

作者：方舟子 来源：中国青年报 发布时间：2008-6-4 13:20:48

小字号

中字号

大字号

方舟子：地震就像沙堆崩塌

1988年夏天的一个平常早晨，在美国新罕布什尔州一个小学校举行的一个学术会议上，来自加州大学洛杉矶分校的地球物理学家Y. Y. 卡根做了一次关于地震研究的讲座。因为与会的科学家多数并非地震专家，卡根介绍了一些地震学的基本知识，在告诉听众地震是如何的难以捉摸、无法预测时，也谈到已知的少数几条地震规律之一：古腾堡-里克特定律。

在上世纪50年代，加州理工学院的地震学家比诺·古腾堡和查尔斯·里克特收集了发生在世界各地的几千次地震的资料加以统计，试图从中理出一些头绪。比如说，地震震级发生的频率是不是呈正态分布（出现一条两头少中间多的钟形曲线）？也就是说，是否某个中间震级的地震最为多见，是典型震级？人的身高就属于正态分布，中国成年男性的典型身高大约是1米7，比它高或矮的人数都逐渐减少。但是古腾堡和里克特却未发现典型震级，震级发生的频率不是正态分布，但也不是毫无规律，而是震级越高，则发生的频率越低。而且，它遵循一条简单的原则——幂律：一次地震释放的能量每增加一倍，发生的频率就减少为四分之一。

卡根此前已在其他地方多次做过类似的讲座，这回却有了意外的结果。听众中包括在纽约布鲁克哈文国家实验室工作的丹麦理论物理学家伯·巴克（1948~2002）。在听了卡根对古腾堡-里克特定律的介绍后，巴克突然想到，地震的这种情形很像他正在研究的沙堆崩塌。

假如我们往一张桌子上一粒一粒地丢沙子，沙子将会逐渐堆积起来，越来越高，但是不可能一直高下去，随着沙堆变高，它也变得越来越陡、越不稳定，到一定程度，刚丢下去的沙子会引起沙堆的崩塌，让沙堆的高度降低。崩塌之后，继续丢沙子，沙堆又再增高，然后再崩塌，如此循环往复。

巴克首先想要知道的是一个看起来很简单的问题：沙堆崩塌的规模有小有大，什么样的崩塌规模是最典型的？能否预计下一次的崩塌会有多大？这需要堆许多沙堆进行统计，很费时间，所以巴克就改用计算机程序进行模拟。巴克和他的两名同事研究了数以千计的“虚拟沙堆”，统计了数百万次的崩塌中的沙子数。他们找到了什么典型崩塌规模了呢？什么也没有。有的崩塌规模小到只有一粒沙子，有的则大到几百万粒沙子。什么样的规模都有可能发生，但是并不存在一个典型的崩塌规模，无法预计。

这是为什么呢？为了回答这个问题，巴克等人对其程序做了一些改进。设想从上往下俯瞰虚拟沙堆，然后根据沙堆上的每粒沙子所处位置的陡度着上不同的颜色：如果那个位置相对平稳，就着上绿色；比较陡峭，就着上红色。刚开始堆沙堆时，都是绿色的。随着沙子的堆积，红点也逐渐增多，进而形成网络。一粒沙子掉到红点上，就能触发周围红点的滑动。如果红点很少，新丢下去的沙子的影响就有限。但是一旦红点多到连成一片，就无法估计新丢下去的沙子会导致什么结果：它可能只是打几个滚儿就停下了，也可能触发周围的沙子引起一场小规模崩塌，但也可能引起一连串连锁反应，像多米诺效应一样，导致几百万粒沙子一起崩塌。这种高度敏感的不稳定状态称为临界状态。由于它是在沙子堆积过程中自己逐渐形成的，巴克称之为自组织的临界状态。在这种状态下任何规模的崩塌都有可能发生，但即使是最大的崩塌的发生也无其他特殊的因素。它是完全不可预测的。

巴克也发现，沙堆崩塌规模虽然不是正态分布，但是遵循幂律：崩塌规模越大，则发生的频率越低，参与崩塌的沙子数目每增加一倍，其发生的频率则降低2.14倍。所以，巴克一听说震级的频率也遵循幂律，马上就想到地震可能和沙堆崩塌一样，也是一种自组织的临界现象。随后他和其他许多人构建计算机模型，对地震进行了模拟。

由于地壳的运动产生的应力逐渐积累，地球处于临界状态。某个地壳断层的某处岩石承受不了受到

的应力，就会出现滑动，这个滑动可能小到无法觉察。但是正如一粒沙子掉下会让处于临界状态的沙堆出现无法预测的结果一样，这个小滑动之后，任何情形都可能发生：它可能就停下来，也可能给附近的岩石带去足够大的应力让它们跟着滑动，引发一场地震，而这场地震的规模是无法预料的。不管是小地震还是大地震，它们的起因都一样，都是由于地球处于临界状态而引起的，此外大地震的发生并无特殊的起因，既无法预测，也没有可靠的前兆，就像大规模的沙堆崩塌一样。如果地震有意识的话，在它刚刚发生时它自己都不知道将会有多大规模，而地震自己都不知道，我们更无法知道。

发E-mail给:



[打印](#) | [评论](#) | [论坛](#) | [博客](#)

读后感言:

发表评论

相关新闻

滕吉文院士：全球强震可能进入新的活跃时期
余震发生原因有新说法：或跨半个地球
郑颖人院士等：不能将房屋倒塌全部归咎于建筑质量...
地震预测研究的技术路径之争
注重科学救援安全救援 从救灾飞机失事说起
日本地震监控网未能实现提前两分钟预报
中国工程院院士王正国：未雨绸缪 将震灾损失减至...
高庆华：发展地震科学体系 推动地震综合减灾

一周新闻排行

24篇高被引论文获中国卓越研究奖
基金委今年将安排资助计划64亿元左右
半小时连发两次5级以上余震 地震专家感到困惑
科学时报：从唐山 到汶川
专家分析称：汶川地震可能与天文因素有关
2008年Kavli纳米科学奖授予美日科学家
地质学家求解汶川地震发震断裂性质
金碧辉：现在是提高中国论文质量的关键时刻了