

DOI: 10.12017/dzqx.2018.044

用化石天长计算地球年龄的方法及意义*

——如何理解地球年龄

吴海威

(永久收藏品有限公司 美国加利福尼亚 CA 91789)

摘要 天长(一天时长)是地球自转速度的直接反映。古生代—中生代化石记录的天长数据表明,古生代—中生代期间的天长随时间呈线性增加。根据角动量守恒定律,这意味着同时段地球自转速度呈线性衰减。如果把这个趋势应用于地球历史的全过程,计算结果为4.519~4.495 Ga,与目前公认的地球绝对年龄4.54 Ga一致。这意味着,从这个时间点起,地球有一种自转速度衰减的总趋势。地球自转速度衰减年龄等值于地球年龄说明:1)所测量的陨石样本生成的时间(表征地球年龄)与地球受月球吸引形成自转减速的时间几乎相同。这意味着地—月体系形成之前的地球比该陨石表征的地球年龄更为古老。2)地球、月球、自转速度衰减时长,三者的年龄呈现等值状态,因而此结果与月球起源于大碰撞的假说可以匹配。

关键词 化石天长 角动量守恒 地球自转速度 衰减 地球年龄

中图分类号: P533

文献标识码: A

文章编号: 0563-5020(2018)02-774-07

自古以来,人们就对地球的年龄充满好奇心,宗教对此也有一些铁口直断。牛顿、达尔文、赫顿、莱伊尔,都曾用各自的方法探索过地球年龄,但给出的数值很小。开尔文1866年采用地温冷却模型,推断地球年龄为2千万年到1Ga之间(Mcgeary et al., 2004)。

现在一般公认的地球年龄4.54 Ga (Patterson, 1956; Dalrymple, 2001),是通过陨石的年龄是地球年龄。

2013年笔者注意到,65 Ma的印度德干玄武岩喷发对地球自转的制动作用与同时代古珊瑚记录的天长(一天时长)具有某种关联性,由此检索了公开发表的化石天长数据,发现古生代—中生代化石记录的天长数据的回归曲线呈拟合很好的直线。这意味着,在这一时段,天长随时间成正比增加。天长是地球自转速度的直接体现,根据角动量守恒定律,这一时段的地球自转速度应当随时间呈线性衰减。沿着这个思路,笔者尝试把这个衰减趋势推广到地球历史的全过程,并推导了计算公式。计算公式中代表地球自转衰减历史全过程的时间量即是地球年龄。所计算出的地球年龄与现在一般公认的地球年龄高度吻合。

* 吴海威,男,1946年7月生,硕士,助研,大地构造学专业。E-mail: Haiweiwu21309@gmail.com

2017-05-14收稿,2017-12-23改回。

1 化石记录的天长—地质年代的回归方程

古生物学家根据不同地质时代的化石生长线计算了对应地质年代一天的时间长度，即天长。所涉及的化石有珊瑚，腕足类，苔藓类，腹足类。显然，通过天长可计算地球自转速度。表1列出了13个基于中生代—古生代化石记录的天长数据，图1是对这些数据的回归分析。

图1中的回归曲线为一斜率为负的直线，可写作：

$$y = a + bx \quad (1)$$

其中， $a = 23.9417$ ， $b = -0.00543$ 。

表1 根据中生代—古生代化石记录计算的天长

Table 1 The length of the day calculated by Mesozoic-Paleozoic fossil records

地质时代 / Ma	一年天数	天长/hr	资料来源
65	371	23.571	(Wells, 1963; Allaby and Allaby, 1999; Bryan, 2000)
136	377	23.196	(Wells, 1963)
180	381	22.9528	(Wells, 1963; Bryan, 2000)
230	385	22.71	(Wells, 1963)
245	386	22.655	(Bryan, 2000)
280	390	22.42	(Wells, 1963)
345	396	22.08	(Wells, 1963)
370	398	21.972	(Bryan, 2000)
大约 400	大约 400	21.862	(Allaby and Allaby, 1999)
405	402	21.75	(Wells, 1963)
500	412	21.226	(Bryan, 2000)
600	424	20.625	(Wells, 1963; Bryan, 2000)

