

地质信息有序系列研究新进展

徐道一* 孙文鹏† 蔡文伯* 方茂龙†

(* 中国地震局地质研究所,北京 100029; † 核工业北京地质研究院,北京 100029)

[摘要] 应用“信息有序系列”新概念(信息是指非随机性定义的信息,有序系列是指非周期性、存在大量无序中的有序部分)研究中国、亚洲等大地震、超大型矿床、复杂断裂构造等有序性特征;认为信息有序性可分类为有序对、信息有序系列、信息有序网络等;初步探讨了其形成机制,对自然特性进行分类。

[关键词] 信息有序系列,信息有序网络,断裂构造,地震,超大型矿床

信息有序系列是徐道一等人于1997年提出的一个新概念^[1]。这里所说的信息是指非随机性定义的信息,有序系列是指非周期性、存在大量无序中的有序部分。信息有序性是有序性的一部分,它具体表现为有序对、信息有序系列、信息有序网络等,它不具周期性、随机性,但有一定有序性,具有较强特殊性、区域性,但仍包含可用的信息。

1 主要研究内容及研究方法

根据“信息有序系列”^[1]新概念来认识各种地质信息的有序性特征及其分类,建立和发展它的研究方法和理论基础,初步探讨其形成机制。研究方法主要是:编制有关提取信息的 Visual C++ 程序(具有确定时间、空间等间距的初步人工智能的功能),应用数学模拟方法和遥感技术等进行解释和验证。

2 主要研究成果

2.1 时间或空间信息有序性分布的实例

通过对中国大陆、日本、亚洲、爱琴海等地大地震以及中国部分超大型矿床,大气田以及全球热点数据的时间或空间有序性分布的研究^[2-10],取得下列主要结果:

(1)发现1934—1970年亚洲大陆上发生的6个8级大地震存在明显时间和空间信息有序性。6个大震之间依次存在大体等时间间距(2171、2163、2182、2208、2139 d)^[2,11]。这是至今发现最好的时间

信息有序系列;

(2)我国东部6个不同矿种的超大型矿床的空间分布组成信息有序系列和网络^[5]。它们的形成与深部结构和过程有关;

(3)对爱琴海的中深、浅源地震的空间有序性研究结果^[8]表明,它们可能与地幔柱构造有联系;

(4)对兴都—库什地区本世纪以来7级以上地震的时间有序性进行了详细探讨,发现其发生时间与天文学的沙罗周期等动力因素有关,并提出这可能与地幔“溃疡”有关^[6];

(5)对全球热点数据的空间有序性的初步研究结果表明,存在反映深部结构的信息有序系列。

2.2 信息有序系列的类型划分及信息有序网络的提出

(1)在空间等距有序性方面区分3个层次有序性。若3个地震震中(或矿床、热点等)组成的三角形的两边(震中距离)相等,则可称为有序对,这是最基本单元。由相同距离的一个或多个有序对组合成信息有序系列。后者有6种类型:线性,等腰三角形、等边三角形、菱形、园型和不规则型^[3]。依据某一准则(例如以等距离或等时间为准则)把不同距离的信息有序系列组合成更高层次有序性,即空间信息有序网络。依据有序的不同准则可建立不同信息有序系列和信息有序网络,用于研究各种地质体的时空复杂变化。图1是以1891年10月28日日本浓尾8级地震为中心的一个信息有序网络,共有7对

国家自然科学基金资助项目。
本文于2000年8月17日收到。

等距离信息有序系列,涉及到13个 $M \geq 7.5$ 级大地震,其中有5个 $M \geq 8$ 级地震^[3]。看来,它们与日本列岛地区深部结构有关;

