

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

试论赣南钨矿矿田构造断裂活动的多期性

章 崇 真

每一事物的发展过程中,存在着自始至终的矛盾运动。构造断裂活动的发展过程也不例外。

在野外常常发现一些断裂构造,在漫长的地质年代中,曾发生多次活动,而且这种经受多次活动的断裂构造,往往与岩浆活动及内生金属矿床的形成有着十分密切的关系。因此,深入研究断裂构造形成发展的过程,对指导普查找矿工作,具有一定的实际意义。

断裂构造多次活动的实例

在野外经过细致观察分析,往往不难发现经过多次活动的断裂构造。

根据受力性质和运动方式的不同,断裂构造发生再次活动的形式也不同,一般出现下面两种情况:

一、晚期断裂的受力性质与运动方式和早期相同的继承性活动(图 1)。花岗岩沿着张性破碎带侵入,破碎物被硅质胶结,并有小岩枝贯入到破碎带之角砾岩中。花岗岩侵入之后,再沿已硅化角砾岩带上盘发生张性破碎,破碎带疏松未固结。这两次活动均留下明显的下滑擦痕。

二、晚期断裂构造性质和活动与早期不同的新生性活动。如某钨矿一沿脉坑道中揭露的断层(图 2)。掌子面上可见与矿液充填同时发生的逆冲断层,矿脉具有明显的牵引现象,矿脉与破碎带接触面上未发现破裂面,而且破碎带受强烈硅化与矿脉联成一体。成矿以后,又沿硅化破碎带的上盘发生反时针方向的水平错动。上盘矿

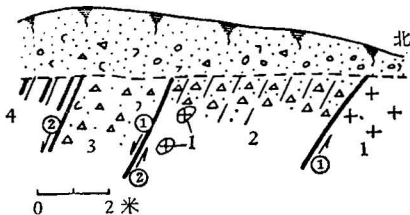


图 1 断裂构造继承性活动

花岗岩沿早期张性破碎带侵入,并使角砾岩硅化。晚期在硅化角砾岩上盘发生性质与早期活动相同的张性破碎,破碎带疏松未固结。1——花岗岩; 2——硅化角砾岩; 3——疏松破碎带; 4——板岩; ①, ②分别为早期和晚期发生相对活动的结构面。

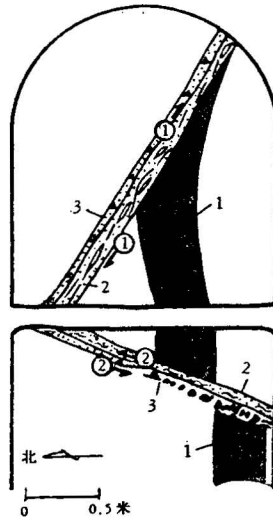


图 2 断裂构造的新生性活动

在早期形成的逆冲断层上盘,晚期又发生反钟向的扭裂面。1——石英脉; 2——硅化压性破碎带; 3——疏松断层泥; 图中①, ②分别为早期和晚期发生相对活动的结构面。

脉被扭碎,沿移动方向留下破碎的矿脉碎屑,并在早生成的硅化破碎带的上盘产生扭裂面,扭裂面中充填 5—10 厘米宽的断层泥。

如果对区域构造运动和区域构造应力场的发展历史进行过详细研究和分析,可以发现无论是继承性活动或是新生性活动,都可以是同一方式的构造力反复作用的结果,也可以是不同方式的构造力先后作用的结果。

断裂构造的多次活动,是由于早期断裂面发生以后,改变了岩块的边界条件。如果当破碎产物疏松未固结时,再次遭受构造力作用,这种断裂面作为一个软弱带,易于使应力集中释放而产生第二次活动。如果岩浆或热液沿早期破碎带充填而固结,当破碎带强度比围岩高时,由于这种物理机械性质的不均一性,也易于在二者的接触面上引起应力集中,发生第二次破裂。甚至当应力作用方向与早期断裂面并不完全一致的情况下,亦往往沿已有的断裂面发生再次活动而不产生新的破裂面。

