

# 地理现象的可分割性质

M. F. 古德柴尔德    D. M. 马克

**摘 要**    在过去几年里, 分割的概念引起了人们的极大关注。其主要思想起源于地图数据研究, 而且它的很多应用继续牵涉到空间现象。在对比例尺的答复、自相似和空间循环细分三个标题下, 我们回顾了地理学与分割的关联。分割度大小为表现制图综合效果特性和评价以空间样本为预告对象所推出的数据表示提供了手段。分割表面自相似特性, 使得它如同在地貌过程研究中开始的或不存在的假设景观一样有用。空间现象的广泛变化, 据统计, 在许多规模上被证明是自相似, 使人想起了像地理范围那样的比例尺依存关系的重要性。在文章三分之一的篇幅里, 循环细分被证明是导致用数字形式表示空间数据的新奇和有效方法, 并成为空间组织常见模型的特征。我们断定, 分割被作为考虑空间形式传统方法重要变化, 同时, 与其说是提供了空间现象新的和重要的规范与标准, 倒不如说提供了以经验为根据的可证实模型。

这从最近紧密和广泛要求与分割条件联系的期刊和杂志类来的普遍有意义的文章来看, 是很明显的。从Mandelbrot“分割”至少说涉及空间现象为题目的两本权威书论题和说明来的, 也是很清楚的, 这些书有几部分论述了地区模拟, 有几部分论述了有地理特色的长度和面积的量度, 并回溯到1960年末的工作。当时, 进行这些思想重要性最彻底的行动和不同的评论, 对地理学传统的空间分析, 是恰当的。虽然我们发现它上面引用的有些受欢迎的部分过分夸张, 但我们深信, 以单独影响宽度作为依据, 这些在现代最有重要性数学思想中间是有的, 它们与空间分析的许多面积有直接关联。

如果一条线, 用由小到大两个不同比例尺量度, 第二个比第一个稍大, 其长度随两个比例尺的比率增加, 而面积则按两个比例尺的平方比率变化。还由于制图综合, 地理线的长度在大多数情况下, 随大于两个比例尺的比率增加, 因为新的详图在较大比例尺上显而易见。实际上, 线表现得似乎具有线和面之间的某些特性。非技术地来定义分割, 它好像一个几何形状一点、线、面、体中的任何一种—用不规则的方法表现各自的量度。

这篇文章的重点是: 分割的特殊分类和它们在空间现象中的应用。可是我们注意到, 分割的其它作用对地理学家很有益处, 而且空间现象的其它方面能够通过分割做出模型。比如, Mandelbrot和Wallis(1968, 1969)使用分割函数做出水文时间系列模型; Mandelbrot(1975b)还在对水文和大气有意义的工作中, 提出了流体方面的湍流分割分析。同样, Lovejoy和他的合作者应用分割模型将降雨量、云量和其它大气现象的空间分布联系起来。Burrough(1983a, 1983b)运用分割模型表示土壤特性的空间分布。只有空间强制力妨碍我们从回顾分割的这些应用到占据空间有关现象。

这篇文章由三部分组成, 又考虑到比例尺量度的答复、自相似和空间循环细分这三个基

最后一点必需引起充分注意。因为在美国和西欧经济落后地区, 科学园已越来越多地作为增长极或发展极政策的工具。需要强调的是, 最贫困地区的发展可以通过其他技术和创新的政策手段, 而不是创立一个附属于很多非研究大学的科学园分散系统。(未完待续)

王冀康译自“1988年11月美国区域科学学会会议论文”

本概念的关联。用适当的部分给这些中的每一个下定义。这样加以组织是为了展示方便，并不意味着三个概念或者对应部分之间彼此特有的等级。

**对比例尺量度的答复** 关于被数学函数  $x^2 + y^2 = 1$  所定义的原点单位半径圆周率，它有一个能够由以经验为依据证实可用器具精确度所很好限定的面积和圆周长度。另一方面，一个岛屿形状的制图学表示，考虑到随地图综合过程的比例尺而定，因此，比例尺影响长度和面积的量度。由于比例尺增大，出现了长度存在着有限性的问题。事实上，精确的长度是随着Steinhaus (1960) 和有时通称“Steinhaus 反论”所指明的提高量度的精确度而增加的。Mandelbrot (1967) 和 Maling (1968) 还讨论了这一要点，并且检查了能够预告量度变化总量的结果，而同样的结果，总的来说，能够增加制图线。

这种结果的实践意义不是立即显而易见的，但在最近几年很快明显起来。实行制图线长度和比例尺之间关系早期研究之一的 Richardson 的理由，是涉及国家双方和共同边界长度之间冲突倾向的检验前提。他注意到，客观的方法过去常常用于量度具有一个包括样本长度的无规律线的长度，例如，以沿着划分者双方的线或步幅来滚动轮子的几何形式。多年来，森林工业和它受规章限制的机构，依据打点于地面形成的平面几何，去量度无规律状态的面积，其精确度明显地取决于点子的密度。而现在遥感和地理信息系统的发展创造了为政策制定用的很多诸如面积、长度和点计数的评价地理量度形式的分格空间信息。有这样的系统和与其联系的综合中，制图比例尺的作用是采用沿着线划操作的象限大小或精确性参数发生影响的。

Richardson 已经有力地证明，作为制图线变化的长度超过比例尺广阔范围时有一个倾向，当在对数比例尺上标绘样本间隔点长度时，用一个预告方式来表现这个点趋向于沿着直线前进。这不仅在较大比例尺上变得明显，图做得更详细，而且在预告的比率上，也趋向于这样。

