

分形理论在东天山金矿预测中的应用*

The application of fractal theory to gold ore prognosis in east Tianshan mountain

孙宝生, 张 建, 伊雪琴

(新疆大学资源环境学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

SUN BaoSheng, ZHANG Jian and YI XueQin

(School of Resources, Xinjiang University, Urumqi 830046, Xinjiang, China)

摘 要 地球科学研究的众多事物以及现象都是错综复杂的, 表现为不规则性和非线性特点。如何从这种复杂的特点中找到其中所隐含的规律或某种确定性的量, 成为地球科学研究的一个重大难题。对于传统的研究方法来说, 只能定性或简单地刻画自然界中广泛存在的无序、混乱、不规则和不光滑的复杂现象, 无法进一步对其进行探讨。但是非线性理论和方法的提出, 为揭示隐藏于混乱复杂现象中的精细结构以及定量地刻画描述它们, 提供了理论方法基础。众多地质学者运用分形理论对成矿元素含量的空间分布、矿床分布的分形特征以及构造分布的分形特征都进行了有益而深入的研究。在前人研究的基础上, 文章利用分形理论对东天山地区的金矿资源进行预测。

关键词 分形理论; 金矿预测; 东天山

本文利用东天山中段的地质资料, 在从定性的角度研究矿产分布与构造分布、元素分布密切关系的基础上, 将分形理论中的相似维数算法运用于金元素分布数据、矿点数据、图文资料当中, 从而建立金元素分布、线性构造分布以及金矿点分布的异常下限, 并且进一步对结果从定量的角度探讨了三者的关系。依照地质理论以及分形结果, 建立东天山中段的金矿预测模型。

1 研究区地质背景

1.1 大地构造位置

研究区位于东天山地区, 该地区处于塔里木板块与哈萨克斯坦-准噶尔板块的接合部位。东天山地区具有复杂的地质演化历史, 在欧亚板块形成过程中占有极其重要的地位。其中陆核、地块、地体、不同时代的造山作用, 或大洋板块与大陆板块的作用所产生的构造-岩浆活动带。古海洋的消失和古陆块的碰撞、拼贴, 陆内构造演化及印度板块在中-新生代对欧-亚板块的强烈构造作用等, 构成了该区极为复杂的地质演化历史。

1.2 区域主干断裂

区内构造以断裂构造尤为发育, 为近东西向展布, 次为北东东向。从北到南依次为康古尔断裂、中天山北缘断裂和星星峡断裂等主干断裂。此外, 沿主干断裂两侧, 发育次一级的断裂, 如苦水断裂、卡瓦布拉克断裂、尖山子断裂等。

1.3 区域地球物理和地球化学特征

区域地球物理资料表明: 东天山地区磁场特征明显, 南北区差异, 吐-哈盆地及其以北, 磁异常以块状分布较多, 以南则呈带状异常相间分布的面貌, 以吐-哈盆地南缘高磁异常带为明显分界。总体磁场南高北低, 揭示出南北区地层建造特征

*本文得到国家 973 项目 (2001CB409809) 课题和新疆高校项目 (XJEDU2004107) 的资助

第一作者简介 孙宝生, 男, 1948 年生, 教授, 从事矿床学和成矿预测的教学与研究。

的区域性差异。

东天山地区重力异常区以规模宏大的吐-哈南缘重力梯度带为界,呈现出南北差异的重力场特征,梯度带北侧以线性异常和条带状异常为多,梯度带南侧以块状异常和团块状异常为主总体表现为明显的北高南低的重力梯度带。

与新疆东部地区主要成矿及相关元素背景相比,东天山地区Cu、Au、Ag、Zn、As、Hg、Co、Ni、V、Ti、Fe等处于相对富集状态(区域浓集系数 $K>1.0$),其区域浓集系数序列(由大到小)为Cu-Fe-Au-As-Ti-V-Zn-Co-Ni-Hg-Ag,其中区域浓集系数最大($K>1.4$)的元素为Cu、Fe、Au、As等。

2 研究区域金的元素和矿点分布

a 研究区内金元素的分布具有极大的复杂性和不均一性, b 研究区众多金矿点无论从成矿地质特征还是从成因上都具有差异,但是其产出都受到断裂或线性构造的控制(图略)。

3 分形理论在研究区的应用

3.1 数据的收集

本次收集的数据涉及3个方面:①线性构造分布数据;②金元素分布的化探数据;③金矿点的分布数据。其中线性构造分布数据和金矿点的分布数据来源于305项目《觉罗塔格金、铜成矿带成矿系列分布规律研究与矿床定位预测》成果图和报告附录。金元素分布的化探数据来源于本课题组数据汇编。

3.2 数据预处理

(1)对《觉罗塔格金、铜成矿带成矿系列分布规律研究与矿床定位预测》成果图进行矢量化获取研究区线性构造。将矢量化后的线性数据转化点数据(为 $490*490$ 的点阵)。

