

# 宇宙因素对地球的影响

赵 铭

(中国科学院上海天文台)

## 提 要

本文对当前在宇宙因素与地球的关系方面的研究情况作了综述。在列举并评述了若干学术观点之后,认为,目前该项研究还处在以定性推理为主的初级阶段,非常需要天文学家和地学家紧密合作,对已经发现的各种现象作定量的分析推导。

## 一、前 言

长期以来,天文学和地球科学之间是泾渭分明的。天文学的研究对象是整个宇宙。天文学从宇观尺度上研究各种天体,包括地球本身。例如天体的形状、大小、质量、运动规律、物理状况、化学组成、天体间的相互作用等,都是天文学的研究内容。而地球科学则是从宏观尺度上研究地球各不同部分的特征,例如研究大气、海洋和地壳的运动,研究地球各部分的物理、化学性质等等。

经典的地球科学通常把地球作为一个独立的封闭系统来研究。它常用一种地象去解释另一种地象。例如用板块运动解释地震,用海陆地貌的变化解释冰期的出现,用地球内部能源的作用解释地质变化,用大气环流异常解释地区性的气候异常等等。但是,仅用地球内部原因来解释各种地象却无法回答这样一个问题——为什么许多地象会有周期性?于是,一些地学家注意到广阔的宇宙,尝试研究宇宙因素对地球的可能影响,用天象来解释某些地象。为了叙述上的方便,下面把各种宇宙因素对地球的影响简称为“宇地关系”。宇地关系的研究几乎涉及到天文学和地球科学的每个分支。它目前还处于初级阶段。许多工作都是研究天象和地象间的相关性,或进行一些定性的推理和大胆的想法。一般都还没有形成定量的推导。这项研究工作要涉及众多的学科,而任何一个研究者个人都很难做到精通所有的学科。在这种情况下,常会把工作局限于某两个现象的关系之中,弄得不好会变成瞎子摸象,甚至由于隔行如隔山而出现一些基本性错误。所以这项研究特别需要多学科专家间的合作。但现在对于宇地关系的研究,地学家介入的较多,天文学家介入的还较少。本文的目的是通过对目前研究动态的概括介绍,呼吁更多的天文学家关心这项研究。当然由于上述同样原因,文章本身也可能是挂一漏万,本意仅在于抛砖引玉而已。

1986年9月22日收到。

1987年10月24日收到修改稿。

## 二、气候变化的宇宙因素

气候的变化发生于地球的最外层——大气层。不难想象大气最容易受到各种空间因素的影响。因此,宇宙因素对气候变化影响的研究非常活跃。

### 1. 太阳活动和气候变化

一些研究者分析了地方气象记录,发现气温、气压、降雨量等气象因子有时含有11年、22年、80年和180年等变化周期<sup>[1-12]</sup>,并发现这些周期在太阳活动资料中同样存在。因此他们认为太阳活动的周期性引起气候变化的周期性。但是困难在于如何解释太阳活动对气候影响的地方性和时变性。有的地方影响气温,有的地方影响降水量,而有些地方两者之间没有什么相关关系<sup>[13]</sup>。对于同一地方,有时两者正相关,有时是负相关<sup>[14,16]</sup>。因此,深入研究太阳活动影响气候变化的物理机制是必要的。当然,现有的对现象本身的研究也不无可疑之处。由于谱分析方法使用不当,所报道的变化周期有时只是噪声的统计效应。

有的研究者分析了在更长时间尺度上气候变化与太阳活动的关系。如,文[14]认为1650—1700期间的全球低温期与太阳活动的蒙德极小期有关;文[15]指出,我国的冷暖和旱涝的世纪变化与太阳活动的世纪变化相对应。但是,蒙德极小期是否存在尚有争议<sup>[16], [17]</sup>。由于可靠的太阳活动记录仅有二百多年,除了准11年周期和准22年极性周期被认为确实存在以外,要探求更长尺度上变化的确切规律尚有待于资料的进一步积累。

有的工作还讨论了地质时期太阳活动对气候变化的影响,认为地质时期气候大波动是太阳内部的周期变化引起的,其周期为1200万年<sup>[18]</sup>。太阳常数的可能变化与大冰期的关系也受到注意<sup>[19-22]</sup>。空间探测结果表明,太阳常数确实有不同时间尺度的波动<sup>[20]</sup>。