这个观测最一般的应用是 Mandelbrot 指出的，而且制图线的表现，特别是海岸线的表示成为分割文献最熟悉的方面之一。其一可以限定如下所述无规律曲线的 Hausdorff—Besicovich 度 (数)。假定线长是由划分者沿线跨步，用步幅  $s_1$  估计的，而且  $n_1$  这个脚印需要跨越这条线，表示出  $n_1 s_1$  的长度估计数。我们现在用较小的步幅  $s_2$  重复该过程，又得到了另一个长度估计数  $n_2 s_2$ ，这个大于或等于前一个。越无规律的线，在两个估计数之间的长度增加得就越长。于是： $D = \log(n_2/n_1) / \log(s_1/s_2)$  (1) 如果这条线是平滑的，另外步幅或者样本间隔是平分的，则恰恰需要很多步子平均数的两倍，而且  $D$  等于 1，如果它是无规律的， $D$  将大于 1。

使用平面象限量度无规律小块土地或者粗糙地表面积的类似论据向来能够证明，如果每一个象限的面长是等分的，覆盖同样小块土地或表面，使  $D$  值等于或大于 2，至少需要按照很多象限面长平均数的四倍。在完全占满平面的无规律线的极限值内， $D$  值达到 2 的上限。同样，占满第三维的无穷粗糙表面具有有限分割的三维空间，而平滑表面具有一个  $2D$ 。 $D$  还能够用类似方式限定点的位置。

Mandelbrot (1977) 创造了描述超过拓扑学维数的 Hausdorff—Besicovich 维数的函数 (即点为 0、线为 1、面积为 2)，由于这个函数， $D$  通常被正式称作分割维数。

按照制图线数字化形式量度  $D$  的问题引起人们相当大的兴趣，因为它步骤尽可能简单，是合乎需要的。Shelberg、Moellering 和 Lam (1982)、以及 Shelberg 和 Moellering (1983) 叙述了其适当算法，而最近 Eastman (1985) 叙述过以与  $D$  紧密相关的邻角弓形角

度为依据的办法。

证明 Richardson (1961) 的小块土地的坡度等于  $1 - D$ , 以及如果点占满直线是很容易的, 这是一个用覆盖样本间隔广大范围的分割维数常数的表面特征。这个观测的应用是意义深远的, 于是这最终使 Mandelbrot (1982) 能选择它作为“自然界的分割几何”一书的标题, 并使由很多最过分的要求来组成该领域。首先, 分割维数的概念和比例尺量度的依据与很多数学不相干, 因此, 它可为获取采用现实现象几何学进行广泛观测所得到的无规律性, 提供第一个有效的工具。其次,  $D$  的数字值可能是无规律制图表面最重要的单一参数, 正如主要倾向的算术手段和其它量度经常用作样本的最特殊参数一样。最后, 这种海岸线表面混乱特征, 可以采用大量规律性的一些方法来表现。

对比例尺量度的答复有一些其它有意义的推断。Woronow (1981) 通过有关面积周长外形的计算, 表示战争废物空地的外形特征。因为其外形是无规律的, 它们可以作为分割曲线来处理。为了补偿估计周长比例尺的结果, Woronow 采用与其说是  $D/2$  乘方的面积, 倒不如说是面积的平方根来细分周长, 从而创造了维数外形的量度方法。Church 和 Mark (1980) 讨论了包括相类似的主流长度和流域面积在内部位的细分模型关系。

几项最新研究探讨了 Richardson 观测的一般原则, 实际上是追求适合现象与常数  $D$  分割之间值的优点。Goodchild (1980) 证明, 尽管 Richardson 英国西海岸数据使其产生一条直线, 而东海岸类似分析则显现出两个截然不同的函数定义域, 一种在大比例尺图上相对平滑 (低于  $D$ ), 而另一种在小比例尺图上相对粗糙 (高于  $D$ )。在同篇文章中, 由 Hakanson (1978) 收集的瑞典湖泊的数据相关分析证明, 都大量的背离了直线。在纽芬兰 Random 岛的地形更系统研究中, Goodchild (1982) 发现, 海拔高度在 250、500 英尺和湖滨线都表现为相反于步幅的大量步子的小块土地的直线, 而这样的是常数  $D$ , 但这个  $D$  在岛的高原上都是从接近岸的低值向高值有规律地变化。在美国一些地区地形数字化高度的模型分析中, Mark 和 Aronson (1984) 发现, 当  $D$  大量仍在常数内时, 有性质截然不同的水平比例尺定义域, 但在一定样本间隔上具有坡度的明显突变。在比短距离以上 (大约大于 600 米间隔) 的较长水平比例尺上,  $D$  值通常是很高的。这两项研究推断, 定义域可根据不同地貌过程和不同地质压力引起的不是在不同高度、就是在不同规模的变化来解释。Bradburg、Reichelt 和 Green (1984) 找到珊瑚礁轮廓的  $D$  及其规模差异, 而且这些不同与生态过程有关。现实现象包括分割模型比较, 是 1918—1985 年在 1:5 万比例尺 (即 20 微米:1 米) 上调查天然礁表面地形分割维数的 Burrough (1981)、Brown 和 Scholz (1985) 提出的。

最现实的海岸线和其它空间实体在具有常数  $D$  的纯粹感觉中不是分割, 而在显示表现的模糊感觉中, 从与非整数维数的有关工作看来, 这是很清楚的。这样  $D$  提供了能够根据影响整体发展过程而有效地解释偏差的一个特殊参数。

