

33-39

湘中锰矿控岩控矿构造遥感地质分析

刘绍濂

(中南冶金地质研究所·宜昌·443003)

p 618.320.8

应用遥感信息结合其他地学资料综合分析湘中锰矿构造型式及控岩控矿地质特征,提出东西向和北东向同期构造与台地边缘相带共同控制锰矿的新认识。

关键词 锰矿 遥感 控岩控矿

锰矿床, 控岩构造, 控矿构造



笔者选择成矿条件较好的湘中地区湘潭式、桃江式锰矿进行遥感地质综合研究并开展以 TM 图象为主的遥感技术应用及找矿预测。通过一系列图象处理、矿物岩石波谱分析、影象构造成矿信息提取及野外地质验证,查明了区域成矿地质条件、影象地质控岩控矿特征,提出一些可供找矿的基地,为该区锰矿资源的勘查提供了科学依据。

向线性构造带形成了大型的北东向构造盆地或断陷带;而中生代早期大量的花岗质岩体沿东西及北东向基底线性带侵入,构成岩浆—断裂带,中生代地层控制在后期的北东向长条状的断陷盆地之中。

地质分析

2 线性控岩控矿

经解译重新厘定出 5 条北东向深大断裂带和 4 条贯穿性近东西向大型压性构造带见图。5 条北东向深大断裂(F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5)相距为 50~70km,是控制本区山脉形成与走向的主要构造,走向呈弧形延伸为控制本区断隆、断陷的深大断裂带。其中 F_1 (祁东—湘潭)、 F_3 (黔阳—桃源)断裂是控制岩浆活动的断隆式构造(黔阳安化隆起、祁东长沙上地幔隆起区),为区内深成热源活动最为强烈的断裂带;而 F_2 (邵东—宁乡)、 F_4 (武冈—新化)断裂为古老的晚古生代断陷式深大断陷带构造,控制湘中涟邵盆地上地幔坳陷区,物探资料表明该带既是磁力重力梯度带,又是地壳厚度变异带。

1 区域影象构造格架分析

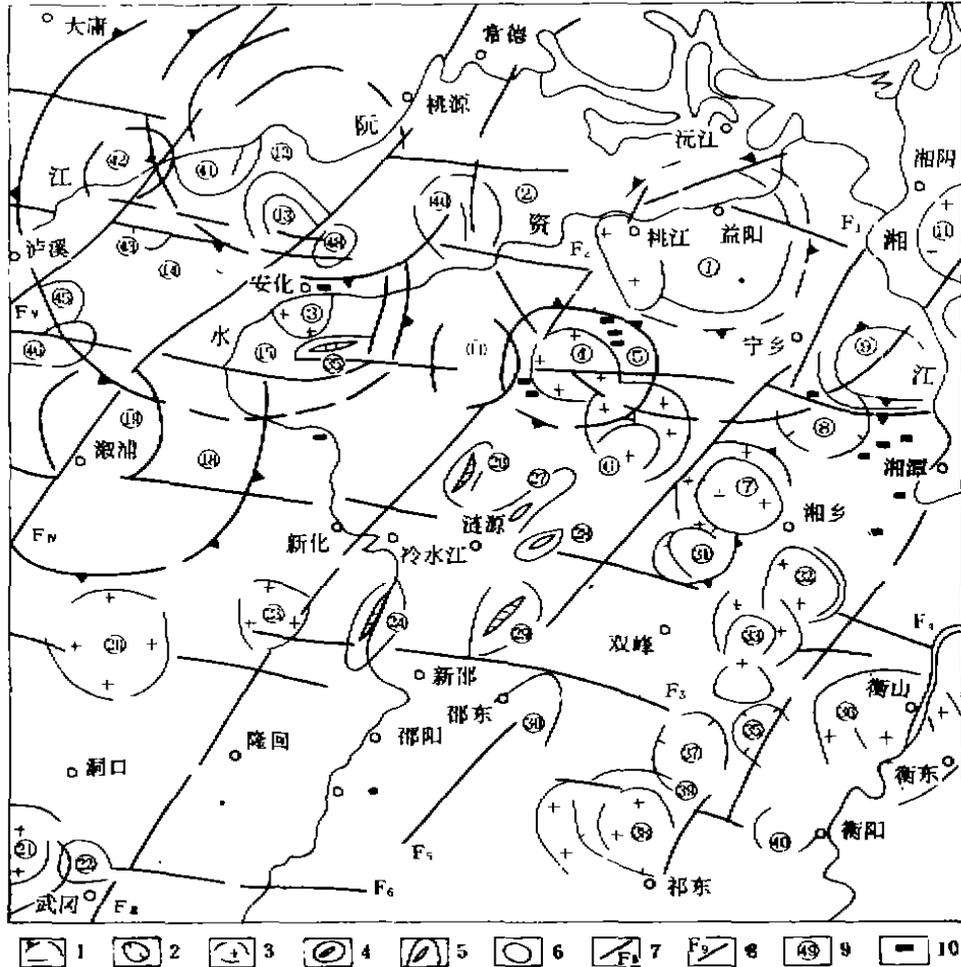
从湘中地区影象地质解译和整体的环一线构造分析,本区是由几个较大的前震旦系古环块和基底线性构造交汇组成的影象格局,即 4 个大型环形控制着元古界变质岩系。整个区域线性构造型式由东西、南北、北东、北西 4 个方向组合交叉构成“米”字型构造。

