

太阳的伴星

郭士伦

(中国原子能科学研究院)

1984年可能是人类对太阳系认识产生巨大变革的一年。太阳系组成、结构和运行的概念有可能大大改变并深化人类对自己的生活环境——自然界的认识。如果这一新概念得到证实,人们将开始认识到以前从未认识的事物;原来得到的认识也将得到修正和补充。

人类对太阳系的认识曾经发生过一次巨大的变革,那就是十六世纪哥白尼提出日心说。这是现今人们认识太阳系的基础。根据日心说,太阳是银河系的一颗恒星,九大行星围绕太阳旋转,大部分行星有一至几颗卫星,卫星围绕行星旋转。

根据太阳系的这一模型,人们能够解释太阳系和地球上出现的许多现象,但是也发现许多现象不能用这一模型解释,因而迫使人们作出新的判断和理解,提出了太阳存在一颗伴星的新假说^[1-4]。

一、太阳伴星假说提出的根据

1. 地球上恐龙的灭绝

在中生代,地球上生活着大量恐龙。但是在白垩纪与第三纪交替时期,即至今约6500万年以前,地球上的恐龙突然灭绝了。与恐龙同时生存的70%的生物种属,也同时在地球上消失了。是什么原因导致了恐龙和其他生物种属突然灭绝的呢?虽然许多学者曾提出过不同观点^[5],但都基于前述对太阳系的简单认识,因而无法圆满地加以解释。

2. 地壳中铀异常层的存在

1980年以来,美国加利福尼亚大学物理学家、诺贝尔奖金获得者L. W. Alvarez等人^[6]测

量了地壳中铀的含量和分布,在世界范围内发现了两层沉积物,其中含有异常丰富的稀有元素铀。通过研究,他们得出如下结论:(1)铀层沉积的年代与两次地球生物大量灭绝事件发生的年代一致。因而,铀层沉积与生物灭绝应是同一原因造成的;(2)铀层的物质成分与相邻层位截然不同,铀层不是由相邻层位混合与扩散而成,而是地球以外物质降落在地球上形成的;(3)由铀同位素组成可知,铀来源于太阳系,而不是太阳系外物质。什么原因导致什么客体落入地球而造成铀层沉积和生物灭绝呢?这同样是不解之谜。

3. 地球生物灭绝事件的周期性

1983年,美国芝加哥大学古生物学家D. Raup和J. Sepkoski对地球上2.5亿年以来的生物资料进行了统计分析^[7],他们发现,2.5亿年以来,地球上至少发生过七次大的生物灭绝事件(如图1所示)。在每次事件中,都有当时地球生物种属的20%甚至多达70%突然灭绝。这些灭绝事件在地球上周期地发生,周期为大约2600万年(所谓“突然”,实际上是大约延续200万年,但是这与生物灭绝周期和生物发展历史相比,是短暂的一刻)。是什么原因导致地球生物灭绝的周期性呢?根据前述太阳系结构模型是无法解释的。例如:

(1)如果假定撞击地球的是脱离轨道的火星与木星之间的小行星,则由于小行星撞击地球是偶然发生的事件,不可能具有上述周期性。

(2)如果假定撞击地球的是彗星,则由于彗星与地球相撞是偶然现象,也不可能具有这样长的周期性。

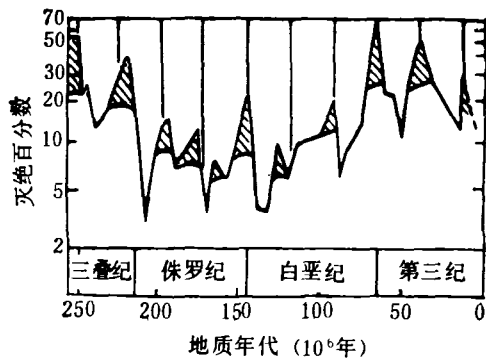


图1 地球生物灭绝百分数与灭绝时间的关系

(3) 如果假定撞击地球的是来自太阳系或银河系或其他来源的星体, 同样不能解释事件发生的这种周期性。

(4) 如果假定太阳系存在一颗彗星, 它绕太阳旋转的周期约为 2600 万年, 并由于它周期性的接近太阳, 扰动小行星, 小行星与地球相撞, 根据天体力学的计算, 这颗彗星的轨道是不稳定的。由于它的轨道太扁, 其他恒星的引力作用会大大改变它绕太阳旋转的周期, 使它的运动失去周期性。