断裂构造多次活动的标志

经过多次活动的断裂构造,必然要遗留下多次活动的特殊标志。在野外,常常可以从断裂面、构造岩及断裂两侧伴生、派生小构造等方面显示的特点来认识断裂构造的多次活动。

一、断裂面特征

在应力作用下形成的断裂面,一般是岩块中抗应力强度较低的部位,应力容易在这些断裂面的端点或某些部位上集中,也容易因断裂面的变形、变位而释放。因而应力作用往往在这里留下明显的踪迹。

多次活动的断裂面往往具有以下特征:

1. 一个断裂面发生新生性活动时,常常使断裂面的总体形态与局部形态特征发生矛盾。如果后期活动强烈,总体形态特征反映了后期活动的性质,只在局部地段可以保留早期活动的形态特点。反之,当晚期活动较微弱时,则在总体形态中保留了早期活动的特点。例如江西南部某地区,发育一组北东至北北东向的压性断层和破碎带,总体形态呈舒缓波状,其中有的断层后期受扭应力作用,在压性破碎带中发生规模较小的平直的水平扭裂面,有时还充填有平直整齐的石英脉,反映先压后扭的活动性质(图 3)。又如在上犹附近北西向挤压带中,可以看到个别北东向压扭性破碎带,局部出现不平整的开口裂隙、张性角砾岩,表现出先压后张的特点(图 4)。

2. 分析断裂面上的擦痕和阶步。断裂面上产生的擦痕和阶步是确定断裂构造性质和方向的标志之一。当发生多次活动时,可以发现它们互相切割和掩盖,据此可以确定断裂活动的次数、方向和性质。

由于局部边界的改变而产生擦痕和阶步,这种擦痕或阶步发生在不同的平面内,有时在小范围内其方向和强度可能有很大的变化。它们不能代表整个断裂构造的活动性质和方向,因此要仔细区分那些是多次活动的产物,那些是局部边界条件变化引起的。

3. 断裂带中有脉岩充填时,脉体本身的形态特征反映了脉体充填以前断裂面的性质。脉壁上留下的擦痕、阶步、松软的断层泥或切割、破坏脉体的运动形迹,都是脉岩充填后断

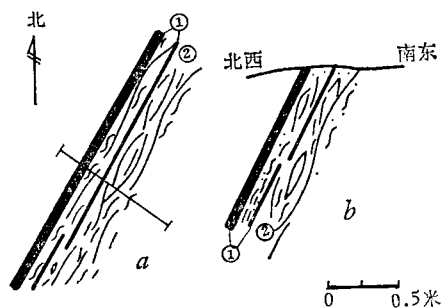


图3 先压后扭断层平面(a)
及剖面(b)素描图

①界面平整的扭裂面中充填的石英脉；②硅化压性破碎带，舒缓波状，构造透镜体及片理发育。

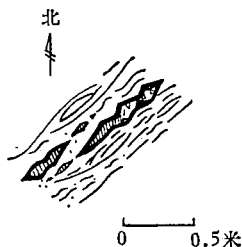


图4 先压后张断裂构造
平面素描图

在压扭性破碎带中发育一些被石英充填的锯齿状张裂隙

裂再次活动的表现。这时可以看到擦痕刻划了脉体，破碎物中有脉岩的成分。如果脉岩充填之前产生过明显的擦沟或阶步，后来被保留下来，这时在脉壁上会形成突起的擦沟或阶步的“印模”。可据此判别断层在充填以前的活动性质和方向。

根据与脉岩充填前后的断裂活动伴生或派生的小构造特征，亦可借以鉴定断裂多次活动性质。脉岩充填以前与断裂活动同时生成的伴生构造的裂面中常有同期的脉岩充填或发生蚀变现象(图5)。充填后再次活动所伴生的裂面中，只有晚期疏松的充填物。

