

## 评 论

### 对《沉积作用和气候》一文的两点异议

刘 时 藩

《国外地质》1974年第四期刊载了一篇《沉积作用和气候》的文章,该文系译自苏联的《自然》杂志(Природа, 1972, No. 8)。文章的作者阿洛娃(A. B. Орлова)根据各个地质时期的沉积岩石成份、性质及地理分布,概要的描述了地质时期的气候性质,讨论了古气候的演变规律,认为气候的变化具有下面3个固定特点:“(1)当北极带变温和时,赤道部分则变冷。相反,北极带变冷时,赤道气候则变暖。(2)北极地区变暖的时期和赤道地区变冷的时期是同时的,这种时期很长,并且是逐渐的。这是气候的进化。(3)北极区变冷和赤道区变暖的时期在变动的幅度上是比较大的,并且是非常短暂的;在这一时期内好像出现了复原前一进化期之初的气候状况的逆转现象。”这些观点的中心思想,就是两极区与赤道带的冷热更替贯穿着整个地史时期。致于引起这种气候冷热更替的根本原因是地轴倾斜度的较大规律性的变动。此外,文章也还涉及地轴倾斜度的变化与地球自转速度变化有关等其他问题。

在我们的研究工作中,涉及上述的某些问题,如地质时期的气候分带;地质时期的地轴倾斜(黄道倾斜)的变化是否仅局限于 $22^{\circ}0' - 24^{\circ}30'$ 之间(即天文学上所谓的章动)。对这两个问题的看法以及推论出这些看法的思想方法,我们和阿洛娃有不同的看法。

#### 一、关于古气候的分带问题

如上所述,阿洛娃对古气候演变的基本思想,是北极地区与赤道地区的冷热更替。而且认为这种变化是巨大的,并以三亿年前的泥盆纪作例子,说当时的北极地区主要为热带,赤道地区则覆盖着冰川云云。

三亿年前的气候果真是在北极区是热带、而

在赤道地区覆盖着冰川吗?这里姑且不说地质历史的事实,就是单纯从地球与太阳相对位置的关系去考虑,也无法得出上面的结论。

运动是物质存在的形式,一切事物都是运动着和变化着的,基于这样的哲学基本道理,地表任何一点在其漫长的地质岁月中,自然景观的特征和所在的空间位置不可能是固定不变的。但是从阿洛娃对古气候的阐述中,尽管没有明确指出,但字里行间所流露出的确实隐伏着这样一个前提或假设,即地极的位置是恒定不动的。我们指出这一点,决不是意味强求别人接受大陆漂移或板块构造学说的观点,而只是表明阿洛娃分析问题的方法是静止的形而上学的,在哲学上是站不住脚的。

泥盆纪的老红砂岩,几乎遍布世界各地,其中还常产有无颌类、盾皮类鱼化石和植物化石。紫红色的碎屑沉积,在沉积岩石学上通常被看作炎热气候条件下的产物,这一点阿洛娃在她的文章中也是确认的。泥盆纪时,位于现代北极圈里的斯匹兹贝尔根群岛、格陵兰东部等地确实分布着老红砂岩,其中产鱼化石。阿洛娃认为泥盆纪时北极地区主要是热带,其证据之一可能也就是这些事实。不过老红砂岩的分布并不局限于北极地区,在北美东部、欧洲的西北部、我国的西北、中南地区也都有分布。尤其是我国南部的某些地点,其地理位置已位于北回归线以南、但也有老红砂岩的分布,也产鱼化石。此外,在南半球的澳大利亚东部,其北端已伸延至南回归线以北,也有老红砂岩的分布,也产有鱼化石。很显然,这些事实和持有泥盆纪时北极地区气候热,赤道地区冷的看法是相矛盾的。在非洲南部及巴西的东南部,这些地区靠近现代的热带,但却有泥盆时的冰川沉积。这一点看来似乎与阿洛娃的观点相一致。但

是,如上所述的澳大利亚东部有老红砂岩的分布,并产鱼化石,这些地点的现代纬度与非洲南部、巴西东南是大致相当的,如果说阿洛娃的看法是正确的话,那为什么会出现这种矛盾现象呢?

矛盾的出现,往往给开拓新的思路创造了前提。阿洛娃解释她所分析的资料时,会不会受到固定论地球观偏见的局限,她所认为的分带,会不会是地极移动或地块移动或其他原因,以及这诸种原因不同程度叠加结果所成的一种假象?!