本区地质发展过程中,加里东期、印支燕山期为 2 个主要构造运动阶段,分别形成了古生代和中生代 2 个时期的构造面貌。各时期构造层在构造应力作用下,形成不同类型的褶皱,至今还保存着各类褶皱构造形迹。

区内元古界基底构造层以东西、北东向隆断陷交替分布,断陷则成为早古生代沉积的场所;晚古生代以来,沿前期构造格架发展,以强烈的北东向褶皱构造带并跨越东西

5 条近东西向大型压性构造带(F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5),相距 30~55km 横切湘中地区,以紧密褶皱和挤压破碎带为主,其与前述北东向深大断裂带构成菱形网状构造,并在交汇部多有岩浆侵入。

本文 1995 年 4 月收到,于纯烈编辑。



湘中地区主要环形、线性构造带与矿化关系图

1—地块隆起环,2—地块拗陷环,3—岩浆环,4—背斜褶皱环,5—向斜褶皱环,6—热效应环,7—北东向线性构造及编号,8—北西向线性构造及编号,9—环形构造编号,10—锰矿床(点)

3 环形控岩控矿

本区岩体与矿床数量较多,分布亦广。为查明环形构造与矿产之间关系和提取最有利的成矿的遥感信息,将全区有关的地块、岩体及矿化进行统计,统计表明其地块、岩体或者矿化均统一于环一线构造之中。全区已知岩体绝大多数有环形影象,一般中型环形是复合岩体上侵构造的反映。

(1)一级环形(直径>50km)构造是控制地块隆起、拗陷构造,如益阳、桃

源、溆浦等,当其与一级近东西向线性复合时,则构成一级规模成矿带;如益阳环块与F₃近东西向线性构造复合的湘中沉积锰矿成矿构造带,杨响涛源、紫甘山、湘潭锰矿床。

(2)二级环形(直径50~10km)构造

是控制岩浆活动构造及矿田构造的单元。如浏山、歇马、紫云山、大神山、白马山等岩体,且多以双环状结构显示,具有控制不同期次或不同岩相的构造。它与二级主干北东向线性复合部位控制单一矿种的矿田构造单位,如益阳内环与北东向线性复合控制的桃

江式锰矿田；而益阳环形构造外环与二级东西向、北东向线性复合控制湘潭式锰矿田。

(3) 三级环形(直径<5km)构造

是环状热效应反映,它与次级北东、北西向断裂复合是控制矿床分布的三级构造控矿标志。如浏山5号岩浆环与北东向构造复合控制响涛源、黑油洞、毛腊及祖塔等锰矿床分布;湘潭6、9号环与东西、北东向线性复合控制湘潭锰矿床等。

4 锰矿控矿遥感地质分布

应用遥感资料结合多学科地质资料综合分析本区锰矿控矿是此次工作的重要内容。目前研究成果表明,锰矿主要形成于陆缘海靠古陆边缘,成矿与古海底地形条件密切相关。无论是古地理、古地貌,其主要取决于同沉积期断裂活动的古构造,因此应用遥感地质对锰矿成矿解译必须立足于古构造研究。

湘中地区早古生代同沉积期断裂活动频繁,目前观察到的断裂大都是多次运动叠加产物,仅凭现代构造形迹尚难解译古构造的活动,只能从遥感某些特征影象信息,结合地球物理及已知沉积相和成矿作用综合讨论。