4. 断裂多次活动，伴有脉岩多次充填时，结合对岩浆或热液活动顺序的研究，可以分别对每次充填前发生的构造活动进行研究(图6—8)。

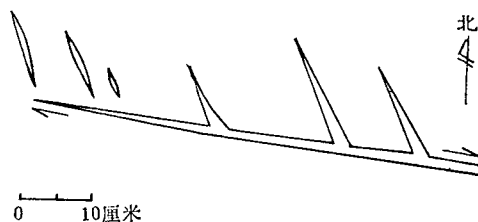


图 5

与成矿前顺时针方向扭裂隙伴生的张性裂隙中充填了与主干断裂同期的含镜铁矿石英脉。

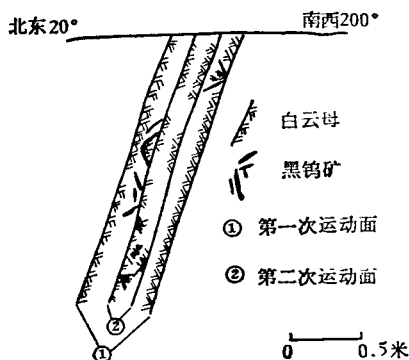


图6 某钨矿所见之“复脉”

沿第一次活动的结构面①充填的含钨石英脉又发生第二次②断裂活动，其中充填了第二期的含钨石英脉这两次充填关系构成同一成矿阶段，不同时期的“复脉”。

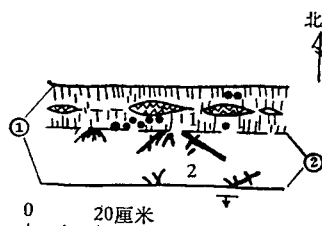


图7 某钨矿所见之“复脉”

早期富含锡石，晶洞发育的“梳状”石英脉沿脉壁发生第二次活动，又充填了晚期富含黑钨矿的块状石英脉，构成不同成矿阶段的复脉。①、②分别为第一、二次运动面。

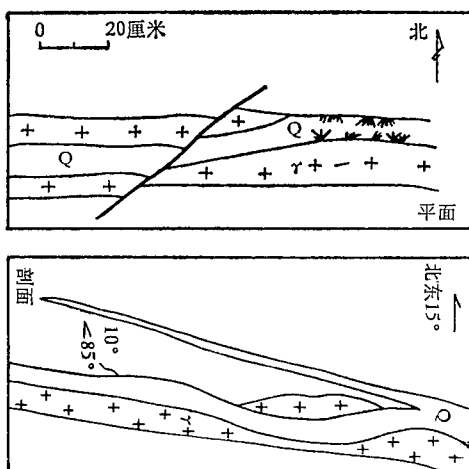


图 8

某矿区同一岩浆活动期的细粒白云母花岗岩 (+) 与含钨石英脉 (Q) 先后沿同一裂隙充填形成“复脉”。

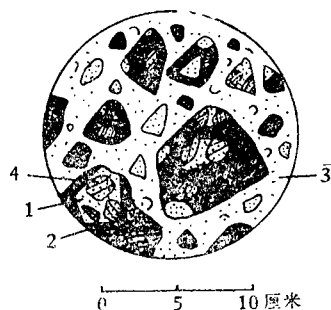


图 9 复式角砾岩

1—— SiO_2 胶结的角砾；2——赤铁矿胶结的角砾；3——疏松破碎带；4——砂岩角砾。

二、构造岩特征

构造岩是岩石遭受应力作用而破坏的产物。不同性质构造岩同时出现, 可以作为判断分析断裂构造多次活动的线索。在多次活动的断裂中经常可以看到一种“复式构造岩”, 即早期断裂活动产生的构造岩被以后的断裂活动所破坏或改造, 并可能再次固结成岩。这种“复式构造岩”是断裂多次活动的证据。某钨矿一个与成矿有关的挤压破碎带中, 透镜体十分发育, 该透镜体大部分是硅质胶结的断层角砾岩。因此, 可以初步确定这一构造至少在热液活动前后曾发生过两次活动, 并从两期构造岩的特征进一步分析两次运动的性质。又如江西崇义某地一疏松破碎带中含有大量被赤铁矿胶结的角砾岩, 其中的角砾又是由硅质胶结的砂岩碎屑所组成 (图 9)。由此可以判断该断层至少经历了三次活动: 第一次破碎之后被二氧化硅 (SiO_2) 热液胶结; 第二次破碎后, 又被赤铁矿胶结; 以后发生第三次活动, 所有角砾岩再次遭受破坏, 成为疏松破碎带。

