

内生金属矿床的断裂网络定位与预测

——以中国东南部地区为例

戚建中

(中国地质科学院南京地质矿产研究所, 南京)

提 要: 中国东南部中生代 NNE 向左行平移剪切带与先成断裂体系复合, 组成控矿断裂网络。网络分不同层次控制了内生金属矿集区、矿田、大中型矿床、小型矿和矿化点的定位。控矿断裂网络的建立有助于拓宽找矿思路并改善预测方法。

关键词: 断裂网络 成矿定位 预测

中国东南部地区内生金属矿床成因类型和金属组合类型十分繁多, 分别属于同熔岩浆成矿系列 (又分为火山亚系列和侵入亚系列), 陆壳重熔岩浆成矿系列。中生代特别是燕山期是本区占绝对优势的成矿时期, 内生金属矿床的定位宏观上受中生代构造体制, 即早期的陆壳碰撞、增生, 中晚期海洋板块向大陆附冲, 以及东南亚平移剪切作用三者^[1]的制约。

成矿预测的核心问题是矿床 (田) 定位问题。基于一般构造环境、地体划分所确定的金属成矿域达到数万平方公里面积, 而“构造、成矿带”的划分, 其单向延伸很大, 两者都难以解决成矿定位问题。

J 库蒂纳认为, 控制大型、超大型矿床或矿床集群的是间距 400~600 km 的深入地幔的 EW 和 SN 和向全球性构造不连续带。K Φ 吉亚勃金利用地质、物探资料将乌克兰地盾的断裂带划分为 12 个方向 6 个共轭体系, 断裂间距为 70~75 km 或 140~150 km, 通过全球对比而确认其普遍意义, 并认为不同断裂体系控制了至少 84% 的全球各类矿床^[2]。加拿大 Vu.L (1990) 有效地运用遥感方法确定 Abitibi 绿岩带断裂网络并在结点上找到了工业金矿。在我国, 东南部地区“菱形断块”构造控矿的论点曾被广为传播。湖北地研所^[3]在豫西矿集区运用 EW 向和 NNE 向断裂复合部位控矿的规律, 发现了隐伏岩体和隐伏金属矿床。

由此可见, 控矿断裂网络不仅存在, 而且可以区分为不同的级别并形成系列。全球性的、区域的局部性的断裂网络均有可能用于预测、找矿目的。

1 区域一级控矿断裂网络的建立

(1) 金属矿床 (田) 的点式分布: 从宏观角度看任何受断裂控制的内生金属矿化都是不均匀的, 是分段集中并呈点状分布的。有工业意义的矿床多定位于不同方向断裂带的交接复合部位, 如冶岭头 Au 矿床, 紫金山 Cu-Au 矿床等, 均受 NE、NW、NNE 三组区域主干断裂带的复合部位控制, 实际上, 金属矿床 (田) 的分布在平面上呈相对均匀的点式分布 (图 1)。

(2) 控矿断裂网络的形成: 我国东南地区内生金属矿床, 绝大多数形成于中生代, 主要是燕山期, 相应地控矿断裂带所组成的复杂网络系统也最终形成于这一时期。本区印支—燕山期形成和发展起来的 NNE 走向左行平移剪切带, 切割 (但错距不大) 和复合先成断裂系统, 包括晋宁期产生和发展起来的近 NE 走向古亚洲断裂体系和加里东期发展起来的 45°~55°走向华夏断裂系统, 形成了断裂网络。由于区域控矿断裂网络是在晋宁运动以来就存在的古老断裂系统基础上形成的; 伴随这些古老断裂系统的多次产生和复活新生, 各种成矿元素也多次发生了活化迁移和预富集。因此可以说, 区域控矿断裂网络形成于一个漫长的地史过程中。