(1) 早震旦世湘潭式锰矿控矿古构造

依据遥感影象解译和地表地质构造特征表明,本区域有湘潭式锰矿地段主要存在3条近东西向主干构造带及3条北东向主干构造带。其东西向是安化—宁乡、大神山—浏山、白马山—龙山构造带;北东向是溆浦—安化、新化—桃江、祁东—湘潭构造带。上述构造控制了大塘坡组的分布及岩相变化,并均在布格重力、航磁图有明显反映,分述于下:

安化—宁乡东西向构造带(F_2):控制着大塘坡期海陆界线。该带以北为古陆区,缺失大塘坡组沉积,以南大塘坡组则广泛分布。布格图上反映沿断裂带明显的东西向重力梯度带,且断裂带两侧有明显的重力场分界,形态均有变化。航磁特征表现为:西端正负磁场变化带,东端则高磁场中的线状低磁带。

大神山—浏山东西向构造带(F_3):属水下隆起带(古岛)。该带以南为湘潭式锰矿主要分布区,以北仅有少量锰矿层,且沉积厚度明显变薄,矿石质量较差,如花溪岭和白竹山锰矿点,古地理位置处于湘中湖的泥岩砂砾岩相与藻炭泥岩相的过渡带上,其南为藻炭泥岩相;北为泥岩砂(砾)岩相,表明大神山—浏山 F_3 为一条控制岩相变化的同生断裂带。重力反映其北侧为相对高重力区,而南侧为形态变异的低重力区;航磁反映北侧为正负场的变化带,南侧航磁为负磁场区。表明该断裂带为长期活动规模较大的断裂带,控制着湘中湖的沉积环境。

白马山—龙山东西向构造带(F_5):位于水下隆起带中。该带以南未见锰矿层,沉积厚度加大;以北为大塘坡组锰矿分布区,如铜锡溪、洞里平锰矿点。反映该构造带为一条控制湘中湖南界断裂构造,重磁反映北侧为高重力区的相对坳陷,南侧为低重力的隆起区。

溆浦—安化北东向构造带(F_6):该构造带经洪江、溆浦至安化,断裂带西侧大塘坡组沉积厚度不足100m,为砂(砾)岩沉积层,未见锰矿层;而东侧则为炭质页岩,泥岩为主,并产有湘潭式锰矿沉积区。重磁图上反映为重力梯度带的高低重力分界外;航磁表现为零线分布区,其西为正磁场,其东为正负线性航磁中断。表明该断裂为多次活动的深断裂。

新化—桃江北东向构造带(F_7):该断裂带对本区震旦纪和早古生代沉积岩相及成矿起到一定的控制作用。断裂带西为安化溆浦沉积区,控制着湘中湖西部凹陷,以砂岩泥岩相沉积为主,仅在烟溪局部有小块藻炭泥岩相沉积,形成了溆浦铜锡溪和洞里平锰矿点;而东侧为邵阳沉积区,是相对的一个坳陷区,沉积岩相以藻炭泥岩相为主,对成矿最为有利,集中了80%以上的湘潭式锰矿床的分布。重磁图上明显分隔出两个低重力正磁场区,表明断裂是一形成较早的基底断裂。

祁东—湘潭北东向断裂带(F_8):包括震

且纪在内的早古生代沉积岩、古生物、成矿均起重要控矿作用。断裂带以东为祁东—衡山—浏阳北东向隆起带；其西为坳陷区，沉积达8000余米，湘潭—宁乡一带大塘坡组以藻炭泥岩沉积为主，是锰矿区主要沉积范围。重磁异常均表现为北东向线性异常分布特征。

(2) 中奥陶世桃江式锰矿的控矿古构造

进入早古生代中期，本区构造变动相应为稳定期，形成的中奥陶世古地理古地貌基本与早震旦世相似，其差异较小，反映这两个时期具有一定的继承性，所形成的中奥陶世古构造型式，是以东西向构造及北东向构造为主导。

①. 东西构造带(由北而南可划4个带)

安化—宁乡东西向构造带(F_2)：该带自武陵运动后出现，长期处于隆起状态，它是本区早古生代湘中沉积区与古陆的分界线。其北为扬子古陆边界；以南为磨刀溪期沉积区，控制着桃江式锰矿的分布。