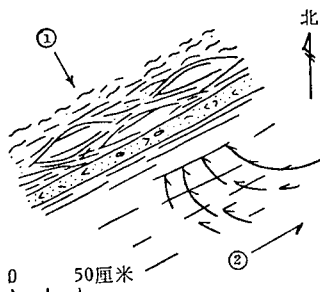


图 10

由片理带和构造透镜体组成的硅化挤压破碎带为第一次压性活动, 旁侧派生的压扭性带状构造指示晚期反时针方向的扭动。

三、断裂面两侧伴生及派生小构造特征

研究断裂两侧发育的伴生及派生小构造互相之间或与断裂构造的其它特征之间的不协调现象, 可以帮助查明一个断裂构造是否发生过多次活动、活动顺序及其性质 (图 10, 11)。

研究断裂构造多次活动的野外方法

认识来源于实践。想正确认识断裂构造的活动过程, 必须在野外进行深入细致的观察研究。在野外研究断裂构造活动的次数、方式、强度、受力性质以及与岩

浆-热液侵入的相对关系时,除了运用过去地质工作实践中长期积累起来的识别断裂构造的知识和研究方法外,还应该注意以下三个方面:

一、详细观察和分析反映断裂面力学性质和运动方式的各种现象

尤其要注意观察、研究断裂面本身的特征(几何形态)、构造岩特征、两盘标志地质体的相对位移、两侧伴生和派生小构造性质以及若干断裂面空间排列组合方式等。当这些

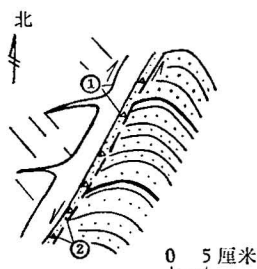


图 11

伴生张性及压扭性羽裂指示第①次顺时针方向扭动,地层牵引指示第②次相反方向的活动。

现象互相之间发生矛盾时,应该考虑到断裂构造的多期性。在野外,特别要注意搜集、研究同一因素中或这一因素和那一因素之间相互矛盾的现象,查明它们生成的相对顺序及运动的性质,从而全面认识一个断裂构造的形成演化历史。如图3所示之断裂,西北侧发育着张性及压扭性的伴生羽裂,指示断裂为顺时针方向扭动;东南侧地层又受明显的反时针方向牵引。进一步又发现,在东南侧断裂面上有一层厚一厘米左右的疏松断层泥,并见石英脉壁上有晚期反时针扭动的擦痕。因此,判断这一断层曾发生过两次活动;第一次为成矿前的顺时针扭动;第二次为成矿后的反时针扭动。原来相互矛盾的现象,帮助我们比较全面的认识了这一断裂构造活动过程。

二、沿走向追索

在一个地点或一个露头往往不能明显的看到一个断裂多次活动的特点,因此,要沿走向追索,多观察几个地点,以避免由于观察上的片面性而导致错误结论。许多断裂在一个地点只能见到简单的运动踪迹,沿走向追索时,有可能发现被较强烈的后期运动掩盖或改造了的早期活动现象或表现较微弱的后期活动痕迹。另一种情况是在一个地点可以看到许多矛盾的现象,但难以判断其相对活动顺序或每次活动的性质。当沿走向追索时,这些问题常常可以由于发现比较明显的标志或综合几个地点的现象进行分析而得到解决。