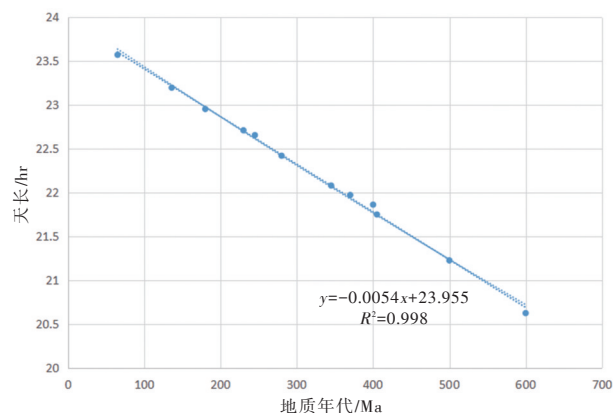


图1 表1所列天长数据的回归曲线

Fig. 1 Regression analysis of the day's time length data listed in Table 1

于是, 我们有:

$$y = 23.9417 - 0.00543x \quad (2)$$

这个基于化石记录的天长—地质年代的回归方程表明, 在地球历史的最近 600 Ma, 地球自转速度随时间呈近似线性衰减。

2 地球自转速度衰减表达式

地球自转速度的这个衰减趋势是否可以推广到整个地球历史时期, 这是一个待解的问题。在此, 我们姑且悬置这个问题, 看看如果这个衰减趋势可以推广到整个地球历史时期, 结果如何?

地球自转受控于地球角动量守恒定律:

$$I_x \omega_x = I_q \cdot \omega_q \quad (3)$$

其中, ω_q 为现今地球自转角速度, 单位为 rad/s; I_q 为现今地球的惯性矩, 单位为 $\text{kg} \cdot \text{km}^2$; ω_x 为某地质时期地球自转角速度, 单位为 rad/s; I_x 为某地质时期地球的惯性矩, 单位为 $\text{kg} \cdot \text{km}^2$ 。

假设地球自转速度或角速度在整个地球历史时期随时间呈正比衰减, 虽然地球自转速度有时短期是不规则的。根据角动量守恒定律, 地球惯性矩应随时间呈正比增加, 于是, 对距今某时间的惯性矩, 可依据与上述回归方程式(1)的同构关系, 构造如下计算式:

$$I_x = I_q - \frac{I_q}{A} \cdot T_x \quad (4)$$

其中, A 为地球年龄/Ga, 因为我们假设地球惯性矩随时间呈正比变化贯穿地球整个历史时期; T_x 为距今某时间/Ga, 这里指某地质时代。

由公式(3)和公式(4)两式联立, 得:

$$\omega_x = A\omega_q / A - T_x \quad (5)$$

因为 A 和 ω_q 是常量, 随时间向现代推进, $A - T_x$ 趋向增大, 所以自转速度 ω_x 随时间向现代衰减, 而公式(5)是其衰减表达式。该式可写成:

$$A = T_x \cdot \frac{\omega_x}{\omega_x - \omega_q} \quad (6)$$

该式是地球年龄的计算式。如果地球半径变化很小, 角速度 ω 可用线速度 $V/\text{km/h}$ 表达, 公式(6)可写成:

$$A = T_x \cdot \frac{V_x}{V_x - V_q} \quad (7)$$

将基于中生代—古生代化石天长的自转速度代入上式, 就可得到地球年龄。这是

地球的计算年龄，在内容与方法上，不同于地球的测量年龄。

3 计算结果

本文取参数地球公转时间为 $365.242\ 99 \times 23.943$ ，即 8 745.013 小时；地球的平均圆周长为 40029.896 km；现今地球天长为 23.943 h。

