

(2) 断裂对成矿的控制: ①深大断裂作为导矿构造控制着矿体的空间分布。矿田内 NE 向深大断裂为导矿构造, 其断裂面向西倾斜, 含矿破碎带位于深大断裂的上盘, 或紧靠下盘断面。在清水塘矿段,  $F_{20}$  北接周家岭岩体, 由航片资料, 往南西延至陡岭冲, 含工业矿体的破碎带就位于  $F_{20}$  的上盘。②断裂作为容矿构造控制着矿化富集部位。断裂不仅控制着矿体的形态、产状, 而且严格控制着矿化富集的部位。a、断裂有过多次活动, 特别是成矿前或成矿期有过多次活动, 含矿性较好。b、成矿前或成矿期的断裂活动表现为张性或张扭性, 有利矿液充填。而 NEE 向断裂, 在此期间为压扭性, 并以压为主, 因而矿化不好。c、不同方向的容矿构造产生斜接的部位, 矿化最好, 如清水塘矿段当头冲五中段  $F_{120}$  断层上盘 ( $S_{13}$  点处), 是 1 号脉与 2 号脉斜接的部位, 矿化极好。d、断裂在成矿期间脉动次数多, 且表现为张性或张扭性, 矿化较好。e、含矿断裂在产状变化大, 或在平、剖面上出现分支、复合的地方, 矿化更加富集。

综上所述, 清水塘铅锌矿田构造对成矿的控制有以下几个特点: ①矿田中叠加褶皱存在, 并控制了矿体的空间分布。②由于褶皱叠加, 在叠加部位地块向上隆起, 形成穹隆, 穹隆南侧的含矿破碎带逐渐向南西方向侧伏, 因而往南西矿化深度加大。③断裂是由剪切破裂变形开始, 由引张断裂变形发展完成, 即断裂交替迁就“X”剪切面, 故控矿断裂沿走向和倾向产状发生变化, 矿脉在平、剖面上有侧列、分支现象。

## 同生断层控矿作用综述

程小久

(中国地质大学, 北京 100083)

同生断层又称同沉积断层和生长断层, 是裂谷、拗陷、拗拉槽、弧后盆地、被动大陆边缘和拉分盆地等伸展和走滑盆地最基本的结构要素和构造型式。它不仅控制盆地空间展布、几何形态及内部沉积作用和火山作用的进行, 亦与盆地中层控型 Pb、Zn、Cu、Ag、U、Ba 和 Fe 等金属矿化作用关系密切, 且断层作用与沉积作用、火山作用、流体活动和成矿作用持续地同时进行, 是一种重要且特殊的控矿构造类型。近年来, 随着沉积盆地中层控矿床研究的深入, 以及石油地质和水文地质学的原理和方法在矿床学研究中的运用, 同生断层控矿研究亦有了一定的进展 (Werner, 1992; McClay, 1991; 池三川, 1992; 赖应箴, 1988; 刘文均等, 1993; Hooper, 1991)。

### 1 沉积盆地中同生断层形成机制和组合型式

同生断层是沉积、埋藏和压实作用期间地壳运动的结果, 且受沉积物压实和渗透性及其对地壳加载和基底构造的影响和控制, (Werner, 1992)。同生断层作用的驱动机制主要有三种: 其一为岩石圈伸展作用和走滑作用, 断层主要形成于盆地快速拉张断陷阶段; 其二为重力作用, 一些同生断层尤其是成岩期断层作用是快速碎屑沉积区砂质沉积物与泥质沉积物间的差异压实作用引起的; 其三高孔隙压力也可引起同生断层作用, 在快速沉积的厚层泥岩系中, 孔隙压力大于静水压力, 因而导致大规模以泥质岩为核的背斜和伴生的同生断层的形成 (Potter 等, 1986)。

沉积盆地中同生断层一般为走向正断层,剖面上常呈铲状和坐椅状等。正断层及其切割的断块可组合成不同样式的伸展构造,如地堑、地垒、半地堑和半地垒等(陈发景, 1992)。聚矿盆地中同生断层组合型式有两类:一类通常由陡倾的边界断层和内部掀斜的多米诺式断块及反向断层系构成的不对称地堑系统,如加拿大 Selwyn 盆地 Macmillan Pass 地堑系统;第二类是由两组同生断层交汇控制的格子状裂陷盆地,如华南泥盆纪盆地。

盆地中高角度同生断层向地壳深部可转化为别的构造型式——韧性正剪切带(剥离断层)、圈层滑脱带,更深处则表现为同生深大断裂带(杜乐天, 1993)。以下论述的同生断层控矿作用仅限于沉积盆地中的断层。

## 2 同生断层在流体迁移和聚集过程中的作用——间歇流理论 (the theory of periodic flow)

已有研究成果表明同生断层既是流体运移障,又是流体运移通道。其作为流体运移通道的证据有断层带的矿化作用、低流体势、热异常、盐度异常和同位素方面的证据。而断层带的孔隙度研究、测量到的流体流动速率、并列的高流体势差、地下水引起的特殊沉淀物和烃类的聚集又表明同生断层是低渗透带。为了合理地解释这些相互矛盾的事实,Hooper (1991)提出了间歇流理论。该理论认为:断层在活动时期,其渗透率和流体潜在流量增加,流体沿同生断层上升流动是可能的;在断层不活动时期,其渗透率减小,阻滞流体流动。因此,同一断层在某一时期是流体流动通道,而在另一时期又可能是流体迁移障。间歇性流动也能导致压实盆地中流体流动方向的改变。断层低渗透率时期,流体横穿断层以侧向流动为主;而在断层活动时期,流体沿断层带侧向和垂向迁移都很重要。

