

# 海原断层系的分形研究

周 尽

(云南省地震局)

## 摘 要

本文根据Okubo等人测量圣安德烈斯断层系所用的复盖维数法,对海原断层系进行了分形测量,求出海原断层系的整体维数 $D_0 = 1.137$ ,其景泰段 $D_0 = 1.109$ ,海原段 $D_0 = 1.182$ 。计算中未得到邵家水段和李俊堡段的分维数。此外,文中还着重探讨了断层几何与地震活动性及其力学环境的关系,进一步证明了自相似断层的几何复杂性与地震活动密切相关,剪切断裂带具较低分维数(1.1—1.3),而在张性环境中形成的断裂体系具较高的分维数(1.5—1.6)。最后本文讨论了断层迹线图等因素对分形测量精度的影响。

**关键词:** 海原断层系 地震活动性 分形 分维 自相似 自仿射

## 一、引 言

近年来,分形理论(Fractal Theory)、混沌论(Chaos)和“新三论”——协同论(Synergetics)、突变论(Catastrophe)和耗散结构理论(Dissipative Structures Theory)迅速发展并在各门学科中得到广泛应用,目前已有许多地学工作者把它们应用到了地学领域<sup>[1]</sup>,其中研究活断层的分形特性便是一例<sup>[2、8]</sup>。本文主要应用B.B.Mandelbrot所发展的分形几何学<sup>[4、5]</sup>来研究海原断层系的几何复杂性,并进一步探讨海原断层几何结构与地震活动的关系。

## 二、断层几何的分形和分维

### 1. 分形与分维

众所周知,维数是几何对象的一个重要特征量。人们习惯于用整数维数来描述普通的几何对象。分维就是整数维数概念的推广,简单地说,分维就是其维数不必为一整数而可以是分数,分形是具有分维特性的几何对象。严格说来,分形是指一类极其破碎而复杂,但有其自相似性或自仿射性的体系。用数学语言来表达,分形是指在均匀线性变换群或非均匀线性变换群或非线性变换群作用下具有结构不变性的体系。分维是定量描述分形的重要参数。我们分别把均匀线性变换群和非均匀线性变换群的分形称为自相似分形(即线性分形)和自仿射分形<sup>[6]</sup>,而把自仿射分形和非线性变换群的分形统称为非线性分形。由于自然界的许多











## 四、几点认识

通过对海原断层系分形特征的研究,得到以下认识:

(1) 具自相似层次结构的的活动断裂带广泛地存在于各主要地震活动带中,表征自相似断层几何复杂性的豪斯道夫维 $D_0$ 与断层的应变释放、力学环境和地震活动性密切相关。

(2) 海原断层的几何复杂性具有自相似的层次结构,其整体维数 $D_0 = 1.137$ 。景泰段和海原段的维数分别为1.109和1.182;邵家水段和李俊堡段不具自相似性,可能具多分维性或自仿射性。

(3) 在研究实际断层系的分形特征时,注意分维测算中的尺度性和统一测算方法是很重要的,因为不同的方法或不同的尺度可能会得到不同的结果。

(4) 自相似分形广泛地存在于大自然的许多事物里,可将其视为这种复杂事物的一级近似。自仿射分形揭示了复杂事物更精细的层次结构,可作为二级近似。但如何将自仿射分形理论应用到地震研究中还有待进一步研究。

周俊喜同志为本研究提供了1:200000的海原断裂带底图,彭成斌同志对本文的初稿提出了一些有益的建议,在此一并致谢。

(本文1989年5月15日收到)

### 参 考 文 献

- [1] 陈顺等,分形与分维在地球科学中的应用,学术期刊出版社,1988.
- [2] Okubo, P. G. et al., Fractal Geometry in the San Andreas Fault System, JGR, Vol. 92, No. B1, 345-355, 1987.
- [3] Aviles, C. A. et al., Fractal Analysis Applied to characteristic Segments of the San Andreas Fault, JGR, Vol. 92, No. B1, 331-344, 1987.
- [4] Mandelbrot, B. B., Fractal, Chance and Dimension, 365pp., W. H. Freeman and Company, San Francisco, Calif., 1977.
- [5] Mandelbrot, B. B., The Fractal Geometry of Nature, 468pp., W. H. Freeman and Company, San Francisco, Calif., 1983.
- [6] Mandelbrot, B. B., Self-affine Fractal Sets, in International Symposium on Fractal in Physics, ICTP, Trieste Italy, 8-28, 1985.
- [7] King, G., The Accomodation of Large Strains in the Upper Lithosphere of the Earth and other Solids by Self-similar Fault Systems, the Geometrical Origin of b-Value, PAGEOPH, Vol. 121, No. 5/6, 761-815, 1983.
- [8] Turcotte, D. L., A Fractal Model for Crustal Deformation, Tectonophysics, Vol. 132, 261-269, 1986.

**FRactal Analysis Applied to Haiyuan Active Fault System**

Zhou Jin

*(Seismological Bureau of Yunnan Province, Kunming, China)***Abstract**

Based on the covering dimension method for measuring the San Andreas fault system applied by P. G. Okubo, the fractal behavior of Haiyuan Quaternary active fault system has been investigated. The fractal dimensions for the entire fault system and its two of the four segments, Jingtai and Haiyuan, are obtained, i. e.  $D_{AR}=1.137$ ,  $D_{01}=1.109$  and  $D_{02}=1.182$ . The fractal dimensions for the other two segments, Shaojiashui and Lijunpu, aren't obtained, so the SL segments are self-affine or nonlinear fractals rather than self-similar ones. It may be seen that the real seismic faults are more complicated than ideal ones, should be multifractals or self-affine. Besides, the correlation between fault geometry and seismicity, mechanical circumstance around the fault system has been emphatically discussed. It further proves that the geometry complexity of self-similar faults is close to seismic activity, shear faults have lower fractal dimensions (1.1—1.3), but the fault systems formed in tensional circumstance have higher fractal dimensions (1.5—1.6). Finally, this paper discussed the effect of fault trace map, etc. on the measuring accuracy of fractal analysis.