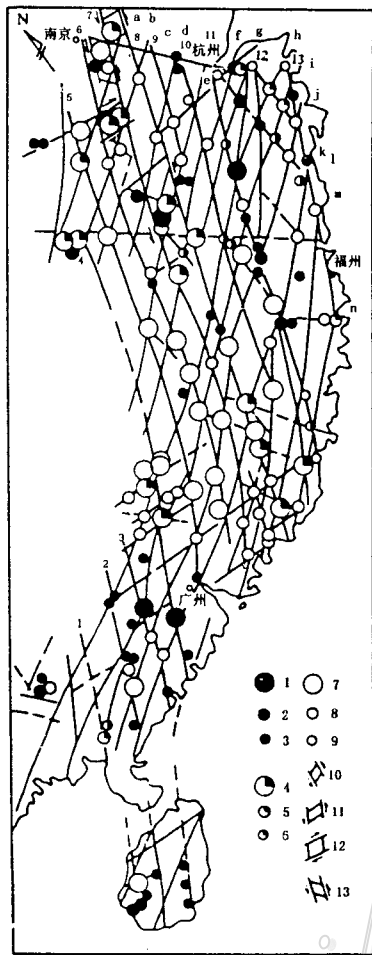


图1 东南区域控矿断裂网络示意图
金矿床：1—大型；2—中型；3—小型。伴生金矿床：4—大型；5—中型；6—小型。其他金属矿床：7—大型；8—中型；9—小型。10—12—与剪切有关的挤压隆起；13—与剪切有关的拉分盆地

(3) 区域一级控矿断裂网络的建立：“建网”的顺序如下：利用1/50万卫星图象提取线性体，全面进行遥感资料与地质、矿产、地球化学和地球物理资料的相关性研究，遵循方向性和等距性原则，对地质图上原有断裂系统进行重要的修改补充。厘定主干断裂带和断裂系统进行重要的修改补充。厘定主干断裂带和断裂系统，进而确定区域性一级控矿断裂网络。

(4) “网络”的构成：通过对重要线性影象平面分布特征的研究，可以合理地按走向方位划分为6个系统：近EW向系统， $N60^{\circ}\sim 75^{\circ}E$ 系统， $N45^{\circ}\sim 55^{\circ}E$ 系统， $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}E$ 系统，近SN向系统和NW向系统。线性体密集程度，线性体长度、连续性不同。一级主干断裂带可由若干条断裂组成，亦可显示不同的型式，总长数百至和千公里，控制隆、坳、盆，间距数十至上百公里。其中构成“网络”的主要为13条 $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}E$ 走向、间距50~60 km，总体具平移剪切特征的区域一级主干断裂带（如镇海—福清、萧山—南靖、宣城—上杭—汕尾断裂带，见图1之N13、N11和N8号），以及14条 $N45^{\circ}\sim 55^{\circ}E$ 走向，间距50~70 km，较为古老，历经多次活动，总体上呈压-剪性的区域一级主干断裂带（如乌镇—井岗山、肖山、球川—贵港，象山—遂昌—封开断裂带，见图1之e、f、h号）所组成。组成网络的还有周王—湖州，佛冈—高要—惠来等EW走向断裂带，以及九江—松溪—宁化，上杭—云霄等NW向断裂带。值得指出的是，网络整体性好，海南岛线性断裂体系与东南大陆一致且可对应连接。该网络确定了区内金属矿集区，金属矿田和绝大部分大、中型金属矿床。

2 断裂网络的成矿定位

区域断裂网络的成矿空间定位作用主要表现在：① 内生金属矿化沿“网络”不同方向断裂带分布并定位于断裂交结点；② 从区域整体上看，金属矿床（田）的规模大小与控矿断裂带的规模大小呈正相关；③ 主干断裂所夹持的地块一般为弱应变区，弱矿化区，但其中特殊的构造地块为与平移剪切有关的强

