

断裂的垂直构造地球化学分带与成矿

王 京 彬

(中国科学院地球化学研究所)

断层岩具有构造—化学二重性,断裂混合岩是一种更深位的断层岩。由此, R.H.Sibson提出的断层(岩)垂直分带双模式,可扩展为垂直构造地球化学分带三模式。自上而下为:碎裂岩带;糜棱岩带;断裂混合岩带。不同的带有不同的变形—地球化学特征和成矿专属性。

关键词: 垂直构造地球化学分带; 碎裂岩; 糜棱岩; 断裂混合岩

R. H. Sibson在“断层岩及其形成机制”^{〔1〕}一文中,明确提出了断层(岩)垂直分带双模式(bimodal);地壳浅部发育的断层带以脆性变形为主,形成碎裂岩类;深部发育的断层以韧性变形为主,形成糜棱岩类。该模式已成为目前断层岩研究的基本理论。

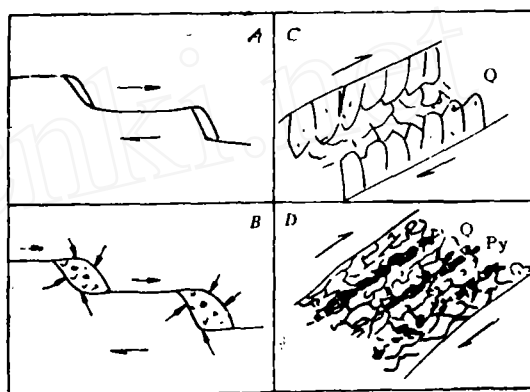
然而,这一模式有如下几个问题值得探讨:①与不同变形作用同步(准同步)的地球化学作用是什么?②糜棱岩带之下是什么(在其他分带模式中^{〔2-3〕}也未明确回答)?③垂直分带与成矿关系如何?下面主要根据笔者对华南广济一六万大山断裂带的观察,对上述问题试做初步探讨。

断层岩组构的构造—化学二重性

1. 碎裂岩带 碎裂岩具有典型的均质组构,其变形机制是碎裂碾磨^{〔3〕}。这一作用本身没有破坏矿物晶格,无明显的化学成分变化,原岩组份在碎裂过程中是稳定的。张治洪^{〔4〕}也曾提出过类似看法。

但碎裂岩中常有物质的充填(有时伴有交代),如含硅、铁的流体充填(交代),形成石英脉、硅化带、铁染硅化带等,也可见与硅有关的变质热液矿产(Au、U、Fe、Cu、Pb、Zn等)。过去,常认为这些物质的沉淀和碎裂作用没有直接成因联系,碎裂系统仅仅是一个被动的流体通道和沉淀场所。但据观察,碎裂作用和物质的迁移沉淀是同时或准同时发生的(见图):①物质沉淀只出现在断裂特定部位(如波状弯曲的扩容域),而不是随机发生的;②这些沉淀的物质常有动态生长和动态分异特征;③物质沉淀和断裂活动时间一致,并有间歇性特征。这种同时或准同时性也曾由Sibson指出过^{〔5〕}。显然,碎裂作用促进了流体的迁移、沉淀,

即它既有构造属性(碎裂)又有化学属性(促进物质的迁移沉淀),形成碎裂岩带特征的碎裂—充填组构。



(压) 剪断层中的沉淀充填组构

A—破裂前均一的流体压力; B—破裂后流体准同时进入扩容域; C—动态生长的梳状石英脉; D—动态沉淀分异条带; Q—石英; Py—黄铁矿

2. 糜棱岩带 指具有叶理的一种粘结岩石带。在广济一六万大山断裂带中最常见的是干糜岩和片糜岩。前者的变质矿物组合主要是石英、白(绢)云母、绿泥石等,相当于绿片岩相;后者以出现黑云母为标志,主要变质矿物有石英、黑云母、白云母、长石等,偶见石榴石、硅线石,相当于高绿片岩相到角闪岩相。野外二者均呈条带状。镜下暗色条带以层状硅酸盐为主,称P域;浅色条带以石英为主,称Q域。P域在构造上代表剪切面(劈理面),承受大部分应变^{〔6〕},在化学上则代表石英的溶解迁出带和层状硅酸盐的变质生长带。