由此可见, 从太阳系的简单模型出发, 已不能解释地球历史上发生的这些现象, 必须打破原有概念, 提出新的太阳系组成、结构和运行模型。

二、太阳伴星假说和生物周期性灭绝与铱反常层的成因

为了克服太阳系简单模型遇到的困难, 1984 年, 美国加利福尼亚大学伯克利分校物理系和罗伦斯伯克利实验室 R. A. Muller 教授和他的合作者 M. Davis 和 P. Hut 共同提出了太阳存在一颗伴星的假说^[4]。与此同时, 美国路易斯安纳州西南大学 D. P. Whitmire 和 A. A. Jackson 也独立地提出几乎完全相同的假说。根据他们的假说, 太阳在银河系中不是一颗单星, 它与另一颗至今尚未观察到的恒星组合在一起, 形成一个双星系统, 太阳的伴星与太阳分别沿着自己的椭圆轨道, 以它们的公共

质心为中心, 互相绕转, 如图 2 所示。这种周期性运动, 造成地球生物周期性灭绝和地球铱层沉积。根据 Muller 等人的计算, 太阳伴星的质量约为太阳质量的十分之一, 是一颗矮星。太阳伴星现在轨道的近日距约为 0.5 光年, 远日距约为 2.5 光年, 太阳伴星与太阳现在互相绕转的周期约为 2600 万年, 这也就是地球生物灭绝事件的周期。这一周期是由早期的较小周期缓慢演变而来的^[8,9]。

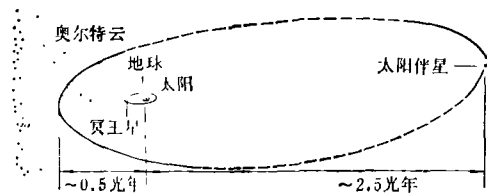


图2 太阳伴星轨道与太阳系星体和奥尔特云位置示意图

是什么星体与地球相撞造成了地球的灾难呢? 天文学家们早已知道: 在太阳系最外层边界处存在着奥尔特云和更内层小星体, 它们由大约 10^{15} 个星体组成, 总质量小于木星质量, 奥尔特云中的小星体绕太阳转动。当太阳伴星经过近日点时, 穿过奥尔特云。由于引力作用, 奥尔特云中大约 2×10^9 个星体脱离原来轨道, 一部分进入太阳系内层, 大约 20 余个在 200 万年内将与地球相撞, 形成彗星雨, 造成地球的灾难。

彗星雨如何导致地球生物灭绝和铱层沉积呢? L. W. Alvarez 指出了几种可能的途径:

(1) 如果奥尔特彗星撞击在地球陆地上, 由于巨大冲击作用, 大量物质化为尘埃云升入高空, 进入同温层, 笼罩地球达数月之久, 使阳光不能达到地面, 植物因光合作用停止和气温降低而死亡, 以这些植物为食的动物也相继死亡。

(2) 由于大陨星冲击地球, 浓厚尘埃云使地面变得黑暗, 地面温度大幅度长期降低, 温度降低量达 30°C 左右, 形成类似于某些人描绘的“核寒冬”天气, 许多生物被冻死。

(3) 如果陨星撞击在海洋中, 大量海水将被汽化而进入大气层, 强化大气的“温室效应”,

许多生物因高温而死。

(4) 由于陨星巨大动能转化为热能和光能,使局部空气升至足够高温度,氮和氧分解并结合成二氧化氮,与水汽结合成一定浓度的硝酸,形成“酸性雨”,导致生物死亡。

以上几种过程可能兼而有之。

由于地球在冷却过程中对元素的分异作用,大部分铀沉聚在地核中,地壳中铀的丰度($<0.1\text{ppb}$)比铀的宇宙丰度(几百 ppb)小得多。太阳系外层奥尔特云及更内层小星体的物质与太阳系其他星体的物质都来源于太阳系原始物质,元素组成接近宇宙丰度,铀的丰度比经过分异的地壳物质大得多。奥尔特彗星与地球相撞,把几十倍质量的地壳物质及其本身化为尘埃云升入高空,在同温层停留数月甚至数年,由地壳物质和星体物质适当混合而成的尘埃逐渐降落到地球表面,形成地壳中的铀反常层。铀反常层中铀的丰度比地壳物质高数倍至数百倍,与太阳伴星假说推断的结果相一致。

