

44-47

# 干旱、地震与月球赤纬角变化\*

杨学祥, 陈殿友, 李守春  
(长春科技大学, 吉林 长春 130026)

**摘要:** 计算了月球赤纬角最大和最小时地球的潮汐形变值. 结果表明, 当赤纬角最大时月球引潮力所引起的地球表面积和地壳容积变化量是赤纬角最小时所引起的相应变化量的2.3倍. 因此, 当月球赤纬角最大时地球大量放气, 而月球赤纬角最小时气候干旱, 中国大陆出现旱灾. 用地球自转速度变化周期和地震周期对上述结论进行了论证.

**主题词:** 月球赤纬角; 固体潮; 干旱; 地球放气

**中图分类号:** P315; P184 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(1999)01-0044-04

## 0 问题的提出

郭增建等人(1991)研究发现, 当月球赤纬角最小时( $18.5^\circ$ ), 它的直下点远离中国主大陆, 所以在主大陆内引起的地壳隆起幅度较小, 因之地下放出的携热水汽就少, 这样就不易诱使热带气团与高纬冷气团在中国大陆上相碰, 因之雨量减少, 会形成干旱, 其周期为18.6年. 1941~1942年、1959~1960年和1978年是月亮赤纬角最小的年份, 在此时段中国发生了严重的旱灾. 据此, 郭增建等人(1996)预测, 1996~1997年中国可能还要出现大的旱灾<sup>[1]</sup>.

1997年是中国大旱之年已成为事实. 郭增建等人的成功预测为深入探讨地球放气机制奠定了基础. 本文通过进一步计算, 为探讨月球赤纬角变化对地球的影响机理提供新的数值方面的证据.

## 1 月球赤纬角产生的地球潮汐形变极值

笔者在文献[2]中讨论了一种被人们忽略了的潮汐形变极值, 即当月球位于南纬和北纬 $28.6^\circ$ 时地球中纬度地区地壳的线性形变量最大. 具体变化数值可参阅表1和表2. 表中 $\Delta r$ 是地球矢径 $r$ 的增量,  $\Delta L$ 是矢径 $r$ 所对应大椭圆的周长增量.

表1 月球在南北纬 $28.6^\circ$ 时地球自转半周期所对应的线性形变<sup>[2]</sup>

| $\theta/^\circ$      | 0 | 10    | 20    | 28.6  | 40    | 45    | 60    | 70    | 80    | 90 |
|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| $\Delta r/\text{cm}$ | 0 | 7.18  | 11.25 | 14.13 | 16.56 | 16.81 | 14.56 | 10.81 | 5.75  | 0  |
| $\Delta L/\text{cm}$ | 0 | 24.44 | 35.44 | 44.37 | 51.99 | 52.79 | 51.99 | 33.93 | 18.05 | 0  |

收稿日期: 1997-08-18

\* 国家自然科学基金项目(49774228)资助.

第一作者简介: 杨学祥, 男, 1947年10月生, 教授, 现主要从事地球差异旋转动力学研究

表2 月球在不同纬度( $\varphi_0$ )时地球自转半周期所对应的中纬度地区( $\theta = 45^\circ$ )的线性形变<sup>[2]</sup>

| $\varphi_0/(\circ)$  | 5     | 10    | 15    | 18.5  | 25    | 28.5  | 40    | 45    |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\Delta r/\text{cm}$ | 3.47  | 6.84  | 10    | 12.04 | 15.32 | 16.77 | 19.7  | 20    |
| $\Delta L/\text{cm}$ | 10.91 | 21.49 | 31.42 | 37.81 | 48.11 | 52.67 | 61.85 | 62.83 |

由表1可见,当月球位于南北纬 $28.6^\circ$ 时,中纬度地区地壳产生的线性形变量最大.实际上月球仅在南北纬 $28.5^\circ$ 或 $18.5^\circ$ 之间变动.由表2可知, $\varphi_0 = 28.5^\circ$ 时,中纬度地区半径增量 $\Delta r = 16.77 \text{ cm}$ ,大椭圆周长增量 $\Delta L = 52.67 \text{ cm}$ ;在 $\varphi_0 = 18.5^\circ$ 时, $\Delta r = 12.04 \text{ cm}$ , $\Delta L = 37.81 \text{ cm}$ ,前者变化量是后者的1.4倍.这表明月球赤纬角最大时引起的地壳伸缩量比赤纬角最小时引起的地壳伸缩量增大40%. $\Delta r$ 的伸缩变化在一天内完成一次循环,这样可促使地球内部气体释放.由于月球赤纬角最大时中纬度地区地壳产生的形变量比月球赤纬角最小时大,因此当月球赤纬角最大时地球大量放气,赤纬角最小时,地球放出的水汽少,则易出现旱灾.