此外,还研究了耀斑对天气过程的影响<sup>[23], [24]</sup>。在耀斑爆发时释放出大量能量和粒子流,影响地球的臭氧层,进而影响天气过程。

### 2. 地球轨道运动参数变化对气候的影响

在地球的演化史上,气候变化的最显著特征是冰期周期性地出现。最近一次冰期在一万多年前结束。在近几百万年中,冰期一个接着一个<sup>[25]</sup>。在近一百万年中大约出现十次冰期,大约每十万年出现一次。在这个主周期波动上还叠加着一些小的变化<sup>[26]</sup>。在更长的时间尺度上,气候变化方式是大冰期和非冰期的交替。约2.0—2.5亿年出现一次大冰期,每次约持续5千万年<sup>[25]</sup>。每次大冰期中包含若干次冰期。为了解释冰期的成因,人们提出过一些不同的假说。现在得到较多支持的是米兰柯维奇的假说<sup>[23], [25], [26]</sup>。该假说认为,地球轨道运动参数的变化改变了北半球接收到的太阳辐射量,导致气候的变化。根据天体力学的结果,地球轨道偏心率 $e$ 和黄赤交角 $\varepsilon$ 分别存在10万年和4.1万年的周期变化,分点岁差 $P$ 具有2.3万年和1.9万年的周期变化。根据这些参数变化公式计算出北半球接收辐射量的变化曲线与第四纪冰期的循环很相似。冰川记录的谱分析结果确实给出了10万、4.3万、2.4万和1.9万年的周期<sup>[26]</sup>。这是对米氏理论的有力支持。有些作者在此基础上又做了进一步工作<sup>[27-33]</sup>。

当然,这个理论也面临不少尚待解决的问题。它可以解释第四纪冰期,但不能解释有2亿多年周期的大冰期循环<sup>[32]</sup>。为此,文[32]作者用交角 $\varepsilon$ 在振幅为 $10^\circ$ — $15^\circ$ 范围内有2—3亿年周期的变化来解释大冰期。但是 $\varepsilon$ 的这种变化的存在还没有天文上的依据。此外,在 $e$ 、 $\varepsilon$ 和 $P$ 这三个参数中, $\varepsilon$ 的变化对地球上接收的太阳能量的地区分布影响最大,按理冰期的

主周期应等于  $e$  的变化周期(4万年),但实际却等于  $e$  的变化周期(10万年)<sup>[26]</sup>。对于第四纪的时间跨度以及冰期的次数,现在地质学界有了和以前不同的结论<sup>[34]</sup>。这样,米氏理论曲线是否和实际的冰期交替相一致也成问题。还有,按米氏理论,南北半球接收太阳辐射的变化是相反的,而第四纪冰川的出现却是全球性的,南北半球是同步的。地质学的研究还表明,冰期是突然到来和突然消失的<sup>[25]</sup>,并不是象正弦曲线那样的变化,这也给米氏理论带来困难。所以现在仍有些地学家从地球本身寻找冰期成因,如板块运动、地极的大尺度漂移、火山爆发等等<sup>[25]</sup>。当然,这些解释各自也面临更多的难题。

### 3. 地球自转变化和气候变化

毫无疑问,大气环流的特征对各地气候变化有重大影响。但在大气环流变化与地球自转变化的关系问题上,天文学家和某些地学家的看法是不同的。在天文学家看来,大气环流变化引起地球自转速率变化,大气质量迁移和地面风对固体地球的作用力引起地极的周年运动,这是已成定论的事。但一些地学家却持相反的观点,认为地球自转变化引起大气环流变化,从而影响到气候<sup>[15]</sup>,<sup>[35-37]</sup>。这种不一致正说明双方需要更多的交流和合作。

也有人用自转速率的长期变化来解释地质史上的气候变化。文[38]提出,前寒武纪后期,距今19亿年前,每年约有800—900天,地球转速约是今天的2.5倍。这么高的旋转速度使得当时的气候与今天有一系列不同。文[39]对此持异议,认为这不能解释前寒武纪出现的几次冰期。

### 4. 月球和行星运行对气候的影响

我们的祖先早就注意到气候的某些变化与太阳、月亮和大行星的相对位置有关系。民间流传许多关于天气变化的谚语对某些天象——天气关系给予经验的概括。现在经过许多气象学家把它们发掘、整理,用科学方法作分析验证,得出一些统计规律。有的报道月相与冷空气活动、阴晴转换、暴雨、梅雨等天气过程有显著的相关性<sup>[40-44]</sup>。也有的报道了阴历闰年、日食、九星联珠、行星的冲与合等等均与气候变化有统计关系<sup>[44-46]</sup>。这些工作涉及太阳系中各种天体,也涉及各种天气过程。把它们收集到一起,确实是一幅错综复杂的关系图,一时令人眼花缭乱,真假难辨。除了需做更多的相关统计以外,从天文方面探讨它们的相关机制是重要的。