迁出的溶解石英绝大部分又沉淀在邻侧的Q域,因此,Q域在化学上则是易溶组份的沉淀带,其中大多为石英,也有少量层状硅酸盐,如白云母、绿泥石等。Q域中的层状硅酸盐几乎总比P域中同一矿物自形程度高、晶体大,表明是在相对宽松的环境中生长的。在与P域接触处,有时见有空洞,意味着流体的流动选择性富集在Q域中,并造成Q域的相对扩容。Q域的构造属性即为一液压扩容域。因此,P—Q组构也具构造—地球化学二重性,且P域和Q域属性不同,它们的形成标志着原来均一的原岩发生了韧性变形—变质分异。

糜棱岩带的活动元素,从P—Q组构、压力影中的富石英域和石英眼球体等分析,主要是Si。化学分析表明,Si除近程迁移形成富石英的Q域外,少部分Si和Fe还迁出体系,它们可能是上部碎裂岩带中带入的Si、Fe的来源。

组构的构造—化学二重性及变形过程中存在着物质的带入带出表明,Sibson的断层双模式不仅具有构造涵义,而且具有地球化学意义,可扩展成垂直构造地球化学分带。

断裂混合岩的属性

在广济—六万大山断裂带中,除了较广泛的碎裂岩类、糜棱岩类外,还发育断裂混合岩类,如连云山西缘、衡山西缘及灵山—东兴一带所见。它们是由混合岩化流体注入交代高变质相的糜棱岩类而成。在华南其他一些大断裂带中,如长乐—南澳断裂,也有广泛的断裂混合岩类,它们显然不同于一般的糜棱岩类,在断裂的垂直分带中应有自己的位置。根据其注入交代糜棱岩和高的变质相,混合岩带应位于糜棱岩带之下。

从构造角度看,断裂混合岩也是一种断层岩:
①断裂混合岩只发育在断裂带的高级变质部分,其

本身就代表断裂带之所在;②与糜棱岩类有密切的时空及成因联系;③混合岩中有丰富的变形组构,最特征的是广泛发育的肠状长英质脉体和变斑晶的定向组构。某些条件下,根据迭瓦状排列的变斑晶和雁行排列的肠状体,可判别混合岩化时断裂的剪切指向。镜下,石英均呈条带状,长石核幔组构、动态条纹、机械双晶等广泛发育,云母呈扭折状,应力矿物蠕状石屡见。这些均表明断裂混合岩是一种更深位的断层岩,广泛分布的长英质肠状体表明,当时是处于超塑性的流变状态。

但从地球化学角度看,混合岩化过程中又有大规模的物质迁移,带入Si、K、Na,带出Fe、Mg、Ca、Ti等。因此,断裂混合岩也具有构造—化学二重性。

以上讨论表明,Sibson的断层双模式可扩充为构造地球化学分带三模式(trimodal),即自上而下为:碎裂岩带、糜棱岩带、混合岩带,三个带之间相互过渡。

垂直分带与成矿的关系

不同断层岩带有不同的断裂成矿类型和成矿元素组合。对出露于衡山西缘不同断层岩带成矿元素的系统分析表明(见表),亲硫的Cu、Pb、Zn组和亲铁性较强的Fe、Au组,在碎裂岩带、特别是石英脉和硅化带中含量较高,发生富集,形成碎裂岩带特征的断裂变质热液型矿床,如石英脉型金矿,石英网脉型镜铁矿(磁铁矿),破碎带中低温热液型铜、铅、锌矿床及硅化带型铀矿床等。这些矿床(点)仅分布在断裂带中,多为小型成矿点,其形成和岩浆作用无关。对广济—六万大山断裂带中的周洛石英网脉型镜铁矿床和井冲破碎带—石英脉型铜—黄铁矿床的研究表明,它们是断裂变质热液充填碎裂岩带而成。从表中也可看出,这些

不同断层岩带成矿元素的含量(ppm)