(2)在化探数据中提取研究区的金的含量以及坐标。

(3)输入金矿点的坐标。

3.3 编程处理数据

依据上述分形模型,建立对线性构造数据、化探数据、金矿点分布数据进行网格化,并求出经过构造线的网格数、网格中金的平均含量以及网格中金矿点的平均个数的程序(由于篇幅限制编程略)。

3.4 处理结果

依据构造数据特点,分为以 $d=490/256$ 为一最小单元网格,其中研究区在图上的长度为 $1300*1300$ (英尺)比例为(1 cm=59.95英尺),而实际比例为1/500 000,分别以 $128*d$, $64*d$, $32*d$, $16*d$, $8*d$, $4*d$ 作为盒子边长,求出包含构造线的盒子数。得到线性构造分形图(图1)。

为了检验数据是具有简单分形还是多重分形,所以以起点为定点,检验点与相邻点组成直线的斜率是否近似。若出现较大偏差,找出分界点。从而得出研究区线性构造具有双重分形, $D_1=-1.07683$, $D_2=-1.71313$, 分界点为 $r=10.22903$, $N(r)=71.16517$

上述结果具有重大的地质意义,说明在研究区中线性构造分布具有自相似性以及层次性的特点。表现为当 $r>10.22903$ km时,线性构造的密度在整体上是以前述 $D_2=-1.71313$ 展布的,当 $r<10.22903$ km时,线性构造的密度在一定区域上是以 $D_1=-1.07683$ 展布的。通过上述分形研究表明:网格 $r=10.22903$ 是研究区线性构造异常分布的下限。

依据上述方法分别对金元素含量分布和金矿点分布的分形特征进行计算,分别得出金元素分布和金矿点分布分形特征,如图2、图3。

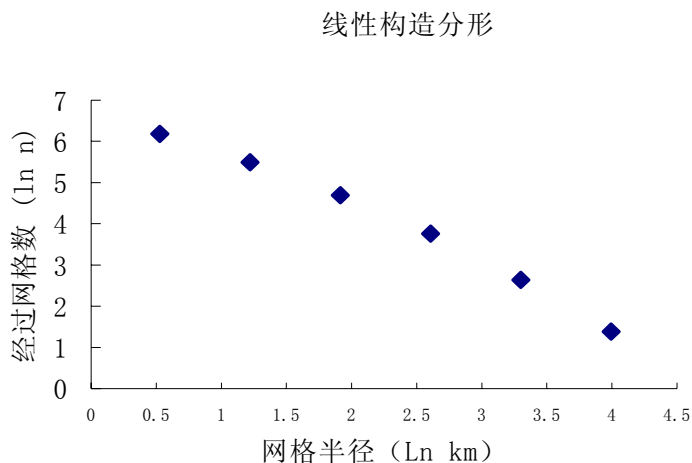


图1 线性构造分形

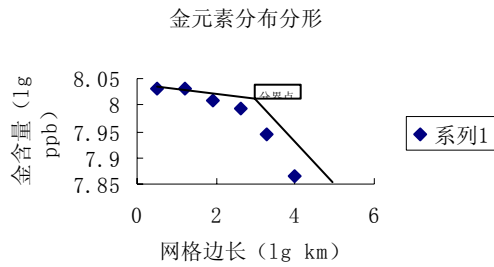


图2 金元素分布分形

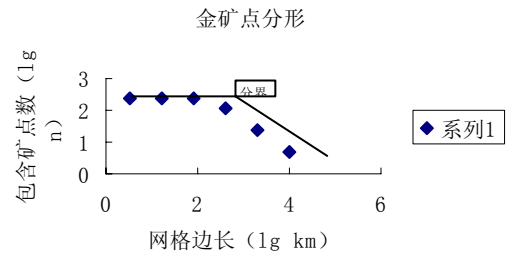


图3 金矿点分布分形

表 1 线性构造、金元素分布、金矿分布分形结果对比表

	分界点网格边长	分维数 D_1	分维数 D_2
线性构造	10.22903	-1.07683	-1.71313
金元素分布	12.7515	-0.016	-0.09265
金矿点分布	9.856699	0	-1

通过上述处理，得出表1结果。

从上述结果中我们可以看出研究区线性构造分布、金元素分布、金矿点分布具有以下特点：

(1) 金元素分布所产生的异常范围大于线性构造所控制的异常范围，而线性构造所控制的异常范围大于金矿点分布的异常范围。这与实际情况是相符的。一般来说，线性构造是矿液运移的通道以及储矿空间。由于受到构造变动的作用，使得金元素沿线性构造发生迁移和产生异常。

(2) 线性构造分布、金元素分布以及金矿点分布具有双重分形，即具有整体的自相似性以及局部的自相似性。说明在在一定的研究尺度内，其各自的分布具有相似的特性。

综上所述，为了对研究区金矿进行预测，将控制金矿分布的线性构造的异常下限作为圈定可能预测区的边界。所以，将研究区以网格边长为 $r=10.22903$ 进行分区。结合金元素分布异常共同对潜在的含金矿区域进行预测。