在江西上犹兰田附近发育一组北北东至北东向,略向北东撒开,向南西收敛的逆断层及挤压破碎带。当垂直构造线进行路线观察时,发现其中一个主断裂呈现显著的张扭性破碎,角砾岩发育且疏松未固结,沿断裂走向向北追索时,发现断裂总体呈舒缓波状,一侧片理化现象发育,断裂带中充填了萤石矿脉,说明这一组断裂在成矿前受压而生成逆断层及挤压破碎带,成矿后局部受张扭性应力作用而破碎。

另外一个例子是江西某钨锡矿区一个控制成矿的北东向大断层。根据其破坏矿体、疏松的角砾岩以及清晰的左行斜落擦痕等现象,认为该断裂构造是一成矿后反时针方向的张扭性平移断层。以后在地表又沿走向进行了系统揭露和追索,发现该断层中还保存了成矿前活动的证据,如破碎的岩石分别被成矿前的不含石英及成矿期的含矿热液两次胶结或沿裂隙充填,以后又受成矿后的断裂活动所破坏。根据同一物质充填的派生支裂隙力学性质判断,断层同样是反时针方向水平扭动的。断层下盘地层走向受到强烈牵引亦反映了同样的活动性质。经深部坑道和钻孔揭露,发现该断裂构造沿走向及倾向均呈舒缓波状,构造透镜体和挤压片理发育,说明该断裂还保留了压性活动的特点。综上所述

述,查明了该断裂早期曾受挤压破碎,成矿前及成矿期至少发生两次强烈的反时针方向水平扭动,对容矿裂隙的发育有着密切的控制作用,并导致含矿热液的充填。成矿后,再次表现同一方向的张扭性活动,破坏矿体,生成较大范围内的疏松破碎带。

三、全面研究同一地区的所有构造形迹

一个地区内发育的许多构造形迹,绝不是彼此孤立存在的,它们之间常常有着密切的成因联系。在同一方式的构造力作用下,可以产生多组方向、性质不同和发育程度不同的构造形迹。此外,同一构造形迹通过不同的岩性或局部地段存在某种干扰因素时,还可以改变其表现形式或规模。因此,在野外研究一个多次活动的断裂时,不能只见一点,必须纵观全局,应尽量查明区内各种构造成生时间、空间分布、及力学性质等方面的特征,追索与区域构造的关系,分析构造应力场。这不仅可以查明断裂构造的性质,演化及其在区域构造体系中位置,而且可以加深对整个区域构造发展规律的认识。例如江西上犹附近,在某些北东向的压扭性破碎带中,局部出现张性角砾岩或锯齿状张性裂隙,这种不协调的构造现象,对正确认识断层性质及应力分析造成困难。经过研究该区所有构造形迹后,发现还发育一组北西向挤压破碎带和逆冲断层,并伴随地层的紧密褶皱和直立、倒转,在北东向压扭性构造形成后又发生过晚期活动,所以北东向压扭性破碎带中出现的张性断裂构造形迹,乃是属于北西向挤压带晚期活动的伴生成分。

断裂活动与成矿的关系

在研究裂隙充填型内生金属矿床成因时,常常可反映出断裂构造活动——岩浆侵入——矿液充填三者构成的连续地质作用过程。在许多情况下,由于断裂构造活动导致了岩浆侵入和岩浆期后热液的活动。因此,断裂构造活动是控制内生金属矿床成矿的重要条件之一。为了说明断裂的多次活动在成矿作用过程中的重要意义,下面分别对断裂构造活动与岩浆侵入、矿液充填及矿化富集的关系作一粗略讨论。

一、断裂活动与岩浆侵入的时空关系

在野外常常发现许多岩浆岩,尤其是小岩体,多是沿断裂构造侵入的。如赣南南康横市一个中—基性浅成侵入体沿北北东挤压带及其伴生的北东东向扭裂侵入;崇义新溪至龟子背一带花岗斑岩沿着与新华夏系构造伴生的北东东向扭断裂侵入(图 12);大余池江