首先，根据表 1 所给出的天长数据，计算对应地质时代的地球自转速度。然后，把有关地质时代的年龄值和对应的地球自转速度代入公式(7)，计算地球的年龄。

由于所采用的化石天长的数据不同，计算结果也有所不同。表 2 给出了基于 Bryan (2000)化石天长数据的计算结果，得到地球平均计算年龄为 4.512 Ga；表 3 给出了 Wells (1963)的天长数据的计算结果，得到地球平均计算年龄 4.495 Ga；表 4 给出了基于 Allaby and Allaby (1999)和 Dixon (1998)的天长数据的计算结果，得到地球平均计算年龄 4.519 Ga。

上述 3 组地球平均计算年龄变化在 4.519 ~ 4.495 Ga 之间，与目前一般公认的地球年龄 4.54 Ga (Patterson, 1956; Dalrymple, 2001)高度一致。这是一个惊人的结果。它

表 2 用 Bryan (2000)的化石天长数据计算的地球自转速度和地球年龄

Table 2 Earth's rotation velocities and ages calculated with the length of the day based on fossil records from Bryan (2000)

地质时代/Ma	白垩纪末 65	早侏罗纪 180	三叠纪 二叠纪 245	中泥盆纪 370	早奥陶纪 500	寒武纪 600
一年天数/d	371.0	381.0	386.0	398.0	412.0	424
天长/hr	23.571	22.9528	22.655	21.972	21.226	20.63
地球的计算年龄/Ga	4.549	4.484	4.658	4.559	4.450	4.371

表 3 用 Wells(1963)化石天长数据计算的地球自转速度和地球年龄

Table 3 Earth's rotation velocities ages calculated with the length of the day based on fossil records from Wells (1963)

地质时代/Ma	65	136	180	230	280	345	405	500	600
一年天数/d	371.0	377.0	381.0	385.0	390.0	396.0	402.0	412.0	424
天长/hr	23.571	23.196	22.9528	22.71	22.423	22.08	21.754	21.226	20.63
地球的计算 年龄/Ga	4.549	4.538	4.484	4.573	4.495	4.509	4.486	4.450	4.371

表 4 用 Allaby and Allaby (1999)的珊瑚和 Dixon (1998)的三叶虫化石天长数据计算的地球自转速度和地球年龄

Table 4 Earth's rotation velocities ages calculated with the length of the day based on fossil coral and Trilobite records from Allaby and Allaby (1999) and Dixon (1998)

地质时代/Ma	大约 400 (Allaby and Allaby, 1999)	600 (Dixon, 1998)
一年天数	大约 400	424
天长/hr	21.863	20.63
由公式(3)计算地球年龄/Ga	4.667	4.371

不仅表明现有化石天长数据的有效性,而且表明利用化石天长计算地球年龄的可行性。现有化石天长数据和目前公认的地球年龄4.54 Ga,两者互相印证。

下面是两个算例:

(1) 算例1

已知:1)白垩纪末珊瑚化石的年龄 $T_x = 65 \text{ Ma}$ (Wells, 1963);2)珊瑚生长线给出一年的天数是371 d,当时的天长 $= 8\,745.013/371 = 23.571 \text{ hr}$ (表1,表2),于是白垩纪末的地球自转速度: $V_x = 40\,029.896/23.571 = 1\,698.268\,9 \text{ km/hr}$;3.现在地球的自转速度 $V_q = 1\,674 \text{ km/hr}$ 。

据公式(7),得地球年龄:

$A = 65 \text{ Ma} \times 1\,689.268\,9 / (1\,689.268\,9 - 1\,674) = 4\,548.505 \text{ Ma}$,即地球年龄为4.549 Ga。