泥盆纪的老红砂岩,除上面例举的地点之外,在南极洲也有分布。老红砂岩的地点与其鱼化石的地点,乍看起来觉得杂乱无章,不可理解。但如果我们的思想能挣脱某些传统观念的约束,基本上呈环带状的分布现象就会启发我们,地极是否有过移动。早在三十年代就有人从古生物学的角度,提出了地极移动的观念,认为泥盆纪时的北极在阿留申群岛的东南;南极位于非洲南部的南位置。这个结论得到了五十年代以后兴起的古地磁学的支持,泥盆纪老红砂岩及鱼化石的资料同样也支持这样一个结论。古生物学和古地磁学研究结果的一致性,决不能轻易地看作是一种偶然的巧合,而应当看作是存在一定内在联系的表现。这里我们也必须注意,从古生物学得出地极移动看法的立足点,也是基于各地块之间在地史上未曾有过较大的错动这基本观念之上的,而古地磁学是承认地块之间有过较大的位移,事实上古地磁学的兴起又是大陆漂移思想“复活”的一个重要支柱。这个问题应作进一步的研究。

虽然目前对老红砂岩和鱼化石环带状分布现象,而这种环带还不与今天的气候带平行的原因尚不太清楚,是地极移动的结果呢,还是地块移动的结果?或者其他原因以及这诸种原因不同程度的叠加的结果?但呈环带状的事实至少可以说明,各个地质时期的气候带是移动的,把今天的地极和赤道的位置看成恒定不动的观点是不符合地史事实的。

## 二、关于地质时期的黄道倾斜

阿洛娃从沉积岩石学的角度,研究了奥陶纪

以来的气候分带性质及变化规律,提出了地质时期气候变化的一个主要原因,是地轴倾斜度有规律的较大变动的看法。这看法和我们从古生物学的角度所得出的结果是一致的,就是说,在地质历史时期内,地球自转轴的倾斜度曾有过较大的变化,其变动的幅度比今天天文学上的章动(在 $22^{\circ}-24^{\circ}30'$ 之间摆动)要大得多。但是,在定量的估计某一地质时期地轴倾斜角度时,我们的结论又正好和阿洛娃的结论相反。如对三叠纪气候的看法。阿洛娃认为:“三叠纪时现代的北极地区早期是温亚热带,中期是温寒带,晚期是亚热带,时而热带(见《沉积作用和气候》的表1)。”并认为引起这种气候变化的一个主要原因,是当时的地轴倾斜度大,从早期的 $40^{\circ}$ 到晚期增至 $45^{\circ}$ 。基于三叠纪陆生脊椎动物化石的地理分布资料(表1),一般认为三叠纪的温暖气候带显得比今天要宽。导致出现这种气候的一个主要原因,是由于三叠纪时的地轴倾斜度比今天小得多,我们的粗略估计是 $10^{\circ}$ 左右。既然都认为三叠纪时地轴倾斜度有较大的变化,那为什么在定量估计这个角度时又有这样大的差别呢?一个是 $40^{\circ}-45^{\circ}$ ,一个是 $10^{\circ}$ 左右。究竟哪一种说法比较正确?下面就谈谈我们的分析方法,同时也表明对阿洛娃分析方法的意见。

地球自转的同时,还围绕太阳公转,并且地球的赤道平面不与地球的轨道平面重叠,两者之间存在着 $23^{\circ}27'$ 的夹角,结果使得地表的气候出现了季节性的更替。如果这个夹角(即地轴的倾斜度)增大,高纬度地区的温度相对升高,而低纬度地区的温度相对下降,另一种变化的趋势是随着地轴倾斜的增大,夏季半年与冬季半年的温差也就增大,尤其是在高纬度地区更为显著。反之,则温差减小。

三叠纪的两栖、爬行动物的地理分布,表明了当时的中纬度有较高的气温,并且年温差小。我们分析了影响气候变化的诸种因素后,认为其中主导的因素是地轴倾斜度的较大变化,最后从几何光学的角度予以分析,定量地估计了这个角度的大小,认为 $10^{\circ}$ 左右。(图1)

表1 三叠纪两栖、爬行动物(科)的纬度分布

| 90°N | 70°N | 50°N | 30°N | 10°N | 10°S | 30°S | 50°S | 70°S | 90°S |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 18   | 31   | 17   | 0    | 18   | 40   | 8    | 0    |      |