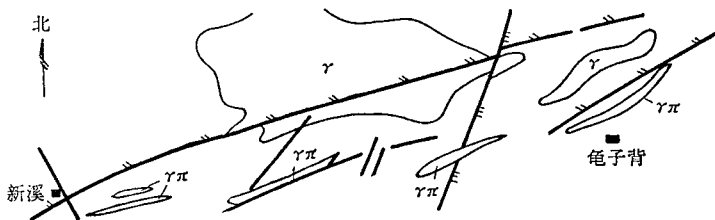


图 12 花岗斑岩 ($\gamma\pi$) 沿北东东向扭断裂侵入平面示意图

断裂中段江西坳一带有许多小花岗岩枝、岩瘤侵入于断裂硅化带中(图13)。诸如此类,不

胜枚举。

断裂构造活动与岩浆活动的空间关系有其内在联系,断裂构造为岩浆活动提供了运移的通道和贮集空间。在活动时间关系上,被岩浆充填的断裂,往往是与岩浆侵入同时发生的。如某钨矿区一个细粒白云母花岗岩体从岩浆侵入到岩浆期后热液充填的分异过程,看出一容矿构造曾发生多次活动(图 14),甚至同期次的花岗岩脉相互穿插(图 15),反映了岩浆活动与构造断裂活动在时间上的密切关系。另一有意义的现象是在小花岗岩体中,发育一组由分异—交代作用形成的条带状构造,由条带状构造反映出来的小褶曲,其轴向与区内含钨石英脉走向大体一致。条带之间有因相对扭动而产生的破裂面和粘土矿物,而在花岗岩和邻近的围岩中并未发生同样的形变。反映当时花岗岩的塑性较围岩大,这种褶曲可能是花岗岩尚未完全

冷凝时遭受应力作用引起形变的结果,也说明在岩浆活动的同时,有构造应力的存在。

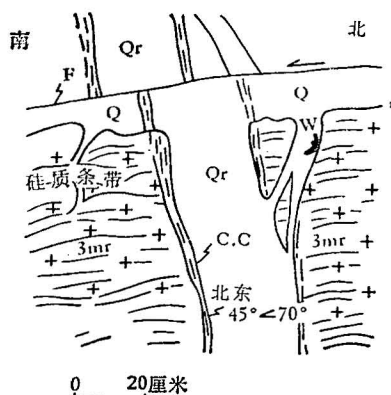


图 14 伴随岩浆—热液活动发生的多次构造活动剖面示意图

1. 缓倾斜断层 F 生成, 伴随细粒白云母花岗岩 (3mr) 侵入; 2. 产状北东 45° $\angle$ 70° 的裂隙生成, 岩浆期后高温热液含钨石英脉 (Qr) 沿裂隙及花岗岩顶板冷凝收缩空间侵入; 3. 向北东陡倾斜裂隙沿石英脉两壁再次活动, 切过花岗岩顶部的石英壳 (Q), 伴随低温热液碳酸盐脉 (C.C) 充填; 4. 成矿后, 缓倾斜断层 F 再次活动, 错移石英脉及碳酸盐脉。