西安溪—大福坪—月山铺东西向构造带：是一规模较大的沉积弧形构造带，所处位置正是台地边缘与海沟过渡带上，对桃江式锰矿沉积岩相和厚度起到重要控制作用。其南侧大福坪、桥顶山一带属深水区海沟型沉积，厚度大，以泥质硅质岩为主，含薄层锰矿，质量较差；北侧属水深仅数十米的台地边缘沉积，以泥岩夹锰碳酸盐岩相为主，是桃江式锰矿主要集中分布区。二者相距较近，但水深相差却较大，表明该断裂是一条控制岩相变化的同生断裂带。南侧在深部构造重力航磁图上为高重力高磁场区，表明地幔物质上隆，地壳趋于变薄，与深海沉积相似；其北侧重力显著降低，且重力场形态发生变化。

大神山—月山铺东西向断裂带构造：控制了海沟的南界，断裂之北为高重力区，表现为深水泥岩硅质岩相沉积，缺乏含锰碳酸盐

岩，无锰矿分布；而南侧表现为低重力区，地壳厚度增大，已变为浅海台地沉积，航磁为串珠状的正负异常，控制着泥岩硅质岩夹含锰碳酸盐岩相的分布。

古楼坪—清塘铺东西向断裂带构造：该断裂以南为隆起的古岛区，无中奥陶世沉积，如大神山、浏山等古岛；以北为浅海台地相的泥岩硅质岩组合沉积，锰矿化不理想。

②. 北东古构造带(由西向东分3个带)

溆浦—安化北东向构造带：该带属古陆与沉积区分界，其北东部与东西向带复合而呈弧形构造，控制了中奥陶世沉积的南界，向南则无中奥陶世沉积。重磁异常均表现为重力梯度带和正负航磁分界面。

梅城—黄土塘北东向构造带：该带控制着安化、桃江两个中奥陶纪时沉积盆地界线。其西为安化沉积区，以泥岩硅质岩夹含锰碳酸盐岩岩相为主，成锰条件差；东部为桃江沉积区，具有泥岩夹含锰碳酸盐岩沉积特点，成锰较好，深部构造重力图明显为两个重力区。

清塘铺—天井山北东向构造带：其南段为水下隆起带，控制着浏山古岛的分布；北段则分隔了桃江海盆地的两个次级不同的水域，其西侧为浅海沉积区以泥岩硅质岩夹薄层的含锰碳酸盐岩为主；而东侧则为淡化的近海潮相沉积区，以泥岩夹含锰碳酸盐岩组合为主，控制着桃江式锰矿的工业矿体。重力表现为低重力区，表明地壳厚度增大，属浅海潮相沉积特征。

上述资料表明，湘中地区两种类型锰矿的分布和富集，主要受东西向和北东向同期构造所控制，这两个体系古构造负向交汇部位，则是成矿最为有利地段。但有工业价值的锰矿床只分布在台地边缘的古断裂交汇点附近。因此，实际是古断裂交汇与台地边缘相带共同控制锰矿的产出。

Remote Sensing Geologic Analysis of The Controlling Factors of Ore—Forming and Lithology of Xian Tan and Tao Jiang Type Mn Deposit

Liu Shaolian

37-39

分维——利用遥感线性体预测矿床的新参量

陈赶良 杨柏林

(中科院地球化学研究所·贵阳市·550002)

p612

应用分形理论定量研究了滇黔桂地区的线性体,并与长度密度、交点密度等常规线性体参量对比,发现已知矿床(点)与分维异常吻合率达 80%,远高于其与常规参量异常的吻合率。

关键词 分维 线性体 矿床预测, 参量对比

许多线性动力学成因的地质现象,如岩石碎块、断层、地震、火山喷发、地形地貌等都具有高度的不规则性,同时又具有自相似的标准度不变性特征。分形理论为定量研究这些不规则现象提供了新途径。

大多数遥感图像线性体是一系列大小各异的断层、断裂。大量资料表明,断裂、断层、微裂隙都具有分形特征^[1-3,4],对它们可用分维进行定量描述。线性体的分维值大小反映了构造活动性的强弱、线性体的发育程度及其在空间上的展布特点。

滇黔桂“金三角”是我国重要的微细浸染型金矿产地,线性构造是主要的控矿因素,线性构造越发育,越有利于成矿。本文利用美国陆地卫星 MSS 图像解译线性体并对其进行定量分析。

1 分形与分维

分形是“组成部分与整体以某种方式相似的形”(B. Mandelbrat, 1986)。它是自然界中广泛存在的具有自相似性和自仿射性的形体。自相似性就是局部与整体在形态、功能和信息等方面具有精确的或统计意义的相似性。分形体的任何一部分经过适当放大或缩小都与整体相同或大部分相同。即存在标度不变性。