应变区，可构成具有重要经济意义的矿集区。

(1) 矿集区定位：中国东南局部地区大、中型矿床形成集群，分布面积达1000~2000 km²，远远大于一般矿田的面积。其中之大、中、型矿床密集分布，间距仅为数公里至十公里。这种工业矿床密集分布的大型矿田称之为矿集区。与一般矿田的定位构造不同。矿集区定位于两主干断裂之间，或一条主干断裂和一条平行的次级断裂之间，占有较大空间。其构造类型可分为三类：① 与平移剪切带有关的挤压隆起，如铜陵矿集区和宁镇矿集区；② 与平移剪切带有关的拉分盆地，如有著名的玢岩型铁矿的宁芜火山盆地；③ 庐主干断裂与地体拼接带交接复合部位，例如九瑞矿集区等。

(2) 矿田定位：区域控矿断裂网络的结点成为矿田的定位构造。一级区域控矿断裂往往由一系列构造形态所组成。控矿的主刚断裂成数公里至十公里的构造强带，由平行的扭性、压扭性或压性断裂构造组成。

不同方向的断裂与伴生的其他构造形态,包括因垂向应力作用形成的环状构造相复合,形成了控矿高应变构造复杂部位,面积可达 100 km^2 或 100 km^2 以上,如冶岭头、紫金山、龙头山等金铜矿田、可区分出典型的矿田构造型式及其相应的影像模式。

(3) 矿床、矿体定位:矿床、矿体的定位取决于矿田和矿集区的构造格局。而矿田及矿集区的控矿构造格局中,主矿床定位于有利成矿构造,如陡倾断裂和犁式断裂的结点,火山通道,同熔型等轴状小岩体,大岩体接触带的特定部位,复背斜倾状端与剪切有关拉伸桥复合,晚期脆性剪切带与早期韧性剪(矿化预富集)带复合部位。本区充填型矿脉沉含矿角砾岩带,赋矿的隐爆角砾岩体和含矿岩体的长轴多呈 NW 和 SN 方向,接近于拉张的 E 组构造方向。

(4) 小型矿床和矿化点的定位:小型矿床和矿化点的定位受矿田和矿集区内一些较次要的控矿构造所制约,它们围绕主要矿床而形成“星星”。在矿田和矿集区之外,即控矿断裂网络包含的相对弱应变地块范围内,例如浙西开化地区可形成区域二级的控矿断裂网络。次级断裂间距 $5 \sim 8 \text{ km}$,但只能控制小型矿床和矿化点,一般不具有重要找矿意义。

(5) 不同金属矿产组合的定位:区域上决定金属矿床组合的通常认为有两种因素:一种是成矿时期的构造背景;另一种是地体的划分。但金属矿田(床)的定位归根结底由断裂及其构成的网络来控制,不同断裂带达到的地壳(幔)层圈深度不同,所引起的物质、能量的交换不同,因而形成的岩浆组合和矿产“专属性”不同。

3 断裂网络成矿定位机制

(1) 时间因素:如上所述,中国东南部区域一级控矿断裂网络最终形成于印支—燕山期,断裂成网作用(NNE 向郯庐系 $250 \times 10^6 \sim 100 \times 10^6 \text{ a}$)^[4]、岩浆作用($220 \times 10^6 \sim 75 \times 10^6 \text{ a}$)^[5]和成矿作用($227 \times 10^6 \sim 73 \times 10^6 \text{ a}$)同步。

(2) 断裂网络与流体:流体是地壳以至岩石圈改造作用,同时也是内生金属成矿作用必不可少的条件。线形断裂是地壳的抽吸系统,流体大规模运移的通道。而断裂网络的结点或多组断裂的复合部位在流体成矿作用中据有特殊地位。而目前所揭露的金属矿田、矿床,正是石化了的古地热成矿体系或成矿流体深循环体系,指示了成矿期流体作用最活越的构造部位。

(3) 断裂网络与矿质来源: M Bonnemai-son 和 E Marcoux (1990) 提出剪切带控金动

力机制的三阶段模式,这一模式适用于本区变质基底中分布的独立金矿。与区域构造体制有关的断裂作用,通过提供热量和挥发分,绝热减压等途径可产生岩浆,两断裂复合部位最易成为岩浆上升的通道和岩浆长期活动的中心。垂深可达地幔的岩浆-流体成矿体系,是从壳幔不同层圈提供矿质的一架巨大热机。岩石组合与成矿元素组合有明显的相关性。