(2) 算例2

已知:1)化石材料的年龄 $T_x = 400 \text{ Ma}$ (Ailsa and Michael, 1999);2)化石材料生长线给出一年的天数是400天,当时的天长 $= 8\,745.013/400 = 21.863 \text{ hr}$ (表1,表2),于是有400 Ma时的地球自转速度 $V_x = 40\,029.896/21.863 = 1\,830.943 \text{ km/hr}$;3.现在地球的自转速度 $V_q = 1\,674 \text{ km/hr}$ 。

据公式(7),得地球年龄:

$A = 400 \text{ Ma} \times 1\,830.943 / (1\,830.943 - 1\,674) = 4\,666.4 \text{ Ma}$,即地球年龄为4.667 Ga。

4 讨 论

我们知道,目前公认的地球年龄4.54 Ga (Patterson 1956; Dalrymple, 2001)主要是通过通过对陨石和地球上最古老岩石中的锆石的放射性定年得出的,它假设了某些陨石和锆石的年龄是地球年龄。这个年龄得到了月岩测量年龄4.51 Ga (Barboni et al., 2017)、太阳年龄近似4.6 Ga (Bonanno et al., 2002; Connelly et al., 2012)的支持。而这些数据,包括陨石和地球上最古老岩石中的锆石的放射性同位素定年数据,也是在一定范围内变化的。例如,澳大利亚西部的Jack Hills地区锆石包裹体给出的地球测量年龄为4.374 Ga (Valley et al., 2014),太阳系陨石给出的最大年龄4.567 Ga (Amelin et al., 2002; Baker et al., 2012)。可见,4.54 Ga的地球年龄应当是一个推定的平均值。实际上,它是开放的,只是近年稳定在一个变化范围。就变化范围而论,笔者得出的地球年龄计算值并不比这些据以推定地球年龄的测量值和计算值大。可以说,本文得出的地球年龄计算值与目前公认的地球年龄高度一致,因而本文的计算方法是成立的。

更重要的,本文的计算基于这样一个假设:自转速度在地球历史全过程中随时间呈线性衰减。计算结果表明该假设有效。虽然巨大陨石冲击事件可能短时影响地球自转速度,但不同方向的冲击也可有互相抵消的效果,从而维持了自转线性衰减的总趋势。因为地球自转速度的衰减的时间长度代表固体潮存在的时间长度,所以自转速度衰减年龄间接代表了月球的年龄。

本文的“地球年龄”实际上是从地球自转速度开始衰减计时的，它等值于自转速度衰减时间长度，又等值于月球年龄的结果，与月球起源于大碰撞的理论(Hartmann and Davis, 1975; Canup and Asphaug, 2001)匹配。如果以此定义地球年龄，这个地球年龄是缺损地球在高温下重新成型，具有新半径、新质量、新球面的那个地球的年龄。这也就意味着本结果支持还有一个前地球阶段的认识。而这个阶段，事涉天文事件，超出了本文讨论范围。不过，在此提及也许有助于思考地球年龄的本质意义。