### 5. 银河系旋转与气候变化

在地质史上,气候变化最显著的特征就是大冰期的循环,约2.5亿年一次。前面所提各种因素都不能解释大冰期循环。有些研究者把它归因于银河系的旋转<sup>[47-49]</sup>,因为银河系旋转周期是2.5亿年。在银河系旋转过程中,太阳系进出于旋臂之间,太阳系所处的空间状态、太阳系的银心距、太阳系内部运动状态以及引力常数 $G$ 可能发生变化而导致大冰期循环。

### 6. 影响气候的其他天文因素

可以说,几乎一切可以想象的天文因素都被提到可能与气候变化有关。此外,还涉及到彗星、超新星爆发、陨击事件、引力常数的变化等。

文[23]认为,太阳系附近的超新星爆发,会对地球产生重大影响。在距离太阳10pc处爆发一颗超新星,地表的宇宙线强度可能增大30倍,这会破坏大气的臭氧层,给地球带来灾难性后果。据估计,在地球史上,20pc以内的超新星爆发约几十次。有的认为超新星爆发可能导致气候变冷而出现冰期<sup>[24]</sup>,<sup>[50]</sup>,<sup>[51]</sup>,有的却认为爆发会使地球气候变暖<sup>[52]</sup>。

文[23]指出,彗星或小行星撞击地球,将产生大量尘埃。这些尘埃可以达到同温层而散

布于全球,使地球接收到的太阳辐射减少,造成气候变化。

文[53]指出,引力常数 $G$ 的变化能引起地球半径的变化,从而引起气候变化和其他地质变化。但文[54]指出,近几年空间测量资料的研究表明,没有发现 $G$ 值存在如所预料的那样变化。

### 三、形成地质旋回的宇宙因素

地球的地质活动最显著的特点是具有周期性,即地质旋回。用地球内部原因难以解释地质旋回的成因,于是人们很自然地到宇宙空间去找原因。前面叙述的冰川活动不仅是气候变化现象,也是一种重要的地质活动。

除了冰川活动以外,人们还把其他许多地质旋回现象与宇宙因素联系起来。有多种地质现象具有银河系旋转的同样周期,如海浸海退、地壳运动、岩浆活动、地磁反转等<sup>[49]</sup>。文[55]指出,在5.6、3.8、2.1和0.3亿年以前发生的几次造山活动和岩浆活动时期,与太阳绕银心运动中通过其椭圆轨道上某一点的时刻正相对应,这说明银河系因素是形成地质旋回的原因之一。文[56]认为,地球海陆分布的不对称性很可能是银河力作用的结果。作者假设这种银河力远非普通概念中的引力可比拟。银心附近几百万颗恒星的作用力可能通过某种方式加以会聚,加强了方向性,并形成了比引力概念中的星球力大得难以想象的宇宙力。在最近二千万年中,银心的赤纬处在同一个半球,这引起地球形状的不对称。作者还认为这种宇宙力引起了板块运动、地震、大气剧烈活动等一系列现象。文[47]指出,地球上几次大的构造运动都对应于太阳通过银河系旋臂的时期。文[23]对地质旋回的宇宙成因作了较系统的归纳。

近些年,地质学中的新灾变论受到重视。从1984年起,地外力量有规律地干预地球生命史的观点得到流行<sup>[58]</sup>。这种观点认为,太阳有一颗暗伴星,它在轨道上的周期性运动中,对奥尔特云作周期性扰动,使得云中的彗星周期性地撞击地球而形成地质旋回。或认为太阳在垂直于银道面方向作周期振动,使彗星周期性地撞击地球。文[59]分析了250万年来生物灭绝强度和地球上陨击坑直径的相关关系,得到相关系数达0.92。因此作者认为地球上生物周期性灭绝是周期性的陨击造成的。超新星爆发也被认为同地质活动与物种灭绝有关<sup>[23]</sup>。文[60]指出,一万年前发生的灭绝事件可能与10500年以前船帆座附近爆发的超新星有关。