依 Cox, 1973, 略有修改。

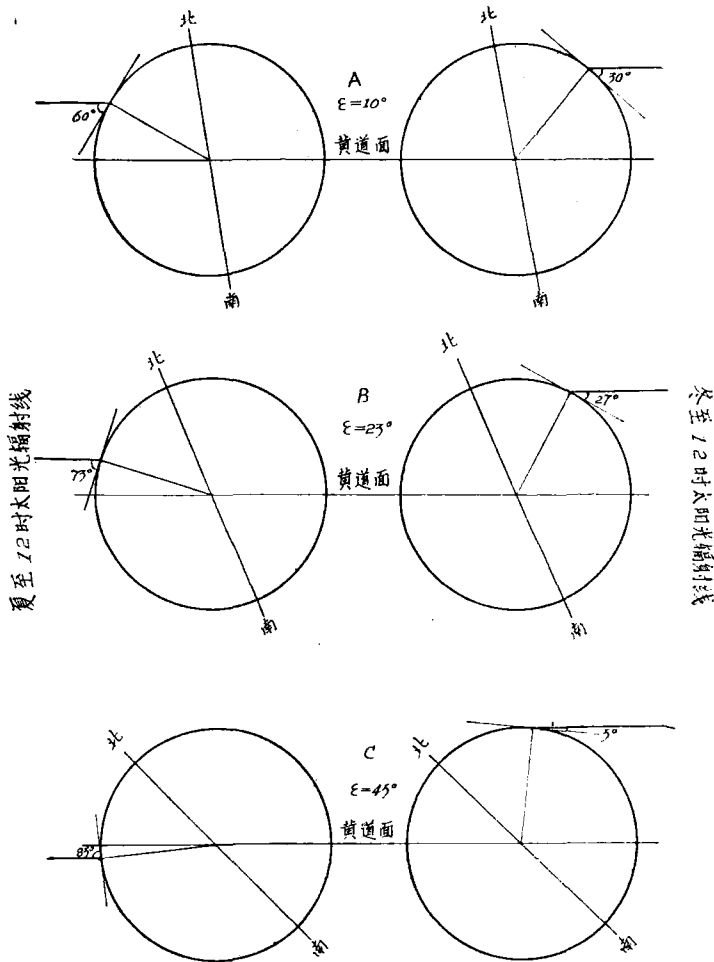


图 1

北纬  $40^\circ$  的某点,在地轴倾斜分别为  $10^\circ$ 、 $23^\circ$ 、 $45^\circ$  三种状态下夏至和冬至 12 时接受太阳辐射的情况。因为每平方厘米水平面上在 1 分钟内获得的热量等于太阳常数乘以太阳光入射角的正弦函数,即  $I=I_0 \sin \alpha$ ,则冬季半年与夏季半年最大温差的比,亦即入射角正弦函数之比。

A 表示地轴倾斜为  $10^\circ$  时的情况,这时夏至 12 时的入射角为  $60^\circ$ ,冬至 12 时的入射角为  $40^\circ$ ,冬至与夏至太阳辐射强度的比为 71%; B 表示地轴倾斜为  $23^\circ$  时的情况,这时夏至 12 时的入射角为  $73^\circ$ ,冬至 12 时为  $27^\circ$ ,冬至与夏至太阳辐射强度的比为 46%; C 表示地轴倾斜为  $45^\circ$  时的情况,这时夏至 12 时的入射角为  $85^\circ$ (此情况太阳一年有两次过天顶,入射角达  $85^\circ$  之前经过  $90^\circ$ ),冬至 12 时为  $5^\circ$ ,冬至与夏至太阳辐射强度的比小于 9%。

为什么阿洛娃认为三叠纪的地轴倾斜为  $40^\circ$ — $45^\circ$ 呢?从图 1 可以看出,她只强调了地轴倾斜度增大会使高纬度气温相对升高这一面,而没有看到或低估了另一面,就是随着地轴倾斜度的增大年温差也随着增大。也可以说,这是受沉积岩反映古气候条件的局限性的影响。岩石和生物不一样,它是非生命的物质,只要在一定的期间能达到某种气温条件,它就能形成一定的沉积物,与这

种气温是否恒定无关。而生命的物质却不然,它既要求有一定气温条件,而且要求这种气温的变化只能在一定的范围之内,越过了这个范围,生命就难以延续。在阿洛娃的插图中(详见《沉积作用和气候》的图 2)认为当轴倾斜为  $72^\circ$  时,赤道地区可以覆盖冰川。但是两极的年温差也就更加显著了,北极地区在夏至前后时,可以获得相当今天热带的气温,但到了冬至前后时,几乎就成了暗无

天日、遍地冰封的境地。像两栖、爬行动物一类的生命物质,是很难设想能在这样的条件下生存的。但是,当地轴倾斜为  $10^{\circ}$  左右时,情况就完全另一个样了,如图 1 所示,北纬  $40^{\circ}$  左右的地区,夏至前后虽然比现在(倾斜为  $23^{\circ}$  时)同样的地区要少获得一些太阳辐射热量,约为现代的 89%。在

冬至前后时,北纬  $40^{\circ}$  左右的地区就可以获得比现代同样地区 1.42 倍的太阳辐射热,亦即相当现代北纬  $27^{\circ}$  左右地区的热量。这样的气温是两栖、爬行一类动物生活理想的场所,更有意义的是,这样的一种气候分带模式,最吻合于三叠纪时两栖、爬行动物的地理分布概况。