
	鱼形角	2.86	4.7	0.4	19.1	3.5	0.8	5.5	<2	20.6	4	16	3.5	
	徐村	3.2	4.9	0.35	8.3	3.8	0.89	6.1	2.2	37	4.5	21	3.8	

上述事实表明,矿床(体)中微量(杂质)元素组分总体是从高压区向低压区,由深部往浅部迁移和相对富集的;其中,尤以 Fe、Al、Mg 等元素含量的差异变化更为明显。根据 Lechatelier 原理,在一个处于平衡状态的体系中,压力增加的效应可通过缩小体积来抵消。然而不同元素的离子其通过缩小体积来适应压力增加的能力——“离子的压缩性”^[8]也不尽相同;在非平衡体系中,那些压缩性小的元素离子则更易从高压区迁往相对

低压区。张文佑教授(1984)曾研究总结了 Si、Mg、Al、Fe 等元素离子的压缩性(表5),可见 Si⁴⁺、Al³⁺、Fe³⁺、Mg²⁺、Fe²⁺ 等元素是很易从高压区往相对低压区迁移的。

当然,萤石矿成矿过程中,上述这些元素的迁移和相对富集的构造地球化学行为和机理尚待作深入研究,甚至其影响因素会是更复杂的。但是,它们在区域控矿构造不同地带与同一控矿断裂不同部位所揭示的元素构造地球化学特征是一致的、统一的。

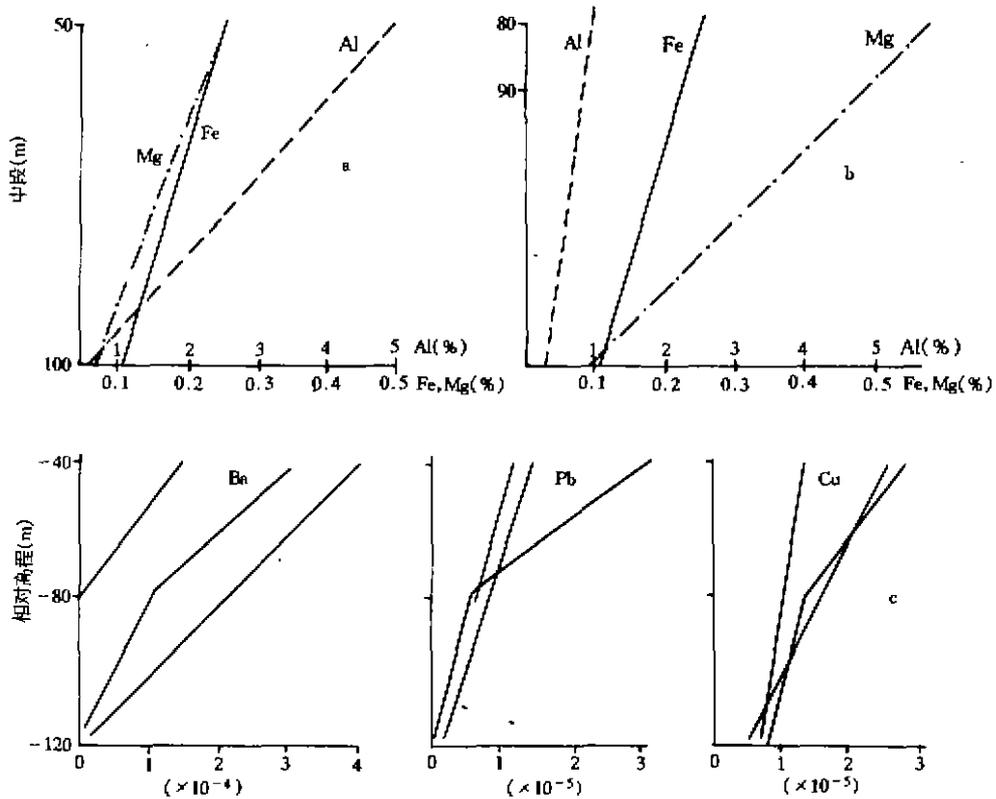


图 6 元素含量变化曲线

a—冷水坑绿色萤石;b—鱼形角浅绿色萤石;c—杨家矿床三个矿体的萤石矿石

表 5 地壳中主要离子的压缩性

离子	半径 (Å)	离子数目 (z)	压缩性 $(r^3/z^2) \cdot 10^{-2}$
Si ⁴⁺	4.2	4	0.2
Al ³⁺	5.1	3	0.7
Fe ³⁺	2.2	3	2.6
Mg ²⁺	6.6	2	5.0
Fe ²⁺	7.4	2	7.5
Ca ²⁺	9.9	2	24
O ²⁻	13.2	2	75
Na ⁺	9.7	1	88
K ⁺	13.3	1	313