分割维数在预告综合和空间样本结果的能力方面明显是唯一的。Goodchild (1980) 证明,  $D$  能够用于估算圆点平面几何中的误差和扩大尽可能完善的圆点密度, 而且类似的探讨可用于遥感象限的大小。例如, 考虑正确划分所有象限的陆地卫星影象可用于显示林地的存在或缺乏。林地总面积是使用计数的象限电算的, 但是这象限的大小明显地影响估算的精确度, 如果在小块林地上的影象比集中的个别跳跃式循环出现的林地分散, 那精确度是很低的。作为面积估算百分比的标准误差能够被证明与象限面积  $a$  成正比,  $D$  是这一现象的特有参数。这样, 标准误差取决于高度分散林地  $a^{1/2}$  和带有平滑边界个别循环小块林地  $a^{3/4}$ 。前面的结果很快能从二项式分布的标准误差那里获得。

**自相似** 如果外形的任何部分与整个外形难以区分,推而广之,可以说其外形是自相似。这个“难以区分”的条件包括对在下面部分讨论做图法有规律外形的准确感觉,但也明显地需要进一步表示无规律的外形。我们定义了假若作为统计学自相似海岸线的无规律外形,如果作为它整个和一部分外形,适宜地推而广之,它是经由同样的随机过程产生的。以经验为根据,这意味着,我们不能丢掉对这一结果不存在的假设,更一般地说,所有不同可归于偶然性。

这是根据无规律自相似对象必须具有分割维数的常数 $D$ 这个定义得出的。而且,采用扩大法不能改变这个对象,它们必须在所有比例尺上的外形是难以区分的。这样,自相似对象的一个影象或者模型具有用它比例尺方面的非形象化提示,而且一个观测者不能估算它的大小。

支配自相似现象大小的概率分布还一定缺少特有比例尺,可见它们必须因此成为这个形式的双曲线或 Parcto 分布:  $\Pr(X > x) = kx^{-a}$  (2) 这里  $\Pr(X > x)$  表示一个对象 $X$ 的大小超过 $x$ 值的概率, $k$ 是比例常数,而 $a$ 是一个常数幂。双曲线分布具有排列大小的特性,如果在样本中对着它排列,包括作为标记1的,可标绘对象的大小,而使用对数比例尺,这样点将落到直线上。Cull (1960、1966、1986) 证明,窑洞长度具有这个特性,并探讨窑洞分割模型的可能性。从而,这个大家熟知的排列大小特性建立了城市规模的分布自相似,尽管不是在它们的空间排列范围内。双曲线分布适合观测从世界湖泊面积到美国主要 SMSAS 高层建筑的海拔高度范围的许多地理现象的巨大变化。在第一批人中间,Korcak (1940) 和 Frechet (1941) 认识了湖泊面积、岛屿面积和河流长度这个以经验为依据的规律,并从此被称为“Korcak 规则”。可是,这最高山的高度不是双曲线,因为它明显地被限制在增长之内。

分割的布朗运动 (Fractal Brownian Motion) 提供了产生类似地形和熟知分割维数有规律自相似外形相应的笔直前进的方法。由于 Mandelbrot 第一本书的出版,作为模拟地形外形方法的这个函数种类引起了极大注意。这个函数是采用这个形式的不同描绘物成特征的:  $E[Z(X) - Z(X+d)]^2 = k(|d|)^{2H}$  (3) 这里  $E[\ ]$  表示统计期望值, $Z(X)$ 是用向量 $x$ 表示坐标的表面高度, $d$ 是一个转换向量, $k$ 是一个常数, $|d|$ 是转换向量值(长度),而 $H$ 是从0到1范围内的一个常数。换句话说,两个点的一定距离间隔,要求得出幂 $2H$ 距离不同的比例项的高度。图1表明,对于不同 $H$ 值分割的布朗运动实例(见下页)。

Orey (1970) 证明,分割的布朗运动的表面参数 $H$ 与有关的分割维数 $D$ 是线性关系。其表面的等高线是一条连接维数 $2-H$ 的线,而这个表面本身具有维数 $3-H$ 。这样,我们得到了产生熟知 $D$ 自相似对象的合适方法。可是,具有较大意义的是在0.6—0.9范围内, $H$ 的一定值产生包括现实范围深入相似性表面的 Mandelbrot 的发现。使用复杂的图解表现,可以很有说服力地模拟图案、雪地、湖泊和树木的覆盖。现在这种模拟包括在运动画面、视频和飞行模拟器中工作的计算机制图专家的杰出艺术品。

在新月形地形或者包括无生命的冰川地形等当地强烈起伏的典型粗糙地区表面示意的结果,其模拟地形最成功的 $H$ 值近似于0.7(等高线维数是1.3)。靠近淹没一定水平状态的表面,有可能产生例如东南亚那些复杂多岛屿海的适当复制品。可是,少数自然地理学家愿意提供成功模拟很远地形的范围。山顶和深渊偶然出现分割的布朗运动和相等密度,明显是限制因素,因为深渊在大多数全球景观中是很少见的。此外,由于潜在的地质结构控制着很多现实