在同生断层相对活动时期,有三种作用可能导致断层传导能力增加,分别是:①扩容作用;②矿化带再破裂作用;③地震泵抽作用。当应力接近岩石抗破强度时,扩容作用使岩石产生一系列平行或近似平行于断层面的微裂隙,故使断层传导能力增加,如果流体势梯度平行于断层面,将导致流体优先沿各向异性的渗透带流动,通常在断层带最大偏应力地段扩容作用最强烈。Sibson (1981)认为扩容作用在离断层 100 多米的范围内最重要。但 Fyfe 等 (1978)认为扩容带宽度是不同的,其取决于断层规模。Hooper (1990)认为,如果扩容带超过一定宽度 (> 200 m),只要渗透率增加少许,就能使断层带成为流体的良好通道。再破碎作用发生在成岩中晚期,矿化带再破碎作用使被胶结物堵塞的裂隙再次连通而增加断层的传导(流体、热等)能力。这种作用一般不发生在成岩早期,此时岩石太软,裂隙不能保持张开状态,故渗透率不能增加。Scholz (1974)首次提出地震泵抽作用,断层运动使断层带应力释放,岩石压紧恢复到膨胀前状态,原先充满于扩容孔隙的流体被挤出,流体一般沿断层带向上流动(Sibson 等, 1975)。一些学者(Johanson, 1987; Hooper, 1990)已经证实同生断层活动直接或间接地与沉积速率有关,在高沉积速率时期,流体沿同生断层流动的流量和流速最大。

## 3 同生断层与层控矿床的时空关系

沉积盆地中形成的层控矿床类型主要有 VMS 型、SEDEX 型和 MVT 型,一般来讲,SEDEX 型和 VMS 型矿床形成于同生断层形成发展时期,即沉积、成岩期。MVT 型矿床则多形成于成岩期后同生断层再次活动时期。McClay (1991)据矿床与同生断层空间关系,总结出加拿大 Cordillera 地区 Selwyn 盆地—Kechika 海槽碎屑岩中的 SEDEX 型 Zn-Pb (-Ba) 矿床产出部位是同生断层上部喷口系统、近喷口卤水池、远离喷口卤水池以

及同生断层带和地层间扩容带。VMS型矿床多受海底地堑-火山机构控制,通常被认为形成于伸展裂谷盆地深水破火山口系统(Cas, 1992)。有利成矿部位是同生断层带、火山机构和海底洼地。MVT型矿床空间定位受控于同生断层、层间断层以及与断裂破碎带有关的卡斯特等。当然,一些沉积盆地中同生断层与其它类型构造复合控矿也表现明显,如泥盆纪莱茵盆地中聚矿洼地(亚盆地)通常位于同生断层带与由盆地热沉降产生的平面状正断层带之交汇部位。

最近,作者在粤北地区的研究表明,泥盆-石炭纪沉积盆地中的层控矿床成矿特征(成矿时代、流体性质、矿质或矿种、成矿方式等)在时间上和空间上发生明显分异,控制这种时空分异的因素是同生断层的规模(长度、切割深度)、控制古火山作用差异、断层组合型式、活动时限和断层在盆地的发育部位以及流体演变、活动范围和流体势梯度与同生断层产状的关系等。

#### 4 几个问题的讨论

(1) 沉积物、沉积相和层控矿床是同生断层活动演化历史的记录者,地史时期裂谷或地堑盆地中同生断层组合型式和活动历史的重建是开展同生断层控矿研究的前提。在很多强烈变形区,同生断层被改造或以新的形式活动,而以新的面貌出现,常被忽视或视为后斯变形变质的产物。一些研究表明:变形强烈的沉积盆地结构的重建可通过特征岩相的分布和发育于单个断块内的楔状沉积物以及后成收缩构造和变质期新生构造的分析来确立。

(2) 同生断层类型有正断层型、逆断层型、走滑型及其组合型,研究侧重于正断层型,后两者的控矿研究还很薄弱,断层可能发育于前陆盆地、拉分盆地和伸展盆地收缩时期。

(3) 有关同生断层与贱金属块状硫化物矿床研究较多,只有少数文献提到Au、U等矿床与同生断层的联系。据资料分析,沉积盆地中绝大多层控矿床都与同生断层有密切关系。

(4) 同生断层的形成演化往往受到基底构造的控制,其发育过程中还有同沉积褶皱、热沉降断层的发育,此外,流体是联系构造与成矿的主线,应以系统的角度进行研究,建立沉积盆地中流体-同生构造-成矿系列。

## 不同类型容矿构造中矿体铅锌品位分形特征

程小久 翟裕生

(中国地质大学,北京 100083)

近几年来,分形理论已广泛应用于地学各个领域。由于分维能定量地描述自然界中自相似系统的复杂性和不规则性,一些学者开始利用分形理论研究矿床中的某些问题的自相似性(秦长兴等, 1992)以及矿体中金属品位分布的分形结构特征(沈步明等, 1993),并试图解决某些理论和实际问题。本文详细研究了广东凡口铅锌矿不同类型容矿构造中的矿体Pb、Zn品位分布的分形特征,并探讨了容矿空隙特征与分维 $D$ 值大小的联系,旨在为解决矿床地质问题和矿床勘查评价提供某些定量信息。

#### 1 样品位置、计算方法和结果

凡口铅锌矿床赋存于粤北泥盆-石炭纪地层中,主要含矿层位为中泥盆统棋梓桥组( $D_2q$ )、上泥盆统天子岭组上、中、下亚组( $D_3t^a$ 、 $D_3t^b$ 和 $D_3t^c$ )和下石炭统( $C_1$ )。据野外