如果可以根据地层沉积韵律或化石生长线得到天长，本文的地球年龄计算公式也可用于计算地层或化石的年龄，这可能在缺少定年矿物的沉积岩层中找到应用。

参 考 文 献

- Allaby A and Allaby M. 1999. Oxford Dictionary of Earth Sciences. Oxford: Oxford University Press. 1-176.
- Amelin Y, Krot A N, Hutcheon I D et al. 2002. Lead isotopic ages of chondrules and calcium-aluminum-rich inclusions. *Science*, 297(5587): 1678-1683.
- Baker J, Bizzarro M, Wittig N et al. 2005. Early planetesimal melting from an age of 4. 5662 Gyr for differentiated meteorites. *Nature*, 436(7054): 1127-1131.
- Barboni M, Boehnke P, Keller B et al. 2017. Early formation of the Moon 4.51 billion years ago. *Science Advances*, 3(1): e1602365.
- Bonanno A, Schlattl H and Paternò L. 2002. The age of the Sun and the relativistic corrections in the EOS. *Astronomy & Astrophysics*, 390(3): 1115-1118.
- Bryan T S. 2000-08-24. [2012-07-30]. Slowing of Earth's Rotation. <http://www.lawrencehallofscience.org/pass/passv07/v7SlowingEarthRotation.html>.
- Canup R M and Asphaug E. 2001. Origin of the Moon in a giant impact near the end of the Earth's formation. *Nature*, 412(6848): 708-712.
- Connelly J N, Bizzarro M, Krot A N et al. 2012. The absolute chronology and thermal processing of solids in the solar protoplanetary disk. *Science*, 338(6107): 651-655.
- Dalrymple G B. 2001. The age of the Earth in the twentieth century: A problem (mostly) solved. *Geological Society, London, Special Publications*, 190(1): 205-221.
- Dixon C. 1998. [2017-02-14]. Paleozoic calendars. <http://www.hevanet.com/kort/PALEOZOC.HTM>
- Freedman R and Kaufmann W J. 2008. Universe: The Solar System (Third Edition). New York: W. H. Freeman. 249-251.
- Hartmann W K and Davis D R. 1975. Satellite-sized planetesimals and lunar origin. *Icarus*, 24(4): 504-515.
- Mcgeary D, Plummer C C and Carlson D H. 2004. Physical Geology: Earth Revealed (Fifth Edition). New York: McGraw-Hill. 208-209.
- Patterson C. 1956. Age of Meteorites and the Earth. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 10(4): 230-237.
- Valley J W, Cavosie A J, Ushikubo T et al. 2014. Hadean age for a post-magma-ocean zircon confirmed by atom-probe tomography. *Nature Geoscience*, 7(3): 219-223.
- Wells J W. 1963. Coral growth and geochronometry. *Nature*, 197: 948-950.

Calculating age of the Earth with fossil-daily time length: How to understand the age of the Earth

Wu Haiwei

(Timeless Collection Inc., U.S.A. CA 91789)

Abstract

A new method to calculate the Earth's age with the time length of a day based on fossil growth lines was proposed. The day time length is a direct reflection of the Earth's rotation. The existing Mesozoic-Paleozoic fossil-daily time length data show that the day time length of this period would increase proportionally with time. According to the law of conservation of angular momentum, it is suggested that the rotation velocity of the Earth would attenuated in the same period. If this increasing trend is suitable to the whole history of the Earth, fossil-day time length data can be used to calculate the age of the Earth. The calculations show that the ages obtained vary in a range of 4.519 ~ 4.495 Ga, highly consistent with the generally accepted Earth's age of 4.54 Ga. This implies that there has been a total attenuation trend of the Earth's rotation velocity from the formation of the Earth on. The currently recognized absolute age of the Earth is substantially the age of that time point for the Earth rotation velocity to begin attenuation. From this time point forward there has been a total attenuation trend of the Earth's rotation velocity. And its result revealed the essence of currently recognized absolute age of the Earth. The age of the Earth's rotational speed decay is just the time length of the tide exists. So this paper's result of the trinity is favorable to the giant impact theory for the origin of the Moon. This age of the Earth is the last age of reformed earth (new radius, new mass, new spherical surface).

Keywords Fossil-day time length, Conservation of angular momentum, Earth's rotation velocity, Attenuation Earth's age

更正说明

《地质科学》2018年1期发表的“柴达木新生代成盆动力学过程及对油气的控制”一文，由于编辑部疏忽，将作者的致谢内容部分删除，本期特此更正补充如下：

致 谢 天然地震环境噪声面波成像来自中国石油天然气股份有限公司柴达木二期专项下属课题《柴达木盆地基础地质深化研究与战略选区》(编号：2011E-0303)的外协项目，该项工作由南京大学宋晓东教授和王良书教授负责完成。北京大学地球与空间科学学院于祥江博士后对本文完善提供了宝贵的意见。哈佛大学地球与行星科学系孙衍鹏博士提供了震源机制解数据。