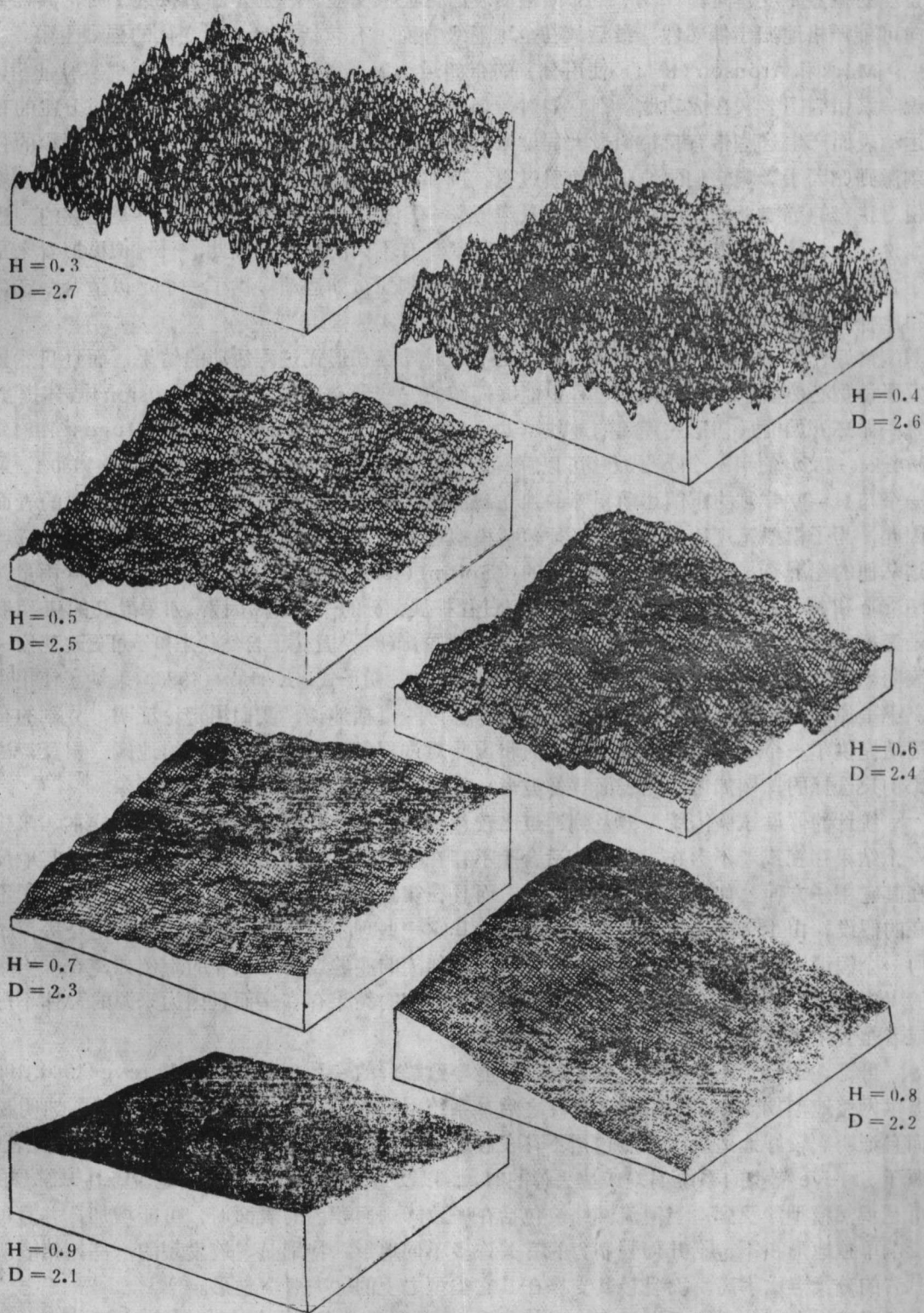


图1 使用  $H$  参数值范围, 采用分割的布朗过程产生的自相似表面

景观的猛烈高度趋向,而在分割的布朗运动表面可能很明显,特别是当 $H$ 接近1时,其任何趋向可能严格地归于偶然性。最后,在全球等级方面,有包括零 $H$ 地形变化的强烈上限。

Mark和Aronson(1948)使用分割的布朗运动和现实地区相匹配的非正规实验证明,地貌学家和制图学家在成功地辨别它们时,似乎有暂时的困难。地形的安排是通过分割的布朗运动表面产生这些带有自相似最大程度来合意模拟的,而大多数现实景观控制着规模的强烈刺激则归因于影响它们的地貌或地质过程。例如,作为冰状冰斗和鼓丘这种外形出现在规模相对狭窄的范围上方,而它们出现在景观摄影中,这对确定狭窄界限的大小是足够的。概括地说,大多数地貌过程对横穿所有的大小范围具有不同的结果,因此,自相似模拟看来是处于自然状态的和不可更改的判断之中。然而,分割的布朗运动提供了一个足以适合一定目的和比任何其它可得到的偶然过程肯定适合的较好现实地区。

恰好任何一点现实地形表面的形式是不同时期存在形式过程活动的结果,而且自然景观发展模型必然要求在制作模型过程中能够操作的一些最初形式。这个Davision循环提出了每一循环开始时最初形式隆起的地块(Davis, 1899)。而Sprunt(1972)、Hugus(1984)、Mark(1985)使用一个小平原(可以解释为 $H=1$ 分割的布朗运动),而Oraig(1980)采用一个与 $H=0$ 分割的布朗运动相等的独立高度的偶然表面。地块和小平原是有规律的表面,因此,为了模拟无规律的景观,必须包括模拟过程中的偶然因素。Davis未能做到这一点,这从他的图解有规律性来看是很明显的。Sprunt(1972)引进了一个偶然投入的降雨量,而Hugus和Mark(1984、1985)算入了模拟过程扩展部分的一个偶然因素。如果最初的表面形式是无规律的,这问题可以作为无效的,它和分割的布朗表面处于自然状态和不可更改现象一起表明,它们更加注意以上模拟地貌过程中不明确的最初形式。Kirkby(1986)采纳了使用由倾斜小平原和分隔的和组成的最初表面的这个探讨。概括地说,我们用辩证证明,分割的布朗运动提供了一个非现实的限制性很小的和因此对过程模拟具有重要价值的地区。相反,决定比例尺选择的,例如循环的表面(像波形)很快被理解为过程的一定类型现象。