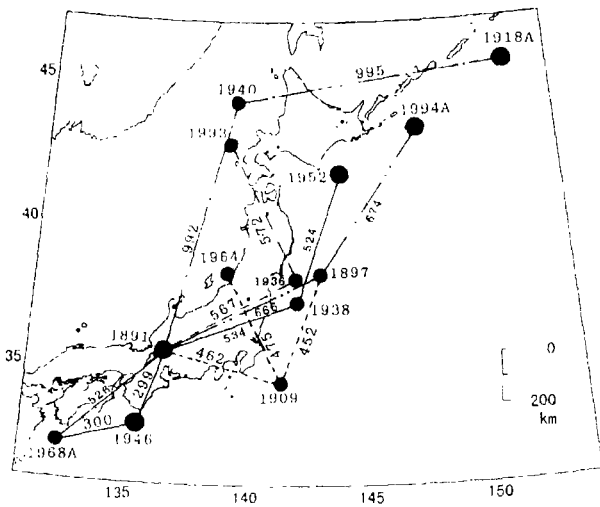


图1 日本13个 $M \geq 7.5$ 级地震的信息有序网络^[3]
 圆圈表示地震震中,靠近圆圈的数字表示地震发生的年份;
 靠近直线的数字表示震中之间的距离(km)
 小圆圈表示 $7.5 \leq M < 8$ 大地震,大圆圈表示 $8 \leq M$ 大地震

(2)在时间等间隔有序性方面根据间隔的不同衔接关系区分不同信息有序系列:邻接的、部分重叠的、分隔的^[3]。不同的时间间隔的信息有序系列可组合成时间信息有序网络。按间隔的时间长度可区分下列几个级别:(i) ≤ 180 d(约小于6月);(ii)180~2 000 d(约6月—6年);(iii)2 000—20 000 d(约6年—60年);(iv) $\geq 20 000$ d(约 ≥ 60 年);

(3)时间-空间信息有序网络:在少数情况下,存在着在时间、空间同时具有信息有序性的震例,它们形成时间-空间网络。例如新疆及邻区的一些7.5级以上大地震在时间上存在着30年、60年、90年左右有序性,在空间上基本上形成平行四边形的等间距分布^[9]。

2.3 断裂构造的有序性

(1)断裂构造有序组合的新类型:对新疆东部和北山区研究中应用遥感判读和野外验证发现3种新型断裂组合,命名为工字型、V型和A型^[7]。图2为在新疆觉罗塔格地区发现V型式的断裂组合,在其内部亦发育同一型式的低级别断裂组合,后者与前者构成自相似现象;

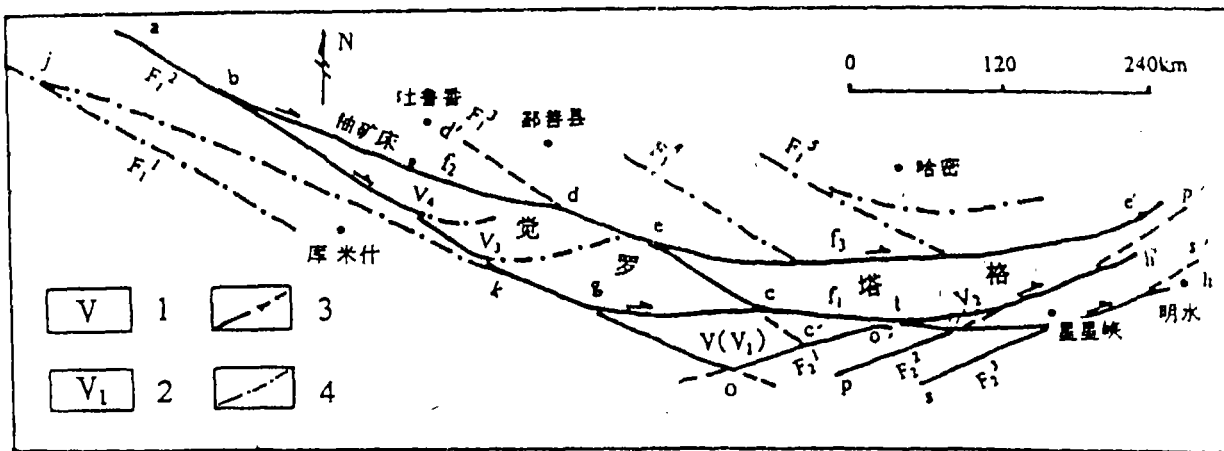


图2 觉罗塔格V型构造卫片解译图^[7]
 1-觉罗塔格V型构造顶角位置;2-低级别V型构造顶角位置及编号;3-构成觉罗塔格V型构造的断裂;4-其它断裂

每种断裂组合都包括几种具有过渡关系的组合型式,反映了该种断裂组合生成过程的时、空有序性。在一个具体地区,不同级别断裂组合常受方向相同而等级不同的先存断裂控制,高级别断裂组合常由低级别断裂组合经有序演化而成;