## 2 月球赤纬角变化引起的地球扁率变化

对于体积固定的地球而言,地球表面积随地球扁率的增大而增大;对于表面积固定的地球而言,地壳容积随地球扁率的增大而减小,所以地球扁率变化是地球放气的一个重要原因.当月球位于赤道面时,潮汐形变可以增大地球的扁率;月球位于两极上空时,潮汐形变可以减小地球的扁率.据计算,月球沿经度圈旋转所产生的地表面积伸缩量是月球沿赤道圈旋转所产生的地表面积缩量的416倍<sup>[2]</sup>.据Williams<sup>[3]</sup>的研究,这2种特殊的情况在地球历史时期都曾发生过.

在目前的天文条件下,月球轨道面(亦称白道面)与赤道面的交角,即文献[1]所称的月亮赤纬角(亦称之为白赤交角)的最大值为 $28.5^\circ$ ,最小值为 $18.5^\circ$ <sup>[1]</sup>.它们使地球的扁率发生微小的变化.为便于估算,先考虑月球引潮力使标准球体半径所产生的变化,然后再把它叠加在地球三轴椭球体上.

当月球在任一纬度 $\varphi$ 时,引潮力使标准球体的地球产生的近似椭圆方程为

$$r(\theta, \varphi) = a_0 \left[ 1 - \frac{a_0 - c_0}{a_0} \sin^2(\theta - \varphi) \right] \quad (1)$$

其中:长半径 $a_0 = 6371.002 \text{ km}$ ,短半径 $c_0 = 6371 \text{ km}$ ,升降幅度 $a_0 - c_0 = 20 \text{ km}$ , $\theta$ 为地壳矢径 $r$ 的纬度, $\varphi$ 为月球所在的纬度.月球由 $\varphi = 0$ 运动到 $\varphi = \varphi_1$ 时,矢径 $r$ 的增量公式为

$$\begin{aligned} \Delta r &= r(\theta, \varphi_1) - r(\theta, 0) = (a_0 - c_0) [\sin^2(\theta - \varphi_1) - \sin^2\theta] \\ &= (a_0 - c_0) \sin(2\theta - \varphi_1) \sin\varphi_1 = \Delta r(\theta, \varphi_1) \end{aligned} \quad (2)$$

对于 $\varphi_1 = 28.5^\circ$ ,赤道半径对应 $\theta_1 = 0^\circ$ ,两极半径对应 $\theta_2 = 90^\circ$ ,有

$$\Delta r_1 = \Delta r(0^\circ, 28.5^\circ) = -4.55 \text{ cm}$$

$$\Delta r_2 = \Delta r(90^\circ, 28.5^\circ) = 4.55 \text{ cm}$$

即月球从地球赤道长半径上空运行到南北纬 $28.5^\circ$ 时(不考虑地球自转),地球赤道长半径减小4.55 cm,极半径增加4.55 cm.

对于 $\varphi_1 = 18.5^\circ$ , $\theta_3 = 0^\circ$ , $\theta_4 = 90^\circ$ 有

$$\Delta r_3 = \Delta r(0^\circ, 18.5^\circ) = -2.01 \text{ cm}$$

$$\Delta r_4 = \Delta r(90^\circ, 18.5^\circ) = 2.01 \text{ cm}$$

即月球从赤道长半径上空运行到南北纬 $18.5^\circ$ 时(不考虑地球自转),地球赤道长半径减小

2.01 cm, 极半径增加 2.01 cm.

地球实际上是一个三轴椭球体, 赤道长半径  $a = 6\,378.160\text{ km}$ , 赤道短半径  $b = 6\,378.056\text{ km}$ , 极半径  $c = 6\,356.755\text{ km}$ . 将月球引潮力产生的半径变化叠加在地球三轴椭球体上, 对于  $\varphi_1 = 28.5^\circ$ , 有  $\Delta a = -4.55\text{ cm}$ ,  $\Delta b = 0$ ,  $\Delta c = 4.55\text{ cm}$ .  $n = 1$  的三轴椭球体表面积近似公式<sup>[4]</sup>为

$$S_1 = \frac{8}{3}\pi ab + \frac{2}{3}\pi c^2 \left( \frac{b}{a} + \frac{a}{b} \right) \quad (3)$$

由微分近似计算公式

$$\begin{aligned} \Delta S_1 &\approx \frac{\partial S_1}{\partial a} \Delta a + \frac{\partial S_1}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial S_1}{\partial c} \Delta c \\ &= \left[ \frac{8}{3}\pi b + \frac{2}{3}\pi c^2 \left( \frac{1}{b} - \frac{1}{a^2} \right) \right] \Delta a + \frac{8}{3}\pi a + \frac{2}{3}\pi c^2 \left( \frac{1}{a} - \frac{a}{b^2} \right) \Delta b + \frac{4}{3}\pi c \left( \frac{b}{a} + \frac{a}{b} \right) \Delta c \end{aligned} \quad (4)$$

将  $\Delta a = -4.55\text{ cm}$ ,  $\Delta b = 0$ ,  $\Delta c = 4.55\text{ cm}$  代入式(4)得  $\Delta S_1 = -8.12 \times 10^{-3}\text{ km}^2$ , 即月球由赤道面运行到南北纬  $28.5^\circ$  时, 使地球扁率变小, 表面积减小  $0.008\,12\text{ km}^2$ . 反之则增大.