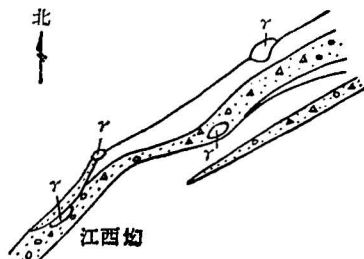


图 13 小花岗岩体沿池江断裂侵入平面图

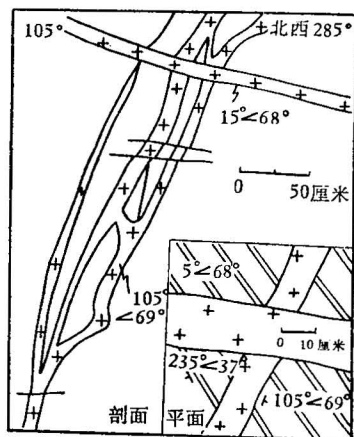


图 15

岩浆活动过程中发生多次构造活动, 使同期侵入的含细晶石铈钨铁矿细粒白云母花岗岩脉互相穿插。

由于断裂的多次活动可以为岩浆活动提供更有利的空间条件, 因此, 与岩浆岩有成因关系的断裂多是在岩浆活动期发生过多次活动的断裂。

二、断裂活动与矿液充填的时空关系

区域构造的发展往往控制容矿裂隙的发育程度、规模、产状和空间排列组合的方式。我们通过几个脉钨矿床的研究, 发现容矿裂隙和区域构造都有同期的岩浆或矿液充填, 有时见其互相穿插切割, 说明断裂构造多次活动均发生在同一岩浆源的分异演化过程中。因

此, 我们可以通过研究断裂在整个构造和岩浆活动过程中, 每次活动的性质、方式和规模, 预测在这一应力场的作用下、矿区内可能发生的破裂面的产状、分布、力学性质及其演化规律。然后, 再研究矿区内各组容矿裂隙的实际产状、空间分布、发育强度、力学性质及其演化特征, 并可由此追溯矿区内曾经发生过的应力作用方式及其转化过程。

通过这些研究, 寻求区域构造运动与容矿裂隙的生成演化机制。在此基础上可能根据矿体的地表特征, 推测深部的规模和产状; 根据已知矿体预测外围及深部的新的矿体; 对已知不同产状的矿体进行远景评价。

为了进一步说明构造运动与矿液活动的时间关系, 现举以下几个现象为例。

1. 同源同期的矿脉穿插切割(图 16)。

2. 由于容矿裂隙的多次活动, 同期矿液先后充填于一条裂隙中构成复脉(图 17, 6, 7)。

3. 在矿液充填及冷凝过程中, 由于容矿裂隙发生活动, 使矿脉发生牵引现象(图 18, 2)。

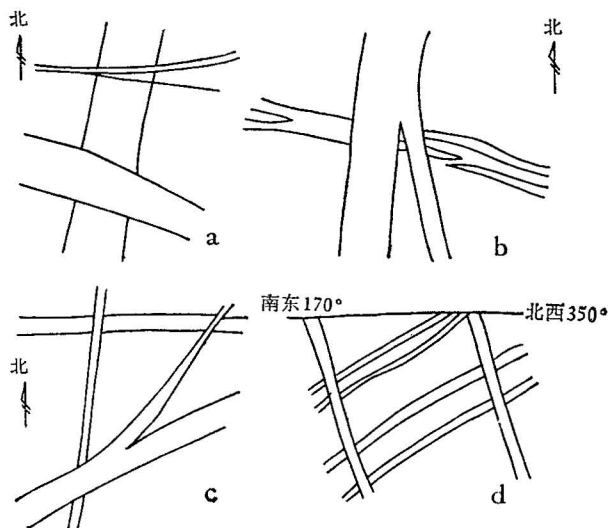


图 16 某矿区同一成矿阶段含钨石英脉的穿插关系

a. 东西向矿脉穿插南北向矿脉; b. 南北向矿脉穿插东西向矿脉; c. 北东向矿脉穿插东西及南北向矿脉; d. 东西向矿脉中向北倾者切割向南倾者。

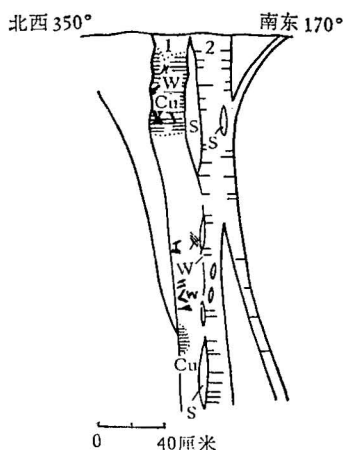


图 17 某钨、锡矿区所见之“复脉”