(2)断裂构造常见的3种有序性:即断裂构造内部结构的有序性-复杂性与规律性的统一,断裂构造不只是一个简单的破裂面,更常见为一定宽度的断裂带,其产状、力学性质等沿走向或倾向都出现复

杂、多变性。但仍表现出波状性、不同级别断裂组合型式的相似性、有规律地膨胀收缩等有序特征。断裂组合的有序性—其形成过程(时间)与展布(空间)的统一,如工字型、V型、A型构造的有序演化。由一种断裂组合向另一种断裂组合的有序转变过程,如X型断裂演变为波状断裂等;

(3)断裂构造研究的3个阶段:描述、系统和网络阶段。近代地质学初期,人们一般用简单的“构造线”来描述断裂构造,用记实的方法来描述它的形

态、产状和充填物特征等,即断裂构造研究的“描述阶段”。20年代,李四光教授提出“构造型式”概念,并于40年代创立地质力学,使断裂构造研究跨入了体系系统研究阶段;网络阶段主要应用遥感和计算机技术,研究区域或全球断裂网络的产生背景、演化过程和动力学特征。

3 时间和空间有序性形成机制的初步探讨

3.1 威氏二维弹塑性流方法数学模拟

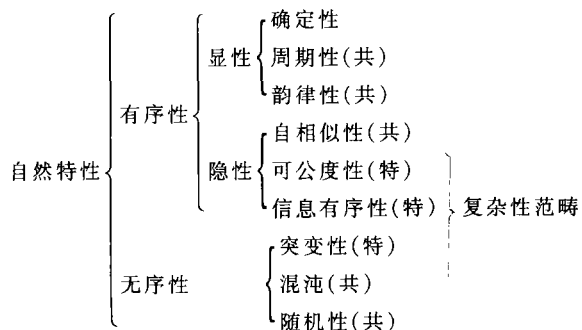
对我国4种不同形式的轴矿化等间距的研究表明,其形成取决于成矿的地质环境、控矿断裂的等间距分布。通过应用威氏二维弹塑性流方法对断裂等间距(与空间等距有序性有关)进行了数学模拟^[4]。模拟结果表明,断裂的产生是压缩波和引张波相互作用的结果,从而出现断裂等间距展布。

3.2 天文周期的调制作用

某些显著时间有序性的出现可能与天文周期的调制作用有关^[11]。

4 自然特性

科学研究中提及一些基本概念,如周期性、随机性、可公度性、信息有序性、复杂性等。在^[1]中作一初步比较,把它们之间的关系修改如下:



表中表示各类自然特性的相互关系。表中括号中的“共”表示强调研究其共性部分,“特”表示其特性部分。以上的次序仅是初步的,可能会有变动。

5 信息有序系列的科学意义和应用前景

由于信息有序系列、信息有序网络等观念是作者在长期实践中总结而成的,它们的特点是通过一些特殊数学方法(例如信息有序系列等)把一些复杂性较为清晰地表现出来,可提供较多有用信息。信息有序性研究和相应方法的研究成果表达了地学研究方法中的一种新思路。所提出的信息有序系列、信息有序网络的新概念、新方法适用于研究罕见事

件,和不均一性、不确定性强的自然对象,可用于研究大自然灾害,超大型矿床,复杂断裂构造等现象的特性部分。大量应用的事实和证据表明这些方法有其他方法不能达到的效果。

在数学地质中应用的多数方法属于统计预测范畴,主要探讨研究对象的共性。随着信息时代到来和复杂性科学的兴起,人们开始研究处于混沌与有序边缘的复杂现象的特性部分。复杂性科学被一些学者认为是21世纪科学。

信息有序系列、信息有序网络的新概念和方法是适合于研究混沌与有序边缘现象,是一种具有很大潜力的新方法。它立足于新思路,并已取得了初步应用效果,有广阔的应用前景。如空间等距有序性可作为研究垂直运动的一个标志,亦可为研究大型矿床成矿过程、大地震、热点与地下深部过程的关系提供有用信息。地质现象是复杂的,21世纪地球科学发展的一个重要方向是发扬地质学的唯象的整体论方法,研究各种信息有序系列和网络,使地质学发展到一个新阶段。