统计的假设试验传统,涉及到通过比较包括期望具有存在结果的那个观测样本,来建立一个结果存在或者不存在。于是,适合于不存在的假设就要求结果不存在,但却真实地反映在其它每一方面。如果不仅在其它方面,而且在实践中常见的情况是不同的,又丢掉了不存在的假设,由于有意义结果的存在或者因为其它一些理由,当时有可能知道一定是丢掉了任何一个假设。在这个概念下,其它结果与经常伴随的实验设想是相等的。例如,在平均数实验 $t$ 中,可以丢掉不存在的假设,这不仅因为现实的结果存在,而且因为来源的总体不标准或者是变化不相似。

可见,适合于不存在假设的缺乏,可能导致解释的一系列困难。继Shreve(1966、1967)提供网络地形偶然模型或不存在假设之后,系统网络的Horton规则的意义变得更加明显,而且证明它较好地适合于可能包括不存在假设的一连串数字的Horton规则。最新研究表明,源于Shreve模型的系统偏差或被丢掉的 $H_0$ 、以及这些假设,经常是用地貌条件来解释的。可是偶然模型涉及到,当河流网络被包括在一致降雨面积内的表面时,可能增加,并且可能影响单独地形和不包括几何强制力的有关许多不同地形。特别是,被发现的一些网络表明比预告的分叉点比率高,而且极其支撑在其它类型之上的“龙骨”地形。

用这个文献的最新观点,Abrahams(1984a)发现,在使人想起用地貌表示高起伏流域里,这个趋势出现得更普遍。很多研究采用Shreve模型或 $H_0$ 进行推断,但其结果可能归因于不足的数据,换句话说说是类型2的统计误差。这些结果起因于采用包括或不适合地形偶然

性的不存在假设的强加压制力，因此，这种可能也存在。模拟看来似乎提供了选择调查研究仅有的适当方法。

Goodchild等（1985）叙述了采用模拟排水发展过程，而从分割的布朗运动表面获得的树形网络的一系列实验。采取把高度的258个排列，并将这258个的每一个单元同与它结邻的每一个相比，并按照下列作用编码：如果毫不相邻高度的限制是很低的，则为0；如果至少一个相邻高度较低，而最高的分别在其上面、右面、下面或左面，则为1、2、3、4。接着去掉接近的单元。每一个编码表明排水方向，用0表示渗坑。所有的水都直接流入代表个别流域排出环节的渗坑，并且通过研究导出该流域的整个水流总数。

该模型网络总数是从不同于几种方法中地形偶然模型预告分割的布朗运动表面获得的，而且其中有很多与以前观测的偶然模型和现实网络之间的偏离一致。“龙骨”流域的相对丰富超出了模型的预告，使其在诸如分叉点比率等一些集合体指标中有所不同。这使人想到，流域包括的表面实际上是出于观测偶然模型偏差数点的一个有倾向性的总数，因此，这个偏差数不需要与流域过程相联系。