1. 块状长石—黄玉、石英脉; 2. 梳状硫化物石英脉。W. 黑钨矿; cu. 黄铜矿; S. 砂岩中砾石。



图 18

矿液沿东西向裂隙充填成矿过程中, 北北东向断裂发生顺时针方向扭动, 东西向矿脉位移, 并产生塑性牵引, 矿液同时沿北北东向断裂局部充填。

上述三例均说明构造断裂活动发生在矿液活动过程中。下面再对矿液充填时容矿裂隙张开的机制作一探讨。以赣南某细脉带型钨矿床为例,该矿区在 160 余米宽的地段内发育约 280 条脉幅大致相等的石英脉,总脉幅达 16 米以上。如果认为容矿裂隙的张开完全是由矿液本身的压力造成的,则裂隙张开时,作用力是来自裂隙之中而作用于两壁。这样每两条裂隙间的岩块将受到压缩,在压缩岩块上后张开的裂隙必须获得更大的作用力来抵消作用于岩块的挤压力之后才能张开,越是后张开的裂隙,越需要矿液给予更大的作用力,才能使近三百条平行密集裂隙均匀张开。这个条件显然是很难满足的。另一方面,由于矿液的内压力作用范围的局限性,欲使不大的范围内,让出十分之一的空间,岩石必然要发生明显的挤压变形或位移,但野外未发现这种迹象。此外,矿脉中普遍可见石英垂直脉壁向脉中心生长,构成“梳状构造”,且晶洞、晶簇发育,说明当时的结晶环境应具有足够的自由空间,至少在矿液开始结晶时不存在强大的压力。因此,关于容矿裂隙张开的机制,较合理的解释是,在岩浆—矿液演化的一定时机,在构造应力场的作用下使容矿裂隙张开。由于压力差(不排斥矿液本身具有相对较大的压力)导致矿液的运移和充填,即与成矿有关的构造断裂活动发生在成矿作用的同时,二者之间具有密切的时间关系。

三、断裂活动与矿化富集的关系

在勘探和研究石英脉型钨矿床时,不少人注意到成矿阶段及矿床分带与矿化富集的关系。矿化强度往往在整个成矿作用的一定阶段及含矿空间的一定部位达到最大值。成矿阶段是根据矿液多次充填所造成的具有不同特征矿脉的相互穿插、交替等关系而划分,矿床分带具有沉淀分带和“脉动分带”两种,前者是以矿液一次充填,在各种因素的影响下,地质体的不同部位矿物组合不同或以某种矿物的物理、化学性质发生变化为特征;后者是由于矿液的多次充填而使不同阶段的矿脉生成于地质体的不同部位。矿液充填的“脉动”性其实质是断裂构造活动的“脉动”性:由于容矿裂隙多次活动导致不同演化阶段的矿液多次充填,这就为对矿化富集规律的研究提供了构造地质方面的内容。赣南地区许多钨矿床中钨的富集往往出现在矿液演化的早中期,富矿段往往位于矿体的中上部。尤其在多期矿液重迭矿化的部位,往往品位最富。这些现象说明,研究断裂构造活动的多期性与矿化富集规律的关系具有一定的现实意义,但目前这方面工作程度很差,有待继续深入研究。

ON THE MULTIPHASE FAULTING IN TUNGSTEN MINING FIELDS OF SOUTHERN JIANGXI PROVINCE

Zhang Chongzhen

Abstract

Faults are by no means dead after their formation. They might repeatedly become active during successive geological periods.

Faults, especially those which have passed through multiphase activities, provide in many cases favorable spatial conditions for migration and infilling of magmatic ore solutions. As a result of repeated infilling of ore solutions, ore bodies are enriched. Hence the study of multiphase faulting in mining fields is of practical significance.

After faults underwent multiphase activities, distinct marks were left on and along the fault planes, such as tectonites and other minor structures.

In studying these multiphase activities, one should pay attention to the historical development of regional tectonic movements, make an all-round observation and analysis of all the *structural features* in the mining area, and trace their changes along the strike of each fault. The revelation of some disharmonic phenomena between structures may give important clues that lead to a correct understanding of the multiphase faulting activity.

A number of examples illustrating multiphase faulting are described and discussed in the present paper.