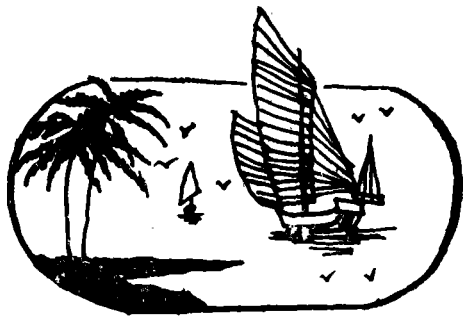




谈谈中国海岸线

江兴方

(江苏石油化工学院)

中国海岸线有多长? 这个问题看起来很奇怪, 其实当我们以 30 公里为步长测量海岸的话, 能得到的折线长度为 L_1 , 又当我们以 10 公里为步长, 则可以把 30 公里测不出来的弯曲能测一些出来, 得到的长度 L_2 将比 L_1 长些, 又当我们把步长调节到 1 公里, 则能测到更小一些的弯曲, 得到的长度 L_3 将会更长, 当我们把步长调得越来越小时, 将会发现, 测得的折线长度将会趋向于无穷大。因此, 中国的海岸线的长度是不确定的, 原因在哪里呢?

我们知道, 天空中的彩云、连绵不断的群山轮廓、地表面分布的河流、闪电、材料的裂纹、... 甚至瞬息万变的气候、变化莫测的股市行情、人体内分布的神经系统等等, 它们都具有取其中一部分放大后与整体相似的特性(不完全相同, 是统计意义上的相似), 我们把这种性质叫做自相似性, 具有自相似特性的称为分形(Fractal)。

自然界的自相似图形称为自然分形; 在时间轴上具有自相似特性的称为时间分形; 在社会现象中表现自相似特性的称为社会分形; 在人类思维活动中表现出自相似特性的称为思维分形。分形渗透到了自然、社会和人类思维的每一个角落。

本文着重介绍中国海岸线的分形。翻开最新中华人民共和国地图, 中国的边界宛如一只高吭着的雄鸡的轮廓, 其东南临海, 常见的资料

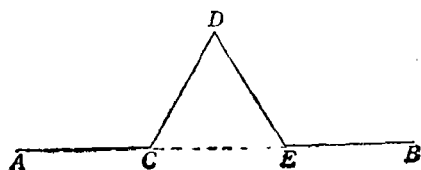


图 1

记载着我国海岸线长达一万八千多公里。下面的工作就从这里开始, 我们从海岸线的北端中朝边界的鸭绿江口, 到南端中越边界的北仑河口, 在地图上分别以步长为 20mm、15mm、10mm、6.0mm、4.5mm 和 2.5mm 截取折线, 折线的段数分别为 41.7, 58.9, 95.4, 160.1, 248.5, 569.0。折线的长度依次变长, 那么中国海岸线究竟怎样表示呢?

我们还是从规则图形说起。如图 1 是 1 米长的直线 AB , 三等分作出 $AC = CD = DE = EB$, 即以 $r = (1/3)$ 为步长操作, 得到的段数为 $N(r) = 4$, 以同样的方法反复操作下去, 将得到图 2, 图 2 就是著名的柯契曲线, 其维数可用豪斯道夫维数 D_f 来表示

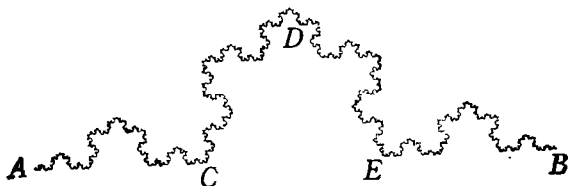


图 2

$$N(r) = K \cdot (r)^{-D_f}$$

即

$$4 = (1/3)^{-D_f}$$

上式中 $K = 1$, $D_f = 1.2618$

因此中国海岸线的维数 D_f 即是在 $\ln r \sim \ln N(r)$ 曲线上斜率的绝对值, 见表 1。

表 1

$r(\text{mm})$	$N(r)$	$\ln r$	$\ln N(r)$
20	41.7	2.996	3.731
15	58.9	2.708	4.076
10	95.4	2.303	4.558
6.0	160.1	1.792	5.076
4.5	248.5	1.504	5.515
2.5	569.0	0.9163	6.344