用分割的布朗运动代替排水网络不存在的假设这个注意中心的争论是不恰当的，因为我们

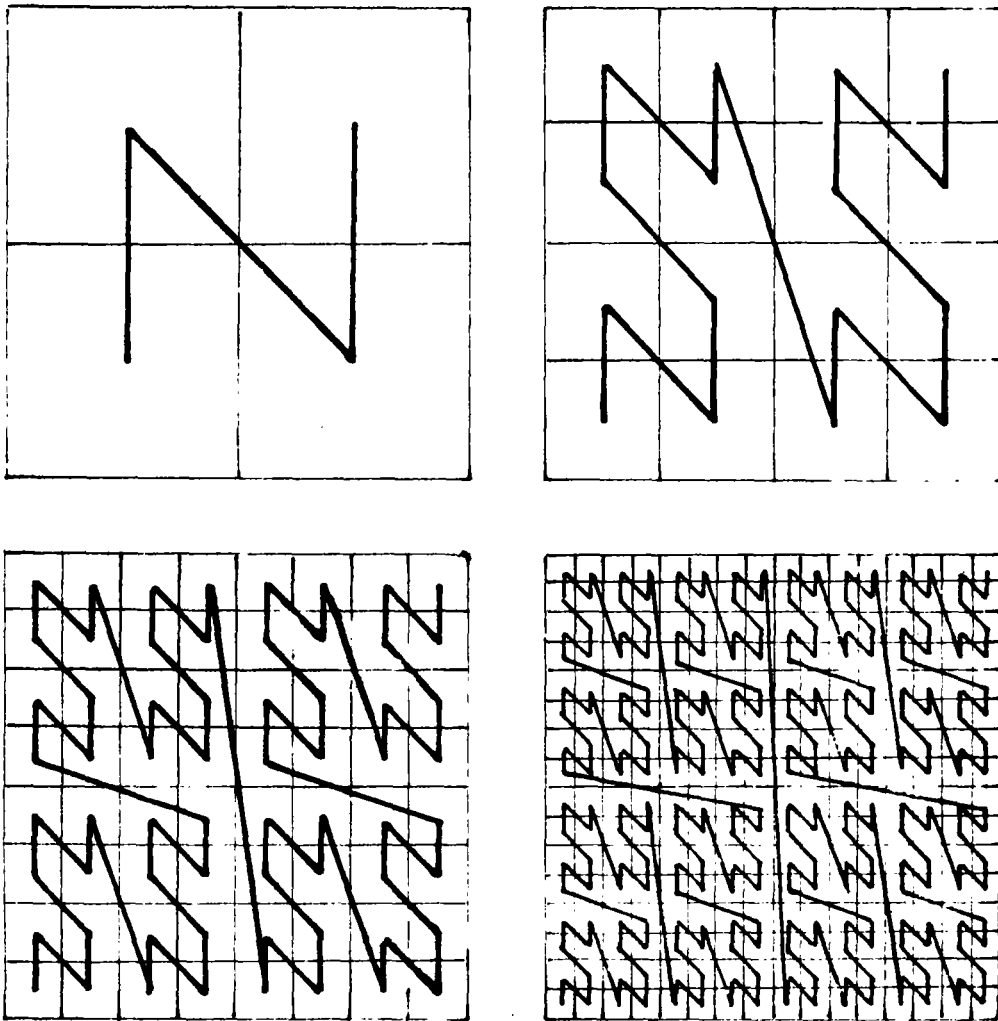


图2 Morton序列或N树形空间占满(Peano)曲线的循环自相似形成



已经讨论过分割的布朗运动所丢掉的几个更重要自变量。可是，其结果表明，在提供地貌观测解释标准中分割的布朗运动表面的有用性。Shreve模型为 Horton 规则提供了这个标准，并且导致了解释的根本变化。据说，计量地貌的其它面积，未必可能像统计分析一样，经得起检验，而且我们认为，甚至这个 Shreve 模型可能成为一些方面的不恰当标准。

此外，我们已经用弁论证，分割的布朗运动表面无规律和未更改的外观，使得它比在文献上出现的诸如隆起、倾斜地块和孤立的、偶然的高度等选择更适合于地貌过程模拟。

**空间循环细分** 采用图 2 说明的很多适合循环细分程序的一种，就能很快产生带有自相似特点的线。一个单一面积单元，首先被分成 4 个相等的单元，而且这 4 个中心点连到一起形成字母 N。这 4 个单元再重复这个过程，用一条线连接 16 个中心点。图 2 中展示的直到 64 个单元的下一步循环明显地能够无限地重复（见上页）。Morton (1966) 第一个描述了这个特定的顺序，并用分割文献说明了其它很多类似的循环结构。出现的该方法对保证这些有规律曲线是带有一个等于 2 情况下的常数 D 自相似来说，是足够的。

Fournier、Fussell 和 Carpenter 使用循环细分的同样概念，发展了无规律分割曲线和表面所产生的算法。一种无规律的线能够采用伴随直线开始而出现，也能够采用一个偶然数的数量决策垂直地抵销它的中心点位置。当时，两个垂直等分应用了同样过程，而且循环无穷。在表面情况下，用平面形式（图 3，见本页）首先产生 4 个偶然高度。在细分的下一个等级上 5 个点的高度采用从存在的近邻、以及调整上或下的一个偶然性来获得的。这个偶然干扰的标准偏差控制着出现的表面起伏。使用类似的过程产生以三角形循环细分为基准的表面。

Mandelbrot (1982a) 反对几个有关领域的这些方法：其产生的形式不是自相似，它们缺乏分割的布朗运动大量规则的不同描绘物特征，而且它们形象化外表没有说服力。值得注意的是，它辨认出大多数评论性的最后对象，表明自然随机模型基本证法是在可理解之列。自相似是现实景观的一个基本特性，因此，它缺乏形象化是不可接受的，并用此广泛理解任何模拟。在采用包括随着最初平坦表面断裂所形成的偶然区位、笔直峭壁的不同和理论的正确方法，这在本文前面部分已讨论过分割运动的表面情况。

轻视图 2 中产生的有规律曲线和 Fournier、Fussell 和 Carpenter 循环算法所说明的自相似特性重要含意这些对象，但在所有比例尺上的空间形式是同样的。形式取决于比例尺意图，这在突然出现的中心地理论等级的空间组织研究中具有很长的历史。空间组织自相似分割概念的一些含义，是指明循环还用于分割网络和树形模拟过程的 Batty (1985) 探索出来的。Arlinghaus (1985) 的最近文章说明，中心地等级具有分割集（合）的特性，同时 Batty 和 Longley (1985) 在伦敦空间结构的实验模拟中，使用了分割结构。Lovejoy、Schertzer 和 Ladoy (1986) 说明，世界气象台站的空间分布是包含有能力预告天气现象一定类型的分

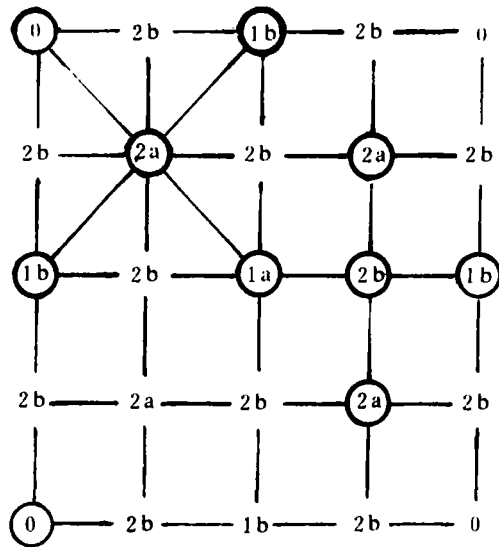


图 3 用二维格子循环占满的计算安排。用已知的 1a、1b、2a、2b……安排的其它算法填充占满标志 0 单元的值。这是 Fournier、Fussell 和 Carpenter 为具有一定分割特性表面而产生的算法所使用的顺序。