(据张文佑, 1984)

5 小结

综上所述, 可得出如下初步结论:

(1) 断裂活动, 不但为萤石矿成矿物质的活化、迁移、富集提供了必要的构造驱动力和空间场所, 并且, 控矿断裂的力学性质演变与构造变形特征的差异, 还直接决定和影响着成矿物质组分 (尤其象 F、Ca 等挥发性、活动

性大的元素组分) 在断裂带的分散和富集。其中, 多期复合迭加活动明显的压→压扭性断裂对 CaF₂ 的富集成矿最为有利, 是区域萤石矿找矿的重要构造条件。

(2) 区域应力场性质、不同地带构造变形强度、应力—应变特征的差异, 不但决定了矿液的活动规模和运移方向, 而且也决定了矿液运移过程中不同成矿物质组分的分异富集规律。其中, CaF₂ 组分的元素活动性大, 迁移速率、迁移距离也较大, 更易从相对高压应力—应变区往低压区迁移聚集, 而 SiO₂ 组分则相对表现为较稳定。据此, 预测北段以及 NE 向武义盆地周边 NE—NNE 向控矿断裂带, 是寻找规模较大 (大—中型)、品位较低 (SiO₂ 含量较高) 的萤石矿的有利部位; 而在中南段以及武义盆地内部 NW、EW 向控矿断裂带, 则有利于找寻规模较小 (中—小型)、品位较高的萤石矿。

(3)在同一控矿断裂带中,随着构造部位的变化,尤其在构造带走向、倾向产状变化明显地段,应力—应变差异变化明显,可引起矿液组分的分散、迁移和重新分配(分异)。其中,局部呈压—压剪性应力—应变区段,相对富集 SiO_2 组分;而相应局部引张—张剪性区段富集 CaF_2 组分。因此,在找、探、采矿生产实践中,掌握控矿断裂不同部位应力—应变特征的差异性变化规律,有利于隐伏矿体和工业富矿体的预测评价。

参考文献

- 1 韩文彬,马承安,王玉英,等.萤石矿床地质及地球化学特征——以浙江武义矿田为例.北京:地质出版社,1991
- 2 徐嗣章,张寿庭,等.浙江省武义地区萤石矿成矿规律与隐伏—半隐伏矿体预测.成都:四川省科学技术出版社,1995
- 3 徐嗣章,张惠堂,等.浙江武义—永康萤石矿田的控矿构造机制.成都地质学院学报,1986,13(1)
- 4 徐嗣章,吴志俊,等.浙江省萤石矿成矿规律与成矿预测.成都:四川省科学技术出版社,1991
- 5 章永加.浙江武义白垩纪盆地萤石矿液运移趋势与规律.成都理工学院学报,1995,22(3)
- 6 乐光禹,杜恩清.构造复合联合原理.成都:成都科技大学出版社,1996
- 7 张寿庭,徐嗣章.浙江武义剃刀坂萤石矿构造控矿特征与规律.成都理工学院学报,1995,22(4)
- 8 杨国清.构造地球化学.桂林:广西师范大学出版社,1990

THE TECTONOGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ORE - CONTROL STRUCTURES IN THE WUYI FLUORITE ORE FIELD, ZHEJIANG PROVINCE

Zhang Shouting, Xu Zhanzhang

The tectonogeochemical characteristics of epithermal deposits were studied by taking the wuyi fluorite ore field as an example, the bearing of ore - control faults on the distribution, transport, dispersion and enrichment of fluorite ore components was discussed

Key words Ore - control fault, tectonogeochemistry, fluorite ore deposit, Wuyi

《建材地质》1998 年征订启事

《建材地质》是全国性建材科技期刊,国内外公开发刊。本刊主要报道我国建材、非金属矿资源,勘查技术、矿产开发与利用,节能矿产,水文地质工程地质,选矿工艺、加工工艺,岩矿、化学及物性测试,石材,宝玉石,环境保护与评价,管理科学等专业学科的最新科研及工作成果,以及市场信息、动态,技术转让等内容,突出新矿种、新领域、新工艺、新方法、新技术。

《建材地质》为双月刊,16开本,每期约7.5万字,1998年订价为每本4.50元;全年27.00元。订户可通过当地邮局订阅(邮发代号:82—319),或直接向本编辑部函索订单订阅。

本刊尚存有部分历年合订本,欢迎选购。本刊兼营广告业务,实行优惠服务。

地 址:北京市朝内大街甲190号《建材地质》编辑部

邮 编:100010 电 话:(010)6524331—2101

开户行:北京建设银行东四支行 帐 号:6510002022610033144