用解析法得到

$$\ln N(r) = 7.507 - 1.267 \ln r$$

无限风光在险峰

——为羊八井宇宙线观测站建立五周年而作

谭有恒

(中国科学院高能物理研究所)



自1990年元月10日一期阵列建成并于同年六月开始正式运行以来,羊八井宇宙线观测站已经问世五周年了。五年,在已有的高山站中是个很小的数字(见表1),然而羊八井已跻身国际超高能 γ 天文实验三大主力行列而名扬海外。是什么使得它如此神奇?扩大了四倍的羊八井二期阵列将会有何表现?羊八井三期发展计划将会给地面宇宙线实验和 γ 天文学科形势带来怎样的变化?这些不仅是羊八井实验的参与者也是所有关心羊八井事业、想了解羊八井立足我国自然优势发展国际合作推动学科发展的经验的人们所感兴趣的事情。

一、超高能宇宙线、EAS 和观测高度

超高能宇宙线,传统上指 10^{14} — 10^{18} eV的非地球起源的天然粒子流,以往主要是被当作“粒子炮弹”为研究微观粒子的超高能相互作用特征服务。其实,它们来自银河和河外空间,是一种送上门来的宇宙物质样品,携带着其产生地(“源”天体)及其经过的空间的宇观环境、微观过程乃至天体演化及宇宙早期的信息。所以随着加速器的进入 10^{14} 和 10^{15} eV能区,超高能宇宙线研究就越来越偏重其天文侧面,即其本身的性质和起源。前者主要指其能谱和成分,后者主要指其产生、加速、传播和相关的空间物

同时利用最小二乘法得到 $D_f = 1.238$,由此可见,中国海岸线维数为 1.25 ± 0.02 。

如果我们以地面上1公里为步长,在比例为1:6000000的地图上以步长 $r = (1/6)$ mm(实际在地图上是无法进行截取的),可得到 $N(r) = 1.763 \times 10^4$ 段,每段为 $(1/6)$ mm,每1mm实际距离为6公里,可得到中国的海岸线长为一万八千公里,与常见的资料相吻合,同时

理环境和宇宙学问题。(当然也必然要涉及到在源区和空间发生的种种超高能微观过程。)要能具体深入地研究

超高能宇宙线的起源,首要的是去发现一个或一批产生它的天体——“点源”。由于 γ 光子是中性的,不受到星际磁场偏转的粒子,所以人们是通过超高能 γ 射线去寻找超高能 γ 点源(自然也会是超高能宇宙粒子源)的。这就是八十年代后期发展起来的超高能 γ 天文学。

EAS是超高能宇宙线粒子在大气层中多次作用产生的一种大尺度的多粒子现象,称为广延大气簇射。一个 10^{13} — 10^{20} eV的宇宙线粒子(质子,各种裸原子核或 γ),能在大气中发展成拥有数千到 10^{11} 个荷电粒子(主要是电子及 γ 等)组成的粒子群,以光速降落在数百到数千km尺度的地面上。用布设在地面的大型粒子探测器阵列作取样观测,可以测定其初粒子的到达方向、能量乃至性质。每个EAS在大气中都有其产生、发展和衰亡的过程,最佳的观测高度(即具有最高探测效率和测量精度的地方)是在EAS粒子群发展到极大的地方。 10^{14} — 10^{16} eV的

也证实了上式的正确性。

如果我们以地面上1cm为步长即相当于地图上以 $r = 1\text{mm}/(6 \times 10^5)$ 为步长,则得 $N(r) = 3.812 \times 10^{11}$ 段,折合成381.2万公里,是常见资料给出数值的212倍!因此像海岸线之类的分形曲线只有用分数维表示,中国的海岸线维数为 1.25 ± 0.02 。