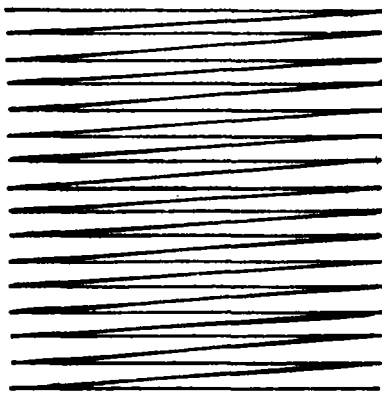


割集(合)。

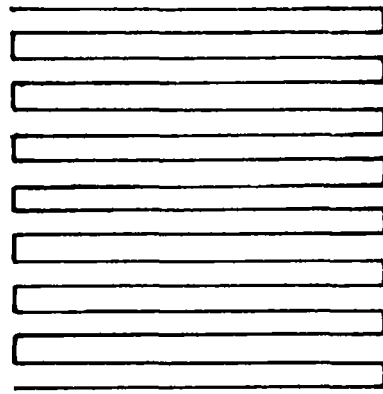
这空间数据处理领域(指向下延伸的自动化制图、地理信息系统和很多遥感方面)因袭地发现了根据光栅和向量两种选择的空问数字化表示问题。光栅作为打印的一个模拟类似物,而向量是对应的测量土地、提取地图调出景色或笔的眼睛自由运动,两者直观是亲近的。光栅表示的混合单元的大小包含了分辨能力的常数比例尺。

最近,四方树形成为在空间细分基础上空问表现的一种可选择形式,这个表现在每天人类试验中具有不明显的类似物。在取决于当地根据复杂程度地图的每一面积中可单独继续细分,在土壤类型图情况下,例如当一个单元只包含一种土壤类型或者达到一些最小值时,细分才可能停止。四方树形结构能够比可能成为并且更不用说普遍需要存储空间的光栅来说,研究得更高效。

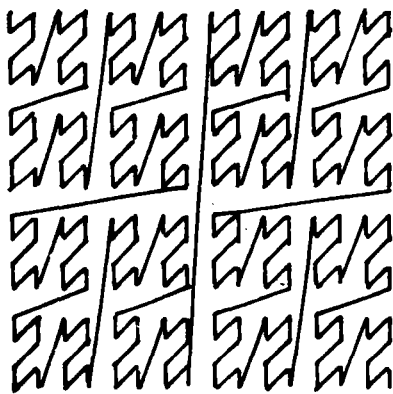
Lauzon和Mark叙述了通称二维连续编码的四方树形空问表现变种。让4个细分作用的四方树形,换句话说,是用一个N形安排下左、上左、下右、上右。于是,九十度弧的循环细分过程明确是图2中曲线的做图过程。假定所有的单元都被细分为同样的最低程度。而且大体上,这结构在有规律分割曲线中,由一排排光栅的重新安排所组成。White(1983)出于这个理由,称此为做图在安排N树形基础上的结构,尽管安排本身是由Morton(1966)在加拿大地理信息系统中使用空问数据处理系统首先完成。



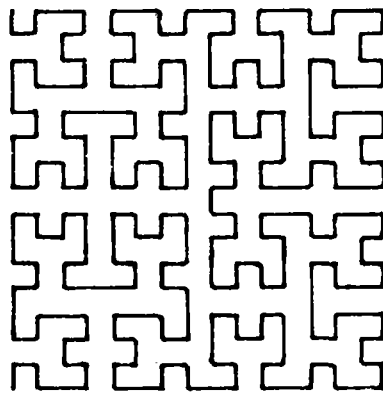
(a) 排的式样



(b) 主要排的式样



(c) N(Morton)的式样



(d) Pi的式样

图4 能够用于安排平面图象单元的4个空间占满曲线。注意: N树形表现的是图2中做图的一种反映图象。

在二维连续编码结构中,压缩了同类单元的数量。Goodchild 和 Grandfield (1983) 依据存储器效率,使用常规的一排排光栅(排的式样)、带有反向预备排的一排排光栅(主要排的式样)、N(Morton)的式样和通称的 Hilbert—Peano 曲线等几个不同有序化(见图 1,在上页),比较了二维连续编码。依据存储器效率,如果存在非空间的自相关,所有的有序化会产生同样的数据容量。假若有一个当地均匀的趋向,不管怎样,大多数高效的有序化就成为最好地保存了当地空间联系的一个。使用的模拟空间数据是从分割的布朗运动表面获得的,Goodchild 和 Grandfield (1983) 能够发现,每个像骗子式情况邻近运动的有序化一些有限的存储器优越性。这是 Pi 中主要式样的特性,而不是 Morton 式样或者常规的一排排光栅(见图 4)。实际二维空间的一维有序化是一个具有相当大理论和实践意义的问题。

**讨论和结论** 在被分成三部分的这篇文章中,我们不想包含各自独立或没有联系三个概念。实际上,自相似是直接根据不断分割维数的概念得出的,而循环细分是从自相似来的。相反,想要强调来自量度技术问题范围的连续放宽、Ricardson 评论性解释产生的地区不存在假设的后果、以及空间循环表现更加概念化的发展。