参 考 文 献

- [1] 徐道一,孙文鹏,仇宝聚等. 初论地质信息有序系列. 地学前缘, 1997, 4(3): 13—21.
- [2] Xu Daoyi, Ouchi T. Spatiotemporal ordering of great earthquakes ($M \geq 8$) in Asia during 1934—1970 years. Research report of RCUS, Kobe University, No. 2, 1998, 159—170.
- [3] Xu Daoyi, Ouchi T. Equidistant ordering of shallow earthquakes ($M \geq 7.5$) in and around Japan since 1890. Ibid, 141—158.
- [4] 孙文鹏,陈庆兰. 轴矿化等间距的类型与成因探讨. 中国数学地质, 1999, 9: 1—12.
- [5] 徐道一. 试论超大型矿床的空间等距有序性. 《资源环境与可持续发展——庆祝涂光炽院士从事革命与地球科学工作60周年暨80年华诞》(中国科学院地球化学研究所等编), 北京: 科学出版社, 1999, 354—356.
- [6] 徐道一, 大内徽, 蔡文伯等. 兴都库什大地震($M \geq 7$)的时间有序性及其动力学意义. 见: 马宗晋, 杨主恩, 吴正文主编: 构造地质学-岩石圈动力学研究进展——庆祝马杏垣从事地质工作六十年暨八十寿辰. 北京: 地震出版社, 1999, 364—369.
- [7] 方茂龙, 孙文鹏, 蔡文伯等. 几种新型断裂组合及其形成机理. 同上, 1999, 84—92.
- [8] Xu Daoyi, Asteriadis G, Arabelos D. Equidistance ordering of large earthquakes in the Aegean and surrounding areas. Survey Review, 1999, 35(273): 204—214.
- [9] 徐道一. 新疆7级大地震等距有序性初探. 中央民族大学学报(自然科学版), 1997, 6(2): 150—153.
- [10] 徐道一. 大地震发震时间二倍关系探讨. 见: 陈远泰主编: 中国地震学会成立20周年纪念文集. 北京: 地震出版社, 1999, 313—318.

[11] 徐道一, 大内徹. 亚洲大地震的时间有序性与沙罗周期. 地球

物理学报, 1999, 42 卷增刊: 41—48.

PROGRESS IN THE RESEARCHES OF INFORMATIONAL ORDERED SERIES IN GEOLOGY

Xu Daoyi* Sun Wenpeng† Cai Wenbo* Fang Maolong†

(* Institute of Geology, China Seismological Bureau, Beijing 100029; † Beijing Research Institute of Uranium Geology, CNNC, Beijing 100029)

Abstract Based on the applications of the new concept, informational ordered series in which the information is defined as non-stochastic information, the ordered series is defined as non-periodicity and ordered part occurred in non-ordered majority, the ordered features of large earthquakes, super-large mineral deposits and also complex fault structures have been investigated. The informational orderliness could be classified into ordered pair, informational ordered series and informational ordered network. The mechanism of their formation is given in a preliminary discussion. A classification the natural characters has been given.

Key words informational ordered series, informational ordered network, fault structure, super-large mineral deposit

·资料·信息·

2000 年度获国家自然科学基金面上项目 资助的前 20 所高等院校名单

按资助 金额排序	单 位 名 称	合 计		获 资 助 率	
		项 数(项)	金 额(万元)	项 数(%)	位 次
1	浙江大学	150	2 479.80	19.87	12
2	清华大学	110	1 847.50	23.97	6
3	北京大学	97	1 748.00	37.60	1
4	中国科学技术大学	75	1 292.00	28.20	4
5	南京大学	72	1 298.00	34.12	2
6	华中科技大学	70	1 144.50	15.05	18
7	上海交通大学	60	983.30	18.93	14
8	复旦大学	51	824.00	23.72	7
9	中国人民解放军第二军医大学	49	797.00	15.96	17
10	华南理工大学	46	786.00	22.77	9
11	中国农业大学	46	712.10	25.00	5
12	北京医科大学	43	762.00	20.09	11
13	中国人民解放军第四军医大学	43	753.00	16.04	16
14	大连理工大学	41	679.00	22.91	8
15	天津大学	40	731.60	17.78	15
16	吉林大学	38	690.00	28.57	3
17	武汉大学	38	621.50	19.00	13
18	西安交通大学	37	622.90	14.04	19
19	中国人民解放军第三军医大学	37	577.00	10.69	20
20	中山大学	37	677.00	21.76	10

(综合计划局信息处 供稿)