### 四、其他地象的宇宙因素

许多研究者把地震活动同宇宙因素联系起来。文[61]发现地震的发生有一定的重复周期。这种周期长至几百年,短到几个月以至几天。地震频次的时间分布也不是均匀的,在一年中与月份有关,在一月中与月相有关<sup>[61], [62]</sup>。在更长时间尺度上,还发现与太阳活动周期有关<sup>[63-65]</sup>。

地球自转变化与地震的关系的讨论曾经非常热烈<sup>[66-71]</sup>。自转速率变化,极移振幅的变化都被认为可能触发地震。当然也有正相反的看法,认为地震引起自转变化。认为两者没什么明显关系的也不乏其人。文[72]指出,在亮于2<sup>m</sup>.1的新星出现以后,全球7级以上大地震明显增多。太阳上大的爆发也会使地震活动加剧。

地磁场变化的研究也已与宇宙因素联系起来,太阳活动对地磁场的影响已是众所周知的。

除此之外, 有人认为地磁场西移与自转速度变化有关<sup>[73]</sup>; 地磁活动的周年起伏与地球轨道运动有关<sup>[74]</sup>; 地磁暴还可能与彗星飞临地球有关, 如1910年5月18日磁暴可能就是哈雷彗星的等离子体彗尾扫过地球引起的<sup>[74], [75]</sup>。

## 五、后 语

前文中列举的仅是宇地关系研究中的部分情况。列举这些情况本身并不是我们的目的。我们的目的是通过这些例子说明:

1. 当前宇地关系研究非常活跃。从宇宙因素中寻找某些地象的周期性的成因是完全可以理解的。这项研究值得深入下去。

2. 现有的研究还是很初步的, 多数是从天象与地象发生时间的联系或发生频率的相近为出发点, 通过定性推理甚至猜测而在两者之间建立联系。还很少应用天文的理论定量地给出严格的推导, 而这正是天文学家应当做的事。

3. 许多观点还是有争议的。受到一致公认的还比较少。这正说明在这个领域中还有许许多多的谜未被揭开, 研究者在这里可以大有作为。有些争议是由于不同专业的研究者互相了解不够引起的。比如在我们看来, 有些地学家的文章中涉及的天文概念是欠妥的。同样, 如果由天文学家写文章研究地学问题, 在地学家看来, 很可能是漏洞百出的。然而宇地关系研究必须涉及天文学和地学的各个方面。因此, 不同专业的科学家之间的密切合作是非常必要的。

## 参 考 文 献

- [1] Herman, J. R. et al., Sun, weather and climate, NASA, (1978), 360p.
- [2] 吴达铭, 大气科学, 5 (1981), No. 4, 376.
- [3] 张德二, 科学通报, (1980), No. 6, 270.
- [4] 江西省气象局资料室, 气候变化和超长期预报文集, 科学出版社, (1977), 175.
- [5] 福建省气象局气象台, 气候变化和超长期预报文集, 科学出版社, (1977), 10.
- [6] 郑斯中等, 气候变化和超长期预报文集, 科学出版社, (1977), 29.
- [7] 张德二等, 科学通报, (1986), No. 8, 597.
- [8] 陈菊英, 气象, (1980), No. 11, 7.
- [9] Feynman, J. et al., J. Geophys. Res., 89 (1984), No. A5, 3023.
- [10] Garcia, R. R. et al., Planet. Space Sci., 32 (1984), No. 4, 411.
- [11] Schove, D. J., Ann. Geophys. 1 (1983), 391.
- [12] Gribbin John, Nature, 246(1973), 453.
- [13] Schwentek, H. et al., Sol. Phys., 71 (1984), No. 1, 181.
- [14] 王雷, 气象, (1978), No. 7, 26.
- [15] 吴晓华, 科学通报, (1982), No. 16, 998.
- [16] 徐振韬, 蒋窈窕, 南京大学学报, (1979), No. 2, 33.
- [17] 常国华, 天体物理学报, 4 (1984), No. 4, 286.
- [18] Ezer, D. et al., Nature, 240 (1972), 180.
- [19] Schneider, S. H. et al., Science, 190 (1975), 741.
- [20] 徐群, 气象, (1983), No. 6, 7.
- [21] Öpik, E. J., Mon. Not. Roy. Astron. Soc., 110 (1950), 48.
- [22] Dilke, F. W. et al., Nature, 240 (1972), 263.
- [23] 徐道一等, 天文地质学概论, 地质出版社, (1983), 284p.
- [24] Reid, G. C. et al., Nature, 259 (1976), 177.
- [25] Van Andel, T. H., New Views on an Old Planet, Cambridge University Press, (1985), 324p.
- [26] Curt Covev. 科学. (1984), No. 6, 12.