三轴椭球体的体积公式为

$$V = \frac{4}{3}\pi abc \quad (5)$$

$$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial a} \Delta a + \frac{\partial V}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial V}{\partial c} \Delta c = \frac{4}{3}\pi abc \left( \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c} \right) \quad (6)$$

代入上述数值得  $\Delta V = 26\text{ km}^3$ , 即月亮由赤道面运行到南北纬  $28.5^\circ$  时, 使地球扁率变小, 地壳容积增大  $26\text{ km}^3$ . 反之则减小.

同样可以算得, 当月球由赤道面运动到南北纬  $18.5^\circ$  时(不考虑地球自转),  $\Delta a = -2.01\text{ cm}$ ,  $\Delta b = 0$ ,  $\Delta c = 2.01\text{ cm}$ ,  $\Delta S_1 = 0.003\,59\text{ km}^2$ ,  $\Delta V = 11.5\text{ km}^3$ . 这表明月球赤纬角最大时地球产生的形变量值是月球赤纬角最小时产生相应形变量值的 2.3 倍. 因此, 月球赤纬角最大时, 地球释放的气体多, 而月球赤纬角最小时地球释放的气体少.

### 3 地震、地球自转速度变化及其它证据

杜品仁<sup>[5]</sup>的研究表明, 地震活动存在 18.6 年的轮回. 他认为地震特别是中、深源大地震的 18.6 年轮回是岩浆潮上涌调制地震活动的结果. 18.6 年既是月球交点进动周期<sup>[6]</sup>, 又是月球赤纬角由最大(或最小)变到最小(或最大)的时间周期<sup>[1]</sup>. 本文的上述计算表明, 月球赤纬角的极值变动周期所产生的地球形变对导致岩浆潮上涌有更直接的意义.

由于 18.6 年的月球赤纬角变动周期使地球扁率产生同周期极值变化, 所以地球自转速度也有相应的 18.6 年变化周期<sup>[6]</sup>. 一般认为, 地球自转速度变化的短周期成份是与潮汐有关的, 如 13.5 天的周期、半月周期和全月周期等<sup>[1]</sup>. 月球在赤道面时引潮力使地球的扁率变大, 当月球运动到南北纬  $28.5^\circ$  (或  $18.5^\circ$ ) 时又使地球的扁率变小, 由此使地球产生周期为 13.5 天的自转速度变化. 月球交点变化的月周期为 27.21 天<sup>[3]</sup>, 其一半是 13.6 天. 所以, 地球自转速度的 13.5 天和 18.6 年变化周期是月球赤纬角极值变动产生相应地球形变的证据.

据陈丰<sup>[7]</sup>的研究, 地球深部氢的释出是从高温高压下氢的化学反应开始的. 随着反应的进行氢被消耗, 变为羟基和水. 据杜乐天<sup>[8]</sup>的研究, 外地核存在氢气圈、地幔排气流(即 HA-CONS)可能是自然灾害的深部肇因. 潮汐变化引起的地壳、地幔和地核扁率的变化为地球排气提供了一种外力作用机制, 笔者曾形象地称之为“地球的呼吸”<sup>[9]</sup>. 深入研究这一机制对认

识地球放气机理和规律具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 郭增建, 秦保燕, 郭安宁. 地气耦合与天灾预测[M]. 北京: 地震出版社, 1996. 165~188, 196.
- [2] 杨学祥, 宋秀环, 刘淑琴. 地球潮汐形变的数值评价[J]. 地壳形变与地震, 1997, 17(2): 53~58.
- [3] 徐道一, 杨正宗, 张勤文, 等. 天文地质学概论[M]. 北京: 地质出版社, 1983. 154, 169.
- [4] 杨学祥. 地球表面积的計算[J]. 长春地质学院学报, 1987, 17(3): 346~352.
- [5] 杜品仁. 全球主要地震区中源和深源大地震的 18.6 年轮回[J]. 地球物理学报, 1996, 327~335.
- [6] 任振球. 全球变化[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 27
- [7] 陈丰. 氢——地球深部流体的重要源泉[J]. 地学前缘, 1996, 3(3): 72~79.
- [8] 杜乐天. 自然灾害可能的深部流体肇因[J]. 地学前缘, 1996, 3(4): 298~305.
- [9] 杨学祥, 陈殿友. 地球差异旋转动力学[M]. 长春: 吉林大学出版社, 1998. 105~110.

### DROUGHT, EARTHQUAKE AND THE VARIATION OF THE MOON'S DECLINATION

YANG Xue-xiang, CHEN Dian-you, LI Shou-chun

(Changchun University of Science and Technology, Changchun Jilin 130026)

#### Abstract

As shown from calculation, the change of the earth's surface area and the crust's volume caused by the moon's maximum declination is 2.3 times as big as that caused by its minimum. This can well account for the gas release from the earth when the declination is at its maximum and for the corresponding droughts in China when at its minimum. This mechanism is also confirmed by both the periodical variation of the earth's rotation and the periodical occurrence of earthquakes.

**Key words:** Declination of the moon; Earth tide; Drought; Gas release from the earth