三、地球上陨石坑形成年代的周期性

当 R. A. Muller 和他的合作者提出太阳伴星假说后,立即想到:如果陨星周期性撞击地球是造成地球生物周期性灭绝的原因,那么陨星冲击地球生成陨石坑的年代也应具有周期性。于是他与地质学家 W. Alvarez 对地球陨石坑生成的年代进行了统计分析。首先,他们对地球上已知年代的陨石坑进行了筛选,筛选原则是:(1)陨石坑直径大于 10 公里,以保证陨星足够大,与地球撞击足以造成地球的灾难;(2)陨石坑年代在 500 万年与 2.5 亿年之间,即在研究地球生物灭绝事件的时间范围内;(3)年代测定误差小于 2000 万年。他们从 88 个现存陨石坑数据中筛选出 13 个陨石坑数据,统计分析结果说明,地球陨石坑形成的年代具有周期性,周期约为 2840 万年(见图 3)。这一周期与地球生物灭绝周期(约 2600 万年)相一致(在误差范围内符合),而且位相也相同。上一次彗星雨袭击地球和上一次生物灭绝事件都发生在约

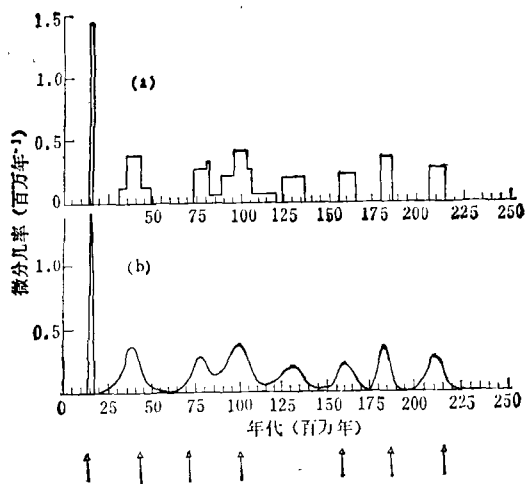


图 3 地球上陨石坑形成年代的周期性

1100 万年至 1300 万年前^[8]。这一事实是太阳伴星假说的有力旁证。

四、生物灭绝周期性的其他解释

为了解释地球生物灭绝事件的周期性,一些学者提出了与太阳伴星假说相对立的假设:地球周期性灾难是由太阳周期性地在银盘中上下振动造成的^[10-13]。在银盘中心平面附近,微星体密度较大,或有较强电磁辐射。太阳穿过银盘中心平面时,地球以较大几率与银河系微星体相撞,或受到较大的辐射影响。太阳在银盘中振动的周期约为 6700 万年,即每 3350 万年穿过一次银盘中心平面。此半周期与地球生物灭绝事件的周期相近,但是这一假设与已观察到的事实有以下几方面矛盾:

(1) 太阳在银盘中振动并与微星体碰撞发生的几率或受电磁辐射较大影响,不会具有尖而窄的峰值,而生物灭绝事件的分布具有尖而窄的峰(约 200 万年)。

(2) 太阳在银盘中振动的位相与生物灭绝事件的位相不同。现在,太阳正在穿越银盘中心平面,按这一假设,地球应处于最危险时刻,但生物灭绝和陨石坑年代分布指明,上一次地球陷入灾难是在 1100 万年至 1300 万年前,下一次灾难的到来应在 1500 万年至 1300 万年