- [27] Berger, A., *Celestial Mech.*, **15** (1977), 53.  
[28] Berger, A., *Astron. Astrophys.*, **51** (1976), 127.  
[29] 徐钦琦, 科学通报, (1980), No. 4, 180.  
[30] Hays, J. D. et al., *Science*, **194** (1976), 1121.  
[32] 徐钦琦, 地质科学, (1979), No. 3, 252.  
[33] 周淑贞等, 气象学和气候学, 北京人民教育出版社, (1977),  
[34] 傅逸贤, 科学通报, (1980), No. 21, 984.  
[35] 任振球等, 科学通报, (1985), No. 6, 444.  
[36] 于道正, 气象, (1979), No. 2, 6.  
[37] 彭公炳等, 大气科学, **4** (1980), No. 4, 369.  
[38] Hunt, B. G., *Nature*, **281** (1979), 188.  
[39] Williams, G. E., *Nature*, **286** (1980), 309.  
[40] 朱振全, 中国科学, (1982), No. 1, 44.  
[41] 江苏省启东县气象站, 气象, (1976), No. 10, **12**.  
[42] 宋明玉等, 气象, **12** (1986), No. 1, 37.  
[43] 任振球, 气象, (1982), No. 5, 12.  
[44] 任振球, 气象, (1975), No. 9, 18.  
[45] 谢亮, 气象, (1980), No. 3, 21.  
[46] 山西省昔阳县气象站, 气象, (1977), No. 4, **19**.  
[47] 蒋志, 中国科学, (1981), No. 9, 1104.  
[48] 蒋明汉, 气象, (1984), No. 9, 28.  
[49] 陈雄, 地球化学, (1984), No. 3, 256.  
[50] Clark, D. H., *Nature*, **265** (1977), 318.  
[51] Hunt, G. E., *Nature*, **271** (1978), 430.  
[52] Aikin, A. C., *Planet Space Sci.*, **28** (1980), 639.  
[53] Steiner, J., *Journ. Geol. Soc. Australia*, **14** (1967), **99**.  
[54] 延君, 自然杂志, **7** (1984), No. 9, 709.  
[55] Бардасаров, Ю. А., 地质地球化学, (1984), No. 1, **35**.  
[56] 黄培初, 地质地球化学, (1984), No. 11, 65.  
[57] 徐道一, 自然杂志, **5** (1982), No. 10, 743.  
[58] 石实泽, 科学, (1986), No. 1, 71.  
[59] 陈道汉等, 中国科学A辑, (1986), No. 1, **67**.  
[60] 徐钦琦等, 科学通报, (1985), No. 2, 159.  
[61] 徐道一等, 天体运行与地震预报, 地震出版社, (1980).  
[62] 任振球, 科学通报, (1982), No. 10, 617.  
[63] Simpson, J. F., *Earth and Planetary Sci. Letter*, **3** (1968), No. **5**.  
[64] 罗葆荣等, 科学通报, (1978), No. 8.  
[65] 刘德富等, 地震科学研究, (1982), No. 1, 38.  
[66] Kanamori, H., *Nature*, **262** (1976), 254.  
[67] Myerson, R. J., *J. Geophys. Res.*, **75** (1970), 6612.  
[68] 赵铭等, 科学通报, (1980), No. 16, 738.  
[69] Smylie, D. E. et al., *J. Geophys. Res.*, **73** (1968), 7661.  
[70] Mansinha, L. et al., *J. Geophys. Res.*, **72** (1967), 4731.  
[71] 刘忠书, 天文, 地质, 地震, 气象相互关系讨论会文集, (1983), 66.  
[72] 虞振东, 天文, 地质, 地震, 气象相互关系讨论会文集, (1983), 205.  
[73] 雅各布斯, J. A., 地质学教程, p. 90, 地震出版社, (1979).  
[74] 叶家鑫等, 科学通报, (1984), No. 21, 1320.  
[75] 李中元, 天文, 地质, 地震, 气象相互关系学术讨论会文集, (1983), 205.

(责任编辑 林一梅)

---

## On Effects of Some Cosmic Factors On the Earth

Zhao Ming

(*Shanghai Observatory, Academia Sinica*)

### Abstract

Present studies on the relation between universe and the Earth are summarized and commented in the paper. It is mentioned that the study in this field is still in a primary and qualitative stage. Further efforts should be made in a close cooperation of the astronomers and the geophysicists in order to analyse the phenomena quantitatively.