分维是定量表征分形最基本的参量。考察某个分形几何体,若把每个方向增加(或缩小)为原来测量尺度 r 的 L 倍,将得到 N 个原来的对象,这 3 个量符合幂指数法则:

$$N(L_r) = (L_r)^D \quad (1)$$

$$D = \lg N(L_r) / \lg(L_r) \quad (2)$$

D 即为分维数,在研究规整形体的经典几何学中, D 为整数,而在研究奇异形体的分形几何学中, D 值多为分数,只有个别情况是整数。分维反映了自相似结构的特征,需用较小的尺度来描述。在(2)式中,当 L_r 趋于 0 时, D 的极限存在,得到分维 D_0 定义的一般式:

$$D_0 = -\lim_{L_r \rightarrow 0} \frac{\lg N(L_r)}{\lg(L_r)}$$

L_r 是描述某一现象或性质的尺度。在地质地球化学研究中,还常用到信息维、关联维等概念。

2 遥感线性体分维异常与矿产

2.1 线性体分维数的求取

在滇黔桂“金三角”部分地区 MSS 线性体解译图上,打上统计网格,将图分成若干个子区,用 Box-counting 法求各子区内线性体的分维。即在每个子区内,用间隔为 r 的格子将平面分割成边长为 r 的正方形网格,数出包含有线性体的格子数 $N(r)$,改变 r 的

本文 1994 年 5 月收到,于纯烈编辑。

值,数出相应的 $N(r)$,依次类推(图 1),根据这样一组数据,用最小二乘法拟合 1 条直线(图 2);

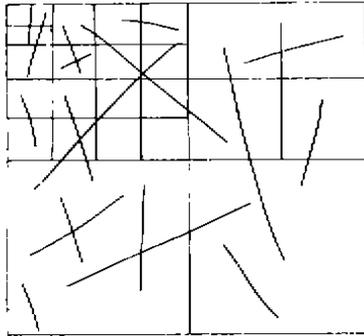


图 1 不同边长的网格

$$\lg N(r) = -D \lg r + B$$

B 为常数,斜率 D 的绝对值即为分维数。

同时,在各子区内统计线性体的累计长度、交点数。

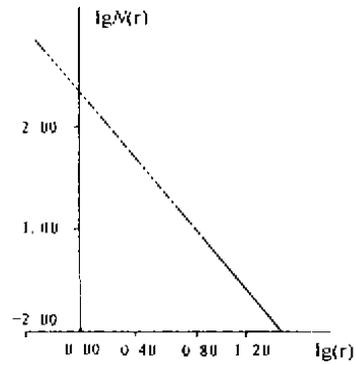


图 2 分维值的求法

2.2 分维异常及其他参量异常与金矿关系

线性体分维、长度密度和交点密度等参量的统计结果见表 1。取各参量平均值与一半方差之和作为异常下限。从各参量异常等值线与已知金矿床(点)分布图(图 3、图 4)可以得出以下几点认识:(1)大多数金矿床(点)分布在异常内或其附近;(2)不同的参量所对

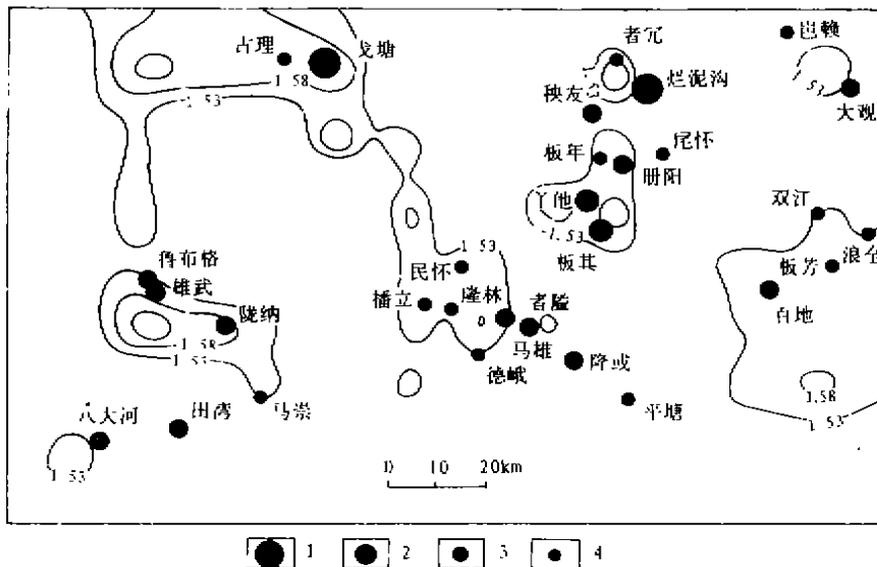


图 3 滇黔桂部分地区线性体分维异常等值线及矿床(点)分布图

1—大型金矿,2—中型金矿,3—小型金矿,4—金矿(化)点

应的矿床(点)有所差异。即有的矿床(点)落在分维异常内,却在长度密度异常外,反之亦然;(3)各参量异常与金矿床(点)吻合程度不同,见表 2。分维最能反映线性体的复杂程

