

序度、稳定性都是介于非晶体和晶体之间。

3. 分数维学在地球科学理论研究中的意义 (1) 地学中的各种分数维现象充分揭示了宇宙和地球形成和演化过程的本质, 说明每个地质过程之间或者每种地质现象之间, 局部和整体、宏观和微观在不同层次上存在着自相似性, 即既具有规律性的一面, 又具有无规律性的一面, 我们不能用传统的线性数学理论去描述它, 也不能用单纯的概率论去描述它, 而必须用一种新的理论去描述它, 这就是分数维学理论。比如研究全球性的地质构造时, 就要把握那些属于全球性这个层次上的大型构造的断层和断裂, 而忽略那些次一级的小型构造的断层和断裂, 尽管这些小型构造与大型构造是同一地质作用的产物, 因为这种小型构造往往是无规律的。又比如研究一个地区大型矿床与小型矿床之间的关系时, 因为它们之间不服从正态分布, 而具有长的拖尾现象, 大型矿床的个数具有很小的概率, 不能认为具有与大型矿床相似的地质环境的地段都应该有这样的大型矿床。因此, 研究矿床的分布时, 除了要研究形成矿床的地质环境外, 还应研究它的频度分布特征, 即分数维特征, 否则将事倍功半, 误入歧途。又比如绝大多数地质过程和地质产物是非平衡的, 不均一的, 其参数不符合正态分布, 不能用算术平均去估计其平均值, 不能用线性理论去描述, 到目前为止, 这一点几乎完必被人们忽视, 许多参数的变化完全在地质产物不均一的变化范围之内, 对于这样的数据, 全须进行某种变换, 比如分数维的变换, 才能从中找出规律性。

(2) 由于地质过程的非平衡性和地质体的不均一性, 使地球科学的研究基本上处于定性描述阶段, 许多地质现象越研究越复杂。如上所述, 分数维理论是研究复杂自然界强有力的工具, 利用分数维的特征参数(维数)可以定量地表征各种地质过程或地质现象的特征, 从而使地质学从定性过渡到定量的新阶段。

(3) 分数维理论是模拟地质过程最有力的武器。随机网络模式和 DLA(有限的扩散聚集)模式是目前分数维学常用的和比较成功的模式, 这些模式在模拟河流的分支、岩石的破裂、凝集体的生长过程取得良好的成效。现在, 利用计算机和分数维理论已经可以模拟山形起伏、自然界的景观、岩石破裂、凝集体、星云的分布等, 并且已达到了以假乱真的程度。

巨大撞击的地质灾变效应

欧阳自远 管云彬

(中国科学院地球化学研究所)

地球演化过程中, 不断受到地外物体的撞击。迄今为止, 地球上已发现近百个大小不一、年龄各异的撞击坑。据地球及类地行星撞击坑记录和 Apollo 小行星、彗星轨道计算, 在显生宙中, 大约每 0.14Ma 便有一个直径大于 10km 的撞击坑在地球表面形成; 直径超过 100km 的撞击坑约 100Ma 产生一次; 一些足以产生全球强烈灾变效应的巨大撞击事件的频率

可以与生物地层学阶段的平均演化时间尺度相比拟。而地球形成初期(即4500—400Ma B.P.),地表撞击坑的产率要高出 10^3 — 10^7 倍。巨大撞击将严重破坏地球原始平衡状态,强烈的灾变,影响了地球演化及发展。

1. 撞击与板块构造运动 Seyfert等首先提出巨大撞击事件可以诱发板块运动。也有学者认为,地球上板块构造的产生与4150—3850Ma前的小天体轰击有关;二叠纪末板块构造格局的巨大变化可能也是巨大陨石撞击地球所致。

根据新生代中构造事件、全球性不整合及海平面升降变化之间的对应关系,Burek等认为下列撞击事件和构造运动之间存在因果关系:K/E界线撞击(65Ma)与拉腊米构造运动; E_2/E_3 界线撞击(北美玻璃陨石事件,37Ma)与比利牛斯构造运动;里斯撞击(莫尔达纳玻璃陨石事件,15Ma)与施蒂里亚构造运动;澳大利亚玻璃陨石事件(0.7Ma)与帕萨迪构造运动。此外,萨夫(22.5Ma)、阿蒂克(5Ma)、罗丹尼(3Ma)和瓦拉赤(1.8Ma)等构造运动也可能与几次尚未发现的巨大撞击事件有关。

250Ma以来,热点溢流玄武岩浆活动与生物灭绝(撞击成因)在时间及周期性上对应一致,从另一个侧面成为巨大撞击诱发板块构造运动的佐证。目前认为,巨大撞击诱发板块构造运动的机制:导致地幔热羽活动,使板块分裂,发生运动;使上地幔过渡带及其附近物质发生相变,挤压上覆岩石圈,形成地幔底辟,导致板块构造运动。