同样,我们的讨论着重于分割的数学和理论方面,可是在制图和空间数据处理方面不是没有应用。数字制图线经常出现的变形好像是不灵活的和不现实的。Dutton (1980、1981) 描述了在与通常综合过程相反时,逐一综合出制图线现实(已经假造的)分割模拟的利用,以及其它几种类似的应用。在分割的其它大量应用中,几位作者使用分割的布朗运动表面,作为空间数据处理研究结果的实验数据安排。他们用辨论证明,采用改变 H 才可能出现线段范围和类似于很多现实制图线的表面,但要控制统计的特性。其他研究人员能够采用生成类似模拟数据安排来进行比较研究。

分割的意义明确的不在作为地区模型的分割的布朗运动解释能力,虽然 Mandelbrot 强烈地呈现这一结果。任一随机过程的结果永远能够作为所讨论文献中长度方面的说明,并且在这儿不需要涉及到我们,相反很明显,仅在有限地区和现实空间现象超过比例尺有限范围时,才显示出自相似。然而,自相似和分割维数的概念,与现实现象是能够比较和量度相对照,它们提供了有用的参考标准。出于一些目的,比如空间数据结构的实验数据的形成、空间量度精确度预告、常数 D 的假定等,经常是可接受的。最后,选择 D 作为伴随在综合和比例尺变化结果预告中应用的制图外形单一特殊参数是不明显的。

分割的布朗过程可作为产生自相似的一个简便方法,而且一定的这种表面比做出的任一模拟的其它可用方法的结果,更接近于现实地形的一些类型。我们通过弁论证明,除它一般承认视频比赛和科学杜撰电影之外,分割的布朗运动提供了作为不存在假设地区地貌的唯一工具。它的自相似使得它联想到过程模拟的进一步应用地貌最初形式,从而来改变其自然状态或不足的外形。明白表示与分割有关,并建立在空间循环细分基础上的数据结构,在空间数据处理领域内还是相对新奇的,同时利用地理信息系统还处在开发之中。可是,它们大量增加更传统、更直观的光栅和向量的选择,已经很明显。

分割及其有关数学概念得到公开,主要归因于它们的强烈形象化影响,而且没有这些一般评价它们的出人意外趋向。Mandelbrot 反复证明,形象化外形是自然现象随机模型的最重要试验,同时,在这个基础上的分割运动表面必须采用地区模型。大多数地貌学家对在实践上提出的包括对任一分割的布朗运动地区外形特征的有限地区数量和在理论上提出的已知这些模拟特征的这个争论,当然是难以承认的。我们已经证明,用这种有限的和有点表面方法的空间分析,评价分割概念的有用性是不恰当的。不过,我们认为,三个相互联系概念的题

# 北方地理系统抗人为影响的性能

Ю. Н. Голубчиков

地球科学中的综合,这是把关于自然的科学改变成另一类物质客体,使其能体现地理系统的相互作用。划分全球地理系统有很多依据。根据研究目的和任务研究人员可划分出同类自然要素组合区(自然带,生物群落);自然要素组合不同类,但成因同一的地区(大陆,自然地理区,区,地方);同向物质能量流的地区(流域,生态系统)。划分地理系统不完全是主观过程。自然界的各种地理系统对人为影响反应。然而人们经常是不能把自然界连续的空间划分成对某类经济活动有反应的地区。总的说来,地理系统就是自然本身,而各种自然要素(如水,空气,土地,生命)还不可能认为是自然。就象我们人体的一部分不能算是人本身一样。

在开发自然条件极端恶劣的地区时大家特别关心这样一个问题:为什么在同一类经济活动影响下被破坏地区的自然环境有的能积极抵御干扰因素,恢复到原有状态,而有的受到不可逆的破坏,沦为人为的贫瘠荒漠和半荒漠?为回答这一问题,在自然地理学传统学科和学科方向交叉处形成了地理系统稳定性理论。

早在1891年,K. M. 贝尔就指出自然界有很高的稳定性,它是人们的力量所无法抗拒的。他以俄罗斯中部森林抗拒人为破坏为例,而在草原区森林受到较大的破坏。

地理系统稳定性问题产生于60年代中期,源于寻求计算自然环境最大允许人为负荷的自然历史基础。经过10年的探索就涌现了一批地理系统稳定性问题的文献。

然而直到现在地理系统稳定性理论仍仅仅处于形成的初期阶段。B. C. 普列奥布拉任斯基曾写道:“暂时还没有一个地理专业人员可认定是稳定性理论专家。也还没有关于这个问题的专著。甚至有关稳定性的文章也很少”。评价区域级——这个经济规划主要客体——的地理系统稳定性的工作更为困难。

分析各种稳定性论点可得出以下结论:保持地理系统的稳定性意味着保持其结构参数,使其仍保留原有的分类单位。这相当于按具体地理系统参数设计的工程建筑物的稳定性,也相当于能保证人体健康的地理系统再生功能的稳定性。

首先地理系统中在不同于现代自然地理环境的另一种热动力状态下形成的那些要素都是不稳定的。这些残存地理系统及其要素有:地下冰分布带,永冻原分布区边界(包括北冰洋沿岸),露出地表的含盐岩石,消融带的冰川舌,冻原内厚厚的泥炭层,古植物分布区,濒危动物藏身处。这些是自然最易丧失稳定性的脆弱区。此外还有苔藓冻原,泥炭藓沼泽,针叶泰加林,受化学和热污染的地区也是不稳定的。相反,禾本草地和莎草—羊胡草沼泽却是

目与空间分析的一定面积有关和大量应用是一致的。它们的每一个都体现了传统思考的重大变化,并且在我们彼此看来,它们都为重大进步提供了潜能。

林涛译自“Annals of The Association of American Geographers”, Vol 27, No 2, June, 1987, 李柱臣校