度,它是线性体数量、长度等参量的综合效应,故分维异常与已知矿床(点)的吻合率达 80%,远高于其他参量异常的吻合率。应当指出的是,30 个矿床(点)中近 1/3 是笔者在图

像解译。数据处理及计算机成图后查阅有关地质矿产资料时才获知的,它们绝大多数不

谋而合地落入异常区内,尤其是分维异常区内。

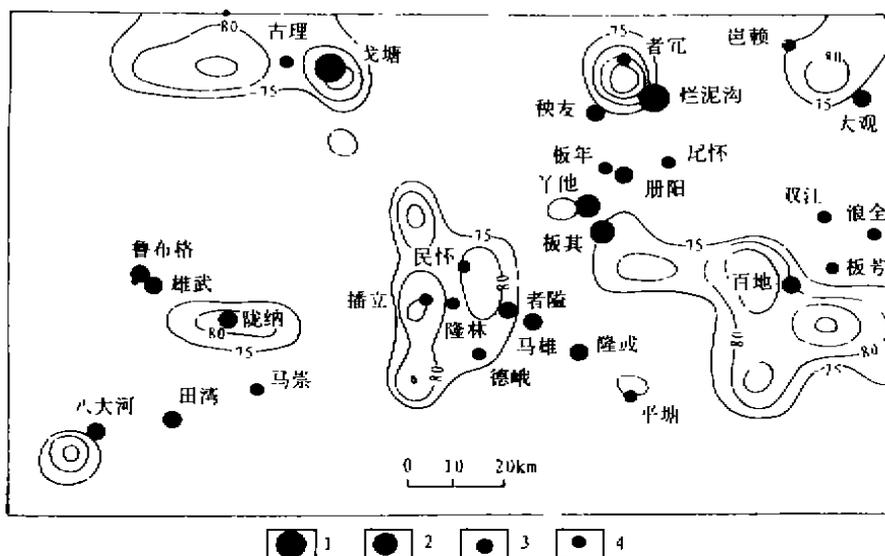


图4 滇黔桂部分地区线性体长度密度异常等值线及矿床(点)分布图

1—大型金矿;2—中型金矿;3—小型金矿;4—金矿(化)点

表1 线性体参量统计表

特征	分维	长度(km)	交点数(个)
均值 \bar{x}	1.45	65.8	5
$\bar{x} + \frac{\sigma}{2}$	1.53	75.0	7

表2 线性体参量异常与已知金矿床(点)吻合率(%)

参量	分维异常	长度密度异常	交点密度异常	备注
吻合率	80.0	60.0	56.7	矿床(点)共30个

3 结论

滇黔桂部分地区线性体分维异常与已知

金矿床(点)的高吻合率,说明分维比累计长度、交点密度更能反映线性体的复杂程度,分维异常可用来圈定找矿靶区,若与物化探资料结合更能提高找矿几率。

工作中,得到王浩然、朱卫国、蔡华君、龙江平等同志的帮助,在此一并致谢。

参考文献

- 1 陈颢等.分形与浑沌在地球科学中的应用.学术期刊出版社,1989.
- 2 林鸿溢等.分形论——奇异性探索.北京工业大学出版社,1992.
- 3 B. Velde. et al. Fractal Patterns of fractures in granites. Earth and Planetary Science letters. 104 (1991), 25 ~ 35.
- 4 孔凡臣等.线性构造的分维值的含义.地震,1991,(5).

Fractal Dimension——a New Variable for Prediction of Ore Deposit Using Linement

Chen Ganliang Yang Bailin

This paper presents a brief introduction to some basic concepts of fractal and fractal dimension, and gives quantitative study of linements from Dian Qian Gui region. In contrast with variables such as length density, intersection density, fractal dimension has a far higher Coherent with known gold deposits, it reaches 80%.

Key Words: Fractal demension, Linement, deposit Prediction