以后,地球正处于安全时期。

银河系微星体与地球相撞,沉积在地壳中的物质来自银河系,这与铀层沉积来源于太阳系物质相矛盾。

因此,太阳在银盘中的周期振动不像是造成地球灾难的真正原因。

尽管太阳伴星假说还处于争论中,还有尚待深入研究的问题,需要更充分的天文和地质资料检验它的正确性,但是这一假说已显示出它的说服力,已成为各学科共同关注的论题。

五、太阳伴星的命名和观测

伴星概念并不新奇,事实上,银河系太阳附近的恒星大部分与一个或几个伴星组成双星或合星,太阳存在伴星并非例外。

太阳的伴星已被命名为 Nemesis^[1],这是希腊神话中复仇女神的名字。

太阳伴星假说当前存在的最大问题,是至今从未有人看到过太阳的伴星,而预言存在这颗伴星是这一假说最重要最直接的结论。证明这一假说的直接途径是在天空找到这颗伴星,但是至今已掌握的古生物和地质学资料不够精确,不能用来确定太阳伴星所处的方位。根据计算,太阳伴星应是一颗小而暗的恒星,在大约2.5光年距离之外,亮度低于8至9等星。由于亮度太低,肉眼看不见,只能用其他仪器观测,这也是银河系中普通恒星的共同特点。美国加利福尼亚大学(伯克利分校)已开始用天文望远

(上接第662页)

$-\Delta n_x$ 和 $\Delta n_{\sigma+}$ 的色散曲线,按(8)式叠加的形状如图5(b)所示。图6是我们在 $B = 190G$ 时用 X-Y 记录仪测得的拍频曲线。我们称图5所示的拍频曲线为“V形”曲线,在横向塞曼稳频激光技术中就是以“V形”曲线为依据进行稳频的。

有关纵向和横向塞曼激光拍频特性的理论计算和实验研究,可参考文献[6]和[7]。

镜在天空寻找这颗被预言存在的伴星。

寻找和研究太阳伴星对太阳系各大行星、卫星尤其对地球的影响是研究太阳伴星的间接途径。太阳伴星与太阳一样,对太阳系一切事件应当起着重要作用,不同的是:太阳的影响是连续性的,太阳伴星的影响是周期性的,人们可以在漫长的自然发展中寻找那些周期发生的“突然”事件,来判明太阳伴星的存在和性质。在这方面,深入研究地球和月球陨石坑,扩大研究地壳中铀和其他稀有元素的含量和分布,发现陨石记录信息的周期性;研究玻璃陨石、微玻璃陨石和宇宙尘在地球上的分布以及物质成分和年代分布;进行古生物灭绝史的深入研究,气象学和冲击物理的研究,都可能为太阳伴星研究提供间接证据。

参 考 文 献

- [1] M. Davis et al, *Nature*, 308(1984), 715.
- [2] R. A. Muller et al, *Nature*, 312(1984), 380.
- [3] D. P. Whitmire et al., *Nature*, 308(1984), 713.
- [4] D. P. Whitmire et al., *Nature*, 312(1984), 381.
- [5] W. M. Napier et al., *Nature*, 282(1979), 455.
E. M. Shoemaker, *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 11(1983), 461.
- [6] L. W. Alvarez et al., *Science*, 208(1980), 1095.
W. Alvarez et al, *Science*, 126(1982), 886.
- [7] D. M. Raup et al, *Proc. nat. Acad. Sci. USA*, 81(1984), 801.
- [8] P. Hur, *Nature*, 311(1984), 638.
- [9] J. Hills, *Nature*, 311(1984), 636.
- [10] W. Alvarez et al, *Nature*, 308(1984), 718.
- [11] M. R. Rampino et al., *Nature*, 308(1984), 709.
- [12] R. D. Schwartz et al., *Nature*, 308(1984), 712.
- [13] P. R. Weissman, *Nature*, 312(1984), 380.

参 考 文 献

- [1] T. Baer, F. V. Kowalski and J. L. Hall, *Appl. Opt.*, 19(1980), 3173.
- [2] N. Umeda, M. Tsukiji and H. Takasaki, *Appl. Opt.*, 19(1980), 442.
- [3] Mark A. Zumberge, *Appl. Opt.*, 24(1985), 1902.
- [4] 王楚等, *光学学报*, 4-9(1984), 808.
- [5] 王楚、吴义芳、沈伯弘, *北京大学学报(自然科学版)*, No. 6(1984), 72.
- [6] 吴义芳、刘小军、杨军, *北京大学学报(自然科学版)*, No. 5(1986).
- [7] 王楚、吴义芳、沈伯弘, *北京大学学报(自然科学版)*, No. 5(1986).