4 金矿远景区预测

通过上述的研究表明构造与元素分布制约矿点的分布，以线性构造的异常下限以及金元素分布的异常下限对金矿可能存在的区域进行预测。本文仅对东天山中段金矿进行预测。

4.1 预测步骤

- (1) 以线性构造的异常下限对研究区进行网格化，建立构造图。
- (2) 建立研究区金元素分布的异常图。
- (3) 将上述两图重叠，选取由构造线经过并且具有金异常的网格作为可能的预测区。

4.2 制图

研究区通过以网格边长为 $r=10.22903$ 进行分区，建立构造分布异常图，利用 SURFER 软件中的覆盖功能，使构造分布异常图与金元素异常图叠加，从而得出预测区图，其中构造线经过并且具有金异常的网格作为可能的预测区，结果如图(4)所示：

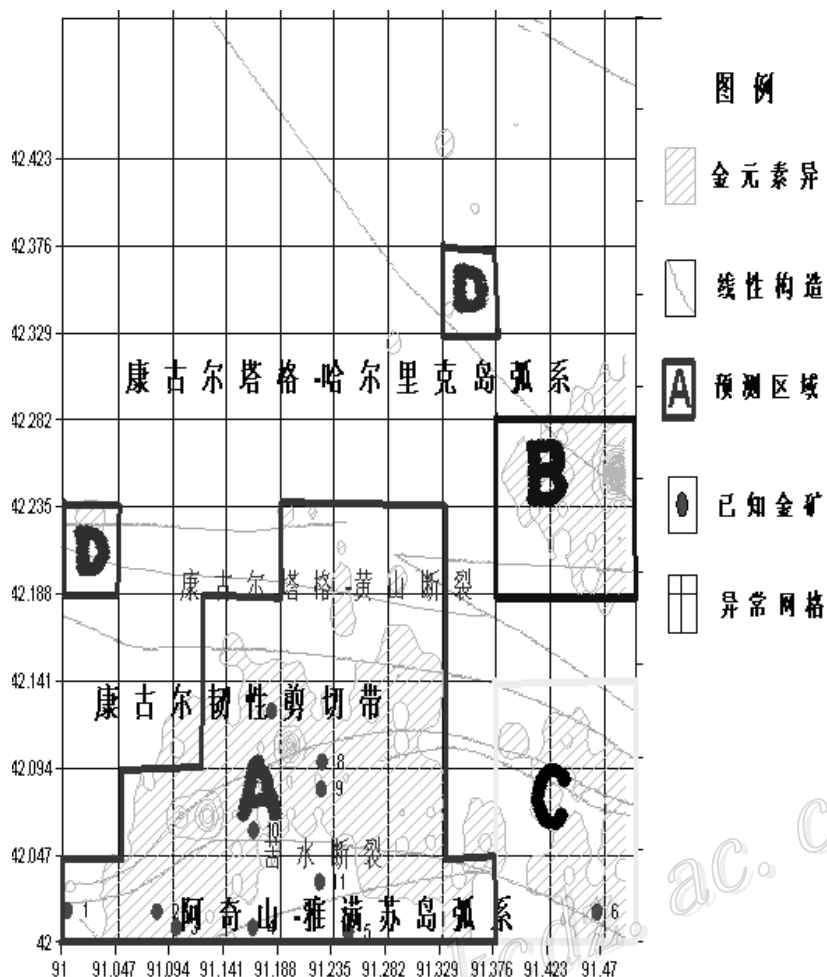


图4 研究区金矿预测图

由上图可知,共划分出4个预测区:区域A、区域B、区域C以及区域D。其中,预测A区被已知金矿集中区所证实,预测结果与实际情况一致,通过已知金矿的数据表明,这种构造-元素异常预测方法是可行的,特别是在构造发育、化探异常的地区。B、C预测区以及零星的D区是本次预测的新的矿化潜力区。A区北部以及C区金矿预测区主要分布于康古尔韧性剪切带已知主要金矿区之外,其次为阿奇山-雅满苏岛弧带上,B区和D区分布于康古尔塔格-哈尔里克岛弧带前人未曾预测的区域。上述预测区域提供了今后找矿勘察新的靶区。

5 结 论

(1) 利用分形理论的相似维数算法对研究区中金元素分布、线性构造分布以及金矿点分布进行研究,得出上述三者都具有双重分形的特点,即具有整体的自相似性以及局部的自相似性。说明在一定的研究尺度内,其各自的分布具有相似的特性。求出的各自异常与背景的界线即异常下限大小关系与地质理论研究相符。

(2) 金元素分布所产生的异常范围大线性构造所控制的异常范围,而线性构造所控制的异常范围大于金矿点分布的异常范围。

(3) 以构造分布异常下限作为预测金矿的有利范围,结合研究区金元素的异常分布,得出可能的成矿有利地段。

参 考 文 献 略