2. 撞击与断裂构造 研究表明,月球和火星上直径约500公里的撞击坑,断裂破碎带深度可达150公里。同样,巨大陨石撞击地球,不仅在地表形成撞击坑,而且可以产生或诱发坑裂构造活动。撞击作用产生的断裂呈圆弧状和放射状分布于撞击坑周围,大部分属张性断裂,延伸规模和切割深度随撞击坑的大小而异。如梅蒂尔、卡拉和萨德伯里撞击坑周围,均发育着弧状或放射状断裂构造。

3. 撞击与岩浆作用 据比较行星学研究,地球及类地行星早期的强烈岩浆活动主要是星子撞击所致。而地球演化后期,岩浆作用主要与板块构造运动有关。巨大撞击则可导致地幔热羽活动和地幔底辟作用,诱发板块构造运动。此外,上地幔岩浆还可通过撞击产生或诱发的断裂构造侵入或喷出地表。

Rampino等研究了250Ma以来全球热点溢流玄武岩浆活动特征后指出,溢流玄武岩浆活动与撞击成因的海底生物灭绝事件在时间上对应一致,且存在着 72 ± 1 Ma的周期,该周期与撞击成坑模型和彗星雨模型的准周期相吻合。由此推断,巨大撞击使地幔受到扰动,产生地幔热羽活动,导致大面积溢流玄武岩浆喷发。此外,萨德伯里侵入杂岩体也应是撞击事件诱发的岩浆作用产物。

4. 撞击与变质作用 巨大撞击可对撞击坑及其附近的岩石矿物产生强烈的冲击变质效应,形成一系列冲击变质特征:部分岩石产生震裂锥,锥长约1—1500cm,锥顶指向撞击坑;矿物晶体发生波状消光,形成膝折带,发育微页理、微裂隙及滑动面,衍射谱线变宽和“星芒化”;石英和长石等矿物转变为非晶质相——击变玻璃;形成一系列具冲击变质特征的矿物,如柯石英、超石英、焦石英、斜锆石,甚至金刚石等。

5. 撞击与地震 模拟研究表明,直径为20公重的陨星撞落于大洋中,撞击能量急剧释放,将产生里氏12.4级的地震,诱发巨大的海啸,冲刷洋底,破坏大陆斜坡沉积锥,形成风暴沉积,触发或加速火山作用和海底热液活动。1908年通古斯撞击事件发生时,伊尔库茨克

记录到有相应的地震波。

6. 撞击与成矿作用 萨德伯里盆地是迄今发现的最大(直径约140公里)、最古老(形成年龄约180Ma)的撞击坑之一,世界上目前已探明Ni储量的50%赋存于该盆地之中。研究表明,这一巨大的Cu、Ni矿产资源应是撞击作用的产物。部分Fe、Mn、Cr矿床,金刚石和金伯利岩以及前寒武纪含铁石英岩建造的成因,也有可能与巨大撞击有关。此外,一些规模较大的古老撞击坑,其遭受破坏的边缘或中央隆起可以成为石油或天然气的贮藏构造,如苏联乌克兰的波尔第士含油盆地等。

撞击成矿的主要机制不在于提供成矿物质来源,而是其诱发效应,即撞击通过诱发板块构造运动、断裂活动和岩浆作用,或形成新的沉积盆地,从而导致成矿作用。Barringer等人试图在梅蒂尔撞坑坑下寻找巨大陨石及其金属矿产的努力最终失败了。而Bray曾指出:

“我认为萨德伯里盆地是由一次巨大陨石撞击形成,但我不认为矿石来源于撞击体。我肯定撞击作为触发因素,导致了地球内部岩浆作用,形成了萨德伯里含Ni侵入体,矿床便是其中的一部分”。

除上述外,巨大撞击还可强烈改变地球外的动力地质作用,如风化、剥蚀、搬运和沉积作用等等,这与古气候、古环境的剧烈灾变密切相关。此外,撞击可形成各种地球化学异常,如撞击界线粘土层中的Ir、Os、REE和其他微量元素异常,C、O同位素漂移,海洋中微量元素地球化学平衡变化等。目前这方面的研究工作较为广泛和深入,在此不再赘述。

研究表明,只有当地球本身处于相对非稳定演化状态时,巨大的地外物体撞击才能凭借地球内部能量,诱发各类强烈灾变效应。系统研究巨大撞击的灾变效应,有助于全面认识古气候、古环境和古生物的演化过程,对地层对比乃至地球演化历史阶段的划分也将具有重要意义。

秦岭群中松树沟OIB型正角闪岩及其意义*

张泽军 安三元 何瑞芳

(西安地质学院)

笔者近年来在北秦岭早元古宙地层秦岭群中发现了两种地球型式的正闪角岩,一种为洋岛玄武岩(OIB)型,另一种为大陆玄武岩(CNB)型。表明北秦岭早元古宙岩石圈具有不同的地球化学富集型式。这一发现可能对认识前寒武纪早期区域地壳演化和构造类型有重要意义。本文概要报导了松树沟OIB型正角闪岩的特征及其意义。

1. 岩石的地质分布和产状 松树沟OIB型正角闪岩分市在秦岭群南部,陕西商南县境

*国家自然科学基金资助项目。