(4) 空间因素:区域一级控矿断裂网络为成矿流体的运移和矿质沉淀提供了空间条件。从平移剪切带的组构特征看,据 Ransay,脆性和脆—韧性剪切带中,分布有一系列配套的组构(图 2)。本区 NNE 向平移剪切带形成一个已经统一的,有多个古老断裂系统交织的大陆板块。先前的断裂体系因复活和新生而必

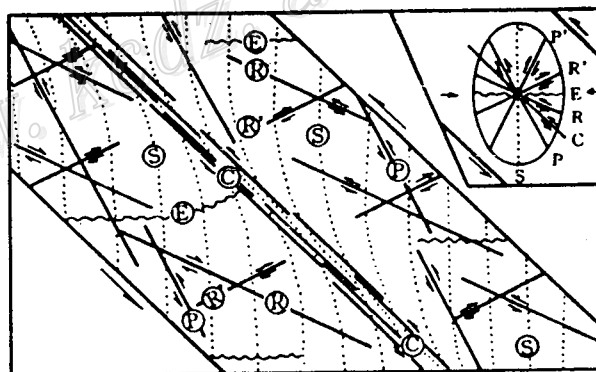


图 2 简单剪切带的内部结构

然权充 NNE 向左行剪切带中的某个组构因素。这样一些 NNE 剪切带的配套构造,集中地分布于地壳的构造异常——断裂网络结点,据主要矿床的矿产统计, E 组构最能为脉状,角砾状矿石提供充填空间。

4 内生金属矿床的预测新思路

东南区域控矿断裂网络的建立,引发一种新的预测、找矿思路和方法。这种新思路的要点在于,在诸种“定矿”地质因素中,断裂和断裂复合的因素必须提到首位,因为它是金属矿田(床)就位的必要前提。区域成矿预测可分为两步:①建立控矿断裂网络,简化成矿单元的划分,查明已知金属矿产的平面定位规律并确定远景矿田(床)的可能地质和地理位置,目的是将预测区范围最大限度地压缩;②预测矿床(田)的类型(成因类型与工业类型)以及矿床(田)的规模。第二步的预测工作与通常进行的成矿预测无异,即同样遵循相似类比、地质异常成矿、地质条件组合控矿等理论,以及优化评价和综合评价等准则^[6]。

这种预测、找矿的思路还在于,控矿断裂网络可以划分为不同的层次,相应布署不同层次预测、找矿工作,范围和目标各不相同。其中:①全球的、洲际的巨型断裂带或主要古板块和地体间的缝合线即岩石圈断裂所构成的断裂网络(尚未建立),可用以研究和发现潜在的矿集区和超大型矿床;②区域一级控矿断裂网络(目前所建立的),可用以研究和发现潜在的金属矿田和大中型矿床;③区域二级控矿断裂网络,可用以研究和发现潜在的可供地方开采的小型矿床;④局部的(矿集区或矿田的)控矿断裂网络,结合其它构造类型,组合成矿集区或矿田的控、导、容矿构造格架,可用以研究和预测潜在矿床的具体位置。

参 考 文 献

- 1 万天丰. 论欧亚大陆东部的增生、板内变形与成矿作用. 见: 亚洲的增生, 北京: 地震出版社, 1993.
- 2 吉亚勃金 K Ф. 地壳断裂体系及其在金属矿床预测中的应用. 火山地质与矿产, 1997, 18 (1): 49.
- 3 孙殿卿, 高庆华. 隐伏矿床预测. 北京: 地质出版社, 1987, 46.
- 4 徐嘉炜. 郯城庐江平移断裂系统. 构造地质论丛, 1984, (3): 18~30.
- 5 毛建仁. 中国东南大陆中、新生代岩浆作用与地幔演化动力学. 火山地质与矿产, 1994, 15 (2).
- 6 朱裕生, 李纯杰等. 成矿地质背景分析, 北京: 地质出版社, 1997.