

地球运动的超非线性分析

杨文熊 马波

(上海交通大学工程力学系, 上海 200030)

摘要 根据超非线性速度理论, 研究了地球的自转状态, 得知地球自转的角速度沿半径方向有突变和减小, 并由此计算了地壳相对于地核的角速度差值, 算得赤道表面每年西移 1.75 cm, 符合已报道的观测数据.

关键词 地球自转 地壳运动 超非线性速度 角速度

1 引言

人们对地球自转角速度的经典认识源自刚体绕轴的旋转, 即自转角速度各处恒等.

然而, 本世纪初的大量观察事实表明, 地壳有缓慢向后移动的现象. “大陆漂移说”被科学家提出^[1], 更为完善的“板块构造说”也随之提出来. 这些学说虽能一定程度地解释许多科学考察资料和观察事实, 但对于大陆漂移和板块运动的动力源的科学论证却缺乏说服力^[2].

本文试图对大陆板壳移动的动力源提出如下分析.

2 地球自转角速度的超非线性分析

2.1 一般超非线性速度理论

笔者 1995 年在有关研究中提出, 研究质点在某时刻 t 的运动速度 $\vec{v}(t)$ 达到极高值和接近光速 c 时, $\vec{v}(t)$ 可进行超非线性修正^[3], 即

$$\vec{v}_s(t) = \frac{\vec{v}(t)}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad (1)$$

由 $\vec{v}_s(t)$ 可计算极高速运动的动量和动能:

$$\vec{P}(t) = m \vec{v}_s(t) = m \frac{\vec{v}(t)}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad (2)$$

$$E_k(t) = \frac{1}{2} m v_s^2 = \frac{1}{2} m c^2 \frac{(v/c)^2}{1 - (v/c)^2} \quad (3)$$

以上三式与狭义相对论及计算 μ 介子的能量相符合^[3].

把经典牛顿力学中的 $\vec{v}(t)$ 代换为极高速 $\vec{v}_s(t)$, 似可研究高速运动时与速度相关的各种物理量.

式(1)表达的不是一般意义上的修正, 而是集合 $\vec{v}(t)$ 的无限多项的 $v(t)$ 非线性项之和, 故 $\vec{v}_s(t)$ 是 $\vec{v}(t)$ 的超非线性速度.

2.2 一般绕轴

绕轴旋转的一般速度为

$$\vec{v}(t) = \vec{\omega}(t) \times \vec{\rho}(t) \quad (4)$$

其中 $\vec{\omega}(t)$ 和 $\vec{\rho}(t)$ 分别是 t 时刻时的角速度和某质点至旋转轴的垂距^[4].

对于高速绕轴旋转的质点 p , 其旋转速度可修正为

$$\vec{v}_s(t) = \frac{\vec{v}(t)}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$$

即
$$\frac{\vec{v}}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}} = \vec{\omega} \times \vec{\rho}(t) \tag{5}$$

式(5)在定常及平面旋转情况下, 可简化为

$$\frac{v}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}} = \omega \rho \tag{6}$$

显然
$$v = \frac{\rho \omega}{\sqrt{1 - (\frac{\rho \omega}{c})^2}} \leq \rho \omega \tag{7}$$

2.3 地球的超非线性自转运动

由式(6)和式(7)知, 虽然 $(v/c)^2$ 或 $(\frac{\rho \omega}{c})^2$ 项很小而可被忽视, 但对于一庞大的地球或对于较长的计算时间而言, 地球自转运动的不匀所产生的效果却不能随便忽略.

地球的实际表面角速度可由式(6)导出:

$$\omega_s = \frac{v_s}{\rho} = \omega_E \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2} \tag{8}$$

其中 ω_E 是视地球为刚体时的角速度; v_s 为地球表面线速度.

显然有

$$\omega_s \leq \omega_E \tag{9}$$

式(9)表示地球表面上的角速度不大于刚体地球的角速度. 当不能忽略 $(\frac{v}{c})^2$ 项时, 地球表面上的角速度小于刚体地球的角速度.

大量地球物理学和地震学资料表明, 相对于地壳和地幔, 地核由更高密度的物质组成, 可近似看作为刚体, 故地核的角速度即可视为刚体地球的角速度 ω_E . 于是

$$\omega_s \leq \omega_{核} \tag{10}$$

即当 $(\frac{v}{c})^2$ 项不可忽略时, 地球表面上任一点的角速度小于地核处的角速度.

这一结论可引伸到宇宙大量天体之中.

本结论或许就是板块运动动力源的一种分析.

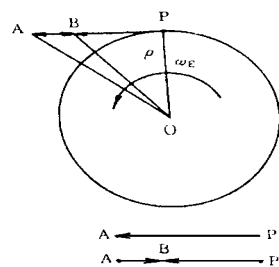
3 地球表面线速度的计算

根据式(9), 可求得地球表面上, 特别是赤道上某点非刚体地球与刚体地球切线方向速度之间的差值为

$$\Delta v = v_s - v_1 = v_s \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{v_s}{c})^2}} \right) \leq 0 \tag{11}$$

其中 v_1 为刚体地球表面上某点的切向速度, 可按式(6)求得. 式(11)可用右图表示.

$$\begin{aligned} \vec{PA} &= \vec{v}_1 \\ \vec{PB} &= \vec{v}_s \\ \vec{AB} &= -\Delta \vec{v} \end{aligned}$$



对式(11)按级数展开,并只取到 $(\frac{v_s}{c})^2$ 项,可获得足够精度的速度差量:

$$\Delta v = -\frac{1}{2}v_s\left(\frac{v_s}{c}\right)^2 \quad (12)$$

已知地球赤道半径为 $\rho = 6.378139 \times 10^6$ m,地球自转一周以20 h计^[5],光速取 $c = 3 \times 10^8$ m/s,可以算得 $v_s = 464$ m/s.于是地球赤道平面速度差为

$$\Delta v = -5.5438 \times 10^{-10} \text{ m/s}$$

或

$$\Delta v = -1.75 \text{ cm/s} \quad (13)$$

式(13)表示地球赤道区域每年向西移动量为1.75 cm.这与已报道的地球物理学等实测资料较为符合.

4 结论

本文试图以超非线性速度理论来解释地球自转角速度的不匀现象(地核与地幔交界处有突变现象),并由此求得地球表面,特别是赤道附近地表每年西移1.75 cm.

以上结论或许有利于解释和分析地球物理学、地震学和大地测量学等学科中发现的一些有关现象.

参考文献

- 1 Wegerer A. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Frieder. Vieweg & Sohn Braunsch Weig. 1980.
- 2 Condie K C. Plate Tectonics and Crustal Evolution (3rd. ed.). New York: Pergamon Press, 1990.
- 3 杨文熊. 广义非线性, 非定常的力学理论及在粒子物理中的应用. 应用数学和力学, 1995, 16, 23.
- 4 吴镇. 理论力学纲要. 上海: 上海交通大学出版社, 1986.
- 5 张炳熹. 地球. 中国大百科全书. 地质学. 北京: 中国大百科全书出版社, 1993. 107.

THE SUPER NONLINEAR ANALYSIS ON THE EARTH MOVEMENT

YANG Wenxiong MA Bo

(Department of Engineering Mechanics, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030)

Abstract

According to the theory of super nonlinear velocity, it is discovered that angular velocity of the earth rotation decreases from the inner to the outer region along the earth radius. Then based on this result, the calculated velocity of drift from the east to the west of the earth crust is 1.75 cm per year about the earth equator surface. The value is agreed with the measured data.

Key words Earth rotation, Crustal movement, Super nonlinear velocity, Angular velocity