断层岩带	样数	Cu	Pb	Zn	W	Sn	Fe(%)	Au(ppb)
石英脉—硅化带	35	71.1	23.5	51.5	1.2	1.8	2.02	66.2
千糜—片麻岩带	42	20.5	7.6	58.5	3.8	4.2	2.67	5.2
眼球状混合岩	7	40.4	21.8	63.1	7.2	15.5	2.02	1.9
条痕混合岩	5	10.9	4.4	38.0	7.1	57.5	0.91	0.8
区域背景*	Ptln	49.9	20.8	100.5	10.3	7.9		
	Ptbn	43	23	95.6	8.4	8.4		

* 湖南地质研究所, 1984。

元素在糜棱岩化和混合岩化过程中有明显带出。

W、Sn等亲氧元素在混合岩带中含量最有可能富集成断裂混合岩型矿床,如衡山西缘条痕混合岩中的Sn和Nb、Ta矿化,广东云浮断裂带中的Sn矿化。

糜棱岩带以变质分异为主,在有矿源层的条件下,矿质和其他组份发生分异和重组,形成变质分异型矿床,如含铁石英砂岩韧性变形变质过程中,由于石英的压力溶解,使铁含量增加,在韧性流变驱动下聚集成矿。在糜棱岩带向碎裂岩的过渡带,可形成构造蚀变岩型金矿。可见,不同断层岩带有不同的成矿专属性。

结 语

大断层垂直构造地球化学分带三模式的基本特征如下:

碎裂岩带:碎裂—元素沉淀带,形成与断裂变质热液有关的矿产(Au、Fe、Cu、Pb、Zn、U等);

糜棱岩带:韧性变形—变质分异带,在有矿源层的条件下,形成韧性变形—变质分异型矿床(以

铁矿最常见);

混合岩带:超塑流动—混合岩化带,形成与混合岩化有关的亲氧元素矿床(Nb、Ta、W、Sn等)。

该模式表明,断裂的不同深度层次,其构造(变形)地球化学特征是不同的,反映了不同的构造地球化学条件(温度、压力、差异应力、流体等)。因此,在断裂地球化学研究和成矿预测中应注意垂直分带的影响。

参 考 文 献

- [1] Sibson, R. H., J. Geol. Soc. Lond., 1977, 133, 191—213.
- [2] Ramsay, J. G., J. Struct. Geol., 1980, 2, 1/2, 83—99.
- [3] Tullis, J., Geol., 1982, 10, 227—230.
- [4] 张治洮, 西安矿产地质研究所所刊, 1984, 第7期, 第95—103页.
- [5] Sibson, R. H., Geol., 1987, 8, 701—704.
- [6] Hammond, R. L., J. Meta. Geol., 1987, 5, 195—211.

Faulted Vertical Structural-Geochemical Zonation and Metallization

Wang Jingbin

Fault rocks have a double property, structural and geochemical, while fractured migmatites are considered as kind of deep seated fault rocks. In view of this, the bimodal of fault rocks advanced by Sibson⁽¹⁾ may be developed into a trimodel of structural-geochemical zonation as cataclasite, mylonite and fractured migmatite zones from top to below. Different rock zonations have different deformational-geochemical features and metallogenic attribute property.

(上接第20页)

水, 1988)。看来, 发展萤石的深加工, 会大大提高资源的效益。当前至少可以先将萤石加工成粉精矿出口, 以积累资金, 进而发展其他深加工产品出口创汇。

近二年, 外商不断询问闽省能否大量出口萤石, 只是由于产量不多, 批量不足, 未

能成交。另一方面, 省内不少萤石矿山, 限于运输能力, 矿石运不出来, 造成半停产状态, 少部分矿石转销浙江、上海出口。如果福建省能建立相应机构, 统筹全省萤石矿产, 运至福州、湄州湾或厦门港口, 统一外销, 将是不需增加多少投资就能做到的事。

The Development and Utilization Prospects of the Fluorite Deposits in Fujian Province

Li Jianbi Chen Wensen

Fujian is rich in fluorite resources. Most of the fluorite deposits, being in a sepearte occurrence with others and of high grade ores, have a good development condition and also a good prospect in ore finding.